

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII  
UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA  
INSTITUTUL DE ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE**

## **Serviciile ecosistemice și rolul acestora în sporirea securității ecologice și rezilienței**

**Culegere de articole științifice dedicată Zilei Mondiale a Mediului și octogenarilor  
dr. hab., conf. cerc. Constantin Bulimaga și dr., conf. cerc. Maria Sandu**

**Chișinău, 2024**

CZU: 574.4/5

<https://doi.org/10.53380/eco25>

Culegerea de articole „*Serviciile ecosistemice și rolul acestora în sporirea securității ecologice și rezilienței*” dedicată Zilei Mondiale a Mediului, fost elaborată în cadrul subprogramului de cercetare instituțional cifrul 010801 „Sporirea securității ecologice și rezilienței geoecosistemelor la modificările actuale de mediu”, în colaborare cu Facultatea de Geografie și Geologie - Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Facultatea de Geografie - Universitatea din București și Institutul de Geografie al Academiei Române. Culegerea de articole este recomandată pentru publicare de către Consiliul Științific al USM conform procesului verbal nr. 3 din 18 decembrie 2024.

**Coordonator, director, dr. Petru Bunduc**

**Tehnoredactare, editare, secretar științific, dr. Daniela Burduja**

**Referenți științifici:**

**Prof. univ. dr. Nicoleta Ionac, Facultatea de Geografie, Universitatea din București**

**Prof. univ. dr. Ștefania Monica Dumitrașcu, Institutul de Geografie al Academiei Române**

**Prof. univ. dr. Alexandru-Ionuț Petrișor, Universitatea de Arhitectură și Urbanism Ion Mincu**

**DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA**

**Serviciile ecosistemice și rolul acestora în sporirea securității ecologice și rezilienței :**

Culegere de articole științifice dedicată Zilei Mondiale a Mediului / Ministerul Educației și Cercetării, Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Ecologie și Geografie ; coordonator, director: Petru Bunduc ; referenți științifici: Nicoleta Ionac [et al.]. – Chișinău : [S. n.], 2024 (Impressum). – 180 p. : fig. color, tab.

Rez.: lb. engl. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art. – [100] ex.

ISBN 978-9975-3662-7-4.

574+504(082)

S 49

Tipar executat la Tipografia „Impressum S.R.L.”. Adresa mun. Chișinău, str. Hristo Botev, 9, Telefon –068552299,+37322568470, contract nr. 33/C 29.11.2024

Responsabilitatea asupra conținutului revine în exclusivitate autorilor

© Institutul de Ecologie și Geografie al Universității de Stat din Republica Moldova, 2024

### **Octogenarul dr. hab., conf. cerc. Bulimaga Constantin**

La data de 12 ianuarie 2024 am avut cu toții deosebita onoare și recunoștință să îi spunem La mulți ani sănătoși dlui dr. hab., conf. cerc., cerc. șt. princ., Bulimaga Constantin care a împlinit frumoasa vârstă de 80 de ani.

Ilustrul cercetător și profesor Bulimaga Constantin a ajuns la o bogată experiență de viață încununată cu succese de invidiat, a contribuit la afirmarea și îmbogățirea substanțială a științei mediului din Republica Moldova. Este autor și coautor a 8 monografii și a circa 500 de publicații științifice în domeniile protecției mediului, utilizării metodelor electrochimice de analiză, a trei brevete privind tehnologiile de valorificare a deșeurilor.



Pe parcursul activității dl. C. Bulimaga efectuează cercetări în domeniile privind studiul impactului activităților economice asupra mediului, expertiza și auditul ecologic; gestionarea deșeurilor și managementul ecologic; efectuarea cercetărilor în domeniul ecologiei urbane și asanarea mediului; expert în documentații internaționale de proiect și planificare a obiectelor economice, a proiectelor de acte legislative, normative și standardelor, Convențiilor Internaționale și a Contractelor de Concesiune, elaborarea tehnologiilor de valorificare a deșeurilor.

Ca om, este admirat și apreciat pentru respectul adus științei și relațiilor colegiale este o personalitate aparte pentru Institutul de Ecologie și Geografie al USM, un neobosit cercetător care a realizat de-a lungul anilor un adevărat tezaur științific în domeniul ecologiei și protecției mediului, rezultatele remarcabile obținute fiind promovate și recunoscute atât pe plan național cât și internațional.

### **Octogenara dr., conf. cerc. Maria Sandu**

La împlinirea onorabilei vârste de 80 de ani colectivul Institutului de Ecologie și Geografie al USM aduce un omagiu deosebit doamnei Maria Sandu, doctor, conferențiar cercetător, o personalitate remarcabilă a științei din Republica Moldova.

Cu o pasiune nestăvilită pentru cercetare a demonstrat o rigoare științifică excepțională și o dedicare neobosită pentru avansarea cunoașterii în domeniile chimie, ecologie și protecție a mediului. Sub atenta coordonare au fost elaborate strategii inovatoare, standarde naționale, metode moderne de monitorizare și protecție a mediului, contribuind direct la implementarea lor cât și a standardelor europene în Republica Moldova.



Deține un număr impresionant de peste 480 de lucrări științifice, 11 brevete de invenție, coautor la 4 monografii și manuale, multiple ghiduri științifico-practice, stă mărturie aportul său de neprețuit la dezvoltarea domeniului. Distincțiile și premiile acordate doamnei Maria Sandu reflectă pe deplin valoarea muncii sale, recunoștința și respectul de care se bucură în comunitatea științifică. Dintre acestea, se remarcă Premiul de Stat al Republicii Moldova în domeniul științei și tehnicii (1996), Ordinul „Gloria Muncii” (2013) și Ordinul Republicii (2021), recunoașteri ce subliniază impactul său asupra științei naționale și internaționale.

Activitatea doamnei Maria Sandu se remarcă și prin rolul de formator esențial pentru generațiile viitoare de specialiști în domeniu fiind implicată activ în formarea tinerilor cercetători, sprijinind dezvoltarea lor academică și profesională.

Dna Maria Sandu este una dintre cele mai simple și blajine persoane din cadrul instituției noastre, prin calități nealterate, seriozitate, bun simț, corectitudine, cinste, punctualitate, delicatețe, sensibilitate, patriotism, care astăzi, cu regret, le întâlnim mai rar în societatea moldovenească.

*Într-un moment de reflecție, Colectivul Institutului de Ecologie și Geografie al USM își exprimă profunda recunoștință pentru contribuțiile esențiale ale octogenarilor noștri, dr. hab., conf. cerc. Constantin Bulimaga și dr., conf. cerc. Maria Sandu și fie ca această aniversare să aducă nu doar bucurii și împliniri personale, dar și recunoașterea binemeritată pentru o carieră de excelență în slujba științei și a comunității.*

*La mulți ani sănătoși dragilor, vă stimăm și prețuim!!!*

Director al Institutului de Ecologie și Geografie al USM,  
dr. în științe geonomice Petru Bunduc

## CUPRINS

EXTREME MAXIMUM AIR-TEMPERATURES IN ROMANIA OVER THE 1990-2020 PERIOD.  
CASE STUDY: CALAFAT

*IONAC Nicoleta, PETRESCU Laura-Elena, ȘAMȘODAN Cătălin – Vasile, GRIGORE Elena.....* 7

PROGNOZA METEO PE INTERVAL MEDIU: METODE TRADIȚIONALE ȘI INTELIGENȚA  
ARTIFICIALĂ

*RĂILEANU Valentin, COJOCARI Rodica, MÎNDRU Galina, ȚURCANU Viorica.....* 14

NOI CONTRIBUȚII LA CALCULAREA VALORII ECONOMICE A SERVICIILOR  
ECOSISTEMICE PENTRU SECTORUL FORESTIER DIN RAIONUL ȘTEFAN VODĂ

*MIRON Viorel, MIRON Marina.....* 22

CONTRIBUȚII LA SISTEMATIZAREA METODOLOGIEI DE EVALUARE A SERVICIILOR  
ECOSISTEMICE PENTRU ZONELE CU ATRACȚII TURISTICE ÎN REPUBLICA MOLDOVA

*MIRON Viorel, MIRON Marina.....* 27

PEDOGEOGRAPHICAL AND GEOMORPHOLOGICAL PARTICULARITIES OF THE  
YALPUG RIVER BASIN (WITHIN THE REPUBLIC OF MOLDOVA)

*CRIVOVA Olga, KUCHARUK Roman.....* 33

REPERE METODOLOGICE ȘI APLICATIVE PRIVIND TIPOLOGIA ȘI EVALUAREA  
COMPLEXĂ A SERVICIILOR ECOSISTEMICE

*BACAL Petru.....* 39

CLIMATE CHANGES AND AGRICULTURAL RESILIENCE. VITICULTURE IN NORTHERN  
EUROPE

*PARASCHIV Viorel, CORDUNEANU Flaviana, VOICU Cristina-Georgiana.....* 45

PARTICULARITĂȚI FIZICO-GEOGRAFICE ALE SITULUI EMERALD „PĂDUREA  
HÂRBOVĂȚ” ÎN CONTEXTUL MODIFICĂRIILOR ACTUALE DE MEDIU

*BUNDUC Tatiana, ANGHELUȚA Viorica, DONICA Ala, BOTNARI Aliona, JECHIU Iradion.....* 50

ANALIZA COMPARATIVĂ A COEFICIENTULUI DE UMIDITATE K DUPĂ IVANOV-  
VÂSOȚCHII ȘI UNEP ARIDITY INDEX PENTRU TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA,  
PERIOADA CLIMATICĂ MODERNĂ (1991-2020)

*CRIVOVA Olga.....* 58

CONTRIBUȚIILE INSTITUTULUI DE ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE USM LA DEZVOLTAREA  
SISTEMULUI INFORMAȚIONAL GEOGRAFIC DE STAT ȘI ACCESUL PUBLICULUI LA  
DATELE SPAȚIALE DE NIVEL NAȚIONAL

*SÎRODOEV Ghennadie, CHIRIAC Ioana, OVERCENCO Aureliu.....* 64

CERNOZIOMURILE SPAȚIULUI DINTRE PRUT ȘI NISTRU ÎN CONTEXTUL  
MODIFICĂRIILOR ACTUALE ALE MEDIULUI

*JIGĂU Gheorghe, DOBROJAN Sergiu, MOȘOI Iurie, BUNDUC Tatiana, TURCHIN Boris,  
DOBROJAN Galina, JIGĂU Cristi.....* 69

GENEZA ȘI RISCUL VALURILOR DE CĂLDURĂ PENTRU REPUBLICA MOLDOVA ÎN  
CONTEXTUL SCHIMBĂRIILOR CLIMATICE REGIONALE

*BOIAN Ilie, DOMENCO Rodion.....* 79

|                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| EVALUAREA ȘI UTILIZAREA TERENURILOR DIN PUNCT DE VEDERE AL INFRASTRUCTURII VERZI-ALBASTRE DIN ZONA METROPOLITANĂ RÂMNICU VÂLCEA<br><i>TACHE Antonio-Valentin, POPESCU Oana-Cătălina, PETRIȘOR Alexandru-Ionuț</i> ..... | 84  |
| EVALUAREA INFRASTRUCTURII ECOLOGICE A ECOSISTEMELOR URBANE DIN REGIUNEA DE SUD ȘI IMPACTULUI ASUPRA SERVICIILOR ECOSISTEMICE<br><i>MOGÎLDEA Vladimir, ȚUGULEA Andrian</i> .....                                         | 90  |
| SERVICIILE ECOSISTEMICE HIDROLOGICE DIN LIMITELE REGIUNII DE SUD A REPUBLICII MOLDOVA<br><i>JELEAPOV Ana</i> .....                                                                                                      | 101 |
| IDENTIFICAREA SERVICIILOR ECOSISTEMICE OFERITE DE BIODIVERSITATE ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE<br><i>CERTAN Corina, FLORENȚA Veronica, GRABCO Nadejda, BULIMAGA Constantin</i> .....                              | 108 |
| EVALUAREA IMPACTULUI EMISIILOR DIN REGIUNEA DE DEZVOLTARE SUD ASUPRA SEVICIILOR ECOSITEMICE<br><i>BULIMAGA Constantin</i> .....                                                                                         | 114 |
| ASPECTE PRIVIND ROLUL ATMOSFEREI ÎN FURNIZAREA DE SERVICII ECOSISTEMICE<br><i>ȚUGULEA Andrian, MOGÎLDEA Vladimir</i> .....                                                                                              | 119 |
| ASPECTE CALITATIVE PRIVIND APELE DIN PRECIPITAȚII CĂZUTE PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA<br><i>LOZAN Raisa, MOȘANU Elena, TĂRÎȚĂ Anatolie, COMARNIȚCHI Anna, SANDU Maria, VERETENO Anastasia</i> .....                 | 125 |
| SITUAȚIA AVIFAUNEI DIN ARIILE DE IMPORTANȚĂ AVIFAUNISTICĂ, BAZĂ A REȚELEI EMERALD<br><i>AJDER Vitalie, URSUL Silvia, BALTAG Emanuel- Ștefan</i> .....                                                                   | 130 |
| INFLUIENȚA COMPONENTELOR DE MEDIU ASUPRA FACTORULUI EDAFIC A STAȚIUNILOR FORESTIERE DIN REPUBLICA MOLDOVA<br><i>GRATI Vladislav, NAGACEVSCHI Tatiana</i> .....                                                          | 136 |
| ASIGURAREA REZILIENȚEI SOCIALE PRIN VALORIFICAREA POTENȚIALULUI UMAN: STUDIU DE CAZ REGIUNEA DE DEZVOLTARE SUD A REPUBLICII MOLDOVA<br><i>CUJBĂ Vadim, HACHI Mihai, LEONTI Stela</i> .....                              | 141 |
| MODIFICĂRI ÎN STRUCTURA POPULAȚIILOR DE COCCINELIDE (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) LEGATE DE SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI INFLUENȚA ANTROPICĂ<br><i>BACAL Svetlana, BUȘMACHIU Galina, BURDUJA Daniela, CREȚU Irina</i> .....   | 146 |
| ROLUL ALGELOR ÎN ATENUAREA PROBLEMEI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE GLOBALE<br><i>DOBROJAN Sergiu, JIGĂU Gheorghe, DOBROJAN Galina, MELNIC Victor, CIOBANU Eugeniu, MELNIC Cristin, BACALOV Iurie</i> .....                     | 153 |
| METODE ȘI TEHNICI PENTRU CUANTIFICAREA VALORII SERVICIILOR DE ECOSISTEM DIN CADRUL REGIUNII DE DEZVOLTARE SUD A REPUBLICII MOLDOVA<br><i>RAILEAN Veronica, BACAL Petru</i> .....                                        | 157 |

STAREA SĂNĂTĂȚII POPULAȚIEI DIN REGIUNEA DE DEZVOLTARE SUD A REPUBLICII  
MOLDOVA

*BODRUG Nicolae, TABĂRĂ Irina, BULIMGA Constantin.....* 163

STUDIUL CLIMEI REGIONALE ÎN PERIOADA 1960-1990 PE EXEMPLUL REGIUNII DE SUD  
A REPUBLICII MOLDOVA

*COJOCARI Rodica, MÎNDRU Galina, RĂILEANU Valentin, ȚURCANU Viorica.....* 169

SERVICIILE ECOSISTEMICE CULTURALE DIN RAIONUL CĂUȘENI

*MOROZ Ivan.....* 174

# EXTREME MAXIMUM AIR-TEMPERATURES IN ROMANIA OVER THE 1990-2020 PERIOD. CASE STUDY: CALAFAT

CZU: 551.524(498)

<https://doi.org/10.53380/eco25.01>

IONAC Nicoleta,<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-8251-2218

PETRESCU Laura-Elena,<sup>1,2</sup> ORCID: 0000-0002-9161-925X,<sup>3</sup>

ȘAMȘODAN Cătălin – Vasile<sup>1</sup>

GRIGORE Elena<sup>1</sup>

OPREA – CONSTANTIN Dana,<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-5517-8151

<sup>1</sup>University of Bucharest; 1, N. Bălcescu Av., 010041 Bucharest 1,

<sup>2</sup>National Meteorological Administration; 97, Șos. București-Ploiești, 013686 Bucharest,

<sup>3</sup>General Inspectorate for emergency Situations, 10A, Dimitrie Pompeiu Av., Bucharest 2.

**Abstract:** Based on the daily air temperature observations available during the 1990-2020 period, this study makes a quantitative analysis of the annual and monthly variations of some heat-related indices of extremes and climate change (ETCCDI indices) at Calafat meteorological station, from 1990 to 2020. Starting from a debate on how Romania's absolute maximum air-temperature value (+44.5°C) was actually recorded at Ion Sion station, in the eastern compartment of the Great Romanian Plain, on 10.08.1951, this study shows, with solid statistical tools, that the ongoing warming processes may have changed the distribution of maximum air-temperatures in Romania, so that its hottest spot appears to have shifted to the western region of the plain area, namely to the Calafat weather station, which outstands as a true heat pole as long as its corresponding maximum air-temperature values have broken records all over the 1990-2020 period of reference.

**Key-words:** daily maximum air-temperatures, heat-related indices, extreme values, Calafat.

## INTRODUCTION

In the general context of climate change, extreme air-temperatures are climatic parameters of most concern and due to the increased frequency and intensity of extreme weather events in the last decades, they have become even more relevant for research on social vulnerability. Extreme maximum air-temperatures, highlighting the highest level up to which air-temperature values may reach in a certain location, at a definite moment of time, may be expressed either through absolute (as daily, monthly, annual absolute maximum air-temperatures) or through relative parameters (as monthly or annual means of maximum air-temperatures). Lately, more specialized sets of quantitative indices, such as the internationally-agreed suite of *ETCCDI Indices of Extremes* (27), recommended by the WMO / Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Expert Team on Climate Change, Detection and Monitoring (Zhang et al., 2011) have been introduced and applied to identify trends in extreme climatic events all over the world. They can easily be calculated from daily observations, by using dedicated software (*RClimDex*), and prove to be very useful and statistically robust tools in monitoring and analyzing the daily climate records from very different climatic backgrounds.

In Romania, extreme maximum air-temperatures are generally decreasing with altitude and latitude, with deviations caused by some natural processes or even by subjective factors, related to the conditions and duration of instrumental measurements. However, given only the 4<sup>0</sup> latitudinal extent of the Romanian territory, the corresponding variation of maximum air-temperatures gets more obvious only during the winter season. The Great Romanian Plain, extending in the S and SE parts of the country, is considered to be its hottest area as, irrespective of the time-series lengths and local conditions in which the 28 main weather stations have been working up until 1990, they have been recording over 65% of all the absolute maximum air-temperatures above + 40 °C in the whole country, without ever decreasing

below + 39.8 °C (Ciulache S., 2000). The situation hasn't changed much after the 1990s, as a more recent analysis (1990-2023) of extreme maximum air-temperatures in Romania has already revealed that all the 16 main weather stations still being taken into consideration from the Romanian Plain, have kept recording very high values, provided that, according to the National Administration of Meteorology (NMA), maximum air-temperatures have generally increased by 2.32 °C over the entire Romanian territory, from 1901 to 2022 (Petrescu et al., 2024). However, the actual locations and conditions in which the absolute maximum air-temperature values were recorded (Marinică I., Ciobotu D., 2017) or their variability and trends in some important areas of the country (Croitoru A., Piticar A., 2012) still need further investigation and analysis.

Historical record-breaking maximum air-temperature values in Romania have usually been reached in synoptic conditions characterized by tropical or polar (temperate) continental air advections, usually linked to the extension of anticyclones formed in eastern Europe or northern Africa to our region. So, the warm and dry air from the E or from the S flows over the Romanian territory, where it continues to warm up, and reaches excessive values on cloudless skies, with low air-humidity rates and very weak winds. The thermal maxima get usually higher as either the advections of tropical air from the S or mid-latitude continental air from the E get warmer or the anticyclone warming process gets longer and more efficient, depending on the regional and local characteristics of the underlying surface (Clima României, 2008). The highest maximum air-temperature ever recorded in Romania reached +44.5°C at Ion Sion (Brăila county - 45°13' lat. N; 27° 37' long. E; 17 m a.s.l.), on 10 August 1951, though on debatable conditions, related to the representativeness of the measuring conditions and properties of the underlying surface. Ever since, no other maximum air-temperature value managed to knock this record off Romania's historical meteorological archives, yet a deeper close-up into the matter, especially after 1990, would reveal quite a different picture. And that's what exactly this brief study tries to demonstrate, based on latest climatological data and more meaningful quantitative indices, namely that the *Ion Sion* highest temperature record may be only retrieved as a climatological myth which has already or may soon be exceeded by another silently record-breaking weather station – *Calafat*, located quite in the opposite part of the same Romanian Plain, which is technically and statistically characterised by more highly extreme maximum air-temperature parameters and indices.

## MATERIALS AND METHODS

Therefore, the present study provides a more recent and detailed quantitative assessment of maximum air-temperature parameters which have been recorded at or calculated for the Calafat weather station (out of other 16 representative weather stations in the Great Romanian Plain area), based on daily maximum air-temperature data over the 1990-2020 period.

The Calafat weather station (43°98'49" lat N; 22°94'60" long E; 61 m a.s.l.) is located in the SW part of both Romania and the Great Romanian Plain, on the Ciuperceni division of the sand-stripped Băilești Plain, in the Dolj county. It has been set up in 1904 and is now part of the NMA's network (Oltenia Regional Meteorological Center), with the identification code: 15482.

Starting from the premises that record-breaking and/or extreme air-temperatures represent important climatic singularities, as they usually occur in unique synoptic contexts, under specific local geographical conditions and on certain moments of time, yet at very large intervals of time (Ionac et al. 2023), in this study we analyzed the following relevant parameters of maximum air temperatures and ETCCDI (Indices of Extremes) indicators recommended by WMO and Climate Variability and Predictability (CLIVAR) program, over the last 30 years (1990-2020) (Table 1):

**Table 1. List of extreme air-temperature parameters and indices used in the present study**

| ID                                                           | Indicator name                                                 | Definition                                                                                          | Unit |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Maximum air-temperatures and heat indices (1990-2020)</b> |                                                                |                                                                                                     |      |
| TX                                                           | Daily maximum air-temperature                                  | Highest air-temperature of a day                                                                    | °C   |
| TX abs                                                       | Absolute maximum air-temperature                               | Highest TX value in the entire period of reference                                                  | °C   |
| TXx yr / mo                                                  | Annual / monthly absolute maximum air-temperature              | Highest TX value in each year / month, over the entire period of reference                          | °C   |
| TX yr / mo avg                                               | Annual/monthly mean/average of daily maximum air-temperature   | Annual / monthly mean / average value of TXs                                                        | °C   |
| TXn yr / mo                                                  | Lowest annual / monthly value of daily maximum air-temperature | Lowest TX value in each month / year over the entire period of reference                            | °C   |
| SU25 yr / mo                                                 | Summer days                                                    | Annual count/number of days when daily TX $\geq 25^{\circ}\text{C}$                                 | Days |
| CSU yr                                                       | Annual consecutive summer days                                 | Maximum annual/monthly number of consecutive summer days (when daily TX $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ) | Days |
| TR yr / mo                                                   | Tropical days                                                  | Annual/monthly count/number of tropical days (when daily TX $\geq 25^{\circ}\text{C}$ )             | Days |
| WSDI                                                         | Warm spell duration index                                      | Annual count of days with at least 6 consecutive days when TX $\geq 95^{\text{th}}$ percentile      | Days |

## RESULTS AND DISCUSSIONS

Romania's highest (the absolute maximum) air-temperature ( $+44.5^{\circ}\text{C}$ ) was recorded at ***Ion Sion station***, located in the heartland of the low-lying Bărăgan steppe-like, the eastern compartment of the Great Romanian Plain, where excessive overheating of the ground during summer is mainly responsible for extremely hot conditions. On the 10th of August 1951, when this record-breaking air-temperature was reached, the warm sector of a retrograde low-pressure area located over northern Italy extended over the southern regions of the Romanian territory, thus allowing the hot tropical air from the South to flow over the eastern parts of the Romanian Plain. Due to the pre-existing cloudless and rainless conditions, it quickly contributed to the overheating of the steppe-plain underlying surface, which ultimately generated very high daily maxima (above  $+40.0^{\circ}\text{C}$ ) at some more weather stations in the area of reference (ANM, 2008). However, there are serious doubts and uncertainties about the validity of this value (Marinică, Ciobotu, 2017; Sfîcă, 2020) and the exact conditions on which it was recorded, based on the following facts:

1. Ion Sion station, located in a 17 m high area of the Bărăgan steppe-like plain - the eastern compartment of the Great Romanian Plain, at a 35 km distance West from Brăila, has been working, from 1929 to 1960, within a private farmland lying close to the Râmnicelu village (nowadays Movila Miresii, in the Brăila county);
2. In its 22 years of existence, the Ion Sion station has never been part of the national network of meteorological stations as its measurements were quite inconsistent, incomplete and non-homogenous;
3. On the 10<sup>th</sup> of August 1951, when the highest maximum air-temperature in Romania was recorded at the Ion Sion station, E. Fogel – meteorologist at the Ion Sion station, has written down, in the registry of the farm, the following air-temperature values:  $+ 28.0^{\circ}\text{C}$  at 8.40 UTC,  $+ 44.5^{\circ}\text{C}$  at 14.00 and  $+ 31.4^{\circ}\text{C}$  at 20.00 UTC; all of them being measured on a sandy lot, which could have greatly affected the heat exchange budget between the ground and the local atmosphere;
4. These measurements from the Ion Sion station have never been written in the (Climatological) *Monthly Bulletin*, which was issued for August 1951, by the National Administration of Meteorology; so they could never be considered as officially approved and validated by the specialized authority in the country.

So, despite the fact that the  $+ 44.5^{\circ}\text{C}$  absolute maximum air-temperature recorded at Ion Sion station has remained Romania's highest air-temperature record so far, it is still questionable whether it should rightfully be representative as the country's true hot spot as long as this singular value has never been

officially recognized according to the WMO measurement standards and requirements, which were already in force at the time it was recorded. Therefore, what and where might Romania's heat pole be placed, by fully complying with the WMO standards concerning air-temperature instrumental observations?

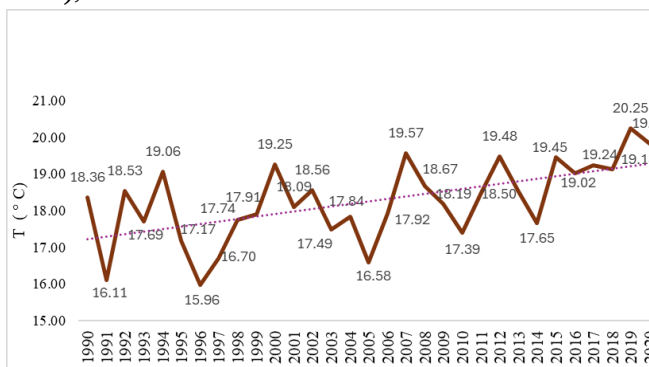
The analysis of maximum air-temperatures recorded in the Great Romanian Plain, as Romania's hottest area, before and after 1990, when major changes occurred in the structure of the NMA network, reveals the following interesting facts, highlighting the **Calafat weather station** as Romania's real heat pole.

A previous climatic study on Romania's absolute maximum air-temperatures (Ciulache, 2000) has shown that, **from 1900 to 1990**, out of the 28 weather stations which were taken into consideration from the Great Romanian Plain, the **Calafat station ranked the third in the country, with an absolute maximum air-temperature value of +41.5°C** recorded on **5.07.1916**, after Alexandria (42.4 °C) and Giurgiu (42.2°C) **and the first in the country**, together with Turnu Măgurele, **with a mean July air-temperature of +23.4 °C**, followed by Giurgiu: +23.2°C and Drobeta Turnu Severin, Călărași and Brăila: +23.1 °C.

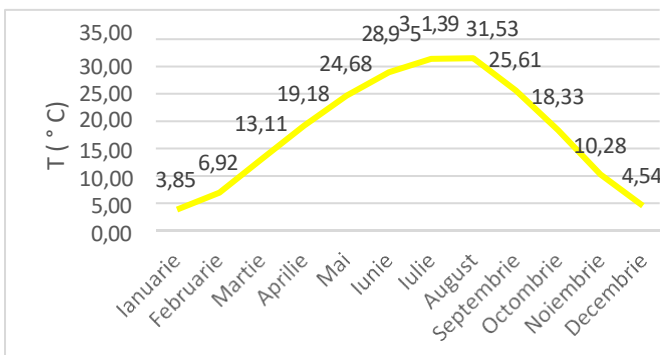
A most recent study (Petrescu et al., 2024), which is still building up on the distribution and variation of Romania's maximum air-temperatures, based on a more elaborate climatological quantitative assessment of daily air-temperature maxima **from 1990 to 2020**, has already revealed that, out of all the 16 weather stations which were taken into consideration from the Great Romanian Plain, the **Calafat station stands out as a real record-breaking area in Romania**, for all the reasons minutely presented below. This demonstrates that especially the latest climate warming trends are expected to greatly alter not only the spatial distribution of extreme air-temperatures, but also their critical values.

So, the climatic analysis of relevant parameters and ETCCDI indices calculated on the daily maximum air-temperatures that have been recorded at the Calafat weather station, over the 1990-2020 period, reveals that:

- a. The **annual means of daily maximum air-temperature (TX yr avg)** varied from +15.96°C in 1996, to +20.25°C in 2019; with a 1990-2020 mean value of +18.25°C – as the highest in the country (Figure 1);



**Figure 1. TX yr avg – Annual means of daily maximum air-temperatures at Calafat w.s., 1990-2020**



**Figure 2. TX mo avg – Monthly means of daily maximum air-temperatures at Calafat w.s., 1990-2020**

- b. The **monthly means of daily maximum air-temperatures (TX mo avg)** exceed +30°C only in July (31.39°C) and August (31.53°C) but keep above the freezing point in January (+3.85°C) and February (+6.92°C), as the highest monthly values in the country (Fig 2);
- c. The **highest annual values of daily maximum air-temperatures (TXx yr)** kept above +30°C throughout the entire period, ranging from +33.80°C on 1.09.1991 to **+44.30°C on 24.07.2007**; the last value representing the highest absolute maximum air-temperature value in the country, over the 1990-2020 period (Table 2);

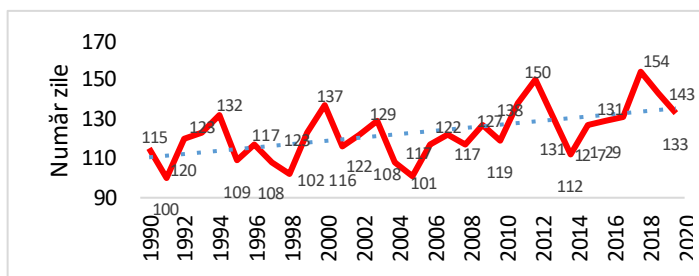


Figure 3. **SU25 yr** – Annual number of summer days ( $TX \geq 25^{\circ}C$ ) at Calafat w.s., 1990-2020

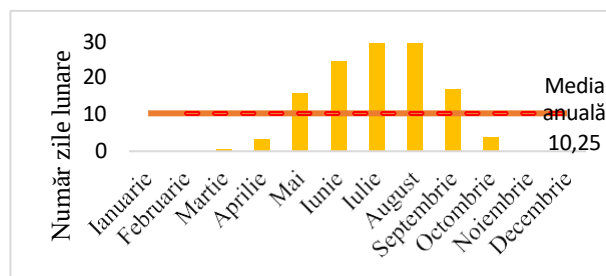


Figure 4. **SU25 mo** – Monthly number of summer days ( $TX \geq 25^{\circ}C$ ) at Calafat w.s., 1990-2020

- d. The **lowest annual values of daily maximum air-temperatures (TXn yr)** reached as low as  $-13.50^{\circ}C$  on 9.02.2012 but went up to  $-1.10^{\circ}C$  on 5.12.2019; with all values keeping under the freezing point (Table 3);

**Table 2. TXx yr**  
Highest annual values of daily maximum air-temperatures at Calafat w.s., 1990-2020

| Year | Day   | TXx   |
|------|-------|-------|
| 1990 | 1.07  | 36.50 |
| 1991 | 1.09  | 33.80 |
| 1992 | 22.08 | 37.80 |
| 1993 | 20.07 | 39.20 |
| 1994 | 11.08 | 39.50 |
| 1995 | 3.07  | 35.40 |
| 1996 | 8.07  | 39.10 |
| 1997 | 5.07  | 36.80 |
| 1998 | 2.07  | 40.20 |
| 1999 | 10.08 | 39.00 |
| 2000 | 4.07  | 43.20 |
| 2001 | 10.08 | 39.00 |
| 2002 | 11.07 | 39.80 |
| 2003 | 30.08 | 39.40 |
| 2004 | 10.07 | 39.20 |
| 2005 | 20.08 | 36.80 |
| 2006 | 20.08 | 36.90 |
| 2007 | 24.07 | 44.30 |
| 2008 | 16.08 | 38.00 |
| 2009 | 24.07 | 38.20 |
| 2010 | 28.08 | 39.00 |
| 2011 | 24.08 | 38.30 |
| 2012 | 15.07 | 41.60 |
| 2013 | 29.07 | 39.80 |
| 2014 | 13.08 | 35.90 |
| 2015 | 12.08 | 40.90 |
| 2016 | 3.06  | 37.50 |
| 2017 | 6.08  | 42.20 |
| 2018 | 2.09  | 35.90 |
| 2019 | 12.06 | 37.90 |
| 2020 | 31.07 | 37.30 |

**Table 3. TXn yr**  
Lowest annual values of daily maximum air-temperatures at Calafat w.s., 1990-2020

| Year | Day   | TXn    |
|------|-------|--------|
| 1990 | 8.01  | -12.20 |
| 1991 | 1.02  | -6.40  |
| 1992 | 26.01 | -5.40  |
| 1993 | 5.01  | -11.60 |
| 1994 | 14.02 | -7.40  |
| 1995 | 19.01 | -6.20  |
| 1996 | 28.12 | -11.40 |
| 1997 | 19.12 | -13.20 |
| 1998 | 26.01 | -6.40  |
| 1999 | 1.02  | -5.30  |
| 2000 | 9.01  | -8.50  |
| 2001 | 26.12 | -6.60  |
| 2002 | 26.12 | -7.00  |
| 2003 | 28.12 | -7.10  |
| 2004 | 9.01  | -7.30  |
| 2005 | 8.02  | -11.30 |
| 2006 | 24.01 | -10.80 |
| 2007 | 30.12 | -6.70  |
| 2008 | 5.01  | -11.00 |
| 2009 | 12.01 | -6.60  |
| 2010 | 25.01 | -12.70 |
| 2011 | 31.01 | -5.90  |
| 2012 | 9.02  | -13.50 |
| 2013 | 2.01  | -2.60  |
| 2014 | 31.01 | -8.70  |
| 2015 | 1.01  | -6.70  |
| 2016 | 24.01 | -10.20 |
| 2017 | 10.01 | -9.50  |
| 2018 | 27.02 | -6.10  |
| 2019 | 5.12  | -1.10  |
| 2020 | 17.01 | -1.60  |

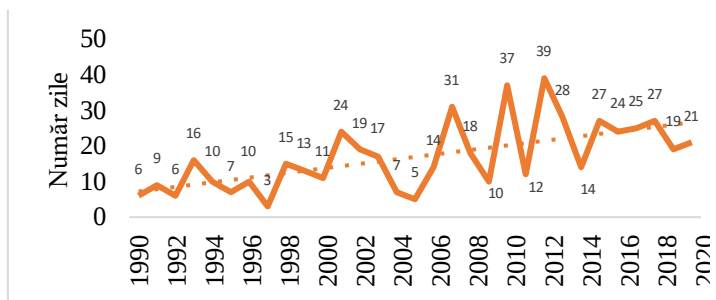
**Table 4. TXx mo**  
Highest monthly values of daily maximum air-temperatures at Calafat w.s., 1990-2020

|           | Txmax      |       |
|-----------|------------|-------|
| January   | 31.01.2002 | 20.60 |
| February  | 22.02.2016 | 23.30 |
| March     | 26.03.1994 | 27.60 |
| April     | 18.04.2016 | 33.10 |
| May       | 19.05.1996 | 35.50 |
| June      | 26.06.2007 | 41.30 |
| July      | 24.07.2007 | 44.30 |
| August    | 06.08.2017 | 42.20 |
| September | 08.08.2019 | 37.70 |
| October   | 01.10.2012 | 31.80 |
| November  | 06.09.2010 | 26.20 |
| December  | 24.12.2014 | 20.10 |

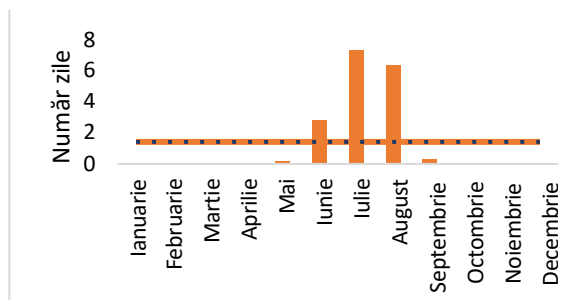
**Table 5. TXn mo**  
Lowest monthly values of daily maximum air-temperatures at Calafat w.s., 1990-2020

|           | TXn min    |        |
|-----------|------------|--------|
| January   | 25.01.2010 | -12.70 |
| February  | 09.02.2012 | -13.50 |
| March     | 01.03.2018 | -4.70  |
| April     | 01.04.2020 | 1.40   |
| May       | 17.04.1999 | 9.20   |
| June      | 05.06.2004 | 15.90  |
| July      | 01.07.1991 | 16.00  |
| August    | 30.08.2006 | 15.10  |
| September | 30.09.2013 | 11.20  |
| October   | 28.10.1991 | 1.80   |
| November  | 19.11.1993 | -5.60  |
| December  | 19.12.1997 | -13.20 |

- e. The **highest monthly values of daily maximum air-temperatures (TXx mo)** never decreased below  $+20^{\circ}C$ , not even in December ( $+20.10^{\circ}C$  on 24.12.2014) and January ( $+20.60^{\circ}C$  on 31.01.2002) but constantly kept above  $+40^{\circ}C$  during the summer months throughout the entire period:  $+41.30^{\circ}C$  in June (26.06.2007),  $+44.30^{\circ}C$  in July (24.07.2007) and  $+42.20$  in August (06.08.2017) (Table 4);
- f. The **lowest monthly values of daily maximum air-temperatures (TXn mo)** generally keep positive from April to October, reaching the highest value in July ( $+16.00^{\circ}C$  on 01.07.1991), but may decrease below  $0^{\circ}C$  from November to March, reaching as low as  $-13.50^{\circ}C$  in February (09.02.2012) (Table 5);

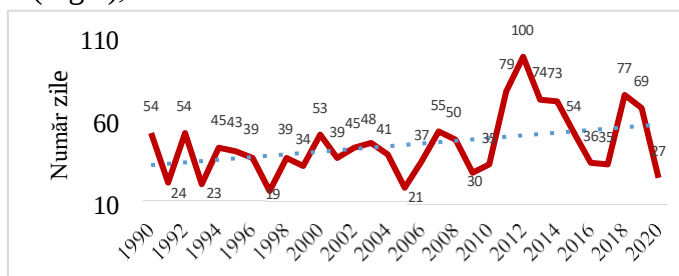


**Figure 5. TR yr – Annual number of tropical days (TX  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) at Calafat w.s., 1990-2020**

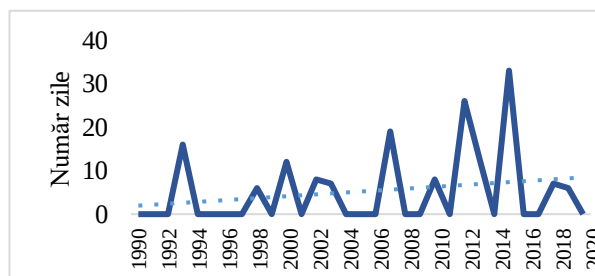


**Figure 6. TR mo – Monthly number of tropical days (TX  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) at Calafat w.s., 1990-2020**

- g. The **annual number of summer days (SU25 yr)**, when daily maximum air-temperature values (TX) exceeded  $+25.0^{\circ}\text{C}$ , are generally ranging from 100 days in 1991 to a maximum of 154 days in 2018 – the highest in the country over the entire period of reference, with a 1990-2020 mean value of 122.96 days (Fig.3);



**Figure 7. CSU yr – Annual number of consecutive summer days (TX  $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ) at Calafat w.s., 1990-2020**



**Figure 8. WSDI yr – Annual number of cases with at least 6 consecutive days with TX  $\geq 95^{\text{th}}$  percentile at Calafat w.s., 1990-2020**

- h. The **monthly number of summer days (SU25 yr)**, with daily maximum air-temperatures (TX) above  $+25.0^{\circ}\text{C}$ , reach 29.23 days in July and 29.13 days in August; with a mean annual value of 10.25 SU25 days (Figure4);
- i. The **annual number of tropical days (TR yr)**, when daily maximum air-temperature values (TX) exceeded  $+30.0^{\circ}\text{C}$ , are generally ranging from 3 days in 1997 to 39 days in 2012, with a 1990-2020 mean value of 7.70 days (Figure 5);
- j. The **monthly number of tropical days (TR mo)**, with daily maximum air-temperatures (TX) above  $+30.0^{\circ}\text{C}$ , are meaningful only during the summer months June-August, when they reach as high as 7.29 days in July; with a mean annual value of 1.41 TR days (Figure 6);
- k. The **annual number of consecutive summer days (CSU yr)**, when daily maximum air-temperature values (TX) keep above  $+25.0^{\circ}\text{C}$ , are generally ranging from 19 days in 1997 to 100 days in 2012, with a 1990-2020 mean value of 46.83 days (Figure 7);
- l. The **annual number of cases with at least 6 consecutive days when daily maximum air-temperatures (TX) are above the 95<sup>th</sup> percentile**, the so-called warm-spell duration index – **WSDI**, reached the highest value (26 days) in 2012; with a mean annual value of 5.19 WSDI days (Figure 8).

To conclude, the present quantitative assessment of daily maximum air-temperatures at **Calafat weather station**, over the 1990-2020 period, clearly describes it as Romania's real heat pole as long as the following extremely high air-temperature values have been recorded:

- The country's highest monthly value of daily maximum air-temperatures in January and February, over the entire 1990-2020 period;

- The country's highest annual values of daily maximum air-temperatures from 1990 to 2020: in 1997, 2002, 2011 and 2015;
- The country's **absolute maximum air-temperature value throughout the 1990-2020 period** of reference: **+44.30°C on 24.07.2007**;
- The country's absolute maximum air-temperature values (all over 40.0°C) in 2021, 2022 and 2023, with a higher value in 2022: +41.7°C on 23.07.2022 (this aspect has not been tackled within the present study but it has been revealed by a further climatic analysis on press);
- The country's highest annual mean of daily maximum air-temperature throughout the entire period of reference: +18.25°C;
- The country's highest number of summer days (with daily maximum air-temperatures above +25.0°C) over the entire period of reference (1990-2020): max. 154 days in 2018.

Therefore, the resulting climatic image about the distribution and variation of maximum air-temperatures in Romania highlights the fact that its hottest spot may not be located in the eastern compartment of the Great Romanian Plain, where the single one, record-breaking, absolute maximum air-temperature value was recorded at Ion Sion weather station: +44.5°C on 10.08.1951, but quite on the opposite direction, in the western region of the Great Romanian Plain, where more critical heat-related indices have reached the country's highest values at Calafat weather station, as described above.

## CONCLUSIONS

Finally, should all these heat-related quantitative parameters and indices be considered not meaningful and convincing enough to re-evaluate the scientific background to establish the real extreme limits of air-temperature variations, then the overall picture about the most vulnerable places to the ongoing changes due to the current warming climate would seriously be dimmed by singular, though record-breaking values, which may accidentally happen only once in a lifetime, especially on exceptional weather contexts and uncertain measuring conditions. In this case, **Calafat w.s. might rightfully be considered as Romania's hottest** and consequently, **most vulnerable spot to climate change**, as long as its maximum air-temperatures have not only constantly kept at high values, but also consistently described a critical air-environment, ever since this weather station was set up (1904) but especially after the 1990s, when Romania's climate got on an obvious warming trend.

## REFERENCES

1. Administrația Națională de Meteorologie (ANM), 2008: Clima României. Editura Academiei Române, 316 pps.
2. Ciulache Sterie (2000) Temperaturile maxime absolute pe teritoriul României, „Comunicări de Geografie”, vol. IV, Editura Universității din București, p.127-133; ISSN 1453-5483
3. Croitoru A.E., Piticar A., 2012: Changes in daily extreme temperatures in the Extra-Carpathians regions of Romania, Int. J. Climatol., **33**, 1987-2001.
4. Ionac Nicoleta, Ilea Raul-Gabriel, Petrescu Laura Elena (2023) Extreme Air-Temperatures in Romania's Highest and Lowest Record Areas - 36<sup>th</sup> Conference of the International Association of Climatology: Climate, Water and Society: Changes and Challenges, 3-7 iulie 2023, Conference proceedings ed. Liliana ZAHARIA, București, p. 161-164.
5. Marinică I., Ciobotu D.C., 2017: Considerations upon extreme temperatures on Romanian territory, Riscuri și catastrofe, nr. XVI, vol. **21** (2), 15-31.
6. Petrescu Elena Laura, Ionac Nicoleta, Georgescu Florinela (2024) Latest changes in heat indices of extremes in Romania, the XIX-th edition Present Environment and Sustainable Development International Symposium, Book of abstracts, pag. 18  
[https://www.pesd.ro/Symposium%20site/2024/Book-of-abstracts-PESD\\_2024\\_v4.pdf](https://www.pesd.ro/Symposium%20site/2024/Book-of-abstracts-PESD_2024_v4.pdf)
7. Sfâcă Lucian (2020) O vizită de iarnă la "polul căldurii" din România, publicat în MeteoMoldova, 30 nov. 2020, <https://www.meteomoldova.ro/2020/11/o-vizita-de-iarna-la-polul-caldurii-din-romania/>
8. Zhang X., Alexander L., Hegerl G.C., Jones Ph., Klein Tank A., Peterson Th. C., Trewin B. and Zwiers F.W., 2011: Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data, WIREs Climate Change, John Wiley and Sons, **2**, 851-870.
9. \*\*\* CLIMDEX – Datasets for Indices of Climate Extremes - <http://www.climdex.org/index.html>, accessed at 26.05.2024.

# PROGNOZA METEO PE INTERVAL MEDIU: METODE TRADIȚIONALE ȘI INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ

CZU: 551.509.1/.5:551.509.6/.8

<https://doi.org/10.53380/eco25.02>

**RĂILEANU Valentin**, ORCID: 0000-0002-2000-8216

**COJOCARI Rodica**, ORCID: 0000-0002-4560-7709

**MÎNDRU Galina**, ORCID: 0009-0009-6679-6113

**ȚURCANU Viorica**, ORCID: 0009-0009-6679-6113

**Institutul de Ecologie și Geografie al USM**

**Abstract.** *The quality of decisions taken by relevant authorities in different sectors of the economy, society and environment depends on the accuracy and timeliness of weather forecasts. Traditional forecasting is based on systems of physical equations, consuming time and computing resources. The newly developed AI-based weather forecasting tools Pandu-Weather and GraphCast are faster, less expensive and more accurate than the IFS of the European Center for Medium-Range Weather Forecasts ECMWF.*

**Keywords:** weather forecast, ECMWF, artificial neuronal network, Pandu-Weather, GraphCast

## INTRODUCERE

Prognoza meteo a devenit o parte integrantă a vieții noastre, influențând totul, de la activitățile noastre de zi cu zi până la decizii economice semnificative. Progresele în știință și tehnologie au îmbunătățit considerabil acuratețea și fiabilitatea prognozelor meteo, oferind informații critice care ajută la protejarea vieților, la optimizarea resurselor și la îmbunătățirea înțelegerii noastre despre natură [3].

Rolul științei. Prognoza meteo este procesul de prezicere a condițiilor atmosferice viitoare prin analiza diferitelor date meteorologice. Aceste date includ temperatura, umiditatea, viteza vântului și presiunea atmosferică, colectate printr-o rețea de stații meteorologice la sol, sateliți, radare și baloane meteorologice. Meteorologii folosesc modele computerizate complexe pentru a simula atmosfera și a prezice vremea. Aceste modele, cum ar fi Global Forecast System (GFS) și Centrul European pentru Prognozele Meteo pe Interval Mediu (ECMWF), se bazează pe principiile fizicii și dinamicii fluidelor. Prin procesarea unor cantități mari de date, aceste modele generează prognoze care pot varia de la termen scurt (ore până la zile) până la pe termen lung (săptămâni până la luni).

Rolul tehnologiei. Imaginile satelitare de înaltă rezoluție oferă observații detaliate ale sistemelor meteorologice, în timp ce radarul Doppler ajută la urmărirea precipitațiilor și a dezvoltării furtunilor în timp real. Supercalculatoarele capabile să efectueze trilioane de calcule pe secundă permit procesarea unor modele meteorologice complexe, ducând la prognoze mai precise și mai oportune. Inteligența artificială (AI) și învățarea automată joacă, de asemenea, un rol tot mai mare în prognoza meteo. Aceste tehnologii analizează modelele din datele meteorologice istorice pentru a îmbunătăți modelele predictive, oferind prognoze mai precise și avertismente mai devreme privind evenimentele meteorologice severe.

Aplicații ale prognozelor meteo : 1. Siguranța publică: Una dintre cele mai importante aplicații ale prognozei meteo este pregătirea și răspunsul la dezastre, cum ar fi uragane, tornade, inundații și valuri de căldură. Avertismente meteo permit comunităților să ia măsuri preventive, să evacueze dacă este necesar și să minimizeze impactul asupra vieților și proprietăților. 2. Agricultura: Fermierii se bazează pe prognozele meteo pentru a lua decizii cu privire la plantare, irigare și recoltare. Prognozele ajută la optimizarea practicilor agricole, la îmbunătățirea randamentelor culturilor și la reducerea pierderilor din cauza vremii nefavorabile. 3. Transport: Piloții folosesc datele meteo pentru a naviga în siguranță, evitând turbulențele și vremea severă. Companiile de transport maritim se bazează pe prognoze pentru a trasa rute sigure și eficiente. Echipajele de întreținere a drumurilor folosesc informații despre vreme

pentru a gestiona îndepărtarea zăpezii și a gheții. **4. Managementul energiei:** Condițiile meteorologice au un impact semnificativ asupra cererii și producției de energie. Companiile electrice reglează consumul de energie, și gestionează sarcinile rețelei. **5. Planificarea evenimentelor:** De la nunți în aer liber la evenimente sportive, prognozele meteo ajută organizatorii să planifice și să execute fără probleme evenimentele. Predicțiile precise asigură evitarea unor situații neprevăzute de vreme nefavorabilă, îmbunătățind experiența organizatorilor și participanților.

## MATERIALE ȘI METODE

Procesul tradițional de prognoză meteo globală pe interval mediu include mai multe etape:

1. Colectarea datelor, care este divizată în două categorii – observații meteorologice de suprafață și observații atmosferice. Observații de suprafață ale presiunii atmosferice, temperaturii, vitezei și direcției vântului, umidității aerului, precipitațiilor se produc în apropierea suprafeței pământului la stațiile și posturile meteorologice. Observațiile atmosferice sunt efectuate de baloane meteorologice cu radiosonde, sateliți și radare. Sunt înregistrate presiunea atmosferică, temperatura și umiditatea aerului, viteza și direcția vântului la altitudini până la 30 km.
2. Asimilarea datelor și analiza Pentru a fi utilizată în majoritatea modelelor numerice atmosfera este percepută ca o grilă tridimensională, în punctele căreia este necesar de calculat variabilele meteorologice [8] (Fig. 1). Procesul de interpolare și netezire a datelor astfel ca ele să corespundă exact punctelor grilei ce numește asimilarea datelor [2]. Analiza datelor asimilate și a celor calculate facilitează îmbunătățirea modelului.
3. Predicția numerică a vremii este bazată pe ecuațiile fundamentale pe care ECMWF le utilizează în prezent pentru a prezice vremea. Sunt numite „hidrostatice”, deoarece se bazează pe ipoteza echilibrului hidrostatic. Aceasta descrie o stare atmosferică în care scăderea presiunii cu înălțimea este echilibrată de atracția gravitațională a Pământului. Rezoluția grilei orizontale a Sistemului integrat de prognoză IFS al ECMWF pe intervalul mediu este în prezent de 9 km.
4. Postprocesarea datelor de ieșire a modelului. Ieșirea brută este adesea modificată înainte de a fi prezentată ca prognoză. Acesta poate fi sub forma unor tehnici statistice pentru a elimina unele tendințe cunoscute în model, sau ajustarea acestuia pentru a lua în considerare consensul dintre alte prognoze meteo numerice. Statistica de ieșire a modelului este o tehnică folosită pentru interpretare a datelor de ieșire a modelului numeric și producerea de ghiduri specifice site-ului. Acest ghiduri sunt prezentate sub formă numerică codificată și poate fi obținute aproape de toate Serviciile Meteorologice Naționale.

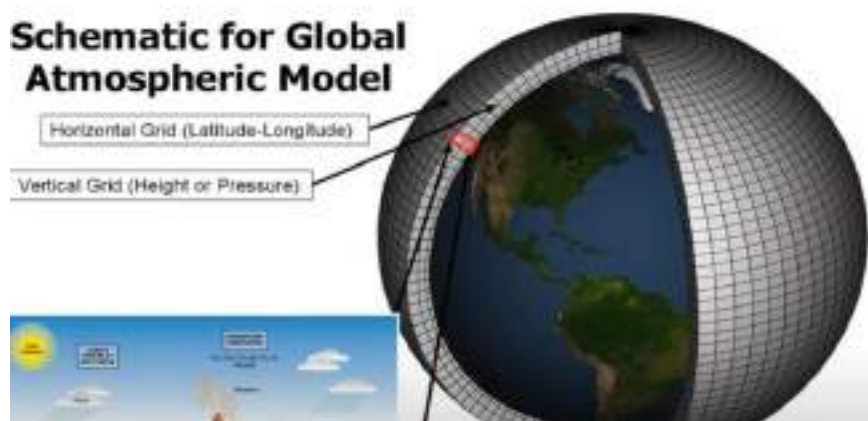


Fig. 1. Schema Modelului Atmosferic Global [8]

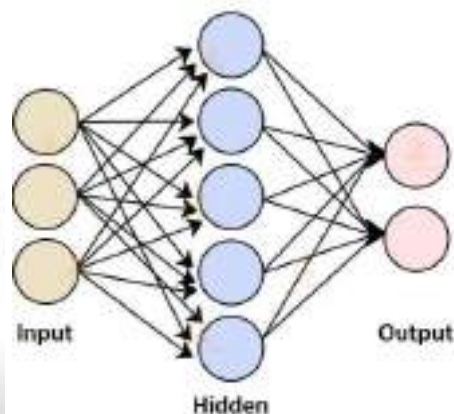
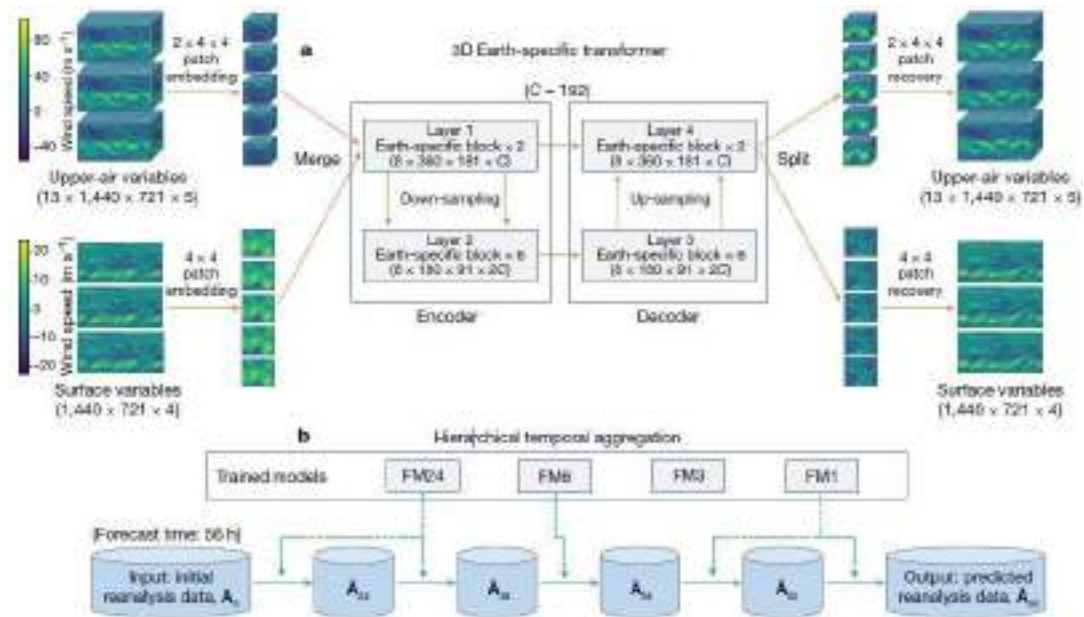


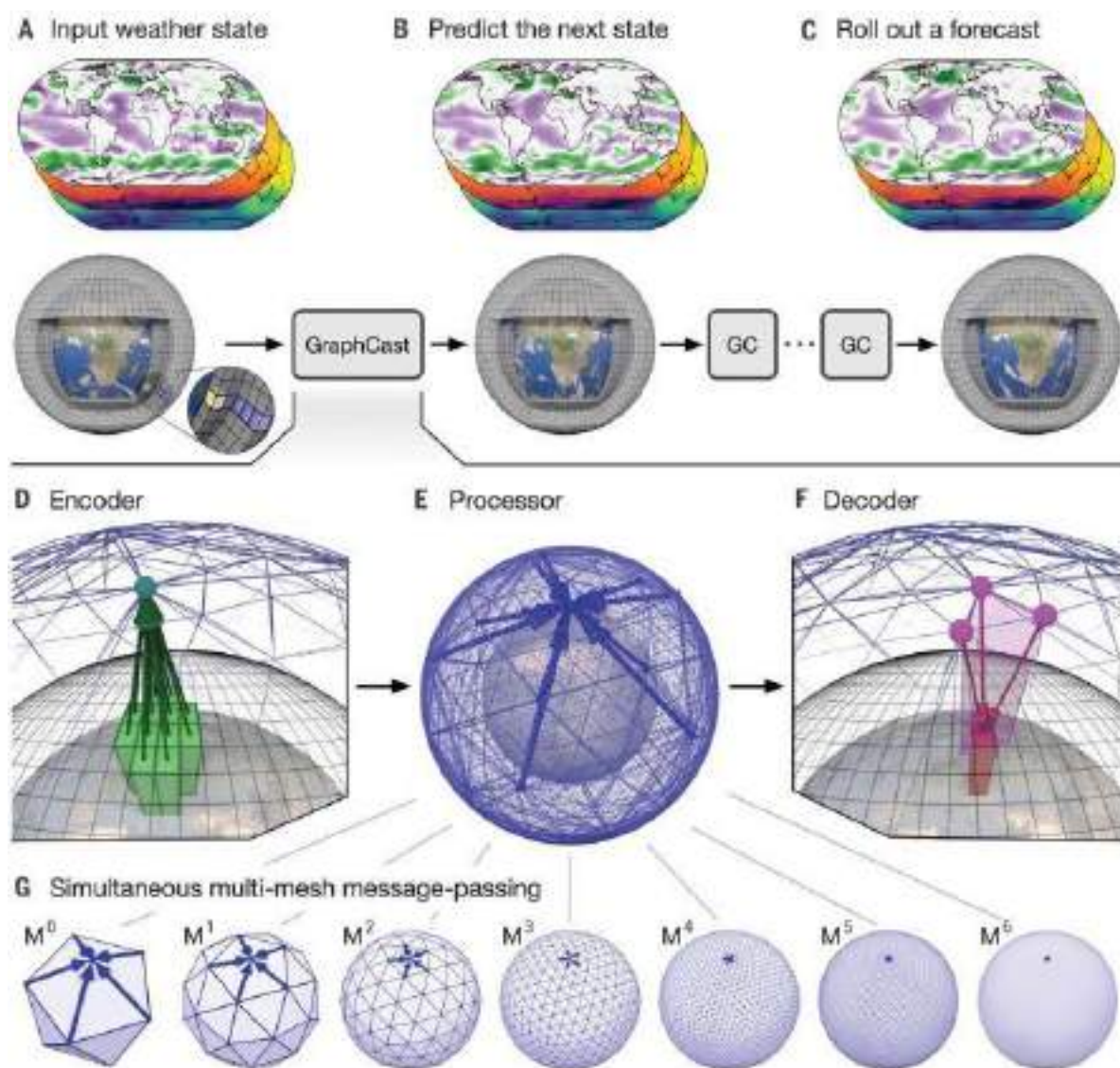
Fig. 2. Arhitectura Rețelei Neuronale Artificiale [5]

Spre deosebire de modelele și metodele tradiționale, recent (a. 2023) au fost prezentate prognoze meteo globale pe interval mediu, bazate pe Inteligența Artificială (AI), Învățarea automată (ML) și Rețele Neuronale Artificiale (ANN) [5]. AI poate imita capacitățile umane precum comunicarea, învățarea și luarea deciziilor. Rețelele neuronale sunt sisteme de calcul cu noduri interconectate care funcționează la fel ca neuronii din creierul uman (Fig.2). Folosind algoritmi, aceștia pot recunoaște modele și corelații ascunse în datele brute, le pot grupa și clasifica și, în timp, pot învăța și îmbunătăți continuu modelele. Un articol publicat iulie 2023 în jurnalul Nature [6] de autorii chinezi de la compania Huawei Cloud a anunțat începutul unei revoluții în prognoza meteo. Ca date inițiale au fost utilizate datele de reanaliză ERA5, un set de date orare din 1940 până în prezent cu rezoluție orizontală 31 km și 137 nivele verticale până la 80 km, implementat de ECMWF.



**Fig. 3 Strategii de formare în rețea și de inferență. a,** arhitectura 3DEST. Pe baza designului standard de codificator-decodificator al transformatoarelor de viziune, a fost ajustat mecanismul ferestrei glisante și aplicată o polarizare pozițională specifică Pământului. **b,** Agregarea temporală ierarhică. Odată ce s-a dat un termen de așteptare, a fost folosit un algoritm pentru a efectua prognoza cu cât mai puțini pași posibili. FM1, FM3, FM6 și FM24 indică modelele de prognoză cu timpii de livrare de 1 h, 3 h, 6 h sau, respectiv, 24 de ore.  $A_0$  este starea meteo de intrare și  $A_t$  denotă starea vremii prezisă la momentul  $t$  (în ore) [6].

O altă companie, DeepMind de la Google și-a dezvoltat propriul instrument AI GraphCast de prognoză meteo într-o lucrare publicată în noiembrie 2023 în Science [7], care s-a dovedit a fi chiar mai precis decât cel al Huawei. Ca date de intrare a fost utilizat setul de date ERA5 cu rezoluție spațială 0,25 grade. Schema modelului este prezentată în figura 4. Stările meteo de intrare cuprind un total de  $721 \times 1440 = 1.038.240$  de puncte. Straturile de prim plan reprezintă cele 5 variabile de suprafață și celelalte reprezintă 6 variabile atmosferice care se repetă la 37 de niveluri de presiune ( $5 + 6 \times 37 = 227$  variabile per punct în total), rezultând o reprezentare a stării de 235680480 de valori. GraphCast prezice următoarea stare a vremii pe grilă (B). O prognoză este făcută prin aplicarea iterativă a GraphCast la fiecare stare prezisă anterioară, pentru a produce o secvență de stări care reprezintă vremea la timpi succesivi (C). Codificatorul mapează regiunile locale ale intrării în nodurile grilei cu ochiuri multiple (D). Procesorul actualizează fiecare nod cu ochiuri multiple folosind transmiterea mesajelor învățate (E). Decodificatorul mapează caracteristicile procesate cu ochiuri multiple înapoi pe reprezentarea grilei (F). Rețeaua multiplă este derivată din rețelele icosaedrice cu rezoluție crescândă (G).

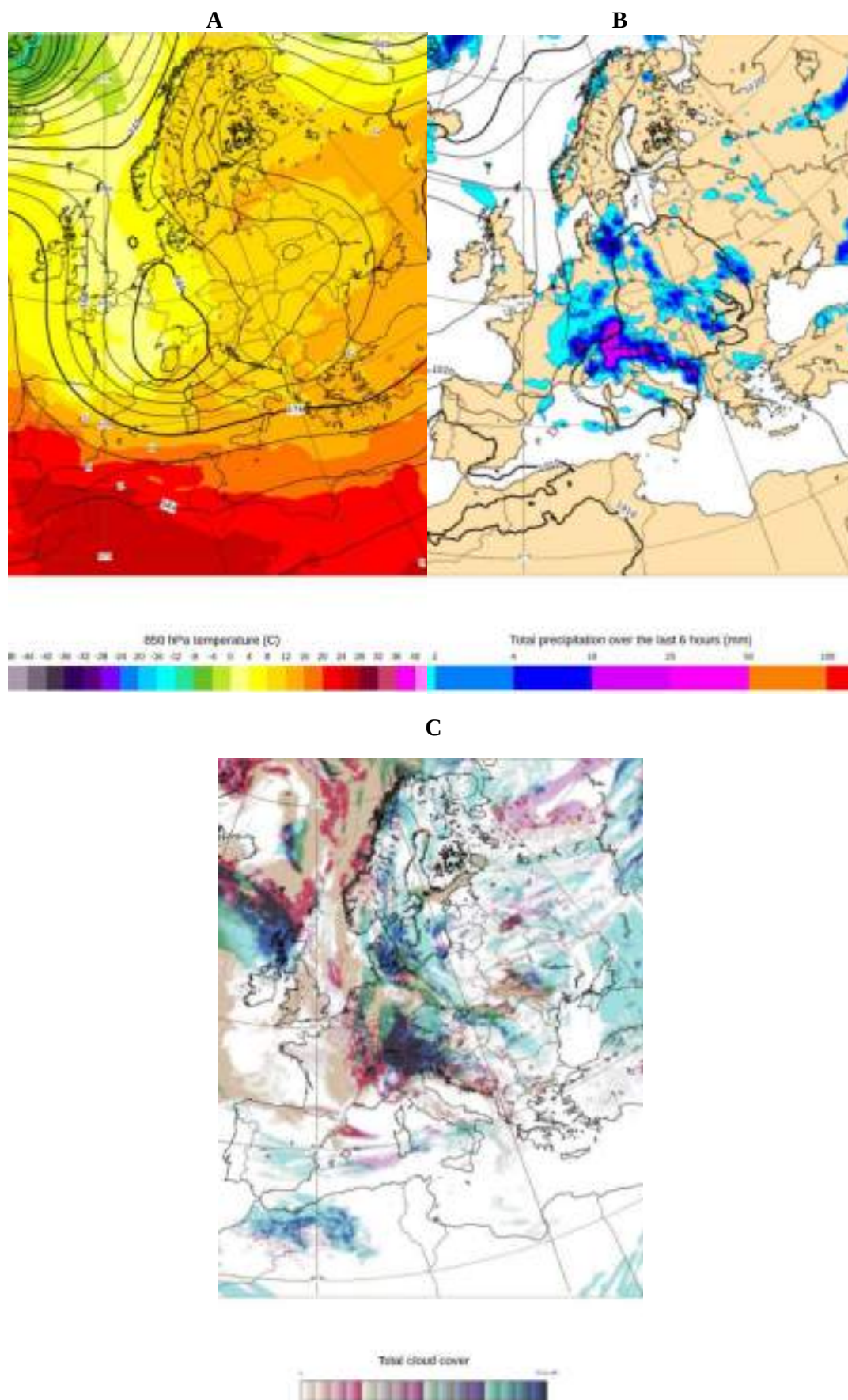


**Fig. 4. Schema modelului GraphCast** (A) Stările meteo de intrare sunt definite pe o grilă latitudine-longitudine de 0,25, (B) Următoarea stare a vremii pe grilă, (C) Prognoza finală, (D) Codificatorul (E) Procesorul (F) Decodificatorul mapează caracteristicile procesate cu ochiuri multiple (nodurile violete) înapoi pe reprezentarea grilei (săgeți roșii, în jos care se termină într-o casetă roșie). (G) *Rețeaua multiplă este derivată din rețele icosaedrice* cu rezoluție crescândă, de la rețeaua de bază ( $M_0$ , 12 noduri) la cea mai fină rezoluție ( $M_6$ , 40962 noduri), care are rezoluție uniformă pe tot globul. Conține setul de noduri de la  $M_6$  și toate muchiile de la  $M_0$  la  $M_6$ . Mesajul învățat-trecând peste marginile diferitelor rețele se întâmplă simultan, astfel încât fiecare nod este actualizat de toate marginile sale de intrare [7].

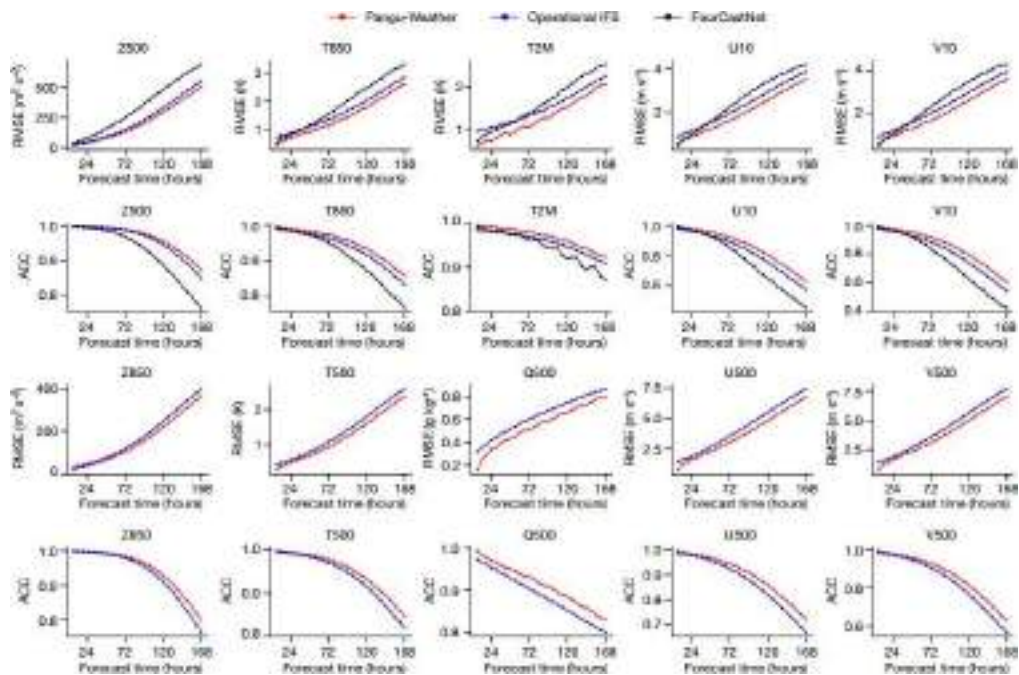
## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Ca exemplu, în figura 5 sunt prezentate câteva prognoze meteo ale IFS ECMWF pentru data de 31 mai 2024 ora 9<sup>00</sup> UTC – înălțimea geopotentialului la 550 hPa și temperatura la 850 hPa, precipitațiile și presiunea la nivelul mării, acoperirea totală cu nori, Geopotentialul este energia potențială a unei unități de masă ridicată de la nivelul mării la înălțimea corespunzătoare. Înălțimea geopotentialului aproximează înălțimea reală a unei suprafețe de presiune deasupra nivelului mediu al mării.

Figurile 6-9 reflectă preciziile unor variabile și evenimente meteorologice extreme ale prognozelor IFS ECMWF, Pangu-Weather și GraphCast exprimate prin eroarea pătratică medie (RMSE) și coeficientul de corelare a anomaliilor (ACC).

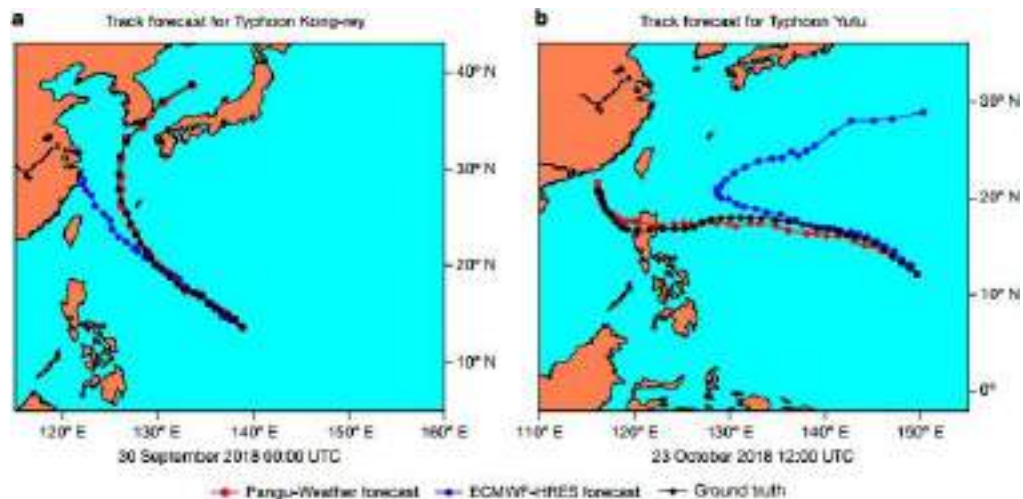


**Fig. 5. Prognoza meteo în Europa pe data de 31 mai 2024 UTC 9<sup>00</sup>.** Achiziționată pe data de 27 mai 2024 de pe site-ul ECMWF [4]. **A** – înălțimea geopotentialului la 550 hPa și temperatura la 850 hPa, **B** – precipitațiile și presiunea la nivelul mării, **C** – acoperirea totală cu nori



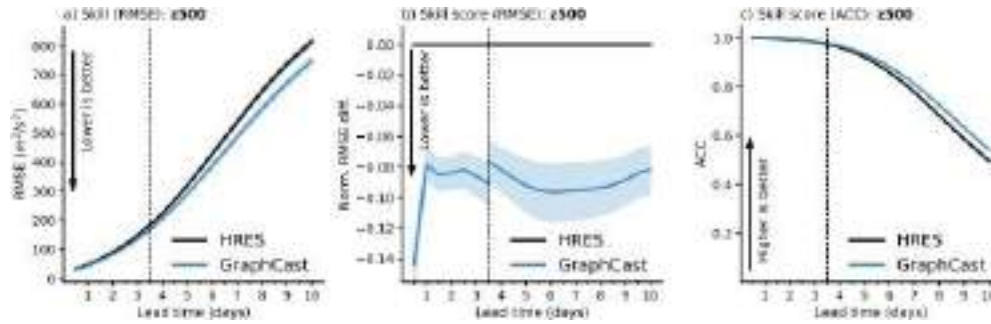
**Fig. 6. Pangu-Weather produce o precizie mai mare decât IFS ECMWF și FourCastNet în prognozele deterministe ale datelor ERA5. Zece variabile au fost comparate în termeni de RMSE ponderat în funcție de latitudine (mai mic este mai bine) și ACC (mai mare este mai bine), unde primele cinci variabile au fost raportate în FourCastNet și ultimele cinci nu au fost. Aici, Z500, T500, Q500, U500 și V500 indică geopotentialul, temperatura, umiditatea specifică și, respectiv, componenta u și respectiv v-componentă a vitezei vântului la 500 hPa. Z850 și T850 indică geopotentialul și, respectiv, temperatura la 850 hPa. T2M indică temperatura la 2 m, iar U10 și V10 indică respectiv componentele a u și v a vitezei vântului la 10 m [6].**

FourCastNet a companiei NVIDIA (prescurtare de la Fourier ForeCasting Neural Network), este un model global de prognoză meteorologică bazat pe date, care oferă predicții globale precise pe interval scurt și mediu la o rezoluție de 0,25 grade. În toate cazurile Pangu-Werther (Fig.6) este mai precis decât FourCastNet și chiar de IFS ECMWF.



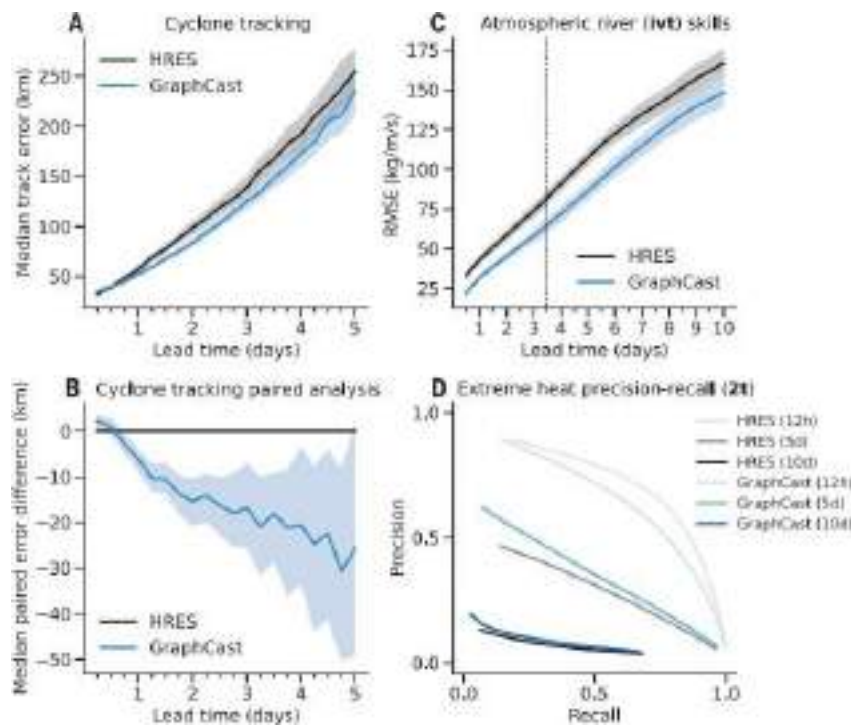
**Fig. 7. Pangu-Weather este mai precisă la urmărirea ciclonei în stadiu incipient decât ECMWF-HRES. a, b, Urmărirea rezultatelor pentru două cicloane tropicale puternice în 2018 Typhoon Kong-rey (2018–25) și Yutu (2018–26). Momentul de timp inițial este afișat sub fiecare panou. Intervalul de timp dintre punctele vecine este de 6 h. Pangu-Weather prognozează calea corectă a lui Yutu (adică merge în Filipine) la 12:00 UTC pe 23 octombrie 2018, în timp ce ECMWF-HRES obține aceeași concluzie 2 zile mai târziu, înainte de care prezice că Yutu va face un mare viraj spre nord-est [6].**

Pangu-Weather prezice precis și la timp traiectoriile cicloanelor spre deosebire de ECMWF-HRES (Fig.7).



**Fig. 8. Scoruri de calificare și abilități pentru GraphCast și HRES în 2018.** (a) Calificarea RMSE (axa y) pentru GraphCast și HRES, pe z500, în funcție de timpul de livrare (axa x). Barele de eroare reprezintă 95% intervale de încredere. Linia întreruptă verticală reprezintă 3,5 zile, care este ultimul increment de 12 ore din prognozele HRES 06z/18z. Linia neagră reprezintă HRES, unde timpii de livrare mai devreme și mai târziu de 3,5 zile sunt de la inițializările 06z/18z și, respectiv, 00z/12z. (b) Scorul de calificare RMSE (axa y) pentru GraphCast versus HRES, pe z500, în funcție de timpul de pregătire (axa x). Barele de eroare reprezintă intervale de încredere de 95% pentru scorul de calificare. Observăm o discontinuitate în curba lui GraphCast, deoarece scorurile de calificare de până la 3,5 zile sunt calculate între GraphCast (inițializat la 06z/18z) și inițializarea 06z/18z a HRES, în timp ce după 3,5 zile scorurile de calificare sunt calculate în raport cu inițializările 00z/12z ale HRES. (c) Abilitatea ACC (axa y) pentru GraphCast (linii albastre) și HRES (linii negre), pe z500, în funcție de timpul de trecere (axa x) [7].

Prognozele GraphCast ale geopotențialului z500 (Fig.8) sunt mai precise în comparație cu cele ale ECMWF HRES .



**Fig. 9. Predicția unui eveniment sever.** (A) Performanțe de prognoză a cicloanelor pentru GraphCast și HRES. Axa x reprezintă timpii de trecere (în zile), iar axa y reprezintă eroarea mediană de urmărire (în km). Barele de eroare reprezintă intervale de încredere bootstrapped de 95% pentru mediană. (B) Diferența de eroare pereche de prognoză de ciclon între GraphCast și HRES. Axa x reprezintă timpii de livrare (în zile), iar axa y reprezintă diferența mediană de eroare pereche (în km). Barele de eroare reprezintă intervale de încredere bootstrapped de 95% pentru diferența mediană (vezi Suplimente Secțiunea 8.1). (C) Abilități de predicție a râului atmosferic (ivr) pentru GraphCast și HRES. Axa x reprezintă timpii de livrare (în zile), iar axa y reprezintă RMSE. Barele de

eroare sunt intervale de încredere de 95%. **(D)** Precizia de predicție a căldurii extreme - rechemare pentru GraphCast și HRES. Axa x reprezintă rechemarea, iar axa y reprezintă precizia. Curbele reprezintă diferite compromisuri de precizie-rechemare [7]

Figura 9 reflectă abilitățile de prognozare ale unor evenimente extreme ale GraphCast în comparație cu ECMWF HRES. GraphCast este mai precis în urmărirea cicloanelor (Fig.9 A, B). Aceeași afirmație este justă și în cazul râurilor atmosferice, care sunt regiuni relativ lungi și înguste din atmosferă care transportă majoritatea vaporilor de apă în afara tropicelor spre latitudini medii.(Fig. 9 C). Precizia prognozei căldurilor extreme este reprezentată în Figura 9 D.

## CONCLUZII

1. Prognoza meteo pe interval mediu are o importanță majoră în luarea deciziilor în domeniile societății, economiei și mediului pentru a diminua efectele negative ale fenomenelor climatice nefavorabile, pentru a păstra viețile omenești și a impulsiona dezvoltarea economiei.
  2. Modelele tradiționale de prognoză, bazate pe ecuațiile fizicii atmosferei și date meteorologice, cum ar fi IFS ECMWF, datorită progreselor în știință și tehnologie, produc date de prognoză actualizată cu rezoluție spațială satisfăcătoare. Totuși, din cauza volumului mare de calcul, sunt costisitoare și necesită timp.
  3. Modelele AI de prognoză meteo pe interval mediu, dezvoltate recent, sunt bazate pe învățarea automată profundă, rețele neuronale automate și seturi mari de date meteorologice de reanaliză ERA5 din prezent și trecut.
  4. Modelul Pangu-Weather, antrenat pe date de 39 ani, consumă resurse de calcul cu mult mai modeste decât IFS ECMWF. Însă după această etapă procesul de prognoză este de 10000 ori mai rapid comparativ cu IFS. Acuratețe prognozelor diferitor variabile, inclusiv urmărirea traiectoriilor cicloanelor, de asemenea este mai bună.
  5. Modelul GraphCast este antrenat pe date ERA5 și produce prognoze de sute de variabile pe un termen de 10 zile în mai puțin de un minut. În 90% acuratețea este mai bună comparativ cu IFS ECMWF. Prognozele denotă o mai bună predicție a evenimentelor severe, inclusiv cicloane tropicale, râuri atmosferice și temperaturi extreme.
  6. Modelele AI au o rezoluție spațială mai mică comparativ cu ECMWF HRES, deoarece utilizează date ERA5 cu rezoluție 0,25 grade. În plus, autori programelor AI, angajați la companii mari, obțin patente. Astfel prognozele costă bani, trecând din domeniul public în cel privat.
- În prezent ECMWF colaborează cu GraphCast pentru a produce împreună prognozele meteo

## BIBLIOGRAFIE

1. Architecture of Artificial Neuronal Network. <https://blog.knoldus.com/architecture-of-artificial-neural-network>
2. Data assimilation. <https://www.ecmwf.int/en/research/data-assimilation>
3. Ganta Ravikumar, N. Mamatha, Bhanupratap A., B. P. Mahesh Chandra Guru. Relevance of weather forecasting in modern times. EPRA International Journal of Economic and Business Review, vol. 5, Issue 6, 2017, pPp.82-87 e-ISSN 2347 - 9671| p-ISSN: 2349 – 0187.
4. <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>
5. Iseh. A. J. Woma. T. Y. Weather Forecasting Models, Methods and Applications International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT) ISSN: 2278-0181 Vol. 2 Issue 12, 2013. pp. 1945-1956.
6. Kaifeng Bi1, Lingxi Xie1, Hengheng Zhang1, Xin Chen1, Xiaotao Gu1 & Qi Tian1. Accurate medium-range global weather forecasting with 3D neural networks. Nature, Vol. 619, 2023. pp. 533-538. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06185-3>
7. Remi Lam et al. GraphCast: Learning skillful medium-range global weather forecasting. Science, Vol. 382, Nr. 6677, 2023. pp. 1416-1421. DOI: [10.1126/science.adi2336](https://doi.org/10.1126/science.adi2336)
8. Massimo Bertaccini. Climate in the Computer: Climate Change Mathematical Modeling. DOI: [10.13140/RG.2.2.21859.68647](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21859.68647) t: <https://www.researchgate.net/publication/350241149>

# NOI CONTRIBUȚII LA CALCULAREA VALORII ECONOMICE A SERVICIILOR ECOSISTEMICE PENTRU SECTORUL FORESTIER DIN RAIONUL ȘTEFAN VODĂ

CZU: 574.4/.5:630\*228(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.03>

MIRON Viorel<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-2954-8753  
MIRON Marina<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0002-9855-8461

<sup>1</sup>Universitatea Liberă Internațională din Moldova

<sup>2</sup>Asociația de Dezvoltare a Turismului din Moldova

**Abstract.** The forests of the Lower Dniester area play a crucial role in protecting water resources and preventing soil erosion. However, the economic values of ecosystem services provided by forests are underestimated in most current assessments. In the case of the Ștefan Vodă district, ten years ago the District Land Development Plan established a strategic objective of afforestation of approx. 15% of the territory, proposed to be carried out on lands with landslides, ravines, heavily degraded and fallow, but also moderately degraded agricultural lands for the restoration of protection strips of agricultural fields and protection areas of watercourses. But this objective was not achieved for any of the 10 years. By implementing the recommendations of this article, sustainable and efficient forest management can be ensured in Moldova, maximizing the ecosystem benefits and contributing to the economic and ecological well-being of the country. The stated recommendations have a significant practical value, through integrated approaches and based on concrete data, improving the sustainable management of forests.

**Cuvinte cheie:** Servicii ecosistemice, păduri de luncă, Nistrul de Jos, Ștefan Vodă

## INTRODUCERE

Serviciile ecosistemice (SES) oferite de păduri în Republica Moldova se încadrează în beneficiile multiple pe care pădurile le furnizează societății și mediului. Aceste servicii de regulă sunt clasificate în patru categorii principale: servicii de suport, servicii de reglare, servicii de aprovizionare și servicii culturale. În contextul Republicii Moldova, acestea includ: (i) contribuția la formarea și stabilizarea solului prin intermediul rădăcinilor arborilor, prevenind eroziunea; (ii) rolul esențial în ciclurile biogeochimice nutriționale, inclusiv în ciclul azotului și fosforului; (iii) asigurarea unui habitat pentru o varietate de specii de plante și animale, susținând biodiversitatea locală; (iv) captarea și stocarea dioxidului de carbon din atmosferă, contribuind la reducerea efectelor schimbărilor climatice; (v) influențarea microclimatului, reglând temperatura și umiditatea locală; (vi) reglarea regimului hidrologic, reducând riscul inundațiilor și contribuind la reîncărcarea acviferelor; (vii) filtrarea poluanților din aer și apă, îmbunătățind calitatea acestora; (viii) furnizarea de resurse de lemn pentru construcții, mobilă, hârtie și alte produse lemnoase; (ix) furnizarea de produse nelemnoase precum fructe de pădure, ciuperci, plante medicinale și miere; (x) contribuție la protejarea surselor de apă potabilă prin filtrarea și purificarea apei; (xi) asigurarea de oportunități pentru activități recreative precum drumeții, picnicuri, și observarea naturii; (xii) furnizarea de locații pentru activități educaționale și de cercetare în domeniul ecologiei și biologiei; (xiii) pădurile au o importanță culturală și spirituală pentru comunitățile locale, oferind peisaje frumoase și locuri de reflecție și relaxare, etc.

Spre exemplu, în Republica Moldova, pădurile din zona Nistrului și Prutului joacă un rol crucial în protecția resurselor de apă și în prevenirea eroziunii solului. Deopotrivă și codrii Moldovei care sunt esențiali pentru conservarea biodiversității țării și oferă numeroase servicii ecosistemice, inclusiv recreere și cercetare. Astfel, prin recunoașterea și evaluarea corectă a acestor servicii ecosistemice, autoritățile din Republica Moldova pot lua măsuri informate mai bune pentru protejarea și gestionarea durabilă a pădurilor, contribuind astfel la bunăstarea ecologică, economică și socială a țării.

## MATERIALE ȘI METODE

Există o variabilitate semnificativă a serviciilor ecosistemice oferite de păduri în funcție de tipul de pădure și regiunea geografică. Totuși constatăm că, valorile economice ale serviciilor ecosistemice oferite de păduri sunt subestimate în majoritatea evaluărilor actuale. Însă, unele metode cum ar fi cele integrate de teledetecție și GIS îmbunătățesc acuratețea evaluărilor serviciilor ecosistemice.

În ultimul timp, cercetarea serviciilor ecosistemice oferite de păduri implică o serie de areale tematice interconectate care explorează diferitele aspecte și beneficii ale pădurilor. Aceste areale tematice includ: (a) evaluarea și cartografierea serviciilor ecosistemice (ex: noi metode pentru evaluarea calitativă și cantitativă, tehnologii de teledetecție și GIS pentru fixarea distribuției și intensității SES); (b) reglarea climatică și sechestrarea carbonului (ex: modul de a influența clima locală și microclimatul prin procese de transpirație și umbră, capacitatea de a capta și stoca carbonul, contribuind la atenuarea schimbărilor climatice); (c) habitatul și biodiversitatea (ex: rolul de habitat al pădurii pentru diverse specii vii, impactul pădurilor asupra dezvoltării biodiversității și strategiile de conservare a acesteia); (d) calitatea apei și reglarea hidrologică (ex: rolul pădurilor în reglarea fluxurilor de apă, prevenirea inundațiilor și reîncărcarea acviferelor, purificarea apei și reducerea poluării apelor de suprafață și subterane); (e) fertilitatea și eroziunea solului (ex: prevenirea eroziunii prin stabilizarea solului cu ajutorul rădăcinilor, impactul pădurilor asupra ciclurilor nutriționale și formarea humusului); (f) calitatea la produse forestiere lemnoase și nelemnoase (ex: sustenabilitatea exploatarei lemnului și impactul asupra ecosistemelor forestiere, eficiența utilizării și beneficiilor produselor forestiere nelemnoase); (g) generarea de servicii culturale și recreative (ex: valoare culturală, spirituală și estetică a pădurilor pentru comunitățile locale, impactul activităților recreative și turistice în păduri asupra economiei locale și a sănătății publice); (h) impactul socio-economic al SES (ex: contribuția economică a SES oferite de păduri la nivel local, regional și național, sustenabilitate și politici de management forestier pentru utilizarea resurselor locale); (i) impactul schimbărilor climatice asupra pădurilor (ex: modul în care pădurile se adaptează la schimbările climatice, capacitatea pădurilor de a-și menține funcțiile și serviciile în fața schimbărilor climatice și a altor presiuni antropice); (j) educație și conștientizare publică (ex: noi metode de implicare a comunităților locale în conservarea și managementul pădurilor).

Aceste areale tematice formează un cadru comprehensiv pentru cercetarea serviciilor ecosistemice oferite de păduri la nivelul unui teritoriu clar delimitat (ex: raionul Ștefan Vodă din arealul Nistrului de jos), permițând o înțelegere aprofundată a beneficiilor multiple pe care pădurile le furnizează și contribuind la dezvoltarea de strategii eficiente pentru conservarea și gestionarea durabilă a acestora.

Calcularea costului mediu al serviciilor ecosistemice pentru diferite tipuri de păduri implică evaluarea și cuantificarea beneficiilor furnizate de aceste ecosisteme în termeni economici. Deși datele specifice pentru Republica Moldova nu sunt întotdeauna disponibile direct, putem estima aceste valori pe baza metodologiilor utilizate în studiile relevante. De regulă, aceste estimări sunt bazate pe utilizarea valorilor din literatură pentru regiuni cu caracteristici similare, aplicarea modelelor pentru simularea beneficiilor ecosistemice și a estima valoarea economică, dar și alte metode standardizate de evaluare economică (ex: evaluare contingentelor, costul de călătorie, etc).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Estimările prezintă că pădurile de luncă din zona Nistrului de jos au un potențial de sechestrare a carbonului, cu valori estimate de 5-10 tone de CO<sub>2</sub> per hectar anual, având o valoare economică de cca. 30-50 EUR per tonă de CO<sub>2</sub>. Totodată, capacitatea de filtrare a poluanților poate fi de 150-250 EUR pe hectar pe an. La aceasta se mai adaugă și rolul crucial în reglarea regimului hidrologic, cu o valoare estimată de 100-200 EUR pe hectar pe an. La fel, aceste păduri sunt adesea mai bogate în

biodiversitate, cu o valoare economică de cca. 100-200 EUR pe hectar pe an, iar valoarea recreativă și culturală poate fi estimată la 50-150 EUR pe hectar pe an. Trebuie să recunoaștem, că datele oferite de literatura de specialitate sunt estimative și foarte dependente de circumstanțele locațiilor cercetate, dar fiind approximate pentru cazul pădurilor de luncă din zona Nistrului de jos, prezintă câteva puncte de reper în special pentru deciziile necesare protecției și sporirii suprafețelor împădurite în apropierea râurilor de aici.

Totuși, veridicitatea calculelor privind costurile serviciilor ecosistemice oferite de păduri în zona Nistrului de Jos (raionul Ștefan Vodă) necesită a fi trecute printr-un proces riguros de verificare și validare, care implică colectarea de date de calitate, aplicarea metodologiilor adecvate de revizuire pe baza unor studii comparabile (ex: inventarele forestiere detaliate utilizarea imaginilor satelitare și GIS, analiza beneficiu-cost, meta-analize ce combină rezultatele mai multor studii pentru a obține estimări mai precise, simularea unor procese ecologice proprii ecosistemelor pădurilor de luncă și stepă, etc). Costurile serviciilor ecosistemice necesită a fi probate periodic printr-un proces sistematic și transparent de colectare și analiză a datelor, implicarea experților, monitorizare continuă și publicare în jurnale științifice de prestigiu.

La nivel practic, multiplele evaluări ale costurilor serviciilor ecosistemice oferite de speciile dominante de arbori din diferite specii de foioase se rezumă la agregarea datelor constatate empiric, inclusiv sechestrarea carbonului, reglarea hidrologică, purificarea aerului și alte beneficii ecologice. Astfel, un stejar matur poate sechestra aproximativ 2-3 tone de CO<sub>2</sub> pe an, iar la un preț de 30-50 EUR per tonă de CO<sub>2</sub>, valoarea economică anuală se ridică la cca. 60-150 EUR. Suplimentar, acesta poate filtra până la 100 kg de poluanți atmosferici pe an, evaluat la aproximativ 20-40 EUR, la fel și contribuția la reducerea eroziunii și infiltrarea apei poate fi evaluată la 10-20 EUR pe an. Aceeași sumă este atribuită și pentru asigurarea serviciilor de habitat. În pădurile de luncă, un arbore de salcie medie poate sechestra aproximativ 1-2 tone de CO<sub>2</sub> pe an, având o valoare economică de 30-100 EUR. Contribuția la filtrarea poluanților atmosferici poate însuma cca. de 15-30 EUR pe an. Totodată are un rol semnificativ în prevenirea eroziunii și asigurarea serviciilor de reglare hidrologică de cca. 10-15 EUR pe an. Valoarea pentru habitat și biodiversitate e la fel aproximativ 10-15 EUR pe an. Bineînțeles, aceste calcule estimative unitare sunt cunoscute și pentru alte specii de arbori formatori din pădurile noastre (fag, ulm, carpen, plop, frasin, etc), fapt care permite o estimare mai bună pentru sistemele forestiere din zona Nistrului de jos, însă este esențială fixarea mai exactă a componenței factologice a masivelor de păduri din această zonă pilot, prin metodele sus menționate.

În cazul pădurilor din raionul Ștefan Vodă, zece ani în urmă (la nivelul anului 2015) Planul de amenajare a teritoriului rațional stabilea un obiectiv strategic de împădurire a cca. 15% din teritoriul raionului, pentru care erau necesare plantări pe o suprafață de cca. 7639,14 ha (cca. 305,57 ha/an următorii 25 ani), propuse a fi efectuate pe terenurile cu alunecări, ravenelor, terenurilor agricole puternic degradate și pârloagă, dar și moderat degradate pentru restabilirea fâșiilor de protecție a câmpurilor agricole și zonelor de protecție a cursurilor de apă. Însă acest obiectiv nu a fost realizat nici pentru unul din cei 10 ani, chiar dacă se propunea diversificarea terenurilor pentru noile plantări forestiere, preponderent cu specii forestiere autohtone. La fel, sunt mari carențe la preîntâmpinarea și reducerea drastică a tăierilor ilicite (care rămân la cote alarmante), cu necesitatea stringentă de revenire la cotele de valorificare a produselor pădurii sub nivelul de 3%, compatibilă cu creșterile anuale de biomasă. Astfel, micșorarea drastică a suprafețelor afectate de tăieri ilicite la 0,5% din contul bunei gestionări a stocurilor de lemn, convertirea lemnului colectat ilicit în lemn comercializat contabilizat ar îmbunătăți situația în raionul Ștefan Vodă. Pentru necesitățile gospodărești ale întreprinderilor silvice se încurajează în continuare creșterea terenurilor pentru culturi irigate și crescute în sol protejat, precum și ajustate altor practici agricole prietenoase mediului, iar terenurile degradate utilizate acum pentru

necesități agricole parțial de împădurit. La fel și sporirea practicilor silvopastorale inițiate pe suprafețe special amenajate. Este necesară la fel o mai bună sistematizare a datelor relevante SES a suprafețelor împădurite pentru prognozele utilizării terenurilor APL necesare planificărilor urbanistice.

## CONCLUZII

- Estimările economice ale SES variază în funcție de tipul de pădure și de speciile de arbori, reflectând diversitatea beneficiilor ecologice și economice furnizate, iar fiecare specie de arbore oferă un set unic de servicii ecosistemice, cu variații în capacitatea de sechestrare a carbonului, purificarea aerului, reglarea hidrologică și habitatul pentru biodiversitate.
- Utilizarea metodelor validate și a modelelor ecologice și economice este esențială pentru obținerea unor estimări precise și fiabile. Sistematizarea datelor relevante SES a suprafețelor împădurite pentru o mai bună abordare în cadrul prognozelor utilizării terenurilor APL necesare planificărilor urbanistice.
- Verificarea și validarea calculelor prin consultarea experților, studii comparative și monitorizare continuă sunt critice pentru asigurarea veridicității.
- Pentru Republica Moldova, datele specifice locale sunt esențiale pentru evaluarea precisă a serviciilor ecosistemice. Studiile de teren și inventarele forestiere detaliate sunt necesare pentru colectarea acestor date.
- Promovarea în continuare a obiectivului strategic de împădurire a cca. 15% din teritoriul raionului Ștefan Vodă afectat frecvent de condiții climaterice nefavorabile dar și de gradul sporit de defrișări ilicite. Aceste plantări sunt propuse să fie efectuate pe terenurile cu alunecări, ravenelor, terenurilor agricole puternic degradate și pârloagă, dar și moderat degradate pentru restabilirea fâșiilor de protecție a câmpurilor agricole și zonelor de protecție a cursurilor de apă. La fel, diversificarea terenurilor pentru noile plantări forestiere, preponderent cu specii forestiere autohtone.
- Măsuri insistente de preîntâmpinare și reducere drastică a tăierilor ilicite, precum și revenirea la cotele de valorificare a produselor pădurii sub cota de 3%, compatibilă cu creșterile anuale de biomasă;
- Pentru necesitățile gospodărești ale întreprinderilor silvice din Ștefan Vodă se încurajează creșterea terenurilor pentru culturi irigate și crescute în sol protejat, precum și ajustate altor practici agricole prietenoase mediului, iar terenurile degradate utilizate acum pentru necesități agricole parțial de împădurit.

În contextul celor constatate mai sus se impun câteva **recomandări**:

- Crearea unui sistem național structurat teritorial de monitorizare a pădurilor care să includă inventare forestiere periodice și utilizarea teledetecției și GIS pentru actualizarea constantă a datelor precise pentru planificarea și gestionarea resurselor forestiere.
- Dezvoltarea unei baze de date naționale despre biomasa forestieră, biodiversitate și starea pădurilor.
- Stimularea cercetărilor locale prin finanțarea studiilor de teren și a proiectelor de cercetare care să colecteze date specifice despre pădurile din Republica Moldova.
- Utilizarea rezultatelor cercetărilor pentru informarea și dezvoltarea politicilor naționale de conservare și management durabil al pădurilor.
- Identificarea rapidă a schimbărilor în ecosisteme și a impactului intervențiilor de management, pentru suportul în formularea politicilor de conservare bazate pe dovezi concrete.
- Finanțarea proiectelor de cercetare locale și a programelor de formare pentru tinerii cercetători.
- Colaborarea cu universități și instituții de cercetare pentru desfășurarea de studii de teren și colectarea de date specifice.
- Generarea de cunoștințe specifice locale care să susțină deciziile de management.
- Îmbunătățirea capacităților locale de cercetare și monitorizare a pădurilor.

- Introducerea de stimulente economice pentru proprietarii de păduri și pentru comunitățile locale pentru a susține practicile de conservare.
- Asigurarea protecției pe termen lung a resurselor forestiere și a serviciilor ecosistemice furnizate.
- Creșterea sustenabilității economice a comunităților locale prin utilizarea responsabilă a resurselor forestiere.
- Promovarea practicilor de gestionare durabilă care să maximizeze beneficiile ecosistemice oferite de păduri.
- Creșterea gradului de conștientizare a publicului și factorilor de decizie cu privire la importanța serviciilor ecosistemice oferite de păduri și valoarea lor economică. Mobilizarea sprijinului public pentru inițiativele de conservare și gestionare durabilă.
- Dezvoltarea programelor educaționale care să sublinieze rolul crucial al pădurilor în menținerea sănătății ecosistemelor și a bunăstării umane. Integrarea temelor legate de servicii ecosistemice în programele școlare și universitare.
- Organizarea de campanii de informare și educare a publicului despre importanța pădurilor și a serviciilor ecosistemice.
- Educarea noilor generații în spiritul protejării mediului și utilizării responsabile a resurselor naturale.
- Încurajarea cooperării internaționale și a schimbului de bune practici cu alte țări și organizații care au experiență în evaluarea și gestionarea serviciilor ecosistemice forestiere.
- Participarea la rețele internaționale de cercetare și conservare a pădurilor.
- Acces la cunoștințe și tehnologii avansate pentru evaluarea și gestionarea serviciilor ecosistemice.
- Îmbunătățirea capacităților naționale prin transfer de cunoștințe și tehnologie.

Prin implementarea acestor recomandări, Republica Moldova poate asigura o gestionare durabilă și eficientă a pădurilor sale, maximizând beneficiile ecosistemice și contribuind la bunăstarea economică și ecologică a țării. Recomandările enunțate au o valoare practică semnificativă, deoarece contribuie la adoptarea unei abordări integrate și bazate pe date concrete, precum și la îmbunătățirea gestionării durabile a pădurilor Republicii Moldova.

## **BIBLIOGRAFIE**

1. Miron, Marina, Miron, Viorel. Satele Nistrului de Jos. Aspecte istorice și etnografice. Chișinău: MasterPrint, 2020.
2. Miron, Viorel. Integrarea priorităților de conservare a biodiversității în politicile de planificare teritorială și practicile de utilizare a terenurilor din Moldova. Chișinău, 2018.
3. Miron, Viorel. Nistrul de Jos. Ghid turistic. Chișinău: MasterPrint, 2020.
4. Miron, Viorel. Raport privind evaluarea serviciilor ecosistemice în raionul Ștefan Vodă pentru integrarea rezultatelor în planul de amenajare a teritoriului raional, UNDP Moldova, 2017.
5. Miron, Viorel. Valoarea biodiversității și a serviciilor ecosistemice, Chișinău: MasterPrint, 2018.
6. The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services, IPBES, 2017.
7. Toma, Lilia. Evaluarea performanțelor dezvoltării economice verzi în Moldova. Raport național bazat pe setul OECD de indicatori ai creșterii verzi. Chișinău, Ministerul Mediului, 2017.

# CONTRIBUȚII LA SISTEMATIZAREA METODOLOGIEI DE EVALUARE A SERVICIILOR ECOSISTEMICE PENTRU ZONELE CU ATRACȚII TURISTICE ÎN REPUBLICA MOLDOVA

CZU: 574.4/.5:728.54(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.04>

MIRON Viorel<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-2954-8753  
MIRON Marina<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0002-9855-8461

<sup>1</sup>Universitatea Liberă Internațională din Moldova

<sup>2</sup>Asociația de Dezvoltare a Turismului din Moldova

**Abstract.** Ecosystem services (ESS) provided by tourist attractions in the Republic of Moldova include a diverse range of essential ecological benefits and functions provided by the natural ecosystems and natural landscapes that tourists visit and appreciate. By applying improved methodologies, best practices and principles in the process of assessing the components of ecosystem services provided by tourism resources, a deeper and more accurate understanding of the ecological and economic value of these resources can be obtained, thus supporting management decisions and public policies oriented towards the conservation and sustainable use of the natural environment for the needs of the tourism industry.

**Cuvinte cheie:** Atracții turistice, servicii ecosistemice, turism durabil, zone turistice

## INTRODUCERE

Serviciile ecosistemice (SES) oferite de atracțiile turistice din Republica Moldova includ o gamă variată de beneficii și funcții ecologice esențiale pe care le furnizează ecosistemele naturale și peisajele naturale pe care turiștii le vizitează și le apreciază. Aceste servicii de regulă includ: (i) reglarea climatică și meteorologică, deoarece ecosistemele naturale cu utilizare în turism pot regla clima locală prin absorbția gazelor cu efect de seră, alte influențe asupra temperaturii și precipitațiilor locale; (ii) sechestrarea carbonului, astfel vegetația și solurile din arealele turistice stochează carbonul din atmosferă; (iii) purificarea aerului și a apei, pentru că vegetația din zonele turistice reduc poluarea și îmbunătățesc calitatea apei și aerului pentru vizitatori și comunitățile locale, menținând calitatea apei din râuri, lacuri și rezervoare; (iv) furnizarea de habitat și suport pentru biodiversitate, prin faptul că zonele naturale atractive pentru turiști de regulă găzduiesc o diversitate mare de specii de plante și animale, contribuind astfel la conservarea biodiversității locale și la menținerea ecosistemelor sănătoase; (v) recreere și relaxare prin oportunitățile oferite pentru vizitatori, contribuind la sănătatea mentală și bunăstarea generală a populației; (vi) educație și conștientizare despre importanța conservării naturii și a utilizării sustenabile a resurselor naturale, ca atracții turistice sau suportul necesar infrastructurii turistice în zonele vizitate de turiști.

În Republica Moldova cu zone naturale fragmentate și o densitate mare a localităților, aceste servicii ecosistemice sunt cruciale pentru a menține echilibrul ecologic și pentru a sprijini dezvoltarea turismului durabil, care respectă valorile naturale și culturale ale țării. Protejarea și gestionarea adecvată a acestor ecosisteme sunt imperative pentru a asigura continuarea furnizării acestor beneficii pentru generațiile viitoare.

## MATERIALE ȘI METODE

Pentru calcularea și analiza serviciilor ecosistemice oferite de resursele turistice, sunt utilizate diverse metode și tehnici, adaptate în funcție de obiectivele specifice ale cercetării și de disponibilitatea datelor. Cele mai des utilizate metode în turism țin de evaluarea valorii de utilizare directă, precum

metoda costurilor de călătorie, când se estimează valoarea economică a serviciilor de recreere oferite de resursele turistice prin analiza costurilor pe care vizitatorii le suportă pentru a ajunge la destinație și pentru a participa la activități recreative. Se mai utilizează metoda evaluării contingentului, care implică interviuri și sondaje pentru a determina cât ar fi dispuși vizitatorii să plătească pentru a proteja sau a îmbunătăți un anumit aspect al resurselor turistice, cum ar fi restabilirea unui peisaj, habitat sau unei specii locale amenințate.

Deseori se practică metode de evaluare a valorii de utilizare indirectă, cum ar fi cea hedonistă, când se estimează valoarea economică a serviciilor ecosistemice (ex: peisajele naturale), pe baza valorii proprietăților imobiliare și a factorilor influenți asupra prețurilor cu indicatori calculabili ai calității mediului înconjurător. La fel sunt calculate și veniturile indirecte generate de atracțiile turistice prin intermediul aprecierii diferențelor în vânzările de produse agricole, pescărești sau de alte bunuri și servicii legate de aceste atracții. O altă metodă a costului de înlocuire evaluează contribuțiile necesare pentru a înlocui sau a recrea serviciile ecosistemice oferite de resursele turistice, în cazul în care acestea sunt distruse sau degradate.

Alte două metode țin de asumarea unor angajamente de durată, precum metoda opțiunii de conservare estimează valoarea economică a variantei de a conserva resursele turistice pentru generațiile viitoare sau de a le gestiona pentru beneficii viitoare. Aceasta de regulă este suplimentată de metoda de evaluare a costurilor sau beneficiilor de a evita riscurile asociate cu degradarea sau pierderea serviciilor ecosistemice asociate anumitor atracții turistice naturale, inclusiv riscurile pentru sănătatea umană sau pentru mediu.

Mai nou, utilizarea tehnologiilor GIS sunt pe larg folosite pentru a cartografia și a analiza distribuția spațială a resurselor turistice și a serviciilor ecosistemice asociate. Aceasta include evaluarea habitatelor, conectivității ecologice și a altor aspecte geografice relevante pentru distribuția fluxurilor turistice, dar și a infrastructurilor de deservire a călătorilor. Datele GIS combinate cu analize economice și ecologice integrate permit evaluarea relațiilor complexe între activitățile turistice, starea ecosistemelor și beneficiile umane produse la nivel local sau global. Aceste metode sunt adaptate în funcție de specificul resurselor turistice și de obiectivele cercetării, contribuind la înțelegerea și valorificarea adecvată a serviciilor ecosistemice oferite de acestea.

În cazul specific al Republicii Moldova, costurile medii pentru serviciile ecosistemice în zonele turistice pot varia în funcție de gradul de conservare a ecosistemelor, gradul de amenințare și presiunile umane asupra acestora. De obicei, aceste costuri sunt calculate pentru a evidenția valoarea economică a conservării și a protejării acestor arii naturale în contextul dezvoltării durabile și al gestionării resurselor naturale.

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

În prezent, ariile tematice de cercetare a serviciilor ecosistemice oferite de atracțiile turistice naturale sunt variate și acoperă diverse aspecte ecologice, economice și sociale ale impactului turismului asupra mediului înconjurător. În contextul atracțiilor turistice, în prezent cercetarea serviciilor ecosistemice se concentrează în principal pe mai multe domenii cheie.

Pentru început menționăm valoarea motivațională a biodiversității și peisajelor naturale ce servesc drept habitate pentru numeroase specii de plante și animale. Astfel, o serie de studii țințesc pe de o parte identificarea și caracterizarea biodiversității speciilor de plante și animale din zonele turistice, în special din perspectiva motivației turistice, pe de altă parte acestea monitorizează schimbările legate de diversitatea biologică ca răspuns la presiunile provocate de fluxurile turistice. Evaluările mai focusate evidențiază habitatele critice a speciilor amenințate sau endemice, în special cele afectate de presiunea

antropică, pentru neutralizarea acesteia.

Grija permanentă față de confortul climatic al destinațiilor turistice impune observarea atentă a schimbărilor legate de calitatea aerului și apei în locurile vizitate de turiști. În special, multe cercetări se asociază efortului de monitorizare a poluării aerului în zonele turistice și evaluarea capacității vegetației de a filtra poluanții atmosferici. Totodată, este cercetat impactul turismului asupra calității apei în lacuri, râuri și zone umede, nu doar pentru a putea argumenta anumite cote ale contingentelor de turiști care pot utiliza rațional aceste resurse naturale. La fel, în destinațiile vizitate se evaluează capacitățile serviciilor de purificare a apei oferite de ecosistemele asociate atracțiilor turistice, precum și evidențierea importanței acestora pentru sănătatea umană și conservarea naturii acvatice.

În ultimul timp este în creștere preocuparea față de reglarea climatică în general, și în special pentru zonele cu aglomerații umane mari. Iată de ce, tot mai multe cercetări se preocupă de rolul ecosistemelor asociate atracțiilor turistice naturale mari (ex: parcuri și rezervații naturale, peisaje unice de mari întinderi, zone verzi formatoare de landșaft, etc) sau mai mici pentru adaptarea la schimbările climatice și reducerea efectelor adverse. Acestea nu se limitează doar la măsurarea capacității vegetației din zonele turistice de a stoca carbon, dar și la furnizarea de soluții organizatorice pentru industria turistică în vederea micșorării acestor emisii sau de compensare legate de sporul pădurilor și vegetației locale.

Este bine-cunoscut impactul asupra solului și eroziunea provocată de aglomerațiile vizitatorilor zonelor cu atracții turistice. Iată de ce, sunt efectuate mai multe investigații de evaluare a eroziunii solului provocată de activitatea turistică în zonele vizitate de turiști pentru identificarea măsurilor de conservare a solului. Aceste cercetări se înscriu în contextul general de monitorizare a impactului activităților turistice asupra fertilității și structurii solului în vederea stopării degradării solului zonelor vizitate. Aceste măsuri conduc la propunerea și implementarea practicilor de gestionare eficientă a terenurilor cu atracții vizitate de turiști pentru reducerea impactului asupra calității solului și a habitatelor asociate.

În acest context conștientizarea publică și măsurile de educație prietenoasă mediului sunt foarte importante. Multe cercetări sunt legate de argumentarea rolului atracțiilor turistice în educația și sensibilizarea publicului despre importanța conservării naturii și a utilizării durabile a resurselor locale în domeniul ospitalității și industriilor conexe. O atenție deosebit este necesară în evaluarea eficacității programelor educaționale și interpretative în promovarea comportamentului responsabil al localnicilor și turiștilor în mediul natural, care formează adeseori motivația principală pentru vizitarea multor zone ale turismului de masă (ex: litoral, rezervații, domenii forestiere, etc).

Un alt domeniu important de cercetare este economia turismului durabil. Astfel, cel mai des este evaluat impactul economic al serviciilor ecosistemice aferente atracțiilor turistice și contribuția acestora la veniturile locale în diferite destinații turistice. La fel, sunt analizate costurile și beneficiile implementării practicilor de turism durabil în gestionarea resurselor naturale din zonele vizitate de turiști. Totodată, sunt evaluate oportunitățile economice și riscurile asociate cu schimbările în serviciile ecosistemice în urma creșterii industriei turistice reieșind din noile realități și dinamici pe piața turistică.

Aceste domenii de cercetare reflectă complexitatea interacțiunilor dintre turism și ecosistemele naturale, subliniind necesitatea unei abordări integrate și multidisciplinare pentru gestionarea sustenabilă a atracțiilor turistice și conservarea resurselor naturale.

Serviciile ecosistemice oferite de resursele turistice din zonele vizitate de turiști sunt calculabile și pot fi evaluate și în diverse domenii cheie cu un impact semnificativ și beneficii aduse mediului natural și societății în general. În primul rând acestea se referă la aprecierea valorii recreative, inclusiv prin evaluarea satisfacției și beneficiilor psihologice ale vizitatorilor în ceea ce privește experiențele estetice și recreative oferite de resursele turistice. Aceasta poate include evaluarea valorii de utilizare a

peisajelor naturale și a zonelor de recreere.

La fel, metodele contemporane contribuie la evaluarea precisă a impactului economic al resurselor turistice vizitate asupra veniturilor locale, precum și costurile și beneficiile implementării practicilor de turism durabil și conservarea resurselor naturale. Un exemplu este, calcularea impactului activităților turistice asupra solului, vegetației și altor resurse naturale, precum și costurilor și beneficiilor implementării practicilor de gestionare durabilă pentru minimizarea impactului negativ.

O altă metodă de calcul ține de determinarea capacității vegetației din arealele cu resurse turistice de a absorbi și de a stoca carbon din atmosferă. Acest aspect este important în contextul contribuției resurselor turistice la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. În prezent la fel sunt stabilite algoritmurile de calcul pentru evaluarea habitatelor oferite de atracțiile turistice pentru specii de plante și animale, inclusiv specii rare sau endemice, prin măsurarea biodiversității și identificarea zonelor critice pentru conservarea habitatelor. Mai specifice sunt evaluările capacității resurselor turistice de a filtra și de a purifica aerul și apa, contribuind la îmbunătățirea calității mediului înconjurător și a sănătății umane. Aceste modele de calcul reflectă diversitatea beneficiilor ecologice, economice și sociale pe care resursele turistice le pot furniza, subliniind importanța evaluării corecte și gestionării lor durabile pentru a asigura conservarea pe termen lung a mediului natural și a atracțiilor turistice.

Veridicitatea calculelor privind costurile serviciilor ecosistemice oferite de resursele turistice poate fi probată prin aplicarea unui set riguros de metodologii și pași de cercetare, respectând principiile științifice și economice. Spre exemplu, utilizarea unor metodologii standardizate recunoscute la nivel internațional (ex: recomandate de IPBES - Platforma Interguvernamentală Științifică și Politică pentru Biodiversitate și Servicii Ecosistemice) pentru evaluarea serviciilor ecosistemice și asigurarea consistenței și comparabilității rezultatelor. Totodată, colectarea și analiza datelor de încredere, precise și actualizate, folosind protocoale standardizate și echipamente adecvate sunt esențiale în asigurarea acurateții rezultatelor cercetărilor. Iar publicarea și prezentarea rezultatelor în reviste științifice și supunerea acestora procesului de auditare independentă pot contribui la validarea calculelor și la asigurarea transparenței metodologice. Asigurarea transparenței metodologice și a reproducibilității rezultatelor permite verificarea și validarea independentă a calculelor de către alți cercetători și specialiști din domeniul conservării naturii și al economiei ecoturismului.

Implicarea și consultarea experților în domeniul conservării naturii, economiei ecologice și în administrarea resurselor naturale poate aduce contribuții valoroase pentru evaluarea și interpretarea corectă a costurilor serviciilor ecosistemice. Prin aplicarea acestor practici și principii în procesul de evaluare a componentelor serviciilor ecosistemice oferite de resursele turistice, se poate obține o înțelegere mai profundă și mai precisă a valorii ecologice și economice a acestor resurse, sprijinind astfel deciziile de gestionare și politici publice orientate către conservarea și utilizarea durabilă a mediului natural pentru necesitățile industriei turismului.

## CONCLUZII

Din analizele prezentate anterior despre serviciile ecosistemice oferite de atracțiile turistice, pentru contextul Republicii Moldova, se pot face următoarele concluzii și recomandări:

- Atracțiile turistice din Republica Moldova, cum ar fi parcurile naționale, rezervațiile naturale de diferite categorii, zonele umede și peisajele culturale, furnizează o gamă variată de servicii

ecosistemice, inclusiv estetica peisajului, habitat pentru biodiversitate, purificarea apei și sechestrarea carbonului.

- Aceste servicii nu numai că contribuie la conservarea biodiversității și la protecția mediului, dar aduc și beneficii economice prin turismul ecologic și recreațional, educarea și sensibilizarea publicului, și îmbunătățirea calității vieții în comunitățile locale.
- Pentru a menține și a maximiza beneficiile serviciilor ecosistemice oferite de atracțiile turistice, este crucială adoptarea unor metodologii contemporane de evaluare, precum și strategii de gestionare durabilă. Acestea ar trebui să includă monitorizarea regulată și analiza stării ecosistemelor, promovarea turismului responsabil și educarea vizitatorilor în privința impactului lor asupra mediului.
- Aplicarea practică a recomandărilor de conservare și gestionare durabilă a atracțiilor turistice în Republica Moldova poate aduce beneficii semnificative pe multiple planuri: conservarea biodiversității, dezvoltarea economică durabilă, îmbunătățirea calității mediului și a vieții comunităților locale, precum și adaptarea la schimbările climatice.

În contextul celor constatate mai sus se impun câteva **recomandări**:

- Guvernul și autoritățile locale trebuie să întreprindă măsuri pentru protejarea și gestionarea durabilă a resurselor turistice naturale și antropice. Acest lucru include prioritar amenajarea turistică inteligentă a atracțiilor, delimitarea și menținerea zonelor protejate a acestora, aplicarea legislației naționale de mediu și implicarea comunităților locale în procesele de decizie legate de administrarea resurselor turistice. Implementarea politicilor de conservare și gestionare durabilă ajută la protejarea biodiversității și la menținerea integrității habitatelor naturale și culturale din atracțiile turistice.
- Gestionarea adecvată a resurselor turistice, inclusiv monitorizarea și adaptarea la schimbările climatice, sprijină capacitatea ecosistemelor de a face față amenințărilor viitoare. Protejarea și restaurarea ecosistemelor contribuie la reglarea climatică și la menținerea resurselor naturale pentru generațiile viitoare.
- Este esențială alocarea de resurse pentru cercetarea continuă și monitorizarea stării ecosistemelor cu atracții turistice și a serviciilor lor ecosistemice. Datele și informațiile rezultate din aceste activități sunt fundamentale pentru evaluarea impactului turismului și pentru elaborarea politicilor publice și a măsurilor de conservare adecvate.
- Încurajarea practicilor de turism durabil, cum ar fi ghidarea turistică educativă, promovarea mobilității turistice bazată pe transportul public și a turismului pedestru sau ciclist, care poate reduce impactul negativ al turismului asupra ecosistemelor fragile cu atracții naturale vulnerabile (ex: peisaje, zone umede etc). Încurajarea practicilor de turism sustenabil reduce impactul negativ al activităților turistice asupra mediului, cum ar fi poluarea și degradarea habitatelor. Turismul responsabil contribuie la menținerea frumuseții naturale a locațiilor turistice și la creșterea satisfacției vizitatorilor.
- Este important să se dezvolte programe educaționale și de conștientizare pentru a informa atât vizitatorii, cât și localnicii despre importanța conservării naturii și a utilizării durabile a resurselor prețioase pentru turism, în special în mediul rural. Implicarea comunității în activitățile de conservare va conduce la protecția mediului înconjurător. Educația și conștientizarea în rândul vizitatorilor și localnicilor sprijină înțelegerea valorii conservării naturii și a patrimoniului cultural.
- Savanții din Republica Moldova trebuie să fie conectați mai activ în colaborarea internațională pe domeniul conservării și gestionării durabile a resurselor turistice. Schimbul de bune practici și

experiențe între țări poate sprijini îmbunătățirea calității abordărilor naționale pentru gestionarea mai bună a ecosistemelor și creșterea capacității de adaptare la schimbările climatice și alte amenințări la adresa resurselor valorificate în scopuri turistice. Colaborarea cu alte organizații internaționale în domeniul conservării și turismului durabil permite Republicii Moldova să beneficieze de soluții inovatoare pentru managementul eficient al resurselor turistice.

Prin implementarea acestor recomandări și menținerea unei abordări integrate și durabile, Republica Moldova poate maximiza beneficiile ecologice și economice ale atracțiilor turistice, asigurând în același timp conservarea pe termen lung a patrimoniului natural și cultural al țării.

Este esențial ca autoritățile și comunitățile locale să colaboreze pentru implementarea acestor recomandări în practică, asigurând astfel protecția și utilizarea durabilă a principalelor resurse generatoare de motivație turistică în țara noastră.

## BIBLIOGRAFIE

1. Bacal, Petru. *Mecanismul economic de protecție a mediului în Republica Moldova. Abordare geografică și ecologică*. Chișinău: Biotehdesign, 2018.
2. Miron, Viorel. *Integrarea priorităților de conservare a biodiversității în politicile de planificare teritorială și practicile de utilizare a terenurilor din Moldova*. Chișinău, 2018.
3. Miron, Viorel. *Raport privind evaluarea serviciilor ecosistemice în raioanele Ștefan Vodă și Soroca pentru integrarea rezultatelor în planul de amenajare a teritoriului raional*, UNDP Moldova, 2017.
4. Miron, Viorel. *Valoarea biodiversității și a serviciilor ecosistemice*, Chișinău: MasterPrint, 2018.
5. *The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services*, IPBES, 2017.

# PEDOGEOGRAPHICAL AND GEOMORPHOLOGICAL PARTICULARITIES OF THE YALPUG RIVER BASIN (WITHIN THE REPUBLIC OF MOLDOVA)

CZU: 528.93(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.05>

CRIVOVA Olga, ORCID: 0000-0003-3061-7100

KUHARUK Roman, ORCID:0009-0008-4350-597X

## Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract.** *We had elaborated a pedological map according to the WRB classification. Also cumulative histograms for the soil types related to elevation, slopes, aspect, and topographical elements according to Weiss's method were elaborated. We had analyzed the patterns of soil types' distribution according to the altitude, slopes, aspect, and topographical elements.*

**Keywords:** GIS, pedological maps, WRB classification, Topographic positions index, topographic elements

## INTRODUCTION

Soils are formed under the long-term influence of various pedogenetic factors, some of which mutually influence each other (parent rocks, relief, climate, living organisms, etc.) [11]. At the same time, the influence of, for example, relief, and in particular, of the absolute altitude on the process of pedogenesis cannot be overestimated, since it defines the rate of soils' formation or the depth of a profile of a particular soil type. At the same time, relief and topographic elements undoubtedly influence the redistribution of climatic factors and vegetation, which, in turn, also influence pedogenesis. [1].

Ialpug River's basin was studied and described from geographical and pedological points of view in the 70-80s, and the microregions of soil subtypes were identified [11, 13, 14]. Subsequently, the cartographic material from this period was used as the basis for the soil register of the Republic of Moldova [9].

At the same time, geographic information systems make it possible to automate the analysis of patterns of their distribution according to the relief as one of the pedogenetic abiotic factors. A similar analysis has already been carried out for the Larga river basin, Republic of Moldova [3], however, the relief elements were derived based on both slope and the aspect, deriving from the combination of these two derivations of the digital elevation model the main landforms according to the Iasi classification; soil types were defined according to the Romanian soil taxonomy system [6]. There have also been several researchers who have used the topographic location index in relation to soil types [5], parent rocks [10], or compared this method with the classical empirical method of determining topographic elements [8].

In this article, we will attempt to consider the relationship between the distribution of soil types and such pedogenetic factors as elevation, slope, aspect, and the main landforms (topographic location index, TPI). The research was carried out within the institutional research subprogram code 010801 "Increasing ecological security and resilience of geo-ecosystems to current environmental changes", financed from the State Budget.

**Description of the study area.** The studies were carried out in the Ialpug River's basin, which rises in the Southern Bâcul Plateau and flows into Lake Ialpug, which communicates with the Danube River. Approximately 60% of the area of the basin is occupied by the Steppe plain of Ialpug, slightly less than one third by the Forest-steppe hills of Tigheci.

Absolute altitudes vary from 0 to 313 meters (the maximum elevation point in the basin is situated in Forest-steppe hills of Tigheci), 86% of the area had elevations ranging from 50 to 200 meters. Flat and sloping areas of various aspects are occupying up to 96.8% of the territory, gentle (7-15 degrees)

and mild slopes (15-25 degrees) have predominantly western, northwestern, and northeastern orientation. Density and depth of relief fragmentation are 2 - 4 km/km<sup>2</sup> and 100 - 140 m respectively.

Most of the basin area (70%) is occupied by arable land; forests (oak, robinia) occupies only 7% of the basin's catchment area, located on watershed ridges in the form of groves, especially on the right bank; large areas are occupied by vineyards and to a lesser extent - by orchards; land unsuitable for agriculture is covered with steppe vegetation [4].

According to the State Hydrometeorology Service data, the average annual temperatures and average annual precipitation sums in the river basin are 10.83 degrees Celsius and 526.5 mm, respectively, and Comrat weather station demonstrates the lowest values of precipitation in the wettest month in the republic, 109 mm for 1991-2020.

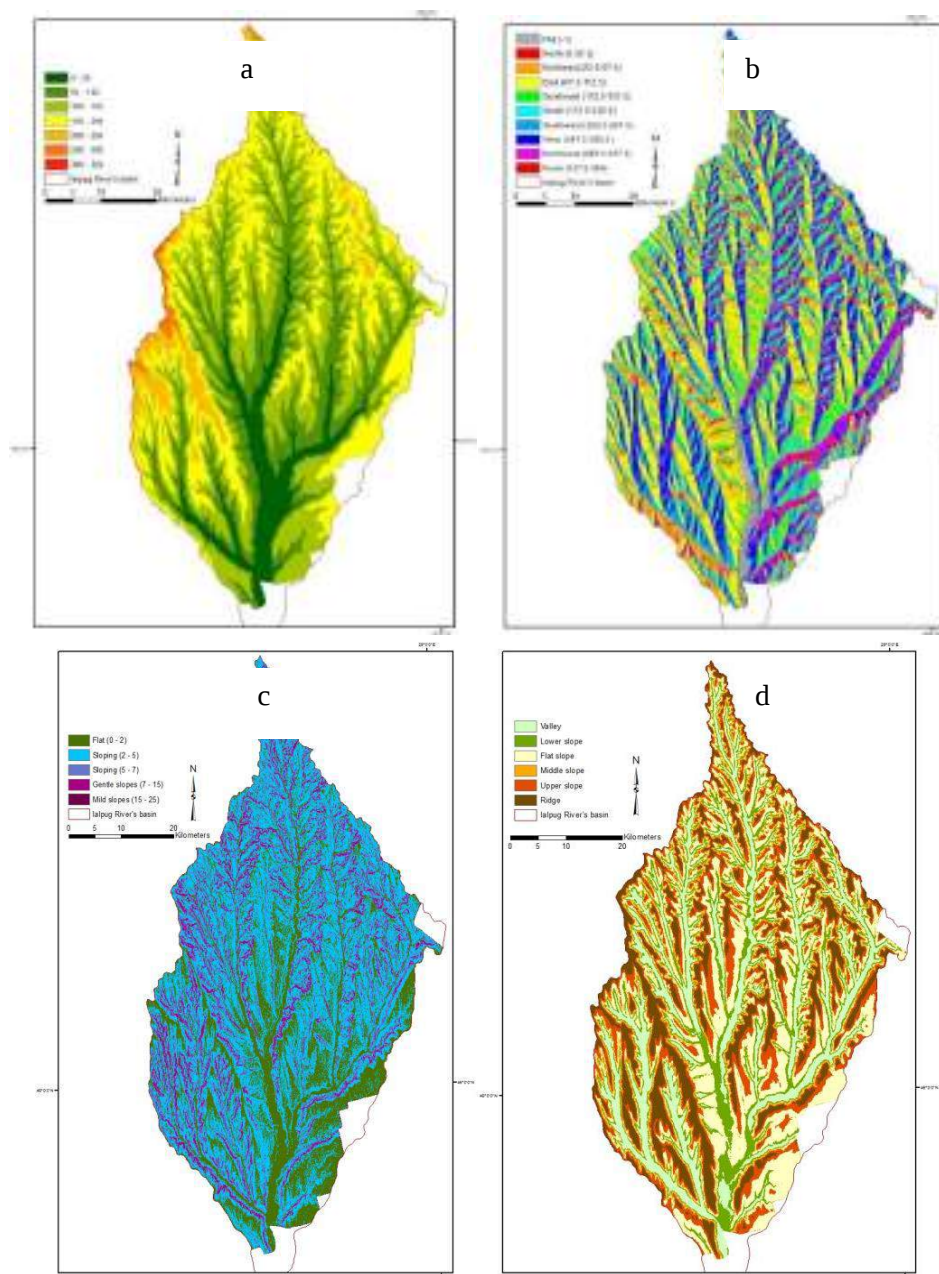
## MATERIALS AND METHODS

The soil map of the Ialpug River's basin was based on the geo-information system of the Soil Cadaster of the Republic of Moldova, developed by IPOT (Institutul de Proiectări pentru organizarea teritoriului) [9]. Soils were classified according to the World Reference Base (WRB) classification system, based on work in this area [11]. It should be noted that in this work we did not strive for a deeper differentiation of soil types according to WRB, but limited ourselves to the upper level of taxonomic types.

**Table 1. Landform classification using TPI.**

| TPI new class | TPI classification breaks                  | Topographical units |
|---------------|--------------------------------------------|---------------------|
| 1             | TPI < -SD                                  | Valley              |
| 2             | -SD < TPI < -0.5SD                         | Lower slope         |
| 3             | -0.5SD < TPI < 0.5SD, if slope ≤ 5 degrees | Flat slope          |
| 4             | -0.5SD < TPI < 0.5SD, if slope > 5 degrees | Middle slope        |
| 5             | 0.5SD < TPI < SD                           | Upper slope         |
| 6             | TPI > SD                                   | Ridge               |

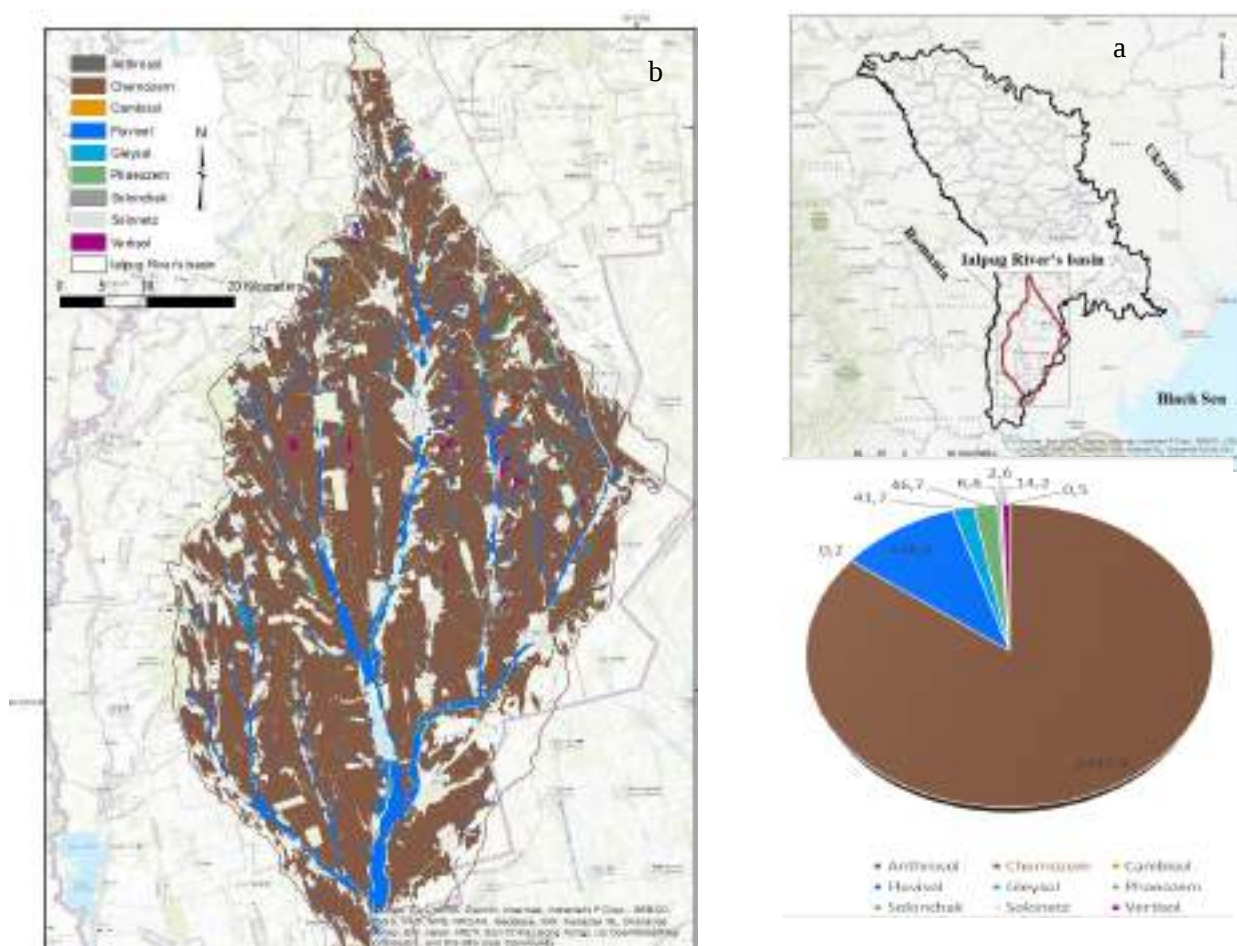
To model the geographic and geomorphological features of the Ialpug River's basin, we used the 25-meter resolution DEM and its first-order derivatives, Slope and Aspect (fig.1a, b, c). We also obtained the Topographic position index, TPI (fig.1 d). We applied the Weiss method [12] to determine the landforms, used Focal statistics with a sliding window of 3000 meters and DEM then identified the flat slope and middle slope using the MATH->Logical->Test and EqualTo toolkit.



**Fig. 1. (a) Elevation, (b) Aspect, (c) Slope (°), (d) TPI.**

## RESULTS AND DISCUSSIONS

According to the WBR classification we used, the predominant soil types are chernozems (CH); their share of the total area is 85.4%. Although we do not make that distinction here, it needs mentioning that chernozems, according to WBR, are further distinguished into calcic, haplic and luvic chernozems, all of these subtypes are present in the basin, with calcic chernozems being the most common type. Fluvisols (FL) take second place with a share of 9.9%. The remaining soil types, namely antrosols (AT), cambisols (CM), gleysols (GL), phaeozems (PH), solonchaks (SC), solonetz (SN) and vertisols (VR), account for 4.7% of the total area.



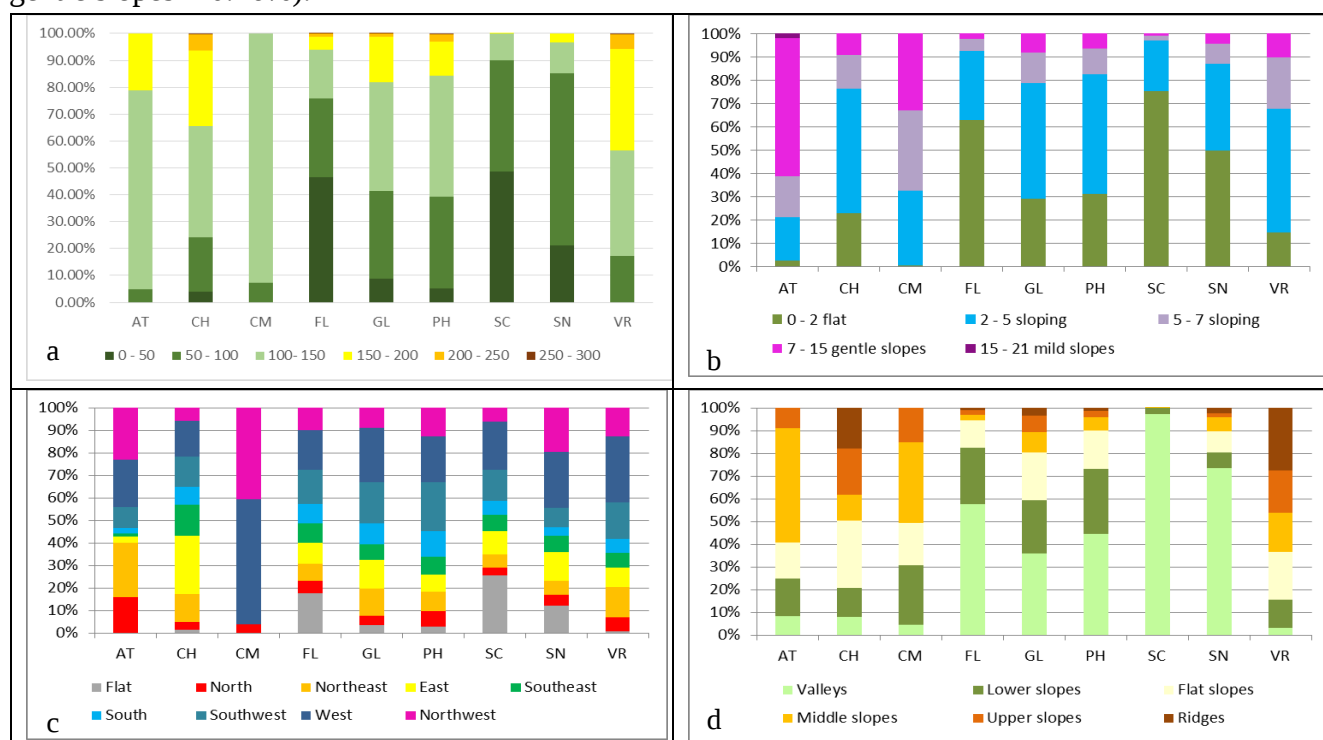
**Fig. 2. Study area delimitation (a); Pedological map of Ialpuș River's basin (b); Soil types' areas distribution within the basin, km<sup>2</sup>.**

The study area of the basin is dominated by heights from 100 to 150 m, which results in a relatively homogeneous soil layer with a clearly dominating soil type (chernozems) with a low tendency to layering.

Chernozem is represented both in interfluvies up to heights of 200-250 m, and on alluvial plains with heights not exceeding 50 - 100 m (fig.3a). The most pronounced height for its occurrence in the basin is 100-150 m. Fluvisol are predominantly (46.5%) represented at heights of 0-50 m. Solonchak and solonetz are mainly located in the lower part of the relief with elevations of up to 100 m. Vertisol, on the contrary, are located at slightly higher altitudes - from 150 to 250 m. Anthrosols were located only around the city of Comrat and its nearest neighboring areas, which explains the range of the altitudes they occur here (50-200 m).

The distribution of slopes classes in regard to the soils types demonstrates the following particularities: Chernozems, being the dominant soil type in the basin, are present at each slope class, 53.37% of slopes characteristic for it ranges from 2° till 5° (22.71% - flat, 14-64% - 5°-7°, 9.22% - gentle slopes, and 2034m<sup>2</sup> (0.06%) –at mild slopes). Cambisol, though occurs rarely in the basin, still has three distinct slope classes where it occurs, 2°-5° (32% of the total area of CM in the basin), 5° - 7° (35%) and 7° - 15° (33%). At least 80% of fluvisol, solonchak and solonetz are present at the slopes below 5°. Areas with mild slopes (15°-21°) are very scarce (only 4565 m<sup>2</sup>), present mostly at middle slopes upward to the ridges, and only 45% of their area is covered by soils studied by IPOT (2% of total anthrosol and 0.06% of total chernozems area). Gleysols and phaeozems have similar distribution on slope classes; nearly half of the area is on the 2-5° slopes (49.81% -GL; 51.26%-PH), approx. one third – on the flat

areas (28.84% -GL; 31.23% - PH), and more than 10% - on the 5-7° slopes (GL-13.27%; PH-11.07%). Distribution of vertisol (fig.3b) is practically similar to the chernozems (sloping – 75.07%; flat-14.46%; gentle slopes- 10.46%).



**Fig. 3. Soil types related to classes of altitude (a), slopes (b), aspects (c), landforms (d)**

If we consider the distribution of chernozems by the aspect classes, we will notice that a quarter of their area is facing east (25.87%), followed by west (15.97%), southeast and southwest (13.84% and 13.36% correspondingly), northeast (12.39%) and the rest of the classes (18.56%). This distribution pattern is close to the distribution of aspects in the basin as a whole, the standard deviation between the two is less than 3%, as chernozems are the dominant soil type in the basin. Fluvisol is almost equally either at the areas with no aspect (17.61%) or on the slopes facing west (17.48%) or southwest (15.44%) or other (49%). Antrosol, on the other hand, is the only soil type that is more frequently than other present on the slopes facing north (15.9%) and northeast (23.98%). Cambisols occur only at three aspects in Ialpu river basin: West (55.62%), northwest (40.55%) and North (3.84%). Gleysol and phaeozem, again, have similar distribution on the aspect classes: west and southwest aspects prevail for 42% of their area, followed by east and northeast (25% - GL; 16% - PH). Solonchak (fig. 3c) has highest rate of flat areas among the other soil types (25.42%), also being present on west (21.23%) and southwest- oriented slopes (13.93%). Solonetz, on the other hand, is more frequent on the western or northwestern slopes than on the flat plains (24.96%, 19.46% and 12.25% correspondingly). 58% of vertisol in the basin are situated on the western, southwestern and northwestern slopes, 13.47% - on the northeastern ones; the rest is present at 28%.

Since landforms generalize several properties of the relief, the distribution of soil types among landform types is most clearly visible. For example, 82% of the areas of fluvisol occur in valleys and lower parts of slopes, which is obvious given its predominant distribution at slope angles less than 5 degrees. It is also clearly visible that gleysol, phaeozem and solonchak also prefer valleys and the lower part of slopes (59, 73 and 100%, respectively). Approximately the same can be said about solonetz, with the only difference that 83% of their area falls on valleys and flat parts of the middle slope. Flat slopes are also the second largest landform for vertisol (20.99%), but this type is still most often found on ridges (27.6%). Both cambisols and antrosols are most often found on the middle parts of the slope (35.62 and 50.19%, respectively), and

secondarily - on the lower part of the slope (26.3 and 16.65%). Since chernozems occupy over 80% of the studied area of the basin, their distribution by landform types largely repeats the distribution of landforms themselves by area, however, chernozems are still more often found in the middle and upper parts of the slope.

## CONCLUSION

The studied territory of the Ialpuș River basin is a complex pedogeographical system, formed by numerous slope geomorphological processes, and has been sufficiently reclaimed (70% of the area is arable land). In this region, chernozem is the most common, second place is occupied by fluvisol.

We carried out an initial assessment of the pedogeographical and geomorphological features of the Ialpuș river's basin. We compared various derivatives from a digital elevation model, the topographic position index has proven to be the best method for assessing how abiotic factors condition pedogenesis. Clear patterns were found between the distribution of soil types according to the WRB classification and topological elements determined using the Weiss method. We consider that the shift from the soil classification system from the Republic of Moldova to the classification system of soils according to the World Reference Database of Soil Resources will contribute to the spread of information on the soils of the Republic of Moldova at the international level; the obtained pedological map of Ialpuș River's basin can now be correlated with the Soil Map of the World.

## BIBLIOGRAPHY

1. BARBU, N. Geografia solurilor României, Centr. Multipl. Univ. „Al. I. Cuza”, Iași, 1987, 223 pp.
2. BOBOC, N. Probleme de regionare fizico-geografică a teritoriului Republicii Moldova, In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, 2009, nr. 1(307), pp. 161-169. ISSN 1857-064X
3. BUNDUC, T. Relații pedo-geomorfologice în bazinul hidrografic Larga (Colinele Tigheciului), Impressum, Chișinău, 2021, pp. 49-50, 122-127. ISBN 978-9975-62-440-4.
4. CAZAC, V., MIHAILESCU, C., BEJENARU, Gh., GÂLCĂ, G. Resursele acvatice ale Republicii Moldova- Apele de suprafață. Chișinău, Î.P.S. Știința, 2007, 248 p.
5. DENGIZ, O, KIZILKAYA, R, GOL, C, HEPSEN, S. Effects of Different Topographic Positions on Soil Properties and Soil Enzymes Activities, Asian Journal of Chemistry, Vol. 19, No. 3 (2007), pp. 2295-2306
6. FLOREA, N, MUNTEANU, I. Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS), Editura Sitech, Craiova, 2012, 206 p.
7. Harta litologică. In: Atlas factorii naturali și antropici de risc. Red.: Sirodoev, G. Impressum, Chișinău, 2019, p. 13
8. MOKARRAM, M, HOJATI, M. Comparison of landform classifications of elevation, slope, relief and curvature with topographic position index in South of Bojnord. Ecopersia, 2016, 4 (2): 1343-1357
9. Sistemul informațional "Registrul solurilor Republicii Moldova", IPOT, [soluri.md](http://soluri.md) (accesat 25 februarie 2024)
10. SKENTOS, A. Topographic position index based landform analysis of Messaria (Ikaria island, Greece), Acta Geobalcanica, 4-1, 2018, pp. 7-15 ISSN : 1857-9833.
11. URSU, A. Solurile Moldovei, Î.P.S. Știința, Chișinău, 2011, pp. 23-50
12. Weiss, A. Topographic Position and Landforms Analysis, In Proceedings of the Conference Poster, ESRI International User Conference, San Diego, CA, USA, 9–13 July 2001. 17 pp.
13. Крупеников, И., УРСУ, А. Почвы Молдавии, т. 2. Кишинев, Штиинца, 1985, 240 с.
14. УРСУ, А. Почвенно-экологическое микрорайонирование Молдавии, Кишинев, Штиинца, 1980, 208 с.

# REPERE METODOLOGICE ȘI APLICATIVE PRIVIND TIPOLOGIA ȘI EVALUAREA COMPLEXĂ A SERVICIILOR ECOSISTEMICE

CZU: 574.4/.5:533.3/9

<https://doi.org/10.53380/eco25.06>

BACAL Petru, ORCID: 0000-0003-4262-1553

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract:** *The evaluation of ecosystem services is a primary imperative of interdisciplinary scientific research, which aims to identify the complex benefits of natural components and processes on socio-economic activities, as well as the natural and monetary losses caused by the non-compliant exploitation of ecosystem products and services. The main subjects analysed in this article are: 1) the conceptual approach to the integral value of ecosystem services and their typology; 2) analysis of the methodology for estimating the integral value of ecosystem products and services; 3) estimation of the integral value of forest ecosystem services and its components, the degree of their estimation and capitalization.*

**Cuvinte cheie:** servicii ecosistemice, metodologie, valori, resurse

## INTRODUCERE

Conceptul serviciilor ecosistemice reprezintă o nouă abordare a importanței complexe a componentelor, proceselor și fenomenelor naturale și relațiilor funcționale și spațiale ale acestora pentru menținerea echilibrului ecologic dinamic al biosferei, pentru activitățile socio-economice și implementarea obiectivelor dezvoltării durabile. În plus, evaluarea monetară a serviciilor ecosistemice scoate în evidență interdependențele dintre societatea umană și funcțiile complementare ale ecosistemelor, valoarea integrală a ecosistemelor, inclusiv valoarea de utilizare, valoarea de conservare și intrinsecă a acestora, raportul dintre beneficiile diverselor servicii ecosistemice.

Subiectele principale abordate în prezentul articol sunt : 1) abordarea conceptuală a valorii complexe (integrale) a serviciilor ecosistemice și tipologiei acestora; 2) analiza metodologiei de estimare a valorii integrale a produselor și serviciilor ecosistemice; 3) estimarea valorii integrale a serviciilor ecosistemelor forestiere și a componentelor ei, gradului de estimare și valorificare a acestora.

Rezultatele cercetărilor prezentate în acest articol au fost obținute în cadrul studiilor analitice elaborate de autor la acest subiect [4, 6] și completate în cadrul Proiectului (Subprogramului) 010801 „Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu” implementat de Institutul de Ecologie și Geografie al Universității de Stat din Moldova.

## MATERIALE ȘI METODE

Principalele materiale folosite la elaborarea prezentului studiu au fost: Rapoartele și seriile de date ale Agenției Moldsilva privind managementul fondului forestier de stat și veniturile întreprinderilor silvice și silvo-cinegetice subordonate [3], materialele Institutului de Cercetări și Amenajări Silvice (ICAS), Anuarele Inspectoratului pentru Protecția Mediului (IPM) și subdiviziunilor sale teritoriale, Rapoartele privind evaluarea biodiversității în Republica Moldova, studiile analitice în domeniu [7-8, 10], în special pentru serviciile ecosistemelor forestiere [12].

Pentru estimarea valorii integrale a resurselor forestiere au fost utilizate rezultatele aplicării de către ICAS a metodologiei elaborate de grupul de autori coordonat Robert Costanza și aplicată pentru ecosistemele forestiere și agricole din zona temperată [7]. Spre deosebire de metodologiile tradiționale anterioare, bazate pe estimarea valorii economice directe, metodologia respectivă scoate în prim plan valoarea economică indirectă și valoarea de conservare, fiind recomandată ca indicator sintetic de

evaluare a pădurilor cu funcții prioritare de protecție.

În Republica Moldova, au fost elaborate un număr redus de studii asupra serviciilor ecosistemice și evaluării monetare a acestora. Majoritatea studiilor existente se referă la evaluarea serviciilor ecosistemelor forestiere, printre care menționăm cele realizate de Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice în colaborare cu Direcția Biodiversitate a autorității centrale de mediu, asupra rezervațiilor științifice (naturale), Agenția Moldsilva și Centrul Analitic Expert Grup – aprecierea funcțiilor, produselor și serviciilor ecosistemelor forestiere [6]; I. Platon – evaluarea economică a fondului silvic de stat [12]. Evaluarea complexă a serviciilor ecosistemice a fost efectuată în cadrul rapoartelor naționale de evaluare a biodiversității și de implementare a Strategiei Naționale privind Diversitatea Biologică, studiilor elaborate de către Societatea „Biotica” [2], V. Miron [10]. Tipologia utilizată pentru serviciile ecosistemice este conformă clasificării „The Common International Classification of Ecosystem Services” (CICES) și recomandărilor Grupului de lucru de la nivel european pentru cartarea și evaluarea serviciilor ecosistemice Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES, 2013-2020) [9], în funcție de prioritățile declarate pentru anumite categorii de servicii, precum și de acoperirea/utilizarea terenurilor.

Conform Gidului de evaluare rapidă a serviciilor ecosistemice [1], sunt 3 etape distincte în evaluarea serviciilor ecosistemice: 1) Identificarea serviciilor ecosistemice; 2) Ierarhizarea importanței serviciilor ecosistemice; 3) Stabilirea valorii monetare a serviciilor ecosistemice.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

**Conținutul produselor și serviciilor ecosistemice.** Produsele ecosistemice includ producția biologică sumară, vegetală și animală (tabelul 1), verigile și lanțurile trofice diversitatea biologică și fondul genetic, producția de oxigen și stocarea de carbon, formarea solului, precipitațiile atmosferice, acumularea și depozitarea apei dulci, produsele biogene, produse agricole și piscicole, produse lemnoase și accesorii, produsele cinegetice, produsele farmaceutice etc.

**Tabelul 1. Tipologia serviciilor ecosistemice**

| Servicii de aprovizionare<br>Produse obținute din ecosisteme                                                                                                                                                                                                | Servicii culturale<br>Beneficii nemateriale obținute din ecosisteme                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Biomasa vegetală și animală<br>produsele biogene și bioinerte (solul, mâlul organic, turba, apele freatice,<br>Produse agricole și piscicole, produse lemnoase<br>produsele cinegetice<br>Produsele farmaceutice<br>Apă potabilă și tehnologică             | Recreere și eco-turism<br>Diversitatea culturală<br>Valori spirituale și religioase<br>Valori instructiv-educative<br>Valori estetice<br>Valori de moștenire culturală                                                                   |
| Servicii de reglementare de reglementare a proceselor biotice și abiotice a ecosistemelor                                                                                                                                                                   | Servicii de asistență sau de suport                                                                                                                                                                                                      |
| Reglementarea climei<br>Reglementarea apei<br>Menținerea calității aerului<br>Reglementarea eroziunii<br>Purificarea apei și tratarea deșeurilor<br>Reglementarea maladiilor umane<br>Control biologic<br>Prevenirea și reglementarea hazardurilor naturale | Fluxul de energie,<br>Fotosinteza<br>Circuitul substanțelor în Natură<br>Producerea oxigenului atmosferic<br>Formarea și conservarea solului<br>Asimilarea și stocarea carbonului<br>Ciclul nutritiv; Ciclul apei<br>Oferirea de habitat |

Sursa: adaptare după R. Constanza, 1997, Evaluarea Ecosistemelor Mileniului, 2005.

Serviciile asigură circuitul substanțelor și fluxul de energie în natura, asimilarea efectelor nocive și distructive, reglementarea și reziliența climatică, conservarea solului, prevenirea eroziunilor și alunecărilor, reglementarea regimului pluviometric și hidrologic, controlul biologic, polenizarea,

activitățile turistice și recreaționale, activității balneare, asigurarea confortului de trai. Valoarea integrală a ecosistemelor reprezintă valoarea sumară a acestor produse și servicii.

Funcțiile ecosistemului reflectă capacitatea acestuia de a furniza produse și servicii ecosistemice. Produsele și serviciile ecosistemice sunt derivate din funcțiile ecosistemelor exprimate în substanță, energie și informație asimilată și utilizată de componentele ecosistemelor. Specia umană posedă atât capacitatea de asimilare directă (endosomatică) a produselor și serviciilor ecosistemice (nutriția, accesul la aer și apă curate, sănătate, valori estetice și culturale, confort de trai), cât și indirectă (exosomatică) cu ajutorul echipamentelor tehnice folosite în minerit, agricultură, industrie, transporturi etc. Rolul complex al serviciilor ecosistemice pentru natură și societate este determinat de 3 funcții complementare realizate simultan: funcțiile ecologice, sociale și economice.

Funcțiile ecologice reflectă locul și însemnătatea componentelor ecosistemice în biosferă și în învelișul fizico-geografic [6, p. 39-41]. Ecosistemele generează un ansamblu de produse biotice, biogene și bioinerte și servicii ecologice de o mare însemnătate pentru reproducerea și integritatea biosferei terestre și care redau valoarea ecologică și intrinsecă indiferent de apreciere obiectivă sau subiectivă a omului. Unele funcții ecologice pot avea și o valoare de utilizare directă sau indirectă, în special productivitatea biologică, capacitatea de asimilare a mediului, regenerarea componentelor biotice, formarea solului, stoparea eroziunilor și alunecărilor de teren, odihna și recreația populației.

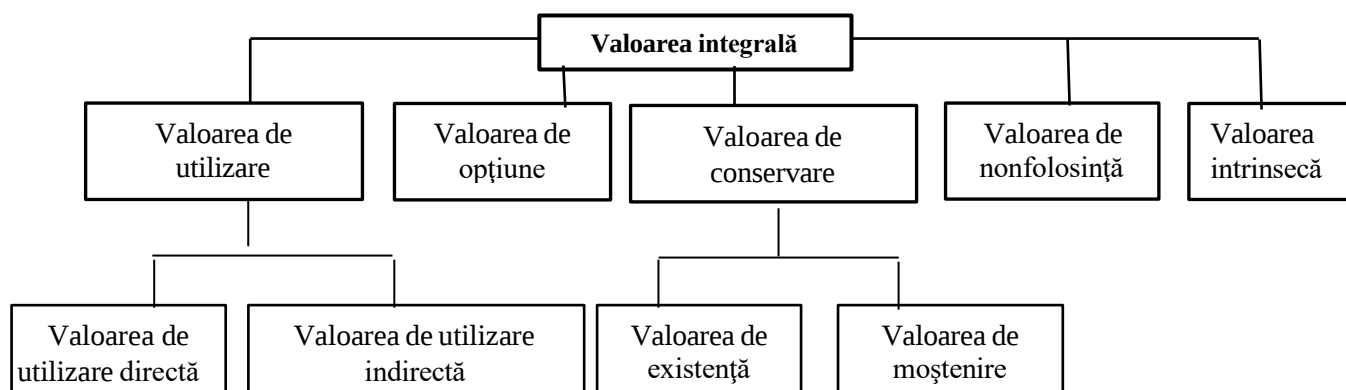
Funcțiile economice reflectă contribuția directă și indirectă a ecosistemelor la dezvoltarea diverselor activități economice și beneficiile derivate ale acestora. Funcțiile economice directe reflectă contribuția ecosistemelor la aprovizionarea procesului de producție și consum, în special în agricultura, piscicultură, silvicultură, ecoturism, la sporirea veniturilor și formarea bugetului de stat și local. Aceste contribuții formează valoarea economică directă, care poate fi ușor exprimată și în indici monetari. Foarte important este aportul ecosistemelor la economia locală. Prin exploatarea masivă și ilicită a suprafețelor miniere, agricole, silvice de către marile companii transnaționale, se exporta masiv produsele și veniturile obținute, iar populația locală este frecvent ignorată.

Funcțiile economice indirecte constau în neutralizarea efectelor nocive ale poluării, diminuarea riscurilor climatice, alunecărilor de teren și eroziunilor, aprovizionarea cu apă a comunităților locale etc. Aceste servicii naturale nu participă nemijlocit la alimentarea procesului de producție, nu trec prin tranzacțiile pieței și nu au o expresie monetară bine definită, însă realizarea insuficientă a acestor funcții condiționează costuri suplimentare pentru diverse activități economice și populație.

Realizarea funcțiilor sociale și economice însoțite de utilizarea produselor și serviciilor nu trebuie să depășească capacitățile de reproducere și de restabilire a ecosistemelor. Realizarea funcțiilor sociale și economice însoțite de utilizarea produselor și serviciilor ecosistemice nu trebuie să depășească capacitățile de reproducere, de restabilire și dezvoltare continuă a ecosistemelor. **Funcțiile sociale** ale ecosistemelor, și în mod special al celor forestiere pot fi privite sub 3 aspecte principale: 1) primatul utilității sociale; 2) deservirea populației; 2) crearea locurilor de muncă și satisfacerea necesităților locale. Funcțiile sociale au valoare de utilizare, precum și o valoare de moștenire specifică, deoarece vizează patrimoniul generațiilor viitoare. De asemenea, prioritatea utilității sociale a ecosistemelor forestiere presupune accesul liber și proprietatea publică asupra terenurilor, produselor și serviciilor ecosistemice. În plus, funcțiile ecologice au o însemnătate socială primordială. Renta obținută de la exploatarea resurselor naturale calitative și economiile poluatorilor generate de folosirea capacității de asimilare a mediului trebuie să fie redistribuite în folosul societății, în special pentru a asigura măsurile necesare de protecție a pădurilor, de realizare a funcțiilor sociale și ecologice ale acestora. Funcțiile de deservire a populației realizate prin intermediul ecosistemelor forestiere sunt: odihna și recreația populației, funcția balnear-curativă, estetică și spirituală, cognitivă generală și științifică. Aceste funcții sunt determinate de modul și nivelul de trai al populației și factorii lor determinanți, precum

nivelul veniturilor, timpul liber, preferințele individuale, structura de vârstă. Funcțiile sociale asigură satisfacerea unor nevoi umane importante, dar care sunt plasate în categoria ierarhică pe poziții secundare în raport cu nevoile primare de hrană, locuință, energie etc, care sunt asigurate, în mare măsură, prin recoltarea și valorificare produselor agricole și lemnoase. Prin urmare, în pofida importanței majore a acestor funcții, în statele cu venituri reduse ele sunt ignorate, într-o mare măsură, deoarece se acordă prioritate satisfacerii nevoilor primare prin exploatarea produselor ecosistemice, în special a ecosistemelor agricole și silvice. Sectorul silvic sau piscicol creează locuri permanente și sezoniere de lucru, în special la lucrările de recoltare a produselor silvice accesorii, de igienă a pădurii și salubritate a spațiilor de agrement, asigură necesitățile de hrană ale populației locale cu venituri reduse, suplinesc bugetele locale, dezvoltă meșteșugurile populare și valorifică patrimoniul cultural și turistic la destinații, reduce intensitatea migrației.

Conceptul valorii integrale reprezintă suportul metodologic principal al valorificării și gestionării complexe și durabile a ecosistemelor și biodiversității. evaluarea complexă a costurilor și beneficiilor generate de ecosisteme se axează pe complementaritatea criteriilor eficienței economice, echității sociale și protecției mediului. Aplicarea în practică a conceptului valorii integrale a fost impulsionată de diminuarea considerabilă a bazei de resurse naturale, de intensificarea proceselor distructive ale mediului natural, reducerea capacității de asimilare a mediului, precum și de angajamentele asumate de țările semnatare ale Agen dei XXI de la Rio (5 iunie 1992).



**Figura 1 Structura valorii integrale a potențialului natural**

Sursa: elaborat de autor după P. Перелет [13].

Valoarea integrală (totală) a serviciilor ecosistemice este condiționată de varietatea și complexitatea funcțiilor acestora, a costurilor și beneficiilor utilizării lor. Valoarea integrală a produselor și serviciilor ecosistemice include: valoarea de utilizare, valoarea de opțiune, valoarea de nefolosință și valoarea intrinsecă (figura 1). *Valoarea de utilizare* (economică) reflectă gradul de utilitate, de întrebuințare directă (prin consumul nemijlocit din Natură) sau indirectă (prin intermediul valorificării manufacturale sau industriale) a produselor și a serviciilor ecosistemice în diverse activități socio-economice [4, p. 64-68]. Valoarea economică directă, inclusiv în expresie monetară, se estimează, cu precădere pentru serviciile de aprovizionare și serviciile culturale (în cazul turismului și agrementului organizat (contra plată) incluse în raportarea statistică). Valoarea de utilizare directă a serviciilor ecosistemice se poate stabili prin intermediul metodelor de evaluare directă, care constau în estimarea cheltuielilor și a veniturilor de la posesia, valorificarea și asigurarea reproducerii produselor și serviciilor ecosistemice (produsele agricole vegetale și animale, produsele piscicole, masă lemnoasă, produse cinegetice și accesorii, materia primă pentru diverse produse industriale, renta terenurilor, serviciile turistice și de agrement). Cele mai practicate metode de utilizare directă sunt: metoda rentei, inclusiv a rentei diferențiate și absolute, metoda cheltuielilor de exploatare și reproducere a resurselor naturale, metoda analizei cos-beneficiu sau cost eficiență.

Cele mai utilizate *metode de evaluare indirectă* sunt: 1) metoda valorii de conservare – stabilirea prețului (normativ sau comercial) serviciilor de purificare realizate de o anumită suprafață de pădure conservată, care poate fi scoasă din uzul respectiv; 2) metoda drepturilor de poluare exprimată prin cuantumul taxelor pentru emisii, prețul permiselor negociabile de emisii sau a stocărilor de carbon [4, p. 68-72]; 3) metoda cheltuielilor de transport, derivate din vizitarea spațiilor forestiere cu funcții recreaționale și ecoturistice; 4) evaluarea contingentelor, realizată în baza unor sondaje a populației locale, cu referință la preferințele pentru categoriile de folosință și regimul de utilizare a zonelor și obiectelor naturale de interes public; 5) valoarea imobiliară, exprimată prin prețul imobilelor din zona respectivă.

*Valoarea de utilizare indirectă* reflectă beneficiile generate ecosistemele naturale, în special de ecosistemele silvice către alte sectoare și activități, precum agricultura, industria alimentară, turism, ocrotirea sănătății etc. Valoarea economică indirectă este utilizată, cu precădere pentru evaluarea serviciilor de asistență și a serviciilor de reglementare, a serviciilor culturale.

*Valoarea de conservare* reflectă sacrificiul, plata oferită în prezent pentru conservarea componentelor și funcțiilor complexe ale mediului. Valoarea de conservare include valoarea de existență și valoarea de moștenire. Valoarea de existență exprimă disponibilitatea și capacitatea de a plăti în prezent pentru utilizarea viitoare a funcțiilor economice indirecte și a celor ecologice. Valoarea de existență pune accentul pe rolul mediului și componentelor sale în menținerea echilibrului ecologic dinamic în ecosistemele naturale și antropizate. Astfel, sarcina principală a estimării valorii de existență constă în argumentarea teoretică și practică a conservării și ameliorării ecologice a habitatelor și a ecosistemelor naturale cu o diversitate ecologică bogată și unică. Valoarea de moștenire reflectă disponibilitatea și capacitatea de a plăti în prezent, pentru conservarea și utilizarea complexă a tuturor funcțiilor și componentelor naturale în viitor. Obiectivul acestei evaluări este păstrarea capacităților generațiilor viitoare de a beneficia integral de serviciile ecosistemice.

Valoare de non-folosință exprimă beneficiul rezultat în urma satisfacerii anumitor ne umane, fără utilizarea directă sau indirectă a produselor și serviciilor ecosistemice. De exemplu, vizionarea cuibăritului sau a „dansurilor” nupțiale la păsări, a delfinilor, a unor fenomene extraordinare, precum aurorele boreale, eclipsele solare și selenare, cascadele și defileurile spectaculoase etc.

Serviciile ecosistemice posedă o valoare intrinsecă, indiferent de aprecierea subiectivă sau obiectivă a omului. Această valoare derivă din importanța funcțională a componentelor și proceselor naturale pentru circuitele geochimice, fluxurile de energie și rețelele trofice ale ecosistemelor și biosferei terestre. Cu atât mai mult, fiecare component natural ocupă un loc funcțional, bine definit în ecosistem, iar afectarea sau dispariția lui va provoca reacții în lanț de distrugere a ecosistemului.

Conform evaluărilor făcute de echipa de cercetare condusă de R. Constanza, 1ha de pădure valorează 141 \$/an din punct de vedere al contribuției la reglarea climei, 361 \$/an – pentru funcția de reglare a circuitelor naturale, 96 \$/an – pentru funcția antierozională, 66 \$/an – pentru funcția de recreare și 168 \$/an – pentru producția de lemn [7]. De asemenea, conform rapoartelor „Evaluarea Ecosistemelor Mileniului” [8], valoarea economică a serviciilor oferite de ecosisteme la nivel global a fost estimată între 16-54 trilioane USD/anual. Valorile au fost calculate luând în considerare serviciile oferite de ecosisteme (producția de hrană, materii prime, controlul climei și al gazelor atmosferice, circuitul nutrienților și apei, controlul eroziunii, formarea solului etc.). Valoarea medie a serviciilor oferite de ecosisteme (35 trilioane USD/anual) este aproape dubla față de produsul brut nivel mondial, estimat în același studiu la 18 trilioane USD/anual. Raportul privind evaluarea economică a ecosistemelor și biodiversității la nivel internațional (2008) estimează că pierderea anuală a serviciilor ecosistemice reprezintă echivalentul a 50 de miliarde EURO, iar până în anul 2050 pierderile cumulate se vor ridica la 7% din PIB. Ca urmare a intensificării proceselor

erozionale și a riscurilor climatice, sporirii numărului de specii și habitare periclitată a sporit semnificativ și valoarea categoriilor respective de păduri, care necesită o reevaluare adecvată corespunzător situației actuale.

Pierderile de servicii ecosistemice sunt cauzate atât de amploarea activităților miniere și manufacturiere, activităților agricole, silvice, transporturi etc., bazate pe un consum masiv de produse și servicii ecosistemice, dar și de gradul de adaptare la procesele naturale nefavorabile (secete, inundații, seisme și alunecări de teren etc.) tot mai frecvente și intense în ultimul timp. În plus, atât pierderile de servicii ecosistemice, cât și pierderile materiale pot fi prevenite și atenuate semnificativ prin amenajarea ecologică corespunzătoare a teritoriului și respectarea cerințelor în domeniu, în special plantarea fâșiilor forestiere de protecție din zonele riverane, restabilirea zonelor.

## CONCLUZII

1. Scopul principal al implementării conceptului valorii integrale a ecosistemelor și resurselor naturale constă în valorificarea complexă și durabilă a acestora, perfecționarea cadrului de politici în domeniu, prevenirea efectelor distructive asupra mediului și activităților umane;

2. Sunt delimitate 4 grupe de servicii ecosistemice: 1) de aprovizionare; 2) de reglementare; 3) culturale; 4) de asistență. Serviciile ecosistemice derivă din funcțiile acestora și însemnătatea lor pentru dezvoltarea componentelor ecosistemice și umane.

3. Prin studii de evaluare complexă a serviciilor ecosistemice se poate de majorat semnificativ numărul și aria de aplicare a proiectelor de sechestrare a carbonului, de conservare a biodiversității, de restaurare a terenurilor degradate, combatere a alunecărilor și eroziunilor, de adaptare la schimbările climatice, care pot valorifica fondurile de asistență internațională.

## BIBLIOGRAFIE

1. Adamescu M., Bucur, M., Giuca, R. et al. Ghid pentru evaluarea rapidă a serviciilor ecosistemice. București, 12 septembrie 2016 - DRAFT, versiunea 01. 50 p. Disponibil online:
2. Andreev, A., Cazanțeva, O., Munteanu, A. et al. Societatea Ecologică "Biotica", Sectorul forestier și serviciile ecosistemice - ENPI FLEG II în Republica Moldova. Ch.: Elan Poligraf. 2017. 240 p.
3. Agenția Moldsilva. Activități. Valorificarea pădurii. Disponibil online la: <https://www.moldsilva.gov.md/pageview.php?l=ro&idc=192&t=/Activitati/Valorificarea-padurii/Produse-lemnase&#idc=191&>
4. Bacal, P. Economia Protecției Mediului. (Note de curs). Chișinău: ASEM, 2007. 410 p.
5. Bran, P. Economia valorii. Chișinău: Știința 1991, 140 p.
6. Budianschi, D., Guțan, I., Bacal, P., Galupa, D., Ermurach, V. Eficiența și transparența utilizării resurselor fondului forestier. Centrul Analitic Independent „Expert Grup”. Chișinău, 2013. 88 p.
7. Constanza, R. et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital, Nature. Vol. 387, 15 may 1997. Disponibil la: [http://www.esd.ornl.gov/benefits\\_conference/nature\\_paper.pdf](http://www.esd.ornl.gov/benefits_conference/nature_paper.pdf).
8. Evaluarea Ecosistemelor Mileniului, 2005, 2008. Disponibil online: <http://www.maweb.org/en/index.aspx>
9. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment. 2020. Disponibil online: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC120383>
10. Miron, V. Valoarea economică a biodiversității și a serviciilor ecosistemice. Chișinău: Master Print, 2019, 72 p.
11. Popa, B. Valoarea economică a serviciilor ecosistemice în Republica Moldova. Planificarea națională în domeniul biodiversității pentru a susține implementarea Planului Strategic al CDB 2011-2020 în Republica Moldova Proiect de raport final, mai 2013.
12. Platon, I. Metode de evaluare economică a resurselor forestiere. Teza de doctor în științe economice. Chișinău: ASEM, 2014.
13. Перелет, П. Экономика и окружающая среда. Англо-русский словарь-справочник. М., 1996.

# CLIMATE CHANGES AND AGRICULTURAL RESILIENCE. VITICULTURE IN NORTHERN EUROPE

CZU: 551.581:502.62:634.8

<https://doi.org/10.53380/eco25.07>

PARASCHIV Viorel<sup>1,3</sup>, ORCID 0009-0003-4065-6290  
CORDUNEANU Flaviana<sup>2,4</sup>, ORCID 0009-0009-2473-0327  
VOICU Cristina-Georgiana<sup>1,5</sup>, ORCID 0000-0001-9299-6551

<sup>1</sup>Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași

<sup>2</sup>Universitatea de Științe Viticole „Ion Ionescu de la Brad” din Iași

<sup>3</sup>Liceul Tehnologic Economic de Turism

<sup>4</sup>Școala Gimnazială „George Călinescu” din Iași

<sup>5</sup>Școala Gimnazială „Titu Maiorescu” din Iași

**Abstract.** *Climate change and the increase in warming in Europe over the last 30 years have caused visible improvements in all economic sectors, including agricultural activities, industry, and services. Gradually, the cultivation of vines has spread to higher latitudes in Northern Europe, where, in the last 50 years, only wine importers were previously identified. The limit of vine cultivation now exceeds the latitude of 59° in Northern Europe, particularly in Norway and Sweden. Our retrospective tracks the changes in the agricultural landscape in four countries: Great Britain, Sweden, Denmark, and Norway. It also provides a medium-term forecast of grape and wine production.*

**Keywords:** climate changes, warming, greater latitudes, vine culture, agricultural landscape

## INTRODUCTION

The agrarian alterations induced by global climate change are extensive, with various mid-latitude crops now thriving far to the north of the continent. Vine cultivation is expanding in all the analyzed countries, but real economic returns have been identified only in the UK and Sweden. Agricultural investors who took risks and studied oenology, particularly in France, have brought vine cultivation to high latitudes in Great Britain and Scandinavia, acclimatizing new and resistant varieties to current environmental conditions.

This new agricultural activity is happily complemented by agrotourism and oeno-tourism, with many wineries offering integrated tourism services. Climate change has caused significant spatial shifts in international vineyards recognized across Europe, with areas once considered optimal for certain varieties becoming increasingly problematic for growers. In continental Europe, the heat has caused faster ripening of grapes, resulting in more alcoholic and less balanced wines if they are left to ripen longer. This is why many Scandinavian and British agricultural areas are now approaching an oenological optimum for many traditional varieties of Central Europe.

## MATERIAL AND METHODS

The study is based on classical research methods that use the principle and practice of historicism and scientific actualism following the geographical location and the spatial and temporal evolution of this culture in the studied areas. We have tried to demonstrate the direct correlation between global and regional climate changes and a permanent agricultural crop, which ensures a higher profit worldwide compared to other annual crops. We also carried out a cross-investigation about the domestic media of the analyzed states to establish the dominant vines in Great Britain and Scandinavia, based on extremely limited bibliographic material and, in many cases, commercial information. We established the fact that in the current phase the vineyards are integrated into complex economic activities, which is why oenological tourism is in great demand.

## RESULTS AND DISCUSSION

**Great Britain** expects the area occupied by vineyards to double over the next ten years, driven by the growing demand for its sparkling wines. The reduction of oceanic influence, decreased summer cloudiness, and prolonged seasonal sunshine are noticeable on the southern, southwestern, and eastern sides of Britain (the coastal area from the North Sea to East England and Kent; Eastern Channel – Sussex, Hampshire, and Surrey – see figure 1). The existence of a significant precipitation deficit and drought is beneficial during the ripening period of vine crops. In the southeast of England (Kent, East and West Sussex, Surrey, Hampshire, and the Isle of Wight – see figure 2), there are 1,500 hectares of commercial vineyards. In this region, varieties specific to the Champagne area are cultivated: Chardonnay, Pinot Noir, and Pinot Meunier. In the southwest, there are some small plantations in Wales.



Figure 1 – 2 Viticulture in England: wine regions and commercial advertising  
(Source: <https://winefolly.com/deep-dive/all-about-english-wine/>)

The statistics of recent years show that 71% of the production in England and Wales is sparkling wine. The predominant variety grown for red wine is Pinot Noir, which accounts for 31.5% of the total planted area. Among the famous wineries catering to the British market, we mention:

- **Breaky Bottom Winery:** Established in 1974 in a secluded area of the Sussex Downs, this winery was founded based on the owner's intuition about the local climate evolving to resemble that of the Champagne region and the Loire Valley. The winery produces high-quality white sparkling wines.
- **Nyetimber Winery:** Also located in the Sussex Downs, Nyetimber covers a small area. The first crops were planted around 30 years ago to produce sparkling wines. In 2018, Nyetimber won first place at the International Wine Challenge. It was the first time in the history of oenology that the award was won by a sparkling wine from outside the Champagne region of France.
- **Bolney Winery:** Specializing in the production of red wines, Bolney Winery in Sussex produces a light and aromatic Pinot Noir as well as a sparkling red Cuvee Noir. Opened in 1972, it is one of the oldest wineries in England. Bolney also started growing white grapes and now cultivates nine varieties of red and white grapes. Quality wine is mainly obtained due to the soil's ability to retain the required heat for red wines.
- **Camel Valley Winery:** Located in Cornwall in the southwest of England, Camel Valley Winery has produced award-winning wines since 1989. The vineyard stretches along the Camel Valley, benefiting from favorable solar exposure and soils rich in carbonates. The winery is known for its

Cornish Brut sparkling wine and Pinot Noir Rosé Brut, but it also produces other types of white and rosé wines.



**Figure 3 Latitudinal advancement of English viticulture after 2015**

(Source: [www. https://www.mediafax.ro/economic/financial-times-zece-grafice-care-descriu-anul-2019-efectele-brexit-schimbarile-climatice-relatiile-sua-china-si-automatizarea-18681320](https://www.mediafax.ro/economic/financial-times-zece-grafice-care-descriu-anul-2019-efectele-brexit-schimbarile-climatice-relatiile-sua-china-si-automatizarea-18681320))

In Wales, there are currently 30 significant vineyards that have also achieved important awards at the *International Wine Challenge*. The most prominent Welsh vineyard is Llanerch, located in the Vale of Glamorgan near Cardiff, which has been producing quality wine since 1986. Llanerch produces a total of 5 varieties of wine: a brut sparkling wine, a Blush, a slightly sweet rosé, a dry white wine, and an “off dry” wine, which is dry but slightly sweetened and flavored. Guided tours and tastings for all 5 types of wine can be organized at the winery.

UK oenologists and wineries have shifted away from traditional German grape varieties, which were considered heavier, in favor of lighter assortments brought from France, such as Chardonnay or Pinot Noir. Growing these varieties was historically more challenging on the island due to the colder, wetter climate and high cloudiness.

### **Sweden**

Temperatures in Southern Sweden have increased by 2°C over the past 30 years<sup>1</sup> compared to the previous three decades, and the agricultural season has been extended by approximately 20 days. Summers are lengthening each year, and winters are milder<sup>2</sup>. During this period, Swedes passionate about viticulture have transitioned from amateurs to ambitious producers<sup>3</sup>. Sweden’s vineyards have expanded by 50% in the last two years, covering an area of 150 hectares, which will lead to increased wine production. Within five years, the vineyard area is expected to double. Long-term plans aim to expand the vineyard area to 10,000 hectares, potentially creating a new billion-euro industry. Another factor contributing to vineyard development is the adoption of new disease-resistant varieties. Many growers favor the white variety “Solaris,” developed in 1975 at the Wine Institute in Freiburg, Germany. It has been adapted to colder climates and is more resistant to diseases, reducing the need for pesticides.

<sup>1</sup> According to the data from the Swedish Meteorological and Hydrological Institute

<sup>2</sup> <https://www.digi24.ro/stiri/economie/agricultura/cum-a-transformat-incalzirea-globala-suedia-intr-o-tara-producatoare-de-vin-2194129>

<sup>3</sup> Euronews

In recent years, the red wine variety “Rondo” has also been successfully cultivated. To produce ice wine, grapes must be harvested after three days of frost when temperatures are below -8°C. The grapes are then thawed and processed<sup>4</sup>.

Cultivation technology in Scandinavia differs from that in warmer temperate countries, where vineyards protect their grapes with more leaves. Here, it's the opposite: leaves are removed from the lower part of the vine to allow the sun to ripen the grapes and reduce humidity. The production of dessert wines from frozen grapes has become a Scandinavian hallmark with international recognition. Grapes are harvested to produce “vidal blanc” (ice) wine at temperatures of -8°C under a layer of 15 cm of snow.

Domestic sales of Swedish wine have nearly doubled in the past five years. Systembolaget, the government-owned chain with a monopoly on the sale of alcoholic beverages over 3.5% ABV, reported sales increasing from 19,388 liters in 2017 to 34,495 liters by November 30, 2022<sup>5</sup>.

#### Swedish Vineyards:

- Kullaberg's Vingård: Located on the Bjäre Peninsula in the west of Sweden (56.24°N, 12.54°E), this vineyard and wine producer is a leader in the Swedish sector. Most of the 14-hectare plantation was established a decade ago. Since 2022, it has produced 30,000 bottles, primarily ice wines, and has received numerous international awards.
- Thora Vingård: Also situated on the Bjäre Peninsula, 20 kilometers north of Kullaberg's Vingård, specializes in ice wines.
- Lyckerisvägen: Located approximately 12 kilometers inland from the coast in the western part of Sweden (56.25°N, 12.53°E), specializing in white wines.
- Blacksta Vingård: Located 83 kilometers southwest of Stockholm near Flen commune, specializes in sparkling wines produced from ice wines.

Wine production is expanding in Sweden and gaining international recognition over time. Nordic Vineyards, an online seller of Scandinavian wines, reports that while most products are purchased regionally, they are increasingly receiving orders from across Europe and Asia, particularly from Japan.

**Denmark** is the newest player in vine cultivation in Europe, starting from the year 2000. Small vineyards owe their existence to global warming and the legalization of wine production in 1999, when the European Union authorized Denmark to cultivate 99 hectares of vineyards.<sup>6</sup> This allowance enabled the first vintage, the 2001, to go on sale. The pioneer of this new viticulture was Sven Moesgaard, a pharmacist from a small village in Jutland, whose vineyard, Moesgaard Skaersoegaard, borders the highway leading to Copenhagen. He spent the entire duration of the European Union moratorium perfecting his wines and was able to market them as soon as the ban was lifted. He was followed by about twenty small vineyard owners from Jutland and Lolland, who grew various white and red grape varieties, particularly Cabernet Cortis. In the summer of 2007, eight different grape varieties were imported from Germany for a government research center to study their potential<sup>7</sup>.

In **Norway**, home to the northernmost vineyard in the world, Lerkåsa is located in Gvarv, in the Telemark region, boasting a microclimate that makes it one of the warmest places in the country. Between 2008 and 2009, two varieties were planted: Hasanski Sladki, brought from Russia, and Solaris, from Germany, leading to the production of the northernmost rosé wine in the world. The farm also produces wines from fruit fermentation. It serves as an experimental farm where the owners are conducting acclimatization experiments with other varieties as well.

---

<sup>4</sup> <https://www.digi24.ro/stiri/economie/agricultura/cum-a-transformat-incalzirea-globala-suedia-intr-o-tara-producatoare-de-vin-2194129>

<sup>5</sup> The Guardian quoted in [www.digi24.ro](http://www.digi24.ro)

<sup>6</sup> [https://ro.frwiki.wiki/wiki/Viticulture\\_au\\_Danemark#google\\_vignette](https://ro.frwiki.wiki/wiki/Viticulture_au_Danemark#google_vignette)

<sup>7</sup> [https://ro.frwiki.wiki/wiki/Viticulture\\_au\\_Danemark#Situation\\_g%C3%A9ographique](https://ro.frwiki.wiki/wiki/Viticulture_au_Danemark#Situation_g%C3%A9ographique)

## CONCLUSIONS

Our study confirms changes in the agrarian landscape, which have been analyzed and attributed to global and regional climate changes, as well as the adaptability of commercial agriculture, demonstrated through a straightforward correlation. In a globalized society, courageous entrepreneurs invest in and research new sites for vine cultivation that were not feasible 50 years ago, pushing the northern latitudinal limit to new potential locations. Varieties suited to economic conditions are cultivated, proving profitable. Some have even become regional brands in Sweden and Great Britain. We are witnessing potential significant latitudinal shifts for various continental varieties, increasingly impacted by heatwaves and other seasonal climate hazards on a local scale. The paper demonstrates that agricultural resilience is increasingly reliant on adaptation to environmental conditions, particularly climate change.

## BIBLIOGRAPHY

1. Galet Pierre, Dictionnaire encyclopédique des cépages, Hachette Livre, 1-ere édition, 2000
2. Nesbitt A., Dorling S., Lovett A., „A suitability Model for Viticulture in England and Wales”, in Journal of Land Use Science, London, <https://www.tandfonline.com/journals/tlus20>, 2018
3. <https://www.barblade.ro/2020/08/24/istoria-vinului/>
4. <https://www.incomod.info/5-podgorii-britanice-care-pot-concura-cu-succes-cu-cele-franceze/>
5. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/2072684.stm>
6. <https://spotmedia.ro/stiri/mediu/cum-au-devenit-suedezii-producatori-de-vinuri-ceva-de-neimaginat-acum-30-sau-40-de-ani>
7. <https://www.jurnaldenord.info/social/cea-mai-nordica-podgorie-din-lume-este-de-vanzare/>
8. <https://stirileprotv.ro/stiri/international/viticulorii-din-suedia-profita-de-pe-urma-cresterii-temperaturilor-vor-un-loc-mai-in-fata-in-lista-producatorilor-mondiali.html>
9. <https://www.wall-street.ro/articol/International/196855/marea-britanie-va-deveni-exportator-de-vinuri-pestecinci-ani-incalzirea-climatica-favorizeaza-cultivarea-vitei-de-vie.html>
10. <https://www.mediafax.ro/economic/financial-times-zece-grafice-care-descriu-anul-2019-efectele-brexit-schimbarile-climatice-relatiile-sua-china-si-automatizarea-18681320>
11. <https://winesofromania.com/strugurii-reginei-uk-ii-vor-culege-romanii/>
12. <https://www.scribd.com/document/344842028/Vinurile-Si-Viticultura-Din-Europa>
13. <https://www.collegesidekick.com/study-docs/1630704>
14. [https://www.stiripesurse.ro/productia-de-vin-in-tarile-nordice-profita-de-pe-urma-cresterii-temperaturilor\\_1387196.html](https://www.stiripesurse.ro/productia-de-vin-in-tarile-nordice-profita-de-pe-urma-cresterii-temperaturilor_1387196.html)
15. <https://winefolly.com/deep-dive/all-about-english-wine/>
16. [https://ukmap360.com/united-kingdom-\(uk\)-wine-map](https://ukmap360.com/united-kingdom-(uk)-wine-map)
17. [https://www.bing.com/search?pglt=41&q=Viticultura+in+Anglia&cvid=c695858117aa46ef92cea05c4f2e7d53&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCTEwMzc5ajBqMagCALACAA&FORM=ANNTA1&DAF0=1&PC=U531#](https://www.bing.com/search?pglt=41&q=Viticultura+in+Anglia&cvid=c695858117aa46ef92cea05c4f2e7d53&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCTEwMzc5ajBqMagCALACAA&FORM=ANNTA1&DAF0=1&PC=U531#)

# PARTICULARITĂȚI FIZICO-GEOGRAFICE ALE SITULUI EMERALD „PĂDUREA HÂRBOVĂȚ” ÎN CONTEXTUL MODIFICĂRILOR ACTUALE DE MEDIU

CZU: 502:630\*182.55(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.08>

BUNDUC Tatiana, ORCID:0000-0001-7706-2451

ANGHELUȚA Viorica, ORCID: 0009-0007-3565-0811

DONICA Ala, ORCID: 0000-0003-3308-8048

BOTNARI Aliona, ORCID: 0000-0002-7930-3746

JECHIU Iradion, ORCID: 0000-0001-9582-0615

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract** The EMERALD network plays a crucial role in biodiversity conservation in Europe, and the „Hârbovăț Forest” from Republic of Moldova is a significant example of this effort. This forest stands out for its biological diversity, hosting numerous rare or vulnerable plant and animal species. Its natural landscape provides a critical habitat for these species, significantly contributing to the ecological balance of the region. The distribution of habitats and the development of rare species in this Emerald site are directly influenced by environmental factors: physical-geographical characteristics, topo-climatic conditions, the hydrographic network, which have left their mark on the soil cover, the type of vegetation and landscapes. The inclusion of the Hârbovăț Forest in the EMERALD network ensures enhanced protection and sustainable management, aligned with the objectives of the Bern Convention, underscoring the importance of conserving this valuable ecosystem for future generations.

**Keywords:** Emerald site, Hârbovăț Forest, environmental changes, abiotic factors.

## INTRODUCERE

Cadrul juridic pentru constituirea și dezvoltarea rețelei ecologice naționale identifică faptul că *Rețeaua EMERALD prezintă o rețea ecologică formată din zone speciale de conservare, fiind parte componentă a rețelei ecologice naționale și reprezintă extinderea în țările non-membre ale Uniunii Europene a rețelei ecologice europene, constituită din zone speciale de conservare „NATURA 2000”*. Prin intermediul rețelei EMERALD se asigură conservarea habitatelor naturale și a speciilor de floră și faună sălbatică, supuse unei protecții speciale la nivel European [14].

Rețeaua EMERALD joacă un rol principal în conservarea tipurilor de habitate naturale și a speciilor de floră și faună sălbatică pentru care siturile de importanță națională au fost desemnate. Conservarea/protecția biodiversității se poate realiza, în primul rând, prin asigurarea unei suprafețe suficient de mare pentru a permite atingerea obiectivelor de conservare ale habitatelor și speciilor (la nivel național nu este stabilită o suprafață minimă necesară a fi acoperită cu situri EMERALD, care adăpostesc habitate sau specii de interes comunitar). Comparată cu suprafața siturilor EMERALD prezente în țările membre UE - aproximativ 20 - 30 % din suprafața teritoriului, Republica Moldova trebuie să depună efort la acest capitol, situri EMERALD fiind prezente doar pe circa 8% din totalul suprafeței țării [15].

Totodată, politicile UE în materie de natură și biodiversitate (Directiva privind păsările și Directiva privind habitatele) indică că stadiul de conservare a unui habitat natural este considerat „corespunzător” dacă:

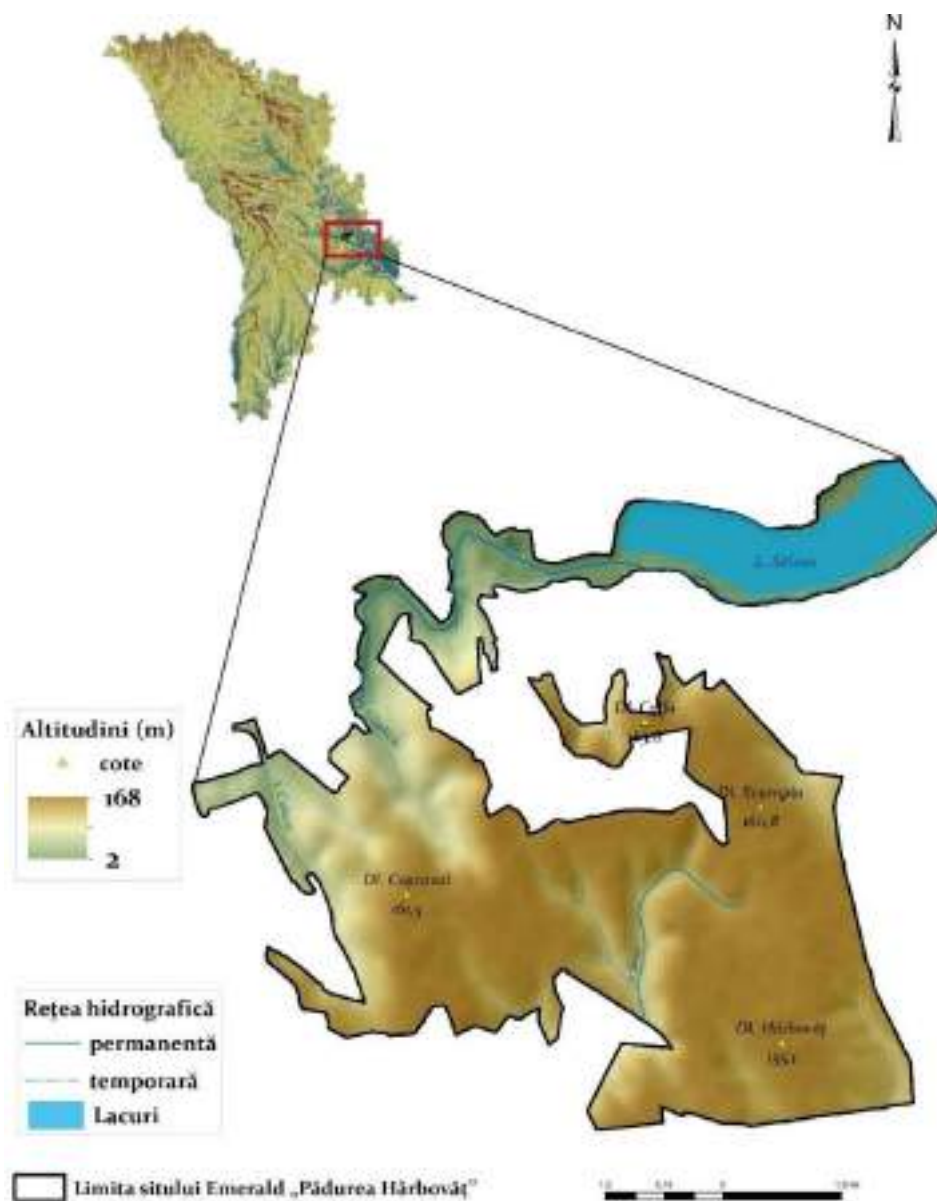
- aria sa de extindere naturală și teritoriile care se încadrează în această arie sunt stabile sau în creștere;
- structura și funcțiile sale specifice, necesare pentru menținerea sa pe termen lung, există și vor continua, probabil, să existe în viitorul apropiat;
- stadiul de conservare a speciilor sale specifice este corespunzător (dinamică pozitivă a populațiilor, nu este amenințată aria de extindere a speciei, habitat favorabil dezvoltării) [13].

Modificările actuale ale mediului au un impact direct asupra ariilor protejate influențând condițiile de existență ale ecosistemelor. Activitățile antropice manifestate prin despăduriri, extinderea agriculturii, construcția drumurilor contribuie semnificativ la pierderea biodiversității, în special prin reducerea habitatelor naturale și fragmentarea acestora [1].

#### *Regiunea de studiu:*

Situl EMERALD „Pădurea Hârbovăț” prezintă o zonă de interes special pentru conservarea habitatelor și a unor specii, fiind amplasată în partea de sud-est a Republicii Moldova, și încadrează următoarele arii naturale protejate: 1. Monumentul Geologic și Paleontologic “Amplasamentul de fosile de lângă satul Calfa”; 2. Monumentul de Arhitectură Peisajeră „Parcul Hârbovăț”; 3. Rezervația Peisajeră „Pădurea Hârbovăț”; 4. Arbori seculari de stejar pedunculat [7].

Situl Emerald este delimitat de o serie de localități, precum comuna Hârbovăț – la sud, Bulboaca și Roșcani la nord-vest, Calfa Nouă și Calfa la nord, Gura Bâcului – la nord-est, Varnița și Tighina la est (fig.1).



**Figura 1. Amplasarea geografică a sitului EMERALD “Pădurea Hârbovăț”**

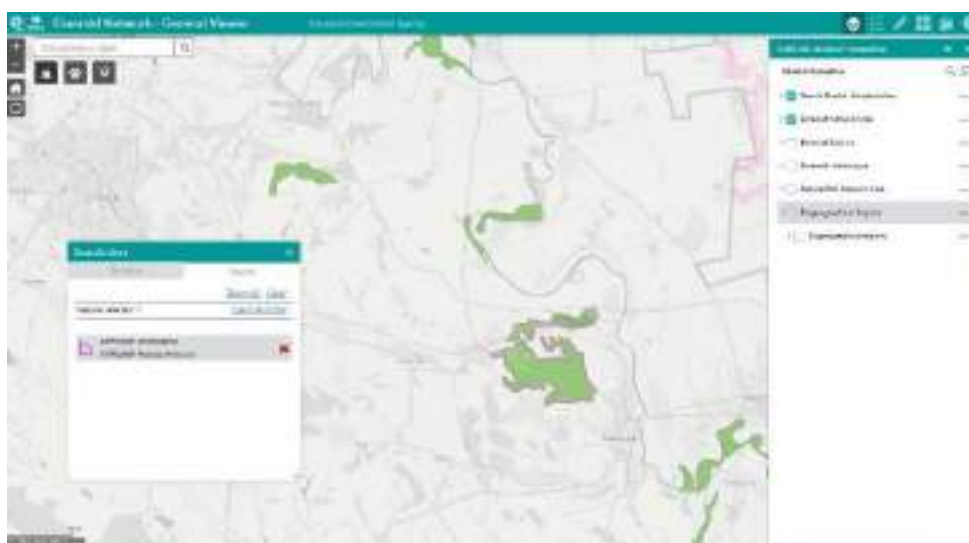
Conform [15] suprafața sitului cuprinde 3821 ha, dintre care 2218 ha reprezintă vegetație forestieră cu valoare semnificativă (tab. 1).

**Tabel 1. Date despre situl EMERALD “Pădurea Hârbovăț” [15]**

| Codul Sit-ului | Denumirea        | Coordonate geografice                   | Sup-ța (ha) | Specii protejate conform Convenției Berna (1979) | Habitat, unit. | Regiunea biogeografică |
|----------------|------------------|-----------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------|----------------|------------------------|
| MD00000018     | Pădurea Hârbovăț | Long.E. 29.377500/<br>Lat. N. 46.872800 | 3821        | 19                                               | 4              | stepică                |

## MATERIALE ȘI METODE

În evaluarea particularităților fizico-geografice ale sitului EMERALD „Pădurea Hârbovăț” au fost analizate o serie de hărți tematice (date geologice și pedologice de pe hărțile geologice și pedologice cu scara 1:200000, analiza reliefului de pe modelul numeric al terenurilor (MNT-ul) cu rezoluția 30 m, toponomia văilor și dealurilor de harta topografică cu scara 1:50000, rețeaua hidrografică de pe ortofoplanurile din 2022). Limitele sitului EMERALD „Pădurea Hârbovăț” corespund cu cele de pe site-ul oficial<sup>8</sup> (fig. 2).

**Figura 2. Limitele sitului EMERALD „Pădurea Hârbovăț”**

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

**Geologia.** În arealul sitului Emerald „Pădurea Hârbovăț” află doar depozitele din Sarmatian-Miocen, care a precedat retragerea definitivă spre sud a Mării Sarmatice. Prin urmare, distribuția structurală a depozitelor sedimentare basarabian - kersoniene se caracterizează printr-un monoclin generalizat pe direcția NNV-SSE. Basarabianul este delimitat în două orizonturi, și anume orizontul inferior și orizontul superior. Ocupă o suprafață restrânsă de 808,7 ha, ceea ce reprezintă 25,4 % din aria totală, aflându-se doar în partea de nord, nord-vest a regiunii. Din punct de vedere litostratigrafic, este reprezentat printr-o succesiune de argile, nisipuri, diatomite, cât și de calcare recifale. Chersonianul este alcătuit dintr-o succesiune de nisipuri, argile, argilite cu intercalații de calcare detritice *Macra caspia Eichw.*, *Macra bulgarica Toul.* Depozitele chersoniene – meoțiene sunt cele mai extinse (2043,4 ha – 56, 5%) și se caracterizează prin prezența nisipurilor, a nisipurilor argiloase cu intercalații de calcare.

**Relieful.** Din punct de vedere geomorfologic, cea mai mare parte a sitului EMERALD „Pădurea Hârbovăț” este amplasată în unitatea geomorfologică Câmpia Bâcului Inferior – 85,4 % din suprafața

<sup>8</sup> EMERALD - Standard Data Form: <https://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=MD00000018>

totală, doar arealul de la satul Calfa până la lacul de acumulare Sălaș se situează pe Câmpia Aluvială de Stepă a Nistrului Inferior [4]. Relieful specific al regiunii îl reprezintă cel de acumulare, reprezentat de *terasele pliocene* ale fluviului Nistru (platou întins cu înclinare ușoară pe direcția N-V) în partea central-sudică și *lunca Bâcului* (inclusiv lacul de acumulare Sălașu) în partea nordică.

Sub aspect morfometric, altitudinea medie este cuprinsă între 135-145 m în partea centrală, cele mai mari se înregistrează în partea centrală și sudică, având valori de 150-168 m (*dl. Scumpia* – 160,8 m, *dl. Calfa* – 165,8 m, *dl. Hârbovăț* – 155,1 m). Acestea scad treptat, către nord nord-est, unde se înregistrează valori în jur de 50 m, cea minimă reprezentând 2 m la vărsarea r. Bâc în Sălașu.

**Aspecte climatice.** Formele de relief caracteristice teritoriului de studiu (altitudine, înclinare, expoziția) acoperite de diferite tipuri de soluri, structură eterogenă a învelișului vegetal și prezența suprafețelor acvatice condiționează repartitia neuniformă a valorilor temperaturii aerului, precum și a cantităților de precipitații căzute. Toate acestea explică înregistrarea unor valori medii anuale ale temperaturii aerului care sunt cuprinse între 9,5°C – 10,5°C [2, 11]. Analiza sezonieră ne indică temperaturi medii pentru primăvară de 10°C; media pentru perioada de vară se încadrează în intervalul cuprins între 20°C – 22°C; toamna temperatura aerului atinge în mediu 10°C – 10,5°C, iar temperaturile în perioada de iarnă pentru teritoriul analizat înregistrează o medie de -0,5°C - -1,5°C [11].

Eterogenitatea temperaturii suprafeței subiacente determină dezvoltarea convecției și formarea norilor, ceea ce are ca rezultat o distribuție variată a radiației totale. Astfel pe teritoriul de studiu durata anuală de strălucire a soarelui, însumă circa 2150 – 2250 ore/an [2].

Cantitatea medie anuală de precipitații constituie 500 – 550 mm [2, 11]. Repartitia medie sezonieră a cantității de precipitații este următoarea: primăvara 110 – 130 mm; vara 160 – 180 mm; toamna 120 – 130 mm și iarna 80 – 100 mm [11].

**Resurse hidrografice.** Apele de suprafață ale sitului EMERALD “Pădurea Hârbovăț” sunt reprezentate prin două categorii: apele curgătoare (râurile) ce formează rețeaua hidrografică și apele stătătoare (lacuri). Rețeaua hidrografică include totalitatea unităților hidrografice reprezentate prin râuri și pârauri cu caracter permanent sau temporar [3]. Lungimea totală a rețelei hidrografice constituie 23,2 km, ramificată în 17 segmente de râu. Prin poziția geografică și caracteristicile sale, rețeaua hidrografică a sitului Emerald “Pădurea Hârbovăț” se integrează în două subbazine hidrografice: Bâc și Botna, ambele aparținând districtului hidrografic Nistru. Astfel, aceasta este compusă în partea de nord de un sector de 10,6 km lungime al cursului inferior al râului Bâc și segmente de râu de lungime diferită a afluenților acestuia, iar în partea de sud regăsim un sector de 3,2 km lungime a cursului superior al râului Valea Șesu [16].

Colectorul principal, în jurul căruia este organizată întreaga rețea hidrografică sus menționată este fluviul Nistru.

Densitatea rețelei hidrografice este neuniformă. În cadrul sitului Emerald “Pădurea Hârbovăț” valoarea medie a densității hidrografice este de 0,64 km/km<sup>2</sup>, valoare ceva mai mare în raport cu valoarea medie pe republică (0,48 km/km<sup>2</sup>).

Teritoriul sitului EMERALD “Pădurea Hârbovăț” deține doar o singură acumulare de apă – lacul Sălaș, care, după originea sa, este un lac antropic și a fost creat pentru a satisface diferite necesități economice (pescuit, irigare, agrement etc.), precum și pentru a regulariza debitul râului Bâc, în cursul său inferior și a controla inundațiile. Are o suprafață totală de 353,7 ha, ceea ce reprezintă aproximativ 9,8% din suprafața zonei de studiu.

**Vegetația.** Conform regiunii geobotanice a Moldovei [10], teritoriul sitului EMERALD “Pădurea Hârbovăț” este încadrat în Districtul pădurilor de stejar pufos (pe nivele hipsometrice medii 160-220m) formate de dealurile ce pornesc din podișul Codrilor și se prelungesc pe teritoriile dintre r. Botna și r. Bâc.

După origine, în ecosistemele silvice din Hârbovăț au fost evidențiate 3 categorii de arborete: naturale fundamentale, derivate și artificiale [9].

#### Arborete naturale fundamentale:

- Arborete naturale fundamentale de stejar pufos (*Quercus pubescens*), formate pe platouri și pe versanți cu expoziție sudică și sud-vestică, atribuite la categoria de arborete pure, dar cu o participare neînsemnată în arboret a stejarului pedunculat, frasinului, ulmului și jugastrului.
- Arborete naturale fundamentale de stejar pedunculat (*Quercus robur*). S-au format în depresiuni și în partea inferioară a versanților. Sunt arborete de productivitate inferioară și mijlocie.

#### Arborete derivate:

- Arborete parțial derivate de stejar pedunculat (*Quercus robur*). În arboret sunt specii autohtone (stejar pufos, frasin, paltin de câmp), precum și specii alohtone (salcâm, glădiță și a.). Sunt arborete mai puțin productive și cu multe specii de plante ruderales în stratul ierburilor.
- Arborete total derivate. Au fost înregistrate arborete total derivate de stejar pufos, stejar obișnuit, frasin, jugastru și arțar american.

Arborete artificiale. În pădurea Hârbovăț au fost plantate arborete artificiale, din specii de arbori autohtoni (stejar pufos, stejar pedunculat, frasin, paltin de câmp, tei) și arborete artificiale, din specii de arbori alohtoni (salcâm, glădiță, stejar roșu, nuc grecesc, nuc negru, pin-de-pădure, pin negru, molid ș. a.).

Râul Bâc care traversează situl EMERALD, în porțiunea dintre s. Bulboaca și s. Gura Bâcului, străbate masive calcaroase ale sarmațianului mediu, astfel că valea râului capătă aspect de canion. Malul drept este acoperit de dumbrăvi de stejar pufos, pe alocuri plantații de salcâm, iar malul stâng- de comunități de negară-păiuș. De la s. Calfa până la s. Gura Bâcului, în valea inundabilă a r. Bâc, a fost construit un lac de acumulare - lacul Sălaș, pe versanții cărora cresc salcâm, măr, pin-de-Crimea și alte plante alohtone.

Conform informațiilor oficiale din forma standard a sitului Emerald "Pădurea Hârbovăț" [15] și datelor naționale, pe teritoriul acestuia se întâlnesc următoarele habitate naturale [6]:

F3.247 - Desișuri de foioase ponto-sarmatice (Ponto-Sarmatic deciduous thickets). Desișuri de foioase ale zonei împădurite de stepă din regiunile pontice și sarmatice, și din zonele adiacente.

G1.7 - Păduri termofile de foioase -70 ha (Thermophilous deciduous woodland). Păduri din regiunile cu climă submediteraneană, din zonele de stepă și sub - stepă eurasiatică de vest, dominate de specii termofile de foioase sau semi-foioase de *Quercus* sau de alți arbori sudici, cum ar fi *Carpinus orientalis*, *Castanea sativa* sau *Ostrya carpinifolia*. Arborii termofili de foioase pot, în condiții microclimatice sau edafice locale, să înlocuiască pădurile de stejar veșnic verzi din zonele mezo-mediteraneene sau termo-mediteraneene și să apară local la nord, în centrul și vestul Europei.

G1.A1 – Păduri de stejar și carpen pe soluri eutrofice și mezotrofe – 2124 ha (*Quercus* - *Fraxinus* - *Carpinus betulus* woodland on eutrophic and mesotrophic soils). Păduri atlantice, medio-europene și est-europene dominate de *Quercus robur* sau *Quercus petraea*, pe soluri eutrofice sau mezotrofe, cu straturi ample de plante și arbuști, și bogate în specii. În general, *Carpinus betulus* este prezent. Aceste păduri apar în climat prea uscat, sau pe soluri prea umede sau prea uscate pentru fag, sau ca urmare a practicilor forestiere favorizante stejarului.

X18 - Stepe împădurite - 120 ha (Wooded steppe). Zona de tranziție dintre păduri și stepele medii eurasiatice, dintre interiorul zonelor forestiere boreale și nemorale și regiunile cu umiditate redusă de vară, precum și regiunile sub influența zonelor mediteraneene, reprezentate printr-un macro-mosaic de stepă și fâșii împădurite conectate, învecinate, disjuncte sau larg distanțate, cu un subetaj ierbos foarte dezvoltat. Elementele forestiere sunt deseori amplasate pe teren poros sau ușor înălțat, margini de văi sau versanți, pajiștile ocupând soluri mai puțin drenate și locuri mai joase.

**Învelișul de sol.** Învelișul de sol al regiunii de studiu este reprezentat de clasa Automorfe (*cernoziomuri*), Hidromorfe (*soluri cernoziomoiduri*) și Dinamomorfe (*soluri aluviale*).

- *Cernoziomul levigat* este cel mai răspândit tip de sol din cadrul regiunii de studiu, ocupând o suprafață de 2100,5 ha. S-a format sub pădure rară cu covor vegetal ierbos, profilul acestuia fiind bine structurat și humificat. Principala caracteristică a acestui tip de sol este lipsa carbonaților pe tot profilul [12]. Conținutul de humus în orizontul superior este de 5-7 % și scade lent spre adâncimea de 90-100 cm până la 1%. În condiții naturale, cernoziomul levigat practic nu s-a păstrat, însă componentă aproximativ de cea inițială se menține sub covorul vegetal înțelenit sub pădure. Reacția solului este slab acidă. Aceste soluri sunt acele soluri care de-a lungul utilizării lor se opun degradării și își păstrează condițiile fizice.

- *Cernoziom tipic* s-a dezvoltat sub păduri de stejar cu un covor ierbos slab dezvoltat. Structura acestui sol este grăunțoasă, bine pronunțată și stabilă. Din cauza texturii lutoase și a unui conținut redus de humus acest sol este predispus la eroziune.

- *Cernoziom carbonatic* conține puțin humus, are culoarea cenușie, iar structura solului este instabilă și slab pronunțată. Din cauza caracteristicilor sale mai puțin favorabile, acest tip de sol prin valorificare este predispus la degradare.

- *Solul cernoziomoid* s-a format în condiții de silvostepă și anume pe parcele unde periodic există un surplus de apă, cu o suprafață de 290 ha. Face parte din clasa solurilor hidromorfe și se găsesc în văile slab dezvoltate.

- *Solul aluvial reprezintă* clasa solurilor dinamomorfe cu o structură și textură diversă. Ocupă o suprafață de circa 400 ha slab afectate de procesele pedogenetice actuale, are o structură și o textură diversă.

Ținând cont de faptul că tot arealul de studiu este acoperit în mare parte de pădure, procesele de eroziune și alunecare se dezvoltă într-un ritm lent, iar răspândirea acestora este neuniformă.

**Peisajele.** Peisajul este o noțiune complexă și dinamică [8], reflectând interacțiunea componentelor naturale și antropice, care conferă unei unități teritoriale anumite trăsături omogene structurale și funcționale. Convenția europeană a peisajului [17] subliniază importanța protejării tuturor peisajelor, fie ele naturale sau influențate de activitatea umană. Delimitarea tipurilor de peisaje și analiza caracterului lor distinctiv și a diversității devin astfel necesare pentru utilizarea durabilă a acestora [5].

Mozaicul peisagistic al sitului EMERALD “Pădurea Hârbovăț” este unul relativ uniform (fig. 3), peisajele silvice fiind predominante în zona studiată, deținând o suprafață de 2669,76 ha, ceea ce constituie 73,8%.

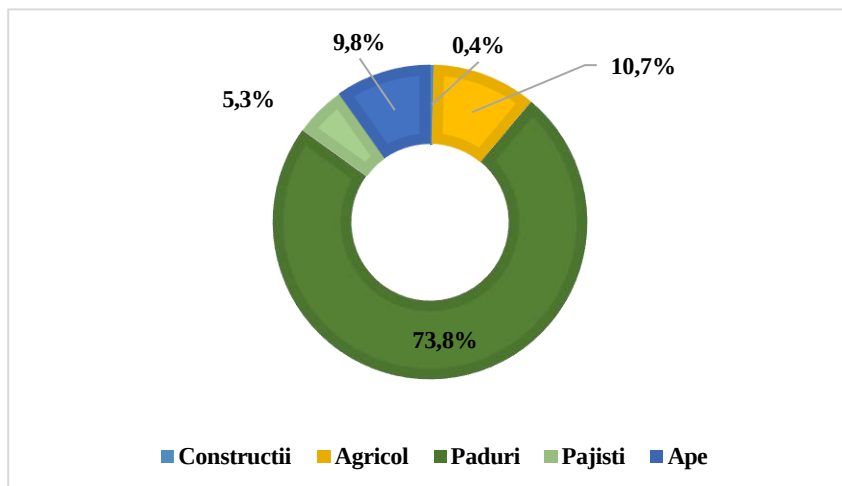


Figura 3. Ponderea tipurilor de peisaje în situl Emerald “Pădurea Hârbovăț” (2022)

Peisajele agricole acoperă o suprafață semnificativă de 388,1 ha, sau aproximativ 10,7% și se întâlnesc în partea nord-vestică a regiunii de studiu. Peisajele de pajiște au o distribuție neuniformă, fiind mai concentrate în partea de nord a sitului EMERALD "Pădurea Hârbovăț", iar suprafața acestora nu depășește 190 ha, ceea ce constituie 5,3%. Construcțiile dețin ponderea cea mai mică (0,39%) dintre toate tipurile de peisaje, fapt ce sugerează o dezvoltare infrastructurală redusă în zona studiată. Peisajele acvatice sunt reprezentate de un singur corp de apă, lacul Sălaș, care are o suprafață de 353,7 ha, ceea ce reprezintă aproximativ 9,8% din suprafața zonei de studiu.

Astfel, situl EMERALD "Pădurea Hârbovăț" reprezintă un ecosistem dominat de peisajele naturale, care sunt caracterizate prin structura și funcțiile lor specifice și necesare pentru menținerea continuă și pe termen lung a biodiversității, contribuind esențial la obiectivele de conservare ale rețelei EMERALD. Menținerea și protecția acestui sit sunt fundamentale pentru asigurarea stabilității și diversității biologice la nivel național și european. Luarea unor măsuri complexe, precum asigurarea unei concordanțe între obiectivele managementului și cele existente în arealul ocrotit, anticiparea problemelor asociate cu modificările actuale ale mediului, stabilirea zonelor exterioare tampon care să filtreze cât mai bine influențele exterioare negative, reprezintă o necesitate prin implicarea atât a factorilor sociali, cât și politici în conturarea unor strategii în concordanță cu tendințele actuale de modificare a mediului.

## CONCLUZII

Rețeaua EMERALD joacă un rol crucial în conservarea biodiversității, extinzând principiile rețelei NATURA 2000 în țările non-membre ale Uniunii Europene. Acest sistem contribuie la protecția habitatelor naturale și a speciilor de floră și faună sălbatică, menținând echilibrul ecologic la nivel european.

Situl EMERALD "Pădurea Hârbovăț" reprezintă un exemplu de peisaj natural protejat, dominat de păduri și alte habitate naturale, iar menținerea acestor peisaje este esențială pentru asigurarea stabilității ecologice și a diversității biologice. Caracteristicile fizico-geografice, cum ar fi relieful, clima și resursele hidrografice, joacă un rol important în definirea și menținerea habitatelor din situl EMERALD "Pădurea Hârbovăț", care trebuie luate în considerare în planificarea și implementarea măsurilor de conservare.

Protecția și conservarea siturilor EMERALD sunt fundamentale pentru menținerea biodiversității și a echilibrului ecologic în regiune. Aceste teritorii, cu habitate și peisaje naturale, unite fizic și funcțional, au o deosebită importanță din punct de vedere științific și estetic, al valorii și conservării diversității biologice și al menținerii balanței geosistemice.

Activitățile umane precum despăduririle, extinderea agriculturii, construcția drumurilor, poluarea, schimbările climatice au un impact semnificativ asupra ecosistemelor, conducând la degradarea și fragmentarea habitatelor naturale, precum și la deteriorarea acestora. Conservarea eficientă a siturilor EMERALD necesită implicarea activă a comunităților locale, iar educația și conștientizarea publicului cu privire la importanța protejării biodiversității sunt esențiale pentru succesul pe termen lung al acestor inițiative.

## BIBLIOGRAFIE

1. Balteanu, D., Șerban, M. "Modificările globale ale mediului. O evaluare interdisciplinară a incertitudinilor" Ed. CNI Coresi, București, 2005, pag. 128-132. ISBN 973-570-297-5.
2. Bejan Iu. (coord.), Sîrodoev G, Cojocari R., Bunduc T. și alții, Atlas: Factorii abiotici de mediu și securitatea ecologică. Ministerul educației și cercetării, Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Ecologie și Geografie; Chișinău: Impressum, 2023; 104 pag. ISBN 978-9975-3586-8-2.

3. Bejenaru Gh. Evaluarea potențialului hidrologic al Republicii Moldova în condițiile modificărilor de mediu. Autoreferatul tezei de doctor în științe geonomice, Chișinău, 2018.
4. Boboc, N. Regionarea fizico-geografică a Republicii Moldova (2019), ATLAS: Schimbările climatice și starea actuală a peisajelor, 2021. Chișinău, pag. 73. ISBN:978-9975-62-439-8.
5. Farina A. Principles and Methods in Landscape Ecology: To ward a Science of Landscape, 2006, SN. 978-1-40203327-8.
6. Legea Nr. 94 din 05-04-2007 cu privire la rețeaua ecologică. Anexa 1 Lista de referință a tipurilor de habitate de interes european pentru care au fost declarate siturile Emerald. Publicat : 29-06-2007 în Monitorul Oficial Nr. 90-93 art. 395.
7. Legea Nr. 66-68/442 din 16.07.1998 privind fondul ariilor naturale protejate de stat. Anexa nr. 5. // Monitorul Oficial al RM., (art. 442). Din punct de vedere administrativ.
8. Pătru-Stupariu, I. Peisaj și gestiunea durabilă a teritoriului. Aplicații la Culoarul transcarpatic Bran–Rucăr–Dragoslavele. Editura universității din București, 2011. pag. 58 – 74.
9. Postolache Gh., Cebotarenco I, Covali V., Miron A., Talmaci L., Titica Gh. Aria protejată pădurea Hirbovăț. Mediul Ambiant NR.1(49) februarie, 2010. pp.32-40..
10. Postolache Gh. Vegetația Republicii Moldova. Chișinău, Știința, 1995, 340 p.
11. Răileanu V., Bejan I., Nedelcov M. și alții, Atlas: Schimbările climatice și starea actuală a peisajelor, Ministerul Educației și Cercetării, Institutul de Ecologie și Geografie. – Chișinău, 2021, 100 pag. ISBN 978-9975-62-439-8.
12. Ursu, A. Solurile Moldovei, Ed. Știința, 2011, Chișinău, pag. 113 – 149. ISBN:978-9975-67-572-7.
13. Comisia Europeană, 1992, Directiva 92/43/CEE a Consiliului din 21 mai 1992 privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de faună și floră sălbatică.
14. \*\*\*Convenția privind conservarea vieții sălbatice și a habitatelor naturale din Europa (1979). Disponibil online: <http://publications.europa.eu/> (accesat 12. 06. 2024)
15. \*\*\*EMERALD - Standard Data Form. Disponibil online: <https://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=MD0000018> (accesat 03. 06.2024)
16. \*\*\*Fondul național de date geospațiale. Disponibil online: <http://geoportal.md/> (accesat 16.06.2024)
17. Council of Europe Landscape Convention. Disponibil online: <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list?module=treaty-detail&treaty-num=176> (accesat 10. 06. 2024)

# ANALIZA COMPARATIVĂ A COEFICIENTULUI DE UMIDITATE K DUPĂ IVANOV-VÂSOTCHII ȘI UNEP ARIDITY INDEX PENTRU TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA, PERIOADA CLIMATICĂ MODERNĂ (1991-2020)

CZU: 551.581:551.571(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.09>

CRIVOVA Olga, ORCID: 0000-0003-3061-7100

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract.** Temporal trends for potential evapotranspiration, precipitation sums and aridity index for 1991-2020 period for Republic of Moldova were analysed, the statistically significant ones were identified according to the Mann-Kendal test. Spatial model of aridity index through kriging interpolation method was elaborated and UNEP classification versus Ivanov-Vâsotschii was compared. The boundary for the semi-arid climates had moved from the southern part of the republic to either the central or northern one, depending on the above-mentioned classifications classes' limits. The map of the aridity index Kuvl in dependence to pedogeographic districts and sub-districts (1991-2020) was elaborated.

**Key words:** humidity index by Ivanov-Vysotsky, aridity index, statistically significant trends

## INTRODUCERE

Multe studii, de la pedologice și hidrologice până la cele peisagistice, trebuie să prezinte descrierea particularităților climatologice ale regiunii. Resursele de umiditate joacă un rol semnificativ în ontogeneza pedologică, iar pentru evaluarea acestora se folosesc indici complecși, și anume, coeficientul de umiditate Ivanov-Vâsotschii, care se calculează cu următoarea formulă (1) și este cunoscut și sub denumirea de indice de ariditate [18].

$$Kuvl = \frac{R_{sum}}{ET_0}, (1)$$

unde Rsum este suma precipitațiilor medii multianuale; ET<sub>0</sub> – evapotranspirație de referință.

Acest indice a fost utilizat pentru caracterizarea particularităților condițiilor climatice ale regiunilor pedologice din Republica Moldova în anii '80 XX [19], la începutul anilor 2000 [18] cât și în prezent [2, 3, 6, 15]. În celelalte țări, a fost fie utilizat pe baza schemei de clasificare propusă de Ivanov-Vâsotschii [16], fie mai pe scară largă, pe baza clasificării propuse de UNEP [4, 13, 18]. Cu toate acestea, majoritatea autorilor continuă să folosească indicii bazați pe caracteristicile regiunilor pedologice realizate în anii 80 de Ursu, deși el însuși afirmă într-una dintre lucrările sale fundamentale numită Microregionarea pedologico-ecologică a Moldovei, că indicii de umiditate pe care i-a folosit au fost calculați pe baza a unui interval de 10 ani din datele disponibile la acel moment (1961-1972) [19].

Scopul prezentei lucrări este de a evalua indicele de ariditate pentru perioada modernă a schimbărilor climatice dinamice (1991-2020) și de a estima cele două scheme de clasificare diferite propuse pentru interpretarea acestui indice. Cercetarea a fost realizată în cadrul subprogramului de cercetare instituțional cifrul 010801 „Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu”, finanțat din Bugetul de Stat.

## MATERIALE ȘI METODE

Am folosit date din Baza de date meteorologică JRC MARS care conține observații diurne de la stațiile meteorologice interpolate pe o grilă de 25x25 km, pentru teritoriul Republicii Moldova, și precipitații din 1991 până în 2020, precum și evapotranspirație de referință sau evapotranspirație potențială de la împreunare coroanelor de specii de cultură.

Datele diurne au fost rezumate și prelucrate în Microsoft Excel 2010, statisticile privind tendințele anuale au fost analizate folosind șablonul Makesens 1.0, creat de cercetătorii de la Institutul Meteorologic Finlandez [12] și aplicând Testul Mann-Kendall [8, 9] și panta Sen [5].

Șablonul face posibilă estimarea nivelului de semnificație  $\alpha$  (0,001, 0,01 și 0,1) prin metode neparametrice. Metoda dată a fost utilizată pe scară largă la nivel mondial în aplicații climatice și hidrologice, deoarece în multe cazuri, șiruri temporale meteorologice și hidrologice nu sunt distribuite în mod normal, astfel încât metodele parametrice nu sunt aplicabile [1, 7, 10, 11, 14].

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Am verificat nu numai cantitățile anuale de precipitații, ci și evapotranspirația potențială pentru semnificația statistică a trendurilor. În conformitatea cu studiile anterioare (deși pentru o perioadă diferită (1981-2012)) [11], șirul de date temporale de evapotranspirație potențială a arătat un trend semnificativ statistic de creștere pentru 91,76% din punctele grilei pentru perioada de studiu 1991-2020 din 100% trenduri în creștere (tab.1). În ceea ce privește precipitațiile, acestea arată o tendință de creștere semnificativă statistic în 37,64% din punctele grilei (tab. 1). Ratele de creștere a evapotranspirației potențiale pentru tendințele semnificative statistic sunt în medie de 55,54, 41,37, 31,85 și 26,05 mm pe deceniu pentru  $\alpha = 0,001, 0,01, 0,05$  și, respectiv, 0,1.

Precipitațiile medii multianuale arată o varietate mai mare de tendințe. 86,9% din punctele din întreaga republică au o tendință de creștere, deși este semnificativă statistic doar pentru 36,9%. Pentru tendințele semnificative statistic la  $\alpha=0,05$ , ratele de creștere variază de la 33 la 53,5 în zece ani, cu o creștere medie de 43,3 mm/ deceniu. Cu  $\alpha=0,1$ , creșterea este puțin mai mică – de la 30,05 la 47,79 mm/deceniu.

O astfel de discrepanță în dinamică, unde evaporabilitatea anuală demonstrează o creștere mai intensă decât precipitațiile sumare anuale, duce și la situația actuală observată pentru coeficientul de umiditate. Valorile anuale ale coeficientului de umiditate au o tendință de creștere nesemnificativă statistic pentru 50% din punctele grilei, iar din cele 34,5% dintre punctele cu tendință descrescătoare, doar 4,8% demonstrează o tendință semnificativă, fiind situate în Nordul republicii și în apropierea granițelor sale, la fel în partea nordică (rata de schimbare -0,06148\deceniu,  $\alpha= 0,05;0,1$ ).

**Tab. 1. Tendințe ale variabilelor climatice în Republica Moldova pentru perioada 1991-2020 (%)**

| Variabilă climatică                                                   | Anual | Oct-Iun | Apr-Oct |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|---------|---------|
| Evapotranspirație potențială                                          |       |         |         |
| Tendință totală de creștere                                           | 100   | 100     | 100     |
| Tendință de creștere semnificativă statistic                          | 91.7  | 86.9    | 94.05   |
| Tendință totală de scădere                                            | 0     | 0       | 0       |
| Tendință de scădere semnificativă statistic                           | 0     | 0       | 0       |
| Tendință laterală                                                     | 0     | 0       | 0       |
| Sumele precipitațiilor                                                |       |         |         |
| Tendință totală de creștere                                           | 86.9  | 100     | 60.71   |
| Tendință de creștere semnificativă statistic                          | 36.9  | 64.29   | 1.19    |
| Tendință totală de scădere                                            | 10.7  | 0       | 23.81   |
| Tendință de scădere semnificativă statistic                           | 0     | 0       | 1.19    |
| Tendință laterală                                                     | 2.4   | 0       | 15.48   |
| Kuvl, Indice de umiditate de Ivanov- Vâsotschii/Aridity Index de UNEP |       |         |         |
| Tendință totală de creștere                                           | 50    | 91.67   | 32.14   |
| Tendință de creștere semnificativă statistic                          | 0     | 21.43   | 0.00    |
| Tendință totală de scădere                                            | 34.5  | 7       | 52.38   |
| Tendință de scădere semnificativă statistic                           | 4.8   | 0.00    | 9.52    |
| Tendință laterală                                                     | 15.5  | 1.19    | 15.48   |

Dacă analizăm modificările nivelului de semnificație statistică a tendințelor de evapotranspirație potențială pentru două sezoane (octombrie-iunie și aprilie-octombrie), sunt vizibile următoarele legități: în majoritatea cazurilor (75%) nivelul de semnificație statistică scade pentru perioada aprilie-octombrie comparativ cu perioada rece, dar rămâne cel puțin egal cu 0,1; alte 17,86% din puncte ale grilei mențin

nivelul de semnificație al trendurilor la același nivel, indiferent de sezon; și doar un număr mic de tendințe încetează să fie semnificative statistic (7,14%) dacă comparăm sezonul rece cu cel cald.

Tendențele sezoniere ale precipitațiilor (octombrie-iunie și aprilie-octombrie) au următoarele caracteristici: Perioada rece prezintă o tendință de creștere pentru 100% din punctele grilei și este semnificativă statistic în 64,29% din cazuri. În perioada aprilie-octombrie puncte cu tendințe semnificative din punct de vedere statistic nu sunt, cu excepția a două puncte, 97162 și 87168 în nord și, respectiv, în sud, care, strict vorbind, sunt situate pe teritoriul vecin a Ucrainei. În același timp, la punctul 97162 din nord se înregistrează o tendință de scădere semnificativă statistic cu  $\alpha=0,1$  și o rată de schimbare de -3,124 mm/deceniu, iar punctul 87168 – corespunzător, de creștere ( $\alpha=0,05$ ; 2,363 mm/deceniu).

Din punct de vedere al tendințelor sezoniere a coeficientului de umiditate, în perioada rece (octombrie-iunie) se înregistrează în general o tendință de creștere (91,67%), pentru 21,43% este semnificativă statistic. Și dimpotrivă, în perioada caldă vedem imaginea inversă – domină un trend descendent (52,38%), semnificativ pentru 9,52% din puncte. Se dovedește a fi un fel de tragere de pătură între o perioadă caldă și una rece, prima devine treptat mai uscată, a doua mai umedă, totuși, la nivelul tendințelor anuale, tendința generală este că clima devine mai uscată. Dacă analizăm exact modul în care tendințele și direcția/semnificația lor statistică se schimbă odată cu trecerea de la un sezon rece la un sezon cald, vedem că majoritatea punctelor își schimbă direcția trendului (60,71%) și doar 39,29 % o păstrează, într-o măsură sau alta, de exemplu în 19,05% din cazuri o tendință de creștere semnificativă este înlocuită cu una pur și simplu de creștere, în 7,14% din cazuri o tendință pur și simplu de scădere este înlocuită cu una semnificativă de scădere și, desigur, în 13,10% aceeași tendință de creștere pur și simplu persistă, deși rata de schimbare scade în toate punctele fără excepție, din care se poate concluziona că perioada caldă se schimbă încă mai lent dacă vorbim de gradul de asigurare cu resurse de umiditate.

Pentru analiza distribuției spațiale a indicelui de umiditate au fost utilizate două scheme separate de clasificare a tipurilor de climă în conformitate cu nivelurile lor de umidificare (tab. 2, 3).

**Tab. 2. Clasificarea climatelor în conformitate cu gradarea indicelui de umiditate (după Ivanov- Vâsotschii) [17]**

| Coeficientul de umidificare | Tipul de climă |
|-----------------------------|----------------|
| >1.33                       | Extra umedă    |
| 1.33-1                      | umedă          |
| 1-0.55                      | semi umedă     |
| 0.55-0.33                   | semi aridă     |
| 0.33-0.12                   | aridă          |
| <0.12                       | extra aridă    |

Potrivit UNEP (fig. 1, a), în cea mai mare parte a teritoriului clima este fie uscată subumedă, sau, până în partea centrală, semiaridă. Avem un teritoriu restrâns în nordul republicii în regiunea pedogeografică 1, unde clima conform acestei clasificări este încă considerată umedă.

**Tab. 3. . Clasificarea climatelor în conformitate cu gradarea indicelui de umiditate (după UNEP) [13]**

| Coeficientul de umidificare | Tipul de climă  |
|-----------------------------|-----------------|
| <0.05                       | Hiper-aridă     |
| 0.05-0.2                    | Aridă           |
| 0.2-0.5                     | Semi-aridă      |
| 0.5-0.65                    | Uscată Subumedă |
| >0.65                       | Umedă           |

Dar, de fapt, granița acestei zone se va deplasa spre nord, deoarece aici există o tendință de scădere semnificativă statistic a indicelui de umiditate. În ceea ce privește clasificarea lui Ivanov-Vâsotschii, clima semiaridă ocupă trei sferturi din teritoriul republicii și clima semiumedă în nordul republicii, în regiunile pedogeografice 1, 4 și parțial 2 și 3, precum și semi-umedă cu tendința de scădere a coeficientului de umiditate al Kuvl, care va deveni semiaridă. (fig. 1a, 1b)

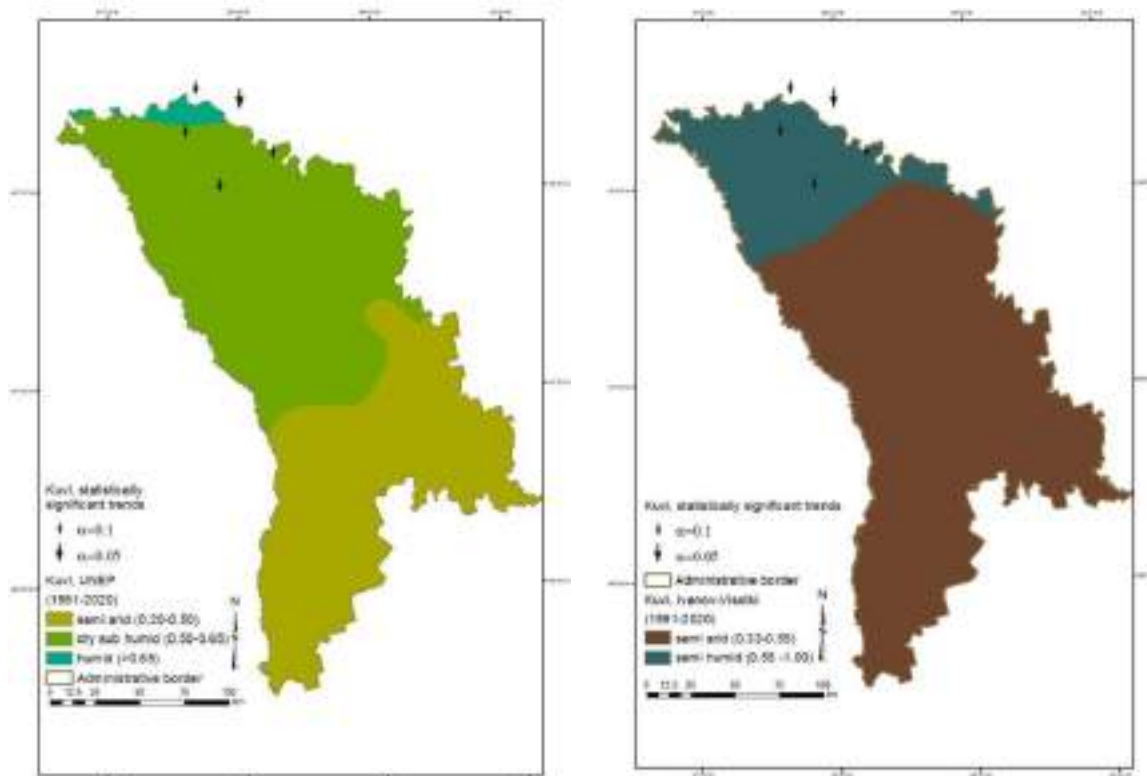


Fig. 1. A. Clasificarea UNEP

b. Clasificarea lui Ivanov-Vâsoțchii

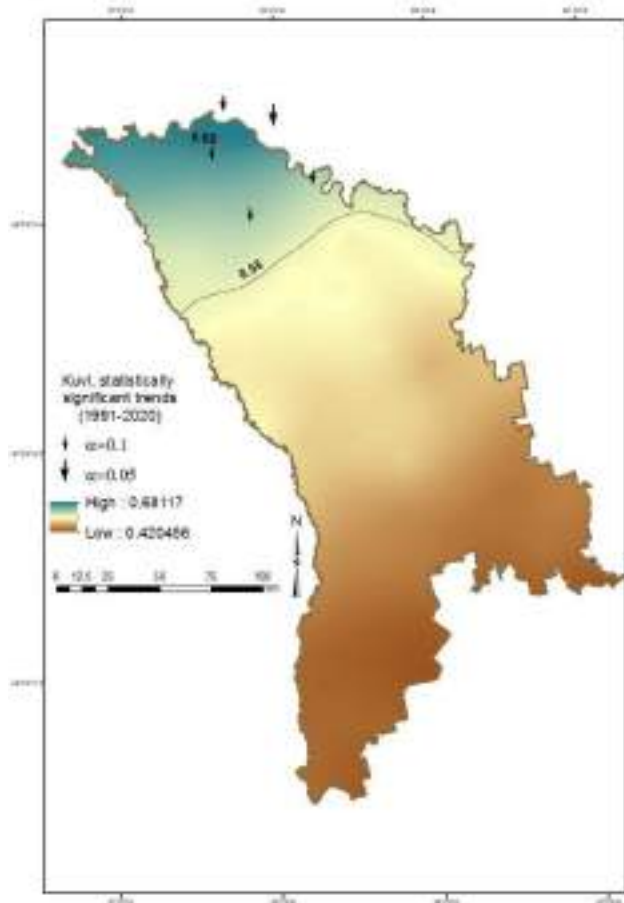
În termeni spațiali, dacă vorbim în general, coeficientul de umiditate variază de la 0,68 în nordul republicii până la 0,42 în sud, dacă luăm în considerare modelul distribuției sale spațiale conform interpolării kriging (fig.2). Dacă ne uităm la datele brute la nodurile grilei, coeficientul de umiditate se diferă în măsură mică, deoarece am luat nu numai puncte din interiorul republicii, ci și din exterior, aproape de granițe republicii. În acest caz, Kuvl variază în medie pe 30 de ani de la 0,41 la 0,69, în același timp, valorile maxime ale indicelui sugerează că unii ani pot fi numiți umezi în ambele clasificări. Valorile minime (tab. 4) nu scad mai puțin decât limita superioară a climatului arid.

Tab. 4. Intervalul de valori ale variabilelor climatice (1991-2020) în nodurile grilei

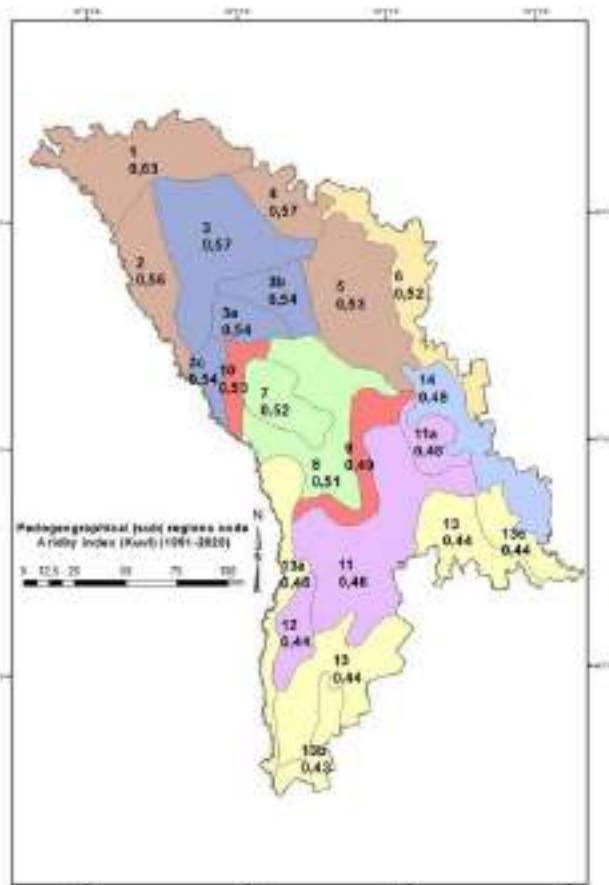
| Variabilă climatică                                    | medie     | maximă    | minimă    |
|--------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Coeficientul de umiditate                              | 0.41-0.69 | 0.61-1.12 | 0.23-0.38 |
| Suma medie multianuală a precipitațiilor               | 365-526   | 552-863   | 221-330   |
| Suma medie multianuală a evapotranspirației potențiale | 762-976   | 870-1142  | 663-867   |

Am recalculat aceste valori pentru regiuni și subregiuni pedogeografice [19] (fig.3), utilizând pentru fiecare regiune sau subregiune nu numai acele puncte care se încadrează în mod natural în limitele sale, ci și acele puncte care erau situate față de limitele la o distanță de 0 la 20 km. Aceasta a fost o măsură necesară, deoarece unele regiuni includeau fie un punct, de exemplu, 3a, 3c, 10, 13c, fie deloc,

de exemplu 13b și 12. Toate raioanele și subraioanele pedogeografice, fără excepție, demonstrează o scădere semnificativă a indicelui de umiditate comparativ cu [19], și, în cadrul ambelor clasificări, aproximativ jumătate din ei au schimbat complet clasa de umiditate. În funcție de clasificarea aleasă, umidificarea a rămas în aceeași clasă de la 19% (UNEP, subdistrictele 6,10, 3a și 3c) la 28,6% din raioane (Ivanov- Vâsotschii, 1, 11a, 14, 13a, 13b, 13c).



**Fig.2. Interpolarea prin kriging a indicelui de umiditate Kuvl**



**Fig. 3. Indicele de umiditate raportat către raioanele și subraioanele pedogeografice (1991-2020)**

## CONCLUZII

Una dintre numeroasele consecințe ale încălzirii globale este faptul că în prezent Republica Moldova poate fi considerată una dintre țările semiaride, întrucât fie două cincimi, fie două treimi din teritoriul său se află acum sub o climă semiaridă conform clasificării UNEP sau, respectiv, lui Ivanov-Vâsotschii. Pe lângă secete și scăderea productivității culturilor, această afectează și proprietățile solului, și poate duce la o reducere a materiei organice din sol, la pierderea stabilității agregatelor și la degradarea pe termen lung a structurii solului și a disponibilității nutrienților, și prin urmare, toate cele menționate mai sus trebuie luate în considerare pentru o gestionare eficientă a solului în condițiile actuale.

## BIBLIOGRAFIE

1. Choi, G., Collins, D., Ren, G., Trewin, B., Baldi, M., Fukuda, Y., Afzaal, M., Pianmana, T., Gomboluudev, P., Huong, P.T.T., Lias, N., Kwon, W.T., Boo, K.O., Cha, Y.M., Zhou, Y. Changes in means and extreme events of temperature and precipitation in the Asia-Pacific Network region, 1955–2007. *International Journal of Climatology*, 29, pp. 1906–1925, 2009. DOI: 10.1002/joc.1979.
2. CIOLACU, Tatiana. Problema utilizării durabile și conservării fertilității cernoziomurilor. In: *Academicianul I.A. Krupenikov – 100 ani: Culegerea de articole științifice*, 10 aprilie 2012, Chișinău. Chișinău: Eco-TIRAS, 2012, pp. 59-63. ISBN 978-9975-66-231-4.

3. COJOCARU, Olesia. Problema creării sistemului regional de etalonare a solurilor în Republica Moldova. In: Creșterea economică în condițiile globalizării: : bunăstare și incluziune socială, Ed. 14, 10-11 octombrie 2019, Chișinău. Chisinau, Moldova: Complexul Editorial INCE, 2019, Ediția 14, Vol.1, pp. 338-345. ISBN 978-9975-3305-6-5.
4. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2195–2231, doi:10.1017/9781009325844.020.
5. Gilbert, R.O. Statistical methods for environmental pollution monitoring. Van Nostrand Reinhold, New York, p. 320, 1987
6. Griziomurile (solurile cenușii) și bruneziomurile (solurile brune) virgine și arabile din silvostepa Republicii Moldova. Chișinău: Lexon-Prim, 2022, pp 30, 43 ISBN 978-9975-3502-8-0.
7. JIBU, M.-N. MIHĂILĂ, D. Climate evolutionary trends resulting from a thermo-pluviometric profile made between the Carpathian peaks and the Dniester Valley. Georeview, 31, pp. 15-26, 2021. ISSN: 2343-7405
8. Kendall, M.G. Rank correlation method. 4th edn. Charles Griffin, London, pp. 202, 1975
9. Mann, H.B. Non-parametric tests against trend. Econometrica, 13, pp. 245-259, 1945.
10. Micu, D. Snow pack in the Romanian Carpathian under changing climatic conditions. Meteorology and Atmospheric Physics, 105, pp. 1-16, 2009. DOI: 10.1007/s00703-009-0035-6
11. Piticar, A., Mihăilă, D., Lazurca, L. G., Bistricean, P.-I., Puțunică, A., Briciu, A.-E. Spatiotemporal distribution of reference evapotranspiration in the Republic of Moldova. Theoretical and Applied Climatology, 124, pp. 1133-1144, 2016. DOI 10.1007/s00704-015-1490-2
12. Salmi T., Määttä A., Anttila P., Ruoho-Airola T., Amnell T. Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann–Kendall test and Sen’s slope estimates – the Excel template application MAKESENS. Publications on Air Quality 31: Report code FMI-AQ-31,. 2002, 35 pp. ISBN 951-697-563-1
13. World atlas of desertification / co-ordinating editors, Nick Middleton and David Thomas. London ; New York ; Sydney ; Auckland : Arnold : UNEP, 1997. Pp. 171-180, ISBN 0340691662/ ISSN 0470249722.
14. Zhang, X., Aguilar, E. et al. Trends in middle east climate extremes indices during 1930–2003. Journal of Geophysical Research 110 (D22), p. 104, 2005. DOI: 10.1029/2005JD 006181.
15. АЛЕКСЕЕВ, В., Чербарь, В., БУРГЕЛЯ, А., Варламов, Е. Элювиальный процесс и размеры гипергенных потерь породобразующих силикатных минералов в покровных отложениях водоразделов Молдовы . In: Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2009, nr. 1, pp. 19-28. ISSN 1857-0046.
16. Золотов, Д., Николаева, О., Черных, Д. Динамика атмосферного увлажнения западной части Алтайского края как характеристика климатогидрологического фона. Известия Алтайского Государственного Университета, no. 3-1, 2012, pp. 119-125.
17. Иванов Н.Н. Показатель биологической эффективности климата. Известия Всесоюзного Географического общества, т. 94, вып. 1, pp.65-70
18. Климат Молдовы в XXI веке: проекции изменений, воздействий, откликов. Ред. Р. Коробов. Кишинев: “Elan Poligraf”, 2004, p. 91 ISBN 9975-9755-6-9
19. Урсу, А. Почвенно-экологическое микрорайонирование Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1980, 206 pp.

**CONTRIBUȚIILE INSTITUTULUI DE ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE USM LA  
DEZVOLTAREA SISTEMULUI INFORMAȚIONAL GEOGRAFIC DE STAT ȘI  
ACCESUL PUBLICULUI LA DATELE SPAȚIALE DE NIVEL NAȚIONAL**  
**CZU: 502.64:551.3(478)** <https://doi.org/10.53380/eco25.10>

**SÎRODOEV Ghennadie**, ORCID: 0009-0009-7611-7970

**CHIRIAC Ioana**, ORCID: 0000-0003-4684-0243

**OVERCENCO Aureliu**, ORCID: 0009-0006-3188-5843

**Institutul de Ecologie și Geografie al USM**

**Abstract.** *This paper describes the contribution of the Institute of Ecology and Geography of the Moldova State University in the development of the state geographic information system. As the result, it will be facilitated the public access to the thematic spatial data at the national level through the web-based geoportal of the Geodesy, Cartography and Cadastre Agency. There are three datasets which are proposed for first publication in accordance with the INSPIRE Standards: geomorphological and pedo-geographical regions, and exogen processes. For all of these the attribute information and the mode of its organization are presented.*

**Keywords:** geomorphological and pedo-geographical regions, exogen processes, territorial units, geoportal, INSPIRE Directive.

### **INTRODUCERE**

Provocările legate de lipsa de disponibilitate, organizare, calitate și partajarea informațiilor spațiale sunt actuale pentru politica europeană de mediu în Republica Moldova. Pentru a rezolva aceste probleme este necesar să se ia măsuri de coordonare între utilizatorii și furnizorii de informații spațiale. Directiva 2007/2/CE a Parlamentului European și a Consiliului, adoptată la 14 martie 2007 are ca scop instituirea unei infrastructuri pentru informații spațiale în Comunitatea Europeană. Directiva INSPIRE (The Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) Directive) se bazează pe infrastructurile pentru informații spațiale, care sunt create și întreținute de statele membre. Pentru a sprijini înființarea unei infrastructuri europene, au fost specificate „Norme de implementare”, care se adresează următoarelor componente ale infrastructurii: metadate, interoperabilitatea seturilor de date spațiale și servicii de date spațiale, servicii de rețea, partajarea datelor și a serviciilor și procedurile de monitorizare și raportare [1]. Directiva abordează 34 de teme de date spațiale necesare pentru aplicații tematice de mediu.

Sistemul informațional geografic de stat „Geoportalul tematic pentru datele spațiale ale Agenției Geodezie, Cartografie și Cadastru” (în continuare – Geoportal) asigură accesul la totalitatea seturilor de date spațiale prin servicii de rețea, aflate în responsabilitatea Agenției [2]. Dezvoltarea sistemului informațional geografic de stat și publicarea datelor spațiale la nivel central se desfășoară în cadrul Proiectului de înregistrare și evaluare funciară, finanțat de Banca Mondială (Subcomponenta C3: Suport pentru Infrastructura Națională a Datelor Spațiale (INDS)).

Cadrul legal național pentru aceasta activitate cuprinde:

- (i) Legea Nr. 254 din 2016 cu privire la infrastructura națională de date spațiale [3].
- (ii) Hotărârea Guvernului Nr. 458 din 2017 privind responsabilitățile entităților publice privind seturile de date spațiale [4].
- (iii) Regulamentul cu privire la normele de creare și actualizare a metadatelor pentru seturile și serviciile de date spațiale [2].

În cadrul Proiectului menționat, Institutul de Ecologie și Geografie al Universității de Stat din Moldova (IEG) este responsabil de crearea și actualizarea metadatelor pentru datele spațiale tematice „Regiuni Biogeografice”, pe portalul infrastructurii naționale de date spațiale – [geoportalinds.gov.md](http://geoportalinds.gov.md). Sub noțiunea de „Regiuni Biogeografice” se subînțeleg teritoriile relativ omogene, din punct de vedere a condițiilor geografice, și care au caracteristici comune. Pentru publicare sunt propuse seturi de date privind regionarea geomorfologică și pedogeografică, și procesele de surpare-rostogolire.

Completarea și actualizarea metadatelor pe geoportalul INDS se va efectua în conformitate cu „Regulamentul cu privire la normele de creare și actualizare a metadatelor pentru seturile și serviciile de date spațiale” (aprobat prin Hotărârea Guvernului #738/2017), în conformitate cu Directiva INSPIRE [5].

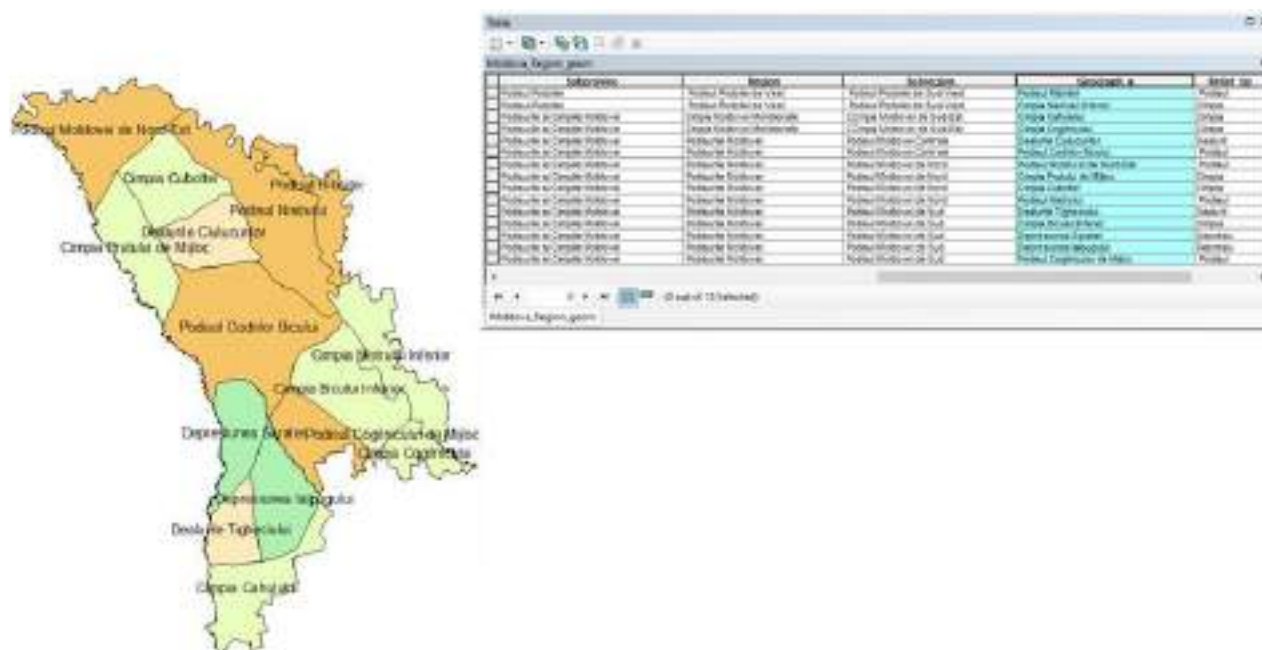
## MATERIALE SI METODE

Seturi de date privind regionarea geomorfologică și pedogeografică, și procesele de surpare-rostogolire au fost realizate în cadrul Institutului de Ecologie și Geografie pentru întreg teritoriul al Republicii Moldova. Tabelele cu atribute asociate obiectelor geografice au fost create în aplicația QGIS, iar tabelul cu metadatele pentru fiecare fișier s-a realizat în programul Excel.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

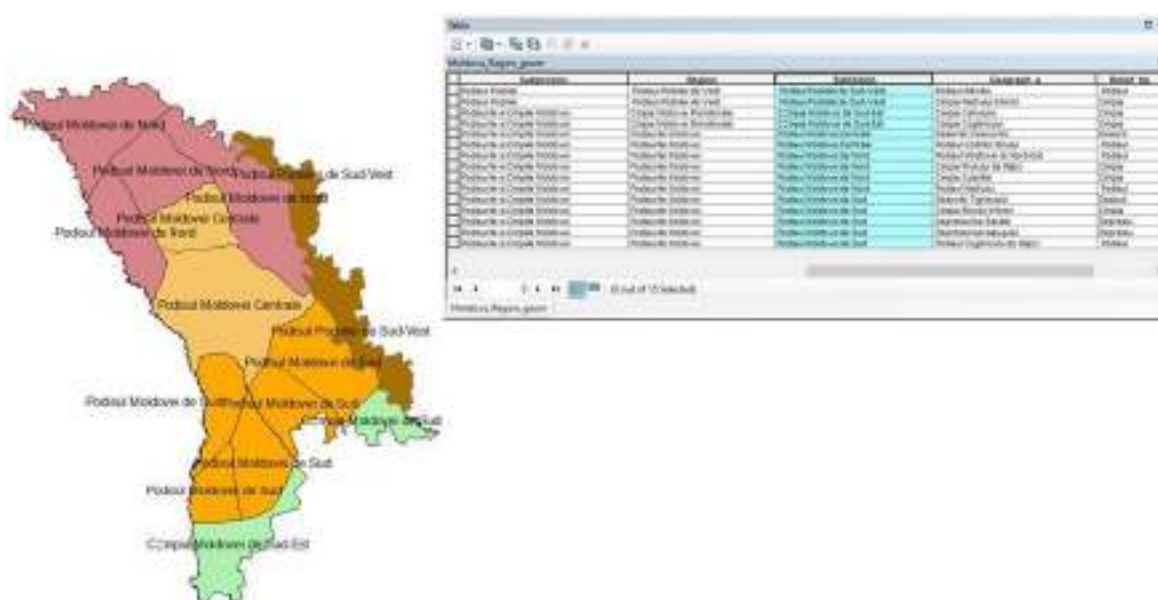
Fișierele cu informații privind regionarea geomorfologică, regionarea pedogeografică și procesele de surpare-rostogolire au fost realizate în format *ESRI Shapefile* și caracteristica lor spațială este de tip „poligon”. Mai jos este prezentată organizarea informațiilor în tabele de atribute pentru fiecare fișier.

Fișierul „Regionarea geomorfologică” conține 15 regiuni, care sunt reprezentate de patru tipuri de forme de relief: podișuri, dealuri, câmpii și depresiuni. Colorarea automată a poligoanelor conform formelor de relief dominante a devenit posibilă datorită creării coloanei „Relief\_tip” (Figura 1).



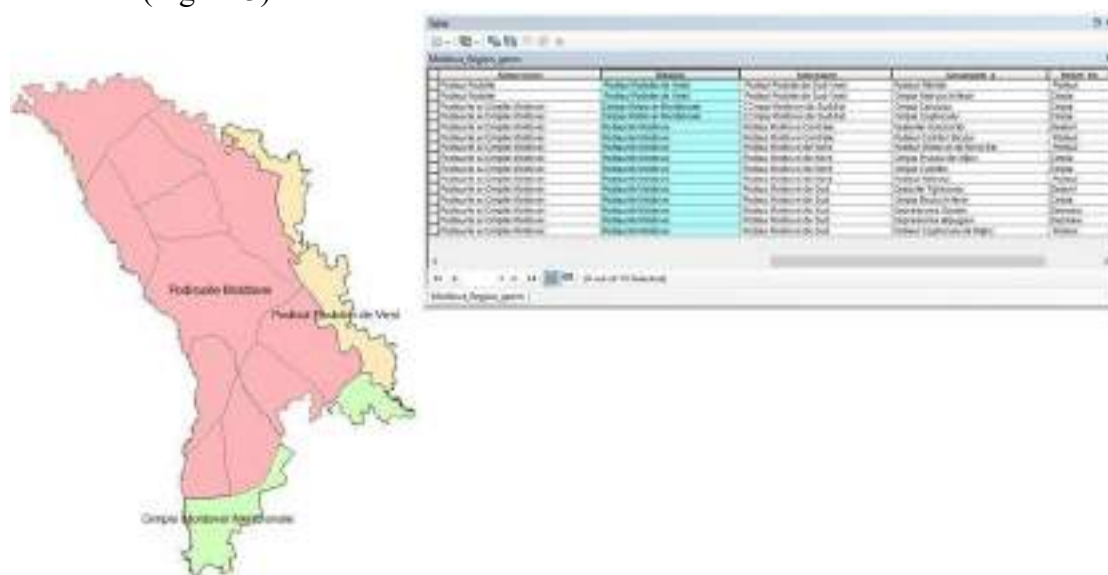
**Figura 1. Formele de relief dominante**

Denumirile regiunilor sunt prezentate în tabelul de atribute în coloana „Geograph\_a” și pe hartă prin etichete (Figura 1). Cele 15 unități geomorfologice incluse alcătuiesc 5 subregiuni: Podișul Moldovei centrale, Podișul Moldovei de sud, Podișul Moldovei de nord, Podișul Moldovei de sud-vest și Câmpia Moldovei de sud-est. Denumirile subregiunilor sunt introduse în coloana „Subregion” din tabelul de atribute și prezentate pe hartă prin etichete (Figura 2). La rîndul său, subregiunile geomorfologice constituie 3 regiuni: Podișul Podoliei de vest, Câmpia Moldovei și Podișurile Moldovei.



**Figura 2. Subregiuni geomorfologice**

Denumirile regiunilor sunt introduse în coloana „Region” din tabelul de atribute și prezentate pe hartă prin etichete (Figura 3).



**Figura 3. Regionarea geomorfologică**

Fișierul cu informații privind regionarea pedogeografică a Republicii Moldova conține 21 unități teritoriale. Pentru fiecare unitate a fost creată o înregistrare în tabel de atribute asociat. Înregistrarea conține denumirea districtului, raionului sau subraionului pedogeografic, suprafața ș.a. Datele sunt clasificate și introduse în diferite celule pentru optimizare la manipulare. De exemplu, coloana cu denumirea „District” conține numere de la 1 la 8. Pentru reprezentarea ierarhică, apartenența raioanelor la un anumit district pedogeografic, fiecare raion și subraion ia culoarea respectivă a coloanei menționate (Figura 4).

Coloana „Raionul”, conține denumirile raioanelor și subraioanelor, care sunt reprezentate pe hartă sub forma de etichetă (Figura 4), coloana „Area” include date privind suprafața, iar în coloana „Alias” se găsesc denumirile unităților teritoriale.

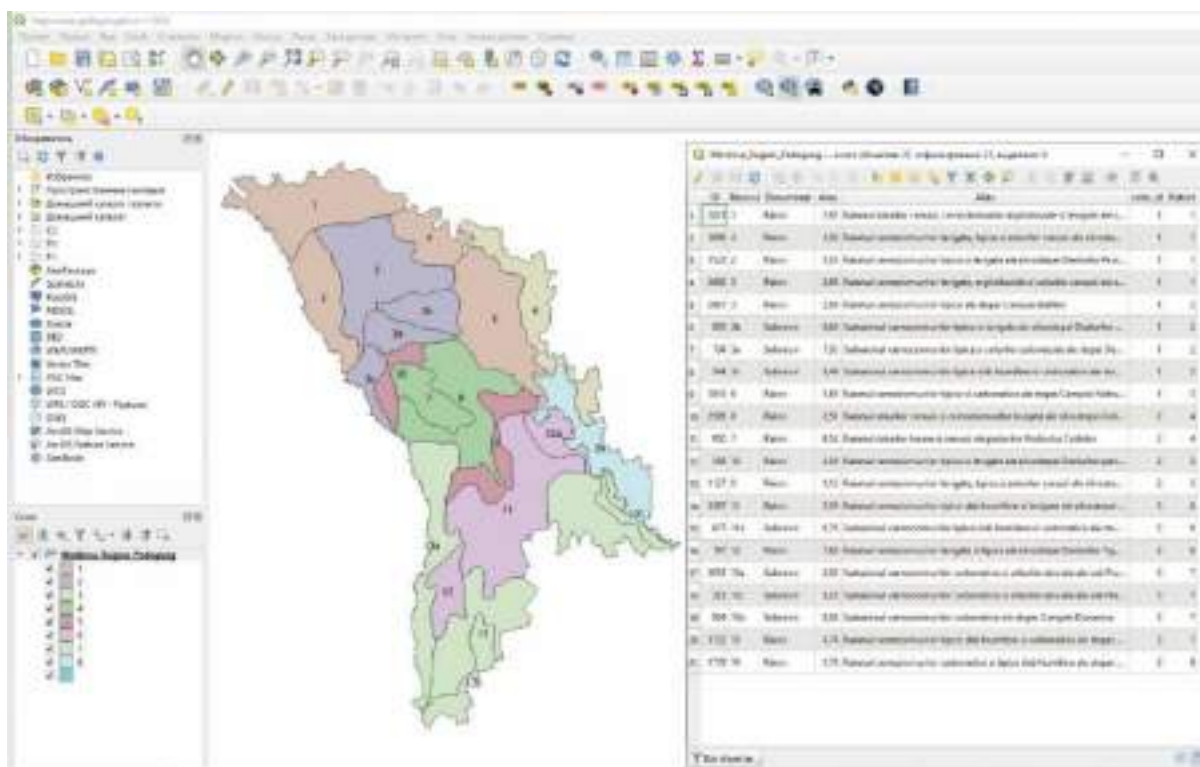


Figura 4. Regionarea pedogeografică

Informația atributivă a setului „Procese de surpare-rostogolire” cuprinde denumirile râurilor (coloana „River Name”), în preajma cărora sunt identificate manifestările proceselor exogene de surpare-rostogolire, și partea versantului (stângă sau dreapta față de râu). Teritorii cu procese de surpare-rostogolire sunt prezentate pe hartă prin poligoane de culoare roșie (Figura 5).

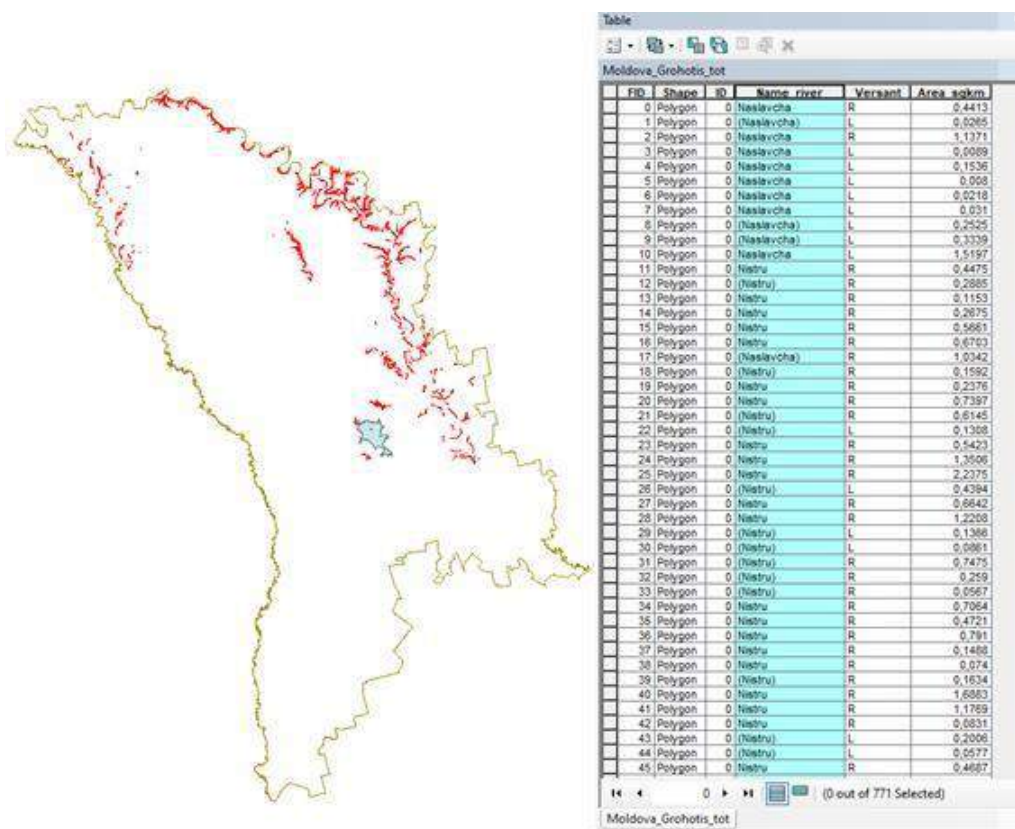


Figura 5. Teritorii cu procese de surpare-rostogolire

În ultima coloană a tabelului de atribute sunt introduse suprafețele teritoriilor afectate de procesele exogene, calculate automat (Figura 5).

## CONCLUZII

Informația în tabelele de atribute pentru toate trei fișiere tematice este compusă și optimizată pentru manipulare simplificată de utilizator.

În premieră, în Republica Moldova vor fi deschise pentru uz public seturi de date digitale/vectoriale „Regionarea geomorfologică” și „Regionarea pedogeografică”, care pot fi suprapuse pe alte seturi/straturi tematice pentru analiză geospațială.

Portalul Infrastructurii Naționale de Date Spațiale va permite schimbul de informații spațiale specializate între organizațiile din sectorul public, va deschide accesul on-line la informațiile spațiale tematice, inclusiv de mediu.

În perspectivă, Institutul de Ecologie și Geografie al USM va continua pregătirea și plasarea pe portalul INDS a seturilor de date tematice, inclusiv cu privire la climă, geologie, hidrografie și altele.

## BIBLIOGRAFIE

1. D2.8.I.4 Data Specification on Administrative Units – Technical Guidelines [https://inspire-mif.github.io/technical-guidelines/data/au/dataspecification\\_au.pdf](https://inspire-mif.github.io/technical-guidelines/data/au/dataspecification_au.pdf)
2. HOTĂRÂRE Nr. 212/2022 din 30.03.2022 cu privire la aprobarea Conceptului Sistemului informațional geografic de stat „Geoportalul tematic pentru datele spațiale ale Agenției Relații Funciare și Cadastru” și a Regulamentului privind modul de ținere a Sistemului informațional geografic de stat „Geoportalul tematic pentru datele spațiale ale Agenției Relații Funciare și Cadastru”. Publicat: 20.04.2022 în MONITORUL OFICIAL Nr. 118 art. 306
3. LEGE Nr. 254 din 17-11-2016 cu privire la infrastructura națională de date spațiale Publicat : 16-12-2016 în Monitorul Oficial Nr. 441-451 art. 887
4. HOTĂRÂRE Nr. 458 din 22-06-2017 pentru aprobarea responsabilităților entităților publice privind seturile de date spațiale - [https://www.legis.md/cautare/getResults?lang=ro&doc\\_id=99537](https://www.legis.md/cautare/getResults?lang=ro&doc_id=99537)
5. HOTĂRÂRE Nr. 738 din 15-09-2017 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la normele de creare și actualizare a metadatelor pentru seturile și serviciile de date spațiale. Publicat : 22-09-2017 în Monitorul Oficial Nr. 340-351 art. 843.

# CERNOZIOMURILE SPAȚIULUI DINTRE PRUT ȘI NISTRU ÎN CONTEXTUL MODIFICĂRILOR ACTUALE ALE MEDIULUI

CZU: 631.445.4:502(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.11>

JIGĂU Gheorghe<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-4778-2105  
DOBROJAN Sergiu<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0003-0040-5836

MOȘOI Iurie<sup>1</sup>

BUNDUC Tatiana<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0001-7706-2451

TURCHIN Boris<sup>1</sup>

DOBROJAN Galina<sup>1</sup>

JIGĂU Cristi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitatea de Stat din Moldova

<sup>2</sup>AO Institutul de Politici Agricole și Ambientale

**Abstract:** The formation and development of chernozems in the area between the Prut and Dniester rivers throughout the Holocene were favored by the presence of parent deposits with predominantly fine-medium granulometric composition (loamy and silty loamy), carbonate-rich, base-saturated, with a dominant  $\text{Ca}^{2+}$  (>80%) in the adsorptive complex, a neutral to slightly basic reaction, under subarid-subhumid climatic conditions with deficient pluvial regime and steppe herbaceous vegetation with about 25% legumes. The presence of carbonates plays a decisive role in ensuring the progressive accumulative nature of chernozemic pedogenesis and the eluvial-differentiated downward distribution of biopedogenetic products. The effective combination of abiotic and biotic factors led to the synchronized, interdependent, and interdetermined realization of pedogenesis and landscape, resulting in the establishment of three hydrothermal spaces and three subspaces (pedocosms/subpedocosms) manifested in the genetic sequence: carbonate chernozems-typical slightly humic chernozems-typical moderately humic chernozems-leached chernozems-clay-illuvial chernozems. In the current anthropo-natural phase of chernozemic pedogenesis evolution in the region, due to the stability of the abiotic framework, it has undergone insignificant modifications, maintaining the pedohydrothermal laws established in previous phases. Simultaneously, the replacement of bio-phytocenoses with agro-phytocenoses has led to the attenuation of the zonality of typogenetic processes within pedohydrothermal spaces/subspaces and pedogenetic features at the subtype level, with their essence and intensity being determined by the combined unidirectional action of climatic changes and agrogenesis. The conservation and management of soil resources in the area between the Prut and Dniester under climate change conditions involve minimizing the impact of agrogenesis by practicing adaptive-landscape pedogenetic agricultural systems.

**Cuvinte cheie:** cernoziomuri, proces pedogenetic cernoziomic, spațiu Prut Nistru, agrogeneză

## INTRODUCERE

Instabilitatea climatică și actualul trend al condițiilor climatice se răsfrâng tot mai pronunțat asupra tuturor componentelor mediului ambiant și se manifestă în intensificarea actualelor procese de degradare a solurilor precum și în sporirea probabilității unor noi riscuri pedologice.

Spațiul dintre Prut și Nistru, în calitatea sa de pedocoton de tranziție de la silvostepă la stepăse distinge prin istoria dezvoltării (zonă de tranziție de la Sistemul Orografic Carpatin la depresiunea Mării Negre), gradul avansat de dezmembrare erozională și drenare naturală, condițiile climatice, soluri, alcătuirea și evoluția învelișului de sol manifestate în receptivitatea interacțiunilor sol ↔ climă.

În acest sens multiple cercetări au arătat că pe parcursul holocenului spațiul dintre Prut și Nistru a fost arena unor fenomene și procese complexe de constituire a legităților de modificare în în spațiu și timp a climei și particularităților de evoluție a solurilor și învelișului de sol manifestat în faza optimului climatic al Holocenului în cea de a doua jumătate a perioadei atlantice-începutul perioadei subboreală (6000-4200 ani în urmă), aridizarea maximal a climei (4200-3700 de ani în urmă), ameliorarea condițiilor climatice la sfârșitul perioadei subboreale (3300-2800 ani în urmă) [12, 13, 15].

În cercetările mai recente se atestă o intensificare a alternării fazelor de evoluție anatermă și catatermă a climatului [10, 11].

În faza de evoluție anatermă a climatului (încălzire și aridizare moderată), semnalate în faza târzie a perioadei Atlantice (AT-3), în faza mijlocie a perioadei Subboreale (SB-2) în perioada

Subatlantică (SA) cu cca 1900-2000 ani în urmă, precum și în „micul optim climatic”, maximum cu cca 1000 ani în urmă, se atestă extinderea peisajului fitogeografic de stepă.

În fazele de evoluție catatermă a climatului (de răcire și de ameliorare a umidității), semnalate în faza mijlocie a perioadei Atlantice (AT-2), în fazele timpurie și târzie a perioadei Subboreale (SB-1, SB-3), se înregistrează extinderea peisajului de silvostepă cu revenirea vegetației de pădure [10, 11].

Alternarea acestora la scara geologică a timpului a condus la constituirea unui „spațiu biopedoclimatic cernoziomic” cu reproducerea unidirecționată a procesului cernoziomic. Prin această prismă de idei, actualele cernoziomuri reprezintă etapă finală (la moment) a 13-a în cadrul întregii istorii a pedogenezei pe parcursul perioadei cuaternare, de altfel climatic identică cu precedentele etape lucru confirmat de prezența în coloana stratigrafică a depozitelor pedo-loessice (grosimea 30 cm) a 12 straturi de soluri fosile pleistocenice toate de tip cernoziomic [15].

Aceasta implică concluzia că în spațiul dintre Prut și Nistru persistă pedogeneza cernoziomică care este favorizată de clima temperat-continentală și scoarța de alterare sialitico-carbonatică corespunzătoare acesteia.

O trăsătură distinctă în evoluția cernoziomurilor spațiului dintre Prut și Nistru este implicarea timpurie (cca 8 mii de ani în urmă) a evoluției singenetice natural-antropice cauzată de dezvoltarea agriculturii, iar începând cu cea de a doua jumătate a secolului XIX în soluri au demarat procesele de agrodegradare materializate în dehumificarea accelerată și dezagregarea-destructurarea acestora. În acest sens, actualele cernoziomuri ale spațiului dintre Prut și Nistru reprezintă formațiuni antropo- naturale specifice dezvoltarea și evoluția căror este determinată de acțiunea intercalată schimbărilor climatice și agrogenezei.

## MATERIAL ȘI METODE

Scopul prezentei lucrări presupune evaluarea particularităților genetice regionale a cernoziomurilor spațiului dintre Prut și Nistru și identificarea actualului trend al acestora în cadrul actualelor modificări ale ambianței pedogenetice determinate de impactul intercalat al schimbărilor climatice induse de instabilitatea climatică și agrogeneză.

Întru realizarea acestuia au fost sintetizate cercetările proprii și a altor cercetători cu privire la geneza și evoluția cernoziomurilor spațiului dintre Prut și Nistru în Holocen și propriile cercetări care vizează actualul trend al proceselor tipogenetice cernoziomice care s-a conturat în jumătatea a doua a secolului XIX, cu ulterioara intensificare și degradativ-unidirecționare în ultimii o sută de ani determinat de acțiunea a schimbărilor climatice induse de instabilitatea climatică și agrogeneză.

În cercetările noastre pornim de la abordarea pedogenezei cernoziomice, în spațiul evaluat, produs al evoluției intercalate a pedogenezei și proceselor landșaftice la scara pedologică a timpului în Holocen și de la particularitățile principalilor parametri pedo-ecologici ai spațiului dintre Prut și Nistru care se caracterizează cu îmbinarea instabilă specifică pedogenezei semiaridă-semihumidă manifestată în gradul de exprimare a proceselor humuso-acumulative, distribuția și diferențierea în profilul solurilor a produselor biopedogenezei și vulnerabilitatea factorilor interni și externi ai abianței pedofuncționale la schimbările hidrotermice. În acest sens în spațiul dintre Prut și Nistru clar se conturează trei spații pedohidrotermice: a) de silvostepă ( $CHT > 1$ ), b) de stepă ( $CHT \sim 1$ ) (0,9-1,0); c) de stepă sudică ( $CHT < 1$ ) (0,65-0,8). Substratul parental este reprezentat prin depozite loessoide și luturi, preponderent argiloase sialitico-carbonatice iar prezența straturilor de soluri cernoziomice fosile în coloana stratigrafică a acestora indică la ciclicitatea proceselor consecutive a lito-, morfo- și pedogenezei în regim periglaciatic [1, 5]. Indiferent de originea acestora o trăsătură specifică a lor este prezența carbonaților în cantități suficiente pentru realizarea lărgită și unidirecționată a procesului cernoziomic [8, 16].

Îmbinarea eficientă climă-depozit parental a favorizat dezvoltarea formațiunii vegetale ierboase, inclusiv ierburi multianuale și specii leguminoase (cca 25%) sistemul radicular al cărora în condiții de regim hidric nepercolativ și mediu neutru sau slab bazic a contribuit formării și acumulării humusului

preponderant humatic și acumulării biologice a elementelor biofile. Un element de importanță majoră, al procesului cernoziomic regional este agregarea-structurarea masei solului cu formarea de agregate glomerular-bulgăroase hidro stabile de origine, preponderant coagulațională. Un rol important în formarea structurii cernoziomice din spațiul evaluat au mecanismele coprolitic și radicular. Un factor obligatoriu a formării și ulterioarei evoluții a cernoziomurilor este prezența carbonaților iar un element de primă importanță al evoluției procesului cernoziomic este levigarea carbonaților, sporirea adâncimii efervescenței și eluvierea carbonaților și argilei fine ( $<0,001$  mm) din segmentul superior al profilului în cele subiacente. Viteza de levigare a carbonaților alcătuiește cca 1 cm/100 ani. În același timp, ciclicitatea climei determină fluctuația carbonaților în profilul cernoziomurilor din spațiul evaluat. Totodată în perioada uscată a anului are loc migrarea acestora și asigurarea prezenței lor în soluția solului în orizonturile a carbonatice. În acest context migrarea carbonaților cu curente ascendențe și descendente de apă asigură stabilitatea și reproducerea procesului cernoziomic.

Procesele specificate au condus la constituirea la scara pedologică a timpului a sistemului [sistem bioenergetic]↔[sistem agregatic] funcționarea interdependentă și interdeterminată a căruia asigură reproducerea unidirecționată a pedogenezei corespunzătoare cadrului biohidrotermic al fiecărui pedocosm/spațiu pedohidrotermic în parte.

În același timp, cercetările noastre mai recente au arătat, că cernoziomurile spațiului dintre Prut și Nistru au trăsături morfogenetice indentice: grosimea maximală a orizontului humoso-acumulativ (Am) cca 45-48 cm, grosimea maximală a stratului humifer (conținut de humus  $>1\%$ ) 100-110 cm, adâncimea orizontului iluvial carbonatic (Bca) (cu mici abateri) – 80-100 cm ș.a.. În opinia noastră aceasta indică la realizarea monoclimaxului în istoria Holocenică de formare-dezvoltare-evoluție a cernoziomurilor în spațiul dintre Prut și Nistru la scara pedologică a timpului.

Prin această prismă de idei considerăm că zonalitatea regională a proceselor cernoziomice, constituită și conturată în spațiul dintre Prut și Nistru este determinată de zonalitatea condițiilor hidrotermice iar secvența genetică cernoziom carbonatic-cernoziom tipic slab humifer (stepa sudică)-cernoziom tipic moderat humifer (stepa de nord)-cernoziom levigat-cernoziom argilo-iluvial (silvostepă) reprezintă o secvență complexă însoțită de modificarea concomitentă a condițiilor hidrotermice, gradului de continentalitate a climei și proceselor pedogenetice în cadrul actualului trend al climei 4,5-6 mii de ani [2]. Totodată s-a stabilit că în cadrul actualului trend al interacțiunilor interdeterminate și interdependente a sistemului [condiții climatice]↔[climatul solului] procesul cernoziomic regional în 3 spații hidrotermice și subspațiile materializate în raioanele și subraioanele pedogeografie, decurg în condiții de aridizare intensivă manifestată în gradul mai redus de asigurare cu apă induse de agrogeneză [7].

În cercetările noastre pentru evaluarea actualului trend al proceselor tipogenetice cernoziomice au fost utilizați parametrii sistemului de substanțe organice al solului și cei ai sistemului agregatic. Analiza structural agregatică s-a efectuat prin metoda Savvinov [14]. Conținutul total de materie organică și conținutul total al humusului s-au determinat prin metoda I. V. Tiurin [18].

Conținutul grupelor de acizi humici s-a determinat I. V. Tiurin [4], iar conținutul de substanțe humice mobile s-a determinat în extrasul 0,1 n NaOH [14].

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Încadrarea cernoziomurilor în circuitul arabil este însoțită de substituirea biocenozelor cu agrofitecenoze, distrugerea literei de stepă și a orizontului întelenit, intensificarea gradului de aerație a stratului arabil ș.a. și conduce la modificarea întregului complex de factori abiotici și biotici și proceselor biopedogenetice manifestate în modificarea sensului și intensității proceselor pedogenetice care se răsfrâng la toate nivelele ierarhice ale procesului de pedogeneză (micro-, mezo-și macroprocese), și de organizare structural-funcțională (particulă elementară-agregat-orizont-profil) a ecosistemului solului.

În acest context cercetările noastre au arătat că în cadrul actualului trend al ambianței pedogenetice procesul cernoziomic antro-po-natural este determinat de acțiunea intercalată unidirecționată a schimbărilor climatice și agrogenezei (Tab. 1) [1].

În cadrul condițiilor nou create modificări semnificative suferă regimurile, procesele, însușirile și funcțiile ecosistemice.

Cel mai receptiv la acestea este bilanțul apei care ca urmare a intensificării evaporării fizice se instaurează la un nivel cantitativ mai scăzut și se manifestă în „aridizarea” cernoziomurilor arabile materializată în asigurarea cu apă la un nivel mai scăzut decât posibilul în cadrul respectivelor condiții climatice. În același timp cercetările noastre în cadrul a 12 raioane pedogeografice în perioada 2015-2018 au arătat că profilul hidrologic al cernoziomurilor arabile se divizează în două straturi: a) aridizat (segmentul superior și mediu al profilului) cu rezerve mici de apă și consum intensive al acestora; b) inferior-cu trend residual-cumulativ excesiv umezit [1].

**Tabelul 1. Efecte pedogenetice determinate de interacțiunea agrogenezei și schimbărilor climatice**

| Agrogenză                                                                                                                                                                                                | Schimbările climatice                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intensificarea proceselor de mineralizare a substanțelor humice-dehumificarea.<br>Bilanț negativ al humusului.                                                                                           | Intensificarea procesului de mineralizare a resturilor organice în cadrul procesului integrat de mineralizare-humificare. Necompensarea pierderilor de humus-bilanț negativ al humusului. |
| Destructurarea ca urmare a reducerii conținutului de humus, decalcifierii orizontului arabil. Distrugerea mecanică a structurii.                                                                         | Modificarea structurii și texturii solului datorită tendinței stabile de degradare/alterare sub influența factorilor climatici extremali și stărilor extreme induse în sol.               |
| Copmpactarea solului sub acțiunea presiunilor mecanice exercitate de tehnicile agricole și ca, urmare a dezagregării masei solului.                                                                      | Așezarea mai rigidă a constituenților solizi ai solului ca urmare a dezagregării/alterării. Consolidarea/întărirea solurilor ca urmare a uscării excesive.                                |
| Sporirea intensității procesului de deflație (eroziunea eoliană) ca urmare a mărunțirii structurii.                                                                                                      | Amplificarea eroziunii eoliene datorită creșterii temperaturilor caniculare și a reducerii precipitațiilor în timpul sezonului cald.                                                      |
| Degradarea biotei solului și reducerea biodiversității ca urmare a degradării spațiului poros.                                                                                                           | Reducerea masei și biodiversității biotei solului ca urmare a sporirii temperaturii solului și reducerea rezervelor de apă utilă pe întreaga grosime a profilului.                        |
| Modificarea componenței soluției solului ca urmare a unui schimb mai defectuos al substanțelor pe profilul solului.                                                                                      | Sporirea concentrației și modificarea componenței soluției solului ca urmare a evaporării intensive a apei din sol.                                                                       |
| Reducerea funcției bioproductive a solului ca urmare a reducerii cantității de apă productivă, intensității proceselor biologice și a gradului de mobilitate și de accesibilitate a elementelor biofile. | Reducerea cantității și calității materiei organice din sol datorită reducerii rizodepunerilor.                                                                                           |

Aceasta ne permite să considerăm că regimul hidric al cernoziomurilor arabile este determinat de procese contrar opuse: se reduce volumul total al apei iar concomitent apa din segmentul inferior al profilului se consumă doar parțial la ascensiunea capilară acumulându-se în regim multiannual [15]. În același timp, regimul termic al cernoziomurilor arabile evoluează în sensul intensificării gradului de continentalitate, iar „dezgolirea” suprafeței solului crează premise pentru supraîncălzirea orizontului arabil până la 45-55°C.

Ca urmare sporește consumul de apă la evaporarea fizică atât din segmentul superior al profilului cât și din cel mediu, regimul hidric al cernoziomurilor arabile obținând trăsături de regim hidric nepercolativ exudativ-evapotranspirativ acestea fiind caracteristice cu mici abateri cantitative cernoziomurilor arabile din cadrul tuturor trei spații hidrotermice.

Modificările termo-hidrofizice au condus la modificarea alcătuirii, diversității, numărului și masei biotei solului. În segmentul superior, aridizat, al profilului cernoziomurilor sporește numărul și masa microorganismelor și se reduce numărul și masa pedomezofaunei, aceasta retregându-se în segmental mediu și chiar inferior [4]. Prin urmare în cernoziomurile arabile se intensifică procesele microbiologice de transformare a resturilor vegetale și sporește de cca 2 ori energia de mineralizare a

acestora materializată în perturbarea echilibrului natural dintre procesele de mineralizare și humificare a resturilor vegetale în favoarea mineralizării. Aceasta a condus la instaurarea unei noi stări bioenergetice și, respectiv, și a stării fizice a solului la un nivel mai scăzut comparativ cu cernoziomurile nearate [3, 19].

Starea bioenergetică nou instaurată în cernoziomurile arabile se caracterizează cu reducerea conținutului total de substanțe organice în sol și, în special a componentei labile iar ca urmare conduce la perturbarea relațiilor genetice între componentele sistemului de substanțe organice dar și a interacțiunilor genetice între orizonturile profilului humifer, precum și a ciclicității unidirecționate a procesului cernoziomic total acestea manifestându-se în destabilizarea ecosistemului solului și modificarea intensității și sensului proceselor tipogenetice (Tab. 2).

**Tabelul 2. Alcătuirea sistemului organic al cernoziomurilor tipice moderat humifere (strat 0-30 cm) în diverse sisteme de întreținere**

| Mod de întreținere                   | Conținut total de materie organică | Alcătuirea sistemului de substanțe organice % din conținutul total de materie organică |                               |                                       |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
|                                      |                                    | Humus                                                                                  | Materie organică nehumificată | Substanțe humice extrase în 0,1n NaOH |
| <b>Fâșie de pădure (47 ani)</b>      | 5,84                               | 78,8                                                                                   | 12,8                          | 8,4                                   |
| <b>Pârloagă 16 ani</b>               | 5,39                               | 76,1                                                                                   | 13,7                          | 10,2                                  |
| <b>Arabil slab supracultivat</b>     | 3,68                               | 92,8                                                                                   | 1,4                           | 5,3                                   |
| <b>Arabil moderat supracultivat</b>  | 3,08                               | 94,8                                                                                   | 0,9                           | 4,3                                   |
| <b>Arabil puternic supracultivat</b> | 2,36                               | 96,2                                                                                   | 0,7                           | 3,1                                   |

În solurile din fâșia de pădure se atestă cel mai mare conținut total de materie organică din care cca 78,8 revine humusului. Alte 21,2% revin substanțelor humice labile, inclusiv 12,8% revin substanțelor organice nehumificate iar 8,4% revin substanțelor humice mobile.

Transferul cernoziomurilor degradate din regim arabil în regim de pârloagă contribuie sporirii conținutului total de materie organică acesta sporind pe parcursul unei perioade relativă mică de timp până la 5,39%. În component acesteia 76,1% revin humusului iar conținutul de substanțe organice labile sporește până la 23,9%.

Cantitatea de materie organică nehumificată alcătuiește 13,7% din Ctotal iar conținutul de substanțe humice mobile sporește până la 10,2%.

Sporirea accelerată a fracțiunii de substanțe humice labile în componența sistemului de substanțe organice indică la receptivitatea sporită a cernoziomurilor arabile la impacturi bioenergetice iar conținutul de substanțe humice mobile (10,2%) indică la intensificarea procesului de formare a humusului în cadrul procesului integrat de mineralizare-humificare a resturilor vegetale.

Sistemul de substanțe organice al cernoziomurilor arabile se caracterizează cu conținut scăzut (3-4%) și foarte scăzut (2-3%) al substanțelor organice cantitatea căror este invers proportional gradului de supracultivare al solurilor. În componența sistemului de substanțe organice sporește semnificativ ponderea humusului, aceasta fiind în sporire odată cu sporirea gradului de supracultivare. Ponderea fracțiunii de substanțe organice labile se reduce de la 6,7% în solurile slab supracultivate până la 5,2% în cele moderat supracultivate și până la 3,8% în cele puternic supracultivate. Ponderea substanțelor organice nehumificate în cernoziomurile slab supracultivate este de 8-9 ori mai mica decât în cele nelucrate, iar în cele moderat și puternic supracultivate de 12-13 ori. Ponderea substanțelor humice mobile este mai mică de 2-4 ori în funcție de gradul de supracultivare. Particularitățile specificate ne permit să considerăm sistemele de substanțe organice a cernoziomurilor arabile formațiuni agrogene inerte care, practice, nu dispun de potențialul bioenergetic pentru asigurarea interdeterminată și

interdependentă a profilului organic și celui agregatic și reproducerea procesului cernoziomic. Atât solurile îndelungat nelucrate (fâșia de pădure) cât și cele relativ recent (16 ani) trecute în regim de pârlăoagă se caracterizează cu humus fulvato-humic (Raportul Cah:Caf alcătuiește corespunzător 1,63 și 1,86).

În componența humusului predomină acizii huminici iar în componența acestora predomină humații de calciu iar în componența acizilor fulvici fulvații de calciu. În același timp din Tabelul 3 constatăm că în condiții de fâșie de pădure în pofida duratei lungi de nelucrare conținutul de carbon organic total (Ct) depășește conținutul acestuia în solurile trecute recent în regim de pârlăoagă doar cu 0,29%. În același timp conținutul de substanțe humice mobile extrase în 0,1n NaOH în solurile întreținute în regim de pârlăoagă (10,2%) depășește cantitatea (8,3%) conținută în solul din fâșia de pădure. Aceasta ne permite să considerăm că solul din cadrul fâșiei de pădure a atins starea de echilibru bioenergetic la un nivel relativ scăzut iar ulterior fluxul de materie organică proaspătă se consumă doar la menținerea acestui echilibru. Prin urmare afirmațiile cu privire la reabilitarea solurilor supracultivate prin împăduriri nu are suport conceptual-experimental. Din contra, în regim de pârlăoagă în soluri se instaurează un trend unidirecționat de reproducere a procesului cernoziomic.

**Tabelul 3. Alcătuirea sistemului humic al cernoziomului tipice moderat humifer (stat 0-30 cm)% în funcție de modul de întreținere**

| Mod de întreținere                   | C total, % | C acizi humici, % |      |     |      | C acizi fulvici |     |      |     |      | C nehidrolizat, % | Cah/Caf |
|--------------------------------------|------------|-------------------|------|-----|------|-----------------|-----|------|-----|------|-------------------|---------|
|                                      |            | Ah 1              | Ah2  | Ah3 | Suma | Af1a            | Af1 | Af 2 | Af3 | Suma |                   |         |
| <b>Fâșie de pădure</b>               | 2,68       | 11,8              | 27,5 | 3,9 | 43,2 | 1,9             | 6,7 | 15,2 | 2,8 | 26,5 | 30,3              | 1,63    |
| <b>Pârlăoagă</b>                     | 2,39       | 10,7              | 26,5 | 8,0 | 45,2 | 1,9             | 5,5 | 11,9 | 5,0 | 24,3 | 30,5              | 1,86    |
| <b>Arabil slab supracultivat</b>     | 1,98       | 14,0              | 19,7 | 6,2 | 39,9 | 6,6             | 7,9 | 10,0 | 4,8 | 29,3 | 30,8              | 1,37    |
| <b>Arabil moderat supracultivat</b>  | 1,70       | 14,7              | 17,8 | 4,6 | 37,1 | 7,6             | 8,6 | 10,9 | 4,4 | 31,4 | 31,4              | 1,18    |
| <b>Arabil puternic supracultivat</b> | 1,32       | 14,9              | 18,1 | 4,6 | 37,6 | 7,8             | 8,8 | 9,8  | 4,9 | 31,3 | 31,1              | 1,21    |

În acest sens datele prezentate în tabelul 3 arată că în regim de pârlăoagă se restabilește nu numai conținutul de humus dar și calitatea acestuia manifestată în conținutul sumar de acizi huminici (45,0% față de 43,2% în fâșia de pădure) din contul fracțiunii de humați stabili (Ah3) formați cu minerale argiloase și formele stabile de sescvioxizi. Intensificarea procesului de formare a acizilor huminici este favorizată de sporirea cantității de resturi radiculare încadrată în humificare acestea fiind principalii furnizori de acizi huminici, precum și de crearea unui cadru biohidrotermic și bioaerohidric care favorizează formarea de substanțe humice stabile. În acest sens cercetările noastre anterioare au arătat că în condiții de pârlăoagă regimul hidric nepercolativ exudativ-desuctiv este substituit de regimul hidric nepercolativ desuctiv-tranpirativ.

Trăsături de bază ale acestuia sunt tendința stabilă de humidizare și umezirea adâncă a profilului cu elemente de exces de umiditate pe întreaga grosime a profilului în unii ani și perioade ale anilor (preponderant primăvara). În condiții de aerație mai redusă aceasta crează condiții favorabile pentru formarea predominante a substanțelor humice, precum și pentru transformarea fracțiunilor active desubstanțe humice (Ah1, Af1a, Af1) în formațiuni mai stabile care stimulează capacitatea de agregare a fracțiunilor Ah2, Ah3 [17].

În același timp, modificările genetic-pozitive în faza de formare a substanțelor humice în regim de pârlăoagă nu se manifestă și în faza de stabilizare a substanțelor humice nou-formate în componența reziduiului nehidrolizat care presupune o perioadă mai îndelungată de timp. În opinia noastră acesta este principalul factor care de rând cu cel economic reduce interesul pentru practicarea trecerii terenurilor în pârlăoagă doar în scopul reabilitării ecologice a terenurilor agricole degradate [6].

Cadrul biohidrictermic și bioaerohidric care se instaurează în cernoziomurile arabile a condus atât la modificări în mecanismele procesului de humificare cât și în evoluția alcătuirii sistemului humic.

Din datele prezentate în Tabelul 3 constatăm că cernoziomurile arabile supracultivate se caracterizează cu humus fulvato-humic dar care se deosebește esențial de humusul cernoziomurilor întreținute în regim de fâșie de pădure cât și de cele întreținute în regim de pârloagă prin: sporirea sesizabilă a conținutului de acizi huminici (Ah1) care formează compuși cu cationii monovalenți și formele nesilicaticale ale  $R_2O_3$ ; reducerea semnificativă a acizilor huminici Ah<sub>2</sub> care formează compuși cu  $Ca^{2+}$  și care au rol decisiv în reproducerea structurii cernoziomice; intensificarea proceselor de sinteză a fracțiunilor “agresive” (Af1a, Af1) de acizi fulvici; sporirea de 1,2-1,3 ori a conținutului sumat a acizilor fulvici; reducerea raportului Cah:Caf până la valori (1,37-1,18) netipice cernoziomurilor din spațiul dintre Prut și Nistru. În același timp conținutul de carbon al rezidului nehidrolizat a sporit nesemnificativ. Aceasta ne permite să considerăm că modificările specificate în componența humusului cernoziomurilor sunt determinate de particularitățile procesului de humificare în cadrul pedogenezei cernoziomice în condiții de supracultivare.

În cadrul unei alte catene tehnologice a fost evoluat locul sistemelor alternative de întreținere a cernoziomurilor în evoluția procesului de humificare și sistemului humic (Tab. 4).

**Tabelul 4. Componența sistemului humic al cernoziomului tipic slab humifer în funcție de sistemul de întreținere (strat 0-50cm), %din Ctotal. (date medii 2011-2015).**

| Componenții humici                 | Mod de întreținere |         |                    |                      |         |
|------------------------------------|--------------------|---------|--------------------|----------------------|---------|
|                                    | Fâșie de pădure    | Arătură | Lucrare cu cizelul | Lucrare superficială | No-till |
| C total, %                         | 2,58               | 1,98    | 2,00               | 2,03                 | 2,04    |
| C substanțe humice mobile          | 8,76               | 4,46    | 7,02               | 9,12                 | 10,36   |
| C substanțe humice solubile în apă | 0,85               | 0,80    | 0,82               | 0,83                 | 0,85    |
| C acizi huminici                   | 39,64              | 36,94   | 38,06              | 38,33                | 38,11   |
| C acizi fulvici                    | 20,18              | 26,90   | 23,82              | 22,11                | 20,38   |
| C humus strabil                    | 30,57              | 30,90   | 30,28              | 29,61                | 30,30   |
| Cah:Caf                            | 1,96               | 1,37    | 1,60               | 1,73                 | 1,87    |

Din datele prezentate constatăm că în cadrul tuturor trei sisteme de minimalizare a lucrărilor solului, comparativ cu arătura se atestă o tendință de sporire a conținutului de carbon organic pe măsura reducerii acestora de la cea parțială (lucrare cu cizelul) la No-till. În același timp, constatăm că pe parcursul a 5 ani acest spor a alcătuit 0,014%/an la lucrarea cu cizelul, 0,02%/an la lucrarea superficială și 0,022% an la No-till. În același timp, în cadrul lucrărilor “conservative” comparativ cu arătura sporește conținutul de substanțe humice mobile de cca 1,6 ori la lucrarea cu cizelul, de cca 2 ori la lucrarea superficială și de cca 2,3 ori la No-till.

Aceasta ne permite să considerăm că condiții de minimalizare a lucrărilor în soluri se instaurează regimuri bioaerohidric și biohidrotermic care favorizează intensificarea procesului de humificare în cadrul procesului integral de mineralizare-humificare a resturilor organice cu formarea de substanțe humice mobile relativ stabile. În acest sens conținutul de Corg al substanțelor humice solubile în apă rămâne, practic, identic pentru toate 5 variante testate. Putem, deci considera ca substanțele humice nou-formate sunt încadrate în compuși organo-minerali relativ stabili insolubili în apă. În cadrul variantelor lucrare superficială și No-till intensitatea proceselor de humificare este chiar mai mare decât în cadrul fâșiei de pădure.

În solurile din cadrul acestora cel mai probabil s-a instaurat un echilibru bioenergetic. În același timp, însă, din Tabelul 4 constatăm că conținutul de carbon organic al rezidului nehidrolizat în cadrul tuturor 5 variante este identic, lucru care ne permite să considerăm că la actuala etapă de evoluție a solurilor cercetate în cadrul sistemelor „conservative” de lucrare procesul de humificare nu este însoțit de stabilizarea substanțelor humice nou-formate. Totodată, constatăm că procesul de restabilire a

sistemului humic al cernoziomurilor tipice slab humifere, chiar și cazul variantei No-till decurge extrem de lent încât pentru atingerea nivelului de conținut de Corg în solurile din cadrul fâșiei de pădure sunt necesari minimum 25 de ani, deși pentru restabilirea alcătuirii sistemului humic (Cah:Caf) este necesară perioada de 10-12 ani.

În opinia noastră, principalul factor care limitează procesul de restabilire cantitativă a sistemului humic este gradul avansat de degradare fizică a cernoziomurilor din regiune manifestat în alcătuirea structural-agregatică. În acest sens cercetările noastre anterioare au arătat că transformarea negativă a alcătuirii structural-agregative a cernoziomurilor în regim arabil este principala cauză nemijlocită a degradării fizice a acestora deoarece transformarea structurii este însoțită de reducerea cantității totale de materie organică acumulată și schimbarea localizării acesteia în componența formațiunilor structurale manifestată în dinamica alcătuirii structural-agregative pe parcursul perioadei de vegetație (Tab. 5).

**Tabelul 5. Dinamica parametrilor alcătuirii structural-agregative a cernoziomului tipice moderat humifer în diverse condiții de întreținere (Date medii 2011-2015)**

| Mod de întreținere<br>Adâncimea, cm | Adâncime, cm | La începutul perioadei de vegetație |            |        |           |           | La sfârșitul perioadei de vegetație |            |        |           |           |
|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|------------|--------|-----------|-----------|-------------------------------------|------------|--------|-----------|-----------|
|                                     |              | Dimensiunile agregatelor, mm        |            |        |           |           | Dimensiunile agregatelor, mm        |            |        |           |           |
|                                     |              | Conținutul agregatelor, %           |            |        |           |           | Conținutul agregatelor, %           |            |        |           |           |
|                                     |              | > 10 mm                             | 10-0,25 mm | 5-1 mm | 3-0,25 mm | < 0,25 mm | > 10 mm                             | 10-0,25 mm | 5-1 mm | 3-0,25 mm | < 0,25 mm |
| Fâșie de pădure                     | 0-20         | 7,0                                 | 89,0       | 52,5   | 48,7      | 4,0       | 14,7                                | 78,8       | 43,0   | 47,6      | 6,5       |
|                                     | 20-40        | 10,8                                | 89,1       | 37,6   | 12,8      | 0,2       | 23,0                                | 76,3       | 43,5   | 23,2      | 0,7       |
|                                     | 40-50        | 7,4                                 | 91,9       | 42,9   | 17,9      | 0,7       | 10,4                                | 89,0       | 45,2   | 24,2      | 0,9       |
| Arătură                             | 0-20         | 4,1                                 | 89,6       | 55,9   | 53,2      | 6,3       | 6,9                                 | 83,3       | 47,1   | 51,3      | 9,8       |
|                                     | 20-40        | 10,1                                | 87,9       | 50,5   | 33,3      | 2,0       | 29,8                                | 66,5       | 33,5   | 23,1      | 3,7       |
|                                     | 40-50        | 11,8                                | 86,3       | 60,6   | 41,9      | 1,9       | 14,4                                | 83,4       | 49,3   | 30,9      | 2,2       |
| Lucrare cu cizelul                  | 0-20         | 17,8                                | 83,04      | 45,8   | 43,9      | 5,2       | 26,8                                | 69,7       | 39,6   | 40,4      | 3,5       |
|                                     | 20-40        | 21,8                                | 77,1       | 38,3   | 21,0      | 1,1       | 29,8                                | 69,5       | 37,4   | 18,7      | 0,7       |
|                                     | 40-50        | 15,3                                | 82,8       | 50,8   | 31,54     | 2,0       | 16,9                                | 83,5       | 47,4   | 23,8      | 0,5       |
| Lucrare superficială                | 0-20         | 15,3                                | 83,4       | 55,1   | 18,1      | 1,3       | 9,5                                 | 81,5       | 40,6   | 37,8      | 9,0       |
|                                     | 20-40        | 11,6                                | 80,4       | 48,0   | 22,6      | 1,2       | 19,1                                | 76,3       | 46,6   | 43,0      | 4,7       |
|                                     | 40-50        | 15,8                                | 82,7       | 43,5   | 31,5      | 1,4       | 18,4                                | 76,7       | 41,3   | 31,8      | 4,9       |
| No-till                             | 0-20         | 8,8                                 | 85,7       | 53,6   | 52,8      | 5,6       | 22,4                                | 69,7       | 48,2   | 37,4      | 7,8       |
|                                     | 20-40        | 3,2                                 | 95,6       | 59,9   | 35,2      | 1,2       | 28,0                                | 68,9       | 31,0   | 25,4      | 3,1       |
|                                     | 40-50        | 19,3                                | 79,9       | 44,3   | 26,1      | 0,8       | 15,2                                | 83,4       | 43,0   | 26,9      | 1,4       |

Din datele prezentate în Tabelul 5 menționăm, în primul rând gradul sporit de variabilitate a conținutului de fracțiuni de agregate structurale cu diverse funcții, inclusiv a celei de sechestrare-stabilizare a humusului nou-format, pe parcursul perioadei de vegetație. În acest sens atragem atenția că nu se realizează o legitate clar conturată de evoluție unidirecționată a alcătuirii structural-agregative în conformitate cu evoluția ambianței pedogenetice interne caracteristică cernoziomurilor întelenite. Mai mult ca atât această legitate nu se realizează nici în cazul solurilor îndelungat nelucrate din cadrul fâșiei de pădure.

Aceasta ne permite să concludem că evoluția unidirecționată interdeterminată și interdependentă între sistemul humic și cel agregatic este caracteristică doar cernoziomurilor native și este determinate de procesul de funcționare a ecosistemelor naturale în calitatea lor de biocenoză simbiotice, „specializate” în funcție de tipul de nutriție (fitocenoza-zoocenoză-pedocenoză) integrate într-un ciclu metabolic închis/spațiu funcțional închis.

Aceasta ne permite să considerăm că în cadrul ecosistemelor antropic-tranformate nu se realizează procesele sezoniere de înnoire a structurii solului prin agregare↔dezagregare. În cadrul acestora dinamica structurii solului presupune reagregarea masei solului determinate de schimbul de

masă „neânnoită” a solului între formațiunile agregatice determinate de mecanisme mecanice hidro-thermo-compresionale.

Tranformarea agrogenă a alcăturii structural-agregatice a solului presupune reducerea până la minimum a hidrostabilității agregatelor >3 mm și este însoțită de reducerea semnificativă a mecanismelor de stabilizare a materiei organice, lucru care la rândul lui conduce la intensificarea proceselor de degradare fizică a cernoziomurilor și se manifestă în perturbarea funcționalității sistemului pedofuncțional [sistem bioenergetic]↔[sistem agregatic] responsabil de reducerea unidirecționată a procesului cernoziomic. Procesele specificate au caracter progresiv, în legătură cu ce cernoziomurile din spațiul dintre Prut și Nistru au intrat într-o fază unidirecționată de detașare de la cernoziomurile native în sensul pedogenezei cernoziomice.

## CONCLUZII

Cernoziomurile spațiului dintre Prut și Nistru reprezintă cea de a 13-a etapă a pedogenezei cernoziomice în cadrul procesului integrat de lito-morfo-pedogeneză pe parcursul cuaternarului și al multiplelor și complexelor fenomene, procese și mecanisme de interacțiuni a factorilor de mediu materializate în cadrul biopedoclimatic al Holocenului care nu se deosebește esențial de etapele precedente (12 la număr) ale pedogenezei cernoziomice în regiune: Forță motrică a evoluției învelișului de sol în spațiul dintre Prut și Nistru au fost condițiile hidrotermice evoluția și dinamica cărora a condus la constituirea în regiune a 3 spații și 3 subspații pedohidrotermice (pedocosmuri). Pornind de la aceasta considerăm că zonalitatea proceselor cernoziomice în regiune este determinată de zonalitatea condițiilor hidrotermice iar secvența genetică cernoziom carbonatic-cernoziom tipic slab humifer-cernoziom tipic moderat humifer-cernoziom levigat-cernoziom argiloiluvial reprezintă o secvență complexă asociată cu schimbarea intercalată a condițiilor de umiditate și termice, precum și a gradului de continentalitate a climei în cadrul trendului regional al climei în ultimii 4,5-6 mii de ani. Constituirea acestora ca spații pedohidrotermice și stabilitatea lor în timp și spațiu ne permite să considerăm că stări extremale ale pedogenezei în cadrul fiecăruia din ele sunt cernoziomurile carbonatice în condiții de aridizare a climei și cele argiloiluviale în condiții de humidizare a acesteia iar evoluția pedogenezei în cadrul lor presupune evoluția de la profilul slab diferențiat (carbonatic, humifer, agregatic, granulometric etc) al cernoziomului carbonatic la cel multilateral diferențiat al cernoziomului argiloiluvial la scara pedologică a timpului.

Despre aceasta ne mărturisesc trăsăturile morfologice și morfogenetice a subtipurilor de cernoziomuri din spațiul evoluat lucru care ne permite să considerăm că pe parcursul Holocenului s-a instaurat starea de monoclimax în constituirea și funcționarea profilului pedogenetic.

În cadrul actualei etape (antropo-naturală) de evoluție a pedogenezei cernoziomice din regiune scade semnificativ rolul determinant al climei și sporește impactul aridizațional al agrogenzei. Ca urmare în cadrul actualului trend al condițiilor climatice din regiune procesul de pedogeneză cernoziomică în limitele fiecărui spațiu/subspațiu pedohidrotermic decurge în condiții de aridizare intensivă manifestată în asigurare mai redusă cu apă decât cea posibilă în respectivele condiții climatice. Aceasta conduce la modificarea semnificativă a proceselor tipogenetice de bază.

Reabilitarea procesului cernoziomic regional corespunzător cadrului biopedoclimatic presupune managementul integrat al resurselor biohidrotermice în cadrul unor tehnologii agricole pedoregenerative.

**Din cadrul proiectului:** Elaborarea cadrului științific aplicativ de modernizare a tehnologiilor de asigurare sustenabilă a sănătății solurilor din plantațiile pepiniere în condiții de schimbare a climei. Cifru: 23.70105.5107.06

## BIBLIOGRAFIE

1. JIGĂU GH. Cernoziomurile spațiului Pridanubian: evoluție, trenduri, management sustenabil. // International Scientific Conference “Eastern European Chernozems 140 years after V. Dokuceaev”. Chișinău, 2019, p. 360-376.
2. JIGĂU GH. Solurile Moldovei și particularitățile de bază 85 ani de după N. Dimo. // Solul și gestionarea durabilă a resurselor de sol. Lucrările conferinței științifice cu participare internațională. – Chișinău; CEPUSM, 2023, p- 15-27.
3. JIGĂU GH., DOBROJAN S., MOȘOI I., DOBROJAN G., TURCHIN B., JIGĂU C. Cernoziomurile spațiului dintre Prut și Nistru: particularitățile genetice prin prisma sistemului agricol conservativ. // Conferința științifică națională cu participare internațională „Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” (Ediția a opta). Bălți 23-24 mai 2024, p. 271-277.
4. JIGĂU GH., FALA A., BOTNARU V. Ghid de autoevaluare a practicilor de management durabil al terenurilor. – Chișinău: S.n. 2018 (Î.S: Tipografia centrală). 112 p.
5. JIGĂU GH., LEȘANU M., BÎRSAN A. Trenduri de evoluție a cernoziomurilor: factori și soluții tehnologice de adaptare. // Conferința științifică consacrată jubileului de 90 de ani din ziua nașterii acad. B. Melnic. // Chișinău: CEP USM, 2018, p. 251-256.
6. JIGĂU, GH., LEȘANU, M. Reabilitarea ecologică a terenurilor agricole. Chișinău: Tipografia „BonsOffices”, 2021, 200 p.
7. JIGĂU, Gh., STADNIC, A., TURCHIN, B., PLĂCINTĂ, N., LEȘANU, M., BORȘ, N. Criterii de evaluare a cernoziomurilor arabile în condiții induse de agrogeneză și schimbările climatice. // Diferențieri teritoriale ale învelișului pedologic din Regiunea de Nord-Est a României. Iași: Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, 2021. p. 221-229.
8. RUSU C., JIGĂU GH., DONISĂ I. Solurile Podișului Moldovenesc. // Studii și cercetări în Geoștiințe. Iași: Editura Universității „Al. Iona Cuza”, 2021, vol. 4, p. 87-187.
9. TSATSKIN A., GENALER T.S., HELLER F. Improved paleopedological reconstruction of vertic paleosols at Novaya Etuliya, Moldova via integration of soil micromorphology and environmental magnetism. // New trends in soil micromorphology // Eds.: S. Kapur et. al.: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008, p. 91-110.
10. VOLONTIR N. Evoluția și dinamica comunităților vegetale în Postglaciar pe teritoriul Platformei Moldovenești prin corelare cu climatele. În: Materialele Simpozionului Jubiliar Internațional „Mediul și dezvoltarea durabilă”, Labirint, Chișinău. 2009, p. 188-192.
11. VOLONTIR N. Impactul fluctuației climatice asupra vegetației în limitele interfluviului Nistru-Prut în Holocen. // Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2010, nr. 1, p. 61-65.
12. VOLONTIR N. Indici cantitativi paleoclimatici pentru Holocen pe teritoriul R. Moldova. În: Învățămintul Universitar din Moldova la 70 ani. Chișinău, 2000, V. II.
13. ВОЛОНТИР Н. Н. К истории растительности юга Молдавии в голоцене. Четвертичный период. Палеоэтнология и археология. Кишинев, 1989, с. 90-97.
14. ГАНЖАРА, Н. Ф., БОРИСОВ, Б. А., БАЙБЕКОВ, Р. Ф. Практикум по почвоведению. Москва. Агроконсалт, 230 с.
15. ГОЛЕУСОВ П.В., ЛИСЕЦКИЙ Ф.Н., ЧЕПЕЛЕВ О.А. Развитие черноземов Днестровско-Прутского междуречья в голоцене. // Почвоведение, 2013, № 5, с. 540-555.
16. ГРОМОВА О.А. Вопросы происхождения и эволюции чернозёмов в работах отечественных учёных конца XIX–XX ВВ. // Научный журнал “Успехи современного естествознания”, 2020, nr. 11, с. 52-56.
17. ЖИГЭУ, Г., ТУРКИН, Б., ЧОЛАКУ, Т., ПЛЭЧИНТЭ, Н., СТАДНИК, А. Антропогенная трансформация почвообразования и плодородия Придунайских Чернозиомов в системе агроценозов. // Международная научная конференция, посвященная 90 летнему юбилею со дня основания института, «Агрофизический институт: 90 лет на службе земледелия и растениеводства», Санкт-Петербург, 14-15 апреля 2022, с. 574-582.
18. КАУРИЧЕВ И.С. Практикум по почвоведению – Москва Колос. 1980. 272 с.
19. ЛЕБЕДЕВА И.И., КОРОЛЕВА И.Е., ГРЕБЕННИКОВ А. М. Концепция эволюции черноземов в условиях агроэкосистем. // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. Вып. 71, с. 16-26.

# GENEZA ȘI RISCUL VALURILOR DE CĂLDURĂ PENTRU REPUBLICA MOLDOVA ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE REGIONALE

CZU: 551.515:551.555.3(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.12>

BOIAN Ilie, ORCID: 0000-0002-7632-2562

DOMENCO Rodion, ORCID: 0000-0002-2419-5602

Universitatea de Stat din Moldova

**Abstract.** *In recent years, the Republic of Moldova, like the entire European continent, has been facing increasingly frequent heat waves with increasing intensity. Analyzing the data on the maximum temperatures recorded in the last 20 years at the stations of the State Hydrometeorological Service network, compared to the multiannual averages, we found that the intensity of heat waves increases from one case to another. Also, a northward shift of the thermal maximums recorded in the summer months is observed. By using the IDW interpolation method, we highlighted the regions where the last two thermal records were recorded on the territory of the Republic of Moldova*

**Keywords:** heat waves, hot weather, positive thermal singularities, risk of heat waves.

## INTRODUCERE

În contextul general al schimbărilor climatice, se consideră că unul dintre parametrii climatici cei mai afectați este temperatura. Temperaturile extrem de ridicate și evenimentele conexe, cum ar fi valurile de căldură devin un subiect de cercetare tot mai actual, ca parte importantă a problemelor legate de schimbările climatice (Croitoru, et al., 2018). Riscurile legate de temperatură joacă un rol important, deoarece acționează de obicei la scară spațială mare sau foarte mare și au un impact major asupra mediului, societății și economiei (Piticar & Ristoiu, 2012). Temperatura aerului este un element care prezintă o mare variabilitate atât în timp, cât și în spațiu. Caracteristicile de temperatură dintr-o regiune sunt determinate de mai mulți factori, inclusiv circulația aerului, caracteristicile stratului activ, relieful, rețeaua hidrografică, vegetația etc. În plus, și prezența așezărilor umane au, de asemenea, un impact important asupra caracteristicilor temperaturilor aerului din zona investigată.

În literatura de specialitate valurile de căldură sunt definite în mod diferit. În general se apreciază menținerea stabilă la cote ridicate a valorilor termice pe timp de zi și noaptea, cu stabilirea unor praguri specifice. Organizația Meteorologică Mondială (OMM), citată de MetOffice, constată apariția acestui fenomen atunci când temperatura maximă a aerului depășește cu 5°C, timp de 5 zile consecutiv, media multianuală a perioadei, raportată la intervalul 1961-1990 (Dima, et al., 2016)

Interesul pentru valurile de căldură și evenimentele de căldură extremă a crescut la nivel global în ultimii ani, ca urmare a valurilor de căldură din Europa, și nu numai, care au afectat semnificativ sănătatea umană (Nori-Sarma, et al., 2019).

Teritoriul Republicii Moldova este predispus direct și tot mai frecvent la aceste riscuri, având grad înalt de vulnerabilitate, atât datorită poziției sale geografice, cât și a particularităților pedogeomorfologice. Ne-am propus să scoatem în evidență creșterea frecvenței și intensității valurilor de căldură precum și identificarea principalelor situații sinoptice care determină producerea singularităților termice. Valurile de căldură din anii 1994, 1998, 2000, 2007, 2012, 2015, 2020, 2022 sunt concludente în acest sens.

## MATERIALE ȘI METODE

Pentru studiul de față, am folosit metodele obișnuite de cercetare în domeniul climatologiei generale. Valorile extreme de temperatură observate la stațiile din rețeaua Serviciului Hidrometeorologic de Stat (SHS) pentru perioada 1994-2023 au fost prelucrate prin metode de statistică matematică și

reprezentare grafică. Datele privind temperaturile maxime au fost comparate cu mediile multianuale preluate din Ghidul climatic al Republicii Moldova (SHS, 2023). Pentru ilustrarea repartiției spațiale a temperaturilor maxime am utilizat metoda de interpolare IDW (distanța inversă ponderată). În situația în care ne-am propus să reprezentăm valorile maxime ale temperaturii produse pe teritoriul țării, am optat pentru o metodă de interpolare care să scoată în evidență anume acest parametru. Am folosit, de asemenea, hărți sinoptice existente pe internet de la centrele internaționale de prognoză meteo și site-ul SHS.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Dinamica atmosferei, prin diferitele sale tipuri de circulație, este răspunzătoare direct și cu efect imediat asupra riscurilor meteo-climatice. Fiind situată în zona climei temperate cu multiple influențe climatice, Republica Moldova este supusă advecției maselor de aer cald tropical continental (sau a aerului cald tropical maritim ajuns în Moldova deja uscat și lipsit de precipitații), generate de anticlони continentali care se dezvoltă în nord-vestul Africii, în Peninsula Balcanică, în bazinul Mării Negre, pe teritoriul Asiei de Sud-Vest etc. În condițiile persistenței formațiunilor barice anticiclonale, se intensifică procesele locale de insolație, care participă, alături de advecțiile aerului tropical, la creșterea gradului de încălzire și de uscăciune, determinând valurile de căldură (Boian, 2015).

În anul 1994 un val de căldură s-a produs la sfârșitul lunii iunie și începutul lunii iulie, când temperatura maximă a depășit 30°C pe întreg teritoriul țării. Intensitatea maximă a acestei încălziri a fost în sudul și sud-estul țării, unde valorile maxime ale temperaturii aerului au depășit 33 - 35°C, ajungând la 38°C în Comrat, pe 20 iulie. Canicula a fost provocată de o masă de aer excesiv de uscată de origine nord-africană, care a acționat în sudul și centrul Europei.

Încălzirea masivă din 1998 s-a manifestat în perioada 21 iulie - 4 august. În majoritatea zilelor din cea de-a treia decadă a lunii iulie 1998, pe teritoriul Republicii Moldova s-a semnalat vreme foarte caldă și uscată. Temperaturile medii zilnice ale aerului au atins valori de 25 - 28°C, cu 3-5°C mai mult decât media zilnică multianuală. Temperatura maximă absolută înregistrată la Comrat a fost de 38.1°C. Din punct de vedere sinoptic, în această perioadă în partea de sud a Europei s-a instalat maximul anticiclonal azoric (cu o presiune atmosferică în centru de 1015-1020 mb).

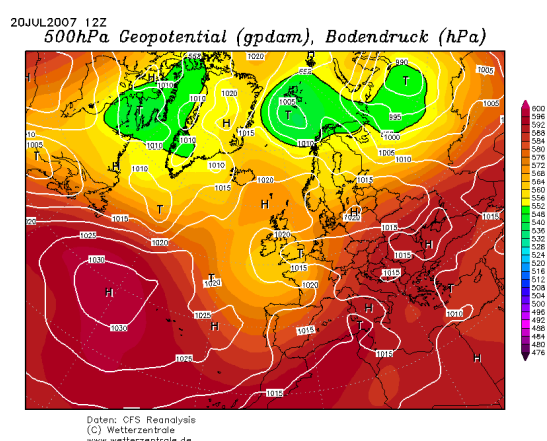


Figura 1. Distribuția izohipselor suprafeței T.A. de 500 hPa pe data de 20 iulie 2007 (<https://www.wetterzentrale.de>)

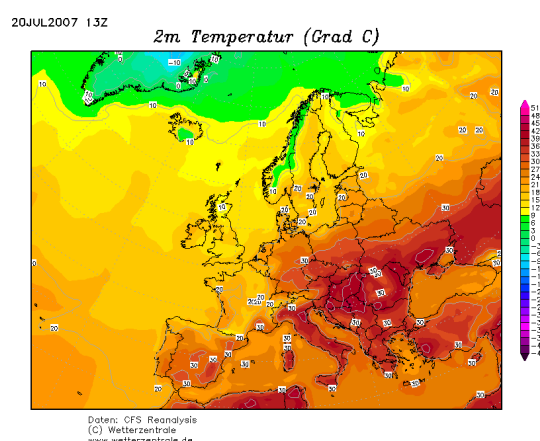


Figura 2. Distribuția temperaturilor la sol pe data de 20 iulie 2007 (<https://www.wetterzentrale.de>)

În luna iulie a anului 2007, în condițiile unei dorsale de altitudine extinse din Asia Mică și bazinul estic al Mării Mediterane peste sud-estul continentului (fig. 1), s-a produs un transport masiv de aer cald continental tropical din nordul Africii deasupra Europei de Sud-Est. Persistența acestei mase de aer deosebit

de cald, caracterizat prin temperaturi de peste 20°C și, sporadic, chiar peste 25°C la 1500 m altitudine, s-a concretizat la nivelul solului în valori termice de peste 35°C și chiar peste 40°C (fig. 2, fig. 3), cu valoarea maximă de +41.5° înregistrată pe 21 iulie la SM Camenca. Temperatura medie lunară a aerului a fost mai ridicată decât media multianuală cu 4-5°C și a constituit +24.0...+26.0°C. Numărul de zile cu temperaturi maxime ale aerului ( $\geq +30^{\circ}\text{C}$ ) a constituit 13-25, depășind norma de 2.5-4 ori, iar numărul de zile cu temperaturi maxime  $\geq +35^{\circ}\text{C}$  a fost de 7-12, înregistrat pentru prima dată în toată perioada de observații instrumentale (SHS, 2024).

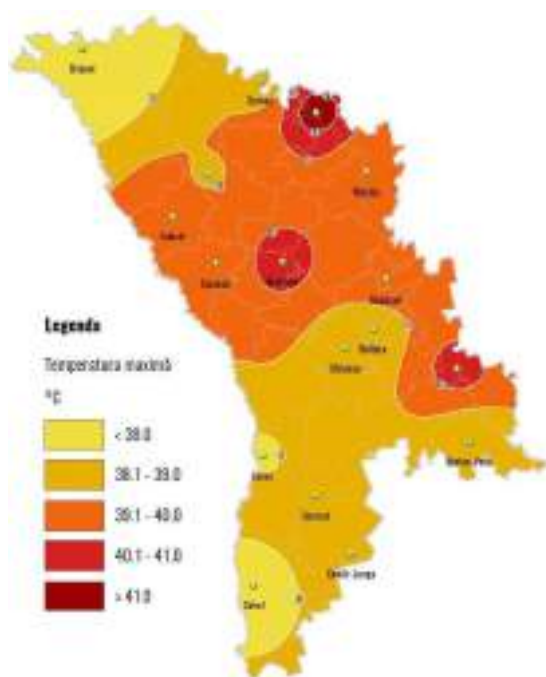


Figura 3. Distribuția temperaturilor maxime 21 iulie 2007

În luna august 2007 pe teritoriul țării s-a menținut vreme foarte caldă. Temperatura medie a aerului pentru această lună a fost de +21.0...+24.5°C cu 2.0-3.5°C mai ridicată decât norma, fapt semnalat pe teritoriul Republicii Moldova în medie o dată în 10-20 de ani. Temperatura maximă a aerului a crescut până la +37...+40.5°C căldură, ceea ce s-a înregistrat izolat pentru prima dată din toată perioada de observații instrumentale.

Recordul temperaturilor pozitive în Republica Moldova îl deține valoarea de +42.4°C înregistrată la Stația Meteorologică (SM) Fălești pe data de 7 august 2012.

La începutul lunii august în regiunea țării noastre se pune în evidență o dorsală puternică care acoperă cea mai mare parte a teritoriului european. Acestei situații sinoptice de la sol îi corespunde la nivelul suprafeței barice de 500 hPa o dorsală a câmpului de mare presiune din nord-vestul Africii (fig. 4). Acest tip de circulație atmosferică a determinat vreme deosebit de călduroasă și fără precipitații (fig. 5).

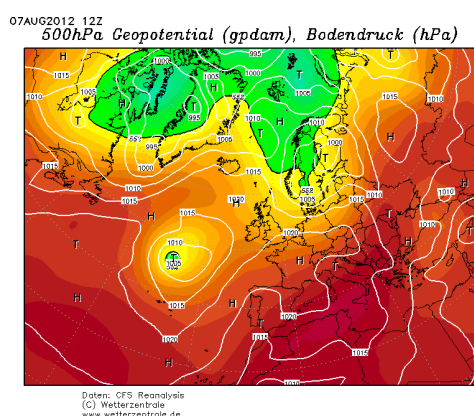


Figura 4. Distribuția izohipselor suprafeței T.A. de 500 hPa pe data de 7 august 2012 (<https://www.wetterzentrale.de>)

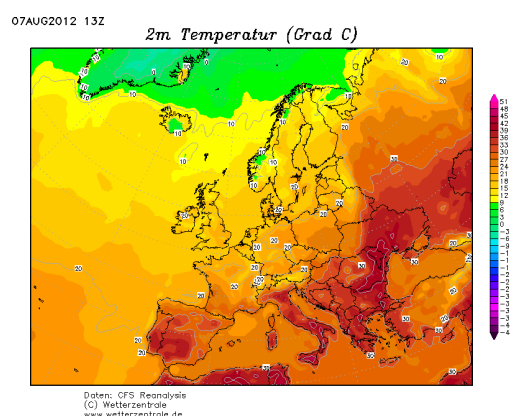


Figura 5. Distribuția temperaturilor la sol pe data de 7 august 2012 (<https://www.wetterzentrale.de>)

Pe 70% din teritoriul țării aceste temperaturi au fost semnalate pentru prima dată din toată perioada de observații instrumentale, depășind recordul precedent (anul 2007) cu 0.1 - 0.8°C. În 7 august 2012 pe 50% din teritoriul țării s-au semnalat și cele mai înalte valori ale temperaturii maxime a aerului pentru anotimpul de vară: +37.2°C (Briceni) și +40.6°C (Cornești), fiind cu 0.2-0.7°C mai ridicate față de maximele absolute (fig. 6). Tot pe 7 august la SM Fălești s-a înregistrat cea mai înaltă temperatură a

aerului în Republica Moldova pentru întreaga perioadă de observații instrumentale: +42.4°C, fiind cu 0.9°C mai ridicată față de valoarea maximă absolută înregistrată în anul 2007 (SHS, 2024).

Numărul de zile cu temperatura de  $\geq +35^{\circ}\text{C}$  a constituit în general 16-26 zile (norma fiind de 1-2 zile). Valori ale temperaturii aerului de  $\geq +40^{\circ}\text{C}$  s-au înregistrat pentru prima dată pe 40% din teritoriul țării, numărul de zile cu așa valori fiind de 1-3 (Boian, 2010).

Alte situații sinoptice în care pe teritoriul țării noastre se produc încălziri masive sunt determinate de

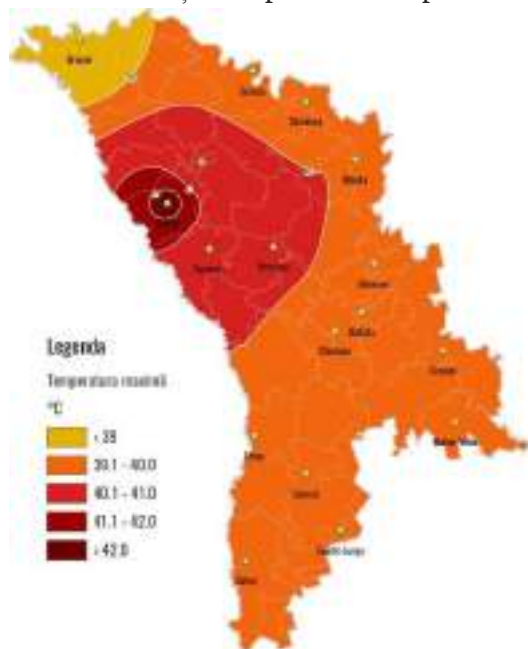


Figura 6. Distribuția temperaturilor maxime 7 august 2012

circulația maritim tropicală, subtipul MT-1. În cazul acestui subtip de circulație atmosferică se produce transportul masei de aer maritim tropical de-a lungul unei traiectorii orientată de la sud-vest către nord-est. Rezultă vreme deosebit de călduroasă, chiar caniculară, cu valori mari ale indicelui temperatură/umezeală (Bogdan, 2007).

Circulația de blocare (cu ambele subtipuri: B-1 și B-2), deși cu o frecvență relativ scăzută față de alte tipuri, determină în sezonul cald instalarea lentă a secetei și apariția caniculei, mai ales în jumătatea sudică a țării.

Vara anului 2015 în Republica Moldova a fost foarte caldă și cu deficit de precipitații. Temperatura medie a aerului pentru acest sezon a constituit în teritoriu +21.6...+23.8°C, fiind cu 2.2-3.3°C mai ridicată față de normă. Temperatura maximă a aerului pe parcursul sezonului a urcat până la +37.9°C (stațiile meteorologice Camenca, Dubăsari și Tiraspol). Numărul de zile cu temperatura maximă a aerului de  $\geq +30^{\circ}\text{C}$  în decursul

sezonului a constituit în teritoriul republicii 36-55 zile, norma fiind de 8-27 zile. Numărul de zile cu temperatura aerului de  $\geq +35^{\circ}\text{C}$  a constituit în teritoriu în fond 8-21 zile, norma fiind de 1-2 zile. Acest prim val de căldură al lunii iulie 2015 a fost determinat de avansul dorsalei anticiclonului azoric peste bazinul Mării Mediterane și Europa Sudică, iar masa de aer tropical s-a extins și peste Peninsula Balcanică, România și Republica Moldova.

În vara anului 2022 un nou val de căldură a afectat țara noastră, datorită transportului intens de aer tropical de origine nord-africană, peste bazinul vestic și central al Mării Mediterane, către Peninsula Balcanică. Ulterior aerul cald a invadat aproape întreaga jumătate sudică a Europei. În iulie temperatura medie lunară a aerului a constituit +21.5...+24.5°C, depășind valorile normei cu 2-3°C (SHS, 2024). Temperatura maximă a aerului a urcat izolat până la cota de +37.0°C (SM Fălești). Pe data de 5 iulie valul de căldură a cuprins întreg teritoriul țării, iar valoarea maximă de +37.0°C s-a înregistrat pe 6 iulie, la SM Camenca.

În situații cu valuri puternice de căldură, activitatea economică este perturbată, au loc pene de curent, culturile agricole sunt afectate, există riscul producerii incendiilor de vegetație, și se poate ajunge chiar la pierderi de vieți omenești prin hipertermie (Marinică, 2008). La latitudinile temperate, în emisfera nordică, valorile cele mai mari de temperatură se înregistrează de la jumătatea lunii iunie și până spre sfârșitul lunii august (Dima, et al., 2016). În intervalele în care temperaturile sunt ridicate atât noaptea, cât și ziua, iar amplitudinea termică noapte/zi este redusă, vorbim despre caniculă (temperaturile maxime ating sau depășesc 33°C în cursul zilei și se situează în jurul a 20°C sau peste acest prag, noaptea). Totodată, din ce în ce mai frecvent, în ultimul timp, canicula și valul de căldură sunt definite și prin asociere cu parametri care

caracterizează disconfortul termic sau temperatura resimțită și care cuprind, în formulele de calcul, valoarea umidității relative.

Pentru organismul uman, pragul fiziologic de confort termic corespunde unei temperaturi reale a aerului cuprinsă între +18.5...+19.5°C (valoare determinată pentru termometrul umed) și +22.5...+23.5°C (valoare măsurată cu termometrul uscat). Cele două tipuri de temperaturi sunt utilizate în formulele de determinare a temperaturii efective, care reprezintă temperatura percepută în realitate de organismul uman. Astfel, temperatura efectivă exprimă sintetic atât efectul conjugat al temperaturii aerului, umezelii acestuia și vitezei vântului asupra intensității proceselor calorice ale organismului uman, cât și nivelul echilibrului sau al dezechilibrului dintre componentele bilanțului său energetic (Ionac, 2003).

Foarte frecvente sunt și insolațiile, datorate expunerii neprotejate la Soare. Șocul de căldură (hipertermia) se produce atunci când organismul nu mai poate să-și mențină echilibrul termic din cauza creșterii excesive a temperaturii aerului.

## CONCLUZII

Cauzele care concurează la producerea valurilor de căldură sunt, în general, de natură sinoptică, care țin de dinamica maselor de aer și cele de natură geografică care presupun caracteristici ale suprafeței active.

În ultimii 20 de ani, valorile maxime ale temperaturii se înregistrează, de obicei, în jumătatea de nord a țării, ceea ce determină creșterea riscului valurilor de căldură, pe fondul unor temperaturi medii multianuale mai scăzute, comparativ cu jumătatea sudică.

În ultimii 20 de ani au fost atinse și depășite recordurile anterioare. Tendința ascendentă a frecvenței și intensității valurilor de căldură din ultimii ani, impune necesitatea unor măsuri de prevenire a riscurilor dar și acțiuni de educare a populației în vederea conștientizării riscului.

## BIBLIOGRAFIE

1. Bogdan, O., 2007. *Hazarde meteo-climatice: geneză și vulnerabilitate cu aplicații la România*. Sibiu: Editura Universității "Lucian Blaga" din Sibiu.
2. Boian, I., 2010. Valurile de căldură și singularitățile termice pozitive în Republica Moldova. *Mediul Ambient*, 2(50), pp. 45-47.
3. Boian, I., 2015. *Climatologia Republicii Moldova: Suport de curs*. Chișinău: UnAȘM.
4. Croitoru, A.-E., Piticar, A. & Sfică, L., 2018. *Extreme temperature and precipitation events in Romania*. București: Editura Academiei Române.
5. Dima, V., Georgescu, F., Irimescu, A. & Mihăilescu, D., 2016. *Valuri de căldură în România*. București: Printech.
6. Ionac, N., 2003. *Mic tratat de geografie medicală*. Available at: <https://ebooks.unibuc.ro/biologie/geomed/2-1.htm> [Accesat 15 mai 2024].
7. Marinică, I., 2008. Valul de căldură din Oltenia (iunie 2007) și efectele induse. *Fenomene și procese climatice de risc*, VII(5), pp. 95-103.
8. Nori-Sarma, A. și alții, 2019. Advancing our Understanding of HeatWave Criteria and Associated Health Impacts to Improve Heat Wave Alerts in Developing Country Settings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Issue 16, p. 2089.
9. Piticar, A. & Ristoiu, D., 2012. Analysis of air temperature evolution in northeastern Romania and evidence of warming trend. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(4), pp. 97-106.
10. SHS, 2023. *Ghid climatic al Republicii Moldova. Ediție științifico-aplicativă. Date pe termen lung*. 1st ed. Chișinău: Serviciul Hidrometeorologic de Stat.
11. SHS, 2024. *Serviciul Hidrometeorologic de Stat*. Available at: <https://meteo.md/> [Accesat 15 mai 2024].

# EVALUAREA ȘI UTILIZAREA TERENURILOR DIN PUNCT DE VEDERE AL INFRASTRUCTURII VERZI-ALBASTRE DIN ZONA METROPOLITANĂ RÂMNICU VÂLCEA

CZU: 631.58:574.4/5

<https://doi.org/10.53380/eco25.13>

TACHE Antonio-Valentin <sup>1</sup>, ORCID: 0000-0001-7202-347X  
POPESCU Oana-Cătălina <sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-2349-9145  
PETRIȘOR Alexandru-Ionuț <sup>1,2,3</sup>, ORCID: 0000-0002-2159-4034

<sup>1</sup>INCĐ URBAN-INCERC București, România

<sup>2</sup>Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu” București, România

<sup>3</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

**Abstract.** Connectivity is a key feature in green-blue infrastructure planning, because it can maintain the movement of species, it can support ecological processes and functions and can ensure better ecosystem services. The study analyses the connectivity between green-blue areas at the level of the metropolitan area of the Râmnicu Vâlcea municipality, with the aim of planning a green belt and, to be included in urban and territorial planning documents. The methodology for identifying the green-blue infrastructure connectivity in the metropolitan area of Râmnicu Vâlcea municipality is an innovative model due to its ARCGIS components – Gnarly Landscape Utilities and Linkage Mapper.

**Cuvinte cheie:** conectivitate, coridoare verzi, GIS, planificare, analize geospațiale.

## INTRODUCERE

Concentrarea activităților umane și economice în orașe necesită alegerea unei dezvoltări verzi, reziliente și incluzive. Un oraș este un ecosistem complex (Bai 2016), ale cărui mecanisme pot fi explicate parțial de abordarea ecologică, iar utilizarea unor indicatori specifici studiului ecosistemelor naturale poate ajuta la înțelegerea unor procese din cadrul orașelor (Nielsen și Müller, 2009).

Astăzi, conceptul de infrastructură verde reprezintă o nouă înțelegere a relației dintre om și natură și oferă un nou sens planificării spațiilor verzi (Hu *et al.* 2020). Prezența naturii în orașe este asigurată de *infrastructura verde urbană*, ce are ca rol furnizarea de servicii ecosistemice, lucru care duce la îmbunătățirea calității vieții și a rezilienței urbane (Comisia Europeană 2013; Petrișor *et al.*, 2016, 2021, 2022). Deși este un concept dual și ambiguu (Matsler *et al.*, 2021), analiza infrastructurii verzi poate oferi o imagine de ansamblu a zonelor verzi urbane (Hanna *et al.*, 2023). Infrastructura verde urbană poate fi folosită pentru adaptarea la schimbările climatice (Sánchez și Govindarajulu, 2023), pentru protecția biodiversității (Aouissi *et al.*, 2021; Legutko-Kobus *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2023), pentru avantajele oferite prin serviciile ecosistemice pe care le oferă (Du Toit *et al.*, 2018).

Infrastructura verde urbană trebuie integrată în planificarea urbană și spațială (Monteiro *et al.*, 2020, Grabowski *et al.*, 2022), ceea ce se traduce prin schimbări în politicile de utilizare a terenurilor care să considere tradiționalele acoperiri de teren și să promoveze tranzițiile agroecologice către infrastructuri verzi metropolitane mai durabile care să facă față schimbărilor climatice (Shen *et al.*, 2023). Infrastructura verde urbană trebuie să poată concura în mod competitiv cu infrastructura gri în contextul spațiului urban (Van Oijstaeijen *et al.*, 2020), iar planificarea infrastructurii verzi urbane trebuie privită ca o măsură de sănătate publică (Dennis *et al.*, 2023).

Strategia UE privind Biodiversitatea pentru 2030 (Comisia Europeană, 2020) urmărește oprirea distrugerii ecosistemelor urbane verzi. Pentru a readuce natura în orașe, Comisia face apel la orașele europene de cel puțin 20000 de locuitori să elaboreze planuri de înverzire urbană, care ar trebui să includă măsuri de creare a unor păduri, parcuri și grădini urbane bogate în biodiversitate și accesibile, ferme urbane, acoperișuri și ziduri verzi, străzi pe care sunt plantați copaci, pajiști și păduri urbane.

Și politica urbană a României prevede, printre altele, întărirea infrastructurii verzi-albastre pentru limitarea și adaptarea la hazardele urbane (orașe inteligente din punct de vedere climatic). Acest lucru poate fi realizat prin proiectarea de centuri verzi. Crearea rețelelor verzi care conectează spațiile verzi, drumurile și apele în jurul unor zone construite este un demers ambițios (Tache *et al.*, 2023a, b).

### ***Centura verde***

O centură verde oferă servicii ecosistemice care amplifică legătura dintre resursele generabile și natura din jurul unui oraș. Spațiile verzi încorporate în centura verde sunt astfel văzute într-o nouă paradigmă, devin zone ce asigură funcții strategice pentru adaptarea la climă, managementul râurilor și al biodiversității (Amati și Taylor 2010). Astăzi conceptul de centură verde trebuie adaptat la contextul teritorial, devenind un instrument flexibil care ține cont de interesele diferiților actori urbani. În cazul în care o politică a centurilor verzi nu se poate aplica, trebuie găsite alternative de planificare precum pene verzi, căi verzi, coridoare verzi.

O centură verde poate aduce numeroase beneficii de mediu și joacă un rol important în adaptarea la schimbările climatice (Popescu și Tache, 2023). Ea poate oferi habitat faunei sălbatice, poate oferi mai multe oportunități de călătorie oamenilor care se pot bucura de peisajul rural din afara orașului, poate oferi mai mult teren agricol pentru a se produce alimente sănătoase, ceea ce stimulează economia rurală locală și dezvoltarea locurilor de muncă. În plus, centura verde poate ajuta la gestionarea precipitațiilor și inundațiilor, poate asigura răcirea urbană, îmbunătățește calitatea aerului și captarea carbonului, în special în zonele împădurite.

### ***Studiu de caz: municipiul Râmnicu Vâlcea și zona sa periurbană***

În municipiul Râmnicu Vâlcea procentul populației tinere în populația totală a scăzut, în timp ce populația de 65 ani și peste a crescut constant, ca și cea de 85 ani și peste (aceasta din urmă mai rapid chiar). Acest lucru denotă că orașul are nevoie de spațiu verde pentru ca aceste categorii vulnerabile să poată beneficia de avantajele oferite de spațiul verde urban – parcuri, locuri de joacă, spații de relaxare și plimbare. Raportat la numărul total de locuitori rezultă o suprafață de spațiu verde mult sub limita minimă recomandată de 26 mp/locuitor (20,6 mp/locuitor în 2021).

Conform *Strategiei integrate de dezvoltare urbană a municipiului Râmnicu Vâlcea pentru perioada 2021-2027* (Primăria municipiului Râmnicu Vâlcea, 2022), viziunea municipiului în domeniul regenerării urbane este de a deveni un oraș compact, dezvoltat în jurul unei rețele de coridoare verzi-albastre care converg către râurile Olt și Olănești. De asemenea, unul din obiectivele Planului Urbanistic General (reactualizat) al mun. Rm. Vâlcea este crearea unui sistem de spații verzi (minim 26 mp/locuitor). Pentru aceasta, printre măsurile din PUG menționăm amenajarea de noi spații verzi și protejarea celor existente, inclusiv în cartierele rezidențiale și asigurarea zonelor verzi de protecție a cursurilor de ape pentru râurile Olt și Olănești. Întrucât malurile acestor râuri (inclusiv cele ale lacurilor de acumulare de pe Olt) nu sunt amenajate în scop de relaxare / promenadă / practicare a sporturilor în aer liber decât pe segmente foarte reduse, ar putea fi integrate cu succes în coridoare verzi-albastre.

Dezvoltarea unei rețele de coridoare verzi-albastre este o prioritate a dezvoltării municipiului (P.3.1.), având o sursă multiplă de finanțare: POR 2021-2027, bugetul de stat și cel local. În ceea ce privește creșterea suprafeței medii a spațiilor verzi/locuitor, dacă pentru anul 2024 ținta Strategiei municipiului Râmnicu Vâlcea este de 25 mp/locuitor, în 2029 această valoare urmează să crească la 30 mp/locuitor.

Zona care ar putea conține centura verde a municipiului Rm. Vâlcea este alcătuită din periurbanul municipiului și constă în următoarele localități: Mun. Rm. Vâlcea, orașul Ocnele Mari, și comunele Budești, Bujoreni, Dăești, Golești, Mihăești și Vlădești. Având această componență, zona de centură ar avea o suprafață de 35.853 ha (Fig. 1).

În zona periurbană propusă, 43% din suprafața totală este teren agricol, din care 45,1% suprafață arabilă. Din cele 56,2% teren non-agricol, 74,9% este ocupat de păduri și 8,6% de ape. În concluzie, suprafața verde-albastră deține 83,5% din totalul suprafeței analizate.

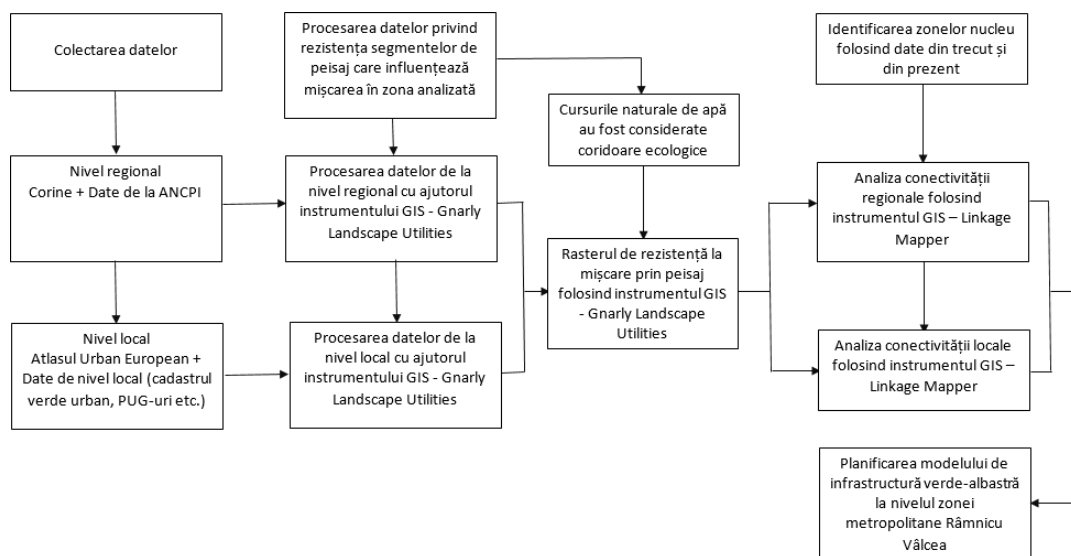


**Fig. 1. Localitățile componente ale zonei metropolitane Râmnicu Vâlcea**

## MATERIALE ȘI METODE

Pentru evaluarea caracteristicilor peisajului din zona studiată am avut în vedere valoarea biodiversității, valoarea socio-economică, aspectele de conectivitate și tipul de servicii ecosistemice oferite. Metodologia utilizată s-a bazat pe un set de date compatibil cu bazele de date europene din domeniul mediului și urbanismului - Corine CLC și Atlasul Urban European și pe două instrumente de mare succes ARCGIS - Gnarly Landscape Utilities și Linkage Mapper.

Schema folosită pentru definirea modelului de conectivitate este următoarea (Fig. 2):



**Fig. 2. Schema informatică a modelului folosit pentru identificarea conectivității zonei analizate**

Pentru evaluarea precisă a peisajului am folosit date ANCPI în conformitate cu datele CORINE 2018, iar datele topografice ale municipiului Râmnicu Vâlcea în conformitate cu cele ale Atlasului Urban European. În ambele cazuri, soluțiile IT utilizate s-au bazat pe două instrumente ARCGIS: 1) Gnarly Landscape Utilities, și 2) Linkage Mapper. Astfel:

- 1) Pentru a defini permeabilitatea terenului din zona studiată, am dezvoltat o soluție IT bazată pe instrumentul ARCGIS 10.6 - Gnarly Landscape Utilities. Astfel, am definit zonele cu conectivitate ridicată și alte zone care reprezintă bariere pentru dezvoltarea unei infrastructuri verde-albastre.

- 2) Pentru a defini conexiunile dintre zonele cu caracteristici peisagistice ridicate, am dezvoltat o soluție IT pentru evaluarea zonei infrastructurii verzi-albastre și a conexiunilor dintre diferitele elemente verzi, pe baza instrumentului ARCGIS - Linkage Mapper.

Un astfel de model de infrastructură verde-albastru necesită o cantitate mare de date și evaluarea calității acestuia pentru o evaluare corectă. De asemenea, procesele de evaluare trebuie să fie de natură iterativă, astfel încât sistemele de date utilizate să fie capabile să integreze date noi și mai performante pentru a îmbunătăți calitatea instrumentelor de evaluare.

Față de alte studii pe această tematică, metodologia propusă reprezintă un model inovator datorită componentei sale IT. Astfel, suprafața ocupată în zona studiată este evaluată în funcție de valorile caracteristice ale peisajului, pe mai multe categorii (zero, scăzut, moderat,, foarte ridicat). Pentru a evalua caracteristicile peisajului din zona studiată s-au analizat valoarea biodiversității, valoarea socio-economică, aspectele de conectivitate și tipul de servicii ecosistemice oferite.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Realizarea și implementarea metodologiei are un dublu scop: în primul rând, constituie un punct de plecare pentru planificarea infrastructurii verzi-albastre la nivelul zonei metropolitane Râmnicu Vâlcea și, în al doilea rând, reprezintă un model de bună practică pentru integrarea infrastructurii verzi-albastre și a dezvoltării durabile în planificarea urbană și teritorială.

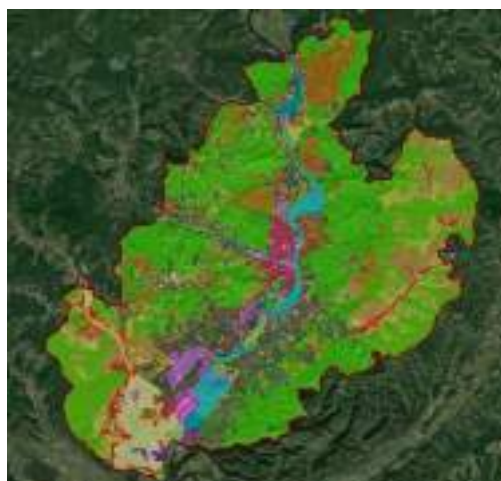
Modelul de analiză a infrastructurii verzi pentru municipiul Râmnicu-Vâlcea a fost conceput astfel încât să poată fi utilizat cu date de intrare pentru diferite scări, deoarece datele de intrare necesare sunt disponibile pentru diferite niveluri de calitate. Calitatea rezultatului se bazează pe omogenitatea și calitatea datelor de intrare. Obiectivul final a fost obținerea unei zone naturale și agricole formând o singură matrice ecologică teritorială, asigurând durabilitatea și biodiversitatea.

Conform metodologiei și a procesului de evaluare a conectivității peisajului descris în Fig. 2, am obținut următoarele rezultate:

- Harta utilizării terenurilor după prelucrarea datelor din Atlasul European pentru zona studiată (Fig. 3);
- Harta utilizării terenurilor la nivelul zonei studiate, conform bazei de date europene CORINE 2018 (Fig. 4),

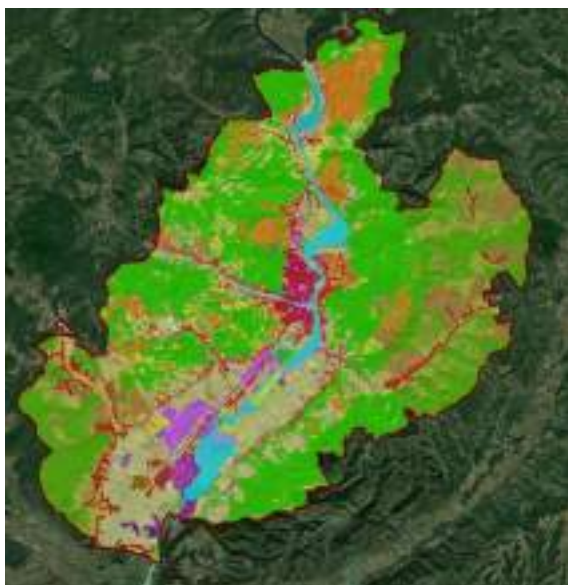


**Fig. 3. Harta utilizării terenurilor după prelucrarea datelor din Atlasul European pentru zona studiată**

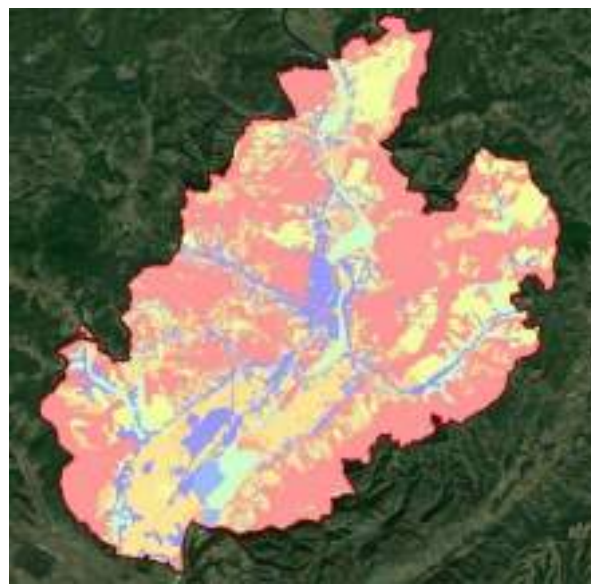


**Fig. 4. Harta utilizării terenurilor la nivelul zonei studiate, conform bazei de date europene CORINE 2018**

ce au contribuit la obținerea hărții zonei de studiu cu date compatibile pentru utilizarea terenului. Cu ajutorul acestora am realizat o hartă prin procesarea datelor conform scriptului GIS – Gnarly Landscape Utilities (Fig. 5) și, în final, harta ce prezintă rasterul de rezistență la mișcare prin peisajul zonei de studiu (Fig. 6).



**Fig. 5. Harta obținută în urma procesării datelor conform scriptului GIS – Gnarly Landscape Utilities**



**Fig. 6. Harta rasterului de rezistență la mișcare prin peisajul zonei de studiu**

## CONCLUZII

Regiunea analizată prezintă numeroase avantaje care susțin ideea înființării unei centuri verzi în jurul municipiului Râmnicu Vâlcea. Suprafața mare de spații verzi, păduri, terenuri agricole este un atu, putând ușor fi integrate într-o centură verde, mai ales că zona are peisaje naturale atractive și nepoluate.

Realizarea rasterului de rezistență la mișcare prin peisaj reprezintă o etapă importantă în implementarea metodologiei de identificare a legăturilor zonelor verzi din zona metropolitană a municipiului Râmnicu Vâlcea. Precizia acestui raster de rezistență depinde în mare măsură de calitatea datelor utilizate și de ponderile atribuite fiecărui element de utilizare a terenului în bazele de date Corine 2018 și Atlasul Urban. Ponderea valorilor caracteristicilor peisajului este, în general, definită în funcție de valoarea biodiversității, valoarea economică, valoarea socială, tipurile de servicii ecosistemice pe care le oferă și aspectele de conectivitate ale peisajului. În definirea valorilor finale am avut în vedere specificul și istoria zonei studiate, experiența specialiștilor în ecologie și amenajarea teritoriului și nu în ultimul rând experiențele internaționale, în special liniile directe pentru implementarea infrastructurii verzi-albastre la nivel regional și local.

Implementarea prezentei metodologii are ca scop final protejarea teritoriului metropolitan al marilor orașe din România de intensitatea și dispersarea dezvoltării urbane prin integrarea infrastructurii verzi-albastre.

Această prezentare este susținută de proiectul PN 23 35 06 01 cu titlul „Sistem integrat IT-urbanistic pentru evaluarea infrastructurii albastru-verzi la nivelul municipiilor și orașelor din România în vederea implementării în planurile de dezvoltare urbană. Studiu de caz: Municipiul Râmnicu Vâlcea”, finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării, Digitalizării și realizat în cadrul Programului Nucleu ECODIGICONS.

## BIBLIOGRAFIE

1. Amati, M., & Taylor, L. (2010). From green belts to green infrastructure. *Planning Practice & Research*, 25 (2), 143-155.
2. Aouissi H.-A., Petrișor A.-I., Ababsa, M., Boștenaru-Dan, M., Tourki, M., Bouslama, Z. (2021), Influence of Land Use on Avian Diversity in North African Urban Environments. *Land*, 10 (4), 434.
3. Bai, X. (2016), Eight energy and material flow characteristics of urban ecosystems. *Ambio*, 45 (7), 819-830.
4. Comisia Europeană (2013), Comunicare a Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social European și Comitetul Regiunilor, Infrastructurile ecologice – Valorificarea capitalului natural al Europei, COM(2013) 249 final, Bruxelles, Belgia.
5. Comisia Europeană (2020), Comunicarea Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social European și Comitetul Regiunilor – Strategie UE privind biodiversitatea pentru 2030 – Readucere naturii în viețile noastre, COM(2020) 380 final, Bruxelles, Belgia.
6. Dennis, M., Barker, A., Anderson, J., Ashton, J. C., Cavan, G., Cook, P. A., Lindley, S. (2023). Integrating knowledge on green infrastructure, health and well-being in ageing populations: Principles for research and practice. *Ambio*, 52 (1), 107-125.

7. Du Toit, M. J., Cilliers, S. S., Dallimer, M., Goddard, M., Guenat, S., Cornelius, S. F. (2018). Urban green infrastructure and ecosystem services in sub-Saharan Africa. *Landscape and Urban Planning*, 180, 249-261.
8. Grabowski, Z. J., McPhearson, T., Matsler, A. M., Groffman, P., Pickett, S. T. (2022). What is green infrastructure? A study of definitions in US city planning. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 20 (3), 152-160.
9. Hanna, E., Bruno, D., Comín, F. A. (2023). Evaluating naturalness and functioning of urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, 80, 127825.
10. Hu, T., Chang, J., Syrbe, R. U. (2020). Green Infrastructure Planning in Germany and China: A comparative approach to green space policy and planning structure. *Research in Urbanism Series*, 6, 99-126.
11. Legutko-Kobus, P., Nowak, M. J., Petrișor A.-I., Bărbulescu, D., Crăciun, C., Gârjoabă, A.-I. (2023), Protection of Environmental and Natural Values of Urban Areas against Investment Pressure: A Case Study of Romania and Poland. *Land*, 12 (1), 245.
12. Liu, Z., Zhou, Y., Yang, H., Liu, Z. (2023). Urban green infrastructure affects bird biodiversity in the coastal megalopolis region of Shenzhen city. *Applied Geography*, 151, 102860.
13. Matsler, A. M., Meerow, S., Mell, I. C., Pavao-Zuckerman, M. A. (2021). A 'green' chameleon: Exploring the many disciplinary definitions, goals, and forms of "green infrastructure". *Landscape and Urban Planning*, 214, 104145.
14. Monteiro, R., Ferreira, J. C., Antunes, P. (2020). Green infrastructure planning principles: An integrated literature review. *Land*, 9 (12), 525.
15. Nielsen, S. N., Müller, F. (2009). Understanding the functional principles of nature—proposing another type of ecosystem services. *Ecological Modelling*, 220 (16), 1913-1925.
16. Petrișor A.-I., Andronache, I. C., Petrișor, L. E., Ciobotaru, A. M., Peptenatu, D. (2016), Assessing the fragmentation of the green infrastructure in Romanian cities using fractal models and numerical taxonomy. *Procedia Environmental Sciences*, 32, 110-123.
17. Petrișor A.-I., Mierzejewska, L., Mitrea, A. (2022), Mechanisms of Change in Urban Green Infrastructure - Evidence from Romania and Poland. *Land*, 11 (5), 592.
18. Petrișor A.-I., Mierzejewska, L., Mitrea, A., Drachal, K., Tache, A.-V. (2021), *Dynamics of Open Green Areas in Polish and Romanian Cities During 2006-2018: Insights for Spatial Planners*. Remote Sensing, 13 (20), 4041.
19. Popescu O.-C., Tache A.-V. (2023), Cercetări recente privind infrastructura verde urbană. *Lucrările conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, urbanism și amenajarea teritoriului*, 24, 5-14.
20. Primăria municipiului Râmnicu Vâlcea (2022), Strategia integrată de dezvoltare urbană a municipiului Râmnicu Vâlcea pentru perioada 2021-2027, proiect co-finanțat din Fondul Social European prin POCA 2014-2020.
21. Sánchez, F. G., Govindarajulu, D. (2023). Integrating blue-green infrastructure in urban planning for climate adaptation: Lessons from Chennai and Kochi, India. *Land use policy*, 124, 106455
22. Shen, J., Peng, Z., Wang, Y. (2023). From GI, UGI to UAGI: Ecosystem service types and indicators of green infrastructure in response to ecological risks and human needs in global metropolitan areas. *Cities*, 134, 104176.
23. Tache, A.-V., Popescu, O.-C., Petrișor A.-I. (2023a), Analytical model of green-blue connectivity in the metropolitan area of Bucharest. *Present Environment and Sustainable Development*, 17 (2), 153-164.
24. Tache, A.-V., Popescu, O.-C., Petrișor A.-I. (2023b), Conceptual Model for Integrating the Green-Blue Infrastructure in Planning Using Geospatial Tools: Case Study of Bucharest, Romania Metropolitan Area. *Land*, 12 (7), 1432
25. Van Oijstaeijen, W., Van Passel, S., Cools, J. (2020). Urban green infrastructure: A review on valuation toolkits from an urban planning perspective. *Journal of Environmental Management*, 267, 110603.

# EVALUAREA INFRASTRUCTURII ECOLOGICE A ECOSISTEMELOR URBANE DIN REGIUNEA DE SUD ȘI IMPACTULUI ASUPRA SERVICIILOR ECOSISTEMICE

CZU: 577.4/.5:502(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.14>

MOGÎLDEA Vladimir, ORCID: 0000-0001-8544-1742

ȚUGULEA Andrian, ORCID: 0000-0002-7106-8921

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract.** Green infrastructure is a key element of a sustainable urban ecosystem. It is recognized as an effective approach based on the way nature works, being an important source of ecosystem services provided to the population. Green and blue solutions are one of the new tools that can help cities increase their resilience and sustainability. The green infrastructure (forest plantations, forest-parks, agricultural land, hedges, lines, etc.), the blue infrastructure (swamps, rivers, ponds) was evaluated and compared with the gray infrastructure (roads, streets and markets, buildings) in the cities of the Region South of the Republic of Moldova. The results show that the spatial weight of the ecological infrastructure is closely related to the degree of urbanization of the locality, the number of inhabitants, the ratio between inner-village and extra-village, natural and built fund. In cities with a population greater than 30 thousand inhabitants (the city of Cahul) they represent about 25-35% of the total area, the weight of the gray infrastructure is 50-60%, and the blue one only 2-4%. In smaller cities, the share of green infrastructure can reach values of up to 50-70 percent, and in rural areas, the share of green infrastructure reaches around 70-90%, blue infrastructure 2-3%, and the built one 10-12%. The dependence of the amount of ecosystem services (air purification, carbon storage, runoff retention) on the share of ecological infrastructure in urban ecosystems was investigated.

**Cuvinte- chee:** infrastructură ecologică, ecosistem urban, servicii ecosistemice

## INTRODUCERE

Infrastructura ecologică este definită drept „o rețea planificată strategic, alcătuită din zone naturale și seminaturale, precum și din alte elemente de mediu, care este concepută și gestionată pentru a oferi o gamă largă de servicii ecosistemice. Ea integrează spații verzi sau acvatice, și alte elemente fizice atât în mediul rural, cât și în cel urban” [25]. Totodată în condițiile ecosistemului urban infrastructura ecologică include habitate care ar putea fi clasificate ca diferite tipuri de ecosisteme, cum ar fi pășunile, pădurile, terenurile cu arbuști și corpurile de apă dulce, deși acestea sunt de obicei mici, neconectate, puternic modificate și departe de starea lor naturală. Spre deosebire de infrastructura gri, care servește unui singur scop, spațiile verzi și albastre bogate în biodiversitate pot să îndeplinească o varietate de funcții extrem de utile, adesea simultan și la un cost foarte mic, aducând beneficii oamenilor, naturii și economiei [31]. Infrastructura albastră (IA) cuprinde totalitatea corpurilor de apă (mlaștini, râuri, lacuri, canale) care împreună cu infrastructura verde (IV) constituie infrastructura ecologică (IE) [29]. Ecosistemele urbane sunt considerate în „stare bună” dacă condițiile de viață pentru oameni și biodiversitatea urbană sunt bune. Un alt criteriu se referă la echilibrul din interiorul ecosistemului între infrastructura construită și cea ecologică.

Infrastructura ecologică oferă o gamă largă de beneficii pentru populație - printre care reducerea poluării aerului, apei și poluării sonore, oferă protecție împotriva inundațiilor, secetelor și valurilor de căldură și menține o legătură între oameni și natură. Beneficiile anuale ale serviciilor ecosistemice furnizate doar de rețeaua Natura 2000 au fost estimate la 300 de miliarde EUR în întreaga UE [30], beneficiile infrastructurii ecologice fiind cu mult mai mari.

## MATERIALE ȘI METODE

Infrastructura ecologică poate fi caracterizată sub mai multe aspecte: scară locală (rurală), urbană și peisagistică (regională, națională și transnațională) (tab.1). IE include atât sisteme naturale (păduri, râuri și câmpii inundabile, parcuri naționale și regionale, rezervații naturale, zone umede e.t.c. ), cât și elemente de spațiu verde urban construit (acoperișuri, pereți și balcoane verzi, biosisteme de infiltrare și drenare, alei cu copaci, garduri vii, grădini botanice, grădini dendrologice, grădini și parcuri zoologice).

**Tabelul 1. Compoziția tipică ale infrastructurii verzi la diferite scări spațiale.**

| Scară rurală                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Scară urbană                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Scară regională (peisagistică)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arborii aliniamentelor stradale și gardurile vii;</li> <li>• Acoperișuri și pereți verzi;</li> <li>• Parcuri rurale;</li> <li>• Grădini private;</li> <li>• Piețe rurale;</li> <li>• Trasee pietonale și ciclabile;</li> <li>• Iazuri și pâraie;</li> <li>• Păduri mici;</li> <li>• Zone de joacă;</li> <li>• Rezervații naturale locale;</li> <li>• Terenuri de sport;</li> <li>• Mlaștini, canale.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pădurile comunitare</li> <li>• Parcuri forestiere</li> <li>• Parcurile orașului</li> <li>• Râuri și câmpii inundabile</li> <li>• Canalele urbane</li> <li>• Litoraluri continue</li> <li>• Lacuri</li> <li>• Zone protejate destinate recreerii și îmbăierii</li> <li>• Piețele urbane</li> <li>• Teren industrial</li> <li>• Terenuri agricole</li> <li>• Acoperișuri și pereți verzi</li> <li>• Zonele periurbane</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Păduri și plantații forestiere</li> <li>• Coridoare verzi</li> <li>• Teren agricol</li> <li>• Parcuri naționale și regionale</li> <li>• Peisaj național, regional</li> <li>• Râuri și câmpii inundabile</li> <li>• Linii de țărm</li> <li>• Rezervoare de apă</li> <li>• Canale, mlaștini, zone umede</li> <li>• Zonă rurală</li> <li>• Zonă urbană</li> </ul> |

Sursa: [26]

În Republica Moldova relațiile în domeniul dezvoltării și protecției spațiilor verzi ale localităților urbane și rurale este reglementată de legea nr. 591 din 23-09-1999 [18]. Conform legii date spațiile verzi includ:

- terenuri de folosință generală din perimetrul intravilanului și extravilanului localităților urbane;
- terenuri cu spații verzi din localitățile rurale;
- terenuri din zonele turistice și de agrement;
- terenuri ocupate de rețeaua rutieră a spațiilor verzi, linii parcelare și linii de transport de energie electrică, iazuri și lacuri;
- pepiniere și plantații de arbori și arbuști decorativi;
- terenuri ocupate de construcții și instalații care aparțin gospodăriei spațiilor verzi;
- terenuri neproductive: mlaștini, stîncării, pante abrupte, terenuri afectate de alunecări, sărături.

Tipurile elementelor de spațiu verde urban (SVU) este prezentat în tabelul 2.

A fost cuantificată infrastructura verde și albastră în ecosistemele urbane din Regiunea Sud, inclusiv UTA Găgăuzia, și stabilite relațiile între aceste infrastructuri în dependență de dimensiunea și specificul localităților (numărul populației, raportul extravilan / intravilan). Sursă inițială de date a servit Cadastrul funciar [8]. Infrastructura verde include terenurile agricole (teren arabil, plantații multianuale, fânețe, pășuni), plantațiile forestiere - spații verzi (terenuri silvice, plantații de tufari și arbuști, fâșii forestiere de protecție), iar infrastructura albastră însumează terenurile aflate sub apă (mlaștini, iazuri, lacuri, segmente de râuri, râulețe). În infrastructura gri au fost incluse terenurile aflate sub drumuri, străzi și piețe, construcții și curți. Au fost identificate și calculate suprafețele totale a infrastructurilor respective și analizate corelația între ele.

Identificarea și evaluarea diferitor elemente de infrastructură ecologică și generarea de către ele a diverselor servicii ecosistemice se bazează pe conceptul „modelul cascadă” [19]. Modelul în cascadă leagă infrastructura ecologică de bunăstarea umană prin fluxul de servicii ecosistemice. În „modelul cascadă” componentele ecologice sunt organizate în structuri ecosistemice și interacționează prin procese ecosistemice. Structura și procesele unui ecosistem determină funcțiile acestuia (atenuarea undei de viitură sau producția de biomasă), iar funcțiile, la rândul său determină gama de servicii ecosistemice (ex. protecția la inundații sau recoltarea de resurse) producând beneficii și valoare [23]

**Tabelul 2. Tipologia elementelor de spațiu verde urban utilizată în Uniunea Europeană și Republica Moldova**

| Categorii și elemente ale SVU                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UE [7]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RM [18]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>1) Construcții verzi:</b><br>a) balcon verde;<br>b) perete verde bazat pe sol;<br>c) perete verde legat de fațadă;<br>d) acoperiș verde extensiv;<br>e) acoperiș verde intensiv;<br>f) atrium.                                                                                                                                     | <b>1) Spații verzi de folosință generală:</b><br>a) scuaruri;<br>b) grădini;<br>c) parcuri;<br>d) păduri-parc;<br>e) spații verzi din cuprinsul arterelor de circulație.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>2) SVU private, comerciale, industriale, instituționale și SVU conectate la infrastructura gri:</b><br>a) biosisteme de infiltrare și drenare;<br>b) alei cu copaci, gard viu;<br>c) stradă verde și borduri verzi;<br>d) grădini;<br>e) marginea căii ferate<br>f) loc de joacă verde, terenul școlii<br>g) malul verde a râului. | <b>2) Spații verzi cu acces limitat:</b><br>a) parcuri sportive;<br>b) spații verzi de pe lângă instituțiile preșcolare, de învățământ și de cercetări științifice;<br>c) spații verzi de pe lângă instituțiile sanitare și curative;<br>d) spații verzi pentru recreerea copiilor și tineretului;<br>e) spații verzi din incinta întreprinderilor și din zonele de protecție ale acestora;<br>f) spații verzi de pe lângă locuințe.<br><b>3) Spații verzi cu profil specializat:</b> |
| <b>3) Parcuri și locuri pentru odihnă:</b><br>a) parc urban mare;<br>b) parc/grădină istorică;<br>c) parc de buzunar;<br>d) grădină botanică;<br>e) grădină zoologică;<br>f) spațiu verde de cartier;<br>g) spațiu verde instituțional;<br>h) complex sportiv verde;<br>i) zonă de camping.                                           | a) grădini botanice;<br>b) grădini dendrologice;<br>c) grădini și parcuri zoologice;<br>d) parcuri pentru expoziții;<br>e) grădini de trandafiri, liliac, plante alpine etc.;<br>f) plantații în cimitire.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>4) Teren agricol, loturi și grădini comunitare:</b><br>a) teren arabil;<br>b) pajiști;<br>c) luncă cu copaci/livadă;<br>d) producția de plante energetice (biocombustibili) /agrosilvicultură<br>e) horticultură;<br>f) loturi și grădini comunitare.                                                                              | <b>4) Spații verzi cu funcții utilitare:</b><br>a) plantații pentru consolidarea terenurilor;<br>b) plantații de protecție a surselor de apă;<br>c) plantații de protecție contra incendiilor.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>5) Zone naturale, seminaturale și sălbatic:</b><br>a) pădure, tufiș;<br>b) zonă ruderală abandonată;<br>c) stânci;<br>d) dune de nisip;<br>e) groapă de nisip, carieră;                                                                                                                                                            | <b>5) spații verzi din zonele turistice și de agrement.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>6).Spații albastre:</b><br>a) Lac, iaz, râu, pârâu, albie uscată, canal, estuar, delta, zona umedă, mlaștină, coasta mării.                                                                                                                                                                                                        | <b>6).Spații albastre:</b><br>a) Lac, iaz, râu, pârâu, albie uscată, mlaștină.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Calculul cuantumului serviciilor ecosistemice de reglare - purificarea aerului, depozitarea carbonului și retenția apei a fost efectuat conform [20], pentru diferite elemente ale infrastructurii verzi și albastre utilizând coeficienții (tab. 3).

**Tabelul 3. Serviciile ecosistemice oferite de terenuri acoperite cu diferite tipuri de vegetație**

| Element de infrastructură   | Purificarea aerului*,<br>g/m <sup>2</sup> /an | Depozitarea<br>carbonului, kg/m <sup>2</sup> | Retenția apei**,<br>l/m <sup>2</sup> |
|-----------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Pădure</b>               | 2,69                                          | 15,62                                        | 8,7                                  |
| <b>Vegetație forestieră</b> | 2,05                                          | 10,64                                        | 8,4                                  |
| <b>Terenuri cultivate</b>   | 0,82                                          | 1,07                                         | 6                                    |
| <b>Ape</b>                  | 0                                             | 0                                            | 10                                   |
| <b>Altele</b>               | 0,82                                          | 1,07                                         | 6                                    |

\*Indicatorul depinde de locația IV (rata de purificare a aerului se dublează pentru IV pe o zonă tampon de 50 m de la drum;

\*\* Retenția apei este calculată pentru un eveniment de ploaie de 10 mm.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

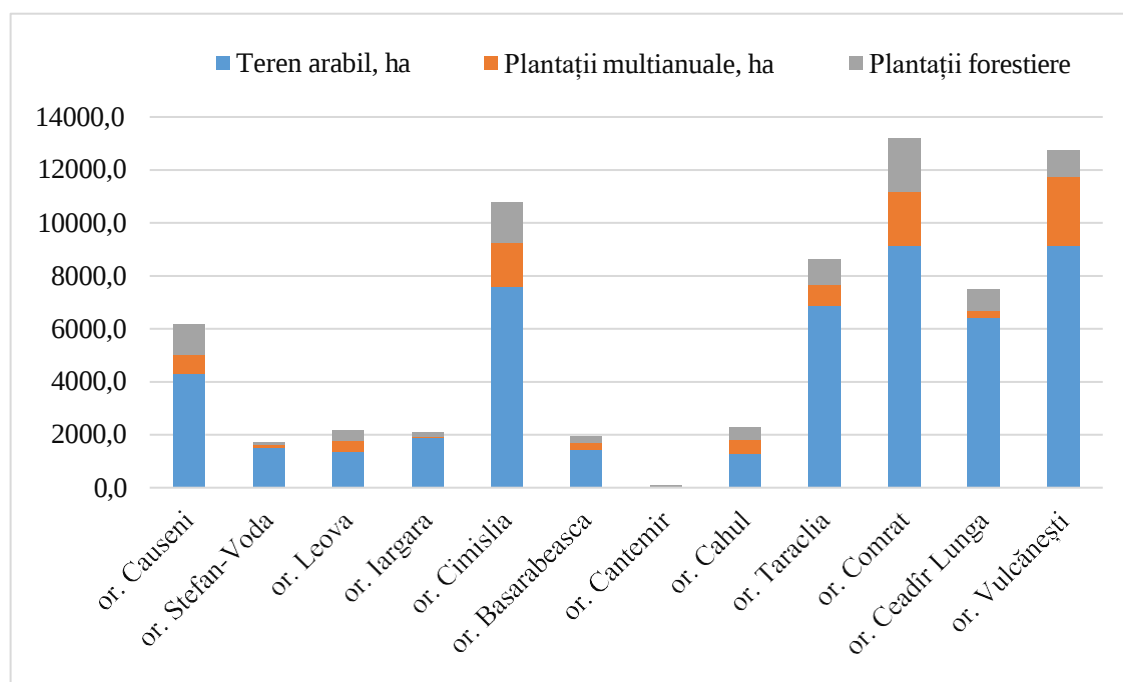
În Regiunea de Sud (RS) sunt amplasate 10 localități urbane: 3 orașe cu populație mai mică de 5 mii de locuitori, 2 orașe cu populație cuprinsă între 5-10 mii locuitori, 4 orașe cu 10-20 mii și doar 1 oraș cu populație mai mare de 30 mii locuitori (or. Cahul). Specific pentru majoritatea orașelor din Republica Moldova, inclusiv Regiunea Sud, este ponderea înaltă a extravilanului, din care cauză raportul între suprafața totală și intravilan, în unele cazuri, se apropie de 10-14:1, ceea ce arată că multe din aceste orașe au trăsături a unor “sate mari” cu o pondere semnificativă a terenurilor agricole (tab.4).

**Tabelul 4. Populația, suprafața totală și construibilă în ecosistemele urbane din Regiunea Sud**

| UAT              | Număr<br>locuitori | S tot., ha | S intravilan, ha | S tot/S<br>intravilan |
|------------------|--------------------|------------|------------------|-----------------------|
| or. Cainari      | 3977               | 4294       | 517              | 8                     |
| or. Iargara      | 4361               | 2715       | 517              | 5                     |
| or. Cantemir     | 4960               | 269        | 269              | 1                     |
| or. Stefan-Voda  | 7295               | 2277       | 387              | 6                     |
| or. Leova        | 9894               | 3416       | 786              | 4                     |
| or. Cimislia     | 12278              | 14613      | 1303             | 11                    |
| or. Basarabeasca | 10676              | 2899       | 1075             | 3                     |
| or. Taraclia     | 13090              | 11071      | 1115             | 10                    |
| or. Causeni      | 17553              | 8317       | 1354             | 6                     |
| or. Ceadir-Lunga | 19290              | 9610       | 1114             | 9                     |
| or. Vulcanesti   | 15019              | 15264      | 1087             | 14                    |
| mun. Comrat      | 23294              | 16396      | 1868             | 9                     |
| or. Cahul        | 35629              | 3451       | 1458             | 2                     |

Extravilanul include terenuri cultivate, pășuni, fânețe, păduri, ape, terenuri neproductive etc., unde populația își desfășoară o bună parte din activitățile de producere [10], intravilanul, însă, îndeplinește diverse funcții: rezidențială, agricolă, industrială, socio-culturală, de transport, depozitare, de agrement, etc. [21].

Infrastructura verde este localizată atât în extravilan, cât și intravilan. Distribuția unor elemente ale infrastructurii verzi este demonstrată în figura 1.



**Figura 1. Distribuția unor elemente de infrastructură verde în ecosistemele urbane din Regiunea de Sud**

În componența IV, atât în extravilan, cât și intravilan, predomină terenurile agricole. Aproape în toate orașele regiunii ponderea terenurilor agricole este peste 50%, fapt ce se explică prin existența în limitele gospodăriilor a unor vaste terenuri adiacente cu utilizare agricolă [21]. Această particularitate poate fi explicată, atât de condițiile naturale și economice mai puțin avantajoase față de celelalte regiuni, cât și prin specificul etno-cultural al regiunii. În cadrul terenurilor agricole cele mai mari suprafețe sunt ocupate de arabil și pășuni. În cadrul plantațiilor multianuale predomină terenurile ocupate de culturile vini-viticole (tab.5).

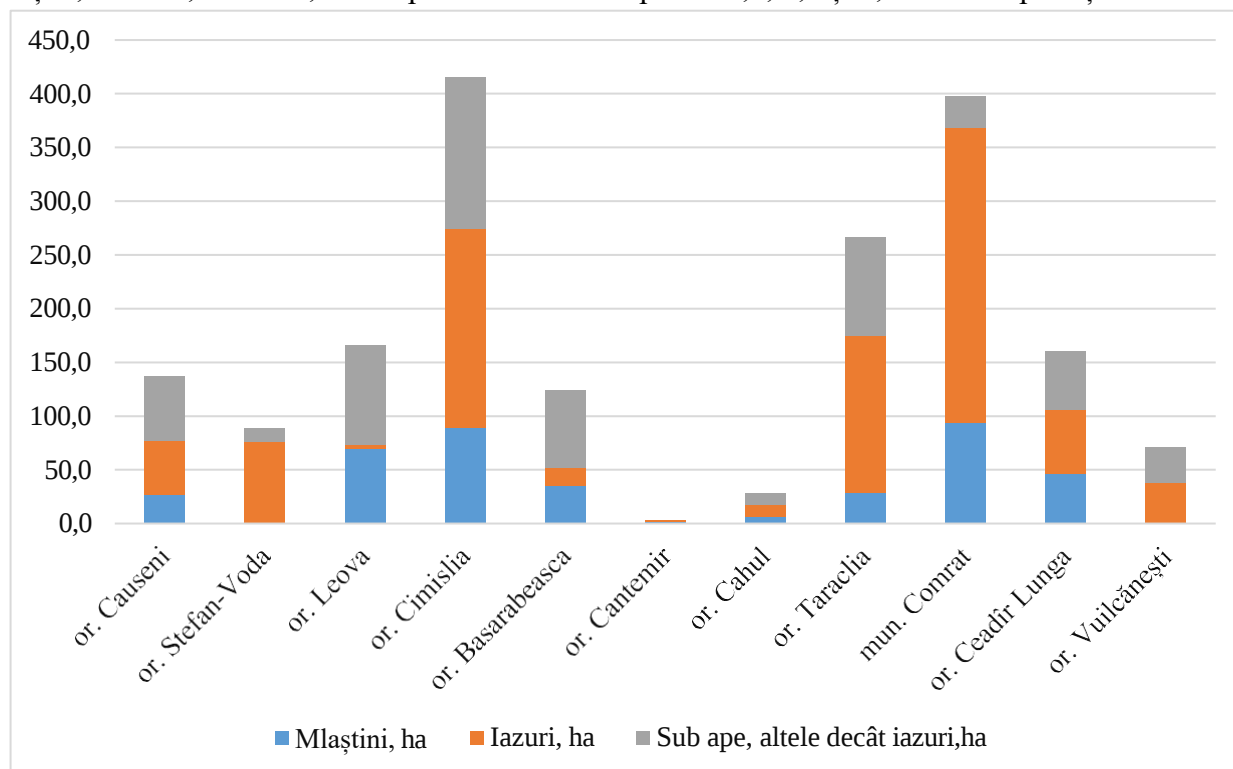
**Tabelul 5. Tipurile de folosință a terenurilor agricole în ecosistemele urbane din Regiunea de Sud**

| UTA              | Teren agricol, ha | Teren arabil, ha | Pășuni, ha | Livezi, ha | Vii, ha |
|------------------|-------------------|------------------|------------|------------|---------|
| or. Causeni      | 6029              | 4292             | 998        | 326        | 360     |
| or. Stefan-Voda  | 1738              | 1525             | 124        | 43         | 32      |
| or. Leova        | 2217              | 1364             | 436        | 139        | 248     |
| or. Iargara      | 2157              | 1869             | 155        | 4          | 52      |
| or. Cimislia     | 11462             | 7590             | 2211       | 367        | 1180    |
| or. Basarabeasca | 1968              | 1446             | 270        | 98         | 139     |
| or. Cantemir     | 44                | 40               | 4          | 0          | 1       |
| or. Cahul        | 1905              | 1277             | 114        | 47         | 439     |
| or. Taraclia     | 8792              | 6869             | 1040       | 97         | 715     |
| or. Comrat       | 12402             | 9128             | 1064       | 531        | 1335    |
| or. Ceadr Lunga  | 7190              | 6398             | 506        | 26         | 256     |
| or. Vulcănești   | 12726             | 9156             | 740        | 241        | 1997    |

Plantațiile forestiere (păduri și alte tipuri de vegetație) au cote mai ridicate în orașele Cimișlia, Comrat, Căușeni. În aceste orașe plantațiile forestiere ocupă circa 11-14% din suprafața totală a terenurilor urbane.

Infrastructura albastră (IA) este reprezentată în orașele din Regiunea Sud de corpuri de ape naturale și artificiale (râuri, bazine de acumulare, iazuri, lacuri), zone umede. Suprafața totală a IA în

orașele din regiune este reflectată în figura 2 și tabelul 6. Cele mai bogate în terenuri acvatice sunt orașele Cimișlia, Comrat, Taraclia, unde apele constituie respectiv 2,8, 2,4 și 2,3 % din suprafața totală.



**Figura 2. Distribuția terenurilor aflate sub ape în ecosistemele urbane din Regiunea de Sud**

Funcțiile infrastructurii albastre în cadrul ecosistemelor urbane sunt multiple: habitate pentru o gamă largă de plante și animale acvatice și semi-acvatice; eliminarea nutrienților parveniți din activitățile urbane, pescuit, odihnă și agrement.

**Tabelul 6. Suprafața corpurilor de apă din ecosistemele urbane din Regiunea de Sud**

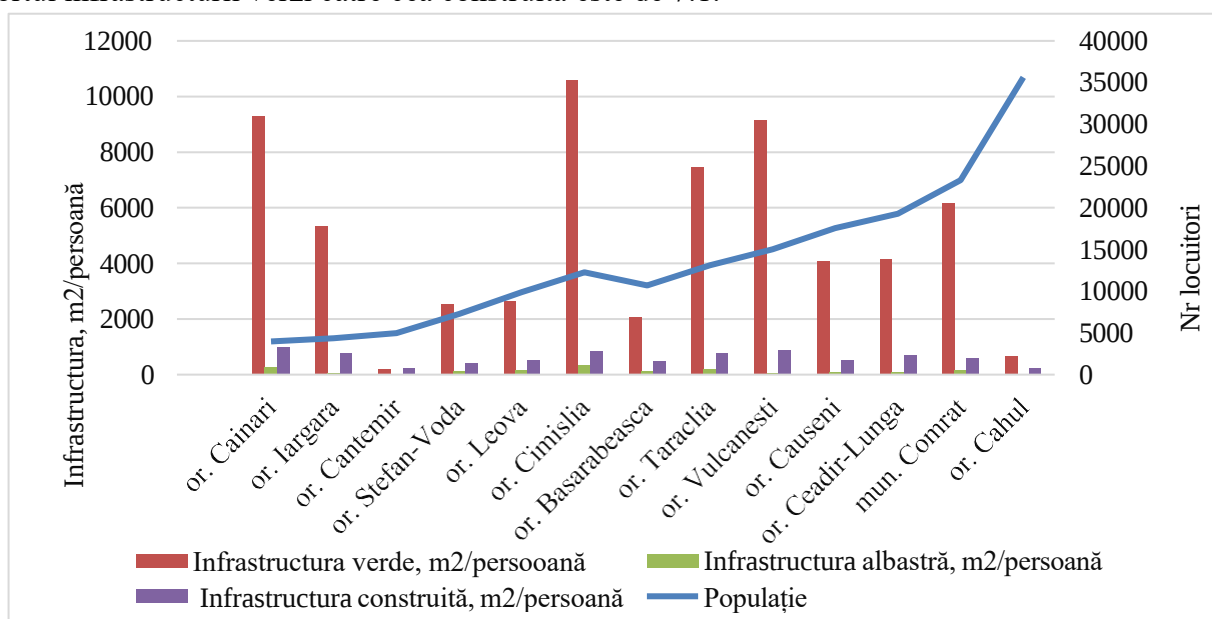
| Orașe RD Sud     | Total         | Inclusiv     |              |                                  |
|------------------|---------------|--------------|--------------|----------------------------------|
|                  |               | Mlaștini, ha | Iazuri, ha   | Sub ape, altele decât iazuri, ha |
| or. Causeni      | 136,9         | 26,8         | 50,3         | 59,8                             |
| or. Stefan-Voda  | 88,2          | 0,7          | 75,3         | 12,2                             |
| or. Leova        | 165,4         | 69,5         | 3,5          | 92,4                             |
| or. Cimișlia     | 415,1         | 89,2         | 184,5        | 141,3                            |
| or. Basarabeasca | 123,9         | 35,0         | 16,9         | 72,0                             |
| or. Cantemir     | 3,2           | 1,2          | 2,0          | 0,0                              |
| or. Cahul        | 27,8          | 7,0          | 10,4         | 10,4                             |
| or. Taraclia     | 266,6         | 28,2         | 146,7        | 91,8                             |
| mun. Comrat      | 398,1         | 93,9         | 275,1        | 29,1                             |
| or. Ceadr Lunga  | 160,3         | 46,4         | 59,5         | 54,4                             |
| or. Vulcănești   | 70,7          | 0,0          | 38,0         | 32,7                             |
| <b>Total, ha</b> | <b>1856,1</b> | <b>397,9</b> | <b>862,1</b> | <b>596,1</b>                     |

Ponderea terenurilor ocupate de infrastructura construită în orașele Regiunii Sud se încadrează între 7,2 % (or. Cimișlia) și 45,8% (or. Cantemir) din suprafața totală (tab.7). Acest indicator raportat la intravilan constituie de la 45,8 (or. Cantemir) până la 88,7% în or. Taraclia, iar în orașele Vulcănești și Ceadr-Lunga suprafața construită s-a extins peste intravilan cu 18,2 - 23,6 %.

**Tabelul 7. Suprafața terenurilor ocupate de infrastructura construită în ecosistemele urbane din Regiunea de Sud**

| UTA              | Total infrastructură construită, ha | Drumuri, ha | Străzi și piețe, ha | Construcții și curți, ha | % din suprafața totală urbană | % din intravilan |
|------------------|-------------------------------------|-------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
| or. Căinari      | 395,3                               | 219,2       | 54,7                | 121,3                    | 9,2                           | 76,5             |
| or. Iargara      | 345,7                               | 215,9       | 16,3                | 113,5                    | 12,7                          | 66,9             |
| or. Cantemir     | 123,2                               | 7,0         | 31,0                | 85,2                     | 45,8                          | 45,8             |
| or. Stefan-Vodă  | 306,4                               | 46,4        | 90,8                | 169,2                    | 13,5                          | 79,2             |
| or. Leova        | 514,1                               | 81,1        | 221,6               | 211,5                    | 15,1                          | 65,4             |
| or. Cimișlia     | 1056,4                              | 404,3       | 193,6               | 458,5                    | 7,2                           | 81,1             |
| or. Basarabeasca | 517,4                               | 127,8       | 165,5               | 224,2                    | 17,8                          | 48,1             |
| or. Taraclia     | 988,7                               | 365,6       | 236,0               | 387,1                    | 8,9                           | 88,7             |
| or. Căușeni      | 898,9                               | 168,4       | 40,5                | 690,0                    | 10,8                          | 66,4             |
| or. Ceadâr-Lunga | 1317,3                              | 362,4       | 129,7               | 825,3                    | 13,7                          | 118,2            |
| Or. Vulcanesti   | 1343,4                              | 605,5       | 5,3                 | 732,7                    | 8,8                           | 123,6            |
| mun. Comrat      | 1412,9                              | 411,3       | 212,8               | 788,8                    | 8,6                           | 75,6             |
| or. Cahul        | 842,8                               | 276,3       | 21,6                | 545,0                    | 24,4                          | 57,8             |

Interrelația între diferite tipuri de infrastructuri este redată în fig. 3. Este evidentă poziția dominantă a infrastructurii verzi asupra celei albastre, raportul mediu pe regiune fiind de 53:1, iar raportul infrastructurii verzi către cea construită este de 7:1.



**Figura 3. Ponderea infrastructurii verzi, albastre și construite în ecosistemele urbane din Regiunea Sud**

Indicatorii medii ai infrastructurii verzi și albastre pentru ecosistemele urbane din Republica Moldova sunt comparabili cu indicatorii respectivi din macroregiunile europene (tab. 8).

**Tabelul 8. Infrastructura verde și albastră pentru regiunile urbane europene și Republica Moldova**

| Indicatori                                    | Europa de Vest* | Europa de Sud* | Europa de Est* | Europa de Nord* | Republica Moldova** |
|-----------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Spațiu verde urban (m²/pers.)                 | 27,25           | 10,97          | 13,71          | 32,95           | 56,62               |
| Spațiu verde urban + pădure urbană (m²/pers.) | 233,97          | 137,39         | 157,52         | 1277,95         | 264,17              |
| Spațiu albastru urban (m²/pers.)              | 32,52           | 28,01          | 27,25          | 229,18          | 62,43               |

Sursa: \* [7, 8]

Comparând indicatorii spațiilor verzi și acvatice a orașelor principale din Moldova - Chișinău, Bălți, Cahul cu orașe din Uniunea Europeană – Berlin, Lodz, Bari se observă unele similitudini dar și diferențe (tab. 9).

Ponderea spațiului verde și pădurilor urbane din orașele Moldovei este asemănătoare cu cea din or. Berlin (Germania) și or. Lodz (Polonia) și mult mai bogată decât în orașul italian Bari. Nu diferă foarte mult nici suprafețele acvatice.

Beneficiile infrastructurii ecologice pentru dezvoltarea durabilă, atât a ecosistemelor urbane, cât și la scară regională sunt diverse și multiple. La scară urbană beneficiile-cheie sunt legate de gestionarea scurgerii de suprafață a apei și prevenirea inundațiilor, confortul termic și recreerea populației, reglementarea calității aerului etc. Cele mai importante servicii ecosistemice culturale sunt recreerea bazată pe natură, educație și moștenire culturală (în măsura în care aceasta se referă la mediul înconjurător) [2].

Potențialul vegetației de a elimina poluanții din aer și beneficiile asociate asupra sănătății oamenilor diferă în funcție de poluantul implicat și de principalele mecanisme de funcționare.

**Tabelul 9. Aria de acoperire a terenului cu elemente de infrastructură verde și albastră în unele orașe din Republica Moldova și Uniunea Europeană.**

| Orașul                                        | Berlin* | Lódz*  | Bari*  | Chișinău** | Bălți** | Cahul** |
|-----------------------------------------------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|
| Suprafața totală (ha)                         | 89 043  | 29 428 | 11 374 | 12 297     | 4 143   | 3 451   |
| Suprafața rezidențială (ha)                   | 28 791  | 6 720  | 1 992  | 8 052      | 2 017   | 545     |
| Spațiu verde (ha)                             | 5 727   | 898    | 182    | 4397       | 323     | 45      |
| Pădure urbană(ha)                             | 15 578  | 3 417  | 7      | 1881       | 695     | 491     |
| Suprafața acvatică (ha)                       | 5 077   | 59     | 5      | 125        | 178     | 27      |
| Populație (mii)                               | 3 502   | 719    | 313    | 639        | 122     | 36      |
| Spațiu verde urban (m <sup>2</sup> /pers.)    | 16,35   | 12,50  | 5,81   | 68,81      | 26,38   | 12,71   |
| Spațiu verde + pădure (m <sup>2</sup> /pers.) | 60,84   | 60,03  | 6,04   | 98,25      | 83,44   | 136,39  |
| Suprafața acvatică (m <sup>2</sup> /pers.)    | 14,50   | 0,82   | 0,15   | 1,96       | 14,59   | 7,5     |

Sursa: \* [7, 8]

Eliminarea de către plante a poluanților gazoși, cum ar fi NO<sub>2</sub> și SO<sub>2</sub>, are loc în principal prin absorbția stomatică, în timp ce îndepărtarea particulelor fine, cum ar fi PM<sub>2,5</sub>, este dominată de depunerea uscată pe suprafețe [14]. Din punct de vedere al sănătății, particulele și NO<sub>2</sub> sunt în general considerate cele mai dăunătoare într-un context urban. Cele mai mari beneficii pentru sănătate datorate eliminării poluanților urbani de către vegetație au fost asociate cu particulele fine (PM<sub>2,5</sub>) [16]. Depunerea uscată de PM<sub>2,5</sub> este o funcție de indicele suprafeței frunzelor, precum și concentrațiile de poluanți și suprafața totală a vegetației [13]. Această evaluare ia în considerare performanța pe unitate de suprafață și, prin urmare, se concentrează pe indicele suprafeței foliare a tipurilor IV. Copacii au un indice mare al suprafeței frunzelor și sunt mai eficienți în îndepărtarea particulelor decât vegetația cu creștere mai mică, cum ar fi iarba sau alte suprafețe [3]

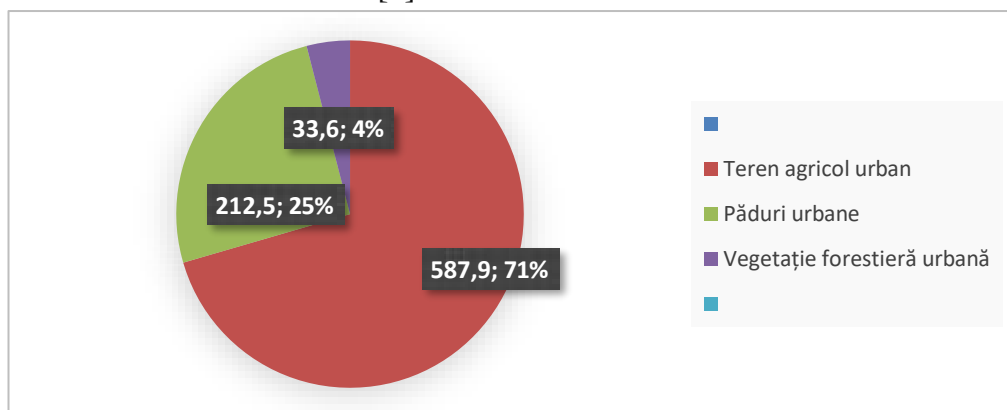
Infrastructura verde poate atenua zgomotul prin două mecanisme principale: i) prin absorbția energiei undelor de presiune sonoră și ii) prin redirectionarea și împrăștierea undelor sonore, acționând ca un scut în fața locațiilor receptorului, cum ar fi, de exemplu, clădirile rezidențiale. Redirectionarea și împrăștierea sunetului duc la scăderea nivelului de presiune pe măsură ce unda sonoră se extinde pe o zonă mai mare. Luând în considerare exemplul copacilor, vegetația verde moale (adică frunzele) poate absorbi o parte din energie, deși aceasta este în mare parte limitată la componentele de înaltă frecvență [24, 28], în timp ce structurile lemnoase mai mari (adică trunchiuri și tulpini) reflectă și împrășteie sunetul.

Atenuarea căldurii de către IV are loc prin multe mecanisme, în primul rând creșterea evapotranspirației și umbrirea. Plantele necesită apă pentru fotosinteză, iar evapotranspirația crescută,

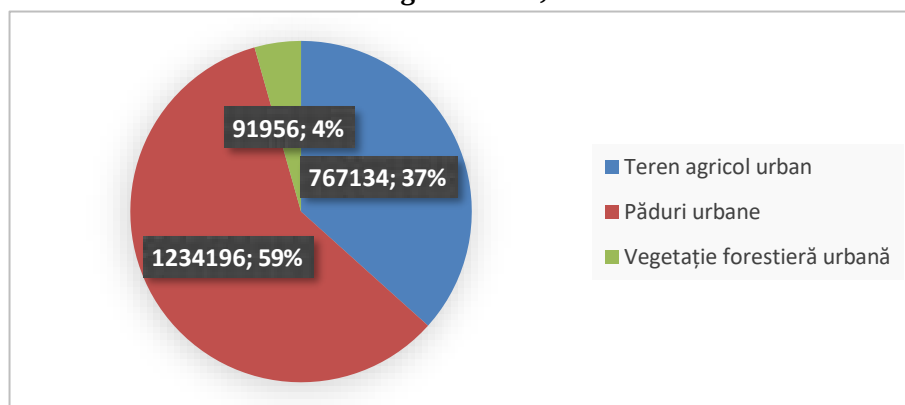
în comparație cu zonele impermeabile, produce răcire [1, 6, 11, 12]. În plus, copacii asigură umbră, împiedicând astfel radiația solară să ajungă și să fie absorbită de suprafețele impermeabile unde poate fi depozitată și reradiată în timpul nopții [32]. Infrastructura albastră asigură, de asemenea, răcire [33]. Pentru aceste tipuri de IE, nu numai că există o evaporare crescută, dar apa acționează ca un radiator și cu cât este mai mare volumul (adică adâncime mai mare pe unitate de suprafață), cu atât căldura este mai bine stocată. În plus, dacă apa curge, aceasta are capacitatea de a transporta căldura în aval și, eventual, în afara orașului.

Ca și în cazul eliminării poluării aerului, nivelul de beneficiu pentru calitatea apei depinde în mare măsură de poluantul implicat. Corpurile de apă urbane de interes includ apele de suprafață (zone umede, lacuri și pâraie) și apele subterane. Pentru o înțelegere holistică a beneficiilor, este important să se ia în considerare procesele secundare, de exemplu cele care determină impactul eutrofizării. Procesele secundare sunt importante în fluxuri și pot avea un impact considerabil în aval de IV. În ceea ce privește procesele primare, reținerea sau îndepărtarea poluanților în scurgere sau în infiltrare este calea principală pentru beneficiul calității apei. Există o gamă largă de tehnologii albastre și verzi bazate pe natură pentru a combate riscurile prezentate de inundații în multe centre urbane din întreaga lume. Acest tip de tehnologie de adaptare la inundații urbane - denumită în general Sistem de Drenaj Sustenabil (SDS) în Marea Britanie este considerată inginerie „verde” care poate avea multiple beneficii legate de serviciile ecosistemice [17].

S-au propus diferite modele pentru cuantificarea serviciilor ecosistemice [4, 5, 22]. Majoritatea publicațiilor vizează cuantificarea SE la nivel regional sau la scară națională, cu accent pe peisajele naturale și rurale [15]. Atenția limitată a serviciilor ecosistemice urbane poate fi explicată prin dimensiunea redusă a ecosistemelor urbane [9].



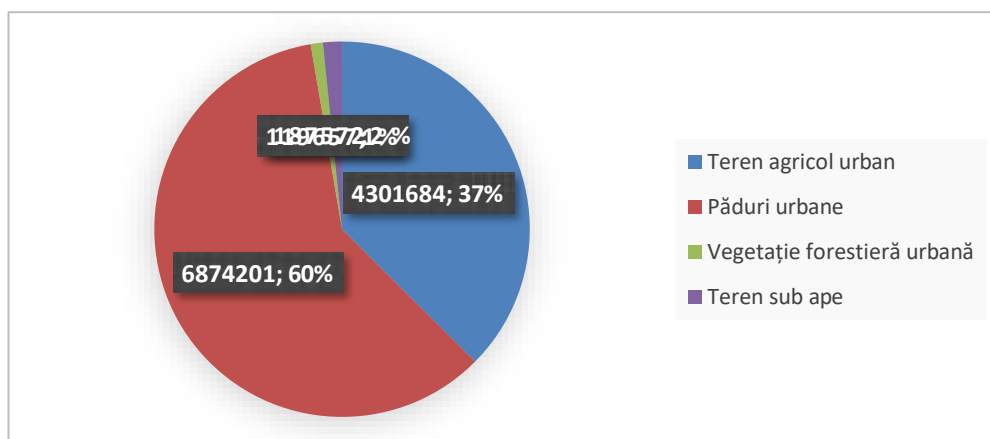
**Figura 4. Potențialul de purificare a aerului de către infrastructura ecologică în ecosistemele urbane din Regiunea Sud, în t/an**



**Figura 5. Potențialul depozitare a carbonului de către infrastructura ecologică în ecosistemele urbane din Regiunea Sud, în t/an**

În acest context au fost cuantificată capacitatea de purificare a aerului atmosferic, depozitarea carbonului și reținerea apei precipitațiilor de către elementele de infrastructură ecologică - teren agricol, plantații forestiere și corpuri de apă din ecosistemele urbane la nivelul regiunii de dezvoltare sud (fig. 4-6).

Cercetările au demonstrat că terenul agricol din ecosistemele urbane din Regiunea Sud cu suprafața totală de 71,7 mii ha este capabil să rețină circa 587,9 t de particule din aer, 6,5 mii ha de pădure circa 212,5 t, iar 2,0 mii de vegetație forestieră – 33,6 t, ceea ce corespunde la 71, 25 și 4%, respectiv. Depozitarea carbonului în ecosistemele urbane se efectuează mai intensiv în plantațiile forestiere, care în decursul unui an sechestrează circa 1234,2 mii tone de carbon. Terenul agricol depozitează 767,1 mii tone, iar vegetația forestieră 92,0 mii tone. Potențialul de retenție a apei de către terenurile agricole urbane constituie 4301,7 mii tone, a pădurilor și vegetației forestiere împreună peste 6874 mii tone doar pentru o priză de ploaie de 10 mm.



**Figura 6. Potențialul de retenție a apei de către infrastructura ecologică în ecosistemele urbane din Regiunea Sud, în m³**

## CONCLUZII

Infrastructura ecologică compusă în ecosistemele urbane din teren arabil, plantații multianuale, fânețe, pășuni, terenuri silvice, plantații de tufări și arbuști, fâșii forestiere de protecție, mlaștini, iazuri, lacuri, segmente de râuri, în orașele Regiunii de Sud a Republicii Moldova au un rol important în purificarea aerului, sechestrarea și depozitarea carbonului.

Infrastructura ecologică are un impact pozitiv asupra mediului, oferă oportunități de adaptare la schimbările climatice, crescând astfel reziliența urbană la riscuri, cum ar fi secetele, inundațiile și valurile de căldură, stocarea sporită a carbonului.

**Notă:** Cercetările au fost efectuate în cadrul subproiectului 010801: „Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu”

## BIBLIOGRAFIE

1. AKBARI H.; POMERANTZ M.; TAHA H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *In: Sol. Energy*. 70 2001, pp. 295-310.
2. ANDERSSON E.; MCPHEARSON T.; KREMER P. et al. Scale and context dependence of ecosystem service providing units. *In: Ecosystem Services* 12. 2015, pp.157-164.
3. ASNER G.P.; SCURLOCK J.M.; HICKE J.A. Global synthesis of leaf area index observations: implications for ecological and remote sensing studies. *In: Global Ecol. Biogeogr.*, 12(2003), pp.191-205.
4. BAUMGARDNER D.; VARELA S.; ESCOBEDO F.J.; CHACALO A. & OCHOA C. The role of a peri-urban forest on air quality improvement in the Mexico City megalopolis. *In: Environmental Pollution*, 163. 2012, pp.174-183.
5. BOLUND P. & HUNHAMMAR S. Ecosystem services in urban areas. *In: Ecological Economics*, 29. 1999, pp. 293-301.
6. BOWLER D.E.; BUYUNG-ALI L.; KNIGHT T.M.; PULLIN A.S. Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence. *In: Landsc. Urban Plan.* 97. 2010, pp. 147-155.

7. BRAQUINHO C.; CVEJIĆ R.; ELER K.; et all. *A typology of urban green spaces, ecosystem services provisioning services and demands*. The report outlines the different types of urban green spaces, ESS provisioning and demand for green space as a part of the EU FP7 (ENV.2013.6.2-5- 603567) GREEN SURGE project (2013-2017). 2015 [centralparknyc.org https://assets.centralparknyc.org/pdfs/institute/Файл PDF](https://assets.centralparknyc.org/pdfs/institute/Файл PDF.pdf).
8. Cadastrul funciar al Republicii Moldova (2024). Agenția Națională de Îmbunătățiri Funciare. <https://dataset.gov.md/dataset/cadastrul-funciar-2024>
9. DAVIES Z.G.; EDMONDSON J.L.; HEINEMEYER A.; LEAKE J.R. & GASTON K.J. Mapping an urban ecosystem service: quantifying aboveground carbon storage at a city-wide scale. *In: Journal of Applied Ecology*, 48. 2011, pp.1125–1134.
10. ERDELI G.; CÂNDEA M.; BRAGHINA C.; COSTACHE S.; ZAMFIR D. *Dicționar de Geografie Umană*. Corint: București. 1999. 391 p.
11. GEORGI N.J.; ZAFIRIADIS K. The impact of park trees on microclimate in urban areas. *In: Urban Ecosyst.*, 9. 2006, pp. 195-209.
12. GUNAWARDENA K.R.; WELLS M.J.; KERSHAW T. Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity Sci. *In: Total Environ.*, 584. 2017, pp. 1040-1055.
13. JALÓN S.G.; BURGESS P.; YUSTE J.C.; et all. Dry deposition of air pollutants on trees at regional scale: a case study in the Basque Country. *In: Agric. For. Meteorol.*, 278(2019). Article107648.
14. JANHÄLL S. Review on urban vegetation and particle air pollution—deposition and dispersion. *In: Atmos. Environ.*, 105: 2015, pp. 130-137.
15. JOHNSTON R.J. & RUSSELL M. An operational structure for clarity in ecosystem service values. *In: Ecological Economics*, 70. 2011, pp. 2243–2249.
16. JONES L.; VIENO M.; FITCH A. et all. Urban natural capital accounts: developing a novel approach to quantify air pollution removal by vegetation. *In: J. Environ. Econ. Policy*, 8 :2019, pp. 413-428.
17. JONGMAN B. Effective adaptation to rising flood risk. *In: Nat. Commun.* 9. 2018, pp. 1-3.
18. LEGE Nr. 591 din 23-09-1999 cu privire la spațiile verzi ale localităților urbane și rurale. Publicat: 02-12-1999 în Monitorul Oficial Nr. 133-134 art. 649.
19. MARION B.; POTSCHIN and ROY H. HAINES-YOUNG. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. *In: Progress in Physical Geography* 35(5). 2011, pp. 575–594 <http://cices.eu/supporting-functions/>.
20. MARTHE L.; DERKZEN; ASTRID J.A.; VAN TEEFFELN AND PETER H. VERBURG. Quantifying urban ecosystem services based on high-resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. *In: Journal of Applied Ecology*. 2015. 13p.
21. MÎTCU M.; BEJAN I. Caracterizarea terenurilor intravilane din Republica Moldova. *Revista ECONOMICA* nr.4 (60). 2007, pp 115-119.
22. NOWAK D.J.; GREENFIELD E.J.; HOEHN R.E. & LAPOINT E. Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *In: Environmental Pollution*, 178. 2013, pp. 229–236.
23. POTSCHIN M. and HAINES-YOUNG, R. Defining and measuring ecosystem services. *In: Potschin, M., Haines-Young, R., Fish, R. and Turner, R.K. (eds) Routledge Handbook of Ecosystem Services*. Routledge, London and New York. 2016, pp 25-44.
24. RENTERGHEM VAN T.; BOTTELDOOREN D.; VERHEYEN K. Road traffic noise shielding by vegetation belts of limited depth. *In: J. Sound Vib.*, 331 (2012), pp. 2404-2425
25. *Report from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions review of progress on implementation of the eu green infrastructure strategy*. Bruxelles, 24.5.2019 COM (2019) 236 final.
26. *Spatial analysis of green infrastructure in Europe*, EEA. Technical report, No 2/2014, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014 doi:10.2800/11170. [Spatial analysis of green infrastructure in Europe https://www.eea.europa.eu](https://www.eea.europa.eu).
27. SURD V. *Geografia Așezărilor*. Presa Universitară Clujeană. 2003. 238 p.
28. TANG P.; ONG H. Woon Monte Carlo simulation of sound propagation through leafy foliage using experimentally obtained leaf resonance parameters. *In: J. Acoust. Soc. Am.*, 80 (1986), pp.1740-1744.
29. TAYLOR L.; DIETER F. HOCHULI. Defining greenspace: Multiple uses across multiple disciplines. *In: Landscape and Urban Planning*. V.158. 2017, pp. 25-38.
30. *The economic benefits of the Natura 2000 Network: Synthesis report 2012*, ISBN 978-92-79-27588-3.
31. *The Guide to Multi-Benefit Cohesion Policy Investments in Nature and Green Infrastructure*. By Peter Hjerp, Patrick ten Brink, Ketil Medarova-Bergstrom, Leonardo Mazza, and Marianne Kettunen of IEEP, together with Jennifer McGuinn, Paola Banfi and Guillermo Hernández of Milieu. A Report for the European Commission. Brussels. 2013. [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/information/publications/guides/2013/guide-to-multi-benefit-cohesion-policy-investments-in-nature-and-green-infrastructure](http://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/guides/2013/guide-to-multi-benefit-cohesion-policy-investments-in-nature-and-green-infrastructure).
32. UPMANIS H.; ELIASSON I.; LINDQVIST S. The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Göteborg, Sweden). *In: Int. J. Climatol.* 18. 1998, pp. 681-700.
33. ŽUVELA-ALOISE M.; KOCH R.; BUCHHOLZ S.; FRÜH B. Modelling the potential of green and blue infrastructure to reduce urban heat load in the city of Vienna. *In: Clim. Change*, 135. 2016, pp. 425-438.

# SERVICIILE ECOSISTEMICE HIDROLOGICE DIN LIMITELE REGIUNII DE SUD A REPUBLICII MOLDOVA

CZU: 574.4/.5:556.536(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.15>

JELEAPOV Ana, ORCID: 0000-0002-2210-7621

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract:** The present study is dedicated to the identification and brief description of hydrological ecosystem services specific to the Southern Region of the Republic of Moldova. The methodology used consists in the analysis of bibliographic sources, existing databases and cartographic materials. Within the boundaries of the study area, freshwater ecosystems are represented by rivers, lakes, wetlands. Identified hydrological ecosystem services are: diverted water supply, in situ water supply, water damage mitigation, spirituality and aesthetics, supporting services. Hydrological ecosystem services are closely interdependent with all natural components, i.e. all other ecosystem services. Ecohydrological processes influence the quantitative, qualitative, temporal and spatial characteristics of hydrological ecosystem services.

**Cuvinte cheie:** servicii ecosistemice hidrologice, Regiunea de Sud a Republicii Moldova

## INTRODUCERE

Una din caracteristicile de bază a societății a fost, este și va continua să fie utilizarea resurselor naturale. Consumator evident, omul, pe parcursul mileniilor a explorat și exploatat mediul natural în propriu beneficiu, asigurându-și viața și activitatea cu toate cele necesare. În perioada contemporană, utilizarea accelerată a resurselor naturale a determinat rapidă degradare a naturii, reducerea calității mediului, pierderea efectivului și numărului speciilor florei și faunei, deșertificare și multe alte consecințe negative. În acest context, în ultimele decenii ai secolului trecut a început să se contureze conștientizarea globală a importanței resurselor naturale și a mediului înconjurător. În final, acest fapt a fost materializat prin apariția, consolidarea și aplicarea unui concept nou denumit - servicii ecosistemice. Recunoașterea acestuia, la nivel, mondial a fost realizată prin apariția în 2005 a publicațiilor *Evaluarea ecosistemelor mileniului* - Millennium Ecosystem Assessment (EEM), apărute sub egida Națiunilor Unite [15]. Prin definiție, serviciile ecosistemice *sunt beneficiile pe care omul le obține din ecosisteme* [15]. Ca urmare, acest concept a cunoscut o dezvoltare și abordare rapidă, iar un accent deosebit este pus de evaluarea monetară a serviciilor ecosistemice, plata pentru acest tip de servicii devine a fi tot mai necesară și evidentă.

Prezenta cercetare este dedicată identificării și evaluării serviciilor ecosistemice hidrologice din limitele Regiunii de Sud a Republicii Moldova (compusă din Regiunea de Dezvoltare Sud și Unitatea Teritorial Admirativă Găgăuzia). Ca prim pas al studiului, vor fi stabilite categoriile sistemelor cu referire la ape, ulterior se vor stabili serviciile ecosistemice hidrologice, se va efectua corelarea dintre procesele ecosistemice hidrologice și serviciile ecosistemice hidrologice, se va prezenta o scurtă descriere a caracteristicilor hidrologice și a serviciilor ecosistemice hidrologice, în context regional.

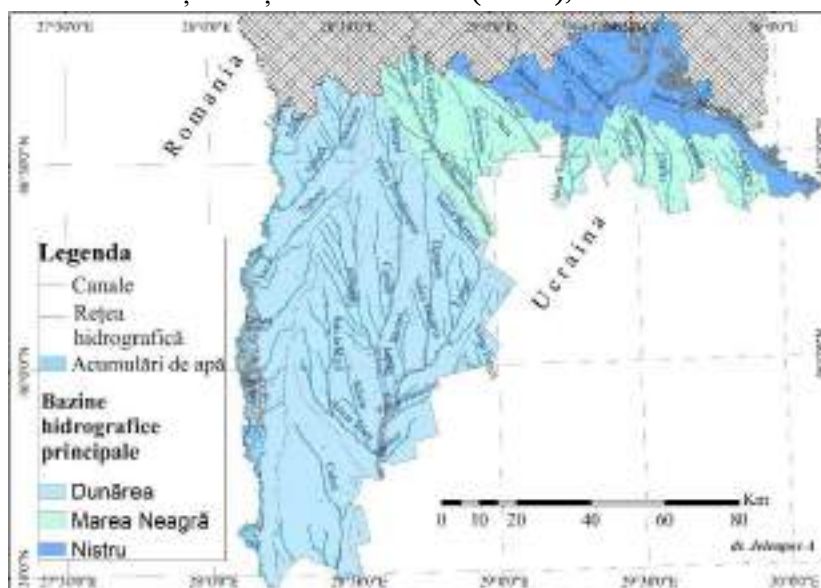
Lucrarea dată este efectuată în cadrul proiectului instituțional 010801 Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu, implementat de Institutul de Ecologie și Geografie, Universitatea de Stat din Moldova, pe parcursul 2024-2027.

## MATERIALE ȘI METODE

Metodologia aplicată în cadrul prezentului studiu constă din analiza surselor bibliografice pentru stabilirea categoriilor serviciile ecosistemice cu referire la apă, precum și pentru scurta descriere a acestora din limitele zonei de studiu. Reprezentarea spațială a zonei de studiu a fost efectuată utilizând QGIS [16] și datele Fondului de date geospațiale [6].

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Conform EEM serviciile ecosistemice se încadrează în 10 categorii de sisteme [15]. Dintre acestea, cu referire la ape sunt marine, de coastă și de suprafață (de apă dulce). În limitele regiunii de sud (RS) se regăsesc serviciile ecosistemelor de apă dulce: râuri, lacuri, lunci, lacuri de acumulare, zone umede, ape subterane. În acest sens, hotarul de vest este reprezentat de râul Prut, iar cel de est de fluviul Nistru. Alte râuri din RS sunt Ialpug dar și afluenții acestuia Lunga, Lunguța (afluent de dreapta a râului Lunga), Ialpușel, Salcia Mare. De asemenea, în cadrul RS este situat cursul inferior al râului Botna precum și cursul de mijloc al râului Cogâlnic și cel superior și de mijloc al râului Cahul, ambele continuând în Ucraina. În limitele RS, sunt construite circa 4700 acumulări de apă artificiale (heleșteie, iazuri, lacuri de acumulare), precum și circa 3770 km de canale dintre care 958 km sunt situate în lunca râului Prut și 1168 km în cea a fluviului Nistru. În cadrul luncilor cursurilor inferioare ale râurilor mari sunt situate cele mai importante arii protejate ce includ cele mai mari zone umede și lacuri naturale ale țării. Dintre acestea se enumeră Nistru de Jos și stărița Nistrul Vechi (Chior), Prut Inferior cu lacurile Belev și Manta.



**Figura 1. Rețeaua hidrografică și cele mai mari bazine hidrografice din RS**

Conform EEM [15], serviciile ecosistemice sunt clasificate în următoarele categorii majore: de aprovizionare, de suport, de reglare și culturale. Serviciile ecosistemice *de aprovizionare* sunt produsele pe care oamenii le obțin de la ecosisteme, cum ar fi hrana, combustibilul, fibrele, apa dulce și minereuri. Serviciile *de reglare* sunt beneficiile pe care oamenii le obțin din reglarea proceselor ecosistemice, inclusiv menținerea calității aerului, reglarea climei, controlul eroziunii, reglarea bolilor și purificarea apei. *Serviciile culturale* sunt beneficiile nemateriale pe care oamenii le obțin de la ecosisteme prin îmbogățire spirituală, dezvoltare cognitivă, reflecție, recreere și experiențe estetice. *Serviciile de suport* sunt cele care sunt necesare pentru producerea tuturor celorlalte servicii ecosistemice, cum ar fi producția primară, producția de oxigen și formarea solului.

Ca urmare a EEM, au apărut diverse lucrări despre servicii ecosistemice, clasificări și abordări din perspectiva diferitor domenii. În acest sens, în 2007, în domeniul apei, au fost definite și descrise serviciile ecosistemice hidrologice de către grupul de autori Brauman K. et al [9]. *Serviciile ecosistemice hidrologice sunt acele servicii pe care sistemele terestre le furnizează prin modificarea curgerii și calității apei.* Aceste servicii pot include creșterea debitelor în sezonul uscat, reducerea inundațiilor sau îmbunătățirea calității apei în scopuri precum consumul de apă [13]. Serviciile ecosistemice hidrologice înglobează beneficiile aduse oamenilor prin efectul ecosistemelor terestre asupra apei dulci [9]. Acestea sunt clasificate în cinci categorii:

1. Îmbunătățirea alimentării cu apă
2. Îmbunătățirea alimentării cu apă in situ
3. Atenuarea daunelor produse de apă
4. Furnizarea de servicii culturale legate de apă
5. Servicii de suport legat de apă

Legătura între procesele ecosistemice hidrologice și serviciile hidrologice este prezentată în figura de mai jos. După cum poate fi observat, procesele ecohidrologice influențează caracteristicile cantitative, calitative, temporale, de localizare specifice serviciilor ecosistemice.

**Tabelul 1. Relația dintre procesele ecohidrologice și serviciile ecosistemice hidrologice.**

| Procesul Ecohidrologic<br>(ce face ecosistemul)                                                                                  | Caracteristica hidrologică<br>(efectul direct al ecosistemului)                                    | Serviciul hidrologic<br>(ceea ce primește beneficiarul)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Interacțiuni climatice locale<br>Utilizarea apei de către plante                                                                 | → Cantitate<br>(scurgerea și volumul apelor de suprafață și subterane)                             | <b><u>Alimentare cu apă:</u></b><br>Apă pentru utilizare municipalitate, agricolă, comercială, industrială, pentru producere a energiei electrice la centrale termoelectrice.<br><b><u>Alimentare cu apă in situ:</u></b><br>Apă pentru producerea energiei hidroelectrice, recreere, transport, piscicultură și alte produse de apă dulce.<br><b><u>Atenuarea daunelor produse de apă:</u></b><br>Reducerea pagubelor produse de inundații, salinizarea terenurilor aride, intruziunea apei sărate, colmatare<br><b><u>Spiritualitate și estetică:</u></b><br>Furnizarea de servicii religioase, educaționale, valori turistice<br><b><u>De suport:</u></b><br>Apă și nutrienți pentru susținerea estuarelor vitale și a altor habitate, conservarea opțiunilor |
| Filtrarea mediului<br>Stabilizarea solului<br>Adaosuri / sustrageri chimice și biologice                                         | → Cantitatea<br>(patogeni, nutrienți, salinitate, aluviuni)                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Formarea solului<br>Modificarea suprafeței solului<br>Alterarea căilor de curgere la suprafață<br>Dezvoltarea malurilor râurilor | → Localizare<br>(din subteran/ de suprafață, amonte/aval, în sau în afara sistemului de apă dulce) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Controlul vitezei de curgere<br>Stocarea apei pe termen scurt și lung<br>Caracterul sezonier al utilizării apei                  | → Timpul (debite maxime, debite minime, viteza)                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Sursa: tradus din [9]

Serviciile ecosistemice hidrologice se află în interdependență strânsă cu toate componentele naturale, respectiv, cu toate celelalte servicii ecosistemice. Acestea se influențează reciproc și definirea unor limite de influență unor asupra altora sunt deseori greu de stabilit.

Caracteristicile cantitative ale serviciilor hidrologice se formează în cadrul geosistemului. Trebuie de subliniat, că ecosistemele nu generează resurse de apă, dar contribuie la modificarea acestora [9]. Precipitațiile atmosferice, fie solide sau lichide, sunt principala sursă de apă a apelor uscatului. Volumele de apă căzute pe suprafața terestră sunt modificate, o parte fiind infiltrată în sol și substratul geologic, o altă parte revine menținerii vieții florei și faunei, o parte se reîntoarce în atmosferă prin procese de evapotranspirație, o parte se acumulează în microforme de relief ca urmare a scurgerii de pantă, etc. Respectiv, ca urmare a trecerii prin ecosistem, volumele de apă rămase ajung să alimenteze sistemele *de suprafață (de apă dulce)*, iar ulterior sunt utilizate de societatea umană. Fiind utilizator activ al landşaftului, omul, prin activitatea sa, contribuie la modificarea ecosistemelor naturale și respectiv a influenței acestora asupra proceselor ecohidrologice. Utilizarea intensivă a terenurilor în agricultură, urbanizarea, suprapășunatul, despădurirea are impact negativ asupra circuitului hidrologic. În acest sens, curgerea apei râurilor mari, medii și mici este deja transformată de

modificările de mediu din cadrul bazinelor, dar și a luncilor și albiilor riverane. Un impact semnificativ este cauzat de reglarea scurgerii de către lacurile de acumulare situate pe cursurile riverane. Caracteristicile hidrologice cantitative ale râurilor monitorizate din limitele RS sunt prezentate mai jos. Astfel, cele mai mari debite sunt specifice fluviului Nistru – 293 m<sup>3</sup>/s (post Bender), râului Prut – 80m<sup>3</sup>/s (post Ungheni), însă formarea acestora are lor în afara RS. În limitele RS sunt generate resursele de apă a râurilor mici și medii, cum sunt cele ale cursurilor de apă Ialpug, Lunga, Salcia Mare, Taraclia, și parțial Botna și Cogâlnic. Debitele de apă ale acestora sunt mici, de până la 1 m<sup>3</sup>/s. Volumele de apă a râurilor mari sunt de circa 3 km<sup>3</sup> – râul Prut, și 9,5 km<sup>3</sup> – fluviul Nistru. Volumele de apă formate doar în limitele RS se estimează la circa 280 mil. m<sup>3</sup>.

**Tabelul 1. Caracteristicile hidrologice ale râurilor din cadrul Regiunii de Dezvoltare Sud**

| Râul                                                          | Postul hidrologic | Perioada, ani           | Debitul mediu al apei, m <sup>3</sup> /s | Debitul specific al apei, l/s km <sup>2</sup> | Stratul scurgerii anuale, mm | Volumul scurgerii anuale, mil. m <sup>3</sup> |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| Râuri mari                                                    |                   |                         |                                          |                                               |                              |                                               |
| Nistru                                                        | Bender            | 1945-2022               | 293                                      | 4,44                                          | 140                          | 9249                                          |
| Nistru                                                        | Olănești          | 1959-2016               | 125                                      | 1,82                                          | 57,3                         | 3950                                          |
| Nistru, braț Turunciuk                                        | Nezaver-tailovka  | 1971-2022               | 180                                      | 2,61                                          | 82,3                         | 5673                                          |
| Prut                                                          | Ungheni           | 1981-2022               | 79,4                                     | 5,2                                           | 165                          | 2505                                          |
| Râuri din districtul bazinului fluviului Nistru               |                   |                         |                                          |                                               |                              |                                               |
| Botna                                                         | Căușeni           | 1949-2022               | 0,77                                     | 0,64                                          | 20,0                         | 24,3                                          |
| Râuri din districtul bazinului Dunărea – Prut și Marea Neagră |                   |                         |                                          |                                               |                              |                                               |
| Cogâlnic                                                      | Hâncești          | 1959-2016               | 0,26                                     | 1,46                                          | 46,1                         | 8,26                                          |
| Lunga                                                         | Ceadâr - Lunga    | 1976-2013               | 0,13                                     | 0,35                                          | 11,07                        | 4,10                                          |
| Salcia Mare                                                   | Musait            | 1977-2008               | 0,33                                     | 0,78                                          | 24,3                         | 10,0                                          |
| Taraclia                                                      | Taraclia          | 1960-2017               | 0,19                                     | 1,80                                          | 56,76                        | 5,85                                          |
| Ialpug                                                        | Comrat            | 1962-1989<br>1990-2016* | 0,09                                     | 0,35                                          | 10,9                         | 2,7                                           |

\*- date reconstruite

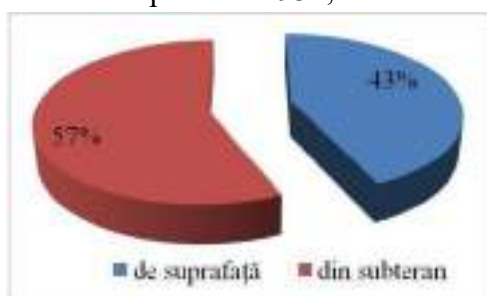
Sursa: Serviciul Hidrometeorologic de Stat [3]

Cu referire la caracteristica specifică calității apei, este bine-cunoscut faptul influenței pozitive a ecosistemelor asupra resurselor de apă, în special, prin îmbunătățirea acestora. Autoepurarea este un exemplu elocvent în acest sens. Această proprietate importantă este utilizată și de societatea umană pentru epurarea apelor uzate prin construcția zonelor umede construite (ZUC). Exemple ZUC sunt cele din raioanele Nisporeni, Hâncești și Orhei fiind încurajată construcția lor și în alte regiuni. Un alt exemplu, în acest sens, este plantarea fâșiilor forestiere de protecție, care reduc din poluanții ce pot ajunge în apele de suprafață ca urmare a scurgerii de pe terenurile agricole. Impactul antropic asupra resurselor de apă se manifestă preponderent prin poluarea masivă a apelor din surse punctiforme și difuze, apa râurilor Nistru și Prut fiind preponderent de clasa III - moderat poluată, iar cea a râurilor mici - V - foarte poluată [4, 5]. Pe de altă parte, conținutul de săruri a apelor subterane din limitele RS este determinat de structura geologică, adică de condițiile naturale, iar poluarea apelor freatice (produse de azot și fosfor etc.) este condiționată de impactul antropic.

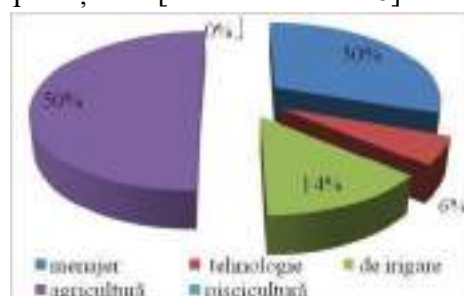
*Repartiția spațială* a serviciilor ecosistemice hidrologice este o caracteristică ce este influențată de relief, substratul geologic, sol, vegetație. Suprafața subiacentă determină repartiția apelor provenite din ploii în cele de suprafață și cele subterane, dar și interacțiunea acestora. Astfel, alimentarea subterană a râurilor în limitele RS este de până la 10-15%, iar râurile interne sunt adesea secate din cauza condițiilor climatice specifice. Pe de altă parte, anume în RDS, în luncile râurilor mari sunt situate lacurile naturale Manta și Belev dar și zonele umede de importanță internațională Prutul de Jos și Nistru Inferior. Ca efect al interacțiunii între ecosisteme și râuri se formează ecosisteme specifice de luncă, care, însă, sunt supuse

major degradării din cauza reducerii suprafețelor luncilor inundabile prin construirea digurilor de protecție contra inundațiilor. Cursurile râurilor mari din limitele RDS sunt practic total îndiguite, dar și albiile minore a râurilor medii sunt, de asemenea, încleștate în aceste structuri hidrotehnice, situate, în general, foarte aproape de suprafața apei, reducând semnificativ conectivitatea laterală a râurilor și albia majoră.

*Repartiția temporală* este o altă caracteristică importantă specifică serviciilor ecosistemice hidrologice. Prezența pădurilor din cadrul bazinelor hidrografic, pe de o parte acumulează apele provenite din ploii și reducerea din volumele apelor de suprafață îmbogățind pe cele subteran, iar pe de altă parte, în perioadele secetoase, apele subterane mențin debitul minim din râuri. În aceeași ordine de idei, vegetația influențează gradul de rugozitate și, ca urmare, viteza de curgere a apei, astfel, cu cât mai mare este cantitatea acestuia cu atât mai mică este viteza. Stratul vegetativ joacă și un rol în diminuarea debitului maxim, pădurile reduc semnificativ valoarea acestuia, lipsa lor însă creează dezastre pentru societatea umană, în sensul scurgerilor masive de pantă, și inundațiilor din luncile râurilor. Trebuie remarcat că efectul vegetației este sezonier și se manifestă, în special, în perioada caldă a anului. Repartiția temporală a resurselor de apă este afectată de societatea umană prin crearea acumulărilor de apă în cadrul cărora se înmagazinează volume mari de apă, și se redistribuie către partea din aval. Regimul hidrologic al râurilor mari este regularizat de lacuri de acumulare situate în alte regiuni decât RS, respectiv, efectele reglării curgerii se materializează în special în această regiune. Râurile medii și mici sunt și ele regularizate. Cele mai mari lacuri de acumulare sunt situate pe râul Ialpuș: Comrat (1,66 km<sup>2</sup>), Congaz (3,25 km<sup>2</sup>) și Taraclia (9,7 km<sup>2</sup>). Circa 3979 acumulări sau circa 83,6% au suprafața de până la 1 ha (suprafața totală 599,37 ha sau 4,6%), alte 236 acumulări de apă sunt de 1-2 ha (suprafața totală 334,2 ha sau 2,6%), 162 sunt de 2-4 ha (suprafața totală 457 ha sau 3,5%). Suprafața totală a acumulărilor de apă este 12932,4 ha sau circa 1,4% din suprafața RS [calculat în baza 6].



**Figura 2. Pondere apei captate din diverse surse (sursa: Agenția Apele Moldovei [1])**



**Figura 3. Pondere apei utilizate pentru diverse necesități (sursa: Agenția Apele Moldovei [1])**

*Serviciul ecosistemic hidrologic 1: Alimentare cu apă* – serviciu de aprovizionare. Volumele de apă captate în limitele RS sunt de circa 20 mil.m<sup>3</sup>. Dintre acestea circa 16 mil.m<sup>3</sup> sunt utilizate de Regiunea de Sud și 4 mil.m<sup>3</sup> de UTA Găgăuzia. Din volumele de apă captate, circa 57% provin din surse subterane și 43% din cele de suprafață. Apa utilizată este de circa 16,5 mil.m<sup>3</sup>, circa 3,5 mil. m<sup>3</sup> fiind pierderi la transportare. Principalul domeniu de utilizare a apei este cel agricol, căruia îi revin circa 50% din volume, urmat de cel menajer cu circa 30%. Circa 14% din ape sunt utilizate pentru irigare și 6% pentru necesități tehnologice.

*Serviciul ecosistemic hidrologic 2: Alimentare cu apă în situ* – serviciu de aprovizionare. În acest sens, apa devine a fi resursă fără a fi transportată și redistribuită ca în cazul precedent. În contextul dar, cursul râurilor poate fi barat, barajul fiind dotat cu structuri hidrotehnice ce asigurată generarea energiei electrice. Pe râul Prut, astfel de baraj este Costești-Stânca, situat în regiunea de nord a țării la hotar cu România. Pe fluviul Nistru este construit Complexul Hidroenergetic Nistren în Ucraina la hotar cu Moldova, care din plin utilizează potențialul fluviului pentru producerea energiei electrice, și barajul Dubăsari, dotat cu turbine, situat în regiunea centrală a țării. În limitele regiunii de sud sunt baraje

construite pe râurile medii și mici doar pentru acumularea și redistribuirea resurselor de apă, fără scopuri energetice. Râurile și lacurile sunt utilizate și pentru transport, de regulă, cu bărci de mici dimensiuni. Cel mai important complex portuar al țării este situat pe Dunăre, la Giurgiu-lești, în RS. Portul Internațional Liber Giurgiu-lești este compus din terminalul petrolier și terminalul cerealier. La faza de proiectare și construcție se află terminalele de containere și de mărfuri generale [8]. În categoria serviciilor de alimentare în situ se poate include și sectorul piscicol, astfel încât râurile și lacurile naturale și artificiale sunt habitatul pentru diverse specii de pești, multe din ele fiind de importanță comercială. În acest sens, cunoaște dezvoltare turismul piscicol, limitat fiind doar de perioada de prohibiție.

*Serviciul ecosistemic hidrologic 3: Atenuarea daunelor produse de apă – serviciu de reglare.* În cadrul acestei categorii este inclusă capacitatea ecosistemului de reglare a pagubelor hazardurilor hidrologice. Rolul pădurii, a fâșiilor forestiere este iminent în asigurarea acestui serviciu, însă, în limitele RS, ponderea acestora este mică, de doar 9%. Cele mai mari suprafețe de pădure sunt situate în zona Dealurilor Tigheciilor, partea de sud a Podișului Codrilor, lunca fluviului Nistru. Vegetația ierboasă formează 12% din total, și se evidențiază în luncile afluenților Prutului, Ialpug, Botna, Cogâlnic, sectoarele lacurilor naturale Manta, Belev. Circa 70% din teritoriul RS este acoperit cu teren agricol, preponderent arabil, astfel încât capacitatea ecosistemică de reglare hazardurilor hidrologice este diminuată. Scurgerea de pantă, în comun cu aluviunile ce se scurg ca urmare a precipitațiilor torențiale cauzează eroziunea solului, reducerea conținutului de humus și a calității solului. Inundațiile produse pe râurile mari și importanța acestora în menținerea ecosistemului de luncă și formării solului aluvionare a fost redusă sub acțiunea construcției diguri de protecție, care dramatic au redus din suprafața luncii inundabile.

*Serviciul ecosistemic hidrologic 4: Spiritualitate și estetică – serviciu cultural.* Obiectivele de apă sunt populare prin atracția turiștilor locali dar și celor internaționali. Malurile lacurilor, iazurilor mici și medii interne sunt zone de recreere, în mare parte pentru populația locală, în special în perioada caldă a anului. Zone turistice cunoscute, vizitate nu doar de populația locală dar și de vizitatori internaționali sunt zonele umede din luncile râurilor mari. Lacurile Manta și Belev sunt atracții turistice deosebite, în special, în perioada revenirii păsărilor și dezvoltării biodiversității. Apa este simbol importat în domeniul religiei și etnografiei. Expoziție specială dedicată simbolului apei a fost organizată în cadrul Muzeului Național de Etnografie și Istorie Naturală [7]. În cadrul acesteia au fost organizată pe trei compartimente: științifică, religioasă, etnografică. Motivul apei este utilizat și reprezentat pe diverse piese de artă: ceramică, port popular, covoare. Simbolistica apei este regăsită și pe icoane, obiecte folosite la ritualuri bisericești, etc. [2, 7].

*Serviciul ecosistemic hidrologic 5: Servicii de suport.* Acest tip de servicii se referă la susținerea funcțiilor vitale a ecosistemelor, a plantelor, a biodiversității acvatice. Asigurarea acestui serviciu devine a fi supusă unei vulnerabilități maxime în perioada actuală. Secetele frecvente din RS reduc resursele de apă, deseori râurile mici și medii seacă, dar și suprafețele și volumele de apă a lacurilor naturale descresc semnificativ. Ca urmare lipsa resursei vitale cauzează degradarea ecosistemului, creșterea vulnerabilității la apariția speciilor invazive, etc.

În afară de serviciile ecosistemice hidrologice descrise mai sus, recent au fost elaborate diverse studii pentru identificarea unor noi tipuri ale acestora dar și aprecierea importanței lor în gestionarea resurselor de apă și managementul terenurilor agricole. Astfel, alte 17 serviciile ecosistemice hidrologice au fost identificate în lucrarea [12]. Au fost pe larg analizate serviciile ecosistemice produse de sistemele riverane, impactul barajelor asupra acestora [10], evaluarea economică a serviciilor ecologice hidrologice [14], securizarea acestora prin gestionarea utilizării terenurilor la nivel bazinal [11]. Domeniul cunoaște o

dezvoltare vertiginoasă cauzată de importanța ridicată a apei, iar lucrările de cercetare vor continua să apară în viitor.

## CONCLUZII

În limitele regiunii de sud a Republicii Moldova, sunt prezente ecosisteme de apă dulce, reprezentate de râuri, lacuri, zone umede. Servicii ecosistemice hidrologice identificate în cadrul zonei de studiu sunt: alimentare cu apă, alimentare in situ, atenuarea daunelor produse de apă, spiritualitate și estetică, servicii de suport. Serviciile ecosistemice hidrologice se află în interdependență strânsă cu toate componentele naturale, respectiv, cu toate celelalte servicii ecosistemice. Procesele ecohidrologice influențează caracteristicile cantitative, calitative, temporale, de localizare specifice serviciilor ecosistemice. Conceptul serviciilor ecosistemice a apărut relativ recent ca urmare a degradării sistemelor naturale și creșterii costurilor de asigurare a confortului uman și va continua să fie dezvoltat și aplicat pentru asigurarea protecției mediului înconjurător.

## BIBLIOGRAFIE

1. Agenția Apele Moldovei. Direcția Bazinieră. Raportul anual pentru 2022 generalizat privind Indicii de gospodărire a apelor în Republica Moldova.
2. Apa între cer, pământ și veșnicie”, expoziție la Chișinău Disponibil: <https://trm.md/ro/cultura/apa-intre-cer-pamant-si-vesnicie-expozitie-la-chisinau>
3. Cadastru de Stat al Apelor. Date multianuale despre resursele și regimul apelor de suprafață. Chișinău, 2015. Partea 1. Râuri și canale. Partea 2. Lacuri d acumulare, Serviciul Hidrometeorologic de Stat. Chișinău, 2018, 478 p
4. Hotărâre de Guvern Nr. 444, din 29-06-2022, cu privire la aprobarea Programului de gestionare a districtului bazinului hidrografic Dunărea – Prut și Marea Neagră, ciclul II (2023-2028) Publicat : 12-08-2022 în Monitorul Oficial Nr. 257-263 art. 649, [https://www.legis.md/cautare/getResults?doc\\_id=132734&lang=ro](https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=132734&lang=ro)
5. Proiectul planului de gestionare a districtului bazinului hidrografic Nistru, ciclul II (2024-2029), Disponibil: <https://particip.gov.md/ro/document/stages/anunt-referitor-la-avizarea-proiectului-de-hotarare-de-guvern-cu-privire-la-aprobarea-planului-de-gestionare-a-districtului-bazinului-hidrografic-nistru-ciclul-ii-2024-2029-numar-unic-324mm2024/12390>
6. Fondul Național de date geospațiale, geoportal.md
7. Simbolul apei, de la începuturi până în prezent, <https://agrotv.md/simbolul-apei-de-la-inceputuri-pana-in-prezent/>
8. Transport naval <https://www.old.mtid.gov.md/ro/naval>
9. Brauman Kate A., Daily Gretchen C., Duarte T. Ka’eo, Mooney Harold A. The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services, The Annual Review of Environment and Resources, 2007, 32:67–98, doi: 10.1146/annurev.energy.32.031306.102758
10. Brismar A. River Systems as Providers of Goods and Services: A Basis for Comparing Desired and Undesired Effects of Large Dam Projects, Environmental Management Vol. 29, No. 5, pp. 598–609
11. Grêt-Regamey A., Bugmann H., Burlando P., Celio E., de Buren G., Koellner Th., Knoepfel P., Pappas Ch., Ryffel A. Securing hydrological ecosystem services through catchment-wide land-use management Environmental Science 2011, [https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB\\_BD1F27C78C5F.P001/REF.pdf](https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_BD1F27C78C5F.P001/REF.pdf)
12. Ha, L.T.; Bastiaanssen, W.G.M.; Simons, G.W.H.; Poortinga, A. A New Framework of 17 Hydrological Ecosystem Services (HESS17) for Supporting River Basin Planning and Environmental Monitoring. Sustainability 2023, 15, 6182. <https://doi.org/10.3390/su15076182>
13. Hydrologic Ecosystem Services, <https://www.wrelab.science/hydrologic-ecosystem-services>
14. Mastrorilli M., Gianfranco R., Verdiani G., Tedeschi G., Fumai A. and Russo G. L.. “Economic Evaluation of Hydrological Ecosystem Services in Mediterranean River Basins Applied to a Case Study in Southern Italy.” Water 10 (2018): 241. <https://www.semanticscholar.org/reader/7f28045317158db3f765e7306b3719fd1089c627>
15. Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and human well-being: current state and trends: Volume 1 / edited by Rashid Hassan, Robert Scholes, Neville Ash. Findings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, 2005 <https://www.millenniumassessment.org/en/Condition.html> <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.765.aspx.pdf>
16. QGIS, A Free and Open Source Geographic Information System, <https://qgis.org/en/site/>

# IDENTIFICAREA SERVICIILOR ECOSISTEMICE OFERITE DE BIODIVERSITATE ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

CZU: 574.4/.5:551.581

<https://doi.org/10.53380/eco25.16>

CERTAN Corina, ORCID: 0000-0002-2278-2475

FLORENȚA Veronica, ORCID: 0009-0004-9194-3350

GRABCO Nadejda, ORCID: 0000-0002-3138-3548

BULIMAGA Constantin, ORCID: 0000-0003-1288-0140

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract** *Climate change and associated risks are causing major changes in the interactions between socio-economic systems and the natural environment. The adaptation and capitalization of new opportunities are a priority for increasing the resilience of society, the economy and the natural environment, to the impact of climate change. The present study consists in identifying the ecosystem services provided by forest and grassland ecosystems, by studying the specialized literature. Ecosystem services generate considerable value and play a significant role in national development economy. The values generated by ecosystem services have a substantial multiplier effect throughout the economy.*

**Keywords:** servicii ecosistemice, ecosistem forestier, pajiște, servicii de aprovizionare, servicii de reglare, servicii culturale, servicii de sprijin.

## INTRODUCERE

Schimbările climatice reprezintă un proces cu caracter global cu care se confruntă omenirea în acest secol din punct de vedere al protecției mediului înconjurător. Schimbările climatice și riscurile asociate determină modificări majore ale interacțiunilor dintre sistemele socio-economice și mediul natural. Adaptarea și valorificarea noilor oportunități sunt prioritare pentru creșterea rezilienței societății, economiei și mediului natural, la impactul schimbărilor climatice. Tendințele actuale de schimbare a climei influențează semnificativ structura și funcționarea ecosistemelor naturale, ceea ce acționează în mod direct sau indirect bunăstarea umană [17].

„Strategia Națională a României privind Adaptarea la Schimbările Climatice pentru perioada 2022-2030 cu perspectiva anului 2050” (SNASC) și „Planul național de acțiune a României pentru implementarea acesteia” (PNASC) reprezintă documente strategice de programare care acoperă domeniile: resurse de apă, păduri, biodiversitate și servicii ecosistemice, populație, sănătate publică și calitatea aerului, educație și conștientizare, patrimoniu cultural, sisteme urbane, agricultură și dezvoltare rurală, energie, transporturi, turism și activități recreative etc. Implementarea consecventă a SNASC și PNASC până în 2030 reprezintă o condiție obligatorie pentru adaptarea societății la schimbările climatice și atenuarea impactului acestora pe termen mediu și lung [17].

Efectele schimbărilor climatice asupra componentei abiotice a ecosistemelor naturale, manifestate sub forma impactului direct (modificări asupra regimului radiativ, termic, pluviometric, hidrologic) determină un impact indirect asupra componentei biotice (floră și faună) și asupra populației umane [16].

În Planul de acțiune comunitar pentru biodiversitate, UE recomandă și monitorizează măsurile necesare pentru reducerea biodiversității. Pe plan internațional, UE promovează o mai bună guvernare și consolidează normele privind protecția ecosistemelor, precum și includerea problemei biodiversității în negocierile privind schimbările climatice.

Scopul articolului este identificarea serviciilor ecosistemice furnizate de ecosistemele forestiere și pajiști, prin studierea literaturii de specialitate. Acesta presupune să examineze conceptul de servicii

ecosistemice, tipurile de servicii oferite de biodiversitate, beneficiile acestora și modul în care influențează bunăstarea umană.

## **MATERIALE ȘI METODE**

Pentru realizarea acestui studiu a fost utilizată metoda de cercetare bazată pe documentare, pe colectare și analiza informațiilor disponibile. Pentru colectarea informației au fost utilizate diferite lucrări științifice, pagini web și alte surse de date electronice. Au fost selectate doar lucrările științifice care au oferit informații despre serviciile ecosistemice oferite de biodiversitate în contextul schimbărilor climatice.

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Varietatea largă a beneficiilor oferite omenirii de către ecosistemele de pe glob reprezintă bunuri și servicii ecosistemice. Astfel, hrana, apa, biomasa și lemnul sau alți combustibili sunt bunuri produse de ecosisteme, iar serviciile sunt reprezentate de formarea solului, polenizare, reciclarea naturală a deșeurilor, alimentarea cu apă, purificarea aerului, mecanismele de reglare naturală (condițiile climatice, dinamicele populațiilor de organisme vii) etc. [1, 8, 9].

Abordarea serviciilor ecosistemice se bazează pe interdependența dintre natură și bunăstarea umană. Aspectul serviciilor ecosistemice al acestei abordări este bine dezvoltat, dar aspectul bunăstării umane rămâne nestructurat și slab studiat [12]. Abordarea Serviciilor Ecosistemice (ESA) recunoaște în mod explicit că ecosistemele (de exemplu, pădurile, zonele umede) și diversitatea biologică conținută în acestea contribuie la bunăstarea individuală și socială [1].

Biodiversitatea are un rol primordial în funcționarea ecosistemelor și a serviciilor ecosistemice. Există șase dimensiuni ale biodiversității [5], care o leagă de funcționarea ecosistemului și de serviciile ecosistemice:

- Biodiversitatea sporește eficiența proceselor ecologice, cum ar fi producția primară și de descompunere. Aceste procese sunt determinanți cheie ai funcțiilor ecosistemului.
- Diversitatea funcțională, care este variația gradului de exprimare a trăsăturilor funcționale multiple este un al doilea determinant important al funcționării ecosistemului. Trăsăturile funcționale sunt cele care definesc speciile în ceea ce privește rolul lor ecologic, modul în care acestea interacționează cu mediul și cu alte specii.
- Biodiversitatea, în special diversitatea speciilor de plante are un rol important în structura habitatelor, ecosistemelor și peisajelor, care este necesar pentru existența multor altor specii și, prin urmare, a serviciilor ecosistemice.
- Diversitatea genetică este diversitatea fondului genetic al unei singure specii. Probabilitatea ca unele specii să fie mai bine adaptate la condițiile viitoare crește odată cu diversitatea.
- Diversitatea taxonomică (numărul total de specii ale anumitor grupuri, de exemplu, numărul total de mamifere) sunt adesea folosite ca indicator pentru biodiversitate. Numărul total de specii oferă un beneficiu direct, în special pentru persoanele care preferă să facă observări asupra păsărilor, vertebratelor mari sau colectarea speciilor de plante sau speciilor de nevertebrate precum fluturii, gândacii sau păianjenii.
- Diversitatea interacțiunilor biotice specifice într-o rețea trofică. De exemplu, albinele atunci când caută hrană ajută la polenizarea culturilor agricole; insectele prădătoare ajută la menținerea sub control a dăunătorilor din culturile agricole etc.

Există trei etape pentru evaluarea serviciilor ecosistemice:

*Etapă 1:* Identificarea serviciilor ecosistemice. Prima etapă presupune identificarea cât mai multor beneficii sau avantaje derivate direct sau indirect din existența zonelor naturale luate în discuție.

*Etapă 2:* Ierarhizarea importanței serviciilor ecosistemice. A doua etapă implică ierarhizarea serviciilor ecosistemice. Este un demers ce pornește de la recunoașterea faptului că nu toate serviciile ecosistemice sunt la fel de importante pentru actorii sociali astfel încât, pentru a decide cu privire la modul de utilizare a resurselor naturale, este necesar un sistem de ierarhizare și ponderare a valorii acestor servicii.

*Etapă 3:* Stabilirea valorii monetare a serviciilor ecosistemice. A treia etapă implică stabilirea unei valori monetare pentru serviciile ecosistemice. [1].

Serviciile ecosistemice au fost clasificate de o serie de studii [2, 7, 15] în următoarele categorii principale pentru sănătatea și bunăstarea umană: servicii de suport, servicii de reglementare, servicii de aprovizionare și servicii culturale (tab. 1).

**Tabelul 1. Serviciile ecosistemelor și bunuri conexe din ariile naturale protejate [4, 10]**

| SERVICII DE SUPORT                                                                                                     |                                              |                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| Întreținerea proceselor ecosistemelor (formarea solului)                                                               |                                              |                                 |
| Întreținerea duratei ciclului de viață (habitate pentru specii, interacțiunile dintre acestea, diseminarea semințelor) |                                              |                                 |
| Conservarea biodiversității (diversitatea genetică a speciilor și a habitatelor)                                       |                                              |                                 |
| SERVICII DE APROVIZIONARE                                                                                              | SERVICII DE REGLARE                          | SERVICII CULTURALE              |
| Aprovizionarea cu hrană                                                                                                | Reglarea climatului și a hazardelor naturale | Recreere și ecoturism           |
| Aprovizionarea cu apă                                                                                                  | Reglarea calității aerului și apei           | Valori estetice                 |
| Aprovizionarea cu materie primă (lemn, cherestea, combustibili)                                                        | Reglarea apelor și scurgerilor               | Valori educaționale             |
| Aprovizionarea cu resurse medicinale/biochimice (medicamente naturale, cosmetice)                                      | Controlul eroziunii solului                  | Valori spirituale și religioase |
| Aprovizionarea cu resurse ornamentale                                                                                  | Polenizarea                                  | Valori inspiraționale           |
| Aprovizionarea cu resurse genetice                                                                                     | Reglarea bolilor și dăunătorilor             | Valorile patrimoniului cultural |
|                                                                                                                        |                                              | Sănătate și bunăstare mentală   |

După Maes et al. (2013), ecosistemele se clasifică în: terestre, ape dulci și marine. Ecosistemele terestre se clasifică în: urbane, agroecosisteme, pajiște, forestiere și acvatice [5]. Noi vom caracteriza serviciile ecosistemice oferite de pajiști și ecosistemul forestier.

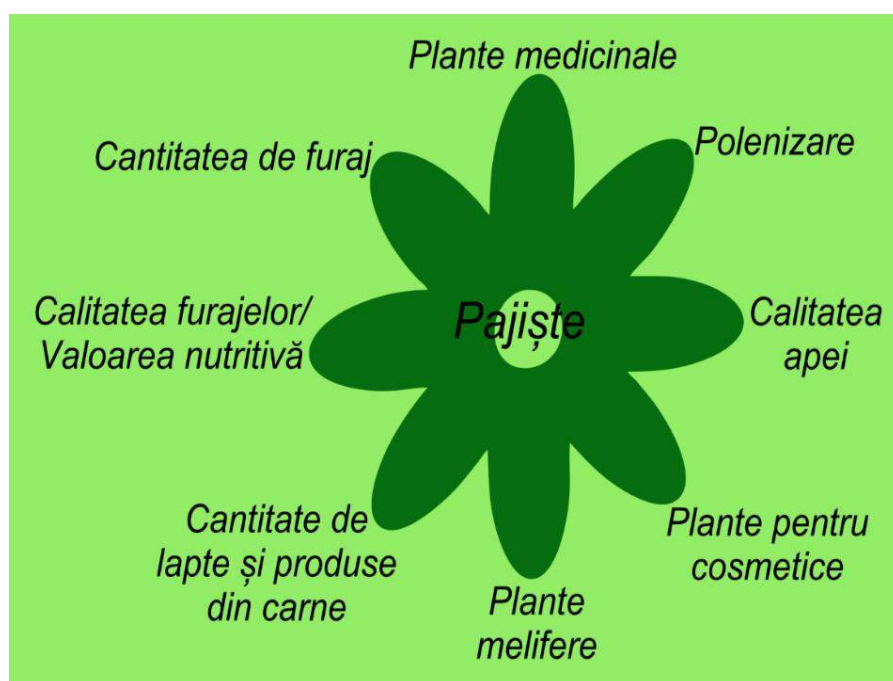
*Pajiștile* reprezintă zone acoperite de un amestec de ierburi anuale și perene și specii ierboase nelemnoase (inclusiv plante înalte, mușchi și licheni), folosite pentru hrana animalelor prin pășunat sau cosit (pășuni și fânețe), care nu sunt considerate terenuri agricole lucrate. Totodată, această categorie poate include sisteme cu vegetație lemnoasă (arbori și arbuști) care nu corespund criteriilor pentru stabilirea ca categorie „terenuri silvice”.

Pajiștile acoperă aproape o treime din suprafața terestră a Pământului și sunt importante, deoarece oferă o gamă largă de servicii pentru bunăstarea umană: de aprovizionare, susținere, reglementare și culturale. Gospodărirea necorespunzătoare a favorizat invadarea pajiștilor cu specii de plante dăunătoare (arbuști și buruieni) care au înlocuit speciile valoroase în proporție sporită. În prezent, efectele degradării pajiștilor se reflectă atât în structura biodiversității, cât și în potențialul lor productiv [14]. Există pajiști cultivate și pajiști permanente.

*Pajiștile cultivate* asigură cele mai mari randamente de furaje pentru hrănirea animalelor, precum și cantitatea de lapte și produse din carne, dar gama altor servicii ecosistemice este mult mai redusă în comparație cu pajiștile permanente. De exemplu, pajiștile cultivate oferă mult mai puține plante medicinale și cosmetice, cu excepția cazului în care anumite specii sunt cultivate special. Pajiștile cultivate au o capacitate mult mai mică de sechestrare a carbonului, ceea ce este un serviciu important pentru reglarea climei globale (fig. 1).

*Pajiștile permanente* oferă o varietate mai mare de servicii ecosistemice, deși nivelul producției de furaje și cantitatea de lapte și produse din carne ar putea fi reduse în comparație cu pajiștile cultivate. Pajiștile permanente au, de obicei, o diversitate mai mare de specii, oferind astfel aprovizionare mai mare cu specii de plante medicinale, melifere și pentru cosmetice. Pajiștile permanente susțin controlul eroziunii pe pantele abrupte, precum și creșterea capacității de absorbție a nutrienților și, astfel, îmbunătățesc serviciul de purificare a apei. Pajiștile permanente au, de asemenea, o capacitate mult mai mare de sechestrare a carbonului (fig. 1).

Pajiștile permanente pot furniza cote mai mari de servicii culturale, inclusiv valoarea recreativă, educațională, științifică, estetică și de patrimoniu cultural.



**Figura 1. Serviciile ecosistemice oferite de pajiști [18]**

*Ecosistemul forestier* este unitatea funcțională a biosferei, constituită din biocenoză, în care rolul predominant îl au populația de arbori și stațiunea pe care o ocupă aceasta.

Serviciile ecosistemice au o valoare deosebită pentru sectorul forestier. Resursele forestiere sunt unele dintre cele mai importante produse, utilizate atât pentru bunăstarea umană, cât și pentru economie. Produsele forestiere constituie o parte importantă în dezvoltarea economică, socială, culturală și ecologică.

*Serviciile de aprovizionare* sunt definite de produsele tangibile ce sunt asigurate de către ecosisteme, cum ar fi lemnul, produse forestiere nelemnoase, produse farmaceutice, resurse genetice, apă potabilă [7]. Aceste beneficii sunt primordiale pentru existența oamenilor, de unde și apare preocuparea majoră pentru exploatarea acestora. În studiile din literatură au fost identificate servicii ecosistemice de aprovizionare ca: hrană - chiar dacă în cantități mici, există plantații de pomi fructiferi,

produse forestiere nelemnoase - reprezentate prin fructe de pădure, ciuperci, flori, populația având posibilitatea să le culeagă pentru nevoi proprii sau pentru vânzare [3, 11]; lemnul - utilizat în mare parte pentru scopuri casnice și cu o cantitate mică de cherestea, dar care constituie totuși un produs forestier important; apa - pădurile nu sunt furnizori direcți, dar aprovizionarea cu apă poate fi explicată prin faptul că majoritatea trupurilor de pădure conțin izvoare de apă, reprezentând sursă de apă potabilă, irigare în gospodărie și salubritate; vânatul - nu aduce o valoare însemnată, dar a fost urmărită o creștere a interesului pentru astfel de activități [10].

*Serviciile de reglare* reprezintă beneficiile obținute din reglarea proceselor ecosistemice, acestea includ reglarea calității aerului, caracteristicilor climatice, apelor, pericolelor naturale, controlul eroziunii solului [7]. Pădurile joacă un rol esențial în stabilizarea versanților, reglarea alunecărilor de teren, reglarea viiturilor și a inundațiilor, reglarea calității aerului sau bariere în calea vântului și a înzăpezirilor.

*Serviciile culturale* sunt servicii nemateriale, exprimate prin diversitate culturală, valori spirituale și religioase, valori educaționale, inspirație, relații sociale, valori ale patrimoniului cultural, recreere și ecoturism, prin care oamenii obțin de la ecosisteme îmbogățire spirituală, dezvoltare cognitivă, reflecție. [7]. Serviciile ecosistemice culturale sunt: *patrimoniul spiritual, religios și cultural* - majoritatea bisericilor și mănăstirilor se află în interiorul pădurilor, acumulând mii de vizite anual din partea turiștilor sau oamenilor din localitate; *educație* - serviciu foarte greu de captat, dar cu o importanță evidentă în sensibilizarea populației; *recreere și ecoturism* - cel mai mare beneficiar, după agricultură, al serviciilor ecosistemice forestiere. Monumentele naturale, istorice și culturale se află în interiorul ariilor naturale protejate, majoritatea acestor arii protejate fiind ecosisteme forestiere [3, 10].

*Serviciile de suport* sunt necesare pentru productivitatea celorlalte servicii ecosistemice, diferențiindu-se prin faptul că, cel mai des au un impact indirect asupra oamenilor sau că au loc într-o perioadă lungă de timp, cum ar fi formarea solului, fotosinteza, producția primară, ciclul apei [6]. Servicii de suport au avantaje indirecte, ce derivă din faptul că ecosistemele furnizează condițiile necesare pentru manifestarea altor beneficii: furnizarea de substrat pentru diversitatea biologică, spațiu adecvat pentru activitățile umane, asigurarea heterogenității abiotice [13].

În evaluarea Ecosistemelor după raportul Mileniului se face în mod explicit legătura dintre natură și bunăstarea umană prin definirea unui set de servicii ecosistemice [7] și este unul dintre factorii cheie pentru creșterea nivelului cercetării și integrării sale în politici.

## CONCLUZII

Prezenta lucrare reprezintă un studiu de sinteză, o încercare de a sintetiza informațiile existente pentru a aborda și a stimula cercetări și dezbateri suplimentare în domeniul dat. Este stabilit, că atât ecosistemul forestier, cât și pajiștile, au un aport esențial în menținerea echilibrului ecologic și furnizează servicii ecosistemice foarte solicitate din partea societății, de exemplu, alimentarea cu apă și reglarea debitului, sechestrarea carbonului, controlul eroziunii, stabilizarea versanților, reglarea alunecărilor de teren, reglarea viiturilor și a inundațiilor, reglarea calității aerului, polenizarea și controlul biologic al dăunătorilor din agricultură; valorile culturale cum ar fi: valoarea istorică a anumitor zone naturale, valoarea estetică a peisajului, valoarea turistică sau valoarea spirituală, frumusețea, inspirația și recreerea care contribuie la bunăstarea noastră spirituală.

Serviciile ecosistemice reprezintă valori considerabile, asigură existența civilizației și joacă un rol semnificativ în economia națională. Valorile generate de serviciile ecosistemice au un efect multiplicator substanțial în întreaga economie. Societatea umană – beneficiarul principal al serviciilor

ecosistemice, este responsabilă de utilizarea rațională a serviciilor ecosistemice pentru asigurarea unui viitor prosper, atât a omenirii, cât și a naturii în ansamblu.

*Cercetările au fost efectuate în cadrul subprogramului: 100801 – Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu.*

## BIBLIOGRAFIE

1. ADAMESCU, M., BUCUR, M., GIUCA, R., CAZACU, R., CAZACU, C., ARHIRE, G., NEGREI, C., NITU, F. Ghid pentru evaluare rapidă a serviciilor ecosistemice. București, 2016. 50 p.
2. Clasificarea Comună Internațională a Serviciilor Ecosistemice (CICES). 2013. 26 p. Disponibil: [https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/lq23\\_cices\\_v5.1\\_final\\_revised\\_guidance\\_03-10-2017.pdf](https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/lq23_cices_v5.1_final_revised_guidance_03-10-2017.pdf) Accesat 15.01.2024.
3. Evaluation of Forest Ecosystem Services (FES) in the Republic of Moldova. Technical Report for FLEGT. Transilvania University from Brasov. 2015. 85 p.
4. KETTUNEN, M., TEN BRINK, P., DUDLEY N. Social and economic benefits of protected areas – an assessment guide. 2013. 368 p. ISBN: ISBN: 978-0-415-63284-3.
5. 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, 60 p. ISBN 978-92-79-29369-6.
6. MÁRQUEZ, L. A., REZENDE, E. C., MACHADO, K. B. et al. Trends in valuation approaches for cultural ecosystem services: A systematic literature review. In: Ecosystem Services. 2023. Vol. 64. ISSN 2212-0416. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041623000657?via%3Dihub> Accesat 14.02.2024
7. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 2005. 155 p. ISBN 1-59726-040-1.
8. MIRON, V. Valoarea economică a biodiversității și a serviciilor ecosistemice. 72 p.
9. POPA, B. Valoarea economică a serviciilor ecosistemice în Republica Moldova. 2013, 75 p.
10. POPA, B., PACHE, R. G. Conceptul serviciilor ecosistemice - soluție pentru sprijinirea efortului de reglementare a sectorului silvic din România. În: Revista pădurilor. 2016. nr. 3-4, p. 41 -53.
11. POPA, B., ZUBAREV, V., MOȘNOI, E., LOZAN, A. Forest dependence based on surveys conducted in three villages of Moldova. National report produced by ENPI FLEG II regional program. 2014. 31 p.
12. RENDON, O., GARBUTT, A., SKOV, M., MÖLLER, I. et al. A framework linking ecosystem services and human well-being: Saltmarsh as a case study. In: People and Nature. 2019. p. 486 - 496.
13. Softul Mendeley. Disponibil: <https://www.mendeley.com/search/>. Accesat: 2.02.2024.
14. TALMACI, I., MIRON, A. Managementul durabil al pădurilor și pajiștilor deținute de autoritățile publice locale. Chișinău, 2016. 46 p.
15. TEEB - Economia Ecosistemelor și Biodiversității. 2010. Disponibil: <https://teebweb.org/> Accesat 17.01.2024
16. [https://www.mmediu.ro/app/webroot/uploads/files/A2.5\\_RaportIntegrat.pdf](https://www.mmediu.ro/app/webroot/uploads/files/A2.5_RaportIntegrat.pdf). Accesat: 19.02.2024.
17. [https://mmediu.ro/app/webroot/uploads/files/SNASC\\_SEA\\_2022.pdf](https://mmediu.ro/app/webroot/uploads/files/SNASC_SEA_2022.pdf). Accesat: 24.01.2024.
18. <https://vivagrass.eu/ecosystem-services/ecosystem-services-in-different-grasslands/>. Accesat: 20.03.2024.

# EVALUAREA IMPACTULUI EMISIILOR DIN REGIUNEA DE DEZVOLTARE SUD ASUPRA SERVICIILOR ECOSISTEMICE

CZU: 574.4/.5:502(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.17>

BULIMAGA Constantin, ORCID: 0000-0003-1288-0140

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract.** Annual emissions of pollutants from the Southern Development Region and the Gagauzia Territorial Unit are presented. It is established that the emissions in the period 2013-2020 are constant, but starting from 2020 there is a decrease in all emissions, which is explained by the economic crisis caused by the Covid 19 pandemic. The emissions of specific pollutants in the period 2013-2018 are evaluated. It is demonstrated that the emissions of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> as a result of the transformation into the corresponding azides cause an essential impact on biodiversity, which essentially diminishes ecosystem services. Purification methods are proposed to reduce emissions and, accordingly, the impact on ecosystem services

**Cuvinte cheie:** servicii ecosistemice, poluanți specifici, acid sulfuric, acid azotic, metode de purificare

## INTRODUCERE

Biodiversitatea are un rol primordial în funcționarea ecosistemelor și a serviciilor ecosistemice [14]. Există mai multe dimensiuni ale biodiversității, care o leagă de funcționarea ecosistemului și de serviciile ecosistemice. La rândul său, serviciile ecosistemice au fost clasificate de mai multe studii [13] în următoarele categorii cum ar fi: serviciile de aprovizionare: prin care natura furnizează bunurile necesare; serviciile de reglare sau reglementare, care se referă la procesele naturale ale unui ecosistem, și constau în sechestrarea carbonului și redistribuirea apei, mecanismele naturale de control asupra climei și precipitațiilor, a apelor de suprafață, a descompunerii deșeurilor, a răspândirii bolilor etc., serviciile culturale, care reprezintă beneficiile non-materiale oferite de ecosisteme și serviciile de asistență, necesare pentru realizarea tuturor celorlalte servicii ecosistemice (formarea solului, circulația nutrienților, fotosinteza și ciclul substanțelor nutritive). Acestea se deosebesc de alte servicii prin faptul că impactul lor asupra populației este indirect (prin aprovizionare, reglare sau servicii culturale) sau că are loc într-o perioadă foarte lungă de timp [1].

Însă, la moment o mare problemă o reprezintă protecția și securitatea ecosistemelor de impactul cauzat la realizarea activităților antropice. Pentru sporirea securității ecosistemelor este necesară cunoașterea factorilor care pot influența negativ asupra ecosistemelor din localitatea data. Unii din factori care pot diminua securitatea ecologică sunt emisiile generate de către întreprinderile industriale din Regiunea de dezvoltare Sud.

Potrivit Biroului Național de Statistică (BNS), în 2020 în RD Sud existau 3220 agenți economici, majoritatea fiind microîntreprinderi, a căror pondere este de 81,05%. Întreprinderile mici și mijlocii reprezintă 17,95%, iar întreprinderile mari 0,99%. În perioada 2016-2020, se atestă o creștere a numărului de întreprinderi cu 19,45%, în special în rândul întreprinderilor micro din RD Sud, deși numărul mediu al locurilor de muncă în aceeași perioadă a scăzut cu 1,17%. Ponderea numărului mediu de salariați încadrați în activitatea agenților economici în RD Sud raportat pe țară în anul 2020 este de doar 6,09%, spre deosebire de 6,41% în anul 2016, fapt ce demonstrează performanțe slabe ale RD Sud la capitolul creștere economică.

Cel mai mare număr de întreprinderi din regiune este concentrat pe activități precum: comerțul cu ridicata și amănuntul (34,3%), agricultură, silvicultură și pescuit (21,4%), urmat de industria prelucrătoare (9,8%) și, pe final, construcții (5,4%).

Circa 28% din totalul întreprinderilor din RD Sud sunt concentrate în raionul Cahul, urmat de Căușeni – 19% și Cimișlia 12,8%. Aproximativ 63% din numărul total al întreprinderilor din sectorul agricol activează pe teritoriul raioanelor Căușeni, Cahul, Cimișlia și Ștefan Vodă.

Regiunea de Dezvoltare Uniunea Teritorială Autonomă Găgăuzia(UTA) Găgăuzia include 3 raioane administrative: Comrat, Ciadîr-Lunga și Vulcănești, ocupând 5.5% din teritoriul Republicii. Populația regiunii constituie 161.900 locuitori (conform datelor BNS din 2016).

Infrastructura localităților este compusă din 3 orașe, dintre care unul cu statut de municipiu și 2 centre raionale, 23 comune și 6 sate. În comparație cu alte regiuni de dezvoltare și mediile pe țară, Regiunea de Dezvoltare UTA Găgăuzia are cel mai mic grad de industrializare. Principala ramură economică este agricultura, în special viticultura Solul este una din principalele resurse naturale. Terenurile agricole ale UTA Găgăuzia au o pondere de 4,37% în suprafața agricole din Republica Moldova.

Ponderea populației Regiunii de Dezvoltare UTA Găgăuzia constituie 4.6 % din totalul populației Republicii Moldova. Densitatea populației în regiune este în medie de până la 87, 6 loc/km<sup>2</sup>.

Pentru evaluarea impactului antropic a emisiilor din Regiunea de Dezvoltare Sud și UTA Găgăuzia asupra serviciilor ecosistemelor este necesară estimarea emisiilor care au loc în RDS și UTAG. **Scopul lucrării constă** în evaluarea dinamicii emisiilor și a impactului acestora asupra serviciilor ecosistemice în RDS și UTA Găgăuzia.

## MATERIALE ȘI METODE

Pentru realizarea studiului în calitate de obiect de studiu au servit emisiile poluanților din Regiunea de Dezvoltare Sud și UTA Găgăuzia. Datele privind emisiile din regiunea de studiu au fost colectate din anuarele statistice a Inspectoratului de Protecție a Mediului „Protecția mediului în Republica Moldova”, anii 2013-2022. A fost utilizată metoda de studiu privind dinamica și procesele de transformare a poluanților chimici periculoși la nimerirea lor în aerul atmosferic.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele privind emisiile din regiunea de studiu sunt prezentate în tabelul 1. Cel mai mare volum de emisii sunt generate în raionul Căușeni, începând cu a. 2013 ele constituie 474,22 t și acest volum se păstrează practic până în a.2018, o mică diminuare are loc în a. 2019 până la 275 t, iar în a. 2020 emisiile cresc până la 440,7 t, după care are loc diminuarea emisiilor până la 46,20t. în a. 2021. După volumul de emisii urmează UTA Găgăuzia cu 300,3t în a. 2013 și ulterior are loc creșterea treptată până la 772,6t în a. 2019, după care are loc diminuarea treptată a acestora până la 65,32 t în a. 2022. Emisiile în raionul Cahul constituiau 383,61t în a. 2013, care practic sunt la același nivel cu mici variații până la 357,2 t în a. 2020, după care are loc o diminuare până la 268,65 t în a. 2021.

Emisiile raionului Leova în a. 2013 constituiau 296,37 t și practic cu mici variații se mențin până în a. 2017. După care are loc diminuarea treptată în a. 2020 la 215t, și 17,64 t în a. 2021 și 102,95r în a. 2022. În raionul Ștefan Vodă emisiile în a. 2013 constituiau 203,77t și cu mici variații se mențin practic la același nivel până în a. 2018(210,58t) și din 2020 are loc diminuarea bruscă până la 22,4t în a. 2021 și 86,76t în a. 2022.

Ulterior, după masa emisiilor se situează raioanele Taraclia și Cantemir în a. 2013, respectiv cu câte 160,51 și 165,28t, și cu mici variații se mențin practic la același nivel până în a. 2019, după care are loc diminuarea bruscă a acestora începând cu 2020 până la 28,94t pentru Taraclia în a. 2022, și 13,31t pentru or. Cantemir.

Cel mai mic volum de emisii în a. 2013 sunt generate în raionul Basarabeasca și constituie 55,48t, după care în a. 2014 are loc creșterea acestuia până la 117,64t și se menține practic la această valoare până în 2017, după care are loc diminuarea acestora până în a. 2022 la cantitatea de 86,45t

Analiza emisiilor pentru fiecare raion în parte și emisiile totale din Regiunea de Dezvoltare Sud și UTA Găgăuzia, demonstrează faptul, că în perioada 2013-2020 emisiile cu unele variații sunt constante, însă

începând cu a. 2020 are loc o diminuare bruscă a emisiilor din toate raioanele, ceea ce indică la diminuarea activităților economice din regiunea dată. Diminuarea emisiilor, posibil se explică prin criza economică cauzată de pandemia Covid 19, care a afectat practic toate raioanele din RD Sud și UTA Găgăuzia. Însă pentru evaluarea prejudiciului cauzat mediului (ecosistemelor) este necesară cunoașterea emisiilor poluanților specifici, cum ar fi, dioxidul de sulf (SO<sub>2</sub>), dioxidul de azot (NO<sub>2</sub>), compuși organici CH, compuși organici volatili, etc)

**Tabelul 1. Emisiile din Regiunea de Dezvoltare Sud și Unitatea Teritorială Autonomă Găgăuzia**

| Denumirea raioanelor | Volumul emisiilor totale în aerul atmosferic, tone |                |                |                |                |                |                |               |               |               |
|----------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
|                      | 2013                                               | 2014           | 2015           | 2016           | 2017           | 2018           | 2019           | 2020          | 2021          | 2022          |
| Basarabeasca         | 55.48                                              | 117.64         | 114.84         | 117.24         | 117.24         | -              | -              | 53.1          | 86.45         | 63.51         |
| Cahul                | 383.61                                             | 381.91         | -              | 287.62         | 278.49         | 389.89         | 412.89         | 357.2         | 268.65        | -             |
| Căușeni              | 474.22                                             | 509.19         | 476.70         | 467.02         | 462.46         | 559.83         | 275.01         | 440.7         | 46.20         | 53.99         |
| Cimișlia             | 206.15                                             | 235.98         | 216.32         | 218.00         | 255.98         | 270.34         | 200.47         | 219.9         | 70.54         | 216.24        |
| UTA Gagauzia         | 300.30                                             | 317.5          | 419.27         | 411.19         | 520.07         | 517.51         | 772.62         | 498.8         | 240.12        | 65.31         |
| Leova                | 296.37                                             | 315.97         | 301.69         | 261.66         | 347.27         | 210.58         | -              | 215           | 17.64         | 102.95        |
| Stefan Voda          | 203.77                                             | 195.14         | 246.16         | 206.29         | -              | 214.07         | -              | 124.5         | 22.34         | 86.76         |
| Taraclia             | 160.51                                             | 175.06         | 197.38         | -              | 220.95         | 231.28         | 231.28         | 119.8         | 81.23         | 28.94         |
| Cantemir             | 165.27                                             | 154.84         | 157.50         | 102.09         | 159.45         | 201.88         | -              | 75            | 20.89         | 13.31         |
| <b>Total RD SUD</b>  | <b>2245.68</b>                                     | <b>2403.22</b> | <b>2129.87</b> | <b>2071.10</b> | <b>2361.92</b> | <b>2077.87</b> | <b>1892.27</b> | <b>2104,0</b> | <b>854.07</b> | <b>631.02</b> |

Sursa: Anuaralele IES „Protecția mediului în Republica Moldova”, anii 2013-2017; Anuaralele IPM „Protecția mediului în Republica Moldova”, anii 2018-2022

Pentru cuantificarea prejudiciului asupra ecosistemelor este necesară cunoașterea naturii și masei emisiilor de poluanți și a coeficienților de agresivitate. Masa emisiilor poluanților specifici sunt prezentate în tab. 2.

**Tabelul 2. Emisiile poluanților specifici din Regiunea de dezvoltare Sud și UTA Găgăuzia**

| Nr. /d.o | Denumirea poluanților             | 2013   | 2014   | 2015    | 2016   | 2017    | 2018    | Emisiile totale a poluanților specifici, t |
|----------|-----------------------------------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------------------------------------------|
| 1.       | Compușii organici                 | 90,26  | 138,90 | 137,15  | 121,61 | 121,90  | 108,28  | 717,29                                     |
| 2.       | Dioxid de sulf                    | 297,26 | 319,93 | 279,94  | 269,28 | 322,171 | 319,88  | 1808,47                                    |
| 3.       | Oxid de carbon                    | 488,38 | 517,98 | 439,12  | 440,17 | 519,46  | 1738,49 | 4143,60                                    |
| 4.       | Dioxid de azot                    | 104,10 | 133,72 | 106,45  | 120,53 | 132,14  | 143,58  | 740,53                                     |
| 5.       | Substanțe solide                  | 537,54 | 656,29 | 678,43  | 532,77 | 506,57  | 552,92  | 3464,53                                    |
| 6.       | Compuși organici volatili,        | 88,57  | 187,93 | 123,409 | 93,53  | 234,64  | 180,01  | 908,09                                     |
| 7.       | Altele                            | 479,09 | 447,87 | 365,94  | 492,90 | 522,16  | 609,43  | 2917,39                                    |
|          | <b>Emisii totale în RD Sud, t</b> |        |        |         |        |         |         | <b>14699,88</b>                            |

Sursa: “Anuaralele statistice ale Inspectoratului Ecologic de Stat” pentru perioada 2013-2017, Anuaralele statistice ale Inspectoratul pentru protecția mediului” 2018

Datele din tabelul 2, au fost prelevate din [2-11]. Valoarea coeficienților de agresivitate sunt utilizate din lucrarea [12].

Pentru evaluarea impactului cauzat ecosistemelor de către emisiile generate în Regiunea de Sud este necesară cunoașterea normativelor de plata pentru o tonă de poluanți convenționali. Acest normativ pentru raioanele Ștefan Vodă, Taraclia, Cantemir, Căușeni, Cimișlia, UTA Găgăuzia constituie 10,8 lei/tonă, (numai pentru Cahul este de 14,4, lei), reieșind din acestea, normativul poate fi acceptat de 10,8 lei/tonă convențională (Ghid).

Pentru evaluarea prejudiciului cauzat mediului de SO<sub>2</sub> din perioada 2013-2018, este necesară cunoașterea cantității poluantului, care constituie 1808,469 t SO<sub>2</sub>, și a procesului de transformare a poluantului la nimerirea lui în mediul înconjurător. De menționat, că dioxidul de sulf afectează vizibil multe specii de plante, efectul negativ asupra structurii și țesăturilor acestora fiind sesizabil cu ochiul liber. În rezultatul oxidării SO<sub>2</sub> cu oxigenul aerului are loc formarea a SO<sub>3</sub>, care ulterior la reacția cu vaporii de apă din atmosferă duc la formarea a 2769,2 tone acid sulfuric (reacțiile 1 și 2).



Impactul sumar pentru perioada 2013-2018 asupra mediului va fi cel cauzat de influența a **2769,2** tone acid sulfuric asupra ecosistemelor din Regiunea de Sud. Luând în considerație, că gradul de agresivitate a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> este egal cu 49 [12], prejudiciul cauzat ecosistemelor va constitui 1.465.460,64 lei. Impactul acestei cantități de acid sulfuric în atmosferă va cauza un impact esențial ireversibil asupra tuturor componentelor de mediu, și în primul rând asupra biodiversității, asupra frunzelor tuturor speciilor de plante, care și asigură serviciile ecosistemice.

Un impact enorm asupra ecosistemelor a fost cauzat și de emisiile a 740,531t NO<sub>2</sub>, (emisiile care au avut loc în perioada 2013-2018) care produc vătămarea serioasă a vegetației prin albirea sau moartea țesuturilor plantelor, reducerea ritmului de creștere a acestora. Oxizii de azot și sulf contribuie la formarea ploilor acide și favorizează acumularea nitratilor și sulfatilor la nivelul solului care pot provoca alterarea echilibrului ecologic ambiental.

Oxidul de azot(NO<sub>2</sub>) nimerind în aerul atmosferic în rezultatul oxidării cu oxigenul atmosferic în NO<sub>3</sub> și reacției cu vaporii de apă din atmosferă, vor fi generate 1014,2 tone de acid azotic care va cauza un impact imens în primul rând asupra biodiversității care asigură serviciile ecosistemice. Așadar, pentru evaluarea corectă a serviciilor ecosistemice este necesară cunoașterea poluanților emiși în atmosferă și capacitatea acestora de-a diminua serviciile ecosistemice

Pentru diminuarea impactului emisiilor asupra mediului, inclusiv asupra biodiversității este necesară identificarea întreprinderilor poluatoare și natura poluanților specifici și dotarea acestora cu sisteme de purificare corespunzătoare. De exemplu, înlăturarea oxizilor de sulf de realizat prin metoda uscată, umedă sau semiumedă, iar a oxizilor de NO<sub>2</sub> prin implementarea metodei catalitice cu amoniac. Diminuarea emisiilor de substanțe solide, praf și alte particule solide de realizat prin dotarea întreprinderilor cu saci filtre cu randamentul de 96-98%.

Cercetările au fost efectuate în cadrul subprogramului de cercetare instituțional cifrul 010801 „Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu”.

## CONCLUZII

1. Sunt prezentate emisiile anuale a poluanților din Regiunea de dezvoltare Sud (RDS) și Unitatea Teritorială Autonomă Găgăuzia (UTG). Este stabilit, că pentru fiecare raion în parte și emisiile totale în RDS și UTA Găgăuzia, în perioada 2013-2020 emisiile cu unele variații sunt constante, însă începând cu a. 2020 are loc o diminuare bruscă a tuturor emisiilor ceea ce indică la micșorarea activităților economice din regiunea dată. Diminuarea emisiilor, posibil se explică prin criza economică cauzată de pandemia Covid 19, care a afectat practic toate raioanele din RD Sud și UTA Găgăuzia.
2. Sunt prezentate emisiile totale a poluanților specifici în perioada 2013-2018. Este demonstrat, că emisiile de SO<sub>2</sub> și NO<sub>2</sub> în rezultatul transformării acestora în atmosferă în acizii corespunzători

(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> și HNO<sub>3</sub>) cauzează un impact esențial asupra componentelor de mediu, și îndeosebi, asupra biodiversității ceea ce cauzează diminuarea esențială a serviciilor ecosistemice.

3. Au fost propuse metodele necesare de purificare la întreprinderile industriale pentru diminuarea emisiilor și corespunzător, a impactului acestora asupra serviciilor ecosistemice

#### **BIBLIOGRAFIE**

1. Adamescu M., Bucur M., Giuca R., Cazacu R., Cazacu C., Arhire G., Negrei C., Nitu F.. Ghid pentru evaluare rapidă a serviciilor ecosistemice. Bucuresti 2016. 50 p..
2. Anuarul IES-2013“Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul Ecologic de Stat Chișinău, 2014, ISBN 978-9975-51-681-5
3. Anuarul IES-2014“Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul Ecologic de Stat, Chișinău, 2015, ISBN 978-9975-51-681-5
4. Anuarul IES-2015“Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul Ecologic de Stat, Chișinău, 2016, ISBN 978-9975-51-681-5
5. Anuarul IES-2016“Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul pentru protecția mediului, Chișinău, 2017, ISBN 978-9975-51-681-5
6. Anuarul IES-2017“Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul Ecologic de Stat, Chișinău, 2018, ISBN 978-9975-51-681-5
7. Anuarul IPM-2018“Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul pentru protecția mediului, Chișinău, 2019, ISBN 978-9975-51-681-5
8. Anuarul IPM-2019“Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul pentru protecția mediului, Chișinău, 2020, ISBN 978-9975-51-681-5
9. Anuarul IPM-2020 “Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul pentru protecția mediului, Chișinău, 2021, ISBN 978-9975-51-681-5
10. Anuarul IPM-2021“Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul pentru protecția mediului, Chișinău, 2022, ISBN 978-9975-51-681-5
11. Anuarul IPM-2022“Protecția mediului în Republica Moldova”, Ministerul Mediului, Inspectoratul pentru protecția mediului, Chișinău, 2023, ISBN 978-9975-51-681-5
12. Ghid cu privire la evaluarea prejudiciului cauzat mediului de activitățile antropice și mecanismele de compensare a lui. Ministerul Ecologiei și resurselor naturale, Chișinău, 2006, 216 p.
13. Evaluarea Milenară a Ecosistemelor din 2005, TEEB - Economia Ecosistemelor și Biodiversității din 2010, Clasificarea Comună Internațională a Serviciilor Ecosistemice (CICES) din 2013.
14. 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, 60 p. ISBN 978-92-79-29369-6 doi: 10.2779/12398

# ASPECTE PRIVIND ROLUL ATMOSFEREI ÎN FURNIZAREA DE SERVICII ECOSISTEMICE

CZU: 551.51:574.4/.5

<https://doi.org/10.53380/eco25.18>

ȚUGULEA Andrian, ORCID: 0000-0002-7106-8921  
MOGÎLDEA Vladimir, ORCID: 0000-0001-8544-1742

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract:** One of the consequences of the constant urban development in numerous countries is a growing concentration of air pollution, which adversely affects both the environment and people's health. One of the ways of changing this negative trend is to maintain green areas and trees within cities, as they serve many ecosystem functions, including biological absorption of particles and other types of air pollution. In this paper, a synthesis of the specialized literature on the influence of polluted air is carried out. The evaluation of ecosystem services can provide essential help in incorporating the multifunctionality of urban ecosystems in planning and management processes.

**Cuvinte cheie:** servicii ecosistemice, atmosferă, impact, reglare.

## INTRODUCERE

De la aer curat la apă până la furnizarea de alimente, omenirea se bazează pe o multitudine de servicii ecosistemice pentru bunăstarea sa. Printre acestea se numără *serviciile de aprovizionare*, cum ar fi hrana, apa, lemnul, fibrele ș.a; *serviciile de reglementare* care afectează clima, inundațiile, bolile, deșeurile, calitatea apei; *serviciile culturale* care oferă beneficii recreative, estetice și spirituale; și *serviciile de suport*, cum ar fi formarea solului, fotosinteza și ciclul nutrienților (Fig. 1) [17]. Abordarea durabilității dintr-o gamă largă de servicii ecosistemice permite o înțelegere a compromisurilor dintre servicii pe măsură ce acționăm pentru a crește capacitatea sau furnizarea acestora.



Figura 1. Clasificarea serviciilor ecosistemice

Identificarea beneficiilor pe care le primim de la natură permite o evaluare mai completă a aspectelor sociale, de mediu, și impactul economic al unei anumite acțiuni de management sau decizie politică, astfel conducând la beneficii maxime (inclusiv beneficii pentru sănătatea umană) și mai puține

consecințe nedorite. De exemplu, cuantificarea serviciilor ecosistemice oferite de către zonele pe care le oferă comunității locale poate informa factorii de decizie atunci când evaluează utilitatea acelei zone în raport cu beneficiile dezvoltării urbane.

Conform unor cercetări [29], valoarea serviciilor oferit de atmosferă rareori sunt luate în considerare. Autorii menționează că este nevoie de cercetări suplimentare pentru a dezvolta o mai mare abordare sistematică a evaluării serviciilor atmosferice specifice.

Analiza relațiilor dintre diverse servicii ecosistemice este destul de anevoioasă, deoarece acestea pot fi compuse din multe componente fizice și chimice diferite, care sunt supuse unor factori de mediu diferiți. De exemplu, în timp ce unii poluanți ai aerului, cum ar fi ozonul, reduc constant producția primară, altele, precum sulful și azotul, pot crește producția primară în unele ecosisteme terestre la depunerea moderată, dar o pot reduce în alte ecosisteme la rate mai mari. Deci, ecosistemele sunt uneori afectate de aceiași factori în moduri diferite.

Poluarea aerului afectează ecosistemele în mai multe moduri, modificându-i funcțiile de bază, cum ar fi producția primară (creșterea plantelor) și ciclul biogeochimic, care la rândul lor afectează serviciile ecosistemice și, prin urmare, beneficiile pe care oamenii le obțin de la mediu, cum ar fi lemnul, apa potabilă curată etc. Lanțurile cauzale complexe prin care poluarea aerului afectează o serie de servicii ecosistemice au fost analizate pe larg în lucrările [9, 10, 11, 18, 19].

Principalele mecanisme de impact ale nivelurilor actuale de poluanți sunt eutrofizarea (azot), acidificarea (azot și sulf) și toxicitatea directă (ozon, amoniac și oxizi de azot), toate acestea afectând o gamă largă de servicii datorată impactului lor asupra funcțiilor ecosistemice subiacente.

În ultimele decenii, calitatea aerului în orașe este o preocupare majoră a Uniunii Europene. Astfel au fost implementate diverse politici și instrumente la nivel European pentru a îmbunătăți calitatea aerului în zonele urbane, mai ales prin reglementarea emisiilor antropice de poluanți atmosferici de la surse și sectoare specifice. Acestea includ Directiva 2010/75/ UE privind emisiile industriale, „standardele euro” pentru emisiile auto, Directiva 94/63/CE privind substanțele volatile, emisii de compuși organici din depozitarea și distribuția benzinei. Cu toate acestea, în ultimul raport anual privind calitatea aerului în Europa [4] este menționat că mulți locuitorii din orașele UE sunt încă expuși la poluanții atmosferici (depășind concentrațiile stabilite în Directiva 2008/50/CE privind aerul înconjurător). De exemplu, raportul a remarcat că 22–33 % din populația urbană din UE a fost expus la concentrații de PM<sub>10</sub> peste valoarea limită medie pe 24 de ore (50  $\mu\text{g m}^{-3}$ ) în perioada 2009–2011. Această estimare a expunerii crește dramatic (85–88 %) dacă se ia ca referință nivelurile maxime recomandate de Organizația Mondială a Sănătății (OMS), stabilite în prezent la 20  $\mu\text{g m}^{-3}$  (medie anuală).

Accentul elaborării politicilor urbane pentru a îndeplini obiectivele UE atât pentru calitatea aerului, cât și pentru atenuarea schimbărilor climatice rămâne în mare măsură axată pe măsuri tehnice precum utilizarea celei mai bune tehnologie disponibile, cerințele privind compoziția combustibilului, eficiența energetică sau acțiunile de energie regenerabilă. Potențialul spațiului verde urban de a contribui la respectarea acestor obiective de mediu este în mare măsură neglijat de factorii de decizie urbană [6, 20]. Cu toate acestea, un număr tot mai mare de studii concluzionează că gestionarea pădurilor urbane pentru a spori furnizarea de servicii ecosistemice poate fi o strategie eficientă din punct de vedere al costurilor pentru a îndeplini standarde sau obiective specifice de mediu [5, 6].

## MATERIALE ȘI METODE

Ecosistemele sunt reglatori ai climei globale cât și regionale sau locale: furnizând surse de gaze cu efect de seră și aerosoli; prin îmbunătățirea evapotranspirației și, prin urmare, a formării norilor și a precipitațiilor [13] și prin afectarea albedo-ului de suprafață și, prin urmare, forțarea radiativă și

temperaturii [1]. De asemenea, ecosistemele pot influența microclimatul la nivel local, prin asigurarea de umbră și adăpost și prin reglarea umidității și temperaturii. Această reglare a microclimatului poate avea un impact vizibil asupra bunăstării umane, în special în mediul urban. În tabelul 1 sunt rezumate serviciile ecosistemice și modul acestora de reglementare.

**Tabelul 1. Componentele serviciului ecosistemic (reglarea clima și a calității aerului) – și modul în care acestea sunt reglementate.**

| Serviciul ecosistemic      | Procesul ecosistemic                                                       | Cum acest proces este reglementat de către ecosisteme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reglarea climei            | Sechestrarea carbonului (C)                                                | C este depozitat în vegetație și soluri, inclusiv în turbării. Creșterea vegetației și gestionarea bună solurilor pot elimina C din atmosferă [14, 26] iar managementul ecosistemului poate regla emisiile de CO <sub>2</sub> în atmosferă.                                                                                                                                                                                              |
|                            | Transfer de căldură și umiditate                                           | Evapotranspirația vegetației și din sol asigură cantitatea vaporilor de apă ce intră în atmosferă, reglând formarea norilor și transferul de radiații în atmosferă [13].                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                            | Emisii de protoxid de azot (N <sub>2</sub> O) și metan (CH <sub>4</sub> ). | Managementul ecosistemelor (drenarea/reumidificarea zonelor umede, gestionarea îngrășămintelor animaliere ș.a.) poate influența emisiile de N <sub>2</sub> O și CH <sub>4</sub> [3, 16] de ex. emisiile de amoniac (NH <sub>3</sub> ) provenite de la animale și de la utilizarea îngrășămintelor pot duce la creșterea fluxurilor de gaze din seră (N <sub>2</sub> O și CH <sub>4</sub> ) după depunerea în ecosistemele terestre [28]. |
|                            | Formarea aerosolilor                                                       | Vegetația și eroziunea solului produc aerosoli care pot reflecta sau capta radiațiile solare (răcire sau încălzire) și pot afecta formarea norilor [12].                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                            | Schimbarea albedo-ului                                                     | Suprafețele întunecate reflectă mai puțin energia solară și captează căldura în atmosferă. Plantarea mai multor copaci poate reduce albedo [1].                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                            | Reglarea microclimatului                                                   | Asigurarea unui adăpost de căldură, lumină ultravioletă, vânt și precipitații. Reglarea locală a temperaturii, umidității și precipitațiilor                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Reglarea calității aerului | Depunerea de poluanți atmosferici                                          | Depunerea de poluanți în vegetație și sol din atmosferă poate reduce semnificativ concentrațiile în aer [8] și, prin urmare, poate reduce efectele adverse asupra sănătății umane și asupra altor servicii ecosistemice. Cu toate acestea, poluanții depuși pot afecta negativ vegetația, calitatea solului și a apei [22].                                                                                                              |
|                            | Emisii de poluanți atmosferici                                             | Ecosistemele eliberează poluanți în atmosferă care ulterior pot fi depozitați în altă parte, cu efecte poluante asupra ecosistemelor sensibile [28].                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                            | Emisii de precursori de poluanți                                           | Solul și vegetația emit compuși care contribuie la formarea de poluanți secundari în atmosferă. De exemplu, emisiile de compuși organici volatili din vegetație contribuie la formarea ozonului și a aerosolului [24].                                                                                                                                                                                                                   |

Ecosistemele pot fi o sursă de poluanți atmosferici sau precursorii acestora, prin schimbul de gaze și particule între ecosisteme și atmosferă, dar pot avea și efecte pozitive asupra calității aerului, în primul rând prin interceptarea, depunerea și eliminarea poluanților [8]. Cu toate acestea, dacă rata acestei depuneri depășește pragurile critice, pot exista efecte adverse asupra unei game de alte servicii ecosistemice. Emisiile în atmosferă de la ecosisteme pot, de asemenea, degrada direct și indirect calitatea aerului.

În ceea ce privește calitatea aerului, au existat îmbunătățiri în ultimele decenii, în primul rând datorită reducerii emisiilor antropice din sectoarele transporturilor, energiei și industriei. Spre deosebire de aceasta, este posibil ca principalii factori ai schimbărilor în serviciul ecosistemic de reglementare a calității aerului în ultimele decenii să fi fost acele schimbări în utilizarea și gestionarea terenurilor, care influențează depunerea și emisia de poluanți. În ciuda îmbunătățirilor semnificative ale calității aerului,

concentrațiile actuale și ratele de depunere încă depășesc pragurile pentru efectele asupra sănătății umane, producției de culturi și păduri și biodiversitate pe suprafețe mari ale țării [2].

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Valoarea serviciilor oferite de atmosferă a fost rareori luată în considerare în detaliu. Autorii [21] notează că este nevoie de cercetări suplimentare pentru a dezvolta o abordare sistematică mai bună în evaluarea serviciilor atmosferice specifice. Provocările pentru dezvoltarea unei astfel de abordări sunt ca și cele întâlnite atunci când se evaluează orice resursă naturală, dar includ și tendința de a trata atmosfera ca pe o sursă de pericol, spre deosebire de beneficiu, și o distincție artificială între serviciile atmosferice și cele ecosistemice. Urbanizarea peisajelor naturale restructurează bugetul energetic local, ducând la creșterea și modificarea temperaturilor, regimului de umiditate, etc. [15]. Acești factori influențează sănătatea umană (de exemplu, legate de căldură și calitatea aerului - morbiditate și mortalitate), economii locale (de exemplu, energie, stocare și costurile de transport) și se pot combina în continuare modificând tiparele de frecvență și intensitate a precipitațiilor urbane [25]. Studii precum acestea au condus la o înțelegere mai bună între interacțiunea dintre atmosferă, biosferă și societatea umană.

Clima și vremea sunt servicii finale aer-ecosistem și includ un mediu plăcut sau locuibil pentru oameni. Confortul de mediu plăcut, savurat direct, poate fi exprimat prin indicele de confort determinat de temperatură, umiditate, etc. Unii parametri care cuantifică beneficiile unui climat favorabil sunt măsurate în termeni de morbiditate redusă legată de temperatură, mortalitate și internări în spital.

Poluarea aerului afectează ecosistemele în mai multe moduri, modificând funcțiile de bază ale ecosistemului, cum ar fi producția primară (creșterea plantelor) și ciclul biogeochimic, care la rândul lor afectează serviciile ecosistemice și, prin urmare, beneficiile pe care oamenii le obțin din mediu, cum ar fi lemnul, apa potabilă curată și o apreciere a naturii. Lanțurile cauzale complexe prin care poluarea aerului afectează ulterior o serie de servicii ecosistemice au fost revizuite pe larg în diverse lucrări, reunind dovezile pentru aceste legături [9 - 11, 18, 19].

Principalele mecanisme de impact ale nivelurilor actuale de poluanți sunt eutrofizarea (azot), acidificarea (azot și sulf) și toxicitatea directă (ozon, amoniac și oxizi de azot), toate acestea afectând o gamă largă de servicii datorită impactului lor asupra funcțiilor ecosistemice și proceselor subiacente (Figurile 2-4).

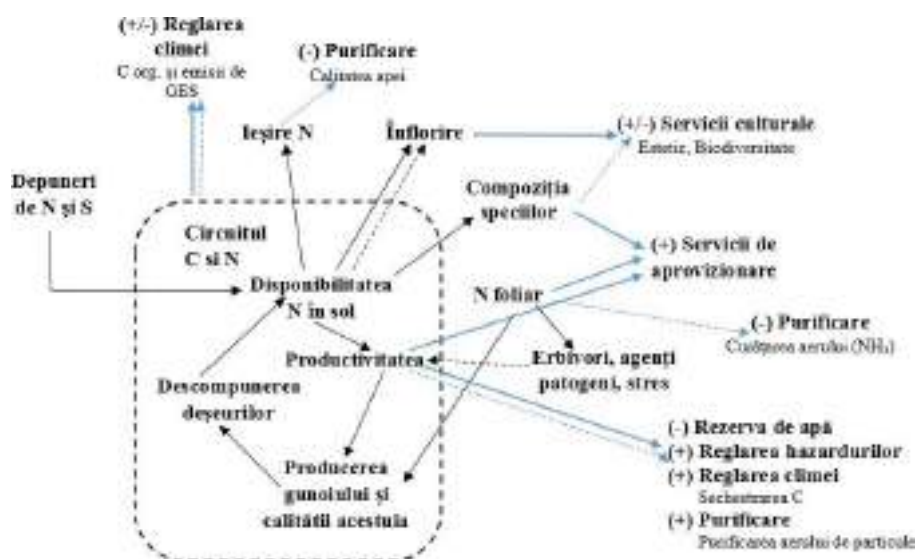
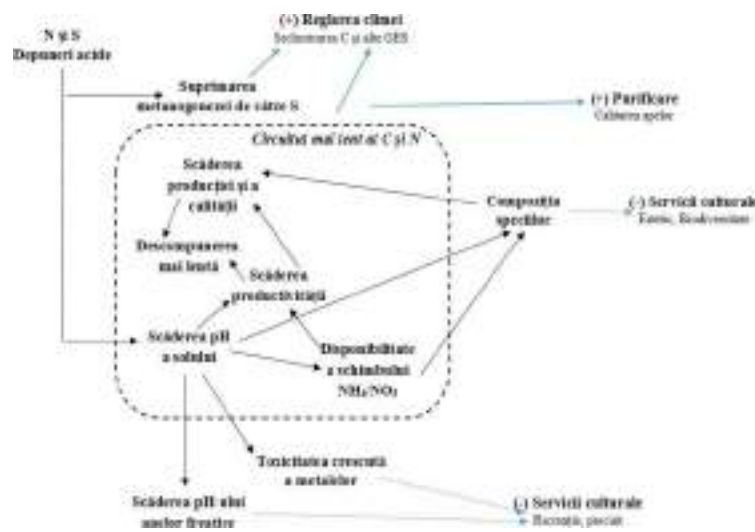


Figura 2. Schema impactului eutrofizării asupra serviciilor ecosistemice.

**Notă:** Săgețile negre indică impactul bazat pe proces, liniile continue sunt pozitive și liniile punctate sunt relații negative. Săgețile albastre arată legături către serviciile ecosistemice, unde + și – indică natura relației.

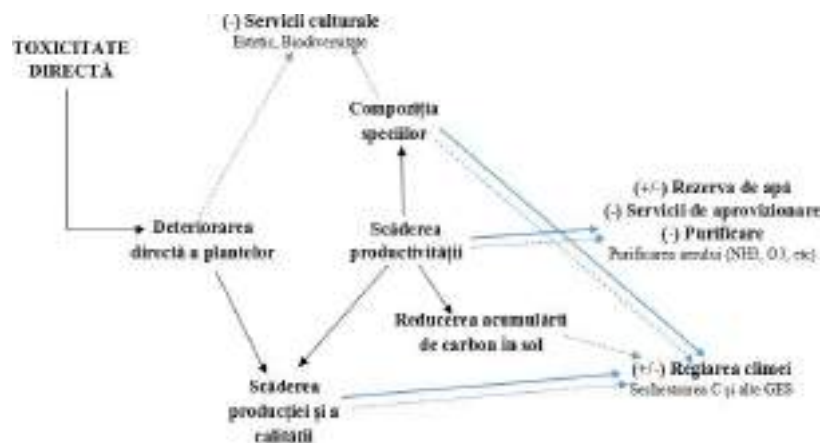
**Sursa:** Adaptat după Jones et al. (2014a, b) [10, 11].



**Figura 3. Schema impactului acidifierii asupra serviciilor ecosistemice.**

**Notă:** Săgețile negre indică impactul bazat pe proces, liniile continue sunt pozitive și liniile punctate sunt relații negative. Săgețile albastre arată legături către serviciile ecosistemice, unde + și – indică natura relației.

**Sursa:** Adaptat după Jones et al. (2014a,b) [10, 11].



**Figura 4. Schema impactului toxicității directe asupra serviciilor ecosistemice.**

**Notă:** Săgețile negre indică impactul bazat pe proces, liniile continue sunt pozitive și liniile punctate sunt relații negative. Săgețile albastre arată legături către serviciile ecosistemice, unde + și – indică natura relației.

**Sursa:** Adaptat după Jones et al. (2014a,b) [10, 11].

Efectele de eutrofizare, cum ar fi stimularea creșterii plantelor, se datorează în primul rând azotului, dar se pot datora și sulfului înainte ca efectele de toxicitate să preia control la sarcini mari de depunere. Efectele de acidificare se datorează combinării azotului și sulfului, mediate prin procese de chimie atmosferică și a solului. Efectele biologice ale sulfului, altele decât efectele nutrienților, sunt considerate sub acidificare (de exemplu, suprimarea emisiilor de metan cu sulf). Efectele directe de toxicitate la nivelurile curente de poluanți apar în principal datorită ozonului și amoniacului.

## CONCLUZII

Atmosfera joacă un rol important în furnizarea de servicii ecosistemice, de la cele de reglare cât și de suport. Astfel acestea contribuie la reglarea calității aerului atmosferic prin dispersia poluanților, reglarea climei și suport pentru procesul de fotosinteză în cazul diversității vegetale.

Odată cu dezvoltarea economiei, urbanizarea și creșterea impactului asupra componentelor de mediu, este necesar de a evalua serviciile pe care ni le poate furniza fiecare ecosistem în parte. Activitatea respectivă poate influența, într-o anumită măsură, factorii de decizie privind cum ar trebui să utilizeze terenurile.

## BIBLIOGRAFIE

1. BETTS, R.A. Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. *Nature*, 408, 2000, pp.187–190.
2. DEFRA. Air Pollution: Action in a Changing Climate. Department of Environment, Food and Rural Affairs, London. 2010.
3. DOBBIE, K.E.; MCTAGGART, I.P.; SMITH, K.A. Nitrous oxide emissions from intensive agricultural systems: variations between crops and seasons, key driving variables, and mean emission factors. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 104. 1999, pp. 26891–26899.
4. EEA. Air quality in Europe—2013 report. EEA report 9/2013, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, 107 p. ISBN 978-92-9213-406-8.
5. ESCOBEDO, F.J.; J.E. WAGNER, et al. Analyzing the cost effectiveness of Santiago, Chile's policy of using urban forests to improve air quality. *Journal of Environmental Management* 86: 2008, pp. 148–157.
6. ESCOBEDO, F.J.; KROEGER, T.; WAGNER, J.E. Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution* 159. 2011, pp. 2078–2087.
7. ESCOBEDO, F.J.; S. VARELA, et al. Analyzing the efficacy of subtropical urban forests in offsetting carbon emissions from cities. *Environmental Science & Policy* 13. 2010, pp.362–372.
8. FOWLER, D.; PILEGAARD, K.; et al. Atmospheric composition change: ecosystems-atmosphere interactions. *Atmospheric Environment*, 43. 2009, pp. 5193–5267.
9. HARMENS, H.; MILLS, G. Ozone pollution: Impacts on carbon sequestration in Europe. ICP Vegetation Programme Coordination Centre. 2012. 90 p.
10. JONES, L.; PROVINS, A.; et al. A review and application of the evidence for nitrogen impacts on ecosystem services. *Ecosystem Services* 7. 2014, pp. 76-88
11. JONES, M.L.M.; PROVINS, A.; et al. Using the Ecosystems Services Approach to value air quality. 2014.
12. KANAKIDOU, M.; SEINFELD, J.H. et al. Organic aerosol and global climate modelling: a review. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 5. 2005, pp. 1053–1123.
13. KLEIDON, A.; FRAEDRICH, K.; HEIMANN, M. A green planet versus adeseert world: estimating the maximum effect of vegetation on the landsurface climate. *Climatic Change*, 44. 2000, pp. 471–493.
14. LAL, R. Soil erosion and the global carbon budget. *Environment International*, 29. 2003, pp. 437–450.
15. LANDSBERG, H. E. The Urban Climate. New York: Academic Press: 1981. Disponibil online: [https://books.google.md/books?hl=ru&lr=&id=zKHiEXZGBIC&oi=fnd&pg=PP1&ots=mZg\\_EyxI7&sig=ZN79QU2yPp9cLbZYHNWphrOeVsw&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.md/books?hl=ru&lr=&id=zKHiEXZGBIC&oi=fnd&pg=PP1&ots=mZg_EyxI7&sig=ZN79QU2yPp9cLbZYHNWphrOeVsw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). [Accesat 15.06.2024].
16. LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. *European Journal of Soil Biology*, 37. 2001, pp. 25–50.
17. MEA. Ecosystems and human well-being: wetlands and water. Synthesis. Washington, DC: World Resources Institute; 2005.
18. MILLS, G.; HARMENS, H. Ozone pollution: a hidden threat to food security. 2011. 116 p.
19. MILLS, G.; WAGG, S.; HARMENS, H. Ozone pollution: Impacts on ecosystem services and biodiversity. ICP Vegetation Programme Coordination Centre, 2013. 106 p.
20. NOWAK, D.J. Institutionalizing urban forestry as a “biotechnology” to improve environmental quality. *Urban Forestry & Urban Greening* 5. 2006, pp. 93–100.
21. RANDALL, A. Resource Economics, 2nd edition. New York: John Wiley & Sons. 1987, pp. 37-46.
22. RoTAP. Review of Transboundary Air Pollution: Acidification, Eutrophication, Ground Level Ozone and Heavy Metals in the UK. Contract Report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs. Centre for Ecology and Hydrology, UK. 2012. 317 p.
23. RoTAP. Review of Transboundary Air Pollution: Acidification, Eutrophication, Ground Level Ozone and Heavy Metals in the UK. Contract Report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs. Centre for Ecology and Hydrology, UK. 2012. 317 p.
24. Royal Society. Ground Level Ozone in the 21st Century: Future Trends, Impacts and Policy Implications. The Royal Society, London. 2008. 132p/
25. SHEPHERD, J.M.; BURIAN, S.J.. Detection of urban-induced rainfall anomalies in a major coastal city. *Earth Interact*, 7. 2003, pp.1–14.
26. SMITH, P. Agricultural greenhouse gas mitigation potential globally, in Europe and in the UK: what have we learned in the last 20 years? *Global Change Biology*, 18. 2012a, pp. 35–43.
27. SMITH, P. Soils and climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4. 2012b, pp. 539–544
28. SUTTON, M.A.; HOWARD, C.M., et al. The European Nitrogen Assessment. Cambridge University Press, Cambridge. 2011. Disponibil online <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/met.1290> [Accesat 15.06.2024].
29. THORNES, J.; BLOSS, W.; et al. Communicating the value of atmospheric services. *Meteorol Appl*; 17. 2010, pp. 243–50.

# ASPECTE CALITATIVE PRIVIND APELE DIN PRECIPITAȚII CĂZUTE PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

CZU: 551.577/.578:551.594.12(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.19>

LOZAN Raisa, ORCID 0000-0001-5305-1934

MOȘANU Elena, ORCID 0000-0003-0215-951X

TĂRÎȚĂ Anatolie, ORCID 0000-0002-7152-3023

COMARNIȚCHI Anna, ORCID 0000-0002-6759-4339

SANDU Maria, ORCID 0000-0001-6617-7747

VERETENO Anastasia, ORCID 0009-0000-8798-4003

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract.** *The Industrial Revolution is responsible for aggressive air pollution, which is one of the greatest dangers facing humanity. And among the biggest disasters caused by man's increasingly extensive industrial activities are acid rain (precipitation), a phenomenon whose intensity is directly proportional to the quantities of chemical pollutants released into the atmosphere. Therefore, the quantitative and qualitative monitoring of atmospheric precipitation falling on a territory is a pressing necessity. Of particular interest, which serves as the main purpose of this paper, is the decrease in the total content of mineral ions in precipitating waters in January-June, 2023, then a sharp increase in September-November, reaching monthly average values between 21 and 42 mg/dm<sup>3</sup> in the first period and between 132-157 mg/dm<sup>3</sup> in the second period. The active rainwater reaction (pH) reaches values between 4.3-7.8. The classes „weakly acidic” – pH 5.8 and „neutral” – pH 6.8 predominate.*

**Cuvinte cheie:** calitatea apei din precipitații; fluxul de ioni minerali; frecvența și direcția dominantă a vântului.

## INTRODUCERE

Echilibrul natural al gazelor atmosferice, care s-a menținut timp de milioane de ani, este amenințat acum de activitatea omului, prin intermediul efectului de sera, încălzirii globale, poluării aerului, subțierii stratului de ozon și ploilor acide.

Orice tip de precipitații lichide, chiar și cele aflate la mare depărtare de zonele industriale sau orașe, prezintă o ușoară aciditate a apei rezultate. Dar când aciditatea depășește limita obișnuită, cu precădere din cauza poluării atmosferice produse de om, atunci avem cu adevărat de-a face cu ploile (precipitațiile) acide responsabile de agresiune asupra mediului ambiant. Aciditatea crescută a ploilor este cauzată în principal de emisiile de dioxid de carbon, oxizi de sulf și oxizi de azot; moleculele cărora reacționează cu moleculele de apă, producând acizi periculoși [7, 9].

Cu toate că, Republica Moldova are un nivel redus de industrializare și la moment nivelul emisiilor de poluanți nu depășește pragul de alertă, poluarea aerului rămâne o problemă accentuată, iar tendința de creștere a numărului mijloacelor de transport și a întreprinderilor generatoare de poluanți influențează calitatea aerului în Republica Moldova, astfel nefiind asigurat dreptul generațiilor viitoare de a respira un aer curat.

Deși cantitatea emisiilor totale a poluanților se menține sub nivelul de poluare critic stabilit în anul 1990, care potrivit Protocolului de la Kyoto este anul cu cel mai mare nivel de industrializare, în ultimii 10 ani se înregistrează o diminuare nesemnificativă a emisiilor de noxe de la toate sursele de poluare.

## METODE DE EVALUARE, METODOLOGIA DE LUCRU

Metodica de cercetare și de calcul, precum și metodele de analiză sunt conform prevederilor legislației europene, utilizând metodologiile recomandate de Agenția Europeană de Mediu (EAA) și de Convenția asupra poluării atmosferice transfrontaliere pe distanțe lungi (EMEP).

Pentru realizarea studiului au fost colectate probe de depuneri solide (zăpadă proaspătă, chiciură), conform cerințelor normative [8, 10], respectând tipul de veselă și condițiile de conservare. Analiza componentelor chimici s-a realizat conform standardelor în vigoare [1-3] prin utilizarea metodelor chimice și fizice clasice [6].

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Obiectul de studiu – „*Pădurea Hâncești*” reprezintă o arie protejată (rezervație peisajistică), situată între satele Lăpușna și Mereșeni, ocolul silvic Logănești, Vila Logănești, parcelele 35-37, 42-44; ocolul silvic Mereșeni, Vila Hâncești, parcelele 1-5, 8-13, 16-23, 26-31, 33-39, 41-45. Aici este amplasat și Staționarul Ecologic al IEG al USM, unde se realizează studii permanente privind calitatea aerului și a apelor din precipitații.

Regimul termic al zonei [3 – 5] se caracterizează prin temperatura medie anuală + 9,2°C și precipitații medii anuale 525 mm. Caracteristicile generale ale climei:

- temperatura maximă anuală a aerului este de +38°C;
- temperatura minimă 30 – 32°C;
- adâncimea de îngheț a solului: maximă este de 54- 84 cm, medie 38-41 cm;
- înghețurile târzii de primăvară – sfârșitul lunii aprilie;
- înghețurile timpurii de toamna – în octombrie;
- stratul de zăpadă nu depășește 12 cm și numai în unii ani atinge grosimea de 20 cm și mai mult;
- vânturile predominante au direcția vestică;
- perioada de vegetație durează 225 zile;

Criteriile referitoare la: (a) calitatea aerului, (b) parametrii măsurați pentru aprecierea calității aerului și (c) interpretarea parametrilor considerați definitorii pentru calitatea aerului, variază de la o țară la alta. Faptul, că poluarea atmosferică este o poluare globală impune, armonizarea standardelor de calitate a atmosferei (parametrii măsurați și metode de lucru).

După cum reiese din cele expuse, pentru monitorizarea ploilor acide este necesară determinarea obligatorie a următorilor indicatori:

pH; conductivitate; cationi ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Mg}^{2+}$ ); anioni ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ); reziduiul fix (balanța ionică). Prezența ionilor fosfat în proba de precipitații indică contaminarea cu excremente sau cu pene de păsări, fapt care face ca proba să fie compromisă [11].

Cunoașterea cantitativă a fluxului de ioni minerali din atmosferă și modificările acestuia la interacțiunea cu diferite componente ale ecosistemului va permite o mai bună interpretare a relațiilor cauzale dintre poluare și starea de sănătate a arborilor, pe de o parte și estimarea rolului de filtru și tampon a arboretului și solului forestier la agresiunea fizico-chimică a poluanților, pe de altă parte. În vederea aprecierii calității vom realiza evidențierea variabilității spațio – temporale a fluxului de ioni minerali din ecosistemele forestiere studiate pe baza măsurărilor efectuate. Concentrațiile de sulf și azot din ionii analizați în precipitațiile atmosferice s-au calculat în baza raportului masei atomice a elementului la masa atomică a ionului, pentru ionii de  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  și  $\text{NH}_4^+$ . Pentru calculul concentrațiilor medii ponderate a ionilor cu precipitațiile s-a folosit relația:

$$X = \sum P_i * C_i / \sum P_i,$$

în care:

$P_i$  = precipitațiile în mm, corespunzătoare perioadei  $i$ ;

$C_i$  = concentrația unui element sau compus, exprimată în mg/l, corespunzătoare perioadei  $i$ .

Pentru a calcula fluxul de ioni pentru o anumită perioadă, s-a folosit formula:

$$F = \sum P_i * C_i / 100,$$

în care:

F = fluxul cantitativ al ionului analizat, în kg/ha/perioadă;

P<sub>i</sub> = precipitațiile în mm, corespunzătoare perioadei i;

C<sub>i</sub> = concentrația unui element sau compus, exprimată în mg/l, corespunzătoare perioadei i.

Probele colectate au fost transportate în laborator pentru realizarea determinărilor necesare în scopul stabilirii acidității și componenței chimice a precipitațiilor.

În scopul evaluării impactului indus de prezența și comportarea poluanților din aer asupra apei, solului, vegetației s-au realizat studii experimentale în vederea stabilirii corelației dintre intrările de ioni minerali, intrările de poluanți cu precipitațiile și cele ajunse pe sol într-un ecosistem forestier, organizându-se captarea precipitațiilor.

Rezultatele obținute demonstrează, că cantitatea lunară de precipitații căzute a variat de la 30 mm până la 157 mm în ecosistemul “Pădurea Hâncești”. Variația mineralizării apelor din precipitații demonstrează o diminuare a conținutului total de ioni minerali în perioada ianuarie-iunie, apoi o creștere bruscă în lunile septembrie – noiembrie, atingând valori medii lunare cuprinse între 21 și 42 mg/dm<sup>3</sup> în prima perioada și între 132-157 mg/dm<sup>3</sup> în cea de-a doua perioadă (tab.1, fig.1).

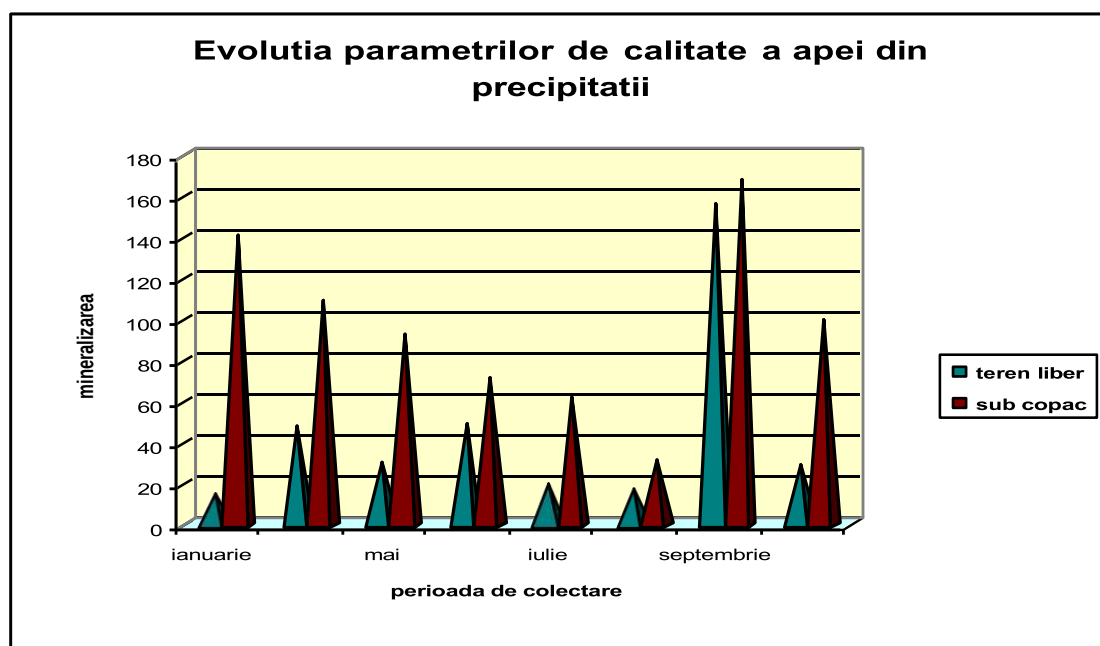


Figura 1. Variația mineralizării apei din precipitații, valori medii, a. 2023.

Tabelul 1 Caracteristica calitativă a apelor din precipitații, valori medii, a. 2023.

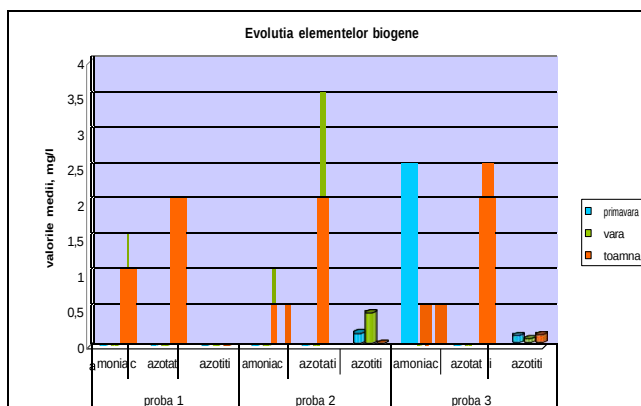
| Stația meteo | Valorile concentrațiilor medii lunare (mg/dm <sup>3</sup> ) și ale pH |                 |                              |                              |                  |                  |                 |                |      |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|------|
|              | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                                         | Cl <sup>-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | pH   |
| Hâncești     | 0,95                                                                  | 1,65            | 0,55                         | 1,38                         | 1,41             | 0,20             | 0,33            | 0,22           | 5,81 |

În baza cercetărilor s-a constatat, că 96% din totalitatea probelor de apă din precipitațiile atmosferice au avut pH≤7,50, Republica Moldova fiind, situată în zona de influență a ploilor acide (tab. 2).

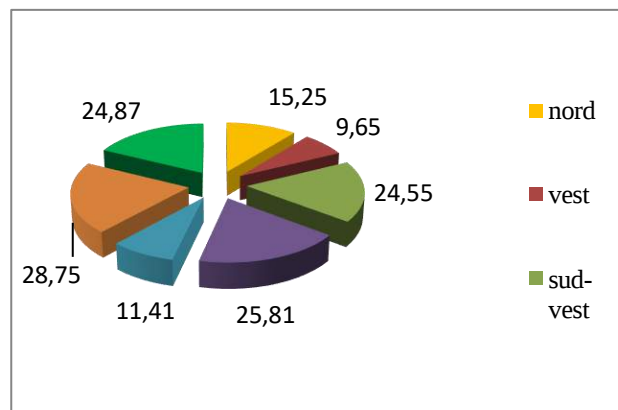
**Tabelul 2 Repartizarea probelor de ape din precipitații după valoarea pH-lui**

| pH       | Rata, % | Numărul de cazuri |
|----------|---------|-------------------|
| <5,6     | 27,1    | 30                |
| 5,61-6,5 | 39,4    | 37                |
| 6,51-7,5 | 24,5    | 28                |
| >7,5     | 9,0     | 8                 |

Variația concentrației ionilor azotiți (fig. 2) reprezintă o variabilă sezonieră, dependentă de direcția maselor de aer frontale (fig.3).

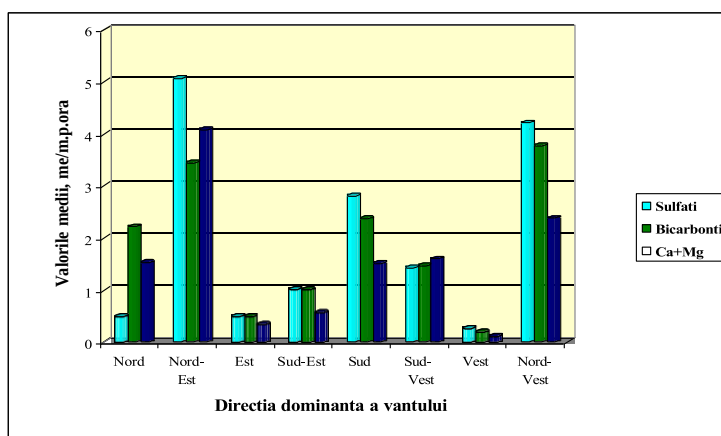


**Figura 2. Evoluția conținutului în elemente biogene.**



**Figura 3. Frecvența (%) direcției dominante a vântului.**

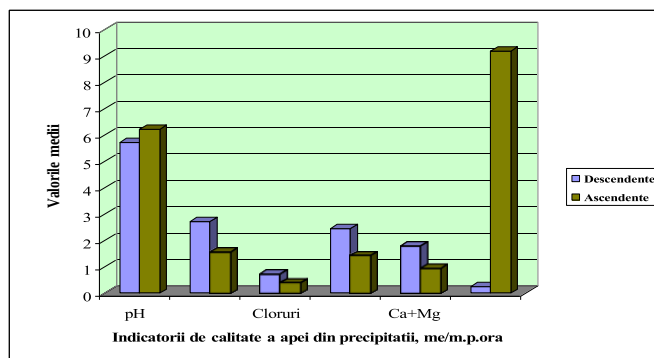
În cazul predominării componente vestice a maselor de aer, pH-ul apelor din precipitații este cuprins între 5,6-6,7, a celei de sud și de nord-est, nord vest – 5,8-5,9. Conținutul în ioni minerali fiind mai mare de asemenea în cazul deplasării maselor de aer din direcția vestică și estică (fig. 4).



**Figura 4. Variația conținutului de ioni minerali și a durtății în apa din precipitații în funcție de direcția dominantă a vânturilor.**

Aceste rezultate indică asupra poluării transfrontaliere, care are impact hotărâtor în poluarea atmosferei pe teritoriul republicii.

Poluarea atmosferei în teritoriul Republicii Moldova se efectuează din straturile de sus ale atmosferei cu masele de aer descendente (fig.5).



**Figura 5. Evoluția pH-lui apei și a conținutului în ioni minerali în funcție de structura vânturilor.**

Fluxul total anual de ioni minerali cu apele din precipitații în teren liber a constituit 143 kg/ha/an, fiind funcție de cantitatea de precipitații căzute și încărcarea acestora, care la rândul ei depinde de gradul de acumulare al depunerilor solide, precum și originea și parametrii chimici ai depunerilor.

## CONCLUZII

Rezultatele obținute evidențiază următoarele:

- încărcătura în ioni minerali în apele din precipitații colectate sub coronament este mult mai mare comparativ cu cea a apelor în teren liber, ceea ce indică asupra gradului înalt de acumulare al depunerilor uscate în coronamentul arborilor;
- gradul de retenție a precipitațiilor în coronament are valori ce depășesc 30%, fiind funcție de caracterul precipitațiilor, în special în perioadele cu precipitații reduse;
- duritatea apei a variat între 0,12 (min) – 0,63 me/dm<sup>3</sup> (max);
- compușii azotului (ionul de amoniu, azotatul, azotitul) s-au depistați în cantități variabile; pentru ionii de amoniu înregistrându-se variații între 0,58-2,2 mg/dm<sup>3</sup> în teren liber și 0,9 -3,9 mg/dm<sup>3</sup> sub coronamentul arborilor; pentru azotați – între 1,2-5,7 mg/dm<sup>3</sup> în teren liber și 2,1-9,6 mg/dm<sup>3</sup> sub coronament; pentru azotiți – 0,03-0,2 mg/dm<sup>3</sup> în teren liber și 0,1-0,38 mg/dm<sup>3</sup> sub coronament;
- reacția activă a apelor din precipitații pH atinge valori cuprinse între 4,3-7,8. Predomină clasele “slab acidă” – pH 5,8 și “neutră” – pH 6,8;
- analiza comparativă a direcției vântului în zona ecosistemului „Pădurea Hâncești”, care este influențată de aspectul general al reliefului demonstrează predominanța permanentă a componenteii vestice, care sumar atinge 59-62%. Rezultatele obținute indică asupra poluării transfrontaliere, care determină starea de calitate a aerului atmosferic în această zonă, de fapt și a teritoriului republicii în întregime.

## BIBLIOGRAFIE

1. ATKINSON B. Mesoscale atmospheric circulations. In *Journal of Climatology*. N-J, 1981, pp. 496 <https://doi.org/10.1002/joc.3370020313>.
2. COJOCARU I. *Surse, procese și produse de poluare*. Iași, Junimea, 1995, 190 p.
3. LOGAN B.E. *Environmental Transport Processes*. New York, 1999, 240 pag. ISBN 0471188719, 9780471188711.
4. MIHĂILESCU C., LATIF M.A., OVERCENCO A. *Moldova Water Quality Monitoring Program*. Chișinău, 2006, 40 p., ISBN 9789975982528.
5. ЛАСЦЕ Г.Ф. *Климат Молдовы*. Л., Гидрометеиздат, 1989, 372 с.
6. *Методы и технические средства оперативного мониторинга качества поверхностных вод*. Гидрохимические материалы. 1991, т.100, с.311.
7. *Наставление гидрометеорологическим станциям и постам*. Л., Гидрометеиздат, 1984, 303 с.
8. *Руководство по контролю загрязнения атмосферы*. РД 52.04.182-896 М., 1991, 683 с.
9. *Справочник по климату рм – Атмосферные осадки*. Л., 1979, 24 с.
10. *Унифицированные методы исследования качества вод*. М., Наука, 1983.
11. ХРОМОВ С.П. *Метеорологический словарь*. Л., 1985, 456 с.

# SITUAȚIA AVIFAUNEI DIN ARIILE DE IMPORTANȚĂ AVIFAUNISTICĂ, BAZĂ A REȚELEI EMERALD

CZU: 502.74:502

<https://doi.org/10.53380/eco25.20>

AJDER Vitalie<sup>1,2,3</sup>, ORCID: 0009-0009-4676-689X

URSUL Silvia<sup>2</sup>

BALTAG Emanuel- Ștefan<sup>2,3</sup>, ORCID: 0000-0002-3107-0349

<sup>1</sup> Institutul de Ecologie și Geografie al USM,

<sup>2</sup> Society for Bird and Nature Protection, Chișinău, Republic of Moldova,

<sup>3</sup> Marine Biological Research Station „Prof. Dr. Ioan Borcea” Agigea, Alexandru Ioan Cuza University of Iași, Agigea, Romania,

*Abstract: This paper examines the status of avifauna in areas of ornithological importance forming the Emerald Network. It focuses on identifying, evaluating, and managing important bird areas (IBAs) within Moldova. These areas are crucial for bird conservation and habitat protection, contributing to the global network aimed at preserving avian biodiversity. The paper also discusses the criteria and methods used for site designation and the specific challenges faced in maintaining these habitats in Moldova.*

**Cuvinte cheie:** Avifauna, Rețea Emerald, Conservare

## INTRODUCERE

Republica Moldova este o țară mică la granița de est a Uniunii Europene, unde problemele de mediu nu sunt în prim-planul dezvoltării guvernamentale. Biodiversitatea noastră se află încă într-o stare bună datorită practicilor agricole tradiționale răspândite, dar și pentru suprafețele însemnate a habitatelor naturale și semi-naturale. Țara acoperă o suprafață de 33.843 km<sup>2</sup> într-o regiune deluroasă din Europa de Est. Pe lângă importanța speciilor care și-au găsit aici locuri potrivite pentru reproducere, țara noastră este traversată de două rute principale de migrație: Valea Prutului și Valea Nistrului. În aceste zone putem identifica situri importante pentru migrația păsărilor (*stop over sites*). De asemenea, în timpul iernii, putem găsi lacuri sau sectoare de râuri care îngheață destul de târziu sau nu îngheață niciodată.

Ariile de Importanță Avifaunistică (AIA) reprezintă locuri esențiale pentru conservarea speciilor păsărilor sălbatice și a habitatelor lor. Conceptul de Arii de Importanță Avifaunistică sau *Important Bird Areas* (IBA) a fost dezvoltat de *BirdLife International* în 1989 ([www.birdlife.org](http://www.birdlife.org)) și este recunoscut pe plan mondial ca un instrument de bază pentru conservarea avifaunei. AIA sunt selectate pe baza unor criterii științifice clare, inclusiv populațiile de păsări care depășesc anumite praguri numerice sau care sunt specii amenințate la nivel global sau regional. Aceste arii sunt esențiale nu doar pentru conservarea speciilor de păsări, dar și pentru menținerea ecosistemelor sănătoase.

Continuitatea și integritatea ecologică a acestor situri este un punct decisiv în menținerea și conservarea zonelor și declararea acestora ca zone AIA. Protecția legală, managementul și monitorizarea acestor zone importante sunt obiective esențiale. Ca rezultat, multe păsări pot beneficia de acțiunile de conservare rezultate din monitorizarea și crearea unor planuri de management al zonelor.

În anul 2000, BirdLife International a desemnat 12 Arii de Importanță Avifaunistică în Republica Moldova, utilizând date colectate de ornitologi locali. Scopul acestor situri este de a proteja zonele cu populații mari de specii de păsări. Rețeaua de Arii de Importanță Avifaunistică nu are protecție legală conform legilor naționale și internaționale, dar aceste situri sunt utilizate pentru a fi desemnate ca Arii Special Protejate Natura 2000 sau Situri EMERALD. De asemenea, aceste situri sunt promovate de BirdLife International ca zone cu un interes mare pentru conservare. În timpul desemnării Ariilor de Importanță Avifaunistică în Republica Moldova, datele naționale privind distribuția și populațiile speciilor

de păsări erau foarte sărace. Multe dintre aceste situri au fost stabilite fără o listă completă a speciilor de păsări și a habitatelor.

Fără date complete colectate pe teren, este imposibil să elaborăm un plan eficient pentru conservarea speciilor de păsări. Acest plan ar trebui să includă toate siturile importante pentru anumite specii care trăiesc într-o zonă specifică. Dacă unele zone importante pentru cuibăritul, iernarea și migrarea păsărilor rămân neprotejate, aceste zone ar putea dispărea în timp.

Scopul de reevaluare a Ariilor de Importanță Avifaunistică, dar și identificarea siturilor noi, este de a crea o rețea de situri importante care necesită protecție cu o strategie potrivită pentru conservarea speciilor de păsări. Evaluarea Ariilor de Importanță Avifaunistică se va baza pe studii, utilizând protocoale de monitorizare special desemnate pentru anumite specii de păsări.

## MATERIALE ȘI METODE

Pentru evaluarea siturilor AIA din Moldova, s-au utilizat criterii standardizate de *BirdLife International*. Acestea includ analiza populațiilor de păsări, specificitatea habitatelor și importanța lor pentru migrarea, cuibăritul, hrănirea și iernarea păsărilor. Pentru a fi declarate Arie de Importanță Avifaunistică, acestea trebuie să întrunească următoarele condiții:

- Să găzduiască efective semnificative ale uneia sau mai multor specii amenințate la nivel global.
- Să facă parte dintr-o serie de arii care conțin o gamă largă de specii cu distribuție restrânsă.
- Să găzduiască efective deosebit de mari de păsări migratoare sau gregare.

Datele au fost colectate prin implementarea mai multor metode de studiu relevante pentru speciile studiate pe o perioadă de un an calendaristic și anume 10 ianuarie 2013 – 31 decembrie 2014, dar s-au utilizat și date din surse bibliografice relevante. Astfel că, pentru a colecta date cât mai complete, am aplicat următoarele protocoale de studiu: protocol de monitorizare pentru aglomerările de iarnă ale păsărilor de apă, protocol de monitorizare pentru speciile comune, protocoale de monitorizare pentru păsări acvatice, protocol de monitorizare pentru speciile de ciocănitori, protocoale de monitorizare pentru specii de răpitoare de zi și de noapte, protocoale de monitorizare pentru migrația de primăvară și toamnă a speciilor acvatice și iernare a speciilor răpitoare. Toate datele au fost colectate cu ajutorul unor fișe și formulare standardizate, pentru ca datele să fie cât mai complete și, cel mai important, comparabile. Am efectuat studii în cele 12 Arie de Importanță Avifaunistică recunoscute de către *BirdLife International* din 2000, dar și alte 15 zone importante pentru biodiversitatea din Republica Moldova. În timpul activităților de teren, am evaluat gradul de adecvare al fiecăruia dintre cele 27 de situri pentru a deveni Arie de Importanță Avifaunistică, conform recomandărilor *BirdLife International*.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Deoarece 4 din 12 AIA recunoscute în anul 2000 nu a întrunit criteriile *BirdLife International*, drept rezultat i-a fost retrasă această calificare următoarelor situri: Bazinul Ghidighici, Golf Goieni, Lacul Sălaș, Bazinul Cuciurgan. Ca rezultat, **din cele 27 de situri studiate doar 11 dintre** situri prezentate mai jos s-au calificat îndeplinind criteriile Arii de Importanță Avifaunistică (<https://www.conservationleadershipprogramme.org/project/monitoring-ibas-moldova/>).

### **MD001: Râul Nistru între Naslavcea – Soroca**

Râul Nistru între Naslavcea – Soroca este cel mai important loc pentru iernarea păsărilor acvatice din Republica Moldova. Suprafața sitului este de 6204.6 ha, iar principalul habitatul din cadrul sitului este cel acvatic. În timpul iernii, această parte a râului Nistru nu îngheață și putem număra mai mult de 20 000 de indivizi de păsări acvatice pe întreaga zonă. Întrunește următoarele criterii, A4iii și B2.

| Nr. | Nume științific           | Nume popular           | Efective  | Statut   | IBA Criteria | SPEC |
|-----|---------------------------|------------------------|-----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Bubo bubo</i>          | Buhă                   | 2-4p      | Rezident | B2           | 3    |
| 2   | <i>Cygnus columbianus</i> | Lebădă mică            | 15-30i    | Iernare  | B2           | 3W   |
| 3   | <i>Păsări acvatice</i>    | <i>Păsări acvatice</i> | > 20 000i |          | A4iii        |      |

#### MD002: Lacul Costești – Stânca

Lacul Costești – Stânca este cel mai important loc pentru migrația păsărilor de apă din Republica Moldova. Inclusiv partea românească a Lacului Costești – Stânca este desemnată ca Arie de importanță avifaunistică (RO007), dar și arie Specială de Protecție Avifaunistică (ROSPA0058). Suprafața sitului este de 4162,4 ha, iar habitatul principal este cel acvatic. Întreține criteriul A4iii.

| Nr. | Nume științific        | Nume popular           | Efective  | Statut   | Criterii IBA | SPEC |
|-----|------------------------|------------------------|-----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Păsări acvatice</i> | <i>Păsări acvatice</i> | > 20 000i | Migrație | A4iii        |      |

#### MD003: Pădurea Domnească

Pădurea Domnească este cea mai mare pădure de luncă din Republica Moldova și totodată cea mai mare de pe râul Prut. Suprafața sitului este de 4162,4 ha, iar habitatul principal este cel forestier. Întreține criteriile A1 și B2, și se remarcă prin cele două perechi cuibăritoare de codalb (Ajder et.al. 2014)

| Nr. | Nume științific             | Nume popular    | Efective | Statut     | Criterii IBA | SPEC |
|-----|-----------------------------|-----------------|----------|------------|--------------|------|
| 1   | <i>Picus canus</i>          | Ghionoaie sură  | 100-120p | Rezident   | B2           | 3    |
| 2   | <i>Haliaeetus albicilla</i> | Codalb          | 2p       | Cuibăritor | B2           | 1    |
| 3   | <i>Milvus migras</i>        | Gaie neagră     | 4-6p     | Cuibăritor | B2           | 3    |
| 4   | <i>Crex crex</i>            | Cristel de câmp | 25-40p   | Cuibăritor | A1           | 1    |

#### MD004: Pădurea Plaiul Fagului

Pădurea de fag din Plaiul Fagului este una din cele mai estice păduri de fag din Europa și singura din Republica Moldova. Această zonă forestieră reprezintă limita estică a arealului natural al fagului european (*Fagus sylvatica*) în Europa. Suprafața sitului este de 15783,2 ha, iar habitatul principal este cel forestier. Întreține criteriile B2 și A1 pentru speciile prezentate mai jos.

| Nr. | Nume științific           | Nume popular          | Efective | Statut   | Criterii IBA | SPEC |
|-----|---------------------------|-----------------------|----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Dendrocopos medius</i> | Ciocănitore de stejar | 80-100p  | Resident | B2           | N    |
| 2   | <i>Crex crex</i>          | Cristel de câmp       | 30-45p   | Breeding | A1           | 1    |
| 3   | <i>Aquila pomarina</i>    | Acvilă tipătoare mică | 8-10p    | Breeding | B2           | 2    |

#### MD005: Codrii Centrali

Una dintre cele mai mari păduri din Republica Moldova, situată într-o zonă deluroasă, este pădurea de fag din Rezervația Științifică „Plaiul Fagului”. Această este alcătuită din stejar pedunculat (*Quercus robur*), gorun (*Quercus petraea*) și fag (*Fagus sylvatica*). Suprafața sitului este de 18313,5 ha, iar habitatul principal este cel forestier. Întreține criteriul B2.

| Nr. | Nume științific          | Nume popular       | Efective | Statut   | Criterii IBA | SPEC |
|-----|--------------------------|--------------------|----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Dryocopus martius</i> | Ciocănitore neagră | 50-60p   | Resident | B2           | N    |

#### MD006: Lunca Nistrului de Jos

Este cea mai importantă pădure de luncă de pe fluviul Nistru de pe teritoriul Republicii Moldova, fiind desemnată și sit RAMSAR din 2003 (<https://rsis.ramsar.org/ris/1316>). Este cunoscută sub denumirea de Delta Nistrului. Suprafața sitului este de 8684,7 ha, iar habitatul principal este cel forestier. Întreține criteriile B2 și A1.

| Nr. | Nume științific    | Nume popular    | Efective | Statut   | Criterii IBA | SPEC |
|-----|--------------------|-----------------|----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Crex crex</i>   | Cristel de câmp | 30-40p   | Breeding | A1           | 1    |
| 2   | <i>Picus canus</i> | Ghionoaie sură  | 40-50p   | Resident | B2           | 3    |

#### MD007: Lunca Prutului de Jos și Lacurile Manta - Belev

Cea mai importantă zonă umedă din Republica Moldova, în special în perioada de reproducere, dar și migrație. Suprafața sitului este de 8684,7 ha, iar habitatul principal este cel forestier. Întreține criteriile B2 și A1 pentru o serie de specii prezentate mai jos.

| Nr. | Nume științific          | Nume popular           | Efective | Statut   | Criterii IBA | SPEC |
|-----|--------------------------|------------------------|----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Aythya nyroca</i>     | Rață roșie             | 30-35p   | Cuibărit | A1           | 1    |
| 2   | <i>Branta ruficollis</i> | Gâscă cu gât roșu      | 60-120i  | Migrație | A1           | 1W   |
| 3   | <i>Alcedo atthis</i>     | Pescăraș albastru      | 30-40p   | Cuibărit | B2           | 3    |
| 4   | <i>Crex crex</i>         | Cristel de câmp        | 25-40p   | Cuibărit | A1           | 1    |
| 5   | <i>Păsări acvatice</i>   | <i>Păsări acvatice</i> | > 20 000 | Migrație | A4iii        |      |

#### MD008: Lacurile Congaz – Taraclia

Lacurile și habitatele stepice din zona de sud asigură un loc potrivit pentru speciile de păsări specifice zonelor stepice, atât în timpul reproducerii, cât și al migrației. Suprafața sitului este de 3804,2 ha, iar habitatele dominante sunt pajiștile și cele acvatice. Îndeplinește criteriul B2 pentru mai multe specii, după cum urmează.

| Nr. | Nume științific           | Nume popular       | Efective | Statut   | Criterii IBA | SPEC |
|-----|---------------------------|--------------------|----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Falco vespertinus</i>  | Vânturel de seară  | 10-16p   | Breeding | B2           | 3    |
| 2   | <i>Tadorna ferruginea</i> | Călfar roșu        | 1-3p     | Breeding | B2           | 3    |
| 3   | <i>Emberiza hortulana</i> | Presură de grădină | 70-90    | Breeding | B2           | 2    |

#### MD009: Purcari - Etulia

Aceasta este cea mai importantă zonă pentru șoimul dunărean (*Falco cherrug*). Zona acoperă habitate stepice cu terenuri agricole de dimensiuni medii și cu o agricultură parțial tradițională. Suprafața sitului este de 19228,1 ha, iar habitatele principale sunt pajiștile și cele agricole. Întreține criteriul B2 pentru mai multe specii după cum urmează.

| Nr. | Nume științific          | Nume popular                | Efective | Statut   | Criterii IBA | SPEC |
|-----|--------------------------|-----------------------------|----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Falco cherrug</i>     | Șoim dunărean               | 5-9p     | Cuibărit | B2           | 1    |
| 2   | <i>Falco vespertinus</i> | Vânturel de seară           | 30-40    | Cuibărit | B2           | 3    |
| 3   | <i>Coracias garrulus</i> | Dumbrăveancă                | 20-30p   | Cuibărit | B2           | 2    |
| 4   | <i>Lanius collurio</i>   | Sfrâncioc roșiatoc          | 250-300  | Cuibărit | B2           | 3    |
| 5   | <i>Lanius minor</i>      | Sfrâncioc cu fruntea neagră | 150-180p | Cuibărit | B2           | 2    |
| 6   | <i>Sylvia nisoria</i>    | Sivlie porumbacă            | 20-35p   | Cuibărit | B2           | N    |
| 7   | <i>Buteo rufinus</i>     | Șorecar mare                | 2-5p     | Rezident | B2           | 3    |

#### MD010: Pădurea Hâncești

Este inclusă în lista ariilor protejate conform legislației din Republica Moldova, constând din gorun (*Quercus petraea*) și stejar (*Quercus robur*). Suprafața sitului este de 14404,4 ha, iar habitatul dominant este cel forestier. Întreține criteriul B2.

| Nr. | Nume științific           | Nume popular          | Efective | Statut   | Criterii IBA | SPEC |
|-----|---------------------------|-----------------------|----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Dendrocopos medius</i> | Ciocănitore de stejar | 100-120p | Cuibărit | B2           | N    |

#### MD011: Codrii Tigheciului

Este inclusă în lista ariilor protejate conform legislației din Republica Moldova, constând din frasin (*Fraxinus excelsior*), tei (*Tilia sp.*), gorun (*Quercus petraea*), stejar (*Quercus robur*) și stejar pufos (*Quercus pubescens*). Suprafața sitului este de 4282,9 ha, iar habitatul dominant este cel forestier. Întreține criteriul B2.

| Nr. | Nume științific             | Nume popular           | Efective | Statut   | Criterii IBA | SPEC |
|-----|-----------------------------|------------------------|----------|----------|--------------|------|
| 1   | <i>Dendrocopos syriacus</i> | Ciocănitore de grădină | 40-50p   | Cuibărit | B2           | N    |

## CONCLUZII

Ariile de Importanță Avifaunistică din Republica Moldova joacă un rol crucial în conservarea biodiversității avifaunistice. Rețeaua Emerald, la care poate contribui și AIA, reprezintă un sistem global de arii protejate care au ca scop protejarea biodiversității, cu un accent special pe păsări. Evaluarea continuă și extinderea acestei rețele sunt vitale pentru protejarea populațiilor de păsări și a habitatelor lor critice.

Selectarea și desemnarea AIA s-a realizat pe baza unor criterii științifice riguroase, inclusiv populațiile de păsări care depășesc anumite praguri numerice și speciile amenințate la nivel global sau regional.

Din cele 27 de situri evaluate, doar 11 au îndeplinit criteriile necesare pentru a fi recunoscute ca AIA conform standardelor *BirdLife International*. Reevaluările au dus la eliminarea statutului de AIA pentru patru situri care nu mai îndeplineau criteriile necesare.

Diverse tipuri de habitate, inclusiv zone acvatice, păduri de luncă, păduri de fag și zone stepice, au fost identificate ca fiind cruciale pentru diferite specii de păsări. Specificitatea fiecărui habitat joacă un rol crucial pentru multe specii de păsări periclitare chiar la nivel mondial, în diferite etape, fie că este vorba de migrație, cuibărit, hrănire sau iernare. Protecția legală și implementarea unor strategii de management durabile sunt cruciale pentru succesul pe termen lung al acestor eforturi de conservare. Fără o protecție adecvată și planuri de management, multe dintre aceste habitate și speciile de păsări asociate ar putea fi în pericol de dispariție.

## BIBLIOGRAFIE

- 1 Ajder, V., Roșca, I., Bolboacă, L. E., Petrencu, L., Baltag, E. Ș., 2014. White-Tailed Eagle (Aves: Accipiteriformes) Status in Republic of Moldova. *European Scientific Journal*. Kocani. p. 49–54
- 2 <https://rsis.ramsar.org/ris/1316> (accesat la 26.06.2024)
- 3 Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs) | BirdLife". [www.birdlife.org](http://www.birdlife.org). (accesat la 26.06.2024)
- 4 <https://www.conservationleadershipprogramme.org/project/monitoring-ibas-moldova/> (accesat la 26.06.2024)

# INFLUENȚA COMPONENTELOR DE MEDIU ASUPRA FACTORULUI EDAFIC A STAȚIUNILOR FORESTIERE DIN REPUBLICA MOLDOVA

CZU: 502:630\*114(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.21>

GRATI Vladislav<sup>1</sup>, ORCID 0000-0001-7543-8240  
NAGACEVSCHI Tatiana<sup>1,2</sup>, ORCID: 0000-0002-2897-4785

<sup>1</sup>Institutul de Ecologie și Geografie al USM

<sup>2</sup>Departamentul Geoștiințe și Silvicultură, USM

**Abstract.** Forest soils are generally weakly acidic or acidic soils, woody species having a great intolerance to strongly alkaline reactions. The impact of climate change on the development of the forest fund is also clarified by the changes in the parameters and state of the edaphic factor (soil), which following the drought, including pedological, in the absence of rains in recent years, favored the appearance of carbonates in the upper horizons, even in gray soils. The presence of carbonates on the soil surface leads to an increase in alkalinity by 0.5-1 units, which decreases the suitability of soils for forest trees.

**Cuvinte cheie:** stațiune forestieră, sol cenușiu, profil de sol, parametri ai solului.

## INTRODUCERE

Codrii Moldovei prezintă o regiune specifică, unde se întâlnesc condițiile diferitor zone biogeografice. La distanțe relativ mici se produc treceri bruște de la unele condiții la altele. Codrii ca regiune pitorească este datorită caracterului său muntos, diferenței altitudinilor, diversității peisagistice, etc. Componenta specifică a biocenozelor este condiționată, în primul rând, de condițiile abiotice - construcția geologică, regimurile hidrologice, condițiile climaterice, particularitățile reliefului și structura genetică a învelișului de sol.

Caracterul muntos al reliefului, diferențierea altitudinală condiționează redistribuirea condițiile climaterice. Predominarea pantelor preponderent abrupte redistribuie precipitațiile, condiționează scurgerile superficiale. Diferența de altitudine și expoziția pantelor influențează regimurile termice. Construcția geologică specifică, alternarea rocilor argiloase-impermeabile cu straturi luto-nisipoase și nisipuri fine acvifere, condiționează regimurile hidrologice care deseori creează posibilitatea și favorizează alunecările de teren. Vegetația a contribuit la stoparea proceselor denudaționale. Pădurile au creat un circuit local al apei precipitațiilor, au modificat regimurile hidrologice, au stopat alunecările și eroziunea. Astfel s-a manifestat interacțiunea dintre factorii abiotici și formațiunile biogene terestre. Însă echilibrul creat de natură este foarte sensibil și poate fi afectat de diferite intervenții tehnogenetice. Tăierile rase, rețeaua haotică de drumuri, circulația în toate anotimpurile a diferitelor vehicule afectează învelișul de sol, creează posibilitatea eroziunii de suprafață și liniare, uneori și a alunecărilor de teren.

Solurile forestiere sânt în general soluri slab acide sau acide, speciile lemnoase având o mare intoleranță față de reacțiile puternic alcaline. Optimul de vegetație pentru cele mai multe specii forestiere se realizează, într-un interval de pH mai restrâns și anume: molidul - 4,5 – 6,5; pinul 4,7 – 6,0; mesteacănul – 4,7 – 6,5, stejarul – 5,0 – 7,0; ulmul – 5,0 – 6,5; plopii – 5,5 – 7,0 și acerienele – 5,5 – 7,5. Gorunetele realizează productivități pe zona forestieră de dealuri pe luvisoluri albice, la pH destul de acid.

Influențe destul de nefavorabile, mai ales pentru speciile forestiere exercită și reacția puternic alcalină. Solurile care conțin carbonați, carbonați de sodiu au în mare parte complexul adsorbtiv saturat cu ioni de sodiu, sânt inapte pentru pădure întrucât soluția solului capătă o presiune osmotică mult mai mare decât putere de absorbție a rădăcinilor, apărând fenomenul de secetă fiziologică. Reacția puternic alcalină, determină blocarea unor microelemente (Cu, Zn, Mn etc) și deci carențe în aprovizionare a plantelor.

Solurile cu o mare cantitate de Na în complexul adsorbantiv au și proprietăți fizice nefavorabile, sunt lipsite de structură, au o porozitate mică și sânt practic impermeabile (solonețurile și solonceacurile).

Impactul schimbărilor climatice asupra dezvoltării fondului forestier trebuie monitorizate pentru a găsi soluții cu privire la selectarea speciilor mai rezistente și adaptate la noile condiții. Cele mai recente studii ale solurilor forestiere din Republica Moldova au fost realizate în anul 1986 când condițiile atmosferice au fost altele. În contextul prezentărilor în cadrul conferințelor de amenajare a problemelor cu care se confruntă silvicultorii la asigurarea lucrărilor de regenerare atât în terenurile goale cât și fondul forestier este oportună realizarea unui studiu de specialitate ce va prezenta soluții și măsuri necesare a fi întreprinse de către silvicultori pentru a diminua din cheltuielile realizate la regenerarea pădurilor și omiterea trecerii la pierderi a culturilor silvice. De la ultimul studiu pedologic și până în prezent au trecut peste 35 ani. Între timp condițiile climatice au suferit schimbări și respectiv aceste influențează asupra nivelului de aprovizionare cu apă.

## **MATERIAL ȘI METODE**

Componentele naturale ale ecosistemelor creează areale specifice, cu anumite raporturi dintre factori. O componentă distinctă a ecosistemelor terestre reprezintă solurile, care, la rândul lor, sunt un rezultat al interacțiunii condițiilor naturale. Aceste condiții alcătuiesc factorii pedogenetici. Variabilitatea factorilor pedogenetici și a raporturilor dintre aceștia creează diferite condiții de formare a solurilor.

Condițiile climatice, care formează regimurile hidrice și termice sunt modificate de elementele reliefului, iar rocile parentale condiționează componența minerală a solurilor. Acest fundal abiotic, la rândul său, este supus diferitor transformări sub influența biotei plantelor, animalelor și reziduurilor organismelor, care condiționează partea organică a solului. Interacțiunea condițiilor pedogenetice creează multiple varietăți ale proceselor de formare a solului. Caracterul morfologic principal al solurilor cenușii este diferențierea profilului în orizontul A(eluvial) și B(iluvial), care se deosebesc nu numai după culoare, dar și după textură [3]. Ca rezultat al descompunerii literei sub influența microflorei se formează acizi organici agresivi. Ei, acționând cu mineralele rocilor parentale, condiționează descompunerea unora din ele și formarea produselor secundare, formând un suborizont albicios eluvial A<sub>2</sub>. Hidrații sescvioxizilor fiind solubili se deplasează în orizontul B, care devine iluvial cu conținut majorat de argilă, structură poliedrică dură.

Cercetările s-au realizat în contextul temei de cercetare „Studierea cartării tipologice staționale și actualizarea tipurilor de stațiuni reieșind din condițiile specifice Republicii Moldova (etapa zonală centru)” având drept scop geneza tipurilor de sol formate sub vegetația pădurilor de foioase, numite la moment cenușii și brune, precum și evoluția acestora în timp în rezultatul oscilațiilor climatice de durată. Amplasarea profilelor de sol s-a efectuat pe diferite adâncimi, astfel încât colectarea probelor de sol s-a efectuat pe fiecare orizont pe profil în vara lui 2022. Probele de sol recoltate au fost supuse analizelor de laborator în cadrul laboratoarelor facultății de Biologie și Geștiințe a USM. Astfel s-au determinat parametrii chimici și fizici ai solului prin următoarele metode: humusul și carbonul organic – prin metoda I.V. Tiurin, cu modificarea de V.N. Simakov; carbonații – metoda gazovolumetrică, pH apos – pH-metru; [5] componența granulometrică – metoda pipetei după N.A. Kacinskii; densitatea fazei solide – prin metoda Petinov. [1].

## **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

În vederea colectării datelor din teren s-a recurs, inițial, la identificarea geografică a sectoarelor supuse cercetărilor. Ulterior au fost stabilite subparcelele incluse în studiu de teren. Probele de sol

recoltate și analizate în laborator au demonstrat ipoteza prezentată prin descrierea morfologică a orizonturilor pe profil. Amplasarea profilelor s-a realizat în diferite tipuri de arborete în proces de degradare; UA-13H. (OS Valea Mare) sol cenușiu albic , UA-48Q (OS Pârlița) sol cenușiu tipic , UA-51K (RN Plaiul Fagului) cenușiu molic. Suptipurile de sol identificate au unele caracteristici specifice dar fac parte din același tip și fac posibilă diferențierea.

Solul cenușiu albic, lutos, altitudine 150 m, punct GPS 55, (OS Valea Mare) se caracterizează cu sistem radicular dens până la 30 cm și rarefiat până la 80 cm. Tipul de pădure stejăreto-șleau de deal de productivitate mijlocie. (Foto1,2)



**Foto 1. Sol cenușiu albic**



**Foto 2. Tip de pădure, OS Valea Mare**

Solul cenușiu albic se caracterizează cu un conținut de 2,26% de humus în orizontul A eluvial și 0,63% în cel iluvial, (Tab.1) similar și conținutul carbon organic 1,31% - 0,37%. Deși pH soluției solului se caracterizează ca slab acid în stratul 0-40cm ce corespunde orizonturilor Ae și AB și cu un pH mai mic în orizontul iluvial. Dar prezența carbonaților ( $\text{CaCO}_3$ ) de la suprafața profilului prezintă un interes aparte deoarece din punct de vedere al pedogenezei solurilor cenușii, dar mai cu seamă a suptipului albic prezența lor nu este caracteristică. Prezența carbonaților și dovedește parametri majorați ai pH soluției solului.

**Tabelul 1. Proprietățile chimice a solului cenușiu albic (OS Valea Mare)**

| Orizont,cm      | Adân. cm | $\text{CaCO}_3\%$ | $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ | C org.% | Humus % |
|-----------------|----------|-------------------|---------------------------------|---------|---------|
| <b>A</b> 0-10   | 0-10     | 6,94              | 6,60                            | 1,31    | 2,26    |
| <b>AB</b> 10-40 | 10-20    | 6,36              | 6,60                            | 0,75    | 1,30    |
|                 | 20-30    | 7,19              | 6,40                            | 0,63    | 1,08    |
| <b>B</b> 40-70  | 40-50    | 8,92              | 6,30                            | 0,37    | 0,63    |
| <b>C</b> 80     | 80-90    | 10,45             | 6,50                            | -       | -       |
|                 | 100-110  | 11,00             | 6,50                            | -       | -       |

Solul cenușiu tipic lutos, altitudine 220 m, (OS Pârlița) , punct GPS 49, șleauri de deal cu stejar, efervescența de suprafață. Sistemul radicular coboară până la 60 cm. Majoritatea exemplarelor din preajmă sunt cu proveniență din lăstari , consistență redusă, soc, salbă râioasă, dârmox, Melica uniflora. Tipul de pădure culturi silvice (plantații) de ameliorare a terenurilor. (Foto 3,4)



**Foto 3. Sol cenușiu tipic**



**Foto 4. Teren pentru ameliorare silvică**

Conținutul de humus în stratul 0-24cm, ce corespunde orizontului A este de 5,80-4,07% , pe profil se reduce până la 1,28% în orizontul B la 60-10cm.(tab.2) Similar solului cenușiu albic descris mai sus sunt prezenți carbonații ( $\text{CaCO}_3$ ) pe tot profilul cu un conținut de 10-28%, ce se explică parametrii pH 7,00-7,30 în stratul superior 0-24cm și 7,60 în orizonturile subiacente. Deși solurile cenușii tipice prezintă suptipul modal, care caracterizează tipul ca atare, profilul dat de sol deși în mare măsură se caracterizează ca tipic, dar după conținutul de carbonați pe tot profilul prezintă o excepție și o corelare a prezenței lor este exprimată prin pH soluții solului slab alcalină, ce nu este caracteristic solurilor cenușii tipice

**Tabelul 2. Proprietățile chimice a solului cenușiu tipic (OS Pârlița)**

| Orizont,cm                                                  | Adân. cm | $\text{CaCO}_3$ | pH( $\text{H}_2\text{O}$ ) | C org. % | Humus % |
|-------------------------------------------------------------|----------|-----------------|----------------------------|----------|---------|
| <b>Ao</b> 0-3                                               | 0-10     | 10,06           | 7,00                       | 3,36     | 5,80    |
| <b>A<sub>1</sub></b> 3-10                                   | 10-20    | 20,00           | 7,20                       | 2,70     | 4,65    |
| <b>A<sub>2</sub></b> 10-24                                  | 20-30    | 25,94           | 7,30                       | 2,36     | 4,07    |
| <b>AB</b> 24-60                                             | 40-50    | 28,27           | 7,60                       | 2,20     | 3,80    |
| <b>B<sub>1</sub></b> 60-100<br><b>B<sub>2</sub></b> 100-120 | 100-110  | 28,09           | 7,60                       | 0,74     | 1,28    |
| <b>C</b> 120                                                | 120      | 28,30           | 7,60                       | -        | -       |

Solul cenușiu molic (Plaiul Fagului), tipul de pădure șleau de deal cu gorun și stejar pedunculat de productivitate mijlocie, Altitudinea medie în jur de 160-170 m, pe un versant cu expoziție sud vestică. Compoziția arboretului după volum este: 3ST1FR6JU, cu consistența 0,7, înălțimea arborelui variază între 14-22 m cu diametre între 20-36 cm, productivitatea mijlocie pentru stejar, frasinul datorită uscărilor devine subproductiv. Pătura ierbacee este dezvoltată acoperind peste 60-80% din suprafață. Predomină rogozurile de pădure (*Carex pilosa*, *Carex silvatica*) cu peste 70 – 80% din suprafață.(Foto5,6)



**Foto 5. Sol cenușiu molic**



**Foto 6. Tip de pădure, Plaiul Fagului**

Solul cenușiu molic din (Plaiul Fagului) lutos, efervescența de la suprafață. Solul se caracterizează cu un conținut de humus în orizontul A<sub>1</sub> de 6,93%, A<sub>2</sub> -4,26% și 1,07% în orizontul B<sub>1</sub>. (Tab.3) Conținutul de humus este caracteristic acestui subtip de sol ce prezintă tranziția spre tipul de cernoziom și este evident humificat în partea superioară. Carbonații (CaCO<sub>3</sub>) similar celorlalte subtipuri caracterizate mai sus, prezenți pe tot profilul. În orizonturile superioare conținutul lor alcătuiește 10,51-12,26%, în orizonturile subiacente se majorează până la 17,87%. Prezența carbonaților de la suprafață, ce nu este caracteristic tipului de sol cenușiu molic, modifică corespunzător și pH soluției solului spre alcalinizare. Prezența carbonaților în orizonturile superioare se datorează impactul schimbărilor climatice asupra dezvoltării fondului forestier, în cazul cercetărilor pedologice putem spune, că prin modificările parametrilor și stării factorului edafic (solul), care în urma secetei inclusiv pedologice în lipsa ploilor din vara anului 2022 cât și din ultimii ani au favorizat apariția carbonaților în orizonturile superioare chiar și la solurile cenușii.

**Tabelul 3. Proprietățile chimice a solului cenușiu molic ( RN Plaiul Fagului)**

| Orizont,cm                                | Adân. cm | Umed.% | CaCO <sub>3</sub> | pH(H <sub>2</sub> O) | C org.% | Humus % |
|-------------------------------------------|----------|--------|-------------------|----------------------|---------|---------|
| A <sub>0</sub> 0-3<br>A <sub>1</sub> 3-10 | 0-10     | 15,06  | 12,26             | 6,80                 |         |         |
|                                           | 10-20    | 10,76  | 10,51             | 6,70                 | 4,02    | 6,93    |
| A <sub>2</sub> 10-26                      | 20-30    | 10,13  | 10,64             | 6,80                 | 2,47    | 4,26    |
|                                           | 30-40    | 12,64  | 12,77             | 6,90                 | 2,01    | 3,46    |
| AB 26-60                                  | 40-50    | 15,44  | 11,36             | 6,90                 |         |         |
|                                           | 50-60    | 12,00  | 11,92             | 7,40                 | 0,62    | 1.07    |
| B <sub>1</sub> 60-110                     | 70-80    | 13,20  | 13,62             | 7,50                 |         |         |
|                                           | 110-120  | 12,70  | 17,87             | 7,50                 | -       | -       |
| B <sub>2</sub> 110-120                    | 110-120  | 12,70  | 17,87             | 7,50                 | -       | -       |
| C 120                                     | 150      | 13,74  | 17,87             | 7,50                 |         |         |

Componenta specifică a arboretelor pădurilor naturale creează condiții speciale pentru formarea solurilor. Coronele arborilor redistribuie energia solară și precipitațiile, reziduurile organice formează litiera, iar sistemele radiculare străbat straturile de sol. Pădurea, ca atare, menține un regim hidrologic specific, preponderent percolativ. În anumite condiții se formează soluri cu profil vertical diferențiat, cu orizonturi genetice specifice (eluviale și iluviale). Substanța organică prelucrată de pedobionți determină formarea humusului de tip moder, acumulat doar în stratul superior cu predominarea acizilor fulvici.

Acizii organici proveniți din prelucrarea biochimică a litierii sunt foarte agresivi și în unele cazuri contribuie la descompunerea mineralelor primare cu formarea dioxidului de siliciu amorf ( $\text{SiO}_2$ ) și componentelor argiloase – a sescvioxizilor ( $\text{R}_2\text{O}_3$ ) – aluminiului ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), fierului ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) și manganului ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ). Sub influența regimului hidric percolativ, sescvioxizii se transportă în partea inferioară a profilului (orizontul B) pe când dioxidul de siliciu rămâne în partea superioară (orizontul A). Astfel se formează un profil diferențiat cu orizonturi A – eluvial și B iluvial. Acest proces de diferenșiere este cunoscut ca proces de podzolire și este caracteristic tipului de sol cenușiu.[2,4]

Condițiile climatice au un rol important în procesul de pedogeneză, care formează regimurile hidrice și termice care crează condiții pentru procesele de alterare a rocilor și masei organice, dar și pentru viața și activitatea biotei ce are un rol însemnat în formarea părții organice a solului.

Pedogeneza este rezultatul interacțiunii factorilor pedogenetici în decursul evoluției ecosistemelor, fiecare tip de sol se formează în anumite condiții de climă, relief, rocă parentală, sub influența totalității componentelor biotice în decurs de milenii. Clima, relieful, roca, biota și timpul constituie ansamblul natural al pedogenezei.

Schimbarea climii din ultimii douăzeci de ani și anume cu tendința spre aridizare și care prezintă factorul activ dominant de formare a solului, influențând în mod special prin precipitații și temperatură. Unele efecte directe ale climei asupra formării solului sunt:

acumularea de carbonat de calciu și alte săruri la suprafața solului în zonele cu precipitații scăzute, acestea nefiind levigate datorită insuficienței apei.

În general, studiile condițiilor climaterice din ultimii ani demonstrează nestabilitate, cu mari devieri ai indicilor lunari, sezonieri și anuali de temperatură, precipitații, și altor fenomene. Iernile posedă un caracter blând, scurt, cu o cantitate mică de zăpadă, uneori geros, cu nămeți și vijelii. Perioadele calde a anului deseori sunt însoțite de secete, temperaturile aerului atmosferic ajungând până la  $+38^\circ\text{C}$ , iar umiditatea micșorată până la 25-30%.

## CONCLUZII

1. Impactul schimbărilor climatice asupra dezvoltării fondului forestier se lămurește și prin modificările parametrilor și stării factorului edafic (solul), care în urma secetei inclusiv pedologice în lipsa ploilor din ultimii ani au favorizat apariția carbonaților în orizonturile superioare chiar și la solurile cenușii.
2. Prezența carbonaților la suprafața solului duc la majorarea alcalinității cu 0,5-1 unități, ce diminuează preabilitatea solurilor pentru arborii forestieri.

## BIBLIOGRAFIE

1. Jigău Gh., Nagacevski T. Ghid al disciplinei Fizica Solului, - Chișinău: CEP USM, 2006, 77 p.
2. Ursu, A., Solurile Moldovei, Știința, 2011, p87-96.
3. Ursu, A., Overenco A., Marcov I., Curcubă S., Variabilitatea indicilor morfologici al solurilor brune și cenușii. //Problemele ecologice și geografice în contextual dezvoltării durabile a Republicii Moldova; realizări și perspective. Iași, Vasilliana-98, 2016, p. 544-550.
4. Ursu, A., Overenco A., Curcubă S., Miron A., Solurile Pădurilor din Republica Moldova, Chișinău, 2022, p. 12,45,46.
5. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв, Издательство Московского Университета, 1970, 487 с.

# ASIGURAREA REZILIENȚEI SOCIALE PRIN VALORIFICAREA POTENȚIALULUI UMAN: STUDIU DE CAZ REGIUNEA DE DEZVOLTARE SUD A REPUBLICII MOLDOVA

CZU: 502.34:502.62(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.22>

CUJBĂ Vadim <sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-0451-1217

HACHI Mihai <sup>1,2</sup>, ORCID: 0000-0001-6631-6495

LEONTI Stela <sup>1,2</sup>, ORCID: 0009-0009-4725-137X

<sup>1</sup>Institutul de Ecologie și Geografie al USM

<sup>2</sup>Academia de Studii Economice a Moldovei

**Abstract:** *This study has as its research topic the analysis of the tools and mechanisms used to ensure social resilience by capitalizing on human potential in the Southern Development Region of the Republic of Moldova. The Republic of Moldova, in general and the Southern DR, in particular, are facing a series of challenges, acutely manifested in the region, and which require considerable efforts to mitigate or overcome them. With increasing societal challenges and vulnerabilities, understanding and strengthening social resilience has become imperative for sustainable development. This research explores the complex interplay between socio-economic factors and human capabilities in building resilience at the regional level.*

**Cuvinte cheie:** reziliență socială, dezvoltare teritorială durabilă, indicele de similitudine Bray-Curtis

## INTRODUCERE

În ultimele decenii, populația Republicii Moldova se confruntă tot mai des cu multiple provocări de natură economică, socială și politică, impunând necesitatea unor ajustări și adaptări continue la schimbările de conjunctură. În acest context, conceptul de *reziliență socială* devine din ce în ce mai relevant, specialiștii din diverse domenii preocupându-se de analiza și formularea de recomandări pentru o înțelegere și gestionare mai eficientă a noilor situații.

*Reziliența socială* reprezintă capacitatea unei societăți de a se adapta, de a se recupera și de a prospera în fața provocărilor și șocurilor cu care se confruntă. Această abilitate este crucială pentru menținerea coeziunii sociale, a stabilității economice și a bunăstării generale, atât individuale, familiale și/sau a comunității.

Scopul acestui studiu constă în cercetarea și evidențierea modalităților și instrumentelor prin care valorificarea potențialului uman poate contribui la creșterea rezilienței sociale în Regiunea de Dezvoltare Sud a Republicii Moldova, în contextul dezvoltării regionale și sustenabile a teritoriului analizat. Acesta se încadrează în studiile regionale, cuprinzând așezările umane din Regiunea de Dezvoltare Sud, în cadrul proiectului instituțional „*Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu*”, etapa „*Elaborarea suportului metodologic de evaluare a geo-ecosistemelor pentru sporirea rezilienței și securității ecologice în condițiile modificărilor actuale de mediu*”. Semnificația rezilienței sociale are o importanță nu doar teoretică, dar și practică, dat fiind analiza bunelor practici și a capacității autorităților și comunităților de diferit rang de a se adapta la noile condiții de dezvoltare.

Pentru realizarea acestui scop autorii și-au propus câteva obiective:

- Evaluarea habitatului uman, utilizând indicatori socio-demografici cantitativi și calitativi la nivelul unităților administrativ-teritoriale, în scopul raportării lor la indicatorii de securitate demografică;
- Identificarea resurselor umane disponibile și a competențelor existente în Regiunea de Dezvoltare Sud a Republicii Moldova;
- Analiza factorilor de vulnerabilitate socială și economică în comunitățile din regiunea menționată;

- d) Identificarea celor mai eficiente practici și instrumente pentru a valorifica potențialul uman în scopul creșterii rezilienței sociale;
- e) Dezvoltarea unor recomandări specifice în scopul promovării unei integrări și implicări mai active a comunităților în procesele de dezvoltare locală și regională.

Teritorial, R.D. Sud ocupă extremitatea sudică a Republicii Moldova, mărginindu-se cu regiunile de dezvoltare Centru și UTA Găgăuză, precum și cu România la vest și Ucraina la est. Poziția transfrontalieră oferă un șir de avantaje, dat și riscuri care vor fi, parțial, analizate în lucrare.

R. D. Sud este una dintre cele mai mici ca suprafață și ca număr al populației regiuni de dezvoltare din Republica Moldova. În componența regiunii sunt incluse 8 raioane care sunt alcătuite din 118 sate, 198 de comune, 10 orașe și un municipiu. Numărul de localități din regiune constituie circa 18% din numărul total de localități ale țării.

## MATERIALE ȘI METODE

În scopul evaluării rezilienței sociale la nivelul habitatelor umane urbane și rurale s-a făcut o analiză a provocărilor de bază cu care se confruntă Regiunea de Dezvoltare Sud la etapa actuală. Au fost analizate problemele de bază ale regiunii, în context comparativ cu alte regiuni de dezvoltare, pentru a urmări gradul de vulnerabilitate a regiunii pe diverse dimensiuni (tabelul 1).

**Tabelul 1. Nivele/dimensiuni și indicatori relevanți analizei rezilienței sociale a ecosistemelor urbane și rurale**

| Nivele/dimensiuni                  | Semnificația                                                                                                                                                       |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Participarea comunitară            | Măsoară gradul de implicare și participare a comunității în luarea deciziilor și rezolvarea problemelor locale.                                                    |
| Rețele sociale                     | Evaluarea dimensiunii și calității rețelelor sociale în comunitate, inclusiv conexiunile între indivizi și grupurile sociale.                                      |
| Accesul la servicii sociale        | Măsoară accesul la servicii sociale esențiale, cum ar fi serviciile de sănătate, educație, locuințe și asistență socială.                                          |
| Nivelul de sărăcie și inegalitatea | Evaluarea gradului de sărăcie și inegalitatea economică și socială în comunitate.                                                                                  |
| Resurse comunitare                 | Măsurarea disponibilității și accesibilității la resurse locale, cum ar fi spațiile verzi, zonele de recreere, centrele comunitare și alte facilități.             |
| Reziliența economică               | Evaluarea capacității comunității de a-și menține și diversifica sursele de venit în fața schimbărilor economice și a șocurilor.                                   |
| Nivelul educațional                | Măsurarea nivelului de educație și alfabetizare în comunitate, care poate influența capacitatea de a face față schimbărilor și de a adopta comportamente durabile. |

**Sursa:** sinteza în baza surselor 1, 3, 4, 7

În mod special s-a analizat problema sărăciei, manifestată acut la nivel regional. Au fost elaborate hărți tematice cu indicatorii menționați, evidențiindu-se tendințele generale manifestate în limitele R. D. Sud. A fost utilizată informația BNS și a Agenției Servicii Publice, utilizându-se mai multe metode – statistică, matematică, cartografică, sistemică etc.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Reziliența socială este un concept complex și multidimensional, care a fost definit și studiat de numeroși autori din diverse domenii, inclusiv psihologie, sociologie, studii asupra sănătății publice politică și planificare urbană. În literatura de specialitate, reziliența socială este adesea asociată cu capacitatea comunităților și societăților de a face față adversităților și de a se recupera după șocuri sau stresuri, cum ar fi dezastrele naturale, crizele economice sau schimbările sociale rapide. Reziliența

implică nu doar supraviețuirea și revenirea la starea inițială, ci și transformarea și creșterea în urma experiențelor dificile.

Rutter, M. (1985) definește reziliența ca fiind „*adaptarea pozitivă în contextul unor circumstanțe extrem de dificile*”. Probleme economice, sociale și familiale care pun presiune asupra individului și creșterea abilităților funcționale sau cognitive după recuperare. Rutter susține că reziliența este influențată de o serie de factori, atât de risc, cât și de protecție. Factorii de risc pot include sărăcia, abuzul, neglijarea sau expunerea la violență. Factorii de protecție pot include relații de sprijin cu familia și prietenii, accesul la educație și asistență medicală, precum și un sentiment puternic de identitate și valoare de sine. Reziliența socială este un termen din ce în ce mai folosit pentru a descrie capacitatea indivizilor, grupurilor și comunităților de a face față și de a se adapta la diverse provocări și crize. Adger, W., N., (2000) definește *reziliența socială* ca „*abilitatea a grupurilor sau comunităților de a face față factorilor de stres exogeni și tulburărilor provocate de schimbările sociale, politice și ale mediului,*” oferă o perspectivă holistică și integrată asupra conceptului. Deveson, A. (2003) a jucat un rol important în conceptualizarea rezilienței sociale, subliniind capacitatea indivizilor de a face față factorilor perturbatori, cum ar fi terorismul sau dezastrele naturale. Bonanno, G. (2004) definește reziliența socială „*capacitatea de a menține un nivel relativ stabil și sănătos al funcționalității psihologice și psihice, în fața unor evenimente puternic distructive*”. Această definiție pune accent pe capacitatea comunităților de a absorbi șocurile, de a-și menține coeziunea socială și de a-și proteja bunăstarea membrilor săi. Reziliența socială este un concept crucial în studiul comunităților și al modului în care acestea răspund la crize și dezastre. Definiția oferită de Homeland Security Presidential Directive (2007) accentuează importanța pregătirii și reacției comunităților la amenințări, subliniind rolul liderilor locali, cetățenilor și familiilor în dezvoltarea unei reacții eficiente și coordonate. Manca et al. (2017) definesc o *societate rezilientă* ca fiind capabilă să facă față și să reacționeze la șocuri sau schimbări structurale persistente, fie prin rezistență (capacitatea de absorbție), fie prin adoptarea unui grad de flexibilitate care duce la modificări ale sistemului (capacitate adaptativă).

Literatura de specialitate explorează adesea aceste aspecte prin studii de caz care arată cum diferite comunități au gestionat crizele și dezastrele. Pe lângă capacitatea de absorbție și capacitatea adaptativă, o provocare a Regiunii de Dezvoltare Sud o constituie schimbările care au avut lor în regiune sub aspect demografic. Diminuarea potențialului uman s-a manifestat acut în perioada independenței statale, declinul demografic s-a manifesta atât pe calea mișcării naturale, regiunea având un declin constant al bilanțului natural, cât și mecanic, prin pierderile umane generate de migrația internă, dar în special externă.

De rând cu migrația populației, sărăcia reprezintă principala provocare în calea dezvoltării socio-economice durabile a Republicii Moldova. Rata sărăciei ca indicator principal de măsurare a sărăciei reprezintă proporția populației ale căror cheltuieli de consum sunt inferioare unui prag stabilit al sărăciei absolute (3336,8 lei) și sărăciei extreme de (2691,2 lei) pentru anul 2023. La nivel național este stabilit că ponderea celor săraci, crește de la nord spre sud. Astfel, rata sărăciei absolute, pentru anul 2023, în regiunea de Nord a constituit 32,2%, în regiunea de Centru 39,3% iar în regiunea de Sud 49,3%.

Majoritatea studiilor sociologice și economice indică o serie de variabile care ar putea fi utilizate în analiza sărăciei. În funcție de disponibilitatea datelor statistice, prin analize repetate de corelație, au fost testate o serie de variabile, în vederea selectării variabilelor explicative și susceptibile la analiza sărăciei absolute a gospodăriilor populației din Regiunea de Sud a Republicii Moldova. Corelațiile dintre rata sărăciei absolute și variabilele socio-economice (vârsta medie a populației, indicele sarcinii demografice, mărimea medie a pensiei pentru limita de vârstă, rata întreprinderilor mici și mijlocii, câștigul salarial mediu brut) descriu legăturile dintre ele (tabelul 2).

**Tabelul 2. Corelațiile dintre rata sărăciei absolute și variabilele socio-economice pentru Regiunea de Sud a Republicii Moldova**

|                   | R_săr_abs | V_med  | I_sar_dem | M_med_pens | R_ÎMM  | Câst_salar |
|-------------------|-----------|--------|-----------|------------|--------|------------|
| <b>R_săr_abs</b>  | 1         |        |           |            |        |            |
| <b>V_med</b>      | 0.87104   | 1      |           |            |        |            |
| <b>I_sar_dem</b>  | 0.82547   | 0.9876 | 1         |            |        |            |
| <b>M_med_pens</b> | 0.89053   | 0.9602 | 0.9205    | 1          |        |            |
| <b>R_ÎMM</b>      | 0.87942   | 0.9919 | 0.9774    | 0.9501     | 1      |            |
| <b>Câst_salar</b> | 0.86818   | 0.9841 | 0.9720    | 0.9232     | 0.9959 | 1          |

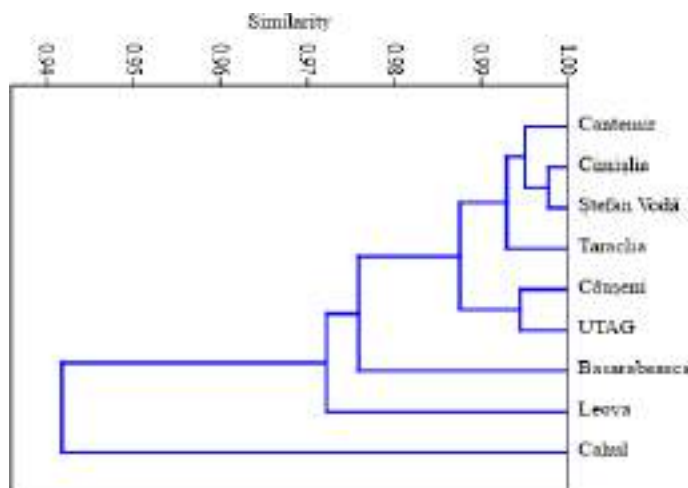
Sursa: datele Biroului Național de Statistică

Pentru stabilirea relațiilor dintre variabilele socio-economice care influențează asupra ratei sărăciei absolute în profil teritorial, a fost calculat indicele de similitudine Bray-Curtis (tabelul 3).

**Tabelul 3 . Indicii de similitudine Bray - Curtis**

| UAT          | Basarabeasca | Cahul  | Cantemir | Căușeni | Cimișlia | Leova  | Ștefan Vodă | Taraclia | UTAG   |
|--------------|--------------|--------|----------|---------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Basarabeasca | 1.0000       | 0.9293 | 0.9757   | 0.9700  | 0.9758   | 0.9525 | 0.9777      | 0.9815   | 0.9747 |
| Cahul        | 0.9293       | 1.0000 | 0.9326   | 0.9460  | 0.9367   | 0.9587 | 0.9377      | 0.9423   | 0.9509 |
| Cantemir     | 0.9757       | 0.9326 | 1.0000   | 0.9865  | 0.9952   | 0.9739 | 0.9948      | 0.9899   | 0.9812 |
| Căușeni      | 0.9700       | 0.9460 | 0.9865   | 1.0000  | 0.9905   | 0.9819 | 0.9916      | 0.9883   | 0.9944 |
| Cimișlia     | 0.9758       | 0.9367 | 0.9952   | 0.9905  | 1.0000   | 0.9754 | 0.9978      | 0.9938   | 0.9854 |
| Leova        | 0.9525       | 0.9587 | 0.9739   | 0.9819  | 0.9754   | 1.0000 | 0.9743      | 0.9704   | 0.9771 |
| Ștefan Vodă  | 0.9777       | 0.9377 | 0.9948   | 0.9916  | 0.9978   | 0.9743 | 1.0000      | 0.9951   | 0.9862 |
| Taraclia     | 0.9815       | 0.9423 | 0.9899   | 0.9883  | 0.9938   | 0.9704 | 0.9951      | 1.0000   | 0.9907 |
| UTAG         | 0.9747       | 0.9509 | 0.9812   | 0.9944  | 0.9854   | 0.9771 | 0.9862      | 0.9907   | 1.0000 |

Sursa: calcule ale autorilor



**Figura 1. Indicele de similitudine Bray-Curtis**

Sursa: elaborat de autori

În baza coeficienților de similitudine stabiliți a fost generată dendrograma indicelui de similitudine Bray-Curtis cu distribuția unităților administrativ-teritoriale pe clustere. Conform metodelor principale de analiză a dendrogramei: vizuală și compararea rezultatelor grupării au fost stabilite 5 clustere de similitudine: *clusterul I* (raioanele Cantemir, Cimișlia, Ștefan Vodă și Taraclia); *clusterul II* (Căușeni și UTAG), *clusterul III* (Basarabeasca), *clusterul IV* (Leova) și *clusterul V* (Cahul). Sistemul de clustere indică gradul de apropiere (similitudine) între unitățile studiate conform factorilor de corelare cu rata sărăciei absolute (fig.1).

Astfel, în baza indicelui de similitudine, putem afirma că la nivelul Regiunii de Sud, rata sărăciei absolute are un caracter mult mai nuanțat în profil teritorial, fiind determinată de o serie de factori de ordin social și economic. Drept urmare reziliența socială (rezistența la sărăcie), în această regiune a Republicii Moldova constă în capacitatea populației, care variază în funcție de (vârstă, statut social, abilități profesionale), de a se adapta cu resursele disponibile (venituri) la costurile de trai (cheltuieli). Din cele enumerate rezultă că, raioanele care dispun de avantaje competitive (număr mai mare al populației, potențial economic și financiar ridicat, mediu de afaceri dinamic, centre de polarizare regională) sunt mai reziliente la sărăcie decât unitățile administrative mai mici. Din aceste considerente sunt necesare eforturi consolidate din partea populației, comunităților locale și a autorităților centrale pentru sporirea potențialului competitiv necesar în procesul de creștere a rezilienței sociale.

## **CONCLUZII**

1. Interpretările referitoare la conceptul de reziliența socială fac referință la capacitatea deopotrivă a indivizilor, comunităților și societății de a se adapta în fața transformărilor regionale și globale prin respectarea traseului persistență - adaptabilitate - transformare.
2. Punctul de plecare pentru cercetarea empirică a rezilienței sociale în Regiunea de Sud a Republicii a Moldova l-a reprezentat analiza sărăciei populației și a determinantilor principali;
3. Prin analiza corelațională s-a demonstrat că asupra ratei sărăciei absolute din Regiunea de Sud a Republicii Moldova influențează dependența gospodăriilor populației de prestațiile sociale, mărimea medie a pensiei, vârsta medie a populației, indicatorii sarcinii demografice.
4. Analiza de regresie a arătat o legătură strânsă a ratei sărăciei absolute cu valorile câștigului salarial mediu brut lunar; coeficientul de  $\epsilon \approx 0,54$ ;
5. În baza determinantilor sărăciei absolute au fost calculate prin metoda Bray-Curtis valorile indicatorilor de similitudine și stabilite 5 clustere ale rezilienței sociale pe UAT la nivelul Regiunii de Sud a Republicii Moldova.

## **BIBLIOGRAFIE**

1. Adger, W., N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? Progress in Human Geography 24(3), pp. 347–364.
2. Agenția Servicii Publice. Registrul de stat al populației cu privire la migrația internă pe localități, în intervalul 2000-2019.
3. Bonanno, G. (2004). Loss, trauma, and human resilience: Have We Underestimated the Human Capacity to Thrive After Extremely Aversive Events?, American Psychologist, vol. 59(1), pp. 20-28.
4. Deveson, A. (2003). Resilience, Allen&Unwin, Sydney.
5. Homeland Security Presidential Directive -21, 18 Oct 2007. <https://irp.fas.org/offdocs/nspd/hspd-21.htm>
6. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. IFRC. (2016). Resilience: Saving Lives Today, Investing for Tomorrow. World Disasters Report.
7. Kwok, A. et al. (2016). What is 'social resilience'? Perspectives of disaster researchers, emergency management practitioners, and policymakers in New Zealand. International Journal of Disaster Risk Reduction. Vol. 19. pp.197–211.
8. Manca et. al (2017). Building a Scientific Narrative Towards a More Resilient EU Society. JRC Science for Policy Report, European Comission. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
9. Manole, A., M. (2012). Coeziunea socială – o analiză post-criză. Economie teoretică și aplicată. Vol. XIX. No. 11(576). pp. 111–118.
10. Rutter, M. (1985). Resilience in the face of adversity: Protective factors and resilience in psychiatric disorder. British Journal of Psychiatry, 147, pp.598-611.

# MODIFICĂRI ÎN STRUCTURA POPULAȚIILOR DE COCCINELIDE (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) LEGATE DE SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI INFLUENȚA ANTROPICĂ

CZU:565.76:551.58

<https://doi.org/10.53380/eco25.23>

BACAL Svetlana<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-8774-7718  
BUȘMACHIU Galina<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-9724-2414  
BURDUJA Daniela<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0003-2027-0297  
CREȚU Irina<sup>1</sup>, ORCID: 0009-0009-5820-9417

<sup>1</sup>Institutul de Zoologie al USM

<sup>2</sup>Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstrat.** The paper includes the analysis of the coccinellid collection of the Museum of Entomology, Institute of Zoology and the results of the researches carried out on the species of beetles of the family Coccinellidae from various agricultural crops, forest ecosystems and marsh ecosystems in the Southern Region of the Republic of Moldova. Coccinellid species were collected using entomological nets. 758 specimens belonging to 24 species and belonging to 17 genera were analysed. As a result of the analysis of the collected materials from the Southern Region of the Republic of Moldova, it was found that the largest populations were *Propylea quatuordecimpunctata* and *Coccinella septempunctata* species, while *Anisosticta 19-punctata*, *Coccinella magnifica*, *Hyperaspis reppensis*, *Nephus quadrimaculatus*, *Scymnus ater*, *Scymnus impexus* and *Semiadalia undecimnotata* species were identified in one collection.

**Cuvinte cheie:** coccinelide, diversitate, populații, specii rare, modificări.

## INTRODUCERE

Coleopterele din familia Coccinellidae au un rol important în natură în controlul afidelor, care sunt considerate dăunătoare plantelor de cultură pentru că atacă lăstarii tineri și transmit viroze la plante, deși specia de buburuze *Subcoccinella 24-punctata* este în anumite condiții un dăunător al leguminoaselor. Din cauza distrugerii pajiștilor prin transformarea acestora în terenuri agricole, numeroase specii de buburuze și-au micșorat populațiile și chiar au dispărut din această zonă. Coccinelidele depind de diverse specii de afide, iar distrugerea habitatelor naturale cât și tratamentele specifice culturilor agricole contra dăunătorilor au micșorat diversitatea acestor specii utile mediului. Analiza datelor din colecții este o dovadă a impactului antropic asupra mediului natural al acestor specii, în același timp și schimbările climatice au influențat asupra populațiilor acestor specii.

Cercetări asupra modificării structurii populațiilor de coccinelide din culturile agricole și ecosistemele naturale din Republica Moldova sunt fragmentare, sau chiar lipsesc. În fauna Republicii Moldova până în prezent au fost identificate 46 de specii [1, 2, 4]. Unele specii de coccinelide sunt caracteristice plantelor erbacee, altele se găsesc pe arbori, sau se întâlnesc pe marginea bazinelor acvatice, unele sunt comune diverselor habitate. Ciclul vital al coleopterelor din această familie este relativ scurt și durează de obicei un an, adulțul hibernează o singură dată.

Scopul lucrării a fost evidențierea diversității speciilor de buburuze din Regiunea de Sud a Republicii Moldova și influența schimbărilor climatice și a impactului antropic asupra modificărilor în structura populațiilor acestora pe baza materialelor proprii și a datelor din colecții.

## MATERIALE ȘI METODE

**Descrierea habitatului studiat.** Materialul faunistic a fost colectat din Regiunea de Sud a Republicii Moldova din culturile de lucernă, grâu, floarea soarelui, sfeclă furajeră, mazăre și porumb, livezi de prun, măr, nuc, caise, viță de vie, păduri naturale și fâșii forestiere. De asemenea, buburuzele au fost colectate de pe vegetația spontană de pe pajiști și de pe malul bazinelor acvatice.

**Colectarea materialului.** Coleopterele au fost colectate din localitățile Cășlița Prut, Colibaș, Giurgiulești, Manta, Pelinei, Roșu, Slobozia Mare, Suvorova, Vadul lui Isac și Rezervața Prutul de Jos

din raionul Cahul; Beșalma, Chișmichioi, Congaz, Joltai, Etulia și Svetlîi din UTA Găgăuzia; Cioburciu, Palanca, Răscăieți și Talmaza din Ștefan Vodă; Tomai din Ceadâr-Lunga; Copanca, Grădinița, Fîrlădeni și Leuntea din Căușeni; Gotești, Lărguța, Sadîc și Vulcănești din Cantemir; Balabanu, Ciumai, Tvardița și Vinogradovca din Taraclia; Covurlui, Romanovca și Tomai din raionul Leova; Sucleia din Slobozia și orașul Cimișlia. Materialele au fost colectate prin metoda de filetare în perioada de primăvară-vară a anilor 2008-2023 (Tabelul 1). Exemplarele din colecția Muzeului de Entomologie, Institutul de Zoologie au fost colectate între anii 1972-1991. Materialele din perioada 2008-2023 au fost colectate după metoda standard, o probă reprezentând 100 de filetări în linie dreaptă pentru fiecare cultură.

Determinarea s-a efectuat cu ajutorul binocularului MBS-10 în baza site-ului și determinantului de bază [5, 6], cât și a ghidului de specialitate [3]. Speciile în cadrul familiei sunt reprezentate în ordine alfabetică (Tabelul 1).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În rezultatul analizei materialului faunistic au fost obținute date privind diversitatea și structura populațiilor de coleoptere din familia Coccinellidae din RDS a RM. În total în au fost colectate 758 de exemplare, care sunt atribuite la 24 de specii încadrate în 17 genuri [Tabelul 1]. Cele mai multe dintre speciile colectate aparțin genurilor *Scymnus* – 5 specii; *Coccinela*, *Hippodamia* și *Hyperaspis* cu câte 2 specii fiecare. Celelalte 13 genuri au fost reprezentate de câte o specie fiecare. Analiza materialelor colectate a demonstrat dominanța speciilor colectate în culturile de lucernă (51 de depistări), grâu (12), viță de vie (12 semnalări), porumb (7), mazăre (6) și mai puține semnalări de pe plante ierboase spontane, arbori și arbuști. Speciile incluse în tabelul 1, sunt însoțite de o informație succintă referitoare la habitat, data de colectare, numărul de exemplare, localitatea sau rezervația.

**Tabelul 1. Coccinelidele analizate din colecția Muzeului de Entomologie a Institutului de Zoologie și a colectărilor proprii începând cu anul 2008 și până în prezent**

| Specia                                                                                                   | Habitatul             | Data       | Ex. | Data              | Ex. | Localitatea            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|-----|-------------------|-----|------------------------|
|                                                                                                          | Colecție              |            |     | Materiale recente |     |                        |
| <i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)                                                                | mazăre                | .06.1989   | 1   |                   |     | Colibaș, Cahul         |
|                                                                                                          | viță de vie           | .05.1989   | 2   |                   |     | Chișmichioi, Găgăuzia  |
|                                                                                                          | -                     | 05.07.1987 | 2   |                   |     | Giurgiulești, Cahul    |
|                                                                                                          | -                     | 29.06.1987 | 1   |                   |     | Giurgiulești, Cahul    |
|                                                                                                          | prune                 | 00.06.1989 | 1   |                   |     | Slobozia Mare, Cahul   |
|                                                                                                          | măr sălbatic          | 00.08.1989 | 1   |                   |     | Joltai, Găgăuzia       |
|                                                                                                          | vie                   | 00.08.1989 | 1   |                   |     | Cișmichioi, Găgăuzia   |
|                                                                                                          | fâșie forestieră      | 00.08.1989 | 1   |                   |     | Congaz, Găgăuzia       |
| <i>Adonia variegata</i> (Goeze, 1777) = <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)                        | iarbă malul Nistrului | .05.1988   | 1   |                   |     | Palanca, Ștefan Vodă   |
|                                                                                                          | floarea soarelui      | .08.1989   | 1   |                   |     | Joltai, Găgăuzia       |
|                                                                                                          | grâu                  | .06.1989   | 1   |                   |     | Suvorova, Cahul        |
|                                                                                                          | marginea pădurii      | .06.1989   | 1   |                   |     | Cantemir               |
|                                                                                                          | sainfoin              | .08.1985   | 1   |                   |     | Tomai, Ceadâr-Lunga    |
|                                                                                                          | nuc                   | .07.1989   | 1   |                   |     | Etulia, Găgăuzia       |
|                                                                                                          | lângă iaz             |            |     | 13.05.2022        | 1   | Prutul de Jos          |
|                                                                                                          | lucernă               |            |     | 31.03.2022        | 3   | Vulcănești             |
|                                                                                                          | lucernă               |            |     | 13.05.2022        | 2   | Congaz, Găgăuzia       |
|                                                                                                          | grâu                  |            |     | 26.06.2022        | 18  | Congaz, Găgăuzia       |
|                                                                                                          | lucernă               |            |     | 13.05.2022        | 1   | Svetlîi, Găgăuzia      |
|                                                                                                          | șes, lac              |            |     | 13.05.2022        | 4   | Svetlîi, Găgăuzia      |
|                                                                                                          | lucernă înflorită     |            |     | 21.07.2022        | 49  | Romanovca, Leova       |
|                                                                                                          | pantă                 |            |     | 23.08.2022        | 1   | Răscăieți, Ștefan Vodă |
|                                                                                                          | -                     | 29.06.1987 | 1   |                   |     | Giurgiulești, Cahul    |
| <i>Anisosticta 19-punctata</i> (Linnaeus, 1758) = <i>Anisosticta novemdecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758) | iarba                 | .08.1989   | 1   |                   |     | Tomai, Ceadâr-Lunga    |

|                                                                                                                                               |                                 |            |    |            |    |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------|----|------------|----|-------------------------|
| <i>Coccinella magnifica</i><br>Redtenbacher, 1843                                                                                             | lângă Prut                      |            |    | 03.05.2023 | 1  | Câșlița Prut, Cahul     |
| <i>Coccinella septempunctata</i><br>Linnaeus, 1758                                                                                            | lângă iaz                       |            |    | 13.05.2022 | 3  | Prutul de Jos           |
|                                                                                                                                               | plante ierboase                 |            |    | 29.05.2021 | 4  | Tomai, Ceadâr-Lunga     |
|                                                                                                                                               | lucernă                         |            |    | 04.06.2021 | 2  | Leuntea, Căușeni        |
|                                                                                                                                               | pădure                          |            |    | 31.03.2022 | 10 | Vulcănești              |
|                                                                                                                                               | lucernă                         |            |    | 13.05.2022 | 20 | Vulcănești              |
|                                                                                                                                               | lucerna                         |            |    | 13.05.2022 | 23 | Roșu, Cahul             |
|                                                                                                                                               | lucerna                         |            |    | 13.05.2022 | 21 | Congaz, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                               | grâu                            |            |    | 27.06.2022 | 78 | Congaz, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                               | lucerna                         |            |    | 13.05.2022 | 20 | Svetlii, Găgăuzia       |
|                                                                                                                                               | șes, lac                        |            |    | 13.05.2022 | 5  | Svetlii, Găgăuzia       |
|                                                                                                                                               | lucerna                         |            |    | 13.05.2022 | 40 | Vadul lui Isac, Cahul   |
|                                                                                                                                               | lângă prut                      |            |    | 03.05.2023 | 2  | Câșlița Prut, Cahul     |
|                                                                                                                                               | câmp cosit                      | 27.06.1977 | 4  |            |    | Vulcănești              |
|                                                                                                                                               | câmp                            | 27.06.1977 | 11 |            |    | Vulcănești              |
|                                                                                                                                               | pe câmp                         | .09.1988   | 3  |            |    | Sadîc, Cantemir         |
|                                                                                                                                               | pe mazăre                       | .06.1989   | 1  |            |    | Tvardița, Taraclia      |
|                                                                                                                                               | viță de vie                     | .05.1989   | 1  |            |    | Chișmichioi, Găgăuzia   |
|                                                                                                                                               | grâu                            | .06.1989   | 1  |            |    | Cantemir                |
|                                                                                                                                               | stepă                           | .04.1989   | 1  |            |    | Ciumai, Taraclia        |
|                                                                                                                                               | Mal de Nistrului                | .05.1988   | 1  |            |    | Palanca, Ștefan Vodă    |
|                                                                                                                                               | viță de vie                     | .07.1988   | 1  |            |    | Chișmichioi, Găgăuzia   |
|                                                                                                                                               | -                               | 05.07.1987 | 1  |            |    | Giurgiulești, Cahul     |
|                                                                                                                                               | arbuști                         | 00.07.1989 | 1  |            |    | Tvardița, Taraclia      |
|                                                                                                                                               | pe nuc                          | 00.07.1989 | 1  |            |    | Etulia, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                               | gradină                         | 00.07.1989 | 1  |            |    | Chișmichioi, Găgăuzia   |
|                                                                                                                                               | plante ierboase                 |            |    | 12.09.2018 | 4  | Slobozia Mare           |
|                                                                                                                                               | pe gălbenele                    |            |    | 25.06.2016 | 1  | Tomai, Leova            |
|                                                                                                                                               | porumb                          |            |    | 10.06.2012 | 1  | Covurlui, Leova         |
|                                                                                                                                               | lucernă                         |            |    | 18.11.2010 | 3  | Leuntea, Căușeni        |
|                                                                                                                                               | lucernă                         |            |    | 18.11.2010 | 4  | Copanca, Căușeni        |
|                                                                                                                                               | pădure                          |            |    | 26.06.2009 | 1  | Grădinița, Căușeni      |
|                                                                                                                                               | pădure inundabilă<br>litieră    |            |    | 26.06.2009 | 1  | Leuntea, Căușeni        |
|                                                                                                                                               | lucernă                         |            |    | 26.06.2009 | 3  | Leuntea, Căușeni        |
|                                                                                                                                               | lucernă                         |            |    | 18.11.2010 | 2  | Copanca, Căușeni        |
|                                                                                                                                               | pădure inundabilă, pe<br>plante |            |    | 26.06.2009 | 1  | Leuntea, Căușeni        |
|                                                                                                                                               | lucernă                         |            |    | 26.06.2009 | 2  | Leuntea, Căușeni        |
| <i>Coccinula</i><br><i>quatuordecimpustulata</i><br>(Linnaeus, 1758) =<br><i>Coccinella</i><br><i>quatuordecimpustulata</i><br>Linnaeus, 1758 | lucernă                         |            |    | 13.05.2022 | 1  | Vulcănești              |
|                                                                                                                                               | lucerna                         |            |    | 13.05.2022 | 8  | Roșu, Cahul             |
|                                                                                                                                               | lucerna                         |            |    | 13.05.2022 | 2  | Congaz, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                               | tabara de vara                  |            |    | 13.05.2022 | 1  | Congaz, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                               | lucerna                         |            |    | 13.05.2022 | 13 | Svetlii, Găgăuzia       |
|                                                                                                                                               | lucerna                         |            |    | 13.05.2022 | 39 | Vadul lui Isac, Cahul   |
|                                                                                                                                               | lucernă înflorită               |            |    | 21.07.2022 | 4  | Romanovca, Leova        |
|                                                                                                                                               | pantă                           |            |    | 23.08.2022 | 2  | Răscăieți, Ștefan Vodă  |
|                                                                                                                                               | câmp                            | 00.07.1989 | 1  |            |    | Vulcănești              |
|                                                                                                                                               | grâu                            | 00.06.1989 | 1  |            |    | Cantemir                |
|                                                                                                                                               | fâșie forestieră                | 00.06.1989 | 1  |            |    | Tvardița                |
|                                                                                                                                               | porumb                          | 00.07.1989 | 1  |            |    | Etulia, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                               | viță de vie                     | 00.08.1989 | 1  |            |    | Vinogradovca            |
|                                                                                                                                               | mazăre                          | 00.06.1989 | 1  |            |    | Cantemir                |
| <i>Hyperaspis reppensis</i><br>(Herbst, 1783)                                                                                                 | pantă                           |            |    | 23.08.2022 | 2  | Răscăieți, Ștefan Vodă  |
| <i>Hyperaspis campestris</i><br>(Herbst, 1783) = <i>Coccinella</i><br><i>campestris</i> Herbst, 1783                                          | fâșie forestieră                | .07.1991   | 1  |            |    | Lărguța, Cantemir       |
|                                                                                                                                               | margine de pădure               | .07.1991   | 1  |            |    | Manta (Flămînda), Cahul |
|                                                                                                                                               | iarba                           | .07.1991   | 1  |            |    | Gotești, Cantemir       |
| <i>Halysia sedecimguttata</i><br>(Linnaeus, 1758) =<br><i>Coccinella 16-guttata</i><br>Linnaeus, 1758                                         | pădure                          |            |    | 31.03.2022 | 3  | Vulcănești              |
|                                                                                                                                               | Lucernă                         | 00.05.1991 | 1  |            |    | Cantemir                |
| <i>Hippodamia</i><br><i>tredecimpunctata</i> (Linnaeus,                                                                                       | nuferi                          |            |    | 13.05.2022 | 3  | Prutul de Jos           |
|                                                                                                                                               | lucernă                         |            |    | 13.05.2022 | 1  | Congaz, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                               | lângă Prut                      |            |    | 03.05.2023 | 1  | Câșlița Prut, Cahul     |

|                                                                                                                                                                    |                         |            |   |            |    |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|---|------------|----|-------------------------|
| 1758) = <i>Coccinella 13-punctata</i> Linnæus, 1758                                                                                                                | iarbă mal de Nistru     | 10.1983    | 1 |            |    | Palanca, Ștefan Vodă    |
|                                                                                                                                                                    | grâu                    | 08.1989    | 1 |            |    | Sucleia, Slobozia       |
|                                                                                                                                                                    | grădină                 | 07.1989    | 1 |            |    | Etulia, Găgăuzia        |
| <i>Hippodamia undecimnotata</i> (Schneider, 1792) =<br><i>Ceratomegilla undecimnotata</i> (Schneider, 1792) =<br><i>Semiadalia undecimnotata</i> (Schneider, 1792) | fâșie forestieră        | .06.1989   | 1 |            |    | Tvardița, Taraclia      |
| <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)                                                                                                                            | din căsuță              |            |   | 28.04.2021 | 3  | Prutul de Jos           |
|                                                                                                                                                                    | lucernă                 |            |   | 13.05.2022 | 1  | Roșu, Cahul             |
|                                                                                                                                                                    | viță de vie             |            |   | 19.08.2023 | 1  | Congaz, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                                                    | lucernă                 |            |   | 13.05.2022 | 1  | Svetlii, Găgăuzia       |
|                                                                                                                                                                    | struguri copți          |            |   | 15.08.2012 | 20 | Tomai (Leova)           |
| <i>Nephus quadrimaculatus</i> (Herbst, 1783)                                                                                                                       | iarba mal de Nistru     | .05.1988   | 1 |            |    | Palanca, Ștefan Vodă    |
| <i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758) =<br><i>Synharmonia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)                                                                     | porumb                  | 00.06.1989 | 1 |            |    | Vulcănești              |
|                                                                                                                                                                    | pădure de stejar        | 00.10.1991 | 1 |            |    | Fîrlădeni, Căușeni      |
|                                                                                                                                                                    | livadă de meri          | 00.05.1991 | 1 |            |    | Gotești, Cantemir       |
| <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758) =<br><i>Coccinella 22-punctata</i> Linnæus, 1758                                                             | lângă iaz               |            |   | 13.05.2022 | 3  | Prutul de Jos           |
|                                                                                                                                                                    | nuferi                  |            |   | 13.05.2022 | 2  | Prutul de Jos           |
|                                                                                                                                                                    | câmp                    |            |   | 13.05.2022 | 11 | Prutul de Jos           |
|                                                                                                                                                                    | lucernă                 |            |   | 04.06.2021 | 1  | Leuntea, Căușeni        |
|                                                                                                                                                                    | lucernă                 |            |   | 13.05.2022 | 1  | Svetlii, Găgăuzia       |
|                                                                                                                                                                    | viță de vie             | .07.1989   | 1 |            |    | Ciumai, Taraclia        |
|                                                                                                                                                                    | iarba linga Nistru      | .05.1988   | 1 |            |    | Palanca, Ștefan Vodă    |
|                                                                                                                                                                    | fâșie forestieră        | .05.1989   | 1 |            |    | Etulia, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                                                    | fâșie forestiera de tei | .04.1989   | 1 |            |    | Vinogradovca, Taraclia  |
|                                                                                                                                                                    | -                       | 20.05.1972 | 1 |            |    | Ceadîr-Lunga            |
|                                                                                                                                                                    | grâu                    | 00.06.1989 | 1 |            |    | Etulia, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                                                    |                         |            |   |            |    |                         |
|                                                                                                                                                                    | porumb                  | 00.06.1989 | 1 |            |    | Cantemir                |
|                                                                                                                                                                    |                         |            |   |            |    |                         |
| <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)                                                                                                              | lângă iaz               |            |   | 13.05.2022 | 3  | Prutul de Jos           |
|                                                                                                                                                                    | lucernă                 |            |   | 13.05.2022 | 7  | Vulcănești              |
|                                                                                                                                                                    | lucernă                 |            |   | 13.05.2022 | 13 | Roșu, Cahul             |
|                                                                                                                                                                    | lucernă                 |            |   | 13.05.2022 | 9  | Congaz, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                                                    | tabara de vară          |            |   | 13.05.2022 | 2  | Congaz, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                                                    | șes, lac                |            |   | 13.05.2022 | 1  | Svetlii, Găgăuzia       |
|                                                                                                                                                                    | lucernă                 |            |   | 13.05.2022 | 19 | Vadul lui Isac, Cahul   |
|                                                                                                                                                                    | lucernă înflorită       |            |   | 21.07.2022 | 2  | Romanovca, Leova        |
|                                                                                                                                                                    | lângă Prut              |            |   | 03.05.2023 | 1  | Cășlița Prut, Cahul     |
|                                                                                                                                                                    | grâu                    | 29.06.1977 | 2 |            |    | Ciucur-Mingir, Cimișlia |
|                                                                                                                                                                    | câmp                    | 27.06.1977 | 2 |            |    | Vulcănești              |
|                                                                                                                                                                    | porumb                  | .09.1988   | 1 |            |    | Beșalma, Găgăuzia       |
|                                                                                                                                                                    | măr                     | .07.1988   | 1 |            |    | Tomai, Ceadîr-Lunga     |
|                                                                                                                                                                    | mazăre                  | .07.1988   | 1 |            |    | Tomai, Ceadîr-Lunga     |
|                                                                                                                                                                    | nuc                     | .07.1988   | 1 |            |    | Balabanu, Taraclia      |
|                                                                                                                                                                    | grădină                 | .08.1989   | 1 |            |    | Vulcănești              |
|                                                                                                                                                                    | iarbă, mal de Nistru    | .05.1988   | 3 |            |    | Palanca, Ștefan Vodă    |
|                                                                                                                                                                    | grădină                 | .04.1989   | 3 |            |    | Vinogradovca, Taraclia  |
|                                                                                                                                                                    | viță de vie             | .07.1989   | 1 |            |    | Tomai, Ceadîr-Lunga     |
|                                                                                                                                                                    | iarbă                   | .04.1989   | 2 |            |    | Balabanu, Taraclia      |
|                                                                                                                                                                    | viță de vie             | .08.1986   | 1 |            |    | Ciumai, Taraclia        |
|                                                                                                                                                                    | viță de vie             | .07.1988   | 1 |            |    | Vulcănești              |
|                                                                                                                                                                    | grâu                    | .04.1989   | 1 |            |    | Etulia, Găgăuzia        |
|                                                                                                                                                                    | câmp                    | 27.06.1977 | 1 |            |    | Vulcănești              |
|                                                                                                                                                                    | câmp                    | 26.06.1977 | 1 |            |    | Vulcănești              |
|                                                                                                                                                                    | fâșie forestieră        | .07.1988   | 1 |            |    | Cimișlia                |
|                                                                                                                                                                    | viță de vie             | .07.1988   | 1 |            |    | Tomai, Ceadîr-Lunga     |
|                                                                                                                                                                    | grâu                    | .07.1988   | 1 |            |    | Balabanu, Taraclia      |
|                                                                                                                                                                    | cais                    | .07.1988   | 1 |            |    | Tomai, Ceadîr-Lunga     |
|                                                                                                                                                                    | iarbă, mal de Nistru    | .05.1988   | 2 |            |    | Palanca, Ștefan Vodă    |
|                                                                                                                                                                    | mazăre                  | .06.1989   | 1 |            |    | Tvardița, Taraclia      |
|                                                                                                                                                                    | fâșie forestieră        | .04.1989   | 1 |            |    | Balabanu, Taraclia      |
|                                                                                                                                                                    | fâșie forestieră        | .05.1989   | 1 |            |    | Etulia, Găgăuzia        |

|                                                                              |                                         |            |   |            |                          |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------|---|------------|--------------------------|
|                                                                              | porumb                                  | 00.08.1989 | 1 |            | Joltai, Găgăuzia         |
|                                                                              | sfeclă furajeră                         | 00.08.1989 | 1 |            | Joltai, Găgăuzia         |
|                                                                              | câmp                                    | 00.06.1989 | 1 |            | Cișmichioi, Găgăuzia     |
|                                                                              | lucernă                                 | 00.08.1989 | 1 |            | Besalma, Găgăuzia        |
|                                                                              | cais                                    | 00.08.1989 | 1 |            | Congaz                   |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 18.11.2010 | 1 Copanca, Căușeni       |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 18.11.2010 | 1 Leuntea, Căușeni       |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 18.11.2010 | 1 Copanca, Căușeni       |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 18.11.2010 | 1 Leuntea, Căușeni       |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 26.06.2009 | 2 Leuntea, Căușeni       |
|                                                                              | pe plante                               |            |   | 28.08.2008 | 1 Cioburciu, Ștefan Vodă |
| <i>Scymnus ater</i> Kugelann, 1794 = <i>Pullus ater</i> Kugelann, 1794       | pădure de stejar                        | 07.1991    | 1 |            | Flămînda, (Cahul)        |
| <i>Scymnus auritus</i> Westman, 1795 = <i>Pullus auritus</i> (Westman, 1795) | iarbă                                   | 08.1989    | 1 |            | Etulia, Găgăuzia         |
|                                                                              | porumb                                  | 06.1989    | 1 |            | Slobozia Mare, Cahul     |
|                                                                              | lucernă                                 | 07.1991    | 1 |            | Vinogradofca, Taraclia   |
| <i>Scymnus impexus</i> Mulsant, 1850 = <i>Pullus impexus</i> Mulsant, 1850   | pădure de stejar                        | 10.1991    | 1 |            | Pelinei, (Cahula)        |
| <i>Scymnus frontalis</i> (Fabricius, 1787)                                   | lucernă                                 |            |   | 13.05.2022 | 1 Vulcănești             |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 13.05.2022 | 2 Roșu, Cahul            |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 13.05.2022 | 1 Congaz, Găgăuzia       |
|                                                                              | grâu                                    |            |   | 25.06.2022 | 2 Congaz, Găgăuzia       |
|                                                                              | lucernă înflorită                       |            |   | 21.07.2022 | 16 Romanovca, Leova      |
|                                                                              | pantă                                   |            |   | 23.08.2022 | 1 Răscăieți, Ștefan Vodă |
|                                                                              | plantație de salcâm,                    |            |   | 11.09.2008 | 1 Copanca, Căușeni       |
| <i>Scymnus rubromaculatus</i> (Goeze, 1777)                                  | lucernă                                 |            |   | 18.11.2010 | 3 Copanca, Căușeni       |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 18.11.2010 | 30 Leuntea, Căușeni      |
|                                                                              | pădure inundabilă, pe plante ierboase   |            |   | 26.06.2009 | 1 Leuntea, Căușeni       |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 26.06.2009 | 3 Leuntea, Căușeni       |
|                                                                              | plantație de salcâm, pe plante ierboase |            |   | 14.08.2008 | 1 Răscăieți, Ștefan Vodă |
|                                                                              | plantație de salcâm, pe plante ierboase |            |   | 14.08.2008 | 1 Talmaza, Ștefan Vodă   |
| <i>Subcoccinella 24-punctata</i> (Linnaeus, 1758)                            | lucernă                                 |            |   | 13.05.2022 | 1 Roșu, Cahul            |
|                                                                              | șes, lac                                |            |   | 13.05.2022 | 1 Svetlii, Găgăuzia      |
|                                                                              | lucernă înflorită                       |            |   | 21.07.2022 | 24 Romanovca, Leova      |
|                                                                              | mazăre                                  | .06.1989   | 1 |            | Tvardița                 |
|                                                                              | câmp                                    | 00.06.1989 | 1 |            | Etulia, Găgăuzia         |
|                                                                              | lucernă                                 | 00.06.1989 | 1 |            | Colibaș, Cahul           |
|                                                                              | câmp                                    |            |   | 13.05.2022 | 2 Prutul de Jos          |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 04.06.2021 | 2 Leuntea, Căușeni       |
| <i>Stethorus punctillum</i> Weise, 1891                                      | grâu                                    | .06.1990   | 1 |            | Gotești, Cantemir        |
|                                                                              | viță de vie                             | .06.1990   | 1 |            | Lărguța, Cantemir        |
| <i>Tytthaspis sedecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)                           | plante ierboase                         |            |   | 27.05.2021 | 1 Prutul de Jos          |
|                                                                              | lângă iaz                               |            |   | 13.05.2022 | 17 Prutul de Jos         |
|                                                                              | plante ierboase                         |            |   | 29.05.2021 | 1 Tomai, Ceadîr-Lunga    |
|                                                                              | lucernă                                 |            |   | 13.05.2022 | 1 Svetlii, Găgăuzia      |
|                                                                              | șes, lac                                |            |   | 13.05.2022 | 4 Svetlii, Găgăuzia      |
|                                                                              | graminee sălbatic                       | .07.1989   | 1 |            | Etulia, Găgăuzia         |
|                                                                              | câmp                                    | .05.1988   | 1 |            | Palanca, Ștefan Vodă     |
|                                                                              | pădure inundabilă, pe plante ierboase   |            |   | 26.06.2009 | 1 Leuntea, Căușeni       |
|                                                                              | plantație de salcâm, pe sol             |            |   | 14.08.2008 | 1 Răscăieți, Ștefan Vodă |

Cea mai mare diversitate de specii a fost colectată în perioada 1972-1989. Dintre speciile depozitate în colecția Muzeului de Entomologie al Institutului de Zoologie pentru Regiunea de Sud au fost semnalate 10 specii: *Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758) – 10 exemplare, *Anisosticta 19-punctata* (Linnaeus, 1758) – 89 ex., *Hyperaspis campestris* (Herbst, 1783) – 3 ex., *Hippodamia undecimnotata* (Schneider, 1792) – 1ex., *Nephus quadrimaculatus* (Herbst, 1783) – 1 ex., *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) – 3 ex., *Scymnus ater* Kugelann, 1794 – 1 ex., *Scymnus auritus* Westman, 1795 – 3 ex., *Scymnus impexus* Mulsant, 1850 – 1 ex., și *Stethorus punctillum* Weise, 1891 – 1 ex.

**Tabelul 2. Analiza trofică, zoogeografică și a habitatelor la speciile de coccinelide colectate în perioada 1972-2023 din Regiunea de Sud a Republicii Moldova**

| Taxonul                                | Distribuție       | Trofică  | Habitat                     |
|----------------------------------------|-------------------|----------|-----------------------------|
| <i>Adalia bipunctata</i>               | Holarctică        | Zoofagă  | arbori                      |
| <i>Adonia variegata</i>                | Holarctică        | Zoofagă  | plante, erboase și lemnoase |
| <i>Anisosticta 19-punctata</i>         | Palearctică       | Zoofagă  | acvatic                     |
| <i>Coccinella magnifica</i>            | Europeană         | Zoofagă  | copaci                      |
| <i>Coccinella septempunctata</i>       | Holarctică        | Zoofagă  | diverse                     |
| <i>Coccinula quatuordecimpustulata</i> | Holarctică        | Zoofagă  | erbacee                     |
| <i>Hyperaspis reppensis</i>            | Palearctică       | Zoofagă  | lemnoase                    |
| <i>Hyperaspis campestris</i>           | Europeană         | Zoofagă  | lemnoase                    |
| <i>Halyzia sedecimguttata</i>          | Euro Asiatică     | Zoofagă  | pădure                      |
| <i>Hippodamia tredecimpunctata</i>     | Holarctică        | Zoofagă  | diverse                     |
| <i>Hippodamia undecimnotata</i>        | Europeană         | Zoofagă  | erbacee                     |
| <i>Harmonia axyridis</i>               | Cosmopolite       | Polifagă | diverse                     |
| <i>Nephus quadrimaculatus</i>          | Europeană         | Zoofagă  | lemnoase                    |
| <i>Oenopia conglobata</i>              | Euro Asiatică     | Zoofagă  | diverse                     |
| <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>   | Palearctică       | Micetof  | erbacee                     |
| <i>Propylea quatuordecimpunctata</i>   | Palearctică       | Zoofagă  | diverse                     |
| <i>Scymnus ater</i>                    | Europeană         | Zoofagă  | lemnoase                    |
| <i>Scymnus auritus</i>                 | Palearctică       | Zoofagă  | lemnoase                    |
| <i>Scymnus impexus</i>                 | Euro Asiatică     | Zoofagă  | lemnoase                    |
| <i>Scymnus frontalis</i>               | Holarctică        | Zoofagă  | erbacee                     |
| <i>Scymnus rubromaculatus</i>          | Palearctică       | Polifagă | erbacee                     |
| <i>Subcoccinella 24-punctata</i>       | Palearctică       | Polifagă | diverse                     |
| <i>Stethorus punctillum</i>            | Nearctică, Europa | Zoofagă  | lemnoase                    |
| <i>Tytthaspis sedecimpunctata</i>      | Palearctică       | Zoofagă  | diverse                     |

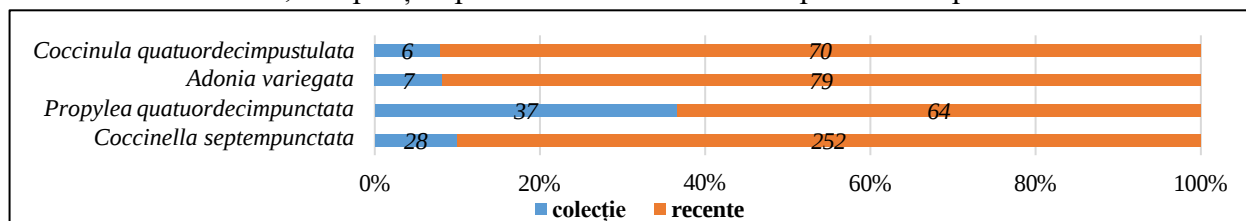
Comune pentru ambele perioade analizate au fost 9 specii, printre acestea se menționează: *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758 – 280 ex., *Propylea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758) – 101 ex., *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777) – 86 ex., *Coccinula quatuordecimpustulata* (Linnaeus, 1758) – 76 ex., *Subcoccinella 24-punctata* (Linnaeus, 1758) – 33 ex., *Psyllobora vigintiduopunctata* (Linnaeus, 1758) – 25 ex., *Tytthaspis sedecimpunctata* (Linnaeus, 1758) – 28 ex., *Hippodamia tredecimpunctata* (Linnaeus, 1758) – 8 ex., și *Halyzia sedecimguttata* (Linnaeus, 1758) – 4 ex.

În ultimii 15 ani se constată prezența a 5 specii: *Scymnus rubromaculatus* (Goeze, 1777) – 59 ex., *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) – 26 ex., *Scymnus frontalis* (Fabricius, 1787) – 24 ex., *Hyperaspis reppensis* (Herbst, 1783) – 2 ex. și *Coccinella magnifica* Redtenbacher, 1843 – 1 ex., dintre acestea specia invazivă *Harmonia axyridis* a avut un efectiv ridicat. Cele mai mari populații au prezentat speciile *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758, a prezentat cel mai mare număr de indivizi (280 ex). Exemplarele au fost semnalate în diverse habitate precum vegetație erbacee de lângă bazine acvatice, de pe șesuri umede, ecosisteme silvice, pe vegetația erbacee din stepă, pășuni, din culturi agricole de lucernă, grâu, mazăre, porumb, viță de vie, plantație de nuci și grădini de legume. A urmat specia *Propylea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758) (101 ex.), colectată de pe plante erbacee de lângă bazinele acvatice, de pe șesuri umede, Din culturile de lucernă, porumb, grâu, mazăre, livezi de mări, nuci, piersici și caise, grădini de legume, viță de vie, fâșii forestiere și sfeclă de furaj.

Cu un număr mai mic de exemplare au urmat speciile *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777) (86 ex.) colectată de pe plante erbacee de lângă bazinele acvatice, din cultura de floarea soarelui, de grâu, de pe plantele erbacee de la liziera pădurii și livada de nuci și specia *Coccinula quatuordecimpustulata* (L., 1758) (76 ex.), colectată în special din cultura de lucernă, și mai puțin din culturile de grâu, porumb, mazăre, cât și viță de vie și ecosisteme forestiere (Figura 1). Analiza trofică a speciilor identificate a permis separarea lor în 3 grupuri diferite. Cele mai abundente au fost speciile zoofage, urmate de 3 specii polifage și una micetofagă. Conform clasificării zoogeografice speciile identificate sunt atribuite

la 6 elemente geografice, dintre care: Palearctice – 8 specii, Holarctice – 6, Europene – 5, Euro-Asiatice – 3, câte o specie Cosmopolită și Nearctică dar introdusă în Europa (Tabelul 2).

Cercetările efectuate privind diversitatea speciilor de coleoptere din familia Coccinellidae din Regiunea de Sud demonstrează că populațiile de coccinelide sunt în schimbare continuă. Zece specii colectate în perioada 1972-1989 și depozitate colecția Muzeului de Entomologie al Institutului de Zoologie nu au mai fost semnalate în ultimii 15 ani, iar 5 specii și-au extins arealul, una dintre care este specia invazivă *Harmonia axyridis*. Dintre cele 24 de specii 9 specii sunt prezente și astăzi în habitatele naturale și culturile agricole cercetate (Tabelul 1). Pentru 4 specii de buburuze (Figura 1), efectivul numeric este în creștere ceea ce demonstrează că aceste specii au populații stabile și nu sunt amenințate de schimbările climatice, de apariția speciilor invazive sau de impactul antropic.



**Figura 1. Structura populațiilor celor 4 specii de coccinelide analizate în perioada 1972-2023**

Cercetările entomologice ulterioare în ecosistemele naturale și artificiale vor lărgi considerabil atât diversitatea de specii cât și structura populațiilor acestora.

## CONCLUZII

Coccinelidele au un rol important în natură fiind principalul grup consumator de afide, acarieni și alți dăunători ai culturilor agricole. Din cauza distrugerii habitatelor, transformate în terenuri agricole, populațiile de coccinelide au suferit schimbări majore în structura lor. Numeroase specii de buburuze și-au micșorat populațiile sau chiar au dispărut din Regiunea de Sud a republicii Moldova. Distrugerea habitatelor naturale, cât și tratamentele specifice culturilor agricole contra dăunătorilor, au micșorat diversitatea acestora în ultimele decenii, în schimb a apărut specia invazivă *Harmonia axyridis*, care apare tot mai des, înlocuind speciile autohtone.

Analiza datelor din colecție este o dovadă a impactului antropic asupra habitatelor naturale, modificării diversității speciilor și populațiilor de coccinelide. În același timp și schimbările climatice cu secetele de lungă durată, înghețuri târzii de primăvară influențează negativ asupra populațiilor acestora.

Studiul a fost efectuat în cadrul proiectului Programul de Stat Nr. 010701 „Evaluarea structurii și funcționării lumii animale și a ecosistemelor acvatice sub influența factorilor biotici și abiotici în contextul asigurării securității ecologice și a bunăstării populației ( 2024-2027) și Proiectului „Evaluarea stării speciilor de plante, fungi și animale, elaborarea listei speciilor cu statut de raritate și algoritmului de prezentare a acestora în ediția a IV-a a Cărții Roșii a Republicii Moldova”.

## BIBLIOGRAFIE

1. Bacal, S., Munteanu, N., Toderaș, I. Checklist of beetles (Insecta: Coleoptera) of the Republic of Moldova. Brukenthal Acta Musei, 2013, vol. 8(3), pp. 415–150.
2. Bacal, S.; Bușmachi, G.; Burduja, D. Contribuții la cunoașterea buburuzelor (Coleoptera: Coccinellidae) din fauna Republicii Moldova. Akademos, 2021, 1(60), pp. 20-27. ISSN 1857-0461. E-SSN 2587-3687. [http://akademos.asm.md/files/34-41\\_14.pdf](http://akademos.asm.md/files/34-41_14.pdf)
3. Bușmachi, G., Bacal, S., Burduja, D., Calestru, L., Belova, V. Buburuzele (Insecta: Coccinellidae) din Republica Moldova. Chișinău: S. n., 2022, 68 p. ISBN 978-9975-3472-6-6. DOI: <http://doi.org/10.53937/9789975347266>
4. Derjanschi, V., Baban, E., Calestru, L., Stahi, N., Țugulea, C. Catalogue of the “N. Zubowsky entomological collection”. Academy of Sciences of Moldova, National Museum of Ethnography and Natural History, Institute of Zoology, Chișinău. Edit., Bons Offices, 2016, 296 p.
5. UK Beetles: Coleoptera | Watford (<https://www.ukbeetles.co.uk/>) (accesat pe 23.08.2022)
6. Крыжановский О.Л. 1965. Определитель насекомых Европейской части СССР. Наука, Москва, 2. 668 с.

# ROLUL ALGELOR ÎN ATENUAREA PROBLEMEI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE GLOBALE

CZU: 582.232/.275:551.58:631.433.53

<https://doi.org/10.53380/eco25.24>

DOBROJAN Sergiu<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0003-0040-5836

JIGĂU Gheorghe<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-4778-2105

DOBROJAN Galina<sup>1</sup>

MELNIC Victor<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0003-1869-8278

CIOBANU Eugeniu<sup>2</sup>, ORCID: 0000-0003-3595-4421

MELNIC Cristin<sup>3</sup>

BACALOV Iurie<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-1651-9056

<sup>1</sup>Universitatea de Stat din Moldova

<sup>2</sup>Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

<sup>3</sup>GT „Melnic Cristin”

**Abstract:** To mitigate the issues of global climate change through atmospheric CO<sub>2</sub> capture, we recommend the industrial cultivation of algae *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris*, which have a significant capacity for carbon capture and utilization in a wide spectrum of algal biomass applications. The atmospheric CO<sub>2</sub> fixation process carried out by *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* algae can be enhanced through cultivation agitation. Agitation cultures within the cultivation process contributes to a 25-30% increase in algal biomass and a daily fixed carbon content of 5,48-7,78 mg/l CO<sub>2</sub>.

**Cuvinte cheie:** alge, bioxid de carbon, agitare

## INTRODUCERE

Schimbările climatice constituie una dintre cele mai grave provocări de mediu cu care s-a confruntat vreodată societatea umană. Efectele acestora sunt resimțite în toate ecosistemele Terrei, provocând dezechilibre semnificative. Cea mai mare amenințare este că intensificarea schimbărilor climatice ar putea duce la dispariția speciei umane [3,5]. Astfel, omenirea trebuie să acționeze urgent pentru a preveni progresul acestei probleme, reducându-le intensitatea și îmbunătățind calitatea aerului atmosferic. Este bine cunoscut că emisiile de carbon joacă un rol major în încălzirea globală. Prin urmare, este imperativ necesar să găsim soluții eficiente și rapide pentru gestionarea acestei probleme. Acțiunile actuale, realizate de specia umană, se concentrează pe reducerea emisiilor de carbon și a altor gaze cu efect de seră, precum și pe captarea și utilizarea lor. Este important de subliniat că efectele pozitive ale reducerii gazelor cu efect de seră vor fi vizibile pe termen lung, însă pentru a împiedica evoluția rapidă a acestei probleme, este necesar să captăm carbonul din atmosferă și să-l valorificăm din punct de vedere economic.

Această gravă problemă de mediu poate fi soluționată prin intermediul procesului biosferic fundamental generator al vieții, „fotosinteza”. Soluția dată ne este prezentată de natură și poate fi analizată prin prisma evoluției vieții pe Terra. Astfel, conform estimărilor prezentate în literatura de specialitate, circa 2 miliarde de ani, planeta noastră a fost lipsită practic de oxigen, iar apariția oxigenului pe Terra este rezultată, în cea mai mare parte, din activitatea fotosintetică a primelor alge cianofite acvatice procariote, care prezentau o formă dominantă de viață pe pământ. Algele albastre-verzi se găseau pretutindeni în colonii sub formă de peliculă în locurile unde pătrundea lumina, acestea contribuind la majorarea semnificativă a conținutului de O<sub>2</sub> din atmosferă (de la 0,001% până la 1%). După care au apărut algele eucariote care au contribuit la sporirea conținutului de O<sub>2</sub> în atmosferă până la 5-6%, iar ulterior fotosinteza a fost amplificată prin aportul plantelor superioare și a altor factori [10].

Din grupa algelor, cele mai eficiente sunt microalgele care habitează în fitoplancton. Acest fapt este argumentat de cantitățile enorme de oxigen eliminate de fitoplanctonul Oceanului planetar (cca.

34,2 miliarde de tone anual), care, conform unor calcule, depășesc chiar și cantitatea de oxigen eliminată de plantele de pe continent. Unele estimări indică că algele din fitoplanctonul Terrei absorb cca. 37 miliarde de tone de CO<sub>2</sub>, ceea ce constituie 40% din totalul de CO<sub>2</sub> emis în atmosferă, cantitate care este echivalentă cu CO<sub>2</sub> absorbită de 1,7 trilioane de copaci (echivalentul a patru zone de pădure amazoniană), sau de 70 de ori mai mult decât este absorbit pe an de toți copacii din Parcurile Naționale și de Stat Redwoods din Statele Unite. Cu cât există mai mult fitoplancton, cu atât este absorbit mai mult carbon. În ciuda faptului că biomasa algelor este de doar 1% din biomasa totală a Terrei, acestea elimină cca. 50% din totalul oxigenului de pe Terra, ceea ce argumentează capacitatea colosală a acestor organisme de a fotosintetiza și valorifica carbonul atmosferic. Algele transformă dioxidul de carbon în biomasă într-un ritm relativ rapid. În medie, 1 kg de biomasă algală (recalculată fără apă) absoarbe 1,83 kg de dioxid de carbon zilnic [4]. Ține de menționat că unele cercetări au demonstrat că microalgele au capacitatea de fixare a CO<sub>2</sub> de 10-50 de ori mai mare decât plantele superioare terestre și, respectiv, prezintă un interes major în soluționarea problemei captării carbonului din atmosferă [1, 2].

Problema captării carbonului atmosferic trebuie soluționată astfel încât din aceasta omul să obțină cât mai multe beneficii, iar acest lucru poate fi realizat prin intermediul cultivării algelor și valorificării biomasei obținute din acest proces. Una dintre cele mai prețioase alge este *Spirulina platensis*, care, pe lângă capacitatea de fixare a CO<sub>2</sub> atmosferic, posedă un conținut biochimic foarte bogat în substanțe biologice active. *Spirulina platensis* conține un procent înalt de proteine, atingând 70-75% din masa uscată. Proteina sintetizată de *S. platensis* include toți acizii aminici esențiali și neesențiali necesari dezvoltării organismului uman și al animalelor, este ușor digerabilă și poate substitui proteinele sărace în lizină și trionină sintetizate de plantele superioare. Biomasa Spirulinei conține până la 35% glucide și până la 4-10% lipide. Producția de proteină de către Spirulină pe aceeași suprafață și în aceeași unitate de timp este de câteva zeci de ori mai mare decât cea a celor mai valoroase plante de cultură [6, 7, 8]. Totodată, de un interes considerabil în nutriția umană, agricultură și protecția mediului este și alga *Chlorella vulgaris*, biomasa căreia conține 62% proteine, 30% glucide, 5% lipide și 3% săruri minerale [9]. Alga *Chlorella vulgaris* poate fi cultivată eficient pe diverse medii nutritive ieftine, chiar și de origine naturală, posedând o dezvoltare majoră și o aplicabilitate practică ridicată. De aceea, utilizarea acestor alge pentru captarea carbonului din atmosferă ar genera beneficii substanțiale atât mediului, cât și omului prin valorificarea eficientă a biomasei algale.

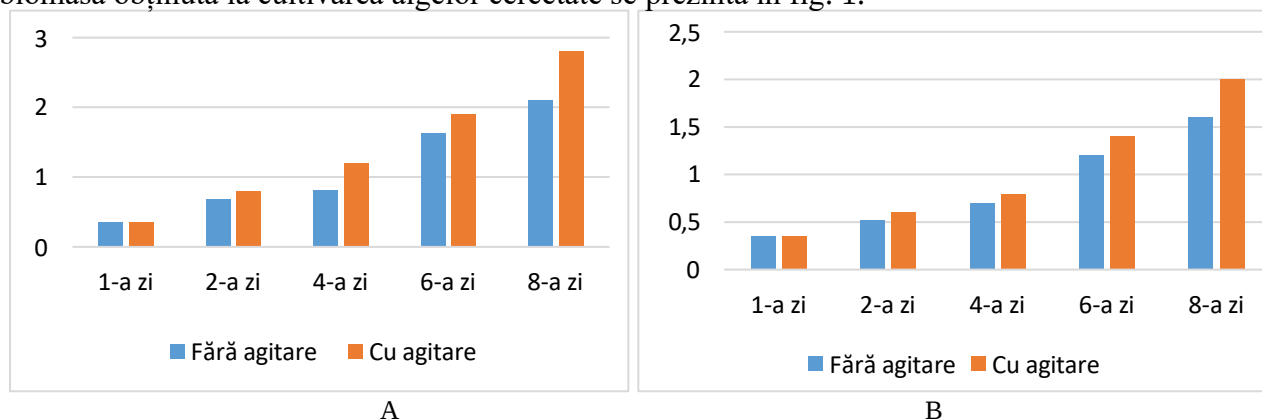
Astfel, în prezenta lucrare ne-am propus să analizăm procesul de asimilare a CO<sub>2</sub> realizat de algele *Spirulina platensis* și *Chlorella vulgaris*.

## MATARIALE ȘI METODE

Ca obiect de studiu au servit algele *Spirulina platensis* și *Chlorella vulgaris* depozitate în cadrul Laboratorului de Cercetări Științifice „Algologie Vasile Șalaru” al Universității de Stat din Moldova. Alga *Spirulina platensis* a fost cultivată după metoda periodică pe mediul nutritiv Zarrouk, iar *Chlorella vulgaris* a fost cultivată, după aceeași metodă, pe mediul nutritiv Tamia (componența mediilor nutritive este descrisă în literatura de specialitate). Experimentele au demarat în condiții de laborator la o iluminare permanentă, cu intensitatea de 2000-3000 lx, temperatura de 25 °C, fiind studiat procesul de acumulare a biomasei și asimilare a CO<sub>2</sub> atmosferic la agitare probelor timp de 60 min pe zi și fără agitare acestora. Biomasa s-a determinat spectrofotometric, la aparatul UV-VIS T 80+. Cantitatea de CO<sub>2</sub> fixat s-a determinat în baza raportului teoretic dintre O<sub>2</sub> dizolvat și CO<sub>2</sub> fixat din atmosferă. Conținutul de O<sub>2</sub> dizolvat a fost determinat prin metoda Winkler.

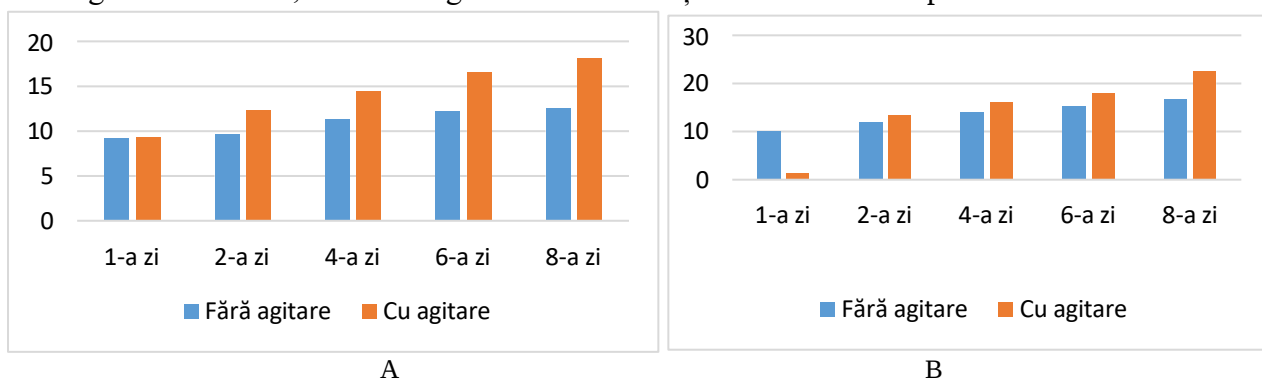
## REZULTATE ȘI DISCUȚII

După cum am menționat, valorificarea CO<sub>2</sub> atmosferic poate fi realizată eficient prin obținerea de biomasă algală care poate fi utilizată în vaste domenii, așa cum ar fi agricultura, alimentația, industriile, bioremedierea, biomanipularea, algalizarea, farmaceutica, epurarea apelor etc. Cantitatea de biomasă obținută la cultivarea algele cercetate se prezintă în fig. 1.



**Fig. 1. Modificările biomasei algele *Spirulina platensis* (A) și *Chlorella vulgaris* (B) cultivate în condiții de laborator sub influența agitării, g/l (biomasă absolut uscată)**

După cum se observă, algele *Spirulina platensis* și *Chlorella vulgaris* atestă o creștere bună pe parcursul perioadei de cultivare, culturile aflându-se în fazele exponențiale de creștere, lucru care este specific pentru cultivarea acestora în condiții de laborator. În cazul ambelor specii cultivate, agitarea influențează direct acumularea de biomasă algală. Agitarea culturilor contribuie la asigurarea iluminării mai uniforme a tuturor celulelor algale, sporind mult atât diviziunea celulelor, cât și fragmentarea filamentelor, ceea ce se răsfrânge pozitiv asupra majorării biomasei acestora. Ține de menționat că în cazul agitării culturilor, biomasa algele cercetate crește cu 25-30% comparativ cu variante



**Fig. 2. Conținutul de CO<sub>2</sub> fixat de algele *Spirulina platensis* (A) și *Chlorella vulgaris* (B) cultivate în condiții de laborator sub influența agitării, mg/l**

Procesul de fixare a CO<sub>2</sub> atmosferic la algele cercetate este direct dependent de intensitatea fotosintezei acestora. În urma cercetărilor realizate s-a constatat că agitarea culturilor sporește procesul de fotosinteză și, respectiv, de captare a bioxidului de carbon. Agitarea culturilor are ca efect sporirea procesului de fixare a bioxidului de carbon, astfel că în varianta cu agitare, la a 8-a zi de cultivare a algei *Spirulina platensis* s-a atestat fixarea a 18,10±0,71 mg/l CO<sub>2</sub>, iar în cea fără agitare doar 12,62±0,50 mg/l CO<sub>2</sub>. La cultivarea algei *Chlorella vulgaris* s-a respectat aceeași regularitate; în varianta cu agitare, concentrația de CO<sub>2</sub> fixat la a 8-a zi a fost de 25,00±1,18 mg/l CO<sub>2</sub>, iar în cea fără agitare 17,22±0,86 mg/l CO<sub>2</sub>. Ține de menționat faptul că deși alga *Chlorella vulgaris* are o creștere mai lentă a biomasei, aceasta a atestat o capacitate mai mare de fixare a CO<sub>2</sub> comparativ cu alga *Spirulina platensis*.

## CONCLUZII

Algele *Spirulina platensis* și *Chlorella vulgaris* posedă o capacitate semnificativă de fixare a CO<sub>2</sub> atmosferic, iar cultivarea acestora în condiții industriale, pe de o parte, ar contribui într-o oarecare măsură la soluționarea problemei captării carbonului atmosferic, iar pe de altă parte, aceasta va asigura biomasă algală cu potențial sporit de valorificare, prezentând și un model original de economie circulară. Agitarea culturilor în procesul de cultivare are ca efect creșterea cantitativă a carbonului fixat, contribuind și la sporirea biomasei algale. Astfel, pentru atenuarea schimbărilor climatice globale, recomandăm cultivarea industrială a algelor *Spirulina platensis* și *Chlorella vulgaris* cu pe mediile nutritive ieftine și eficiente cu agitarea periodică a culturilor.

## BIBLIOGRAFIE

1. CHEN C.Y., KAO P.C., TSAI C.J., LEE D.J., CHANG J.S. Engineering strategies for simultaneous enhancement of C-phycoerythrin production and CO<sub>2</sub> fixation with *Spirulina platensis*. // Bioresour. Technol., 2013, 145, p. 307–312. Duarte J. H., de Moraes E. G., Radmann E. M., Costa J. A. V. Biological CO<sub>2</sub> mitigation from coal power plant by *Chlorella fusca* and *Spirulina* sp. // Bioresour. Technol., 2017, 234, p. 472–475
2. DUARTE J.H., DE MORAIS E.G., RADMANN E.M., COSTA J.A. V. Biological CO<sub>2</sub> mitigation from coal power plant by *Chlorella fusca* and *Spirulina* sp. // Bioresour. Technol., 2017, 234, p. 472–475.
3. KONDILI E.M., KALDELLIS J.K. Biofuel implementation in East Europe: current status and future prospects. // Renew Sustain Energy Rev, 2007, p. 2137–2151.
4. RODOLFI L., ZITTELLI G.C., BASSI N. ET AL. Microalgae for oil: strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor. // Biotechnol. Bioeng., 2009, 102, P. 100–112
5. ROMAN-LESHKOV Y., BARRETT C.J., LIU ZY., DUMESIC J.A. Production of dimethylfuran for liquid fuels from biomass-derived carbohydrates. // Nature, 2007, 447, p. 982–985.
6. RUDIC V. Ș. A. Ficobiotehnologie – cercetări fundamentale și realizări practice. Chișinău: Elena V. I. S.R.L., 2007. 13 – 240 p.
7. ȘALARU V., MANEA Ș. *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. produs alimentar al viitorului. In: Lucrările simpozionului, Progres științific în industria alimentară. București, 2004, p. 137.
8. ДРОБЕЦКАЯ И. В. и др. Ростовые и биохимические характеристики *Spirulina platensis* (NORDST.) GEITLER при различных условиях минерального питания. В: Экология моря. 2001, Вып. 56, с. 41 – 46.
9. МЕЛИХОВ, В.В. Биотехнология – на службе здоровья экосистем водоемов и человека / Мелихов В.В., Кузнецов П.И., Яковлев С.В. // Здоровье и экология. – 2006. – № 3 (37), с. 18-19
10. САУТ Р., УИТТИК А. Основы Алгологии. Москва: Мир, 1990. 595 с.

# METODE ȘI TEHNICI PENTRU CUANTIFICAREA VALORII SERVICIILOR DE ECOSISTEM DIN CADRUL REGIUNII DE DEZVOLTARE SUD A REPUBLICII MOLDOVA

CZU: 631.423:574.4/.5(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.25>

RAILEAN Veronica, ORCID: 0000-0002-1416-8707

BACAL Petru, ORCID: 0000-0003-4262-1553

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract:** Evaluation of ecosystem services has become an increasingly popular practice globally, being adopted by both developed and developing countries. Various methods developed to measure ecosystem services manage to include almost all the benefits they bring to people, providing a comprehensive view of the positive impact of ecosystems on society. The present study aims at the critical analysis of each method, highlighting both their advantages and disadvantages. In the Republic of Moldova, although the assessment of ecosystem services is still in the early stages, there is an increase in interest in carrying out such studies, suggesting a positive trend towards the adoption of this important practice for sustainable development.

**Cuvinte cheie:** servicii de ecosistem, metode de evaluare, tehnici de cuantificare

## INTRODUCERE

Regiunea de Dezvoltare Sud a Republicii Moldova se întinde pe o suprafață de 7379 km<sup>2</sup>, reprezentând astfel 21,8% din întinderea totală a teritoriului republicii. Această regiune este compusă din 8 centre raionale, cuprinzând 288 localități, dintre care 10 sunt orașe, iar restul de 278 sunt localități rurale organizate în 177 de comune [5].

Identificarea și evaluarea serviciilor oferite de ecosistemele naturale și semi-naturale se desfășoară pe baza conceptului de „model ierarhic” (Potschin și Haines-Young, 2011), care integrează perspectivele actorilor sociali cu privire la capacitatea ecosistemelor de a furniza diverse bunuri și servicii. Clasificarea serviciilor ecosistemice urmează tipologia definită de „The Common International Classification of Ecosystem Services” (CICES - <http://cices.eu>), conform recomandărilor grupului de lucru european pentru cartografierea și evaluarea serviciilor ecosistemice (conform MAES, 2014). În cadrul domeniului serviciilor ecosistemice, categoriile principale sunt definite în funcție de rolurile importante pe care ecosistemele le îndeplinesc în susținerea vieții și a bunăstării umane: servicii de aprovizionare, servicii de reglare, servicii culturale și servicii de asistență.

Procesul de evaluare a serviciilor ecosistemice este de natură iterativă, necesitând aplicarea mai multor metode și tehnici, și trebuie să ia în considerare atât nivelul, structura și calitatea serviciilor ecosistemice, cât și sistemul de valori socio-culturale și necesitățile umane.

O problemă actuală cu care se confruntă cercetătorii în domeniul serviciilor de ecosistem este identificarea și aplicarea metodelor și tehnicilor adecvate pentru cuantificarea valorii economice a acestor servicii. Cu toate că recunoașterea importanței serviciilor de ecosistem este în creștere, evaluarea lor economică rămâne un aspect dificil și complex. Diversitatea serviciilor de ecosistem și interconexiunile acestora cu economia și societatea impun necesitatea dezvoltării unor abordări metodologice robuste și flexibile.

## MATERIALE ȘI METODE

Pentru desfășurarea acestui studiu, s-au folosit metodele clasice de cercetare, într-o manieră riguroasă și sistematică. În acest sens, au fost aplicate următoarele metode: *metoda cercetării de birou* – la studierea literaturii de specialitate și a actelor legislative și normative în domeniile protecției mediului și economiei; *metoda deducției* – alegerea metodelor de evaluare economică și de estimare a serviciilor ecosistemice.

Principalele surse de informare utilizate au fost: Economia Protecției Mediului [2]; Studiu privind evaluarea și cuantificarea serviciilor ecosistemice și a potențialului de dezvoltare a comunităților [3]; Valoarea economică a biodiversității și a serviciilor ecosistemice [4]; Ghid metodologic pentru evaluarea rapidă a serviciilor ecosistemice în ariile protejate din România [1].

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Resursele naturale sunt caracterizate de două trăsături esențiale care le conferă valoare: utilitatea și raritatea. Principalele modalități de evaluare pentru estimarea serviciilor ecosistemice pot fi împărțite în două categorii distincte [1]:

Evaluarea economică directă a resurselor naturale, care de obicei se bazează pe analiza costurilor și beneficiilor sociale și individuale directe, și se reflectă în taxele de utilizare sau în alte instrumente financiare. Această formă de evaluare are două funcții principale:

- Funcția de contabilizare a resurselor naturale, care ajută la determinarea nivelului taxelor de utilizare (cum ar fi impozitul funciar).
- Funcția de stimulare a reducerii consumului de resurse naturale și a poluării mediului, prin utilizarea diferitelor instrumente cum ar fi taxele și amenziile ecologice, și subvențiile de mediu.

În general, evaluarea economică directă a resurselor naturale utilizează câteva metode, precum estimarea valorii adăugate obținute prin exploatarea unei resurse naturale sau calcularea pierderilor cauzate de exploatarea sa permanentă. Pentru resursele epuizabile, se evaluează rata de substituie, iar pentru cele regenerabile, rata de reînnoire. În evaluarea directă a resurselor naturale, se iau în considerare trei aspecte importante în funcție de ciclul de viață ecologic al produselor: costurile de exploatare (cum ar fi extracția, prelucrarea primară, transportul), impactul ecologic-economic și pierderile asociate (costurile de reînnoire/restaurare a resurselor regenerabile), și beneficiul social și individual al utilizării resurselor și produselor asociate.

Evaluarea indirectă a bunurilor naturale, care include metode precum stabilirea valorii de conservare, metoda drepturilor de poluare, metoda „doză-efect”, metoda cheltuielilor de transport, metoda evaluării contingentelor, și abordarea hedonistă, etc.

Există trei principii fundamentale pentru evaluarea monetară a serviciilor ecosistemice, care sunt larg acceptate în cercetare (Parent 1998, Freeman 2003):

- Utilizarea prețului de piață pentru evaluarea directă a serviciilor ecosistemice.
- Estimarea disponibilității de a plăti pentru serviciile ecosistemice, adică evaluarea sumei pe care indivizii sau grupurile sunt dispuși să o plătească pentru a beneficia de un anumit serviciu ecologic.
- Folosirea sondajelor pentru a evalua percepțiile și preferințele indivizilor cu privire la valoarea serviciilor ecosistemice.

Fiecare dintre aceste principii include diverse tehnici și metode specifice pentru evaluarea valorii monetare a serviciilor ecosistemice.

### **Cuantificarea serviciilor de ecosistem prin metode și tehnici bazate pe mecanisme de piață**

Valorile asociate bunurilor sau serviciilor ecosistemice pot fi determinate prin intermediul prețurilor de piață, mai ales în cazul produselor ecologice tradițional tranzacționate (cum ar fi alimentele, resursele minerale, lemnul etc.). În acest caz, valoarea acestora poate fi evaluată prin interacțiunea dintre consumatori și producători, la fel ca în cazul oricărui alt bun sau serviciu comercializat pe piață. De exemplu, serviciile ecosistemice precum apa potabilă pot fi folosite ca intrări în procesele de producție, iar valoarea lor poate fi determinată prin contribuția la profiturile obținute din vânzarea bunurilor finale.

Cu toate acestea, unele servicii ecosistemice, cum ar fi frumusețea peisajelor naturale sau experiențele multiple de călătorie și recreere în zonele naturale, nu pot fi achiziționate și vândute direct

pe piață. Cu toate acestea, consumatorii sunt dispuși să plătească prețuri mai mari pentru bunuri sau servicii conexe, ceea ce ajută la evaluarea valorilor adiționale. De exemplu, plata unui preț mai mare pentru o locuință cu o vedere frumoasă.

Această abordare include diverse metode pentru evaluarea valorii monetare, cum ar fi: metoda valorii de piață, metoda productivității, metoda prețului hedonist, metoda costului de călătorie.

*Metoda valorii de piață* se concentrează pe evaluarea economică a bunurilor sau serviciilor ecosistemice tranzacționate pe piețe comerciale. Aceasta implică utilizarea prețurilor de piață pentru a estima valoarea unui bun sau serviciu și se bazează pe cererea și oferta observate pe piață. Are avantaje evidente: datele sunt ușor de accesat, aplicarea e simplă pentru bunurile comercializate, iar valorile sunt legate de comportamentul pieței, fiind relevante pentru politici publice și analize economice. Cu toate acestea, există și dezavantaje notabile. Unele servicii ecosistemice nu sunt tranzacționate pe piață, iar prețurile pot fi influențate de subvenții sau reglementări, distorsionând valoarea reală. Externalitățile negative, precum poluarea, nu sunt întotdeauna reflectate în prețuri, iar fluctuațiile de pe piață pot duce la estimări inexacte pe termen lung. De asemenea, variațiile regionale pot face dificilă aplicarea uniformă a metodei.

*Metoda productivității* se aplică în cazurile în care serviciile ecosistemice contribuie la producția de bunuri comerciale. Aceasta implică evaluarea beneficiilor economice generate prin creșterea productivității rezultate din utilizarea resurselor naturale. Metoda productivității prezintă avantaje semnificative, evidențiind legătura directă dintre starea ecosistemului și prosperitatea economică, utilă mai ales în sectoarele agricole, piscicole și forestiere. Aceasta poate sublinia beneficiile indirecte ale ecosistemelor și poate oferi date empirice pentru analize economice coerente. Cu toate acestea, cuantificarea precisă a contribuției serviciilor ecosistemice necesită modele complexe și date riguroase. Metoda se concentrează pe aspectele economice, riscând să subestimeze valorile culturale și estetice ale ecosistemelor. Accesul limitat la date precise și influența factorilor externi, precum fluctuațiile pieței sau progresele tehnologice, pot îngreuna evaluarea. În plus, abordarea poate să nu captureze variabilitatea spațială și temporală a serviciilor ecosistemice și impactul lor pe termen lung asupra productivității economice. Integrarea unei perspective mai ample și considerarea factorilor spațiali și temporali sunt esențiale pentru o evaluare comprehensivă a contribuției acestor servicii la bunăstarea socială și economică.

*Metoda prețului hedonist* se bazează pe ideea că oamenii apreciază caracteristicile bunurilor sau serviciilor mai mult decât bunurile în sine. Aceasta se aplică în estimarea valorii serviciilor ecosistemice care afectează prețurile pe piață, cum ar fi calitatea mediului înconjurător în cazul locuințelor. Prețurile hedonice sunt esențiale în evaluarea serviciilor ecosistemice, oferind o modalitate de evaluare pentru serviciile care nu sunt direct tranzacționate pe piață. Această metodă utilizează prețurile imobiliare și ale altor bunuri pentru a reflecta valorile atribuite serviciilor ecosistemice, furnizând informații locale și detaliate pentru elaborarea politicilor de protecție a mediului. Cu toate acestea, utilizarea prețurilor hedonice implică complexitate în analiza econometrică și necesită expertiză în statistici avansate, implicând resurse semnificative. Metoda se concentrează în principal pe serviciile ecosistemice cu impact direct asupra prețurilor, ignorând unele aspecte importante, cum ar fi biodiversitatea. De asemenea, influențele externe și fluctuațiile pe piață pot distorsiona evaluările, iar colectarea datelor necesare poate fi dificilă și costisitoare.

*Metoda costului de călătorie* estimează valorile economice ale ecosistemelor utilizate pentru recreere, pe baza costurilor de călătorie ale vizitatorilor. Aceasta presupune că timpul și cheltuielile de deplasare reprezintă prețul accesului la zonele de agrement. Utilizarea costurilor de călătorie pentru evaluarea ecosistemelor aduce avantaje semnificative în gestionarea și conservarea acestora, capturând

valoarea recreativă a resurselor naturale și oferind date accesibile și relevante pentru elaborarea politicilor de management și conservare. Cu toate acestea, există și limitări importante de luat în considerare. Concentrarea pe valori recreative poate subestima alte aspecte esențiale ale serviciilor ecosistemice, cum ar fi valorile ecologice sau culturale. Colectarea și analiza datelor necesare implică un efort considerabil, iar estimarea valorii timpului și a altor costuri non-monetare poate fi dificilă. Reprezentativitatea vizitatorilor și fluctuațiile în cheltuielile de călătorie pot introduce biasuri și distorsiuni în evaluările efectuate.

### **Cuantificarea serviciilor ecosistemelor prin metode și tehnici bazate pe alte mecanisme economice**

O modalitate de a evalua valoarea serviciilor ecosistemice este prin estimarea sumei pe care indivizii sunt dispuși să o plătească pentru a evita efectele negative care ar rezulta din pierderea acestor servicii sau pentru a înlocui serviciile pierdute. De exemplu, suma pe care oamenii ar fi dispuși să o plătească pentru a preveni pagubele cauzate de inundații în zonele de-a lungul râurilor poate fi folosită ca un indicator pentru evaluarea valorii serviciilor de protecție împotriva inundațiilor din zonele umede. Metodele utilizate în această abordare includ calculul: metodele costului daunei evitate, metoda costului de înlocuire, metoda alegerii contingentelor

*Metodele costului daunei evitate*, a costului de înlocuire și a costului de substituție se concentrează pe estimarea valorii serviciilor ecosistemice în funcție de costurile evitate sau de înlocuire. Acestea se bazează pe ideea că oamenii sunt dispuși să plătească pentru a evita daunele sau pentru a înlocui serviciile ecosistemice pierdute. Beneficiile costurilor de evitare în evaluarea ecosistemelor sunt esențiale pentru promovarea gestionării și conservării mediului, evidențiind impactul economic al protejării acestuia și susținând politici orientate către conservare. Metoda facilitează luarea deciziilor informate și demonstrează beneficiile economice ale investițiilor în protejarea ecosistemelor. Cu toate acestea, există și limite de luat în considerare. Identificarea și cuantificarea tuturor costurilor asociate evitării degradării ecosistemelor pot fi dificile, existând riscul subestimării impactului real al deteriorării mediului. Metoda se concentrează exclusiv pe costurile de prevenire a impacturilor negative, ignorând beneficiile pozitive ale ecosistemelor care nu sunt cuantificabile direct. Eficiența și relevanța costurilor de evitare pot varia în funcție de contextul local și politicile existente. Metoda nu ia în considerare aspectele culturale, estetice și spirituale ale ecosistemelor, concentrându-se exclusiv pe aspectele economice. Estimarea corectă a costurilor necesită modele complexe, implicând resurse semnificative de timp și bani, ceea ce poate fi o barieră în implementarea eficientă a metodei.

*Metoda costului de înlocuire* a serviciului ecosistemic este o tehnică utilizată pentru a evalua valoarea serviciilor furnizate de ecosisteme naturale prin estimarea costurilor necesare pentru a înlocui aceste servicii cu soluții artificiale sau alternative. Aceasta implică determinarea cheltuielilor care ar fi necesare pentru a reproduce beneficiile ecologice prin intermediul intervențiilor tehnologice sau infrastructurale, în cazul în care serviciile ecosistemice naturale ar fi pierdute sau degradate. Avantajele metodei costului de înlocuire a serviciilor ecosistemice sunt semnificative, oferind o evaluare transparentă și practică a valorii acestora și evidențiind importanța conservării mediului. Totuși, metoda prezintă limite importante, concentrându-se excesiv pe aspectele economice și tehnologice și subestimând uneori valoarea integrală și unică a ecosistemelor. Variațiile în costurile de înlocuire și accesul dificil la date precise pot afecta precizia și relevanța evaluării, limitând astfel utilizarea eficientă a metodei în luarea deciziilor politice și de conservare.

*Metoda alegerii contingentelor* este o metodă utilizată pentru a cuantifica valoarea serviciilor ecosistemice prin analizarea alegerilor pe care indivizii le fac între diferite opțiuni sau scenarii ipotetice care implică diferite caracteristici ale ecosistemelor. Această metodă folosește tehnici econometrice pentru a estima preferințele indivizilor și a determina valoarea pe care aceștia o atribuie diverselor

servicii ecosistemice. Respondenții sunt rugați să aleagă între seturi de alternative descrise prin diferite atribute, iar analiza rezultatelor permite estimarea valorii acestor atribute. Modelarea alegerii aduce beneficii semnificative în evaluarea și gestionarea serviciilor ecosistemice, oferind o înțelegere profundă a preferințelor și comportamentului indivizilor în raport cu mediul înconjurător. Este o metodă flexibilă și aplicabilă în diverse contexte, furnizând date valoroase pentru dezvoltarea politicii de conservare a mediului și orientând luarea deciziilor. Cu toate acestea, modelarea alegerii necesită un design atent al studiului și analize econometrice complexe, fiind costisitoare și solicitând resurse semnificative de timp și expertiză. Alegerile ipotetice pot să nu reflecte întotdeauna comportamentele reale ale indivizilor, iar biasurile pot afecta validitatea și fiabilitatea răspunsurilor. Interpretarea rezultatelor poate fi dificilă, iar incertitudinile pot afecta luarea deciziilor informate în gestionarea și conservarea ecosistemelor.

### **Cuantificarea serviciilor de ecosistem prin metode și tehnici bazate pe sondaje**

Pentru multe dintre serviciile ecosistemice care nu sunt tranzacționate pe piețe sau care nu sunt strâns legate de bunuri comercializate, sondajele reprezintă o metodă utilă pentru a obține direct informații de la potențialii consumatori. Aceste sondaje pot implica întrebări referitoare la bunuri sau servicii pentru care indivizii sunt dispuși să plătească, fie într-un context ipotetic, fie în alegerea între diverse alternative, ceea ce permite estimarea disponibilității lor de a plăti. Printre metodele utilizate în acest sens se numără: metoda de evaluare a contingentelor, metoda transferului de beneficii.

*Metoda de evaluare a contingentelor* implică întrebarea directă a oamenilor despre cât de mult ar fi dispuși să plătească pentru serviciile de mediu. Aceasta se utilizează pentru a estima valorile economice pentru diverse servicii ecosistemice și poate fi adaptată pentru a evalua atât valoarea de utilizare, cât și cea de non-utilizare. Cu toate acestea, răspunsurile pot fi părtinitoare și pot varia în funcție de termeni. Metoda evaluării contingente aduce beneficii semnificative, oferind o perspectivă completă asupra valorii serviciilor ecosistemice și furnizând date relevante pentru elaborarea politicilor de conservare a mediului. Este flexibilă și adaptabilă la diverse contexte, reflectând preferințele publicului și furnizând informații detaliate despre relația dintre oameni și mediu. Totuși, această metodă este susceptibilă la biasuri și necesită o abordare meticuloasă și o gestionare atentă a resurselor pentru a asigura validitatea și relevanța rezultatelor. Interpretarea rezultatelor poate fi complicată, iar discrepanțele între răspunsuri și comportamentele reale pot genera incertitudini în utilizarea lor pentru luarea deciziilor.

*Metoda transferului de beneficii* este utilizată pentru a estima valorile economice ale serviciilor ecosistemice prin transferul informațiilor din alte studii sau contexte similare. Transferul de beneficii este o metodă eficientă pentru evaluarea valorii serviciilor ecosistemice, economisind timp și resurse și furnizând estimări rapide și relevante. Cu toate acestea, ajustarea valorilor transferate pentru a reflecta particularitățile locale poate fi dificilă, iar utilizarea datelor de slabă calitate poate afecta încrederea în rezultate. De asemenea, unele valori, cum ar fi cele culturale sau spirituale, pot necesita evaluări specifice contextului local pentru a fi corect înțelese și evaluate.

Structura Valorii Economice Totale (VET) este un cadru conceptual utilizat în evaluarea și cuantificarea beneficiilor oferite de serviciile ecosistemice. Această structură vizează evaluarea tuturor formelor de valoare asociate cu ecosistemele, inclusiv atât valoarea de utilizare directă, cât și cea indirectă. Valoarea de utilizare directă se referă la beneficiile obținute direct de către oameni prin intermediul serviciilor ecosistemice. Acestea includ activități precum recreerea în aer liber, observarea naturii, pescuitul și vânătoarea, care sunt direct legate de ecosistemele naturale. Valoarea de utilizare directă poate fi evaluată prin metode precum costul de călătorie, evaluarea contingentă sau metoda prețurilor hedonice. Pe de altă parte, valoarea de utilizare indirectă se referă la beneficiile care nu sunt experimentate direct de către oameni, dar care sunt esențiale pentru susținerea serviciilor de utilizare directă și pentru funcționarea ecosistemelor în ansamblu. Aceste beneficii pot include, de exemplu, rolul

ecosistemelor în menținerea calității aerului și a apei, în reglarea climatului sau în protejarea biodiversității. Deși aceste beneficii nu sunt experimentate direct de către oameni, ele contribuie în mod indirect la bunăstarea umană prin furnizarea unui mediu stabil și sănătos. Este important de menționat că valoarea serviciilor de utilizare indirectă este inclusă în valoarea de utilizare directă atunci când se estimează Valoarea Economică Totală a unui ecosistem. Aceasta se datorează faptului că serviciile de utilizare indirectă sunt importante pentru furnizarea și menținerea serviciilor de utilizare directă și, prin urmare, contribuie la valoarea totală a ecosistemului pentru oameni.

## CONCLUZII

Deși metodele și tehnicile de evaluare au evoluat considerabil, rezultatele obținute satisfac doar parțial cerințele informaționale necesare pentru procesele decizionale. Acest lucru se datorează dificultăților în corelarea aspectelor valorice, variabilității serviciilor ecosistemice și provocărilor legate de cuantificarea și generalizarea rezultatelor. În alegerea metodei adecvate, cercetătorii trebuie să facă compromisuri între robustețea economică și nivelul de detaliu al serviciilor de ecosistem. Restricțiile legate de buget și timp pot influența semnificativ potrivirea dintre scopul evaluării și metoda selectată.

Cuantificarea serviciilor ecosistemice se confruntă cu dificultăți legate de aplicabilitatea rezultatelor, care adesea sunt relevante doar în contextul specific analizat și au o extensibilitate spațială limitată. Cu toate acestea, interesul pentru cuantificarea serviciilor ecosistemice este ridicat în rândul cercetătorilor.

Progresul în acest domeniu este strâns legat de resursele disponibile pentru studiile empirice și de o înțelegere mai profundă a interacțiunilor dintre ecosisteme și societate. Pe măsură ce resursele și tehnicile avansează, este de așteptat ca evaluările serviciilor ecosistemice să devină din ce în ce mai precise și mai relevante pentru procesele decizionale.

***Mulțumiri: Rezultatele cercetărilor prezentate în această lucrare au fost obținute în cadrul Proiectului Instituțional „Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu”.***

## BIBLIOGRAFIE

1. Adamescu M., Cazacu C., Arhire G., Ghid metodologic pentru evaluarea rapidă a serviciilor ecosistemice în ariile protejate din România, 2016, 58p., Disponibil: [https://www.researchgate.net/publication/314724670\\_Ghid\\_metodologic\\_pentru\\_evaluarea\\_rapida\\_a\\_serviciilor\\_ecosistemice\\_in\\_ariile\\_protejate\\_din\\_romania](https://www.researchgate.net/publication/314724670_Ghid_metodologic_pentru_evaluarea_rapida_a_serviciilor_ecosistemice_in_ariile_protejate_din_romania);
2. Bacal P., Economia Protecției Mediului, ASEM, Chișinău, 2007, 414p., ISBN: 978-9975-75-214-5;
3. Bucur C., Bogdan C., Preda E., Studiu privind evaluarea și cuantificarea serviciilor ecosistemice și a potențialului de dezvoltare a comunităților, 2019, 86p., [online] disponibil: [https://cdn.wwf.ro/uploads/2021/02/04134006/Studiu-servicii-ecosistemice\\_compressed.pdf](https://cdn.wwf.ro/uploads/2021/02/04134006/Studiu-servicii-ecosistemice_compressed.pdf);
4. Miron V., Valoarea economică a biodiversității și a serviciilor ecosistemice, 2019, 72p., [online] disponibil: [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/md/Brosura\\_SES-25\\_02\\_19.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/md/Brosura_SES-25_02_19.pdf);
5. Revenco A., Probleme și oportunități în dezvoltarea Regiunii de Sud în contextual integrării europene, 268p., ISBN: 978-9975-3648-0-5, p.23.

# STAREA SĂNĂTĂȚII POPULAȚIEI DIN REGIUNEA DE DEZVOLTARE SUD A REPUBLICII MOLDOVA

CZU: 616:502(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.26>

BODRUG Nicolae, ORCID: 0009-0004-1557-6931

TABĂRĂ Irina, ORCID: 0009-0004-8497-1898

BULIMGA Constantin, ORCID: 0000-0003-1288-0140

Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Ecologie și Geografie

**Abstract.** Environmental pollution affects population health depending on the extension and the degree of exposure to environmental factors. In most cases it is difficult to obtain an accurate situation of exposure of population to harmful factors. Health status is determined by: human biology, ecological factors, the socio-economic situation of each person and the quality of medical services. According to regional, the interdependence of those factors could vary, but not significantly. The environmental risks are everywhere, but diminishing them may improve the health status of the population. The main diseases, registered on the territory of Southern Development Region of the Republic of Moldova, during the 2010–2022 years, are: cardiovascular diseases – 26%; respiratory system diseases (16%) and digestive diseases (11%). The main causes of death are diseases of the cardiovascular system with a share of 56 percent; tumors (15%), and diseases of the digestive system (9%). Mortality due to Covid-19 (period 2020–2022) is estimated at 7 percentage points.

**Key words:** population health, environmental quality, mortality, prevalence and general population incidence.

## INTRODUCERE

Pe măsură ce societatea se confruntă cu provocări globale, cum ar fi schimbările climatice, poluarea și degradarea habitatelor naturale, este evident că există o relație strânsă între sănătatea populației și calitatea mediului înconjurător. De la poluarea aerului, solului și apei până la defrișările masive și pierderea biodiversității, fiecare modificare adusă ecosistemelor este reflectată în starea de sănătate a comunităților umane. Într-o lume tot mai preocupată de sănătatea și bunăstarea populației, recunoașterea importanței mediului natural în acest echilibru devine din ce în ce mai evidentă. Serviciile ecosistemice, adică beneficiile pe care le obținem de la ecosistemele naturale, joacă un rol esențial în asigurarea unei stări optime de sănătate pentru populație.

*Starea sănătății populației* este un indice integrat al dezvoltării sociale a țării, o reflectare a bunăstării social-economice și morale a poporului, a condițiilor de trai și a consumului de servicii medicale, precum și a gradului de instruire și educație, despre factorii de risc și compartamentele sănatoase. Stările morbide sunt determinate de factorii complecși, care acționează sinergetic, de la influența generală asupra organismului, până la maladii concrete, organice.

Conform aprecierii lui A. Dever (1973), importanța acestor factori asupra sănătății constă în: *influența factorilor genetici, dependenți de biologia umană (27%); influența factorilor determinați de bunăstarea social-economică, stilul de viață și comportament (43%); influența factorilor ecologici, determinați de calitatea mediului (19%) și cei determinați de sistemul ocrotirii sănătății (11%).*

În dependență de particularitățile regionale coraportul acestor factori poate varia, dar nu semnificativ. Astfel, ideea că sănătatea umană depinde totalmente de medicină, este eronată și problema majorității îmbolnăvirilor depășește mult limitele ocrotirii sănătății. În tot sistemul formării sănătății, cea mai slabă verigă o constituie individul și una din cele mai importante probleme este educația efectivă a fiecărui om pentru un mod sănătos de viață, pentru evitarea riscului diferitor factori pentru sănătate și profilaxia primară a morbidității [1].

Republica Moldova, și în particular RD Sud (Regiunea de Dezvoltare), întâmpină dificultăți în realizarea aprovizionării populației cu apă potabilă, ceea ce ne spune că apa are un mare impact asupra sănătății populației. O altă problemă aparține gestionării necorespunzătoare a deșeurilor, insalubritatea localităților și nerespectarea măsurilor elementare de protecție a surselor de apă potabilă. Poluarea solului cu diverse substanțe nocive și metalele grele are o amprentă asupra calității mediului

înconjurător. Un rol important la poluarea factorilor de mediu îi revine poluării transfrontaliere, condiționând la apariția ploilor acide.

Accesul la serviciile medicale este, de asemenea, o problemă importantă în regiune. Unele comunități, în special cele din zonele rurale și izolate, se confruntă cu dificultăți în accesarea serviciilor de sănătate de bază din cauza lipsei de infrastructură medicală adecvată și a resurselor umane. Această situație poate duce la întârzieri în diagnosticarea și tratamentul bolilor, ceea ce afectează negativ starea de sănătate a populației.

Factorii determinanți ai sănătății, cum ar fi alimentația, exercițiile fizice și stilul de viață, joacă, de asemenea, un rol crucial în sănătatea populației. De exemplu, consumul excesiv de alimente nesănătoase și sedentarismul pot contribui la creșterea prevalenței obezității și a bolilor asociate, cum ar fi diabetul și bolile cardiovasculare. Promovarea unor obiceiuri de viață sănătoase și educația în domeniul nutriției și exercițiilor fizice pot juca un rol important în prevenirea acestor probleme de sănătate. Prevalența ia în calcul cazurile existente.

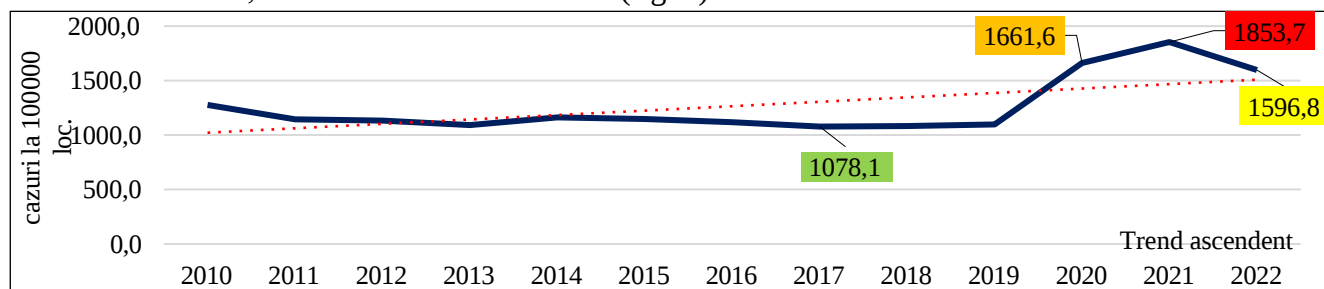
## MATERIALE ȘI METODE

Obiectul de studiu a servit indicii de bază a stării sănătății populației (*mortalitatea, prevalența și incidența generală a populației*), din RD Sud a Republicii Moldova. Pentru desfășurarea cercetărilor au fost utilizate datele statistice ale Ministerului Sănătății al Republicii Moldova, privind starea sănătatea populației din RD Sud, pe perioada a. 2010–2022 [2].

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

**Mortalitatea generală a populației.** Conform datelor obținute [2], dinamica mortalității generale a populației, din RD Sud, pe perioada de estimare, manifestă un trend ascendent evident și considerabil cu cca 25 puncte procentuale.

Așa dar, în intervalul a. 2010–2019, valorile indicelui respectiv poate fi caracterizat ca variabil, menținându-se un trend descendent (de la 1275,6 la 1098,8 cazuri la 100 mii locuitori). Însă către a. 2020 are loc o majorare bruscă, până la 1853,7 cazuri la 100 mii locuitori (valoarea maximă). Acest fapt se poate explica în contextul declanșării pandemiei prin Covid-19, la nivel mondial. Către a. 2022 s-a manifestat o descreștere față de a. 2021 cu cca 14 puncte procentuale. Valoarea minimă a fost înregistrată în a. 2017 cu 1078,1 cazuri la 100 mii locuitori (fig. 1).

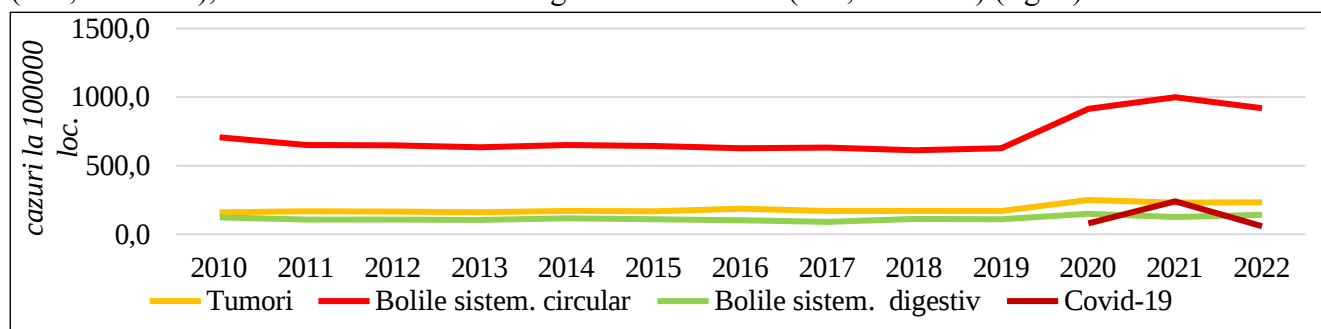


**Figura 1. Dinamica mortalității generale a populației, RD Sud**

Valoarea medie totală a mortalității generale a populației, din RD Sud, pe perioada de estimare, constituie 1264,9 cazuri, fiind cu cca 5% la sută mai înaltă față de valorile medii la nivel republican; iar față de RD Nord cu cca 12 la sută mai mică și practic la același nivel față de RD Centru.

Conform datelor [2] și în urma evaluării estimative, s-a stabilit că *maladiile sistemului circulator, tumorile și cele digestive* sunt cauzele principale de deces a populației, din regiunea dată. Odată cu declanșarea pandemiei prin Covid-19 (a. 2020) în structură mortalități generale a populației au parvenit modificări, când această maladie devine una din aceste cauze.

După cum s-a menționat, maladiile *cardiovasculare* sunt cauza principală de deces a populației la nivel regional, deținând cca 56 la sută din numărul total de decese. Pe perioada estimativă, valorile ratei mortalității prin maladiile cardiovasculare au un caracter variabil, cu tendințe de majorare considerabilă pe perioada ultimilor trei ani. Pe perioada a. 2010–2019, acest grup de maladii au un caracter relativ constant, cu tendințe de micșorare (de la 707,2 până la 627,2 cazuri la 100 mii locuitori). Însă, începând cu a. 2020 se atestă o majorare bruscă a acestui indice până la valori maxime, ce constituie o majorare semnificativă, de cca 46 puncte procentuale, față de a. 2019. Valoarea maximă s-a atins în a. 2021 (999,3/100000), iar cea minimă a fost înregistrată în a. 2018 (612,6/100000) (fig. 2).



**Figura 2. Dinamica principalelor maladii în structura mortalității generale a populației, RD Sud**

Față de a. 2010 decesele prin maladiile cardiovasculare au crescut cu cca 30 la sută; iar comparativ cu a. 2021, valorile acestui indice, a înregistrat o descreștere cu cca 8%. Creșterea semnificativă a ratei acestei maladii se poate explica prin declanșarea pandemiei prin Covid-19, care s-a declanșat în a. 2020.

*Tumorile* sunt a doua cauză de deces în regiunea dată (vezi figura 2). Valoarea medie se estimează cu 184,7 cazuri la 100 mii locuitori, ce constituie cca 15 la sută, din numărul total de decese. Acest grup de maladii, a manifestat un trend ascendent evident și considerabil, înregistrând totuși, patru perioade evolutive. Așa dar, în intervalul a. 2010–2016, când valorile au înregistrat un trend ascendent evident de la 159,8 până la 185,9 cazuri la 100000 locuitori (ce constituie o majorare cu cca ~16%), și al doilea val (a. 2016–2017), când s-a manifestat o descreștere a acestui indice cu cca 8 la sută. Pe perioada (a. 2017–2019) a fost înregistrat un trend relativ constat; după care a avut loc o creștere bruscă și semnificativă până la 250 cazuri la 100000 locuitori (valoarea maximă), ce constituie o majorare cu cca 46 puncte procentuale. Către a. 2022 a avut loc o descreștere cu cca 7%; iar față de a. 2021 a avut loc o majorare nesemnificativă cu cca 1 la sută. Valoarea minimă a fost înregistrată în a. 2010 (159,8/100000).

Pe locul III rămân a fi decesele cauzate de *maladiile sistemului digestiv*, constituind cca 9 la sută din numărul total de decese (fig. 2). Dinamica mortalității prin maladiile digestive au caracter oscilatoriu, cu tendințe evidente de majorare, cu cca 14 puncte procentuale, față de anul de referință. Perioada a. 2010–2013 are loc o scădere de la 124,5 până la 103,6/100000; după care crește până la 116,6/100000 cazuri în a. 2014; iar pe perioada 2014–2017 iar se atestă un val de descreștere până la valoarea minimă (90,3/100000), ce constituie o descreștere cu cca 23 puncte procentuale. Perioada a. 2017–2020 a avut loc o majorare substanțială cu cca 65 la sută, până la valori maxime (149,4/100000); iar către 2021 descrește cu cca 16%, ca apoi să majoreze cu cca 13 puncte procentuale către a. 2022.

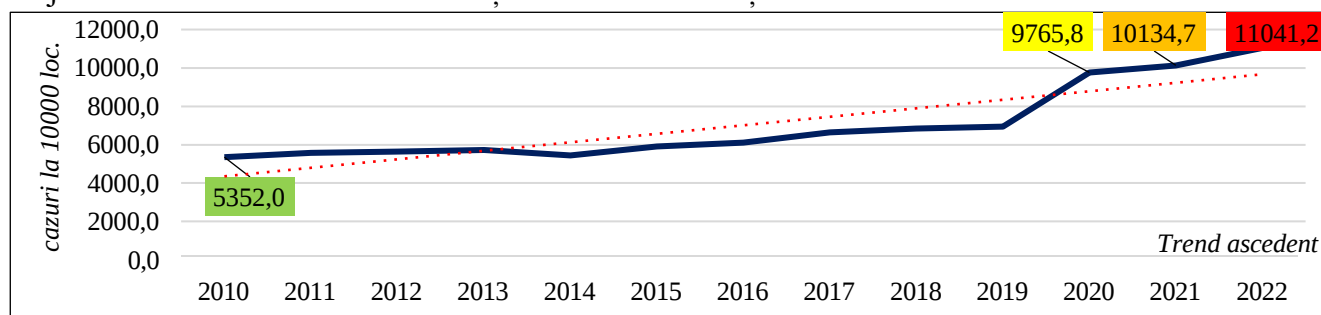
Este necesar de relatat, odată cu declanșarea pandemiei, prin *Covid-19* (a. 2020), structura mortalității generale a populației a fost stabilă. Principalele cauze de deces rămăneau a fi *maladiile cardiovasculare, tumorile și cele digestive*. Mortalitatea prin *Covid-19* modifică acest tablou și devine una din cauzele principale de deces la nivel republican, cât și cel regional. În a. 2021, mortalitatea prin *Covid-19* a devenit a doua cauză de deces, după maladiile cardiovasculare, plasând tumorile pe locul trei. În perioada a. 2020–2022, decesele prin *Covid-19*, după valoarea medie, raportat la numărul total,

ocupă locul IV, cu valoarea medie de 126,3 cazuri la 100000 locuitori, ce constituie cca 7 la sută din valoarea medie. Valoarea maximă a fost înregistrată în a. 2021 cu 240,3 cazuri la 100000 locuitori, după ce are loc o diminuare semnificativă către a. 2022, cu cca 25 la sută.

De asemenea, este necesar și important de remarcat, că în perioada ultimilor trei ani, se atestă cele mai înalte valori a mortalității prin maladiile *cardiovasculare*, *tumori* și *cele digestive*. Acest fenomen poate fi explicat prin declanșarea pandemiei prin Covid-19.

Este necesar de remarcat că, în mediu urban rata mortalității, prin Covid-19, sunt majore față de valorile din mediu rural. Acest fapt se poate explica prin faptul că, în mediul urban densitatea populației este mai mare și interrelația dintre populație este cea mai înaltă.

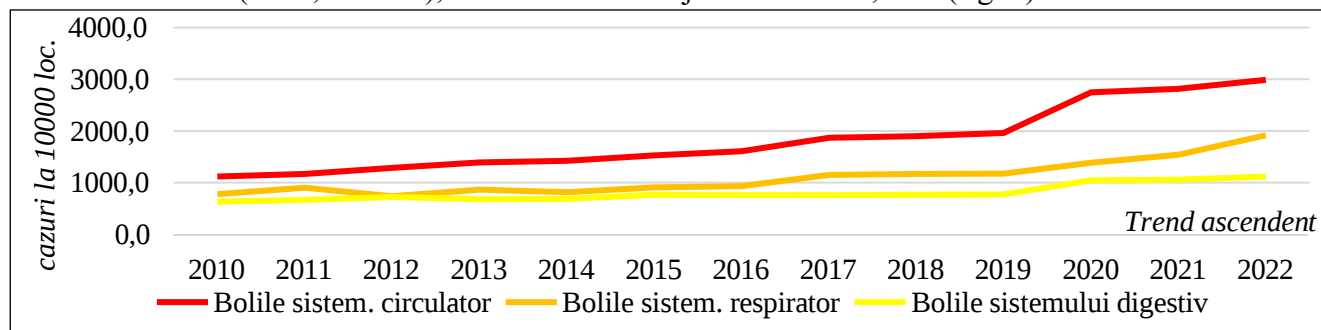
**Prevalența generală a populației.** Conform datelor obținute [2], rata prevalenței generale a populației, din RD Sud, are valori variabile, cu tendințe bine conturate de ascendență anuală și continuă (fig. 3). Astfel, dacă în a. 2010, pe teritoriul dat, au fost înregistrate valori minime (5352 cazuri la 10 mii loc.), atunci către a. 2022 indicele respectiv, au atins valoarea maximă (11041,2/10000), ce constituie o majorare considerabilă de cca 2 ori față de anul de referință.



**Figura 3. Dinamica prevalenței generale a populației, RD Sud**

Este necesar de remarcat, că pentru perioada a. 2010–2019, rata prevalenței generale totale, are o creștere lentă anuală cu 30 la sută, după care s-a manifestat o majorare bruscă și substanțială cu cca 59 puncte procentuale. Această creștere masivă se poate explica prin faptul, că în perioada respectivă, a avut loc declanșarea pandemiei prin Covid-19, la nivel global, ce a dus la creșterea excesivă.

Conform datelor [2], *maladiile sistemului cardiovascular* sunt cauza principală de îmbolnăvire, ce constituie 26 la sută din numărul total de îmbolnăviri, cu valoarea medie de 1830,3 cazuri la 10000 locuitori. Este important și necesar de remarcat, că maladiile respective, au un trend anual de majorare. Așa dar, dacă în a. 2010 a fost înregistrată valoarea minimă (1117,8/10000), atunci către a. 2022 atinge valoarea maximă (2988,4/10000), ce constituie o majorare de cca 2,7 ori (fig. 4).



**Figura 4. Dinamica principalelor maladii în structura prevalenței generale a populației, RD Sud**

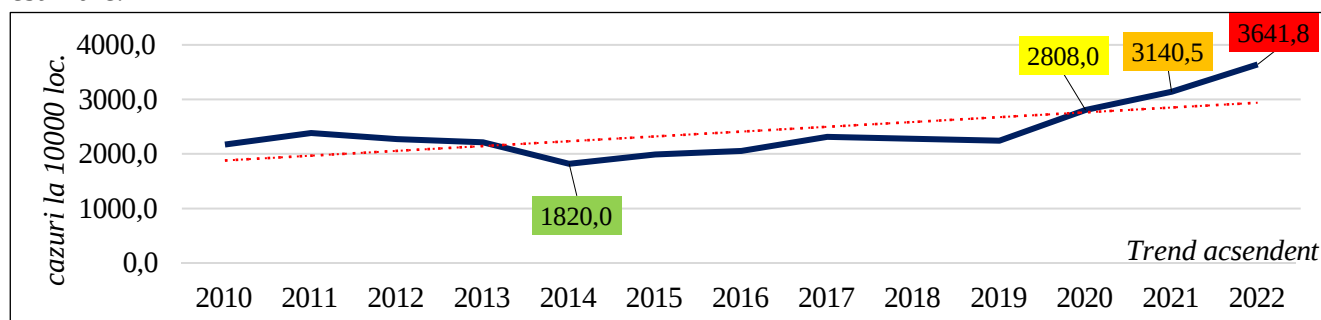
Locul II, în structura prevalenței generale, le ocupă stabil, *maladiile sistemului respirator* care constituie 16 la sută din numărul total, cu valoarea medie de 1096,8 cazuri la 10 mii locuitori (fig. 4). Pe perioada de estimare, maladiile respective, de asemenea, au trend ascendent anual. Așa dar, dacă în a.

2010 au fost înregistrate 777,4/10000, atunci către a. 2022 atinge valori maxime cu 1915,6/10000, ce constituie o creștere de cca 2,5 ori. Valoarea minimă a fost înregistrată în a. 2012 (736,3/10000).

*Maladiile sistemului digestiv* se plasează pe locul III, în structura prevalenței generale, constituind cu cca 11 la sută din total, având valoarea medie de 800,4 cazuri la 10 mii locuitori (fig. 4). Acest grup de maladii, de asemenea, a manifestat un trend ascendent anual, de la 630,7 (valoarea minimă) până la 1117,8/10000 cazuri, ce constituie o creștere de cca 1,8 ori. Valorile maxime au fost înregistrate în ultimii trei ani.

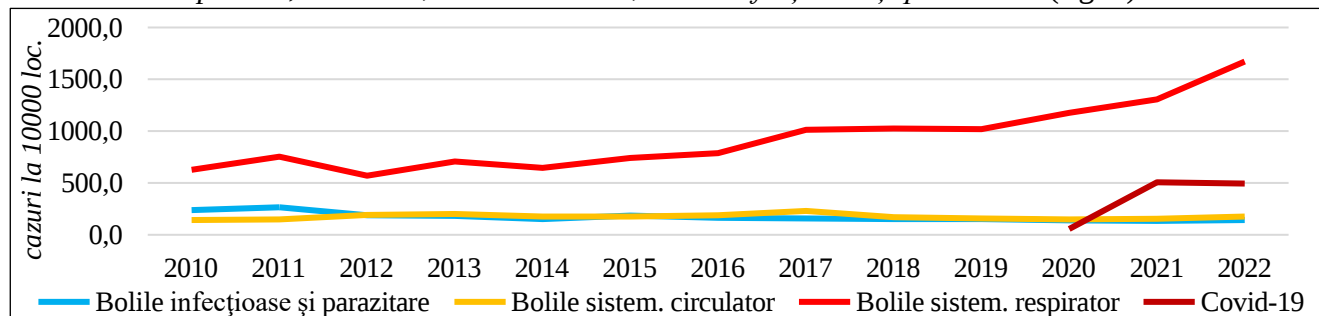
**Incidența generală a populației.** Conform datelor obținute [2], s-a stabilit că dinamica incidenței generale a populației, a manifestat un trend relativ constant, în perioada a. 2010–2019, cu tendințe evidente de majorare, în ultimii trei ani.

Totuși, dinamica acestor maladii, pe perioada de estimare, înregistrează, cinci perioade fluctuante. Către a. 2011 valoarea totală a incidenței generale a crescut cu cca 25 la sută, față de a. 2010, de la 2172,9 până la 2381,4/10000; către a. 2014 descrește până la 1820,0/10000 (valoarea minimă), ce constituie o descreștere cu cca 24%. În perioada a. 2014–2017, s-a manifestat un trend ascendent cu cca 27 la sută; iar în intervalul a. 2017–2019, s-a manifestat o scădere nesemnificativă a acestui indice, cu 3 la sută, până la 2241,3 cazuri la 10 mii locuitori. Însă, din a. 2019 se manifestă un trend ascendent anual continuu, bine conturat, până la valoarea maximă în a. 2022 (3641,8/10000), ce constituie o majorare substanțială cu cca 63%. Astfel, față de a. 2010 a avut loc o majorare considerabilă și se estimează la cca 68 puncte procentuale; iar comparativ cu a. 2021 acest indice s-a majorat cu cca 16% (fig. 5). Este necesar de remarcat, că în ultimii trei ani au fost înregistrați cele mai înalte valori, pe toată perioada de estimare.



**Figura 5. Dinamica incidenței generale a populației, RD Sud**

Maladiile cu cele mai înalte răspândiri, ce au fost înregistrate pe teritoriul RD Sud, sunt maladiile sistemelor: *respirator, Covid-19, cardiovascular, bolile infecțioase și parazitare* (fig. 6).



**Figura 6. Dinamica principalelor maladii în structura incidenței generale a populației, RD Sud**

Analiza structurii incidenței generale a populației, din RD Sud, denotă, că *bolile sistemului respirator* se mențin pe primul loc, pe toată perioada de estimare. Valoarea medie constituie 926,6 cazuri la 10 mii locuitori, având cota cea mai înaltă de răspândire și constituie cca 38 la sută, din numărul

total. Dinamica maladiilor respective, a înregistrat un trend ascendent bine conturat. Așa dar, pe perioada a. 2010–2016 valorile incidenței generale totale a avut un caracter variabil, cu un trend ascendent cu cca 25% (de la 627,8 până la 786,3/10000); după care a avut loc o majorare considerabilă continuă anuală, până la valori maxime în a. 2022 (1671,5/10000), ce constituie creștere semnificativă de cca 2,6 ori. Față de a. 2010 a valoarea acestui indice s-a majorat considerabil de cca 2,7 ori; iar față de a. 2022 respectiv cu cca 28 la sută (fig. 6).

Este importat de remarcat, odată ce declanșarea pandemiei prin Covid-19, la nivel mondial, a adus schimbări și în structura indicatorului dat, la nivel republican, cât și cel regional. Incidența prin Covid-19 devine o nouă formă nosologică în structura incidenței a populației și din a. 2020 devine una din cauzele principale de îmbolnăvire, după gradul de răspândire, cedând doar maladiilor sistemului respirator. Valoarea medie pe perioada declanșării pandemiei constituie 352,2 cazuri al 10000 locuitori și constituie cca 11 la sută, din numărul total de îmbolnăviri, pe perioada 2020–2022. Ce a mai înaltă rată a fost înregistrată în a. 2021 cu 506,5 cazuri la 10 mii locuitori; cu o diminuare ușoară ulterioară cu cca 2,4 puncte procentuale față de în a. 2021.

Locul doi, constant le ocupă bolile *cardiovasculare* cu valoarea medie de 173,6 cazuri la 10 mii locuitori, constituind cca 7% din numărul total de maladii. Dinamica acestui grup de maladii poartă un caracter variabil, cu un trend descendent cu cca 23% față de anul de referință. Totuși, pe perioada a. 2010–2013 a fost înregistrat un trend ascendent, de la 142,5 până la 201,8 cazuri la 10 mii locuitori, ce constituie cca 42 la sută; ca spre a. 2015 să scadă cu cca 13 puncte procentuale; după care valoarea indicelui respectiv din nou manifestă un trend ascendent cu cca 31% către a. 2017, atingând valoarea maximă (230,3/10000). Pe perioada a. 2017–2021 se atestă o descreștere cu cca 34%, până la 153,2/10000; după care are loc o majorare cu cca 14% față de a. 2021 (fig. 6).

După valoarea medie, pe locul III, se plasează *maladiile infecțioase și parazitare*, cu 173,4 cazuri la 10 mii locuitori, ce constituie cca 7 la sută din numărul total de maladii (fig. 6). Totuși, pe perioada a. 2010–2011, s-a atestat o majorare cu cca 12% valoarea maximă, de la 238,2 până la 265,5 cazuri la 10 mii locuitori; după care se atestă o micșorare către a. 2014 până la 151,7/10000. Către a. 2015 s-a înregistrat un val ascendent cu cca 22 la sută (până la 185,4/10000). În intervalul a. 2015–2021 s-a înregistrat un trend descendent anual continuu, până la 134,0/10000 (valoarea minimă), ce constituie o descreștere cu cca 28 puncte procentuale. Față de a. 2021, indicele respectiv s-a majorat cu 6 la sută.

## CONCLUZII

1. Structura mortalității generale a populației, din RD Sud, rămâne a fi stabilă. Principalele cauze de deces sunt *bolile sistemului cardiovascular* cu cota parte de 56 la sută; *tumorile* (15%), și *maladiile sistemului digestiv* (9%). Mortalitatea prin Covid-19 (perioada a. 2020–2022) se estimează cu 7 puncte procentuale.
2. S-a stabilit, că cele mai răspândite maladii, în structura generală a populației, din RD Sud, sunt maladiile: *cardiovasculare* cu cca 26 la sută, *sistemului respirator* (16%) și cele *digestive* (11%). Toate maladiile respective au un trend ascendent, față de anul de referință. Perioada ultimilor ani sunt înregistrate cele mai înalte valori ai indicatorilor respective.
3. Principalele maladii în structura incidenței generale a populației, din RD Sud, rămân a fi: *afecțiunile sistemului respirator* ce constituie cca 41 la sută din numărul total de îmbolnăviri; *cardiovasculare* cu 7%; *bolile infecțioase și parazitare* cu 6%. Pe perioada a. 2020–2022, incidența prin Covid-19, devine a doua cauză de îmbolnăvire, după gradul de manifestare din teritoriul dat.

## BIBLIOGRAFIE:

1. OPOPOL, N. *Sănătatea mediului*. Univ. de Stat de Medicină și Farmacie „N. Testemițanu”. Școala Management în Sănătate Publică. – Ch.: Bons Offices, 2006. pp. 4–22. ISBN 978-9975-80-013-6.
2. Ministerul Sănătății al Republicii Moldova. Agenția Națională pentru Sănătate Publică. *Anuarul statistic al sistemului de sănătate din Moldova* (anii 2010–2022). Disponibil: [www.ansp.md](http://www.ansp.md), [citat 10.10.2023].

# STUDIUL CLIMEI REGIONALE ÎN PERIOADA 1960-1990 PE EXEMPLUL REGIUNII DE SUD A REPUBLICII MOLDOVA

CZU: 551.58(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.27>

**COJOCARI Rodica**, ORCID: 0000-0002-4560-7709

**MÎNDRU Galina**, ORCID: 0009-0009-6679-6113

**RĂILEANU Valentin**, ORCID: 0000-0002-2000-8216

**ȚURCANU Viorica**, ORCID: 0009-0008-0161-0819

**Institutul de Ecologie și Geografie al Universității de Stat din Moldova**

**Abstract:** *The Southern region of the Republic of Moldova is the most vulnerable to changes in the regional climate and is exposed to a high risk of the occurrence of dangerous weather-climatic phenomena. In the presented study, we aimed to study the regional climate based on the temperature values, and on the one hand, the oscillation limits of the studied element were established in the given period (diagnostic study) and on the other hand, the monthly and average maps were modeled annual (cartographic modelling). The thermal regime in the Southern Development Region for the period under study showed oscillations between the value of -8.8° and +30.1°C, which once again denotes the fact that the area is prone to the high risk of risk phenomena.*

**Cuvinte cheie:** temperatură, valoare medie, valoare maximă, schimbarea climei, modelare, informație brută, expunere.

## INTRODUCERE

La nivel internațional, de către grupul inter-agenții și de experți privind indicatorii obiectivelor de dezvoltare durabilă (IAEG-SDGs), creat de către Comitetul pentru Statistică a ONU (sesiunea 46), au fost elaborate Obiectivele de Dezvoltare Durabilă, altfel cunoscute ca Obiectivele Globale, care prezintă un apel universal la acțiune, pentru a pune capăt sărăciei, pentru a proteja planeta și pentru a asigura faptul că toți oamenii se bucură de pace și de prosperitate.

Per total sunt elaborate 17 obiective care se bazează pe Obiectivele de Dezvoltare ale Mileniului, la moment acoperind și domenii noi, precum schimbările climatice (Obiectivul 13 - Acțiune asupra climei), inegalitatea economică, inovațiile, consumul durabil, pacea și justiția, printre alte priorități.

La nivel de stat, în Republica Moldova, a fost adoptată Hotărârea de Guvern nr. 382 din 2019 care presupune:

- cartografierea stării actuale a componentelor de mediu în baza Sistemelor Informaționale Geografice;
- determinarea schimbărilor posibile în componentele de mediu (relief, climă, ape, floră, faună), cauzate de ritmul accelerat de modificare.

Reieșind din cele menționate anterior, în cadrul Institutului de Ecologie și Geografie al USM a fost elaborat proiectul “Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu”, unde accent se va pune anume pe evaluarea vulnerabilității teritoriului către schimbarea climei.

Regiunea de Sud a Republicii Moldova este cea mai vulnerabilă către schimbările climei regionale și este expusă unui risc sporit de manifestare a fenomenelor meteo-climatice de risc [1, 2].

## MATERIALE ȘI METODE

Materiale de studiu au folosit informația de la stațiile meteorologice Cahul, Leova, Comrat și Ștefan Vodă din subordinea Serviciului Hidrometeorologic de Stat, perioada 1961-1990. În aspect spațio-temporar au fost analizate șirurile numerice de stațiile meteorologice (informație brută) și în baza ecuațiilor de regresie multiplă (factori determinați fiind altitudinea absolută, latitudinea și fragmentarea reliefului) au fost modelate hărțile pentru perioada 1961-1990 (perioadă de analiză climatică).

Metodele de studiu au presupus calcul statistic clasic, elaborarea ecuației de regresie multiplă și modelarea cartografică utilizând softul ArcGIS.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În studiul prezentat am avut ca scop studiul climei regionale în baza valorilor temperaturii și pe de o parte au fost stabilite limitele de oscilație ale elementului studiat în perioada dată (studiu diagnostic), iar pe de altă parte au fost modelate hărțile la nivel de lună și medie anuală (modelare cartografică).

În aspect spațio-temporar au fost analizate șirurile numerice de la cinci stații meteorologice (informație brută) și în baza ecuațiilor de regresie multiplă (factori determinați fiind altitudinea absolută, latitudinea și fragmentarea reliefului) au fost modelate hărțile pentru perioada 1961-1990 (perioadă de analiză climatică). Luna ianuarie din punct de vedere climatic a prezentat următoarele oscilații ale valorilor brute: valoarea medie a temperaturii  $-3,1^{\circ}\text{C}$ , cea mai mică valoare a temperaturii  $-11,4^{\circ}\text{C}$ , cea mai mare valoare a temperaturii  $+1,7^{\circ}\text{C}$ . Modelarea în baza ecuației de regresie, fig. 1 nu prezintă diferențieri mari: valoarea medie  $-2,9^{\circ}\text{C}$ . Valorile medii multianuale pentru luna februarie au oscilat în limite mai mici: valoarea medie  $-1,5^{\circ}\text{C}$ , valoarea minimă  $-10,7^{\circ}\text{C}$  și valoarea maximă  $3,9^{\circ}\text{C}$  față de valoarea medie modelată  $-1,25^{\circ}\text{C}$  (fig. 2).

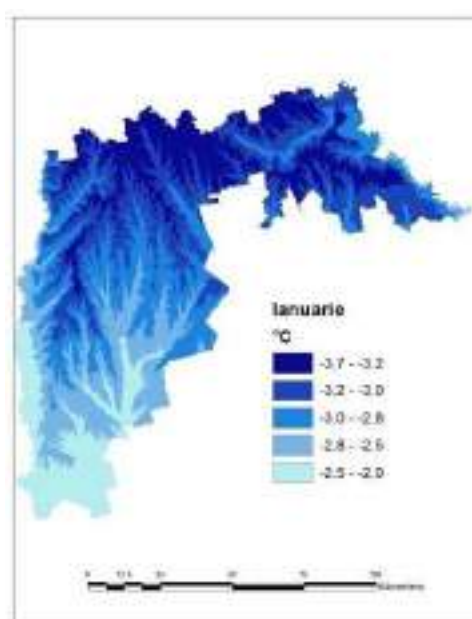


Figura 1. Mersul multianual al valorii temperaturii medii pentru luna ianuarie

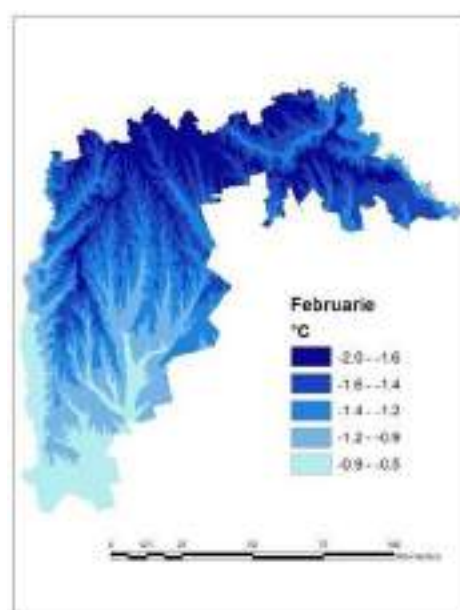
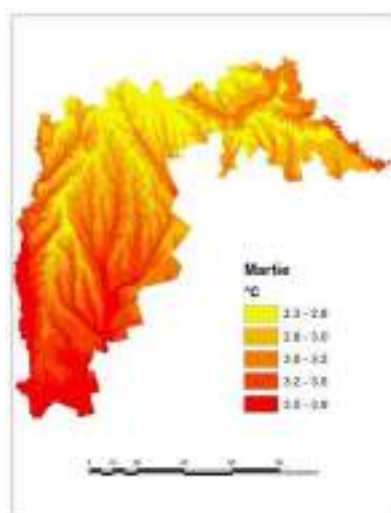
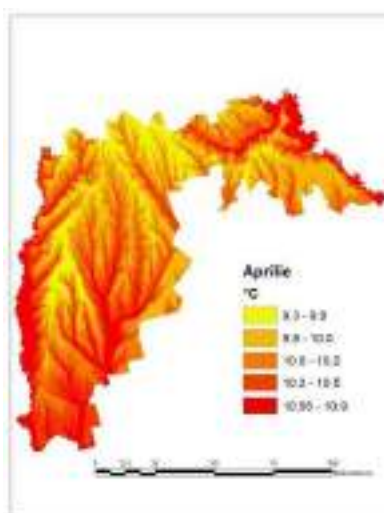


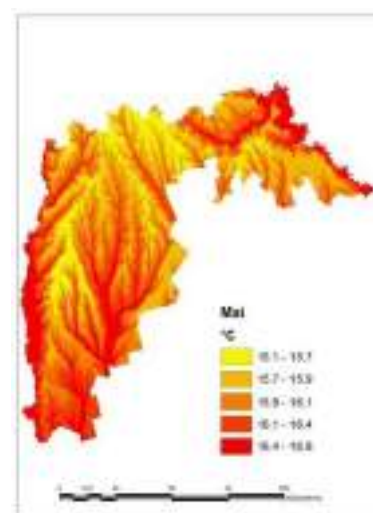
Figura 2. Mersul multianual al valorii temperaturii medii pentru luna februarie



a



b



c

Figura 3. Mersul multianual al valorii temperaturii medii pentru lunile - martie a, aprilie b, mai c

Pentru lunile ce caracterizează anotimpul de primăvară (fig. 3 a, b, c) valorile modelate se prezintă în felul următor: +3,1°C martie, aprilie +10,1°C și +15,0°C mai.

Din punct de vedere a analizei datelor brute limitele se încadrează în limitele -4,0°C - +15,9°C (tab. 1).

**Tab. 1 Limitele de oscilație a temperaturii în lunile de primăvară**

| Luna    | Valoarea medie, °C | Valoarea minimă, °C | Valoarea maximă, °C |
|---------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Martie  | 2,9                | -4,0                | 9,0                 |
| Aprilie | 10,0               | 5,5                 | 9,0                 |
| Mai     | 15,9               | 13,1                | 9,0                 |

În lunile care caracterizează anotimpul de vară (tab. 2) limitele de oscilație sunt cuprinse între 17,2°C – 23,4°C.

**Tab. 2 Limitele de oscilație a temperaturii în lunile de vară**

| Luna   | Valoarea medie, °C | Valoarea minimă, °C | Valoarea maximă, °C |
|--------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Iunie  | 19,4               | 17,2                | 22,7                |
| Iulie  | 21,1               | 17,2                | 23,4                |
| August | 20,7               | 17,2                | 23,2                |

Ca rezultat al modelării cartografice, valorile medii prezintă cele mai ne semnificative diferențieri (0,1°C). Astfel valoarea medie pentru luna iunie a constituit +19,5°C, pentru luna iulie +21,1°C și pentru luna august +20,8°C (fig. 4).

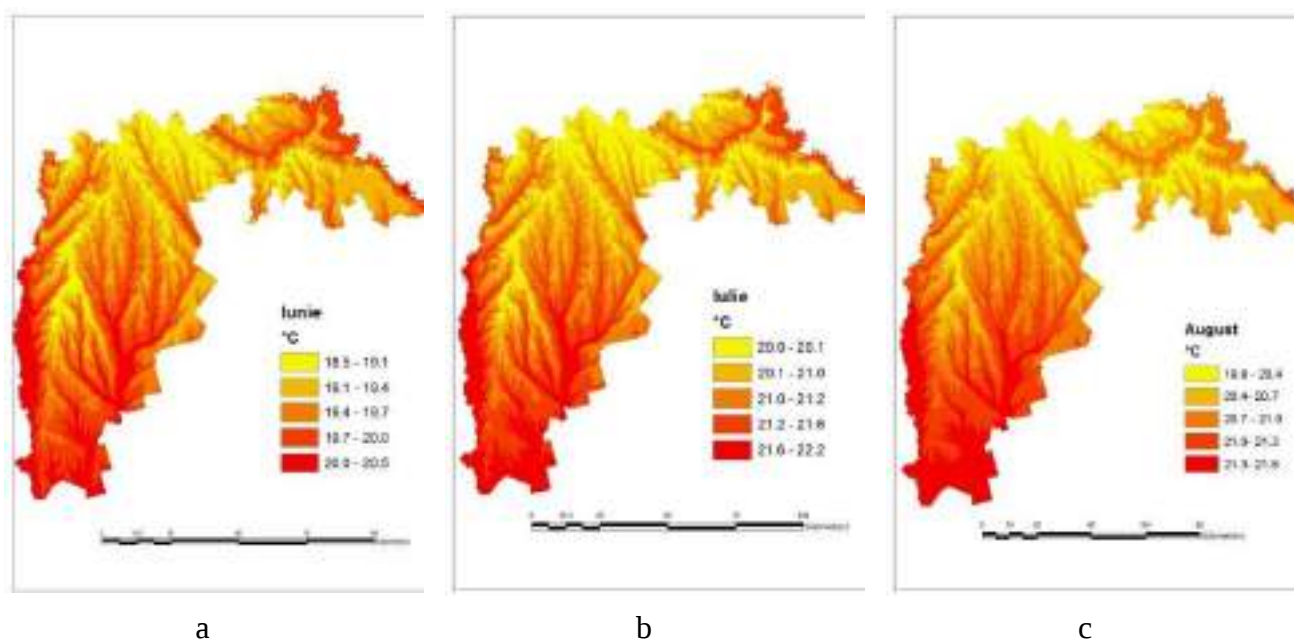


Figura 4. Mersul multianual al valorii temperaturii medii pentru lunile - iunie **a**, iulie **b**, august **c**

Anotimpul de toamnă prezentat prin lunile septembrie, octombrie și noiembrie evaluat după valori brute (tab. 3) prezintă limite de oscilații destul de mari de la -1,3°C – 19,5°C.

**Tab. 3 Limitele de oscilație a temperaturii în lunile de toamnă**

| Luna       | Valoarea medie, °C | Valoarea minimă, °C | Valoarea maximă, °C |
|------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Septembrie | 16,6               | 14,0                | 19,5                |
| Octombrie  | 10,4               | 7,3                 | 15,0                |
| Noiembrie  | 4,6                | -1,3                | 8,9                 |

Valorile modelate ale temperaturii se prezintă numeric în felul următor: +11,0°C media lunii septembrie, +10,6°C media pentru luna octombrie și media pentru luna noiembrie +4,8°C (fig. 5).

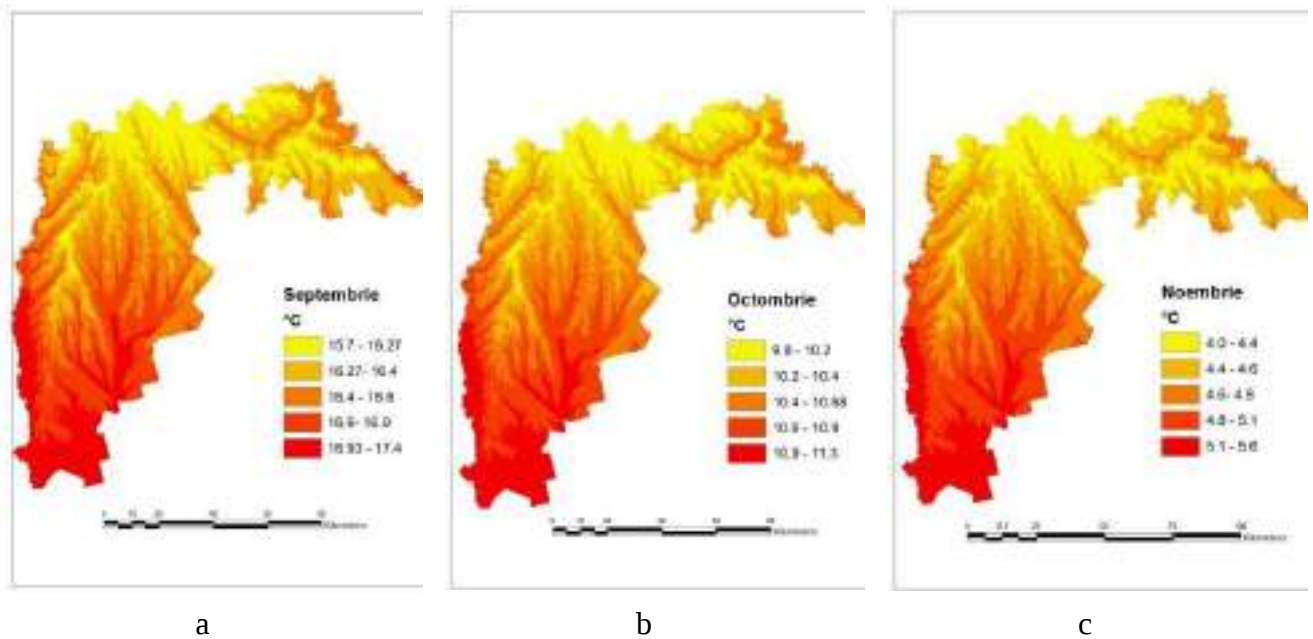


Figura 5. Mersul multianual al valorii temperaturii medii pentru lunile - iunie a, iulie b, august c

Modelată cartografic valoarea medie a temperaturii pentru luna decembrie a prezentat o medie de -0,3 (fig. 6).

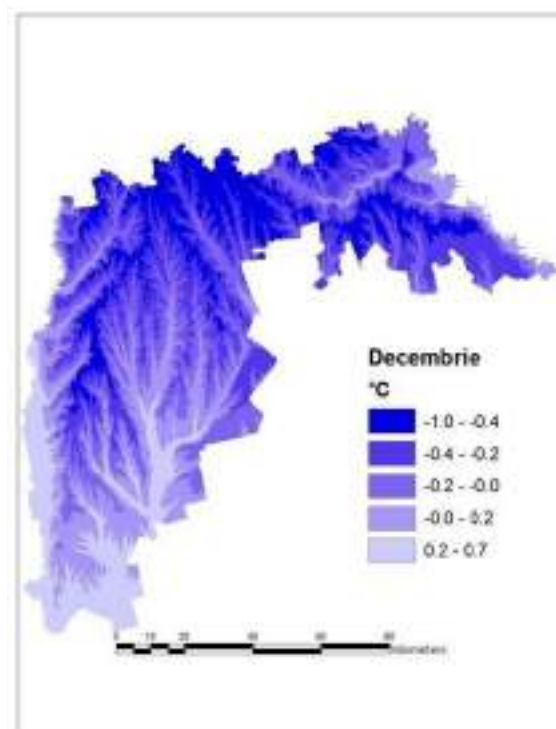
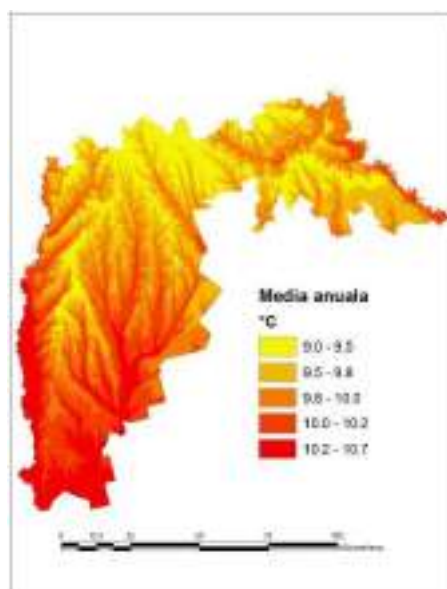


Figura 6 . Mersul multianual al valorii temperaturii medii pentru luna decembrie

Sub aspectul datelor brute valoarea medie a constituit -0,3°C, valoarea minimă -4,8°C și valoarea maximă +3,2°C. Valoarea medie multianuală (fig. 7) în cadrul regiunii a prezenta oscilații de la +9,0°C până la +10,7 °C.



**Figura 7. Valoarea medie multianuală a temperaturii**

Valorile de oscilație a temperaturilor maxime și minime per stație sunt prezentate în tab 4.

**Tabelul 4. Valorile de oscilație a temperaturilor maxime și minime per stație**

| <b>Maxima, °C<br/>+33,9°C</b> |              | <b>Minima, °C<br/>-14,5°C</b> |              |
|-------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| <b>Cahul</b>                  |              | <b>Cahul</b>                  |              |
| medie                         | +33,7        | medie                         | -16,3        |
| minimă                        | +30,2        | minimă                        | -24,9        |
| maximă                        | <b>+37,0</b> | maximă                        | <b>-8,8</b>  |
| <b>Leova</b>                  |              | <b>Leova</b>                  |              |
| medie                         | +33,7        | medie                         | -17,3        |
| Minimă                        | +30,1        | minimă                        | <b>-25,1</b> |
| maximă                        | +36,9        | maximă                        | -10,1        |
| <b>Comrat</b>                 |              | <b>Comrat</b>                 |              |
| medie                         | +34,5        | medie                         | -17,3        |
| minimă                        | +31,1        | minimă                        | -24,0        |
| maximă                        | +36,7        | maximă                        | -11,4        |
| <b>Ștefan Vodă</b>            |              | <b>Ștefan Vodă</b>            |              |
| medie                         | +33,7        | medie                         | -17,2        |
| minimă                        | <b>+30,1</b> | minimă                        | -22,4        |
| maximă                        | +36,4        | maximă                        | -11,3        |

Intervalul de oscilație a maximei absolute în cadrul regiunii a fost cuprins în limitele +30,1°C și +37,0°C iar cel al temperaturilor minime între -25,1°C și -8,8°C.

## CONCLUZII

Regimul termic din Regiunea de Dezvoltare Sud pentru perioada supusă studiului a prezentat oscilații între valoarea de -8,8°C și +30,1°C ceea ce încă o dată denotă faptul că zona este predispusă riscului sporit de manifestare a fenomenelor de risc.

## BIBLIOGRAFIE

1. Nedealcov M., Răileanu V., Cojocari R., Croitoru Ghe., Mleavaia G., Crivova O. Factorii meteo-climatici de risc asociați schimbărilor climatice pe teritoriul Republicii Moldova. Chișinău 2018, tipografia „Alina Scorohodova”. 144 p
2. Nedealcov M. Atlas Regimul termic și pluviometric din sudul Republicii Moldova (Raionul Cahul și comuna Zîrnești). Chișinău, 2020. 117 p.

# SERVICIILE ECOSISTEMICE CULTURALE DIN RAIONUL CĂUȘENI

CZU: 574.4/.5(478)

<https://doi.org/10.53380/eco25.28>

MOROZ Ivan, ORCID: 0000-0002-0847-0176

Institutul de Ecologie și Geografie al USM

**Abstract:** Cultural ecosystem services are an essential aspect of the relationship between people and the environment, contributing to the well-being of local communities in Căușeni district. This article aims to explore the cultural ecosystem services of Căușeni district, Republic of Moldova, highlighting their economic, social and spiritual values. Through a detailed analysis, it will be discussed how these services influence the daily life of the inhabitants and their importance in the sustainable development of the region. Căușeni district is one of the richest districts in the Southern Region of the Republic of Moldova in cultural ecosystem resources. Starting with the eastern part of the district bordering the Dniester river and ending with the western part of the ecosystems on the Ceaga river valleys. The Căușeni district has an extensive area (14262.69 ha) of natural areas protected by the state and extensive areas of the forest fund. The forested area is 16014.82 ha. The degree of afforestation constitutes 13.8% of the total area of the district (compared to 13.6% for the country), of which 14571.3 ha – forests, 1090.99 ha – forest strips and 352.53 ha – bush plantations and shrubs. Marsh ecosystems are found in the Botna river meadow and the Dniester river. The surface of green spaces for general use is 106.7 ha.

**Cuvinte cheie:** servicii, ecosisteme, cultură, turism, raion, Căușeni

## INTRODUCERE

Raionul Căușeni este situat în sud-estul Republicii Moldova, având o diversitate naturală bogată și o cultură tradițională profund înrădăcinată. Serviciile ecosistemice culturale includ beneficiile nemateriale pe care le oferă ecosistemele, cum ar fi recreerea, educația, inspirația artistică, și legătura spirituală cu natura. Aceste servicii sunt esențiale pentru promovarea identității culturale și a coeziunii sociale.

Serviciile ecosistemice culturale sunt un concept care combină noțiunile de ecosisteme și cultură pentru a descrie modul în care resursele naturale contribuie la activitățile culturale și valorile umane. Aceste servicii se referă la beneficiile indirecte pe care natura le oferă societății și care influențează cultura și practicile umane. Iată câteva exemple de astfel de servicii:

- Inspirația artistică și creativă: Peisajele naturale, fauna și flora pot inspira artiști, scriitori, muzicieni și alți creatori. Natura oferă teme, simboluri și materiale care sunt adesea folosite în artă și cultură.
- Tradiții și ritualuri: Multe culturi au tradiții și ritualuri care sunt strâns legate de mediu. De exemplu, anumite sărbători sau festivaluri sunt bazate pe sezoane, recolte sau evenimente naturale.
- Identitate culturală: Peisajele și resursele naturale pot contribui la formarea identității culturale a unei comunități. Dealuri, hârtoape, lacuri, izvoare, râuri și alte caracteristici ale peisajului pot avea semnificație culturală și istorică profundă.
- Educație și învățare: Natura poate fi un cadru pentru învățare și educație culturală. Vizitele la locuri naturale pot fi folosite pentru a învăța despre istoria locală, tradiții și tehnici de supraviețuire.
- Spații de relaxare și recreație: Spațiile naturale, precum pădurile, poienile, parcurile și grădinile, servesc ca locuri de recreere și relaxare, care contribuie la bunăstarea mentală și fizică a indivizilor. Aceste spații pot fi și locuri de întâlnire și socializare, influențând interacțiunile culturale.
- Rădăcini spirituale: Pentru multe culturi, anumite locuri naturale (izvoare, dealuri, stânci etc.) au o importanță spirituală sau sacră, influențând credințele și practicile religioase.

Aceste servicii ecosistemice culturale sunt adesea subevaluate în planificarea urbană și în politica de mediu, dar sunt esențiale pentru păstrarea diversității culturale și pentru îmbogățirea vieții comunităților umane. Serviciile culturale au și alte beneficii decât cele materiale obținute de oameni de la ecosisteme și anume: îmbogățirea spirituală, dezvoltarea cognitivă, experiențe de reflectare, recreere și estetice. Serviciile ecosistemice culturale sunt definite în sens larg ca beneficii nemateriale care sunt coproduse din interacțiunile natură-om, într-un sens mai restrâns, ecosisteme ce contribuie la bunăstarea

umană din perspectiva identitară și a experiențelor [7, 10]. Prin urmare, accentul este pus pe rolul de producție al serviciilor, din perspectiva proceselor ecologice, în furnizarea de beneficii oamenilor din serviciile ecosistemice culturale. La rândul lor, beneficiile sunt dimensiuni ale bunăstării umane care pot fi asociate cu serviciile ecosistemice culturale [10]. Aceste beneficii includ componente ale bunăstării umane inclusiv nevoie materială de bază, relațiile sociale, sănătatea individuală, libertatea de alegere, cunoștințe și abilități, implicare în conservarea naturii, care sunt influențate de condițiile eco-sociale [15, 21]. Pădurile de amestec, naturale sau plantate, au potențialul de a furniza o gamă mai largă de servicii ecosistemice în comparație cu monoculturile. Este important să se ia în considerare serviciile ecosistemice culturale în planificarea, gestionarea și conservarea ecosistemelor forestiere pentru a asigura niveluri sustenabile de populație și consum uman, menținând în același timp serviciile de susținere a vieții ecosistemice [5, 13, 14]. Serviciile ecosistemice se referă la beneficiile pe care ecosistemele le oferă societății umane, inclusiv furnizarea de materii prime și alimente, menținerea biodiversității și beneficiile culturale, purificarea apei și a aerului [15]. Aceste servicii fac legătura între ecosisteme și beneficiile pe care oamenii le obțin de pe urma acestora și permite cuantificarea acestei contribuții [8, 12, 24, 23]. Furnizarea serviciilor ecosistemice culturale în raionul Căușeni este strâns legată de procesul normativ al amenajamentului, dar este necesară adaptarea cadrului de reglementare prin încorporarea unor abordări participative și monitorizarea indicatorilor de eficacitate [20].

În raionul Căușeni, serviciile ecosistemice forestiere sunt recunoscute prin funcțiile de protecție și producție atribuite pădurii [9].

Serviciile ecosistemice culturale se confruntă cu mai multe provocări, una fiind lipsa unor concepte coerente, care împiedică evaluarea și integrarea serviciilor ecosistemice culturale în proiectarea arhitecturii peisagistice [25]. Este nevoie de o mai clară conceptualizare și programare, care să integreze aceste servicii culturale în gestionarea ecosistemelor, precum și de metodologii pentru evaluarea lor [22]. Pe lângă acestea, există provocări practice în transferul evaluărilor serviciilor culturale, cum ar fi lipsa metodelor specifice de evaluare [22]. Aceste provocări evidențiază importanța abordării aspectelor conceptuale, metodologice și practice pentru a încorpora mai bine serviciile culturale în practică [22]. Provocările pentru gestionarea durabilă a serviciilor ecosistemice culturale în raionul Căușeni includ necesitatea unei mai bune alinieri a ofertei și cererii, cadrele de reglementare și integrarea politicilor [20]. Există, de asemenea, o lipsă de informații precise cu privire la furnizarea și cererea serviciilor ecosistemice [22].

## **MATERIALE SI METODE**

Serviciile ecosistemice pot fi evaluate cu ajutorul instrumentelor oferite de economia mediului și sunt utilizate pentru a evalua contribuția ecosistemelor la bunăstarea umană, chiar dacă schimbările climatice pot avea un impact asupra furnizării serviciilor ecosistemice esențiale [4]. Pentru a gestiona serviciile ecosistemice culturale s-au propus diferite moduri de guvernare ecosistemică, cum ar fi guvernarea ierarhică, științifico-tehnică și adaptiv-colaborativă. Cu toate acestea, nu există o definiție clară ale acestor servicii culturale ale pădurii și nici o metodologie dezvoltată până în prezent care să ușureze identificarea acestora [22].

Pădurile cu rol cultural sunt păduri esențiale pentru păstrarea identității culturale a unei comunități sau a unei zone. Aceste păduri sunt la rândul lor de patru tipuri:

a) păduri din proximitatea unor monumente istorice sau religioase; b) păduri menționate în literatură și folclor; c) păduri care au o valoare peisagistică; d) păduri în care au loc evenimente locale, cum ar fi serbări câmpenești.

## Descrierea ariei de cercetare

Raionul Căușeni beneficiază de un peisaj diversificat, cu păduri, ape curgătoare și câmpii, care oferă numeroase oportunități pentru activități recreative și educaționale. Această diversitate biologică este o sursă de inspirație pentru comunitatea locală și pentru artiști.

Raionul Căușeni este cunoscut pentru păstrarea tradițiilor și obiceiurilor locale. Folclorul, muzica populară și arta meșteșugărească sunt strâns legate de mediul natural și reflectă modul în care comunitatea interacționează cu ecosistemele înconjurătoare.

Serviciile culturale sunt definite ca beneficii non-materiale pe care oamenii le obțin din ecosistem prin dezvoltare cognitivă, îmbogățire spirituală, reflecție, recreere și experiențe estetice. Rezultă astfel 10 tipuri de valori culturale: valori sociale, diversitate culturală, valori inspiraționale, valori spirituale și religioase, valori „cu sens al locului”, valori educaționale, sistem coerent de cunoștințe (formal sau informal), valori estetice, valori ale patrimoniului cultural și valori de recreere și de turism.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Un exemplu de utilizare a serviciilor ecosistemice culturale este dezvoltarea turismului ecologic în raionul Căușeni. Activitățile precum drumețiile, observarea păsărilor și tururile culturale au început să atragă atât vizitatori locali cât și internaționali, contribuind la economia locală.

Serviciile ecosistemice forestiere de recreere și turism sunt furnizate de acele păduri unde oamenii aleg adesea să-și petreacă timpul liber în funcție de caracteristicile peisajelor naturale sau cultivate dintr-o anumită zonă. De asemenea, la nivelul raionului Căușeni sunt prezente câteva trasee turistice care au rol de recreere și de turism. O pădure cu valoare culturală poate furniza un serviciu ecosistemic dublu sau multiplu, dar cu o singură valoare principală. Astfel, potecele tematice, având ca valoare culturală principală cea educațională, iar celei secundare i se atribuie valoare de recreere și de turism.

Serviciile ecosistemice culturale oferă îmbogățirea spirituală, dezvoltarea cognitivă, experiențe de reflecție, recreere și estetice împreună cu un conglomerat de alte beneficii decât cele materiale.

Raionul Căușeni deține o cotă semnificativă în fondul ariilor naturale protejate de stat (tabelul 1). Pe teritoriul raionului se află 9 obiecte din Fondul Ariilor Naturale Protejate de Stat cu o suprafață totală de 14262,69 ha, ceea ce constituie 10,9% din suprafața raionului. Fondul Ariilor Naturale Protejate de Stat din raionul Căușeni cuprinde o parte (13824 ha) a *Parcul Național „Nistrul de Jos”*; 5 *monumente naturale*, inclusiv 4 geologico-paleontologice, 1 hidrologice, pe suprafața totală de 24,5 ha; 2 *rezervații naturale*, silvice; 1 *rezervație peisajeră* cu suprafața de 224 ha; 1 *monument de arhitectură peisajeră*, pe 21,49 ha, zonă umedă de importanță internațională [11].

Marea majoritate a zonelor protejate este situată în perimetrul localităților satești, fapt care creează premise pentru dezvoltarea turismului în mediul rural. O parte considerabilă a atracțiilor incluse în Fondul Ariilor Naturale Protejate de Stat poate deveni parte a traseelor ecoturistice. Cele mai reprezentative arii naturale cu potențial de dezvoltare a turismului verde pot fi: rezervațiile naturale silvice „Misilindra” și „Copanca”, rezervația peisajeră „Grădina Turcească”.

Parcul Național „Nistrul de Jos” are suprafața totală de 62 mii ha dintre care 22,3% pe teritoriu raionului Căușeni 13824 ha și a fost creat recent (în anul 2022) pe teritoriul a 10 localități riverane fluviului Nistru. Parcul Național „Nistrul de Jos” ocupă 97% (13824 ha) din totalul suprafeței Ariilor Naturale Protejate de Stat din raionul Căușeni. Parcul Național „Nistrul de Jos” cuprinde un spațiu extins de habitate antropice și native, aliate prin râu și fâșia de ocrotire de-a lungul digului anti-viitură. Sectoarele agricole, în mare parte, sunt înconjurate de perdele forestiere. În Parc sunt 4 zone-nucleu de importanță națională și 4 de importanță locală.

**Tabelul 1. Arii protejate din raionul Căușeni**

| Nr | Tipul                                                   | Denumirea                                                                                    | Unități  | Suprafața (ha)  | Amplasamentul/Localizarea                                                                                        |
|----|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <b>Parcuri Naționale</b>                                | <i>Parcul Național „Nistrul de Jos”</i>                                                      | 1        | 13824           | Chițcani, Merenești și Zahorna, Cîrnățeni, Copanca, Cremenciug, Grădinița, Leuntea și Valea Verde, Plop-Știubei. |
| 2  | <b>Monumente al naturii Geologice și paleontologice</b> | <i>Cariera de lângă satul Zaim, Aflorimentul Fîrlădeni, Rîpa din Sălcuța, Rîpa Taraclia.</i> | 4        | 24              | Zaim, Fîrlădeni, Sălcuța, Taraclia.                                                                              |
| 3  | <b>Monumente al naturii: Hidrologice</b>                | <i>Izvorul lui Suvorov</i>                                                                   | 1        | 0,5             | Hagimus.                                                                                                         |
| 4  | <b>Rezervații naturale, Silvice</b>                     | <i>Misilindra, Copanca</i>                                                                   | 2        | 168,7           | Hagimus, Copanca.                                                                                                |
| 5  | <b>Rezervații peisajere (de peisaje geografice)</b>     | <i>Grădina Turcească</i>                                                                     | 1        | 224             | Leuntea, Copanca.                                                                                                |
| 6  | <b>Monumente de arhitectură peisajeră</b>               | <i>Parcul "Leuntea"</i>                                                                      | 1        | 21,49           | Grădinița.                                                                                                       |
|    | <b>Total</b>                                            |                                                                                              | <b>9</b> | <b>14262,69</b> |                                                                                                                  |

Sursa: elaborat de autor după Legea nr. 1538 din 25.02.1998 privind fondul ariilor naturale protejate de stat

Pe teritoriul raionului Căușeni se află 2 rezervații naturale, cu suprafața totală de 168,7 ha. Acestea reprezintă suprafețe ocupate de anumite specii de floră și faună, care prin valoarea lor științifică și estetică necesită protecție. Majoritatea absolută a suprafețelor ocupate de rezervațiile naturale și de rezervațiile peisajere sunt în gestiunea Agenției de Stat Moldsilva – principala autoritate publică responsabilă de implementarea politicilor publice și gestionarea, pe principii ecologice, a fondului forestier și cinegetic. În acest context, Agenția ar putea elabora programe de management și gestionare durabilă în scopul dezvoltării turismului în unele arii naturale de interes maxim, prin crearea parteneriatelor public-private, eficiente în domeniul activităților turistice. Ariile protejate urmează să dispună de planuri individuale de gestionare a adaptării turistice, iar întreprinderile care pot activa în aceste arii vor solicita utilizarea practicilor de sustenabilitate. Operatorii de turism, agențiile și organizatorii de servicii turistice în arii protejate trebuie să dispună de instruire și certificare în Programul „Leave No Trace” („Nu lăsați nici o urmă”). Totodată, administrarea reală și valorificarea economică a rezervațiilor este realizată de întreprinderile silvice de stat, aflate în subordinea Agenției Moldsilva, obiectivul principal al cărora este obținerea și sporirea beneficiilor directe din comercializarea masei lemnoase recoltate. De asemenea, sunt slab identificate și promovate traseele și potecile ecoturistice, iar marcajele și drumurile de acces sunt insuficiente și parțial amenajate. Cu unele excepții, lipsesc locațiile tradiționale de cazare, parcurile și campingurile, infrastructura de salubritate [1].

Din raionul Căușeni fac parte: râpa Sălcuța (la sud-est de satul cu aceeași denumire), aflorimentul Fârlădeni (lângă satul cu aceeași denumire), cariera de lângă satul Zaim. Dintre dealuri aici sunt situate Dealul Căușenilor (210 m) și Movila lui Suvorov, situată la intrarea în orașul Bender dinspre orașul Căușeni.

Un component valoros al resurselor turistice hidrologice sunt apele minerale. Cele mai multe izvoare cu ape minerale valoroase au fost descoperite în văile râului Nistru, monumentul natural „Izvorul lui Suvorov” din Hagimus.

În pofida faptului că, suprafețele silvice și bazinele hidrologice cu potențial recreativ și turistic major se află în proximitatea localităților și a drumurilor de acces, doar o mică parte din ele dispun de spații amenajate de agrement și cazare. Fluxurile turismului neorganizat, în special în sectoarele forestiere adiacente șoselelor nu sunt monitorizate, însă în zilele favorabile (lunile mai-septembrie) din weekend, numărul acestora depășește semnificativ fluxurile ecoturismului organizat în raionul Căușeni [2]. Valoare ecologică și turistică deosebită posedă o bună parte din complexe și obiectivele naturale ale celorlalte categorii de arii protejate concentrate în spațiul rural, în special monumentele naturale și rezervațiile peisagistice [18].

Vegetația naturală în raionul Căușeni este reprezentată, în linii mari, de vegetația forestieră și de pajiște. Vegetația forestieră este reprezentată predominant de păduri de foioase, în special pădurile de cvercinee, răspândite conform legăturilor altitudinale și exigenței față de indicii ecologici principali ai biotopurilor (alcătuirea geologică, temperatură, precipitații, sol etc.). Fiecare arbore, arbust, iarbă este o inspirație pentru sute de oameni de diferite vârste și genuri.

În ecosistemele de pădure din raionul Căușeni se întâlnesc păduri de stejar pedunculat (*Quercus robur* L.) și comunități forestiere de tip mediteraneean din stejar pufos (*Quercus pubescens*), care, în Republica Moldova, indică limita de nord-est a arealului acestuia [19].

Teritoriul raionului Căușeni este situat în zonele de vegetație naturală predominant de stepă, ce sunt caracteristice Europei de Est. Așezarea geografică determină diversitatea vegetației ce include multe specii de plante din Europa Centrală și de Est, precum și din regiunea mediteraneeană. În cadrul raionului Căușeni sunt situate frontierele de est ale arealelor de răspândire a unor specii vest-europene și mediteraneene ca fagul (*Fagus sylvatica*), plopul negru (*Populus nigra*), stejarul pufos (*Quercus pubescens*), cărpinița (*Carpinus orientalis*), vița de pădure (*Vitis sylvestris* Gmel.), albăstrița Angelescu (*Centaurea angelescui* Grint.) și frontiera de sud-vest a arealului de răspândire a mesteacănului (*Betula pendula*) în Europa de Est, ceea ce prezintă un interes sporit pentru turiști cunoscători și iubitori de specii unice de floră și faună.

În luncile cu umiditate sporită cresc ciperaceele, iar pe sectoarele înmlăștinite predomină comunitățile de stuf (*Phragmites australis*), papură (*Scripus lacustris*), pipirig (*Juncus effusus*) și rogoz (*Schoenoplectus lacustris*). Vegetația acvatică o constituie țipirigul (*Lymnaea stagnalis*), piciorul cocoșului (*Rumex maritimus*), ochiul-broaștei (*Menyanthes trifoliata*), pătlagina-de-apă (*Plantago* spp.), crinul-de-apă (*Nymphaea alba*), stânjenelul-de-baltă (*Iris pseudacorus*), săgeata-apei (*Sagittaria* spp.), brădișor (*Sparganium* spp.), cosorul (*Syrphus ribesii*), lintița (*Lemna minor*). Ecosistemele de luncă au arii mici și sunt proeminent degradate, așadar, doar ecosistemele silvice oferă habitate durabile pentru componentele diversității biologice [19].

Ecosistemele palustre sunt întâlnite în luncile fluviului Nistru, sporadic menținându-se porțiuni de floră ierboasă. Biodiversitatea ecosistemelor date este destul de variată, atât la poziția specifică, cât și de biocenoză. În aceste ecosisteme se întâlnesc multe specii de floră și faună pe cale de dispariție sau rare, înregistrate în Cartea Roșie a Republicii Moldova [6].

Estimarea valorii serviciilor ecosistemice de majoritatea experților în domeniu se face inclusiv prin considerarea cheltuielilor pe care le suportă vizitatorii ca și monetizarea serviciilor ecosistemice culturale a atracțiilor puse la dispoziție de natura unei anumite destinații, în cazul dat – raionul Căușeni. Astfel, împreună cu estimările serviciilor ecosistemice legate strict de spațiile pe care sunt amplasate atracțiile agro/ecoturistice sunt incluse și beneficiile plătite de vizitatori (constatate sau estimate)

relevante consumului turistic pentru totalitatea formelor de turism practicat (ecologic, rural, cognitiv, cultural etc) în destinația dată.

Consumul turistic în raionul Căușeni poate fi evaluat ca și sumarea tuturor plăților efectuate de vizitatori, indiferent dacă vin organizat printr-o agenție de turism sau vin direct pe cont propriu. Totodată, dacă fluxurile organizate sunt surprinse de statistica națională din rapoartele operatorilor de turism și a structurilor de cazare, atunci fluxurile neorganizate sunt doar estimate (reieșind din cota parte pentru raionul Căușeni a vizitatorilor străini care intră în țară și se dispersează relativ uniform în localitățile din Republica Moldova). Totodată, plățile pentru anumite consumuri din turismul neorganizat sunt plafonate cunoscând preferințele turiștilor de a plăti în destinațiile din Republica Moldova, respectiv 100% optează pentru alimentație comercială, 70% folosire automobil propriu, 20% suveniruri/shopping, 10% pentru cazare, 5% vizitarea atracțiilor locale și 20% alte servicii [16].

Raionul Căușeni este anual vizitat de aproximativ 1 mln. persoane, în special care traversează raionul în drum spre destinațiile din Ucraina. Conform statisticii oficiale [3], raionul Căușeni dispune de peste 70 de camere și peste 390 de paturi de primire turistică. În anul 2023, în structurile de primire turistică din perimetrul raionului Căușeni au fost cazați 1197 turiști sau 0,4% din numărul total al turiștilor cazați în Republica Moldova, inclusiv 136 mii (11%) în hoteluri, 255 (21%) în pensiuni turistice și 806 (68%) în taberele de odihnă.

Acest articol oferă o privire generală asupra serviciilor ecosistemice culturale din raionul Căușeni, fiind un punct de plecare pentru studii viitoare și proiecte de dezvoltare locală.

## CONCLUZII

Raionul Căușeni se remarcă printr-o varietate mare de ecosisteme și habitate naturale, în special de luncă și palustre, printr-o biodiversitate bogată în diferite specii floristice și faunistice. Ponderea terenurilor împădurite este de 13,8 %, fiind mai mare decât media pe țară.

Raionul Căușeni dispune de servicii ecosistemice culturale favorabile pentru dezvoltarea diverselor activități economice, în special a activităților turistice și a celor recreative. Fondul apelor ocupă o bună parte a teritoriului raionului. Cel mai mare curs de apă îl constituie fluviul Nistru și afluentul principal al acestuia râul Botna. Tot aici e posibilă vizita unuia dintre puținele lacuri naturale din Republica Moldova și anume albia veche a Nistrului sau Nistrul Chior.

Serviciile ecosistemice culturale din raionul Căușeni joacă un rol crucial în dezvoltarea socială și economică a Regiunii de Sud. Promovarea acestor servicii nu doar că contribuie la bunăstarea locuitorilor, dar și ajută la conservarea tradițiilor și a biodiversității. Este esențial ca autoritățile locale și organizațiile non-guvernamentale să colaboreze pentru a proteja aceste servicii și a încuraja utilizarea lor sustenabilă.

În raionul Căușeni este necesar controlul aspru privind utilizarea sectoarelor arendate și investiții majore în dezvoltarea infrastructurii pentru recreere și silvoturism.

## BIBLIOGRAFIE

1. Bacal P., Miron V. Perspectives and difficulties of development of rural tourism. National and Zonal aspects. În: Rural Space and Local Development. Cluj: Presa Universitară Clujeană, 2007. pp. 115-125. ISBN 978-973-610-581-4.
2. Bacal P., Moroz I. Turismul. În: „Regiunea de Dezvoltare Centru. Aspecte geografice, socio-economice și ecologice”. Chișinău: Dira Ap, 2020. pp. 86-100. ISBN 978-9975-3236-5-9.
3. Biroul Național de Statistică. Statistici pe domenii. Statistica economică. Turism. [citat 17.09.2024]. Disponibil: statistica.md.
4. Brauman K.A., Van der Meulen S., Brils J. Ecosystem services and river basin management. Risk-informed management of European river basins. 2014. pp. 265-294.
5. Brockerhoff E.G., Barbaro L., Castagneyrol B., Forrester D.I., et al. Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. Biodiversity and Conservation, 26, 2017. pp. 3005-3035.

6. Cartea Roșie a Republicii Moldova. Chișinău: Știința, 2015. 492 p. ISBN 978-9975-67-998-5.
7. Chan K.M., Satterfield T., Goldstein J. Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological economics*, 74, 2012. pp. 8-18. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2011.11.011.
8. Coscieme L. Cultural ecosystem services: The inspirational value of ecosystems in popular music. *Ecosystem Services*, 16, 2015. pp. 121-124. DOI: 10.1016/j.ecoser.2015.10.024.
9. Dragoi M., Cîrnu M. Plata serviciilor ecosistemice: context legal și metode consacrate de evaluare, cu aplicatie la paduri. *Bucovina Forestiera*, 16(1), 2016. p. 95. DOI: 10.4316/bf.2016.008.
10. Fish R., Church A., Winter M. Conceptualising cultural ecosystem services: A novel framework for research and critical engagement. *Ecosystem Services*, 21, 2016. pp. 208-217. DOI: 10.1016/j.ecoser.2016.09.002.
11. Legea nr. 1538 din 25.02.1998 privind fondul ariilor naturale protejate de stat. În: *Monitorul Oficial* nr. 66-68 din 16.07.1998.
12. Loft L., Lux A. Ecosystem Services-Eine Einführung [Ecosystem Services-An introduction] MPRA Paper 44258, University Library of Munich, Germany. 2010.
13. Luque S., Iverson L. Forest-related ecosystem services. *Routledge handbook of ecosystem services*, 2016. pp. 383-393.
14. Martínez Pastur G., Perera A.H., Peterson U., Iverson L.R. Ecosystem services from forest landscapes: an overview. *Ecosystem services from forest landscapes: broadscale considerations*, 2018. pp. 1-10.
15. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. În Island Press (ed), Washington, DC, 2005. pp 155.
16. Ministerul Agriculturii, Dezvoltării Regionale și Mediului. Republica Moldova Al VI-lea Raport Național cu privire la diversitatea biologică. Convenția ONU privind Diversitatea Biologică, Proiectul UNEP/GEF. Chișinău: Tipogr. „Bons Offices”, 2019. 92 p. ISBN 978-9975-87-531-8
17. Ministerul Agriculturii, Dezvoltării Regionale și Mediului. *Strategia de dezvoltare rurală*. 2021.
18. Moroz I. Resursele turistice naturale din Cursul Inferior al Nistrului. În: Conferința științifică națională cu participare internațională: „Turismul și Dezvoltarea Societății”, 25-26 septembrie 2015. Ed. a II-a. Chișinău: USEM, 2015. pp. 52-56. ISBN: 978-9975-3041-8-4.
19. Moroz I. Ecosistemele naturale și biodiversitatea din Bazinul Cursului Inferior a Fluviului Nistru. În: *Culegerile Simpozionului Științific Internațional „Conservarea diversității biologice - o șansă pentru remedierea ecosistemelor”*, consacrat aniversării a 50 ani de la fondarea Rezervației „Codrii”, 24-25 septembrie 2021 Lozova”. Chișinău: Pontos (SC Europres SRL), 2021. pp. 216-220. ISBN 978-9975-72-585-9.
20. Nichiforel L., Duduman G., Scriban R.E., Popa B., Barnoaiea I., Drăgoi M. Forest ecosystem services in Romania: Orchestrating regulatory and voluntary planning documents. *Ecosystem services*, 49, 2021. p. 101276. DOI: 10.1016/j.ecoser.2021.101276.
21. Nowak-Olejnik A., Schirpke U., Tappeiner U. Asystematic review on subjective well-being benefits associated with cultural ecosystem services. *Ecosystem Services*, 57, 2022. p. 101467. DOI: 10.1016/j.ecoser.2022.101467.
22. Scriban R., Badaluta C.A., Dragoi M., Bouriaud L. Rolul serviciilor ecosistemice culturale în managementul sustenabil – studiu de caz în pădurile administrate de ocoale silvice de regim din România. *Bucovina Forestieră* 23(2): 111-127, 2023. DOI: 10.4316/bf.2023.012
23. Sotirov M., Weiss G., Jump A., Garcia S., Marchetti M. Natura 2000 and Forests: Assessing the State of Implementation and Effectiveness. În *What Science Can Tell Us 7* (ed), European Forest Institute, 2017. pp. 146.
24. Winkel G., Blondet M., Borrass L., Frei T., Geitzenauer M., Gruppe A., Jump A., DE Koning J., Sotirov M., Weiss G. The implementation of Natura 2000 in forests: A trans-and interdisciplinary assessment of challenges and choices. *Environmental Science & Policy* 52, 2015. pp. 23-32. DOI: 10.1016/j.envsci.2015.04.018.
25. Winkel G., Lovrić M., Muys B., Katila P., Lundhede T., Pecurul M., Pettenella D., Pipart N., Plieninger T., Prokofieva I., Parra C. Governing Europe's forests for multiple ecosystem services: Opportunities, challenges, and policy options. *Forest Policy and Economics*, 145, 2022. p. 102849. DOI: 10.1016/j.forpol.2022.102849.