

RECEPȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare

și Dezvoltare _____

_____ 2024

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2024

RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL
pentru perioada 2020-2023
privind implementarea proiectului din cadrul
Programului de Stat (2020-2023)

Proiectul: Potențialul Apelor Subterane: Argumentarea teoretică, Estimarea, Folosirea diversificată și Schimbări posibile (studiu de caz – Republica Moldova)

Cifrul Proiectului: 20.80009.7007.26

Prioritatea Strategică: III. Mediul și schimbări climatice

Rectorul USM

ȘAROV Igor _____

Consiliul științific

NICOARA Igor _____

Conducătorul proiectului

MORARU Constantin _____

Chișinău 2024

CUPRINS:

1. Scopul, obiectivele și rezultatele planificate și realizate pe parcursul anilor 2020-2023
2. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute
3. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect 2020-2023
4. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în limba română (Anexa nr. 1)
5. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în limba engleză (Anexa nr. 1)
6. Lista publicațiilor științifice pentru perioada 2020-2023 (Anexa nr. 2)
7. Volumul total al finanțării proiectului pentru perioada 2020-2023 (Anexa nr. 3)
8. Componența echipei pe parcursul anilor 2020-2023 (Anexa nr. 4)
9. Raportarea indicatorilor (Anexa nr. 5)

1. Scopul proiectului

A menține studiile hidrogeologice la un nivel înalt, modern, integrate în comunitatea internațională cu scopul asigurării condițiilor decente de trai a oamenilor și dezvoltării economice bazate pe folosirea apei subterane cu evidența influenței hazardurilor naturale și antropogene

2. Obiectivele proiectului 2020–2023

1) În baza cunoștințelor hidrogeologice noi și a posibilităților contemporane de procesare a datelor geologice, să fie teoretic argumentat Potențialul Apelor Subterane, iar pentru R. Moldova, în premieră, va fi creat modelul digital și structural al hidrosferei subterane.

2) Evaluarea complexă a Potențialului Apelor Subterane pentru categoriile hidrogeologice existente: (a) apă potabilă, (b) apă tehnică, (c) apă minerală, (d) apă geotermală și (e) apă industrială (zăcăminte hidrominerale).

3) Pentru condițiile noi sociale și economice ale R. Moldova folosirea diversificată a Potențialului

Apelor Subterane să fie argumentată teoretic și practic ținând cont de limitele hidrogeologice, sanitare-igienice și protecției mediului ambiant.

4) A realiza modelarea numerică probalistică a schimbărilor Potențialul Apelor Subterane sub impactul încălzirii globale, factorilor antropogeni regionali și locali, și efectuarea prognosticului vulnerabilități hidrosferei subterane ca o parte componentă a Bazinului hidrogeologic artezian al Pre-Mării Negre.

3. Rezultate planificate conform proiectului depus

1) În premieră pentru teritoriul R. Moldova Potențialul Apelor Subterane (PAS) s-a argumentat teoretic și practic, a fost numeric procesat și digital cartografiat. Cercetările de așa amploare sunt puține în spațiul internațional și au caracter inovațional și reprezentativ pentru alte teritorii geografice ale lumii;

2) S-au realizat evaluări numerice complexe a geopotențialului individual al apelor subterane potabile, tehnice, minerale, geotermale și industriale (zăcăminte hidrominerale);

3) A fost demonstrată capacitatea naturală a acviferelor în contextul folosirii diversificate a apelor subterane pentru necesitățile societății, economiei și businessului, cu considerația strictă a limitelor hidrogeologice, sanitare-igienice și protecției mediului ambiant;

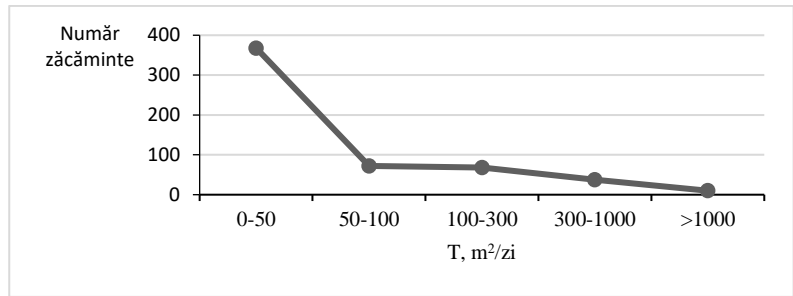
4) S-au dezvoltat modele probalactice a impactului schimbărilor climatice globale și antropogene locale asupra PAS pentru o perioadă de lungă durată (a.a. 2021-2050 și 2051-2080).

4. Rezultatele obținute (descriere narativă 3-5 pagini)

1. *Procesarea Potențialului Apelor subterane (PAS).*

Pentru procesarea Potențialului Apelor subterane (PAS) sa efectuat analiza specializată a parametrilor hidrogeodinamici a zăcămintelor ape subterane și elaborarea metodologiei estimării potențialului apelor subterane, verificarea acestei metodologii și lucrări de expediție hidrogeologică. Pentru zăcămintele apa subterană potabilă sau selectat și sistematizat valorile transmisivității rocilor acvifere (T), debitul sondelor (Q), debitul specific al sondelor (q) și coeficientul de rezerve (S). Pentru fiecare parametru hidrogeodinamic a fost elaborată o clasificare și relația lor cu poziționarea și numărul de zăcăminte (fig. 1,2,3,4).

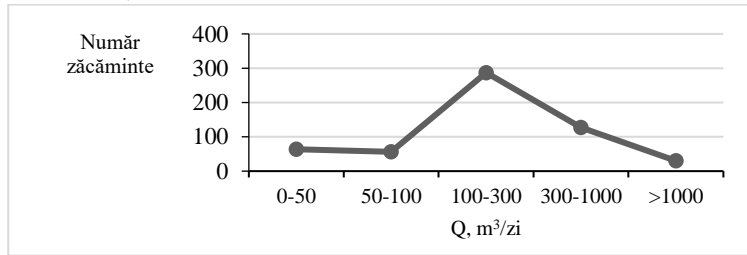
Clasa	T, m ² /zi	Număr
1	0-50	368
2	50-100	72
3	100-300	68
4	300-1000	38
5	>1000	10



(a) (b)

Fig.1 Clase transmisivitatea rocilor acvifere (a) și repartizarea zăcămintelor de apă (b)

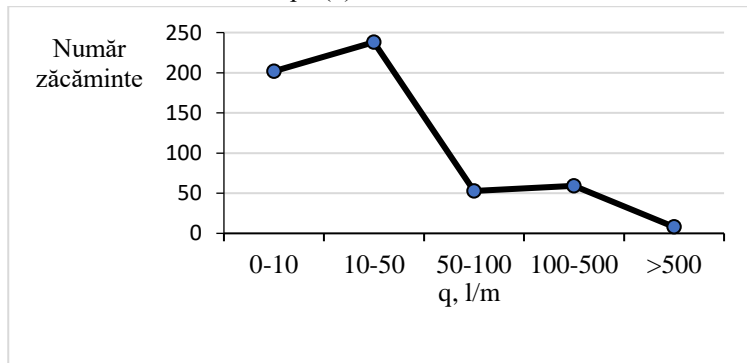
Clase	Q, m ³ /zi	Număr
1	0-50	64
2	50-100	56
3	100-300	287
4	300-1000	127
5	>1000	30



(a) (b)

Fig.2 Clase debit zăcământ (a) și repartizarea zăcămintelor de apă (b)

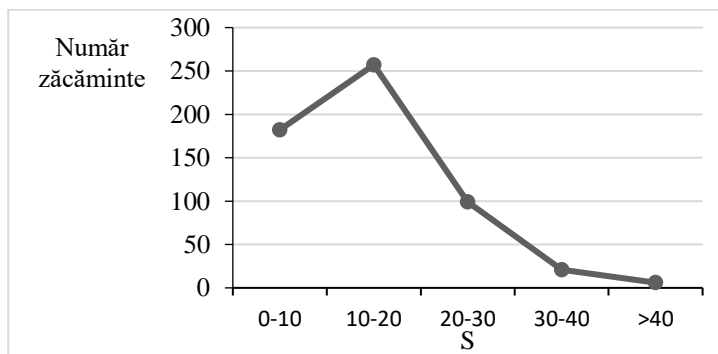
Clase	q, l/m	Număr
1	0-10	202
2	10-50	238
3	50-100	53
4	100-500	59
5	>500	8



(a) (b)

Fig.3 Clase debit specific zăcământ (a) și repartizarea zăcămintelor de apă (b)

Clase	S	Număr
1	0-10	182
2	10-20	257
3	20-30	99
4	30-40	21
5	>40	6



(a) (b)

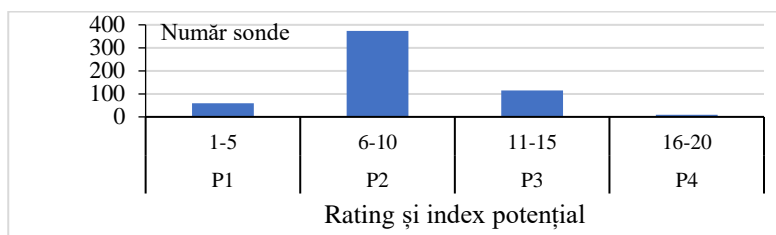
Fig.4 Clase coeficient de rezerve (a) și repartizarea zăcămintelor de apă (b)

După evaluarea geostatistică fiecare parametru hidrogeodinamic a fost cartografiat cu instrumentările Surfer 22. Folosind clasele parametrilor și informația cartografică pentru fiecare zăcământ ape potabile a fost evaluată ponderea lui statistică. Suma ponderilor statistice a valorilor transmisivității rocilor acvifere (T), debitului sondelor (Q), debitului specific al

sondelor (q) și coeficientului de rezerve (S) determină ratingul fiecărui zăcământ, care și reprezintă potențialul acviferului sau la nivel regional potențialul (P) apelor subterane potabile. Valoarea P variază între minimum P=4 și maximum P=20 și respectiv patru categorii de valori P au fost evidențiate (fig. 5).

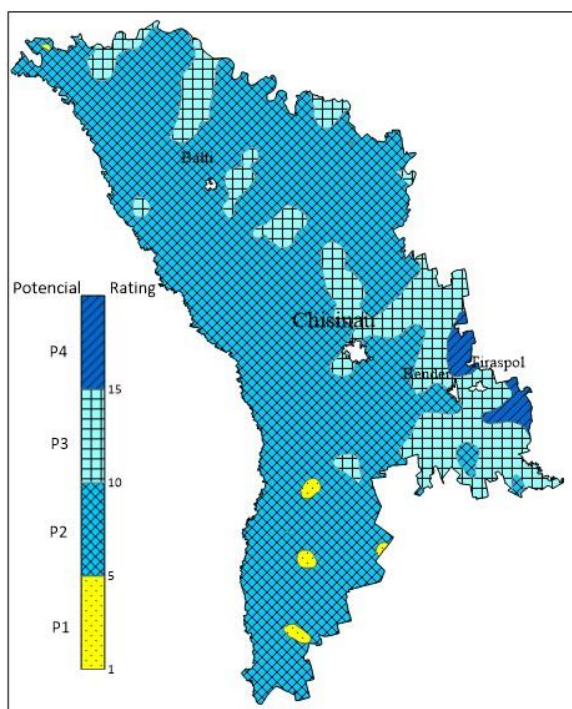
Potențial	Rating	Număr
P1	1-5	59
P2	6-10	373
P3	11-15	115
P4	16-20	9

(a)



(b)

Fig.5. Clase potențial apele subterane (a) și repartizarea zăcămintelor de apă (b)



Valoarea P1 prezintă potențial slab, P2 – moderat, P3 – bun și P4 – foarte bun și respectiv P1 = 11%, P2 – 66 %, P3 = 21 % și P4 = 2% din teritoriu țării. În perimetrul R. Moldova potențialul apelor subterane potabile preponderant este de categoriile P2 și P3 (sumar cca 87%) sau cu potențial moderat și bun. Valoarea potențialului (P) a fost cartografiată pentru toată secțiunea hidrogeologică a țării, care conține ape potabile și tehnice (fig. 6).

Fig. 6. Harta-shemă a potențialului apelor subterane potabile și tehnice a teritoriului R. Moldova

Analiza succintă a fig.6 arată, că datele cartografice sunt corelative cu datele fig. 5. De asemenea informația cartografică este în concordantă cu structura geologo-hidrogeologică a țării. Teritoriile cu potențial foarte bun (P4) sunt caracteristice numai unor zone din lunca geomorfologică de jos a r. Nistru, unde transmisivitatea rocilor acvifere este mare. Potențialul bun (P3) este fragmentar și corelativ cu locurile amplasării masivelor rifogene în sarmațianul inferior și mediu, iar potențialul moderat (P2) este predominant (cca 66%) în teritoriul țării noastre. Potențialul slab (P1) este mozaic și în marea parte este legat cu calcarele cu argilă (Neogene) și straturile acvifere Kongeriev, care sumar depozitează apă subterană în cantități mici. De asemenea datele potențialului apelor subterane potabile și tehnice (vezi fig.6) sunt în bună corelare cu datele hărții hidrogeologice a Europei (foaia E5, București, a.2013).

2. Evaluări numerice complexe a geopotențialului individual al apelor subterane potabile, tehnice, minerale, geotermale și industriale (zăcăminte hidrominerale)

Apa potabilă și tehnică. În R.Moldova apele subterane potabile și tehnice nu sunt ca categorii de apă aparte. De asemenea, deseori aceste ape se folosesc în aceleași scopuri (de exemplu, alimentarea cu apă potabilă și tehnică a locuințelor în or. Chișinău). Zăcămintele de apă subterană potabilă și tehnică au fost georeferențiate și cartografiate (fig.7). Total, în țara noastră se exploatează 272 zăcăminte ape potabile și tehnice, care sunt repartizate regional neuniform în

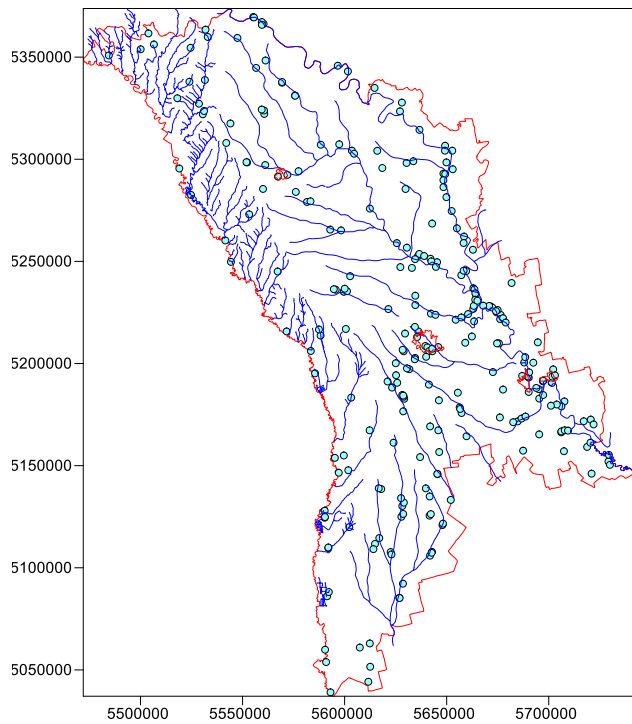


Fig.7 Locația zăcămintelor apă potabilă și tehnică (cerculețe – locul amplasării zăcământului)

teritoriu. Cele mai multe zăcăminte sunt descoperite în valea geomorfologică a r. Nistru, care se caracterizează prin prezența acviferilor cu o permeabilitate înaltă a rocilor acvifere datorită influenței tectonice *disjunctive*. Analiza geostatistică a datelor arată, ca pentru acviferele Cuaternare sunt caracteristice 19 zăcăminte, Sarmațiene – 221, Cretacice – 20, Siluriene – 7 și Vendian Arheene – 5 (fig. 8). Mineralizarea (M) apelor potabile este pînă la 1000.0 mg/l (1.0 g/l) (fig.9.).

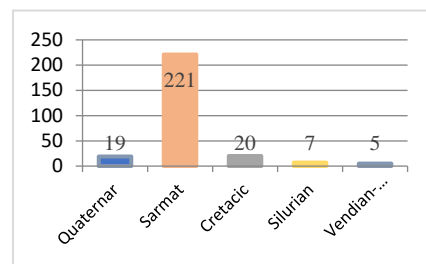


Fig.8 Distribuția statistică a zăcămintelor apelor potabile

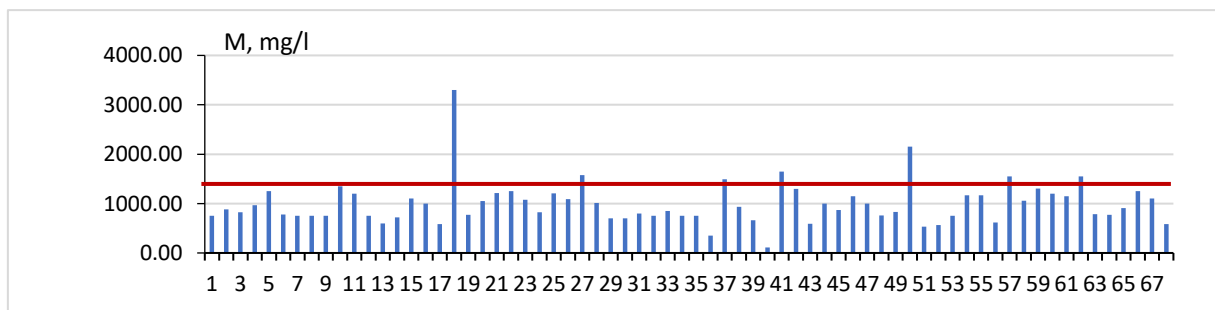


Fig.9 Mineralizarea zăcămintelor ape potabile și tehnice (linie roșie – valoarea admisibilă 1.0 g/l)

Valorile mineralizării mai mari decât 1.0 g/l sunt caracteristice apelor tehnice (vezi fig.3 – linia roșie).

Ape subterane minerale. R. Moldova posedă o gamă largă de ape minerale, care se împart în două grupe – cu componenți specifici (J, B, Br etc) și fără componenți specifici, și aceste grupe formează subgrupe după componența gazelor naturale dizolvate (cu azot, metan etc). Total, în perimetrul țării noastre sunt înregistrate 71 zăcăminte apă minerală (fig.10). Acestea zăcăminte sunt repartizate neuniform în teritoriu și în secțiunea geologică. Referitor la referințierea hidrogeologică în acviferele Sarmațiene sunt 45 de zăcăminte, Paleogen – 2, Cretacic – 4, Silurian – 12 și in Vend – Arhean – 9 (fig. 11). După valoarea mineralizării apa minerală poate fi dulce (0.0-1.0 g/l), salmastră (1.0-3.0 g/l), sărată (3.0-10.0 g/l) și suprasărată (>10.0 g/l). Repartizarea zăcămintelor după valoarea mineralizării: apa dulce – 13, salmastră – 35, sărartă – 20 și suprasărată – 3 (fig. 12).

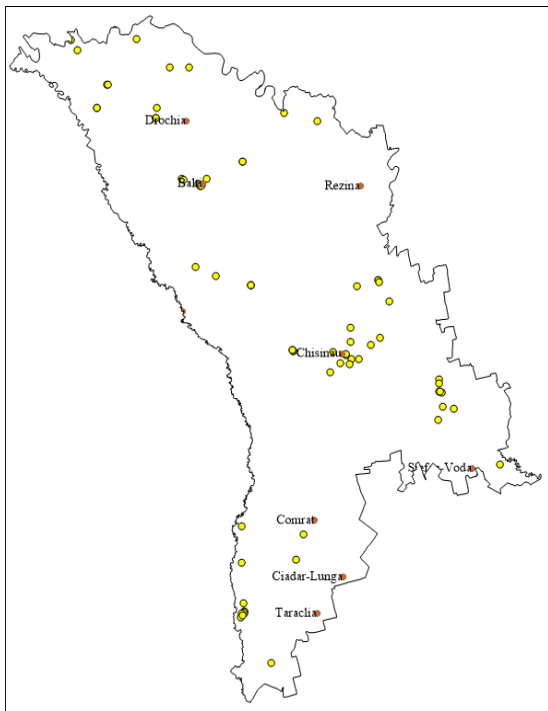


Fig. 10 Locația zăcămintelor apă minerală (cerculețe – locul amplasării zăcământului)

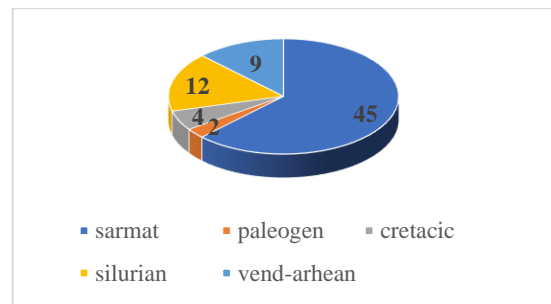


Fig.11 Distribuția statistică a zăcămintelor apelor minerale

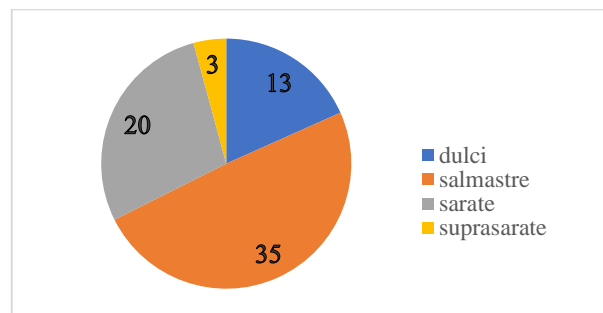


Fig.12 Mineralizarea zăcămintelor ape minerale

Fiecare zăcământ apă minerală este descris și analizat după următoarea formă (ca exemplu zăcământul Varnița): denumirea zăcământului – Varnița; raion – mun. Bender; locație – partea de nord a or. Bender; proprietar – fabrica Bender; acviferul – Paleogen; mineralizarea – 5.9-6.0 g/l; tipul hidrogeochimic – $SO_4-Cl-Na$; analog în f. URSS – Caspii 215; indicații medicale – tratament stomac și ficat; folosirea zăcământ și denumirea – apă minerală Varnița; rezerve – cat. A 121 m³/zi și B 36 m³/zi; data confirmării zăcământului și organul – 10.10.1973, protocol nr. 7000, Comisia rezerve de stat f. URSS.

Ape subterane industriale (zăcăminte hidrominerale). Apele subterane industriale care conțin elemente chimice rare (J, B, Br, Li, Cs ș.a.) sunt răspândite în toate diviziunile stratigrafico-hidrogeologice ale țării. Concentrații industriale de elemente chimice sunt descoperite numai în acviferele Paleozoice, Mezozoice și parțial Cenozoice. Până în prezent oficial înregistrate sunt numai zăcămintele hidrominerale din sudul Moldovei (fig.13). Cercetările prezente și anterioare (Moraru C. Zăcăminte hidrominerale. 2011, 160 p.) demonstrează prezența zăcămintelor hidrominerale și în alte părți ale R. Moldova. În regiunea or. Ungheni și Nisporeni concentrațiile de J, B și Br sunt cu valori industriale. Helium (He) a fost descoperit în cantități industriale în nordul R.Moldova și se consideră cea mai anomală concentrație pe continentul Euro -Asiatic (fig.14). În țara noastră sunt oficial înregistrate numai 5 zăcăminte hidrominerale (fig.15). Pentru zăcămintele cu Iod, Bor, Brom, Litiu Rubidiu, Cesium, Stronciu și Helium sunt elaborate scheme tehnologice de exploatare a zăcămintelor (exemplu, tab.1).

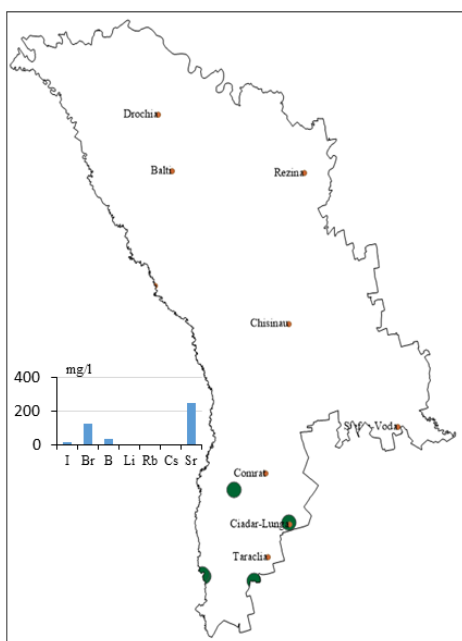


Fig. 13 Locația zăcămintelor hidrominerale (grafic – elemente chimice în zăcământ)

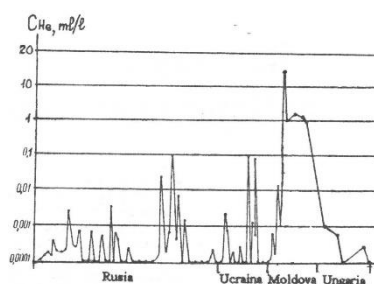


Fig.14. Heliu în profil internațional

Zăcămînt	Mineralizarea g/l
Cumai	50-115
Enichioi	81-105,8
Cadir_Lunga	68-195,6
Manta 1	1,1-70,0
Manta 2	57,9-83,8

Fig.15 Zăcăminte hidrominerale în Moldova

Tabel 1. Date tehnologice a hidrozacămintului din sudul R.Moldova

Tip	Rezerve, mii tone	Element	Concentrație, mg/l	Rezerve t/an
Cl - Na	77.5	iod	18.0	458.0
		brom	125.0	3182.0
		bor	40.0	1018.0
		litium	5.4	137.0
		rubidiu	0.5	10.0
		ceziu	0.5	10.0
		stronciu	250.0	6365.0

(Remarcă: Unele preturi internaționale: 1kg Rb - \$97 100; 1 kg Cs - \$93 380)

Apele geotermale sau zăcăminte geotermale. Apă geotermală – apă subterană cu temperatură la sursă egală sau mai mare de 20°C. În perimetrul R. Moldova sunt descoperite zăcămintele geotermale în regiunile de centru – vest și sud. Aceste zăcăminte nu sunt în registrul de stat al zăcămintelor minerale, fiindcă nivelul lor de studiu este slab. Tot odată, prezența zăcămintelor geotermale în țara noastră este demonstrată în multe lucrări științifice. În majoritatea cazurilor, apele geotermale sunt auto curgătoare de la adâncimi mari la suprafața terestră (s. Gotești de la 600 m, t=37°C, acvifer Jurassic ș.a. curge debit 10 m³/oră din a.1961 ș.a. în multe locuri). Distribuția temperaturilor apei la adâncimile 250 m, 500 m, 750 m și 1000 m. – vezi fig.16.

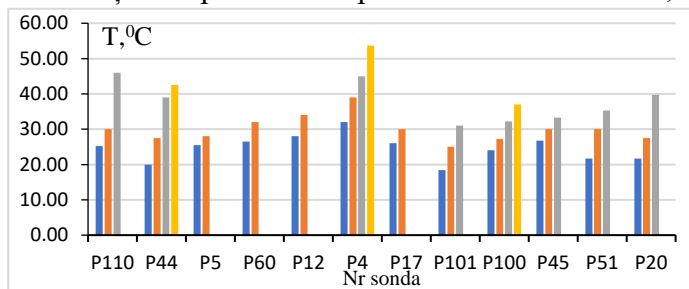


Fig. 16. Temperatura apelor subterane în partea de sud Moldova (culorile albastru – 250 m, roșie -500 m, sură – 750 m și galben – 1000 m).

Din fig.16 observăm, că temperatura apelor subterane crește odată cu adâncimea poziției acviferului (sondele P44, P4, P100 ș.a.). Situația anomală a temperaturii apelor subterane este

bine evidențiată prin distribuția gradientului geotermic (G) (schimbarea temperaturii la fiecare 100 m adâncime) (fig.17).

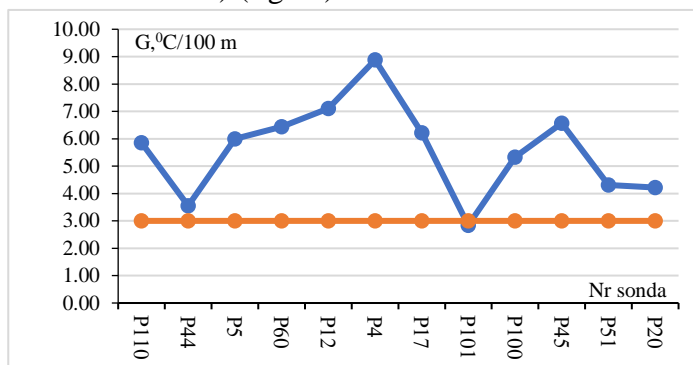


Fig.17 Variațiile gradientului (G) geotermic (culoare albastră – valorile G și culoare galbenă valori G regionale)

Valorile medii regionale $G=3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, sau în plan regional la fiecare 100 m adâncime în subteran temperatura crește cu 3°C . În cazul părților de sud și centru – vest a R.Moldova valorile gradientului cresc de la 4°C până la 9°C și mai mult.

Este evident, că cauza este prezența anomaliilor geotermice, care formează zăcăminte geotermale. La adâncimile de cca 500 m temperatura apelor subterane poate fi $30-35^{\circ}\text{C}$, 1000 m – $45-50$ și 2000 m – $70-80^{\circ}\text{C}$. Ca regula, apele sunt mineralizate, iar debitul sondelor destul de variabil.

3. Argumentarea capacității naturale a acviferelor în contextul folosirii diversificate a apelor subterane pentru necesitățile societății, economiei și businessului, cu considerația strictă a limitelor hidrogeologice, sanitare-igienice și protecției mediului ambiant;

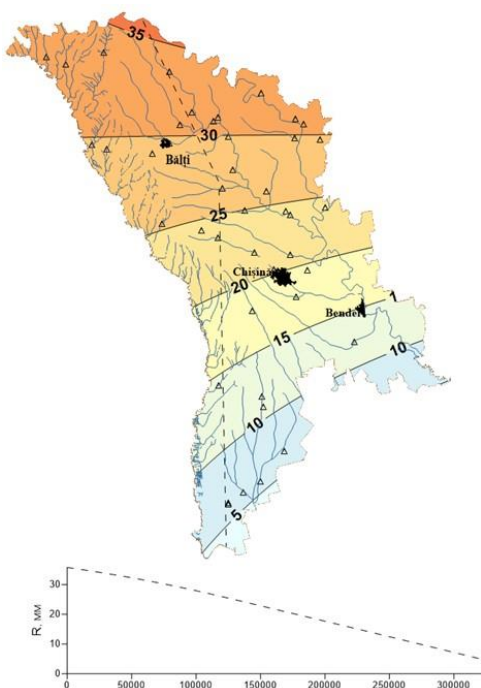


Fig.18 Harta-schema a resurselor naturale (R, mm) ale apelor subterane (pe hartă linia întreruptă – linia secțiunii valorii R; sub hartă – grafic valoarea R, mm conform secțiunii)

Capacitatea naturală a acviferelor din perimetru teritoriului R. Moldova este analizată din considerentele hidrogeodinamice cu referire la formarea resurselor și rezervelor straturilor de apă sau după modelul (In-Out). Este important de menționat, ca teritoriul geografic al Republicii Moldova, conform concepției hidrogeologice moderne, este parte componentă a părții de sud-vest al bazinului hidrogeologic artezian al Pre-Mării Negre. Numai în partea superioară a zonei hidrogeodinamice cu recirculația activă sunt ape subterane potabile atribuite la acviferile Cuaternar – Cretacic superior (de sus în jos, în secțiune 7 acvifere). Dimensiunea zonei hidrogeodinamice cu recirculația activă variază de la 10.0 m (nord) până la 550.0 m (sud). Aceasta zonă în partea superioară este limitată de zona de aerare (nesaturată cu apă) și în partea inferioară de zona hidrodynamică cu circulație lentă, care conține ape subterane sărate și salamuri cu temperaturi mai mari decât 30°C .

Resursele naturale (sau dinamice) pentru teritoriul Republicii Moldova se formează preponderent în cadrul bazinelor hidrografice Prut, Nistru și al Mării Negre. Din partea de nord prin segmentul între r.r. Nistru și Prut (linia s.Criva – s.Percov) apele subterane nu recepționează resurse naturale. Estimarea resurselor naturale a fost efectuată folosind metodele balanței, Kudelin, Voskresenskii, Indeele curentului subteran (BFI – 11 metode), PART, Rora și Fluctuații nivelul apei subterane (WTF) – total 17 metode. Rezultatele estimării resurselor

naturale ale acviferilor s-au prezentat în tabele numerice și în hărți digitale regionale. Estimările s-au analizat prin metode avansate geostatistice. Cartarea resurselor apelor subterane a fost supusă analizei detaliate a tipului de algoritm a interpolatorilor cunoscute până în prezent. Estimările resurselor acviferilor s-au analizat comparativ folosind metodele parametrice geostatistice, analizele cluster și factoriale (principalele componente). În modelul regional s-au estimat valorile statistice ale resurselor apelor subterane (fig. 18).

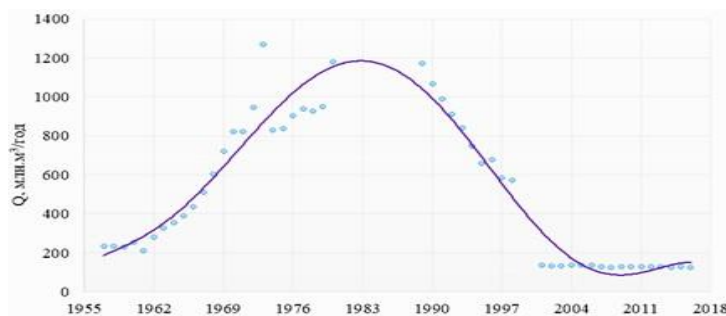


Fig.19 Dinamica folosirii apa subterană în R. Moldova (mln m³/an)

În prezent R. Moldova folosește ape subterane de cca 5 ori mai puțin comparativ cu perioada sovietică (fig.19). Rezervele exploatabile ale apelor subterane din teritoriul Republicii Moldova au fost estimate de diferiți specialiști hidrogeologi la nivelul anilor 1962, 1973, 1981, 2001 și 2013. Analiza acestor calcule, în mod convingător, arată existența unei incertitudini statistice în aprecierea volumului de apă potabilă subterană în cadrul zonei hidrogeologice cu regim hidrodinamic activ. Volumul rezervelor exploatabile ale acviferelor productive alcătuiește un interval statistic cu valorile 2.5 – 4.4 milioane m³/zi sau 0.9 – 1.6 km³/an. Raportul resurse naturale/rezerve exploatabile variază în intervalul 5.61- 9.89 sau de atâtea ori este mai mare alimentarea acviferelor comparativ cu volumul de exploatare. Apele subterane alimentează și mențin regimul hidrologic al apelor de suprafață. Fluxul apelor subterane constituie pentru râurile mici cca 50 % din fluxul total, iar pentru r. Nistru cca 60 % și r. Prut cca 58 %. În plan regional resursele apelor subterane este comparabil cu resursele apelor de suprafață și alcătuiește cca. 10 - 40 mm/an.

4. Estimarea probabilă a impactului schimbărilor climatice globale și antropogene locale asupra potențialului apelor subterane (PAS)

Modificarea climatului global, inclusiv și al Republicii Moldova se manifestă îndeosebi prin schimbarea regimului de temperaturi și precipitații, care-și lasă amprenta în modificarea regimului hidrologic și respectiv a resurselor de apă. În cazul concret pentru R. Moldova, apele de suprafață și subterane sunt hidrodinamic și funcțional interdependente. Studiul nostru pentru apele de suprafață demonstrează, că în acord cu legitățile geografice a distribuției temperaturilor aerului și precipitațiilor atmosferice, scurgerea climatică se micșorează de la nord-vest spre sud și sud-est. Scurgerea climatică s-a micșorat în mediu pe țară cu 12 mm sau 30%. Micșorarea cea mai mare se atestă în partea de sud a țării – peste 10 mm sau peste 100%, adică dublu față de anii 1961-2020. De menționat că în bazinul r. Răut scurgerea climatică indică o micșorare a valorilor peste 50%.

Scurgerea reală modelată din perioada 1961-1990 constituie în mediu pe țară 46 mm, iar către perioada 1991-2020 scurgerea se micșorează la 30 mm. Micșorarea medie constituie 16 mm sau

cu 34,8% față de scurgerea din 1961-1990. Volumul total al scurgerii reale medii anuale a râurilor mici din Republica Moldova constituia în perioada 1961-1990 în mediu 1.56 km^3 de apă, micșorându-se la 1.02 km^3 către anii 1991-2020. Astfel resursele de apă reale ale râurilor mici s-au micșorat cu $0,54 \text{ km}^3$ de apă sau 34,8%. Debitul medii anuale a râurilor Nistru și Prut în perioada anilor 1961-1990 constituie $327 \text{ m}^3/\text{s}$ la postul hidrologic Bender (volumul scurgerii medii anuale – $10,3 \text{ km}^3$) și $88,6 \text{ m}^3/\text{s}$ la postul hidrologic Ungheni ($2,8 \text{ km}^3$) respectiv. Către anii 1991-2020 aceste valori constituie $278 \text{ m}^3/\text{s}$ ($8,8 \text{ km}^3$) și $82,2$ ($2,6 \text{ km}^3$). Modificarea regimului hidrologic se reflectă bine în fig. 20.

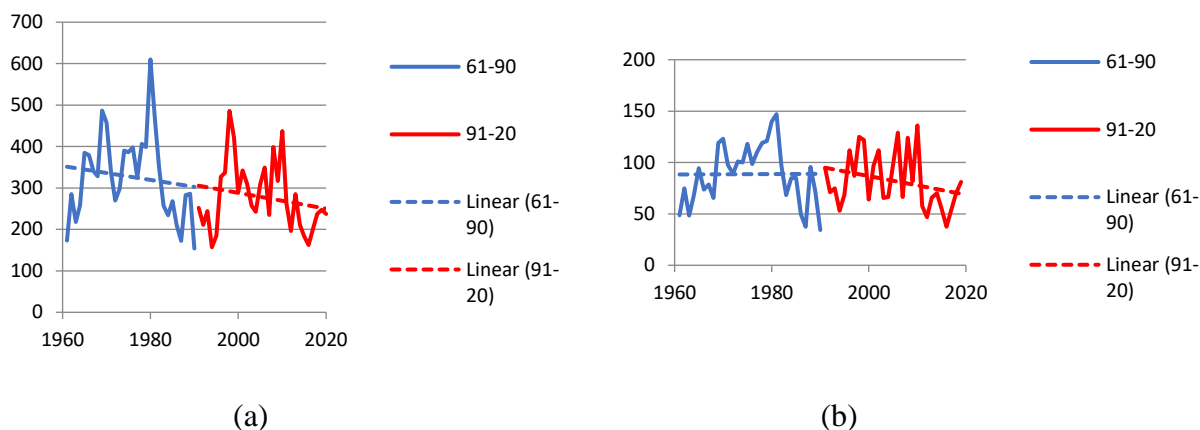


Fig.20. Dinamica scurgerii râului Nistru la postul hidrologic Bender (a) și râului Prut la postul hidrologic Ungheni (b)

(axa Y - scurgerea m^3/s)

Pentru apele subterane, din ecuația de balanță, valoarea infiltrației este și valoarea resurselor naturale (R) a acviferelor. Studiile detaliate, demonstrează că parametrul (R) este corelațional dependent de precipitațiile atmosferice (P) (fig. 21). Această dependență funcțională descrește odată

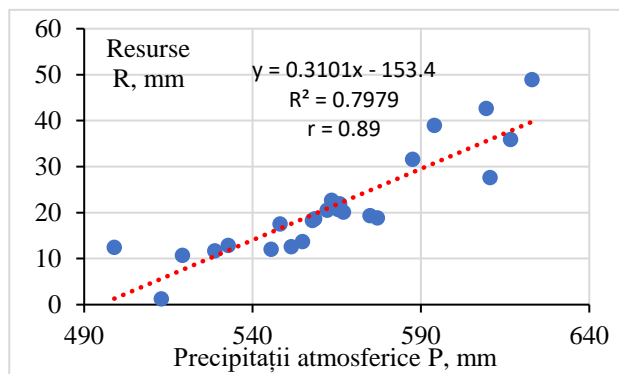


Fig.21. Dependența statistică a resurselor apelor subterane (R) de precipitațiile atmosferice (P)

cu creșterea adâncimii poziției acviferelor sau cu cât este mai adânc poziționat acviferul, cu atât este mai mică influența precipitațiilor. Numeric, acest efect se estimează cu formule hidrodinamice pentru fiecare caz concret. Dependența funcțională din fig.21 permite prognosticul valorii (R) în retrospectiva și

perspectiva apropiată (cca 30 ani). La modul generalizat, aceasta este estimarea probabilă a impactului schimbărilor climatice globale asupra potențialului apelor subterane (PAS). Verificarea modelului geostatistic sa efectuat pentru perioada precipitații a.a.1891 – 2030 (stația Chișinău). Rezultatele sunt apreciate cu coeficientul de corelație liniară cu valoarea $r = 0.80$ sau rezultatele modelării sunt foarte bune. Impactul schimbărilor locale antropogene a fost estimat prin intermediul determinării vulnerabilității la poluare a apelor subterane cu metodologia proprie dezvoltată în cadrul cercetărilor prezente.

5. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului

Impactul științific:

Metodologia propusă pentru determinarea potențialului apelor subterane este nouă, corespunde trendului internațional în domeniu și integrează R. Moldova în hidrogeologia Europeană și mondială. Date și rezultate noi în domeniul hidrogeologiei regionale cu caracter fundamental și aplicativ de interes național și internațional. Impactul științific de asemenea se va regăsi în creșterea cantitativă și îmbunătățirea calității producției de cercetare preconizate prin articole publicate și planificate, lucrări de masterat/doctorat, referate, proiecte de licență cu componenta de cercetare, participări la conferințe științifice și colaborări științifice (contracte, granturi, participare în consorții ș.a).

Impactul social:

Proiectul generează contribuții sociale referitoare la calitatea mediului, apelor potabile și stării de sănătate. Ca impact pozitiv asupra mediului și sănătății populației, se poate evidenția faptul că prin popularizarea rezultatelor de cercetare se va reduce folosirea apelor potabile contaminate sau poluate. Popularizarea cunoștințelor referitoare la apele subterane potabile, minerale, geotermale și zăcăminte hidrominerale, care permit eficientizarea folosirii raționale și ecologice a resurselor de apă subterană. Urmare a cercetărilor va avea loc sporirea atenției sociale asupra zonelor de protecție sanitară a prizelor de apă și calității apelor potabile subterane.

6. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

Echipament modern (calculatoare, laboratoare portabile, GPS etc); resurse de date geologice a Laboratorului (colecțiile de hărți, arhivele rapoarte, datele hidrogeologice ș.a); infrastructuri electronice cum ar fi sistemele de date, rețelele de comunicare, software ș.a); expediții hidrogeologice pentru completarea și reînnoirea informației și bazelor de date specializate.

7. Colaborare la nivel național/ internațional în cadrul implementării proiectului

Nivel național:

Universitatea Pedagogică "I. Creangă", Moldova; Expediția Hidrogeologică de Stat din cadrul Ministerului Mediu, Moldova; Agenția de Stat pentru Geologie și Resurse Minerale din cadrul Ministerului Mediu, Moldova; Agenția Hidrometeo, Moldova din cadrul Ministerului Mediu; Institutul de Chimie, USM, Moldova; Institutul de Geografie, USM, Moldova.

Nivel internațional:

Universitatea Massachussettes din Boston, SUA; Universitatea Arkansas, Jonesboro, SUA; Universitatea din Memphis, Memphis, SUA.

8. Dificultățile în realizarea proiectului

Nu sunt

9. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații (obligatoriu)

Lista publicațiilor pentru anii 2020-2023 în care se reflectă doar rezultatele obținute în proiect, perfectată conform cerințelor față de lista publicațiilor (a se vedea Anexa nr.2)

10. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor)

Vezi Anexa 2.

11. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute în proiect (premiu, medalii, titluri, alte aprecieri).

Nu sunt

12. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media (Opțional):

a) TV

Moraru Constantin, 2021 / Codul Eco / TV 1/ Tezaurul pe care îl ascunde pământul nostru.

Moraru Constantin, 2022/ TV Moldova 1/ Zacaminte minerale – subsolul R. Moldova.

Moraru Constantin, 2023/ TV Moldova 1/Suta de movile – monumente geologice naturale ale Moldovei.

b) la masa rotunda

Botnari Aliona, 2022/ Înghețurile ca fenomene meteorologice de risc. Masa Rotundă: Procese alertă și acțiuni rapide („Alertes precoces et actions rapides” Informations hydrometeorologiques et climatologiques au service de la prevention des catastrophes)/ Universitatea Agrară din Moldova, Facultatea Cadastru și Drept.

c) Seminar Științific

Botnari Aliona, 2022/Manifestarea în timp și spațiu a fenomenului de grindină pe teritoriul Republicii Moldova/ Seminar științific dedicat Zilei Internaționale pentru Reducerea Riscului Dezastrelor Naturale, organizat în cadrul Institutului de Ecologie și Geografie, USM.

13. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate pe parcursul anilor 2020-2023 de membrii echipei proiectului

Nu sunt

14. Materializarea rezultatelor obținute în proiect (cu specificarea aplicării în practică)

HOTĂRÎRE Nr. HG635/2020 din 19.08.2020 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la folosința apelor subterane pentru irigarea prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticoale (argumentarea științifică – Moraru Constantin).

15. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei

Moraru Constantin/ membru consiliului științific Institutul de Geologie și Seismologie al USM.

Moraru Constantin/ membru al comisiilor științifice de susținere a tezelor CNAA Moldova

Moraru Constantin/ membru al comisiilor științifice de susținere a tezelor UMass, Boston, USA

16. Recomandări, propuneri

Nu sunt

17. Concluzii

1. Cu scopul integrării în cadrul normativelor internaționale și asigurării exploatații durabile a apelor subterane pentru prima dată, în țara noastră, sa elaborat metodologia determinării Potențialului Apelor Subterane (PAS). Patru categorii de valori PAS au fost evidențiate: potențial slab, moderat, bun și foarte bun. PAS pentru R. Moldova este preponderant format din categoriile moderat și bun (sumar cca 87% din teritoriu țării. Valoarea PAS a fost cartografiată pentru toată secțiunea hidrogeologică a țării. Valorile PAS și informația cartografică este în concordantă cu structura geologo-hidrogeologică a țării. De asemenea datele PAS sunt în bună

corelare cu datele hărții hidrogeologice a Europei (foaia E5, București, a.2013). Rezultatele obținute au fost demonstrate în publicații științifice și raportate la manifestări științifice internaționale.

2. În cadrul teritoriului R. Moldova, având în vedere date noi hidrogeologice acumulate în ultimii 60 de ani, sa efectuat analiza integrată a categoriilor de apa subterană interstatală (sau de adâncime) și freatică cu evidențierea stadiul actual al cunoașterii în acest domeniu. Au fost analizate, caracterizate și cartografiate categoriile zăcăminte de apă subterană potabilă și tehnică, apa subterană minerală, apa subterană industrială (zăcăminte hidrominerale) și apa geotermală sau zăcăminte geotermale.

3. A fost argumentată capacitatea naturală a acviferelor după modelul hidrogeodinamic In – Out. In calitate de valoare In = Resurse naturale ale acviferilor și Out = Rezerve de exploatare. Volumul rezervelor exploatabile ale acviferelor productive alcătuiește un interval statistic cu valorile 2.5 – 4.4 milioane m³/zi sau 0.9 – 1.6 km³/an. Raportul resurse naturale/rezerve exploatabile variază în intervalul 5.61- 9.89 sau de atâtea ori este mai mare alimentarea acviferelor comparativ cu volumul de exploatare.

4. Sa procesat probabilitatea impactului schimbărilor climatice globale și antropogene locale asupra potențialului apelor subterane (PAS). Metodologic, sa demonstrat schema estimării impactului după Model Global – Model Regional – Model Local. In cazul prognosticurilor climatice apele de suprafață și apele subterane necesită procesare comună. In cadrul modelului local sa demonstrat, că schimbările climatice afectează mai întâi apele de suprafață cu trendul statistic reducere rezerve reale. Apele subterane reacționează cu o întârziere în timp față de apele de suprafață și impactul schimbărilor climatice descrește funcțional în dependentă de poziția de adâncime a acviferului.

5. Au fost efectuate 4 expediții complexe hidrogeologice in cadrul R. Moldova. Baza de date hidrogeologice sa completat cu date noi calitatea apelor subterane și de suprafață. De asemenea, a fost constatată situația reală a folosirii, protecției și perspectivei folosirii apelor subterane în teritoriu moldovenesc.

Conducătorul proiectului

MORARU Constantin, dr. hab. _____

Data: _____

LȘ

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023

Proiectul: Potențialul Apelor Subterane: Argumentarea teoretică, Estimarea, Folosirea diversificată și Schimbări posibile (studiu de caz – Republica Moldova)

Cifrul Proiectului: 20.80009.7007.26

Este prima realizare, în hidrogeologia contemporană a țării noastre, a nivelului actual al cunoștințelor acumulate referitoare la hidrosfera subterană. Investigația caracterizează toată secțiunea hidrogeologică a acviferilor Cenozoice – Paleozoice (între cca 20.0 – 2500.0 m) și dependența hidrosferei subterane de mediul geologic, hidrologic și climatic. În cadrul teritoriului R. Moldova, având în vedere date noi hidrogeologice acumulate în ultimii 60 de ani, s-a efectuat Procesarea Potențialului Apelor subterane (PAS). Valoarea (PAS) variază între minimum P=4 și maximum P=20 și respectiv patru categorii de valori (P) au fost evidențiate. Valoarea P1 prezintă potențial slab, P2 – moderat, P3 – bun și P4 – foarte bun și respectiv P1 = 11%, P2 – 66 %, P3 = 21 % și P4 = 2% din teritoriul țării. PAS este preponderent format din categoriile P2 (moderat) și P3(bun) (sumar cca 87%). Valoarea (PAS) a fost cartografiată pentru toată secțiunea hidrogeologică a țării, care conține ape potabile și tehnice. Informația cartografică este în concordanță cu structura geologo-hidrogeologică a țării. De asemenea, datele PAS sunt în bună corelare cu datele hărții hidrogeologice a Europei (foaia E5, București, a.2013). Integrat, au fost analizate categoriile de apă subterană interstratală (sau de adincime) și freatică cu evaluări numerice complexe a geopotențialului individual al apelor subterane potabile, tehnice, minerale, geotermale și industriale (zăcăminte hidrominerale). *Categoria zăcăminte de apă subterană potabilă și tehnică* a fost studiată, zăcămintele georeferențiate și cartografiate. Total, în țara noastră se exploatează 272 zăcăminte ape potabile și tehnice, care sunt repartizate neuniform în teritoriul. Pentru apele potabile s-a propus analiza geostatistică a calității apei conform standardelor sanitare - igienice. *Categoria apa subterană minerală* posedă o gamă largă de ape minerale, care se împart în două grupe – cu componenți specifici (J, B, Br etc) și fără componenți specifici, și aceste grupe formează subgrupe după componența gazelor naturale dizolvate (cu azot, metan etc). Total, în perimetrul țării noastre, sunt înregistrate 71 zăcăminte apă minerală. Analiza geostatistică pentru apele minerale a inclus 75 parametrii, inclusiv macro- și microcomponenții chimici, gazele dizolvate în apă, temperatura și elementele radioactive. *Categoria apa subterană industrială* (zăcăminte hidrominerale) conține elemente chimice rare (J, B, Br, Li, Cs ș.a.) și este răspândită în toate diviziunile stratigrafico-hidrogeologice ale țării. Până în prezent, oficial înregistrate sunt numai zăcămintele hidrominerale din sudul Moldovei (5 zăcăminte). Apele industriale, care sunt prezente în subsolul țării noastre, au fost caracterizate pentru zăcămintele de heliu, brom, bor, iod, litiu, cesiu și stronțiu. *Categoria apa geotermală* sau zăcăminte geotermale (cu T=sau>20°C) este caracteristică pentru regiunile de centru – vest și sud ale țării. Aceste zăcăminte nu sunt în registru de stat a zăcămintelor minerale, fiindcă nivelul lor de studiu este slab. A fost argumentată capacitatea naturală a acviferelor după modelul hidrogeodinamic (In – Out). In calitate de valoare In = Resurse naturale ale acviferelor și Out = Rezerve de exploatare. Volumul rezervelor exploatabile ale acviferelor productive alcătuiește un interval statistic cu valorile 2.5 – 4.4 milioane m³/zi sau 0.9 – 1.6 km³/an. Raportul resurse naturale/rezerve exploatabile variază în intervalul 5.61- 9.89 sau de atâtea ori este mai mare alimentarea acviferelor comparativ cu volumul de exploatare. S-a analizat probabilitatea impactului schimbărilor climatice globale și antropogene locale asupra potențialului apelor subterane (PAS). Metodologic, s-a demonstrat impactul după schema Model Global – Model

Regional – Model Local. In cazul prognosticurilor climatice apele de suprafață și apele subterane necesită procesare comună. In cadrul modelului local sa demonstrat, că schimbările climatice afectează mai întâi apele de suprafață cu trendul statistic de reducere a rezervelor reale. Apele subterane reacționează cu o întârziere în timp față de apele de suprafață și impactul schimbărilor climatice descrește funcțional în dependentă de poziția de adâncime a acviferului. Rezultatele științifice au inițiat publicarea a 4 monografii (una tipografia Springer), 1 manual universitar, 5 articole și 30 comunicări la conferențe naționale și internaționale (cu publicarea materialelor).

It is the first achievement, in the contemporary hydrogeology of our country, of the current level of accumulated knowledge regarding the underground hydrosphere. The investigation characterizes the entire hydrogeological section of the Cenozoic - Paleozoic aquifers (between approx. 20.0 - 2500.0 m) and the dependence of the underground hydrosphere on the geological, hydrological and climatic environment. Within the territory of the Republic of Moldova, taking into account new hydrogeological data accumulated in the last 60 years, the Groundwater Potential Processing (GWP) was carried out. The value (GWP) varies between minimum P=4 and maximum P=20 and respectively four categories of values (P) were highlighted. The P1 value shows poor potential, P2 – moderate, P3 – good and P4 – very good and respectively P1 = 11%, P2 – 66%, P3 = 21% and P4 = 2% of the country's territory. The GWP mainly consists of the P2 (moderate) and P3 (good) categories (total approx. 87%). The value (PAS) has been mapped for the entire hydrogeological section of the country, which contains drinking and technical waters. The cartographic information is consistent with the geological-hydrogeological structure of the country. Also, the PAS data are in good correlation with the data of the hydrogeological map of Europe (sheet E5, Bucharest, year 2013). Integrated, the categories of interstratal (or deep) and phreatic groundwater were analyzed with complex numerical assessments of the individual geopotential of potable, technical, mineral, geothermal and industrial groundwater (hydromineral deposits). The category of drinking and technical groundwater deposits was studied, the deposits georeferenced and mapped. In total, 272 potable and technical water deposits are exploited in our country, which are distributed unevenly in the territory. For drinking water, geostatistics of water quality were processed according to sanitary-hygienic standards. The mineral underground water category has a wide range of mineral waters, which are divided into two groups – with specific components (J, B, Br, etc.) and without specific components, and these groups form subgroups according to the composition of dissolved natural gases (with nitrogen, methane etc). In total, 71 mineral water deposits are registered within the perimeter of our country. The geostatistical analysis for mineral waters included 75 parameters, including chemical macro- and micro-components, gases dissolved in water, temperature and radioactive elements. The category of industrial groundwater (hydromineral deposits) contains rare chemical elements (J, B, Br, Li, Cs, etc.) and is spread in all the stratigraphic-hydrogeological divisions of the country. Until now, only the hydromineral deposits in the south of Moldova (5 deposits) are officially registered. Industrial waters, which are present in our country, have been characterized for deposits of helium, bromine, boron, iodine, lithium, cesium and strontium. The category geothermal water or geothermal deposits (with $T \geq 20^{\circ}\text{C}$) is characteristic for the central-western and southern regions of the country. These deposits are not in the state register of mineral deposits, because their level of study is weak. The natural capacity of the aquifers was argued according to the hydrogeodynamic model (In – Out). As value In = Natural resources of aquifers and Out = Exploitation reserves. The

volume of exploitable reserves of the productive aquifers makes up a statistical interval with values of 2.5 – 4.4 million m³/day or 0.9 – 1.6 km³/year. The ratio of natural resources/exploitable reserves varies in the range of 5.61-9.89, or as many times as the supply of aquifers is higher compared to the exploitation volume. The probability of the impact of global and local anthropogenic climate changes on groundwater potential (GWP) was analyzed. Methodologically, the impact was demonstrated according to the Global Model - Regional Model - Local Model scheme. In the case of climate forecasts, surface water and groundwater require joint processing. Within the local model, it was demonstrated that climate changes first affect surface waters with the statistical trend of reducing real reserves. Groundwater reacts with a time delay compared to surface water and the impact of climate change decreases functionally depending on the depth position of the aquifer. The scientific results initiated the publication of 4 monographs (one by Springer), 1 university textbook, 5 articles and 30 communications at national and international conferences (with publication of materials).

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate pentru anii 2020-2023 în cadrul proiectului din Programul de Stat**

Proiectul: Potențialul Apelor Subterane: Argumentarea teoretică, Estimarea, Folosirea diversificată și Schimbări posibile (studiu de caz – Republica Moldova)

Cifrul Proiectului: 20.80009.7007.26

1. Monografii (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)

1.1.monografii internaționale

1. MORARU C. Underground water and climatic oscilations. Springer, 2024 (in press).

1.2. monografii naționale

1. BEJENARU Gh., MELNICIUC O. (2020) Resursele de apă ale Republicii Moldova. Chișinău: *Protipar service*, 338 p. ISBN 978-9975-3448-1-4.

2. BEJENARU Gh., BUSUIOC C. (2021) Colectarea apei de ploaie in agricultură pentru adaptarea la schimbarile cimaticе. *Ghid practic pentru producătorii agricoli*. Chișinău: Bons Offices, 60 p.ISBN 978-9975-87-767.

3. BUGAEVA T., STAMATOVA T., BEJENARU Gh. (2023). Ghid climatic al Republicii Moldova. Chișinau, Bons Offices SRL, 220 p.

https://meteo.md/images/uploads/news/2023/05/ghid_clime_2023.pdf

2. Capitole în monografii naționale/internaționale

3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale

4. Articole în reviste științifice

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

1. МОРАРУ К.Е. (2020) Тектонические особенности и макросейсмическое поле юго-западной части Русской платформы. В: *Российский сейсмологический журнал*, Т.2, № 2, с. 48- 57.DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.2.04>

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

4.4. în alte reviste naționale

5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

1. ГРОЗА А. (2022) Особенности применения программы Surfer при картографическом моделировании гидрогеохимических условия. Материалы XXVI Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых “Проблемы геологии и освоения недр”, г. Томск (Россия). <https://portal.tpu.ru/science/konf/usovma/programme/programa2022.pdf>

2. BOTNARI A. (2022) The impact of the late frosts on perennial crops in the climate change context. *Materials of international conference Present Environment & Sustainable Development Ediția a XVII-a*, Iași. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/158272

3. MORARU C. (2022) Soil geochemistry method for soil/groundwater vulnerability assessment: new theory and application. *Materials of All-Russian conference with international participation on environmental geochemistry*, Vernadsky Geochemistry Institute, Moscow, Russia. <https://iseg2022.org/ru/>
4. BOTNARI A. (2023). Evaluation and analysis of the intensity of late frosts on the territory of the Republic of Moldova using Geographic Information Systems (GIS). *A XXIX-a ediție a Simpozionului Internațional de SIG - BACKUP EDITION*, Iași, p. 111-114
5. BOTNARI A. (2023). Impact of late and early frost on agriculture. Case study – Republic of Moldova. The 7th Conference on Regional Climate and Environmental Dynamics: *Geoscience in the Carpathian and Black Sea region* (gcbs 2023). Vatra Dornei, Suceava, Romania. p. 131-136.
 - 6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)
 - 6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională
1. АРНАУТ Н.Ф., МОРАРУ К.Е. (2020) Изменения руслового режима реки Днестр. В *Евроинтеграция и управление бассейном Днестра*. Материалы международной конференции. Кишинев: Есо-TIRAS, с. 18-23.
2. МОРАРУ К.Е., АРНАУТ Н.А. (2020) Роль подземного стока в формировании водных ресурсов р.Днестр. В: *Евроинтеграция и управление бассейном Днестра*. Международной конференции. Кишинев: Есо-TIRAS, с. 219-224.
3. CASTRAVEȚ T., BEJENARU Ch., SAPATÎNĂ L (2020). Agenda strategică pentru cercetare și inovare la Marea Neagră. In: *Învățământ superior: tradiții, valori, perspective*. Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională. Chișinău: UST, p. 87-91.
4. АРНАУТ Н.А. (2021) Типизация русел малых рек Молдовы на современном этапе. В: *Материалы международной конференции, посвященной 145-летию со дня рождения академика Берга С.Л.*, Бендеры, с. 145-150.
5. АРНАУТ Н.А. (2021) Особенности речной системы малых рек северной части Молдовы. Conferința științifică cu participare internațională, [*Tradiție și inovare în cercetarea științifică, ediția a X-a*](#), Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, p. 51-55.
6. BEJENARU Gh., DILAN V., CASTRAVEȚ T. (2021) Soluții propuse pentru restaurarea albiei vechi a râului Camenca. *Simpoziunul internațional sisteme informaționale geografice, edita XXVIII-a*, Chișinău, p. 14-20.
7. МОРАРУ К.Е., МЕЛЬНИЧУК О.Н. (2021) Подземный сток как показатель экологического состояния поверхностных водных ресурсов (на примере малых рек Молдовы). В: *Материалы международной конференции, посвященной 145-летию со дня рождения академика Берга С.Л.*, Бендеры, с. 110-116.
8. МОРАРУ К.Е. (2021) Сравнительный анализ методов определения естественных ресурсов подземных вод. В: *Материалы всероссийского совещания по подземным водам востока России*. Иркутск, 21-26.06.2021, с. 66-71.
9. МОРАРУ К.Е. (2021) Оценка защищенности от загрязнения подземных вод Республики Молдова. Conferința științifică cu participare internațională, [*Tradiție și inovare în cercetarea științifică, ediția a X-a*](#), Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, p. 30-37.
10. АРНАУТ Н.А., МАТВЕЕВА Е.Н. (2022) Региональная оценка уязвимости подземных вод в руслах малых рек Молдовы. Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională „*Știința în nordul Republicii Moldova: probleme, realizări, perspective*” (ediția a șasea), Bălți

11. АРНАУТ Н.А., МАТВЕЕВА Е., БАТАМАНУ Л. (2022) Комплексная оценка малых рек Молдовы. *The International Conference "Transboundary Dniester River basin management and the EU integration – step by step"*, Chisinau, Moldova. http://www.eco-tiras.org/docs/Dniester-Conf-2022-Proc_14%20mb.pdf
12. BOTNARI A. (2022) Impactul schimbărilor climatice asupra datei de manifestare a înghețurilor periculoase pe teritoriul Republicii Moldova. *The 7th International Conference Ecological and Environmental Chemistry*, Chisinau. <http://eec-2022.mrda.md/>
13. BOTNARI A. (2022) Modelarea spațială și temporală a duratei și intensității înghețurilor periculoase pe teritoriul Republicii Moldova în contextul schimbării climei regionale. Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: probleme, realizări, perspective” (ediția a șasea), Bălți.
14. МОРАРУ К.Е. (2022) Роль разломной тектоники в формировании качества межпластовых подземных вод (на примере территории Республики Молдова). Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: probleme, realizări, perspective” (ediția a șasea), Bălți.
15. АРНАУТ Н.А., МАТВЕЕВА Е.Н. (2023). Теоретические основы восстановления малых рек Молдовы. În culegerea de lucrări a conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” ediția a VII-a , p. 110-115.
16. АРНАУТ Н.А., МАТВЕЕВА Е.Н. (2023). Особенности формирования руслового процесса малых рек северной зоны Молдовы. În culegerea de lucrări a conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” ediția a VII-a , p. 116-120.
17. ГРОЗА А. Н. (2023). Использование подземных вод муниципия Бельцы. În culegerea de lucrări a conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” ediția a VII-a, p. 161-164.
18. MORARU C. (2023). Zăcămintele de gips ale Republicii Moldova (partea de nord). În culegerea de lucrări a conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” ediția a VII-a, p. 173-178.
19. MORARU C. (2023). Zăcămintele de heliu în partea de nord a Republicii Moldova. În culegerea de lucrări a conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” ediția a VII-a, p. 179-183.
20. VĂTĂMANU L. (2023). Monitoringul nivelului acviferului în partea de centru-nord a Republicii Moldova. În culegerea de lucrări a conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” ediția a VII-a, p. 194-197.
21. BOTNARI A. (2023). Dinamica multianuală privind durata perioadei cu îngheț pe teritoriul Republicii Moldova în contextul schimbărilor climatice. În culegerea de lucrări a conferinței științifice naționale cu participare internațională „Știința în nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” ediția a VII-a, p. 426-429.
22. BOTNARI A. (2023). Comparative analysis of the periods 1961 – 1990 and 1991 – 2020 regarding the impact of climate change on the date of the dangerous frosts on the territory of the Republic of Moldova. *The National Conference with international participation, Natural sciences in the dialogue of generations*, edition VI. Chisinau, Republic of Moldova. P.58-63.
23. BEJENARU GH., MARDARI V. (2023). Modificarea resurselor de apă pe teritoriul Republicii Moldova prin prisma schimbărilor climatice. SHS, 13 p.
http://meteo.md/images/uploads/clima/researches/Evaluarea_resurselor_de_apa_MG.pdf

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

7. Teze ale conferințelor științifice

- 7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)
- 7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)
- 7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională
- 7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

Notă: vor fi considerate teze și nu articole materialele care au un volum de până la 0,25 c.a.

8. Alte lucrări științifice (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)

- 8.1. cărți (cu caracter informativ)
- 8.2. enciclopedii, dicționare
- 8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții

10. Lucrări științifico-metodice și didactice

- 10.1. manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)
- 10.2. manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul instituției)

1. BEJENARU Gh., CASTRAVEȚ T., DILAN V. (2020) Calcule hidrologice. Chișinău: *Prin-Caro*, 178 p. CZU: 556.16.04 (075). ISBN 978-9975-56-770-1.

- 10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice

Volumul total al finanțării proiectului 2020-2023Cifrul proiectului: 20.80009.7007.26

Anul	Finanțarea planificată (mii lei)	Finanțarea Executată (mii lei)	Cofinanțare (mii lei)
2020	917,6	850,4	
2021	963,4	837,6	
2022	1103,075	1103,075	
2023	1134,4	1134,4	
Total	4118,475	3925,475	

Conducătorul de proiect _____

MORARU Constantin

Data: _____

LȘ

Componenta echipei proiectuluiCifrul proiectului: 20.80009.7007.26

Echipea proiectului conform contractului de finanțare 2020-2023						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Moraru Constantin	1957	Cercet.st.coor.	0.5	01.01.2020	31.12.2023
2.	Arnaut Nicolai	1955	Cercet.st.coor.	1.0	01.01.2020	31.12.2023
3.	Bejenaru Gherman	1970	Cercet.st.super.	0.5	01.01.2020	31.12.2023
4.	Matveeva Elena	1961	Cercet.st.	1.0	01.01.2020	31.12.2023
5.	Groza Anastasia	1989	Cercet.st.	1.0	01.01.2020	31.12.2023
6.	Derevenco Natalia	1990	Cercet.st.	1.0	01.01.2020	31.12.2023
7.	Vatamanu Liubovi	1989	Cercet.st.	1.0	01.01.2020	31.12.2023
8.	Botnari Aliona	1987	Cercet.st.	0.75	01.01.2020	31.12.2023
9.	Tioveț Maria	1950	Cercet.st.stag.	0.75	01.01.2020	31.12.2023

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	44.45
---	-------

Conducătorul de proiect

MORARU Constantin

(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: _____

LȘ

**Formular privind raportarea indicatorilor în cadrul proiectului Programe de Stat
pentru perioada 2020 – 2023, cifrul 20.80009.7007.26**

Indicator 1	Rezultat				Indicator 2	Rezultat				Indicator 3	Rezultat			
	2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023
Nr. de cereri de brevete înregistrate în cadrul proiectului de cercetare finanțat	0	0	0	0	Nr. de brevete obținute în cadrul proiectului de cercetare finanțat	0	0	0	0	Procentul lucrărilor științifice aplicate în practică, din totalul lucrărilor publicate în cadrul proiectului de cercetare finanțat	10	10	10	10
Total	0	0	0	0		0	0	0	0		20	10	10	10

Conducătorul de proiect

MORARU Constantin

(numele, prenumele)

(semnătura)

Data _____

LS