

IMPACTUL SCHIMBARILOR CLIMATICE ASUPRA DEBITULUI DE APĂ ÎN RÂUL DRAGHIȘTE

Aliona ISAC, State Hydrometeorological Service, isacaliona0224@gmail.com

Igor CODREANU, Assoc. Prof., PhD, „Ion Creanga” State Pedagogical University from Chisinau, ORCID: 0000-0001-5410-2086, codreanu.igor@upsc.md

Rezumat: Se preconizează că schimbările climatice vor avea un impact major asupra resurselor de apă și asupra managementului lor durabil. Râurile mici din Republica Moldova, vor fi cele mai afectate de schimbările climatice, prin intensitatea și durata perioadelor de etiaj și a secetelor hidrologice cu repercusiuni negative asupra biodiversității acvatice și calității apei. Scăderea nivelurilor de apă în râuri și lacuri amenință disponibilitatea apei pentru uz casnic, irigații agricole și alte activități economice, având un impact negativ asupra ecosistemelor și comunităților locale. Deficitul de apă va înrăutăți și calitatea apei prin modificarea compoziției chimice și biologice a apei, ceea ce va periclita biodiversitatea și serviciile ecosistemice asociate cu resursele de apă. Adaptarea și măsurile de atenuare la schimbările climatice sunt esențiale. Republica Moldova trebuie să dezvolte și să implementeze strategii, programe și proiecte de management integrat al resurselor de apă și să promoveze practici durabile de utilizare a acestora.

Cuvinte-cheie: schimbări climatice, bazin hidrografic, debit de apă, secetă, adaptare

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON WATER FLOW IN THE DRAGHIȘTE RIVER

Abstract: Climate change is expected to have a major impact on water resources and their sustainable management. Small rivers in the Republic of Moldova will be the most affected by climate change, through the intensity and duration of periods of low water and hydrological droughts with negative repercussions on aquatic biodiversity and water quality. Decreasing water levels in rivers and lakes threaten the availability of water for domestic use, agricultural irrigation and other economic activities, negatively impacting local ecosystems and communities. Water scarcity will also worsen water quality by changing the chemical and biological composition of water, which will endanger biodiversity and ecosystem services associated with water resources. Climate change

adaptation and mitigation are essential. The Republic of Moldova must develop and implement strategies, programs and projects for the integrated management of water resources and promote sustainable practices for their use.

Keywords: *climate change, watershed, water flow, drought, floods, adaptation*

INTRODUCERE

Resursele acvatice reprezintă unele dintre cele mai importante resurse naturale, necesare pentru dezvoltarea societății umane și economii în general, deoarece ele sunt fundamentale pentru funcțiile vitale ale tuturor ființelor vii, plantelor, dezvoltarea agriculturii, industriei, agrementului, etc. Disponibilitatea resurselor de apă de pe teritoriul Republicii Moldova, depinde în mod deosebit de poziția geografică a țării în cadrul influențelor climatice globale în Europa Centrală și de Est. Actualmente, bilanțul național al rezervelor și consumului de apă din Republica Moldova este adecvat în raport cu resursele disponibile. În același timp, în pofida acestui echilibru, anumite regiuni ale țării se confruntă cu un deficit accentuat de apă.

Abordarea deficitului de apă din aceste regiuni va fi esențială pentru dezvoltarea durabilă a economiei. Este probabil că, datorită schimbărilor climatice, Republica Moldova va avea parte tot mai frecvent de secete sezoniere. Măsurile de adaptare reușite trebuie să includă soluții, care ar combina oferta cu cererea.

Apa disponibilă în prezent este de aproximativ 500 m³ la un locuitor pe an, cu variații anuale, această valoare coborând mai jos, plasând astfel Republica Moldova în categoria țărilor în care „apa este insuficientă”, ceea ce poate crea un stres pe resursă, care, la rândul ei, va fi afectată și mai mult în viitor de schimbările climatice.

Pragurile a consumului de apă recomandate la nivel internațional, definesc volumul de 1700 m³/locuitor/an, drept nivelul sigur de disponibilitate a apei dulci, regenerabile. Dacă volumul de apă disponibilă este mai mic de 1000 m³/locuitor/an, lipsa apei poate

împiedica dezvoltarea economică și poate afecta sănătatea și standardul de viață al populației [1].

MATERIALE ȘI METODE

Obiectivele cercetării au fost realizate prin utilizarea metodologiei clasice pentru studii geografice, metodele principale fiind: cartografică, inductivă, a analizei, sintezei, comparativă, istorică, statistică ș.a [2, 3]. Observațiile asupra stării râurilor din Republica Moldova se realizează la rețeaua de posturi hidrologice ale Serviciului Hidrometeorologic de Stat. Din motive tehnice sau umane, nu toate posturile hidrometrice au șiruri de date suficient de lungi. Din aceste considerente s-a selectat un post hidrometric cu șirul de date mai complet, ca exemplu fiind postul hidrometric Trinca de pe râul Draghiște.

Conform recomandărilor Organizației Meteorologice Mondiale (OMM), analiza și sinteza datelor s-a realizat pentru un interval de timp de peste 60 ani (1960-2020), pentru a aplica metoda de comparație a doua norme climatice 1960-1990 și respectiv 1990-2020. În cadrul prelucrării datelor și analizei statistice s-au utilizat softurile Excel și Statgraph, iar pentru analiza spațială – ArcGIS.

Din punctul de vedere al metodologiei, lucrarea a fost elaborată în mai multe etape, combinate pe parcurs, respectând următoarea ordine: etapa de documentare, etapa de teren și etapa de laborator (cartografiere, analiză și interpretare a datelor colectate).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pe teritoriul Republicii Moldova se numără aproximativ 3621 de râuri și pâraie. Toate aparțin bazinului Mării Negre și se grupează în râurile din bazinul Nistrului (cel mai mare), din bazinul Prutului (al doilea ca mărime) și din râurile sudice, unele din care se varsă direct în Marea Neagră, iar altele în lacurile de pe Șesul Mării Negre (fig.1). Cele mai mari sunt râul Nistru (1352 km, în Republica Moldova – 657 km, cu un debit

anual de circa 10 km³), râul Prut (976 km, în Republica Moldova – 695 km, cu un debit anual de aproximativ 2,4 km³), Răut (286 km), Cogâlnic (243 km), Bâc (155 km), Botna (152 km). Densitatea medie a rețelei hidrografice este de 0,48 km/km² [4].

Principalele surse de alimentare cu apă a râurilor de pe teritoriul Republicii Moldova sunt precipitațiile lichide și solide, precum alimentarea pluvială în perioada caldă a anului și din topirea zăpezilor în anotimpul de primăvară. Majoritatea precipitațiilor cad sub formă de averse de ploaie și doar 10% din cantitatea lor este sub formă de zăpadă. Nivelul ridicat al apei, manifestat prin undele de viitură se înregistrează primăvara, din cauza topirii zăpezii (40-50%). Vara în urma ploilor torențiale, nivelurile apei în râuri cresc, provocând inundații locale, iar în cursurile râurilor Nistru și Prut uneori inundațiile poartă caracter regional sau transfrontier.

Totodată, pe teritoriul Republicii Moldova există aproximativ 60 de lacuri naturale. Majoritatea sunt lacuri din albiile majore ale râurilor Prut (Beleu, Rotunda) și Nistru (Nistru Vechi, Cuciurgan). În același timp, constatăm 3500 de lacuri concepute pentru diverse scopuri (irigații, pescuit, necesități industriale și comunale, etc.). Au



Sursa: Secția cercetări aplicative, SHS

fost create lacuri mari de baraj, necesare pentru alimentarea cu apă a hidrocentralelor de pe râul Prut - Costești-Stânca (735,0 milioane m³) și pe râul Nistru - Dubăsari (277,4 milioane m³) [4].

Potrivit studiilor și cercetărilor din domeniu, variabilitatea climatică va avea efecte directe asupra unor sectoare precum agricultura, silvicultura, gestionarea resurselor de apă, ceea ce poate conduce la modificarea perioadelor de vegetație și la deplasarea liniilor de demarcație dintre păduri și pajiști și poate determina creșterea frecvenței și intensității fenomenelor meteorologice extreme (furtuni, inundații, secete). Schimbările în regimul climatic pe teritoriul Republicii Moldova se încadrează în contextul global, ținând seama de condițiile regionale: creșterea temperaturii va fi mai pronunțată în timpul verii, în timp ce, în nord-vestul Europei creșterea cea mai pronunțată se așteaptă în timpul iernii.

Scenariile climatice arată că, până în anul 2050, în Republica Moldova temperaturile vor crește cu aproximativ 2-3 grade Celsius în perioada de vară, astfel se vor adăuga 12 zile pe an fără precipitații și se vor reduce debitele de apă în râurile care sunt utilizate pentru irigare [5].

În acest context, gestionarea durabilă a apei va juca un rol important în ceea ce privește adaptarea omului la mediul său modificat. Gestionarea acestei resurse vitale necesită o abordare cu adevărat integrată la nivelul bazinului hidrografic, care să ia în considerare dimensiunile de mediu, sociale, economice și de sănătate.

Râurile mici de pe teritoriul Republicii Moldova, vor fi cele mai afectate de schimbările climatice, în principal prin frecvența, intensitatea și durata secetelor cu repercusiuni negative asupra calității și biodiversității acvatice. Provocările majore create de efectele schimbărilor climatice, impun dezvoltarea de politici de adaptare la criza de apă, prin programe și proiecte naționale și locale de management integrat al resurselor de apă, precum și a riscurilor aferente.

Unele efecte sunt deja vizibile, schimbările climatice vin cu călduri excesive, observăm o aridizare intensă în Republica Moldova, avem

precipitații intense care rezultă în inundații, locale sau prea rare, care rezultă în secete.

Studierea resurselor de apă sub influența schimbărilor climatice în Republica Moldova este încă modestă. Putem menționa Comunicările naționale 4 și 5 elaborate pentru a fi raportate către Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei [6, 7], monografiile renumiților hidrologi naționali Melniciuc O. [8], Cazac V., Lalîkin N. [9] și Bejenaru Gh [10, 11, 12], articole și teze științifice publicate recent [1, 2, 3]. Este de menționat că în modelele de calcule hidrologice, aprobate prin act normativ al Republicii Moldova publicat în 2013, evidența schimbărilor climatice deja era menționată ca o realitate, de care trebuie de ținut cont [13].

Râul Draghiște cu lungimea de 70,7 km, își începe izvorul de pe teritoriul Ucrainei, traversând hotarul Republicii Moldova este recepționat ca afluent de dreapta de către râul Racovăț în punctul de confluență din aval de localitatea Brânzeni. La rândul său, Racovățul își deșează apele în barajul de acumulare de la Costești Stânca de pe râul Prut. Bazinul râului Draghiște (fig. 2) este situat preponderent pe Podișul Moldovei de Nord, în sectorul toltrelor și are o suprafața de 282 km². Regimul râului se studiază la postul



Fig. 2 Bazinul râului Draghiște

Sursa: Secția cercetări aplicative, SHS

hidrometric din s. Trinca. Debitul mediu multianual de apă pentru toată perioada de observații este de 0,46 m³/s [14].

Râul Draghiște se caracterizează printr-o tendință de scădere a valorilor debitului mediu anual de apă pentru ultimii 30 ani, în comparație cu perioada 1960-1991, în special după anii 2000, debitul mediu multianual se micșorează treptat ajungând să piardă chiar peste 35 % din valoarea debitului multianual (tab.1).

Tab. 1 Debitul mediu anual de apă m³/s, 1961-2020

Anul	Debitul mediu anual de apă, m ³ /s	Anul	Debitul mediu anual de apă, m ³ /s
1961	0.24	1991	0.34
1962	0.49	1992	0.26
1963	0.39	1993	0.25
1964	0.23	1994	0.058
1965	0.64	1995	0.022
1966	0.5	1996	0.43
1967	0.53	1997	0.38
1968	0.24	1998	0.58
1969	1.17	1999	0.81
1970	0.93	2000	0.31
1971	1.06	2001	0.26
1972	0.67	2002	0.38
1973	0.76	2003	0.49
1974	0.66	2004	0.2
1975	0.57	2005	0.6
1976	0.5	2006	0.76
1977	0.47	2007	0.14
1978	0.69	2008	0.5
1979	0.66	2009	0.33
1980	0.83	2010	0.62
1981	1.08	2011	0.46
1982	0.78	2012	0.24
1983	0.26	2013	0.7
1984	0.24	2014	0.78
1985	0.52	2015	0.16
1986	0.21	2016	0.038
1987	0.16	2017	0.1

1988	0.44	2018	0.11
1989	0.32	2019	0.35
1990	0.12	2020	0.086
Media	0.54	Media	0.35

Sursa: Fondul de Date Hidrometeorologice al SHS

Analizând figura 3, observăm un trend în descreștere al debitului de apă. Astfel, am calculat debitul mediu multianual pentru perioada climatică 1961-1990 și acesta constituie **0,54 m³/s**, iar în perioada 1991-2020, adică în ultimii 30 de ani, prin secțiunea râului Draghiște, la postul hidrometric Trinca, curge doar **0,35 m³/s**.

Aceste date denotă faptul, că atât schimbările climatice, cât și intervențiile antropice au modificat esențial scurgerea apei în râul Draghiște, diminuând debitul în secțiunea postului hidrometric Trinca cu 35%.

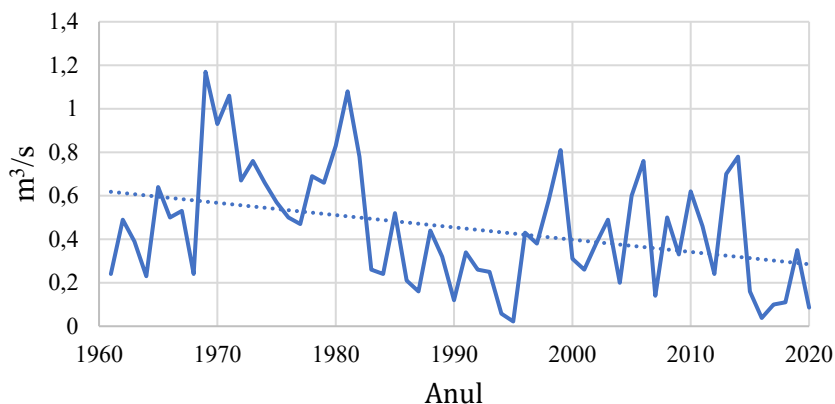


Fig. 3 Debitul mediu anual de apă m³/s, râul Draghiște, 1961-2020

Sursa: Fondul de Date Hidrometeorologice al SHS

Pentru prima perioada cercetată, dintre anii 1961-1990, observăm debite de apă destul de ridicate, câțiva ani debitul este în jur de 1 m³/s, sau chiar mai mult, precum în anii 1969, 1971, 1973, 1980, 1981, ceea ce nu întâlnim după anii 1990. Tot acești ani corespund și celor mai vaste inundații din Republica Moldova.

În ultimii 30 de ani, se observă tot mai mulți ani cu debit de apă scăzut: 1994, 1995, 2007, 2015-2018, 2020. Aceștia corespund cu anii secetoși și cu precipitații scăzute. Prin urmare, modificările care au loc în distribuția și intensitatea precipitațiilor, afectează direct volumul de apă, care intră în bazinul hidrografic al râului. Reducerea cantității de precipitații sau modificarea sezonului de ploi duce la scăderea debitului de apă.

Ultimii 30 ani analizați (1991-2020), se caracterizează printr-o scădere generală a precipitațiilor medii anuale căzute pe teritoriul Republicii Moldova. În mediu pe țară cantitatea de precipitații a scăzut cu 14 mm sau 2,52% față de anii 1961-1990 [10].

Schimbările climatice, prin intensificarea secetelor și reducerea precipitațiilor, afectează în mod semnificativ rezervele de apă din sol și debitul râurilor.

CONCLUZII

Impactul potențial al schimbării climei asupra sectorului resurselor de apă

Diminuarea volumului de apă. Iar aceasta va afecta consumul necesar și suficient de apă pentru necesități fiziologice și menajere, calitatea și cantitatea culturilor agricole, fertilitatea solurilor, necesități de irigare sporite, deșertificarea terenurilor.

Adâncirea pânzei apelor subterane. Dat fiind faptul că pânzele de apă subterane sunt vulnerabile la temperaturile ridicate ele se adâncesc.

Modificarea parametrilor de calitate a apei. Creșterea temperaturii aerului va conduce la creșterea temperaturii apelor de suprafață și la un nivel redus de oxigen dizolvat, iar aceasta poate cauza pătrunderea bacteriilor, ceea ce va genera tratarea suplimentară a apei. Agravarea problemelor de sănătate legate de temperaturile înalte.

Transportarea și distribuția apei. Dat fiind faptul că disparitățile regionale în distribuția resurselor de apă sunt pronunțate, transportarea și distribuția apei va deveni o necesitate.

Deficitul de apă pronunțat, risc înalt de deșertificare a terenurilor, conținutul sporit de bacterii afectează sănătatea omului, agricultura și securitatea națională.

Poluarea resurselor de apă în urma inundațiilor, viiturilor, averselor puternice, revărsarea apelor poluate, asociat cu utilizarea excesivă a chimicalelor în agricultură.

Acțiuni de adaptare și atenuare la schimbările climatice:

- stabilirea cerințelor pentru protejarea surselor critice pentru alimentare cu apă prin măsuri privind utilizarea terenului în zonele cu deficit de apă;
- promovarea reutilizării apelor uzate epurate în sectoarele industriale;
- stabilirea de reglementări pentru limitarea utilizării apei subterane, în zonele în care captarea excesivă poate conduce la epuizare;
- studii de cercetare privind evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra resurselor de apă pe baza actualizării periodice a scenariilor de evoluție a climei în Moldova;
- studii de cercetare privind evaluarea fezabilității utilizării apelor freatice combinată cu reîncărcarea artificială a acviferelor pentru acumularea apei în bazinele hidrografice cu deficit de apă;
- realizarea unei analize pentru evaluarea nivelurilor și tipurilor specifice de agricultură irigată, ținând cont de impacturile schimbărilor climatice;
- realizarea evaluărilor cantitative a necesarului ecologic de apă ale diferitelor ecosisteme;
- realizarea de studii de meteorologie, hidrologie și climatologie pentru elaborarea, optimizarea și evaluarea impactului tehnologiei de creștere și uniformizare a precipitațiilor;

- modernizarea rețelei radar existente pentru măsurarea intensității precipitațiilor și instalarea unor noi stații radar pentru monitorizarea fenomenelor meteo extreme;
- evaluarea fezabilității unei reglementări pentru monitorizarea și gestionarea activităților de construcție în zonele cu risc mare de inundații;
- realizarea lucrărilor de creștere a gradului de siguranță a infrastructurii de gestionare a riscului de inundații.

BIBLIOGRAFIE

- [1] DRAGOMAN S. *RAPORT FINAL privind analiza situației în sectorul resurselor de apă în contextul adaptărilor la schimbările climatice*. Proiectul ADA/PNUD, Suport pentru Procesul Național de Planificare a Adaptării Republicii Moldova la Schimbările Climatice”, Chișinău, 2014.
- [2] MORARIU T., VELCEA Valeria. *Principii și metode de cercetare în geografia fizică*. Ediția Academiei R.S.R., București, 1971;
- [3] PUȚUNȚICĂ A. *Metode de cercetare în Geografia Fizică*. (suport de curs pentru programele de master), UST, 2011, 109 p.;
- [4] CAZAC, V., MIHĂILESCU, C., BEJENARU, GH. Resursele acvatice ale Republicii Moldova. Apele de suprafață. Chișinău, Ed. Știința. 2010. 248 p.
- [5] <https://moldova.un.org/ro/191702-ac%C8%9Biunile-de-prevenire-%C8%99i-adaptare-la-schimb%C4%83rile-climatice-%C3%AEntreprinse-azi-ne-vor-ajuta-s%C4%83>
- [6] Comunicarea Națională Cinci a Republicii Moldova: Elaborată pentru a fi raportată către Convențiacadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei / coordonatori: Suzanne Lekoyiet, Raisa Leon; grupul de sinteză: Marius Țăranu, Mihai Tîrșu, Lilia Țăranu [et al.]; [traducător: Svetlana Chiriță]; Instituția publică “Oficiul Național de Implementare a Proiectelor în Domeniul Mediului” (I.P. “ONIPM”), Agenția de Mediu a Republicii Moldova, Programul Națiunilor Unite pentru Mediu. – Chișinău: S. n., 2023 (Bons Offices). – 450 p.;
- [7] 8. Comunicarea Națională Patru a Republicii Moldova elaborată pentru a fi raportată către Convențiacadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei. / Ministerul Agriculturii, Dezvoltării Regionale și Mediului al Republicii Moldova / Programul Națiunilor Unite pentru Mediu; Coord.: Ion Apostol, Suzanne Lekoyiet; Grupul de sinteză: Vasile Scorpan, Marius Țăranu, Ion Comendant,

Lilia Țăranu, Ala Druță, Lidia Treșcilo, Alecu Reniță, Ioana Bobină. - Ch.: SRL „Bons Offices”, 2018 – 478 p.;

[8] MELNICIUC O., BEJENARU Gh. Resursele de apă ale Republicii Moldova (teoria formării, calcule practice, calitatea și protecția apelor). Chișinău, Protipar Service 2020, 338 p.;

[9] КАЗАК В., ЛАЛЫКИН Н. Гидрологические характеристики малых рек Молдовы и их антропогенные изменения. Кишинев: ДИНАМО, 2005. 208 с.;

[10] Bejenaru Gh., Stamatova Tatiana, Evaluarea resurselor climatice a precipitațiilor atmosferice pe teritoriul Republicii Moldova prin prisma schimbărilor climatice– SHS, http://meteo.md/images/uploads/gis/Evaluarea_precipitatiilor_2022.pdf

[11] BEJENARU Gh. *Evaluarea potențialului hidrologic al Republicii Moldova în condițiile modificărilor de mediu a peisajelor geografice*. Teză de dr.. Chișinău, 2017, 189 p. <http://www.cnaa.md/thesis/52181/>

[12] BEJENARU Gh., MARDARI V. Modificarea resurselor de apă pe teritoriul Republicii Moldova prin prisma schimbărilor climatice. SHS, 2023;

[13] Cod Practic în Construcții. Construcții hidrotehnice și îmbunătățiri funciare. Determinarea caracteristicilor hidrologice pentru condițiile Republicii Moldova, CP D.01.05-2012. Aprobabil prin ordinul Ministerului Dezvoltării Regionale și Construcțiilor al Republicii Moldova nr. 26 din 26.02.2013, 180 p.;

[14] Fondul de Date Hidrometeorologice al Serviciului Hidrometeorologic de Stat;

[15] GHID CLIMATIC al Republicii Moldova, Ediție științifico-aplicativă, DATE PE TERMEN LUNG, Ediția I, Serviciul Hidrometeorologic de Stat, Chișinău, 2023;

[16] OPRUNENCO A., PROHNIȚCHI V., *Raportul Național de Dezvoltare Umană în Moldova*. Schimbările Climatice în Republica Moldova, Impactul socio-economic și opțiunile de politici pentru adaptare, Chișinău, 2009-2010;

[17] Raportul „Încălzirea globală cu 1,5 °C”, adoptat în cadrul celei de a 48-a sesiuni a IPCC (6 octombrie 2018), pentru efectele și impacturile preconizate ale scenariilor de încălzire globală cu 1,5 °C și 2 °C

[18] <https://www.meteo.md/>