

CONSIDERAȚII HIDROGEOLOGICE PRIVIND CORPURILE DE APĂ SUBTERANĂ DIN SPAȚIUL HIDROGRAFIC IALOMIȚA-BUZĂU

Rodica MACALEȚ¹, Tudor MUNTEANU¹, Marian MINCIUNĂ¹

¹ *Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor, Șoseaua București-Ploiești, Nr. 97, sector 1, București, România*

Abstract

As requested by the Water Framework Directive (2000/60/EEC), Romanian deep and shallow groundwater bodies were delineated and subsequently attributed for management to the existing 11 Water Directorates. Within the hydrologic Ialomița-Buzău system, 18 groundwater bodies were contoured. These 18 groundwater bodies were accumulated in deposits of Jurassic-Cretaceous, Cretaceous, as well as of Paleogene and Quaternary ages. The deep aquifers, for which the groundwater bodies were delineated, are placed within the Romanian-Lower Pleistocene sediments, namely the Frățești and the Căndești Formations, as well as in the Upper Pleistocene (referred to as the Mostiștea Formation).

Cuvinte cheie: corp de apă subteran; acvifer freatic, acvifer de adâncime; nivel piezometric.

INTRODUCERE

Directiva Cadru a Apei 2000/60/EC a impus României, la fel ca și celorlalte state membre, să identifice, să caracterizeze și să delimiteze corpurile de apă subterană existente pe teritoriul național. Aceste activități au fost puse în practică prin aplicarea criteriilor geologice și hidrodinamice, precum și prin luarea în considerare a stării cantitative și calitative a acestor corpuri. Au fost delimitate corpuri de ape subterane numai pentru zonele în care există acvifere semnificative ca importanță pentru alimentări cu apă, adică pentru debite exploatabile mai mari de 10 m³/zi. În restul arealului, chiar dacă există condiții locale de acumulare a apelor în subteran, acestea nu pot fi considerate corpuri de apă, conform prevederilor Directivei Cadru 2000/60/EC.

Criteriul geologic intervine atât în ceea ce privește vârsta depozitelor purtătoare de apă, cât și prin caracteristicile petrografice, structurale, sau capacitatea și proprietățile acestora de a înmagazina apa. Au fost astfel delimitate și caracterizate corpuri de apă de tip poros, fisural, fisural – carstic și mixt (fisural – poros). Criteriul hidrodinamic acționează mai ales în legătură cu extinderea corpurilor de apă. Astfel, corpurile de ape freactice au extindere numai până la limita bazinului hidrografic, care corespunde liniei de cumpănă a acestuia, în timp ce pentru corpurile de adâncime limita bazinului hidrografic nu constituie un criteriu de delimitare. Starea corpului de apă subterană, atât din punct de vedere cantitativ cât și calitativ, a constituit obiectivul central în procesul de delimitare, evaluare și caracterizare.

CORPURILE DE APĂ SUBTERANĂ DIN SPAȚIUL HIDROGRAFIC IALOMIȚA-BUZĂU

În România, în scopul managementului apelor de suprafață și subterane, există 11 unități administrative, denumite Direcțiile Apelor. Una dintre aceste direcții este Direcția Apelor Ialomița-Buzău.

Spațiul hidrografic Ialomița-Buzău ocupă o suprafață de 23874 km² și este situat în partea de sud-est a României. La nord-est, acest spațiu se învecinează cu spațiul hidrografic Prut, la nord cu spațiul hidrografic Siret, la nord-vest cu spațiul hidrografic Olt, la vest cu spațiul hidrografic Argeș-Vedea, la sud pe o lungime de 75 km cu fluviul Dunărea (granița de stat cu Bulgaria), iar la est cu spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral (fig. 1).



Fig.1 Localizarea Direcției Apelor Ialomița –Buzău

În spațiul hidrografic Ialomița-Buzău au fost identificate, delimitate și descrise un număr de 18 corpuri de ape subterane (Fig. 2). Din cele 18 corpuri de ape subterane identificate, 15 aparțin tipului poros, acumulate în depozite de vârstă cuaternară, un corp aparține tipului fisural-carstic, dezvoltat în depozite de vârstă jurasic-cretacică, un corp aparține tipului fisural, cantonat în depozite paleogene, iar un corp este de tip mixt, fisural-poros, localizat în depozite cretacice.

14 corpuri de apă subterană (ROIL04, ROIL06, ROIL07, ROIL08, ROIL09, ROIL10, ROIL11, ROIL12, ROIL13, ROIL14, ROIL15, ROIL16, ROIL17 și ROIL18) au fost delimitate în zonele de lunci ale râurilor Prahova, Ialomița, Buzău, Călmățui precum și în lunca Dunării, fiind dezvoltate în depozite aluviale poros-permeabile, de vârstă cuaternară.

Trei corpuri de apă subterană și anume ROIL01 (Depresiunea Comandău), ROIL02 (Munții Ciucaș) și ROIL03 (Munții Bucegi) se dezvoltă în zona montană și sunt de tipul fisural, fisural-poros și respectiv fisural-carstic, fiind dezvoltate în roci dure (conglomerate, gresii și respectiv calcare).

Tabelul 1 conține caracteristicile semnificative privind corpurile de apă subterană din cadrul spațiului hidrografic Ialomița-Buzău: caracteristici geologice și hidrogeologice, gradul de protecție, riscul și modul de utilizare a apei ca și poluatorii, eventualul caracter transfrontalier și țara.

O categorie aparte, prin importanța economică deosebită, o constituie corpul de apă subterană ROIL15 (Conul aluvial Prahova), care este constituit dintr-un pachet de

depozite poros-permeabile de circa 60 m grosime, de vârstă pleistocen medie-holocenă. Apele prezintă nivel liber sau ascensional. De asemenea, apele corpului de ape subterane ROIL05 (Conul aluvial Buzău) prezintă nivel liber sau ascensional.

Este de subliniat faptul că unul dintre corpurile de apă subterană, și anume corpul ROIL02 (Munții Ciucaș), dezvoltat atât în bazinul hidrografic al râului Olt cât și în cel al Ialomiței, a fost atribuit pentru administrare D.A. Ialomița-Buzău, datorită dezvoltării sale predominante în bazinul Ialomiței. De asemenea, corpul de apă ROIL11 Lunca Dunării (Oltenița-Hârșova), cu dezvoltare atât în spațiul hidrografic Ialomița-Buzău cât și în spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral, a fost atribuit pentru administrare D.A. Ialomița-Buzău.



Fig. 2 Corpurile de apă subterană delimitate în spațiul hidrografic Ialomița-Buzău

Tabelul 1. Caracteristicile generale ale corpurilor de apă subterană

Cod/nume	Suprafața	Caracteriz. Geol./hidrogeol.			Strate acoperitoare	Utiliz. Apei	Poluatori	Grad de protecție globală
		Tip acvifer	Vârsta geologică	Sub pres.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. ROIL01- Depresiunea Comandău	58	F	Paleogen	Mixt	0/variabilă	PO		PU,PVU
2. ROIL02- Munții Ciucaș	293	F+P	Cretacic	Mixt	0/variabilă	PO		PU, PVU
3. ROIL03- Munții Bucegi	140	F+K	Jurassic-Cretacic	Mixt	0/variabilă	PO		PU, PVG
4. ROIL04- Nordul Câmpiei Brăilei	176	P	Pleistocen superior	Nu	5.0-10.0	PO, Z	A	PM
5. ROIL05- Conul aluvial Buzău	421	P	Pleistocen superior-holocen	Mixt	3.0 – 5.0	PO, Z, I	I, A	PU
6. ROIL06-Lunca râului Călmățui	569	P	Pleistocen	Nu	1.0 – 5.0	PO, Z	A, Z	PU
7. ROIL07- Câmpia Brăilei	1278	P	Pleistocen superior	Nu	5.0 – 10.0	PO,Z, I	A, Z	PM
8. ROIL08- Urziceni	1383	P	Cuaternar	Nu	5.0 – 15.0	PO,Z,I,P	A,Z	PM
9. ROIL09- Călmățuiul de Sud	1599	P	Pleistocen superior	Nu	10.0-20.0	PO	A	PG
10.ROIL10- Lunca Buzăului superior	136	P	Holocen	Nu	0-2	PO, Z		PU
11.ROIL11- Lunca Dunării (Oltenița-Hârșova)	1635	P	Holocen	Nu	1.0 – 3.0	P, PO, Z	A	PU
12. ROIL12- Câmpia Gherghiței	1639	P	Cuaternar	Nu	1.0 – 5.0	PO,Z	A	PU
13. ROIL13- Lunca Ialomiței	1180	P	Holocen	Nu	1.0-3.0	PO, Z	A	PM
14. ROIL14- Gimbașani-Sudiți	1063	P	Pleistocen superior	Nu	10.0-20.0	PO,Z	A,Z	PG
15. ROIL15- Conul aluvial Prahova	658	P	Cuaternar	Mixt	0.5-2.0	PO,I,Z	I,M,Z	PU
16. ROIL16-Câmpia Vlăsiei	631	P	Pleistocen superior	Nu	10.0-15.0	PO,Z	A	PM
17. ROIL17-Fetești	3509	P	Pleistocen superior	Nu	5.0-20.0	PO,Z	A	PM
18.ROIL18-Teleajen	63	P	Holocen	Nu	0-2	PO,Z		PU

Tip predominant: P-poros; K-karstic; F-fisural.

Sub presiune: Da/Nu/Mixt.

Strate acoperitoare: grosimea in metri a pachetului acoperitor.

Utilizarea apei: PO- alimentari cu apa populatie; IR - irigatii; I - industrie; P - piscicultura; Z - zootehnie.

Poluatori: I-industriali; A-agricoli; M-menajeri; Z-zootehnici

Gradul de protectie globala: PVG - foarte buna; PG - buna; PM - medie; PU - nesatisfacatoare; PVU - puternic nesatisfacatoare

EVOLUȚIA NIVELURILOR PIEZOMETRICE

Pentru urmărirea evoluției nivelului acviferelor freatice din spațiul hidrografic Ialomița-Buzău au fost analizate un număr de 53 foraje hidrogeologice de ordinul I și II aparținând Rețelei Hidrogeologice Naționale (Figurile 3 -10).

A fost întocmit graficul cu variația nivelului anual (anul 2008 fiind considerat un an normal din punct de vedere al cantităților de precipitații) pentru forajele analizate. Datele obținute au fost comparate atât cu mediile lunare multianuale cât și cu valorile medii înregistrate în anul 2005, an în care cantitatea de precipitații a fost excedentară (an ploios)

În cazul forajelor de ordinul I analizate (amplasate în luncile Dunării, Ialomiței și Călmățuiului), se observă un grafic de variație anual normal al nivelurilor, distingându-se o perioadă de creștere /acumulare a nivelurilor încheiată în lunile mai-iunie și o perioadă de scădere a acestora din iunie-iulie până în octombrie-noiembrie. În cazul tuturor forajelor, pe întreg parcursul anului 2008 nivelurile au evoluat la cote situate sub mediile lunare multianuale, cu valori cuprinse între 10 și 130 cm. În același timp, forajele de ordinul I, amplasate în luncile râurilor, reflectă cu fidelitate raportul schimbului râu-acvifer, ultimul fiind influențat în mod direct de cotele râului.

De asemenea, nivelurile medii lunare ale anului 2008 s-au situat, în toate cazurile, sub nivelurile anului 2005 .

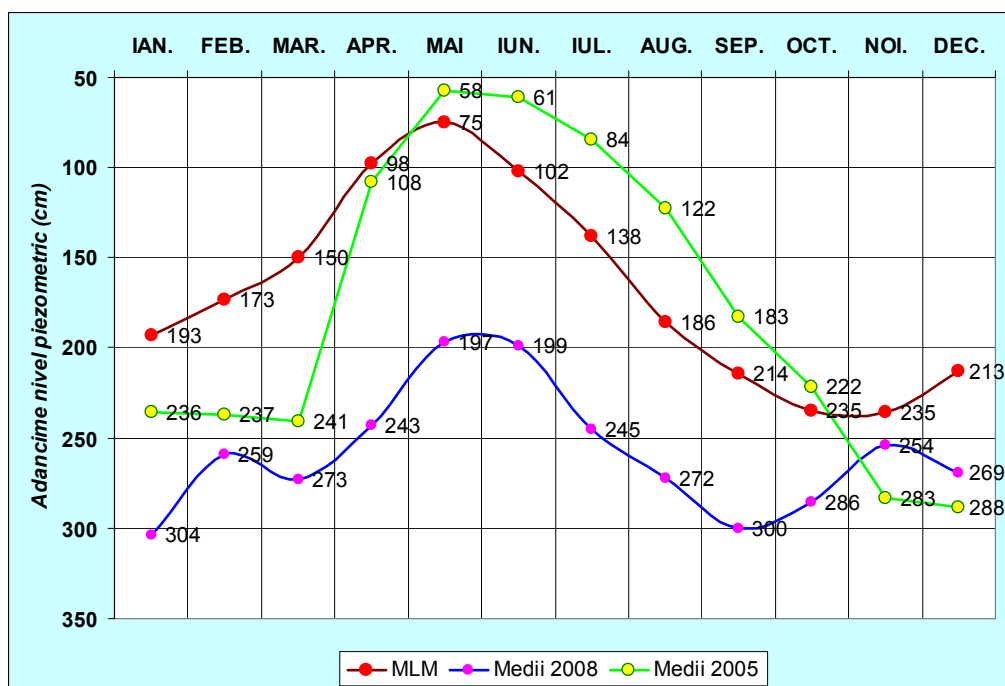


Fig. 3 Variația nivelului în forajul F5 Gropeni-Peceneaga

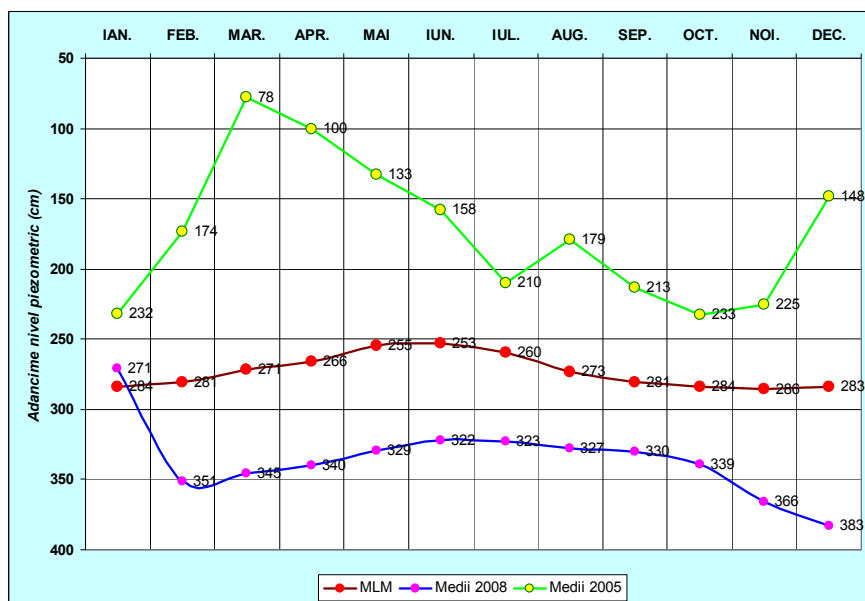


Fig. 4 Variația nivelului în forajul F7 Tădărei

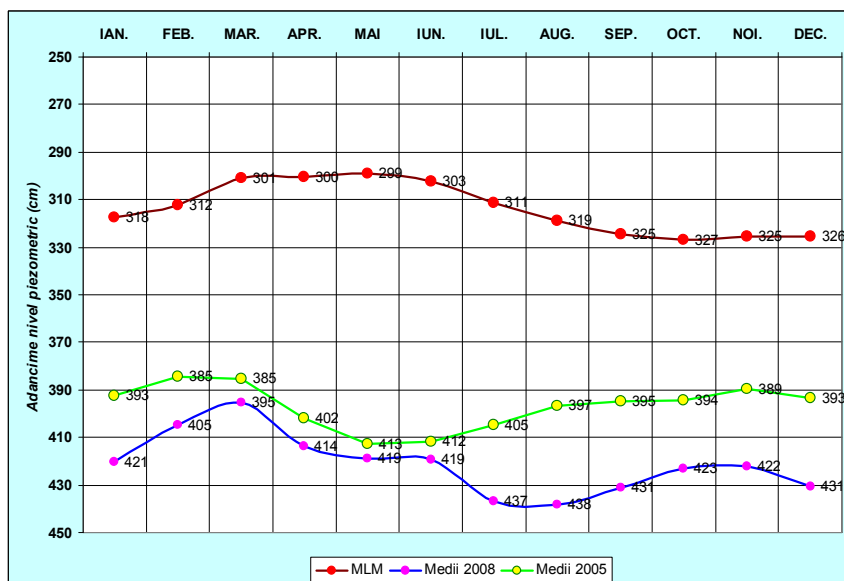


Fig. 5 Variația nivelului în forajul F2 Rușețu

În Bărăganul central și de sud-est, nivelurile medii lunare ale anului 2008 s-au situat sub mediile lunare multianuale, continuând tendința de scădere observată în ultimii (doi) ani. Astfel, în cazul forajelor Reviga F1, Victoria F1 și Dragalina F1 nivelurile au evoluat cu aproximativ 100 cm sub valorile medii.

În a doua jumătate a anului 2005, se remarcă o creștere semnificativă a nivelurilor datorată unui aport suplimentar de apă în acviferul freatic, ca urmare a ploilor /inundațiilor înregistrate în acest interval de timp. În cazul forajelor de ordinul II, amplasate în interfluvii, variația nivelurilor este determinată în general de cantitatea de precipitații dar local și de aflusul subteran.

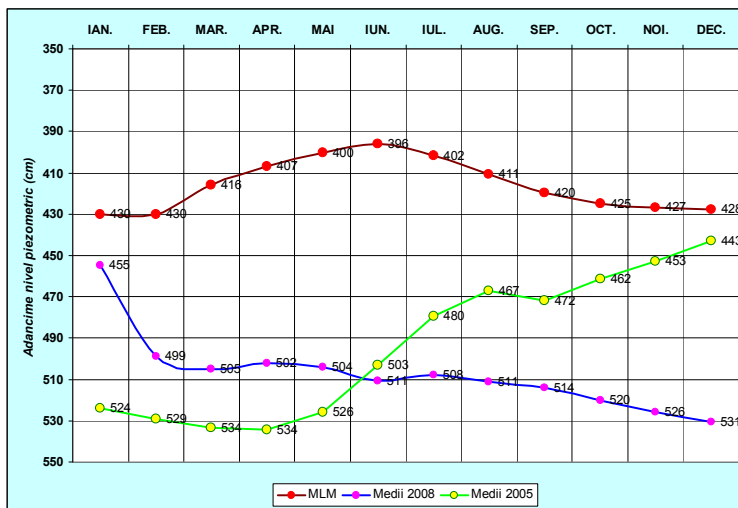


Fig. 6 Variația nivelului în forajul F1 Reviga

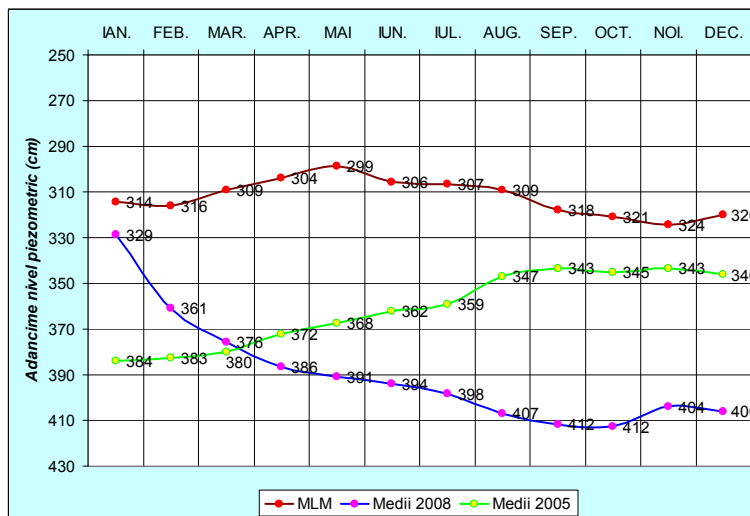


Fig. 7 Variația nivelului în forajul F1 – Dragalina

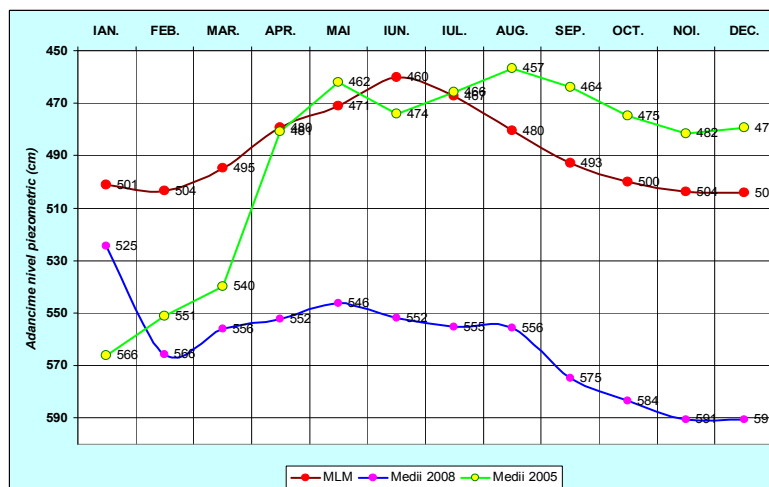


Fig. 8 Variația nivelului în forajul F1 Victoria

În cazul forajelor Oprisenești F1 și Viziru F1 din Câmpia Brăilei se observă o tendință pronunțată de scădere a nivelurilor. Începând din iulie, nivelurile medii pentru cea de-a doua jumătate a anului 2008 s-au situat cu mai mult de 100-150 cm sub mediile caracteristice ale acestor luni. Au fost atinse și depășite minimele istorice, la sfârșitul anului 2008 nivelurile situându-se cu 10-20 cm sub aceste minime.

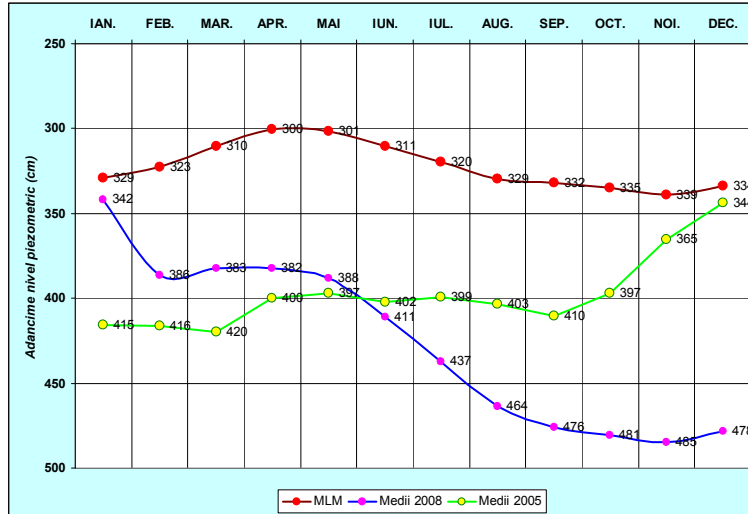


Fig. 9 Variația nivelului în forajul F1 Oprisenești

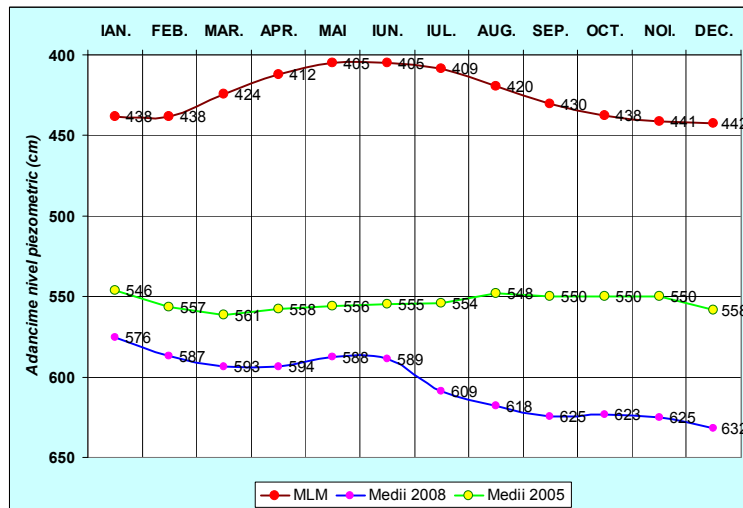


Fig. 10 Variația nivelului în forajul F1 Viziru

Majoritatea forajelor analizate sunt foraje de ordinul II amplasate în interfluvii și la care variația nivelului nu este direct influențată de nivelul râului.

CARACTERIZAREA HIDROGEOLOGICĂ A ACVIFERELOR DE ADÂNCIME

Pe baza datelor provenite din forajele hidrogeologice existente, analiza efectuată, indică existența unor acvifere de adâncime acumulate în depozite de vârstă precambriană (șisturi verzi), jurasică (calcare), aptiană (gresii), albiană (argile cu intercalații de calcare), sarmațiană (calcare basarabian superior-heronien), meoțian-dacian superioară (nisipuri,

gresii și silturi), romanian-pleistocen inferioară (Formațiunea de Căndești: pietrișuri, nisipuri și silturi; Formațiunea de Frățești: nisipuri și pietrișuri), pleistocen medie (Formațiunea de Coconi: argile, silturi, nisipuri, nisipuri cu pietrișuri) pleistocen superioară (Nisipurile de Mostiștea: pietrișuri și nisipuri), pleistocen medie-holocenă (conul aluvial Prahova-Teleajen: pietrișuri, bolovănișuri și nisipuri); pleistocen superior-holocenă (conul aluvial al Buzăului: nisipuri și pietrișuri). Forajele analizate au adâncimi cuprinse între 12,5 m (Comăneasca, județul Brăila) și 1801,2 m (Slobozia, județul Ialomița).

Forajul hidrogeologic F 221 Hârșova executat în lunca Dunării până la adâncimea de 218,5 m, a interceptat trei strate acvifere (89,1-95,1 m; 107,1-115,1 m; 125,1-135,1 m). Ultimul strat acvifer este acumulat în gresiile apțiene și șisturile verzi precambriene, având un aport redus de apă. Stratul acvifer, situat între 89,1-95,1 m, localizat în depozitele albiene, este puternic ascensional (nivelul piezometric a ajuns la suprafața terenului). Prin potențialul său de debitare (debitul specific a fost de 0,26 l/s/m), acesta ar putea constitui o sursă de alimentare cu apă termominerală (apa debitată a avut o temperatură de 36⁰).

În județul Brăila, forajul F160 Râmnicelu a fost executat la 500 m adâncime, fiind oprit în depozitele romaniene (nisipuri și argile). Stratele acvifere, deschise în intervalul 276,96 - 486 m, au debitul de 4,5 l/s pentru o denivelare de 7,25 m, iar debitul specific de 0,62 l/s/m (acvifer cu productivitate medie).

În județele Dâmbovița și Prahova, stratele acvifere de adâncime, identificate prin forajele hidrogeologice, sunt localizate în depozitele romanian-pleistocen inferioare (Formațiunea de Căndești), fiind alimentate atât prin infiltrarea precipitațiilor și a apelor de suprafață (în zonele de aflorare), cât și prin drenarea stratelor acvifere freatiche. Capacitățile de debitare (fig. 11) și conductivitățile hidraulice oscilează datorită constituției granulometrice a stratelor poros-permeabile.

În interfluviul Ialomița-Buzău, forajele hidrogeologice au interceptat acviferul de adâncime din Formațiunea de Căndești (= „Stratele de Căndești”; Mrazec & Teisseyre, 1901) (partea de est-sud-est a județului Dâmbovița; partea de sud a județului Prahova și partea de sud-vest a județului Buzău).

Cercetarea nivelului piezometric al acviferului acumulat în Formațiunea de Căndești a dus la constatarea că direcția generală de curgere este orientată, în general, de la nord-vest spre sud-est. Din datele de pompare se constată că acviferul prezintă o productivitate variabilă (de la scăzută la foarte ridicată).

În ceea ce privește chimismul apelor de adâncime din Formațiunea de Căndești, s-a remarcat o creștere a mineralizației totale, în general, de la vest spre est. Astfel, pentru zona situată la vest de Mizil, mineralizația totală are valori de sub 1 g/l, iar apele sunt bicarbonato-clorurice și calco-sodice; la est de Mizil s-au înregistrat valori ale mineralizației totale de peste 1 g/l, apele încadrându-se în cea mai mare parte în tipul bicarbonato-cloruro-sodic.



Fig. 11 Distribuția valorilor debitului specific (q) în interfluviul Buzău-Ialomița

După configurația hidroizopiezelor se poate constata că direcția generală de curgere a apelor de adâncime (intervalul de aproximativ 50-500 m), din interfluviul Buzău-Ialomița, este orientată de la vest spre est (fig. 12).

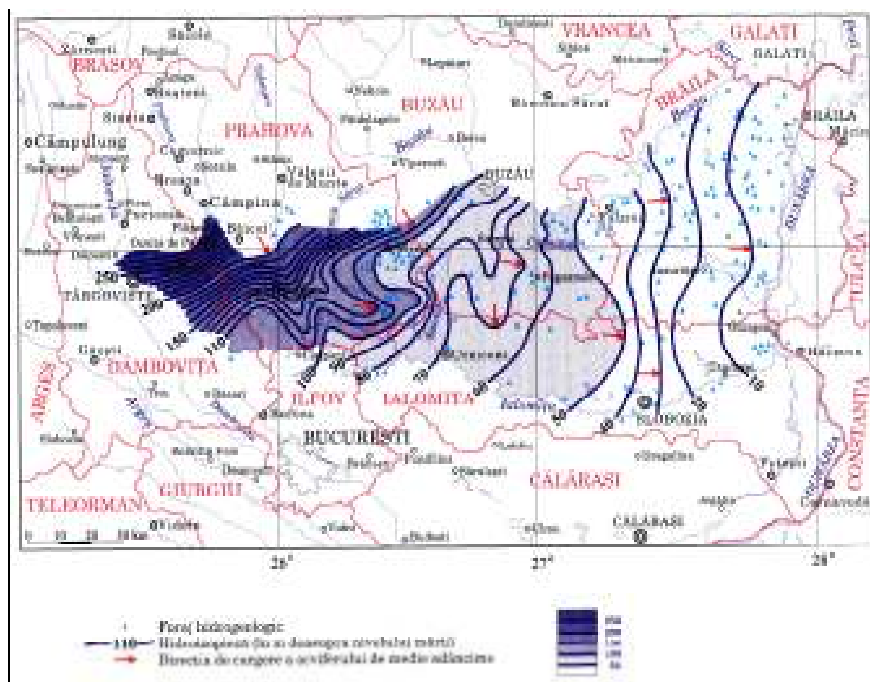


Fig. 12 Hidroizopiezele acviferului de adâncime (aprox. intervalul 50-500 m)

În partea de sud și de est a interfluviului Ialomița-Buzău (județele Ialomița și Brăila), forajele hidrogeologice au deschis acviferul de adâncime din Formațiunea de Frățești, de vârstă romanian-pleistocen inferioară, constituită din nisipuri și pietrișuri, cu intercalații argiloase; de la est la vest și de la sud-est la nord-vest, nisipurile trec la nisipuri fine până la medio-granulare, cu intercalații de argile. Acviferul are caracter ascensional și prezintă o

direcție de curgere orientată, în general, de la sud-est la nord-vest. În județul Ialomița, capacitatea de debitare oscilează între 0,4 l/s (F 203 Colelia, pentru o denivelare de 30 m) și 9 l/s (F 219 Urziceni, pentru o denivelare de 9,95 m), iar debitul specific între 0,08 l/s/m (F 220 Urziceni, acvifer cu productivitate scăzută) și 1,52 l/s/m (F 203 Colelia, acvifer cu productivitate ridicată); apele de adâncime sunt predominant bicarbonato-sodice, cu mineralizația totală între 823,8 mg/l (F 204 Fierbinți, apă dulce potabilă) și 1812,7 mg/l (F 203 Colelia, apă dulce nepotabilă).

În partea de sud a județului Prahova și cea de sud-vest a județului Buzău, depozitele pleistocen medii (Formațiunea de Coconi) din foraje sunt reprezentate prin argile cu intercalații de nisipuri, care nu acumulează volume importante de apă subterană. Uneori, intercalațiile de nisip conțin apă sub presiune, apa fiind bicarbonato-cloruro-sodică.

În forajele hidrogeologice executate în partea de vest a interfluviului Buzău-Călmățui au fost separate două faciesuri: unul mai nisipos în sectorul nordic și altul mai argilos în sectorul sudic. În nisipurile fine până la grosiere din sectorul nordic sunt acumulate 2-5 strate acvifere cu nivel ascensional și cu productivitate medie; mineralizația totală crește pe direcția de curgere a acviferului, respectiv de la vest la est. În sectorul sudic, forajele au deschis minimum 2 strate acvifere, iar mineralizația totală a apelor crește de la vest la est. Creșterea mineralizației se datorează circulației lente a apelor prin depozitele argiloase, care facilitează o serie de reacții de schimb între apa subterană și roca magazin.

În partea de nord-est a interfluviului Buzău-Călmățui, depozitele pleistocen medii interceptate de forajele hidrogeologice sunt constituite din pietrișuri și nisipuri, ale căror grosimi și granulometrii cresc de la vest la est și de la sud la nord. Aceste depozite apar sub două faciesuri diferite: la vest, nisipos-argilos, cu 3-4 strate acvifere având permeabilitatea mai redusă și productivitate medie; la est, nisipos-grosier.

În părțile de est și sud-est ale interfluviului Ialomița-Buzău, din forajele hidrogeologice s-a constatat o schimbare laterală de facies a depozitelor pleistocen medii astfel încât ponderea nisipurilor și a pietrișurilor crește de la vest la est în dauna argilelor, ajungând ca, în zona dunăreană, depozitele să fie constituite dominant din pietrișuri cu productivitate ridicată.

În forajele hidrogeologice executate în partea de vest a interfluviului Buzău-Călmățui, depozitele pleistocen superioare (Nisipurile de Mostiștea) prezintă două faciesuri: la vest, nisipuri argiloase și argile cu 1-3 nivele de pietrișuri având caracter ascensional, permeabilitate mare și capacitate de debitare ridicată; la est, argile cu un singur strat acvifer (nisipuri fine până la medii), având permeabilitate mică și debit scăzut. Mineralizația totală crește de la vest la est. Apele sunt, în principal, cloruro-sodice și, secundar, sulfato-cloruro-magnezice. Forajele hidrogeologice executate în partea de sud a județului Prahova au pus în evidență depozite pleistocen mediu-holocene cu o litologie diferită de o parte și alta a Cricovului Sărat. Astfel, la vest de Cricovul Sărat se dezvoltă pietrișurile, bolovănișurile și nisipurile din alcătuirea conului aluvial Prahova-Teleajen. La est de Cricovul Sărat, depozitele pleistocen superior-holocene sunt reprezentate printr-o succesiune de argile, argile nisipoase, nisipuri și pietrișuri mărunte la partea superioară. În acest spațiu hidrografic a fost delimitat și caracterizat un corp de apă subterană de medie adâncime ROAG11-București-Slobozia, acumulat în depozite pleistocen superioare (Nisipurile de Mostiștea) și alt corp de apă subterană de adâncime ROAG12- Estul Depresiunii Valahe, cantonat în depozite de vârstă romanian-pleistocen inferioară ale Formațiunilor de Frățești și Căndești.

CONCLUZII

Studierea corpurilor de ape subterane din spațiul hidrografic Ialomița – Buzău a permis delimitarea unui număr de 18 corpuri de apă subterană freatică, a unui corp de medie adâncime, respectiv ROAG11 București-Slobozia și a unui corp de apă subterană de adâncime, respectiv ROAG12 Estul Depresiunii Valahe. Ultimele două corpuri au fost atribuite pentru gospodărire Direcției Apelor Argeș–Vedea. Studiile au fost făcute pentru a sprijini implementarea Directivei Cadru Apă (60/2000/EEC).

Majoritatea corpurilor de apă subterană se dezvoltă în roci poros-permeabile de vârstă cuaternară (15 corpuri), un corp aparține tipului fisural-carstic, dezvoltat în depozite de vârstă jurasic-cretacică, un corp aparține tipului fisural, cantonat în depozite paleogene, iar un corp este de tip mixt, fisural-poros, localizat în depozite cretacice. Capacitatea de debitare atât a acviferului freatic cât și cea a acviferului de adâncime diferă funcție de natura rocii în care se acumulează apa. Direcția generală de curgere a acviferului de adâncime din interfluviul Buzău-Ialomița este orientată de la vest către est.

MULȚUMIRI

Rezultatele prezentate în această lucrare fac parte din datele obținute din investigațiile desfășurate în Proiectul PNCDI 2 Parteneriate 31-083 AQUASUD.

BIBLIOGRAFIE

- Alexeeva L.I., Andreescu I., Bandrabur T., Cepalîga A., Ghenea C., Mihăilă N., Trubihin V. (1983) – Correlation of the Pliocene Deposits in the Dacic and Euxinic Basins. Anuarul Inst.Geol.al României, vol. LIX, Lucr.Congr. XII al Asoc. Carpato-Balcanice, p. 143-151, București
- Bretotean M., Macaleț Rodica, Țenu A., Munteanu M. T., Radu E., Radu Cătălina, Drăgușin Doina, (2004) Studii privind corelarea metodologiilor de evaluare a resurselor de apă cu DCA 60/2000/EC, Arh. I.N.H.G.A., București.
- Bretotean M., Macaleț R., Țenu A., Tomescu G., Munteanu M. T., Radu E., Drăgușin D., Radu C. (2006) – Delimitarea și caracterizarea corpurilor de apă subterană din România. Rev. „Hidrotehnica”, vol. 50, nr. 10, p. 33-39, București.
- Liteanu E.(1952)- Geologia zonei orașului București. Com.Geol., Stud.tehn.,econ.,E 1, Hidrogeologie, 83 p., București
- Liteanu E.(1953)- Geologia ținutului de câmpie din bazinul inferior al Argeșului și a teraselor Dunării. Stud.tehn.,econ.,E 2, Hidrogeologie, 99 p., București
- Mrazec L., Teisseyre W. (1901) Über Oligozäne Klippen am Rande der Karpathen bei Bacău (Moldau). Jahrbuch d. k. k. geol. R. A., 51, p. 235-246, Wien.
- ***Directive 2000/60/EC du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, *Journal officiel des Communautés européennes, Journal officiel des Communautés européennes, Bruxelles.*