

EVALUAREA CALITĂȚII APEI FREATICE. STUDIU DE CAZ: LOCALITATEA RUSENI, JUDEȚUL NEAMȚ

Vasilica Racariu^a, Andrei Urzică^a, Cristian C. Stoleriu^a

^a*Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Faculty of Geography and Geology, Department of Geography, Bd. Carol I 20A, 700505, Iasi, Romania*

INFORMAȚII ARTICOL

Cuvinte cheie:
SIG,
calitatea apei,
Neamț,
ape freatice,
Hach-Lange

ABSTRACT

În prezent, importanța apei reprezintă o prioritate pentru toate statele lumii. Se urmărește, întâi de toate, o gestionare sustenabilă a resurselor de apă, urmată de preocuparea cât mai actuală de a repune în circulație apa utilizată și uzată.

Importanța studierii unei astfel de teme este dată de preocuparea societății din ce în ce mai mare pentru un monitoring integrat al calității apei. În România, o mare parte a locuitorilor beneficiază de utilizarea apei subterane, fie prin rețeaua de canalizare, fie prin construirea unor fântâni. În primul caz, standardele calitative ale apei sunt conforme, acestea fiind continuu verificate. În al doilea caz, însă, situația este diferită deoarece depinde de fiecare utilizator și beneficiar să se intereseze și să adopte măsurile necesare pentru asigurarea unei ape de calitate.

Obiectivul lucrării constă în analiza pH-ului, a temperaturii, a oxigenului dizolvat în sezoane diferite (primăvară, toamnă și iarnă) pentru cca. 50 de fântâni.

Introducere

În prezent, importanța apei reprezintă o prioritate pentru toate statele lumii. Se urmărește, întâi de toate, o gestionare sustenabilă a resurselor de apă, urmată de preocuparea cât mai actuală de a repune în circulație apa utilizată, lipsită de poluanți, corpurile de apă fiind interconectate între ele prin ciclul hidrologic (Chapman, 1996)

De-a lungul timpului, acest subiect a reprezentat preocuparea diferiților oameni de știință. Chimistul Pierre Macquer a demonstrat pentru prima oară, în secolul al XVIII-lea, în Franța, că prin combustia

hidrogenului are loc formarea picăturilor de apă (Furon, 1967). A fost urmat de fizicianul Henry Cavendish ce a realizat, prin combinarea hidrogenului cu oxigenul, cu ajutorul scânteii electronice, apă. De atunci și până în prezent s-a ajuns la concluzii diverse, descoperindu-se numeroase proprietăți ale acestui corp ce prezintă o diversitate de anomalii fizice și chimice. De altfel, există trei categorii ce intră în compoziția apei pure: apa ușoară – H₂O, apa grea – D₂O și apa hipergrea – T₂O (ultimele în cantități mult mai mici).

Preocupările prezente sunt legate de vulnerabilitatea resurselor de apă

existente. Creșterea demografică și expansiunea teritorială a populației exercită o presiune sporită asupra acestora. 70% din consumul de apă este cauzat de agricultură, urmată de cel în industrie, transport și asigurarea unui stil de viață decent. Risipa de apă în aceste cazuri este crescută, iar purificarea celor uzate se face insuficient. Începutul reglementărilor în Europa este consemnat prin Directiva Cadru a Apei 60/2000/EC ce prezintă o serie de măsuri cu privire la managementul integrat a resurselor de apă (subterane, de suprafață, tranzitorii și costiere) care a avut ca scop ca până la finele anului 2015 să se ajungă la o stare de echilibru ecologic între componentele chimice, fizice și biologice.

În România, o mare parte a locuitorilor beneficiază de utilizarea apei subterane, fie prin rețeaua de canalizare, fie prin construirea unor fântâni. În primul caz, standardele calitative ale apei sunt conforme, acestea fiind continuu verificate. În al doilea caz, însă, situația stă diferit deoarece stă la atitudinea fiecărui utilizator și proprietar să se intereseze și să adopte măsurile necesare pentru asigurarea unei ape de calitate (Lozan et al., 2010).

Materiale și metode

Pentru realizarea acestui studiu, etapele de lucru au fost împărțite în trei mari categorii:

- stabilirea zonei de monitorizare;
- selectarea surselor de apă principale, neabandonate și de la care consumul se face zilnic;
- stabilirea și localizarea numărului de puncte pentru măsurare, precum și alegerea echipamentului necesar.

Evoluția gospodăririi apelor, în România, cuprinde, conform Mihăescu, 2014, trei etape: până în 1974 – etapa

gospodăririi cantitative, când accentul s-a pus pe asigurarea cu apă a folosințelor, și foarte puțin pe aspectele calitative; 1974-2000 – etapa gospodăririi cantitative și calitative; au apărut mai multe acte legislative, care arată interesul atât pentru aspectele calitative, cât și pentru cele cantitative (Decretul nr.414/1979 pentru stabilirea valorilor limită admisibile ale principalelor substanțe poluante din apele uzate înainte de evacuarea acestora.); – etapa gospodăririi durabile a apelor: calitate + cantitate + ecosisteme sănătoase.

Selectarea fântânilor pentru care s-au efectuat măsurătorile, s-a făcut în funcție de gradul de acces, de gradul lor de utilizare și de distribuția cât mai uniformă în zona de studiu. Toți acești factori au scopul de a oferi o interpretare cât mai uniformă a datelor prelevate.

Analiza a constat în măsurătorile efectuate cu ajutorul multiparametrului portabil Hach Lange (pus la dispoziție de Laboratorul de Geoarheologie, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza”, Platforma interdisciplinară ArheoInvest) asupra adâncimii freaticului din satul Ruseni. De asemenea, s-au efectuat măsurători și asupra coloanei de apă din fântâni, precum și valorile următorilor parametri ai apei: pH, oxigenul dizolvat (DO), conținutul total dizolvat de săruri (CTDS) și temperatura. Multiparametrul portabil Hach Lange are încorporat la partea superioară doi conectori în care se pot introduce pe rând doar câte doi electrozi Intellical care redau și înregistrează în timp real, prin ajutorul unui fir de 30 de metri, valorile parametrilor pH, DO, CTDS și temperatura. Timpul de așteptare pentru stabilizarea rezultatului este relativ scurt: în medie 3 minute pentru DO și CTDS și 7 minute pentru pH (Bryan et Cushman,

1989) măsurătorile efectuându-se la nivelul piezometric și apoi, din metru în metru până la adâncimea maximă pentru fiecare fântână în parte. De asemenea, cei 3 senzori indică fiecare temperatura apei, calculându-se apoi o medie finală.

Măsurătorile în teren au fost efectuate în perioada 28.10.2016 – 01.12.2016 pentru fântânile F1-F33, iar pentru F34-F50 în perioada 29.03.2017 – 31.03.2017. În cadrul acestor măsurători s-au luat în considerare următorii parametri care stau la baza calității apei: temperatura coloanei de apă de la nivelul piezometric până la adâncimea maximă, din metru în metru, pH-ul apei, oxigenul dizolvat, conținutul total dizolvat de săruri coordonatele geografice al fiecărei fântâni

Pe baza acestor măsurători s-a putut stabili nivelul freatic al apei din zona studiată, s-au înregistrat coordonate geografice cu ajutorul echipamentelor GPS pentru fiecare fântâni analizate, s-au făcut observații și s-au stabilit punctele în care există abateri de la valorile standard ale parametrilor mășurați (Bora et Goswami , 2017).

Prelucrarea datelor s-a făcut cu ajutorul softurilor Google Earth Pro, TNTmips 6.9, ArcMap 10.2.2, Greenshot, Adobe Photoshop CS6 free trial și programul de calcul tabelar Microsoft Excel. Cartarea pe teren a punctelor a fost realizată cu ajutorul aplicației AndroidTS GPS Test, în sistemul de coordonate de referință WGS84.

S-a utilizat metoda IDW pentru a obține hărțile cu distribuția concentrațiilor

parametrilor studiați (Kumar, 2012, 2013; Murphy et al., 2010; Rabeiy, 2018). Astfel, s-a acordat o pondere fiecărei fântâni reprezentată printr-un punct. Valoarea ponderilor se stabilește folosind distanțele de la punctul de măsurat la un altul necunoscut, fiind evaluate în baza 10. Deci, cu cât este mai mare puterea lui 10, cu atât efectul punctelor îndepărtate se diminuează, la cele apropiate prin distanțe egale ponderea fiind aceeași (Dumitrescu, 2012; Lima et al., 2003; Bartier et Keller, 1996).

Rezultate și discuții

În urma prelucrării datelor, s-au obținut o serie de grafice și hărți care au ca scop facilitarea analizei asupra parametrilor ce stau la baza calității apei. Informația sintetizată cu ajutorul graficelor urmărește fluctuațiile temperaturii, ale CTDS-ului, pH-ului și DO-ului. De asemenea, pentru aceeași parametri s-au realizat și hărți prin metoda interpolării, clasificarea valorilor făcându-se pe baza criteriilor stabilite la nivel național, european și internațional (Figura 1). Profilele fântânilor diferă în funcție de adâncimea stratului freatic. Astfel că, la altitudini mai mari de 260 de metri, în zona de sud-vest, adâncimea fântânilor ajunge până la un maxim de 28,5 metri (F30), iar în zona nordică și centrală, estică și sud-estică se ating valorile minime (3 metri – F33) (Figura 2).

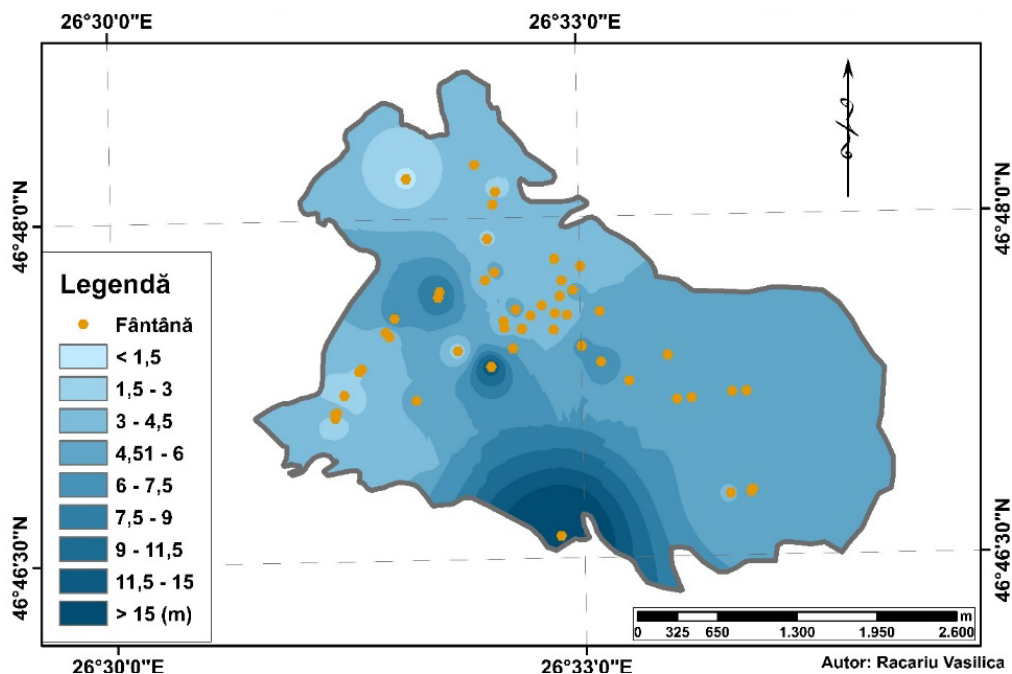


Figura 1 Harta hidroizohipselor pentru cele 50 de fântâni studiate

Nivelul piezometric se definește ca fiind „nivelul liber al apei freactice, raportat la un nivelment general sau la un reper local” (Romanescu, 2010). Adâncimea celor 50 de fântâni este cuprinsă între 3 și 15 metri. Volumul apei disponibile existentă în fiecare fântână variază între valoarea de 0,12 m³ (F3) și 6,28 m³ (F31), prima cu o adâncime de 5,96 de metri,

amplasată la altitudinea de 250 de metri, iar a doua cu o adâncime de 21,6 metri, amplasată la altitudinea de 280 de metri. Se observă tendința de creștere direct proporțională a adâncimii cu altitudinea. Amplitudinea altitudinală este de 125 de metri, iar cea a adâncimilor este de 25,5 metri, dar nu se înregistrează nici o relație fixă între cele două valori.

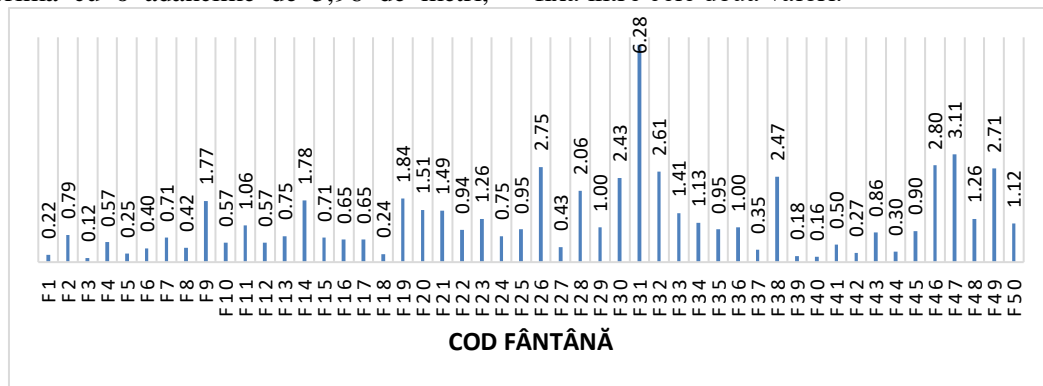


Figura 2 Volumul de apă, exprimat în mc, pentru cele 50 de fântâni studiate

Analiza temperaturii

Se observă o tendință de scădere a temperaturii de la SE către NV. Printre numeroasele cauze se numără creșterea altitudinală către V-NV și efectuarea măsurătorilor în sezoane diferite (Figura 3). Altitudinea influențează temperatura aerului care influențează direct proporțional temperatura apei.

Temperatura aerului o influențează pe cea a apelor subterane până la o adâncime de 15 metri. Doar două fântâni dintre cele analizate au o adâncime mai mare de 15 metri, restul de 48 având, prin urmare, temperaturi ale apelor dependente de temperatura atmosferică (Scrădeanu et Gheorghe, 2007).

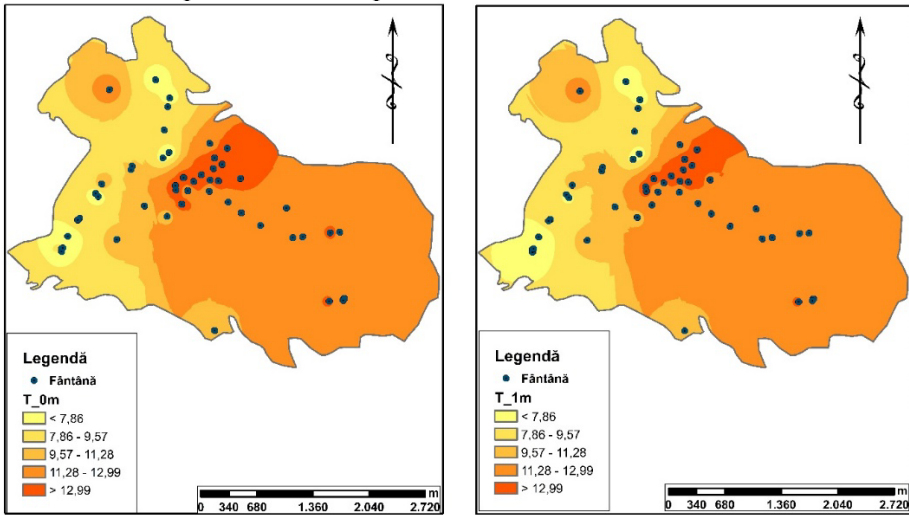


Figura 3 Harta temperaturii la nivelul piezometric (0 metri) și la 1 metru

Media pentru primele 34 de fântâni este de 12,54°C, iar pentru următoarele 16 de 8,1°C (Figura 4). Valorile mai mari s-au înregistrat în sezonul de toamnă, și nu primăvara. Acest lucru se explică prin proprietatea apei de a avea căldura specifică mai crescută. Astfel, pentru aceeași cantitate de energie emisă, în același interval de timp, apa se va încălzi

mai greu decât solul. Acest lucru este valabil și la cedarea căldurii, apa răcindu-se mult mai greu. Apa celor două fântâni cu adâncimea mai mare de 15 metri este influențată de această dată de temperatura medie multianuală a aerului, iar la peste 25 de metri se află sub influența gradientului geotermic.

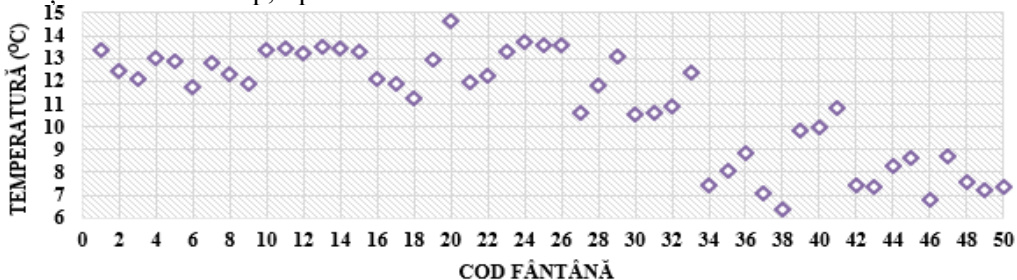


Figura 4 Distribuția temperaturii medii a apei înregistrată în cele 50 de puncte de studiu

Analiza pH-ului

pH-ul este determinat de roca cu care apa intră în contact, activității antropice, dar și fluctuații ale temperaturii. Fiind definit ca logaritmul negativ al concentrației de ioni de hidrogen, indiferent ce afectează această cantitate, va afecta pH-ul. Ionizarea apei este o reacție în apa pură sau o soluție apoasă prin care o moleculă de apă pierde nucleul unuia dintre atomii de hidrogen, rezultând hidroxid (OH^-). H^+ se alipește rapid unei alte molecule de apă, formând hidroniu (H_3O^+). La temperatura camerei (25°C), în apa pură, cantitatea de hidroxid și cea de hidroniu sunt egale, pH-

ul având valoarea 7. Cu cât temperatura crește, vibrațiile moleculare cresc, iar cantitatea de H^+ crește și ea, datorită unei tendințe mai scăzute de formare a legăturilor, ducând deci la o reducere a pH-ului. Acest lucru este valabil și pentru scăderea temperaturii, ce duce la o creștere a valorii pH-ului.

Influența temperaturii asupra pH-ului se observă pentru toate cele trei măsurători (Figura 5). În majoritatea cazurilor, dar mai pregnant în acestea, valoarea pH-ului înregistrează o scădere când temperatura crește sau invers, o creștere la scăderea temperaturii.

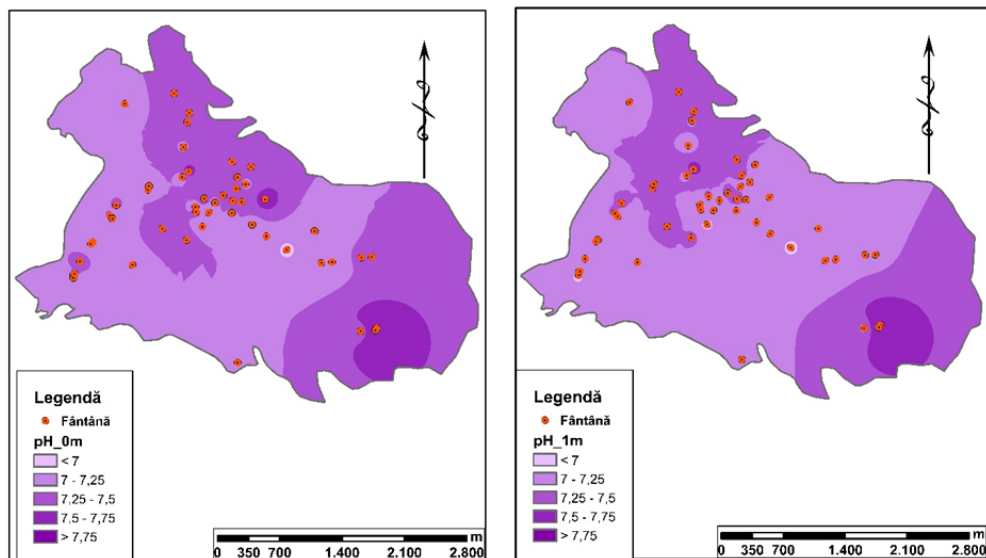


Figura 5 Harta distribuției pH-ului pentru cele 50 de fântâni studiate

Valoarea medie minimă este de 6,5 iar cea maximă de 7,73. Amplitudinea rezultată este de 1,23. Se observă valori mai mari în prezența solurilor aluviale și mai mici în a celor brune luvice. În funcție de cele două sezoane, valorile pH-ului nu prezintă vreo tendință în funcție de

temperaturile mai scăzute sau mai ridicate. Media este ușor bazică, de 7,2. Pentru fântâna (F38) cu cea mai mică medie a temperaturii ($6,38^\circ\text{C}$) s-a înregistrat valoarea medie cea mai mare a pH-ului (Figura 6).

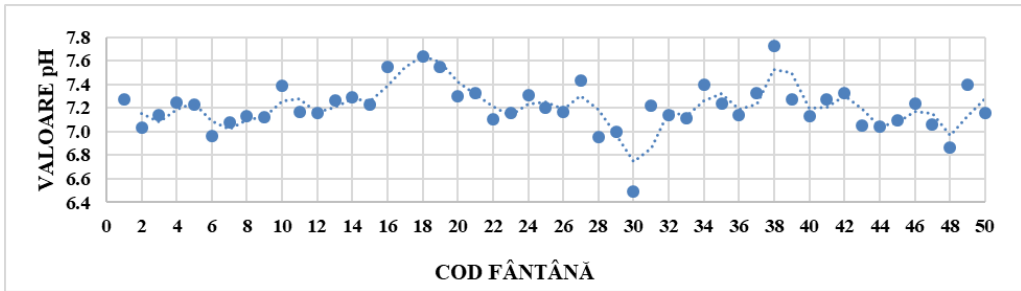


Figura 6 Distribuția pH-ului pentru cele 50 de fântâni studiate

Analiza oxigenului dizolvat (DO)

În urma calculării deviației standard s-au eliminat valorile DO-ului pentru fântânile F28, F31, F46 și F47, fiind constatate în cazul lor erori de măsurare în teren (Wanga et Wolfbeis, 2014). S-au folosit 3 deviații standard succesive, rezultând eliminarea a 0,26% dintre valori.

O proprietate importantă a distribuției normale o constituie gruparea valorilor de o parte și de alta a mediei (Patriche, 2009). Astfel, între -3σ și 3σ sunt grupate 99,74%

din valori. Prin urmare, dacă o distribuție reală este dovedită statistic ca fiind normală, o valoare care diferă față de medie cu mai mult de 3 deviații standard trebuie privită cu rezerve și verificată.

Clasificarea valorilor s-a făcut pe baza celor 5 clase de calitate stabilite de Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor. Majoritatea se încadrează în clasa a III-a de calitate (5-7 mg/L) (Figura 7).

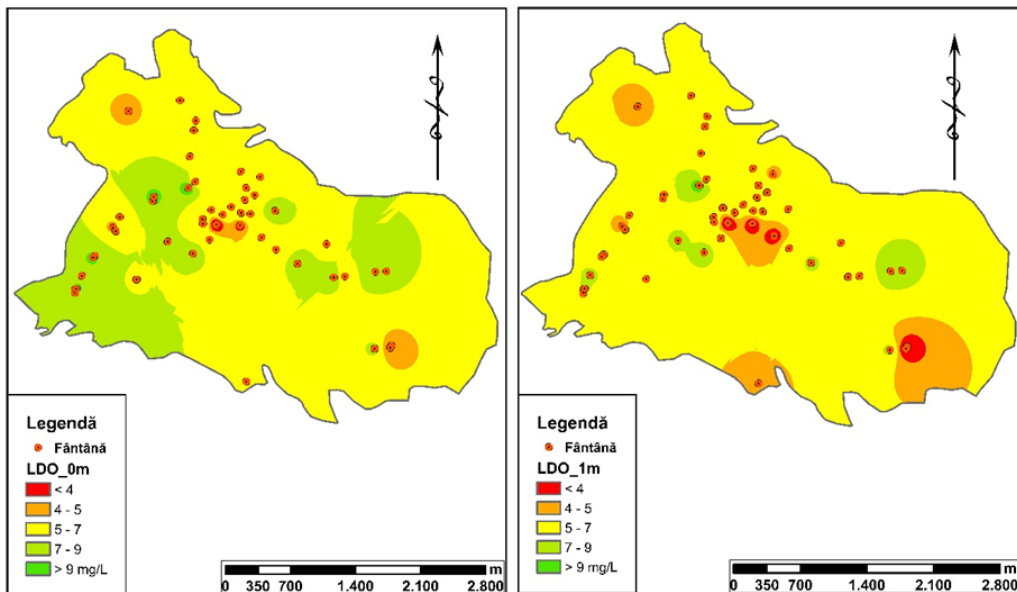


Figura 7 Harta DO-ului la nivelul piezometric (0 metri) și la 1 metru pentru cele 50 de fântâni studiate

În apele mai calde, conținutul de oxigen dizolvat este mai mic. Valorile medii între care se încadrează măsurătorile sunt 1,41mg /L (F17) și 10,92 mg/L (F50), iar temperaturile specifice sunt 11,92, respectiv 7,37°C (Figura 8). De asemenea, este prezentă reducerea oxigenului dizolvat o dată cu adâncimea coloanei de apă, cu două excepții (F12 și F30) datorată unei temperaturi mai scăzute în stratul de apă de la 2 metri sub nivelul piezometric. În sezonul rece valorile sunt mai mari datorită temperaturilor mai scăzute.

Calitatea apei în astfel de cazuri este precară, iar acest lucru se reflectă în valori scăzute ale DO-ului și foarte crescute ale CTDS-ului, clasificând această sursă de apă ca fiind nepotabilă. Totuși, ea deservește familiile ce locuiesc în preajma ei. Diferența dintre nivelul piezometric și adâncime este de 2,05 m, având un volum de 1,77 mc apă. Măsurătorile au fost efectuate la 6,60 m, 7,60 m și la 8,65 m adâncime, obținându-se valori invers proporționale între CTDS și DO.

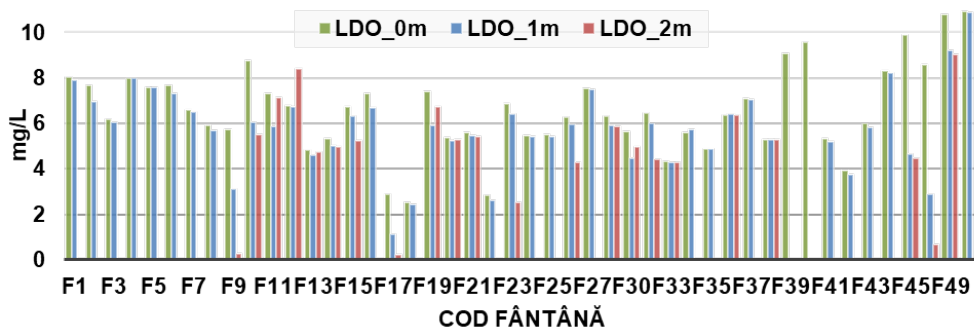


Figura 8 Valorile DO-ului în funcție de adâncimea până la 2 metri sub nivelul piezometric pentru cele 50 de fântâni

Analiza conținutului total dizolvat de săruri

Clasele CTDS-ului au la bază standardele EPA, fiind clasificate în funcție de ponderea mare a valorilor care se află în intervalul 350 – 600 mg/L (68% pentru 0 m și 70% pentru 1 m), dar luând în considerare și faptul că după depășirea valorii de 500 mg/L apa are nivelul maxim de contaminare (Hallock, 2002) (Figura 19).

Media CTDS-ului se situează între 233,98 și 932,56 mg/L, reflectând o situație nu tocmai fericită pentru locuitorii satului Ruseni. Valorile fântânilor F34 și F50 nu au fost luate în considerare după calcularea deviației standard.

Se observă o scădere a concentrației o dată cu scăderea temperaturii, în partea de NV măsurătorile fiind efectuate în luna martie, când s-au înregistrat valori mai mici. CTDS crește însă semnificativ în partea de SE, dar cele mai mari valori se înregistrează în apropierea Pârâului Nechit și ușor în apropierea Pârâului Mesteacăn, în soluri aluviale. Creșterea altitudinală aduce după sine și o scădere a CTDS.

Valoarea CTDS scade doar de la 0 către 1 metru, ca mai apoi să crească, valorile cele mai mari atingându-se la adâncimile fântânilor. Aceasta este consecința temperaturii apei care este influențată mai puțin de către atmosferă în straturile inferioare, crescând spre adâncime. O altă cauză ar putea fi impuritățile ce se depun la

baza fântânii și care sunt agitate cu ușurință în timpul măsurărilor. Cu excepția unei singure valori (168 mg/L Pentru F49, la 0 metri), toate valorile depășesc 200 mg/L, indicând deci și o duritate apei. Aceasta se observă în zona cu cea mai mare densitate din localitatea Ruseni, urmând cursul Pârâului Nechit.

Valorile minime se află sub limita ce indică potabilitatea apei, însă valorile maxime sunt în procent de 100% peste aceasta, 25% dintre valori nu depășesc 500

mg/L în primii patru metri, iar la ultimul metru mai puțin de 25% se prezintă ca apă potabilă. De asemenea, în primii 3 metri, 50% dintre valori sunt mai mici de 500 mg/L (Figura 10).

Însumând totuși valorile aflate sub și deasupra limitei de potabilitate, se constată că majoritatea o depășesc, la 5 metri adâncime sub nivelul piezometric având cea mai mare înregistrare.

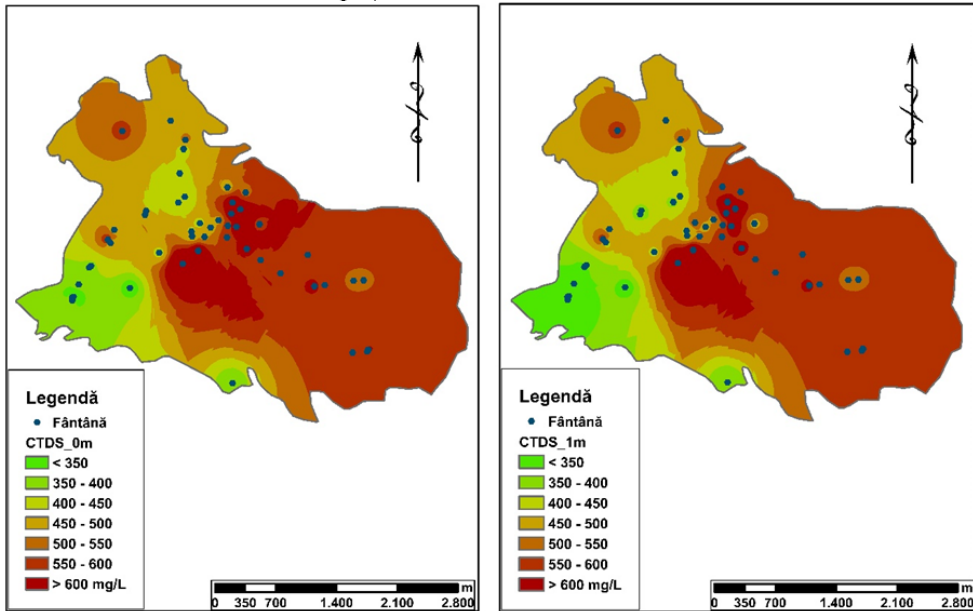


Figura 9 Harta CTDS-ului la nivelul piezometric (0 metri) și la 1 metru pentru cele 50 de fântâni studiate

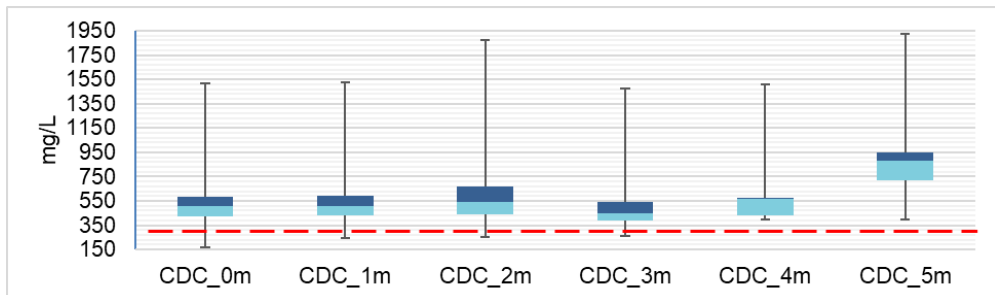


Figura 10 Reprezentarea CTDS-ului prin intermediul box-plotului pentru cele 50 de fântâni studiate

Concluzii

Zona de studiu, un sat de pe Valea Bistriței, concentrează un număr de peste 3.000 de locuitori, sursa de apă principală fiind cea oferită de fântâni. Atât structura pedologică, cât și problemele de mediu conferă apei duritate și o compoziție bogată în substanțe organice și anorganice.

Lucrarea de față reprezintă, așadar, un studiu preliminar, nefiind incluși o serie de factori ce contribuie mai mult sau mai puțin la comportamentul calitativ al apei. Totuși, s-au putut observa tendințele principale ale parametrilor ce stau la baza determinării calității apei, factorul cel mai important fiind temperatura, ce își exercită influența asupra tuturor, având o relație de direct sau de invers proporționalitate.

De asemenea, importanța pH-ului și a conținutului total de săruri dizolvate nu trebuie neglijată. În cazul primului parametru nu s-au identificat abateri de la valorile ideale pentru ca apa consumată să fie benefică societății și mediului. În cazul CTDS-ului, însă, există abateri grave, apa putând fi considerată în anumite areale ca fiind nepotabilă. Acest parametru include atât sărurile benefice organismului, cât și pe cele dăunătoare.

Concentrațiile de oxigen dizolvat nu ridică probleme majore, menținându-se în jurul valorii de 6 mg/L, dar prezentând și valori din prima și ultima clasă de calitate. Totuși, acest indicativ este strâns legat de fluctuațiile de temperatură.

Evoluția parametrilor studiați este una dinamică, iar orice acțiune antropică poate destabiliza echilibrul acestora. De asemenea, un rol important în fluctuațiile valorilor fiind dat de stratul pedologic și factorii climatici.

BIBLIOGRAFIE

- Bartier P. M., Keller C. P., (1996), Multivariate interpolation to incorporate thematic surface data using inverse distance weighting (IDW), *Computers & Geosciences* Vol. 22, No. 7, pp. 195-799.
- Bora M., Goswami D. C., (2017), Water quality assessment in terms of water quality index (WQI): case study of the Kolong River, Assam, India, Vol. 7, Issue 6, pp 3125–3135.
- Bryan A. I., Cushman M. R., System for calibrating, monitoring and reporting the status of a pH sensor.
- Chapman D., (1996). *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition*, Great Britain.
- Dumitrescu A., (2012) Principii și metode aplicate în spațializarea parametrilor climatici, „Tehnologii, date și cunoștințe geospațiale libere”, 12-13 octombrie 2012 – București.
- Hallock D., (2002), *A Water Quality Index for Ecology's Stream Monitoring Program*. Washington State Department of Ecology, Olympia, WA. 17 pp. + anexe. nr. 02-03-052.
- Furon R., (1967), *Problema apei în lume*, Editura Științifică, București.
- Kumar M. J., (2012), GIS based groundwater quality mapping in southeastern part of Anantapur district, Andhra Pradesh, India, vol. 2, no. 3.
- Kumar M. J., (2013), Determination of an optimal interpolation technique to

- represent the spatial distribution of groundwater quality at urban and peri-urban areas of Proddatur, Y.S.R district, Andhra, vol. 4, no. 2.
- Lima A., De Vivo B., Ciccchella D., Cortini M., Albanese S., (2003), Multifractal IDW interpolation and fractal filtering method in environmental studies: an application on regional stream sediments of (Italy), Campania region, Elsevier, Applied Geochemistry.
- Lozan R., Tăriță A., Sandu M., Moșanu E., Sergentu E., (2010), Apa de izvor – o sursă alternativă de alimentare cu apă a populației rurale (raioanele Hâncești, Leova, Cahul Și Cantemir), Institutul de Ecologie și Geografie al Academiei de Științe a Moldovei, Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, nr. 1(310)/2010, p. 165 – 171.
- Mihăiescu R., (2014), Monitoringul integrat al mediului, Cluj-Napoca.
- Murphy R. R., Curriero F. C., Ball W. P., (2010), Comparison of spatial interpolation methods for water quality evaluation in the Chesapeake Bay. DOI: 10.1061/(ASCE)EE.19437870.00001
- Patriche C. V., (2009), Metode statistice aplicate în climatologie, Editura Terra Nostra, Iași.
- Rabeiy R.E., (2018), Assessment and modeling of groundwater quality using WQI and GIS in Upper Egypt area. DOI 10.1007/s11356-017-8617-1.
- Romanescu Gh., (2010), Geografie fizică de la A la Z, Editura Didactică și Pedagogică, București
- Scrădeanu D., Gheorghe A., (2007), Hidrogeologie generală, Editura Universității din București, București.
- Wanga X., Wolfbeis O. S., (2014), Optical methods for sensing and imaging oxygen: materials, spectroscopies and applications, Chemical Society Reviews, Issue 10.
- ***Decretul nr. 414/1979 pentru stabilirea valorilor limită admisibile ale principalelor substanțe poluante din apele uzate înainte de evacuarea acestora, Monitorul Oficial al României.
- ***Directiva 60/2000/EC a Parlamentului European și a Consiliului din 23 octombrie 2000 de stabilire a unui cadru de politică comunitară în domeniul apei, Jurnalul Oficial al Uniunii Europene.