

HIDROLOGIE/HIDROGEOLOGIE

INVENTARIEREA PRELIMINARĂ A STRUCTURILOR ACVIFERE DIN PARTEA SUDICĂ A ROMÂNIEI

MARIN PALCU⁽¹⁾, MIHAELA CARMEN MELINTE⁽²⁾, ADRIAN JURKIEWICZ⁽¹⁾, GHEORGHE WITEK⁽¹⁾, AUREL ROTARU⁽³⁾

⁽¹⁾Geo Aqua Consult S.R.L., Strada Tutunari Nr.5, București, marin.palcu@geoaqua.ro

⁽²⁾INCD GEOECOMAR, Str. Dimitrie Onciul, Nr. 23-25, RO-024053, București, melinte@geoecomar.ro

⁽³⁾Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor, Șos. București-Ploiești, Nr. 97, București

Abstract. Sunt prezentate acviferele cu extindere regională din partea de sud a României, precum și factorii tectonici și sedimentogenetici care au contribuit la formarea acestor acvifere. În lucrare sunt analizate mai ales acviferele care apar în cadrul formațiunilor neogene, începând cu Miocenul superior, și continuând cu Pliocenul și Pleistocenul, interval care, din punct de vedere geologic facea parte din Bazinul Dacic (Paratethysul Oriental). Sunt analizate succint și acvifere cu extindere locală din Câmpia Olteniei, Câmpia Română Centrală și Câmpia Română de Est.

Cuvinte cheie. structuri acvifere, Bazinul Dacic, hidrostructura, bazin artezian

1. INTRODUCERE

În exteriorul arcului carpatic, în partea sudică a României, în urma convergenței factorilor de natură geomorfologică, climatologică, hidrologică, geologică și structural-tectonică sunt îndeplinite condițiile de formare a unor structuri acvifere care au, de regulă, extindere regională. Din punctul de vedere al vârstei stratigrafice, hidrostructurile menționate sunt generate în roci de vârstă cretacică, sarmato-meoțiană, pliocenă și cuaternară. Dacă sistemele acvifere de vârstă pliocenă și cuaternară inferioară pot fi incluse într-un bazin hidrogeologic cu extindere regională, hidrostructurile din rocile cretacice și cele din sarmato-meoțiene se extind, sub forma unor benzi, în apropierea Dunării și respectiv a orogenului Carpatic.

2. TIPURI DE SISTEME ACVIFERE ȘI LIMITELE LOR NATURALE

În urma investigării complexe a depozitelor capabile să înmagazineze apa subterană, au rezultat informațiile principale referitoare la acviferele din partea sudică a României cum ar fi: extinderea, grosimea, configurația, potențialul de înmagazinare și debitare, bilanțul hidric, conductivitatea hidrolică, transmisivitatea, coeficienții de difuzivitate hidrolică, înmagazinarea eficientă și realimentarea acviferelor, posibilitățile de drenare, granulația sau fisurația, permeabilitatea

rocilor acvifere, precum și capacitatea lor de reținere și cedare a apei, sarcina piezometrică și compoziția chimică.

Cea mai mare parte din structurile acvifere din partea sudică a României sunt, de regulă, sub presiune sau cu suprafață liberă, localizate sub sau deasupra bazei locale de eroziune, constituindu-se în hidrostructuri cu extindere regională denumite *bazine acvifere sub presiune* sau *bazine arteziene*. În concordanță cu criteriile de corelare stratigrafică, cele ce privesc adâncimea din crustă, litologia, modul de alimentare și relațiile cu apele de suprafață s-au separat „sisteme acvifere de adâncime” (în depozite cretacice, sarmato-meoțiene, pontian superioare și pliocene, acvifere în roci cuaternare) și „sisteme acvifere de mică adâncime” cantonate, de regulă, în roci cuaternare. Sistemele acvifere de adâncime, sunt de tipul multistrat, separate între ele pe criterii litostratigrafice, corespondență hidrolică etc. Nu puține sunt cazurile când îndințările laterale de facies dintre stratele permeabile și impermeabile, sau prezența unor roci semipermeabile, a fisurilor, a multor foraje geologice cu cimentări nereușite etc., implică un transfer hidric vertical între acvifere, în condiții de regim influențat.

În cuprinsul Bazinului Dacic, suita sistemelor acvifere din rocile pliocene are extindere regională, caracter captiv în cea mai mare parte a dezvoltării lor, iar înspre limitele de alimen-

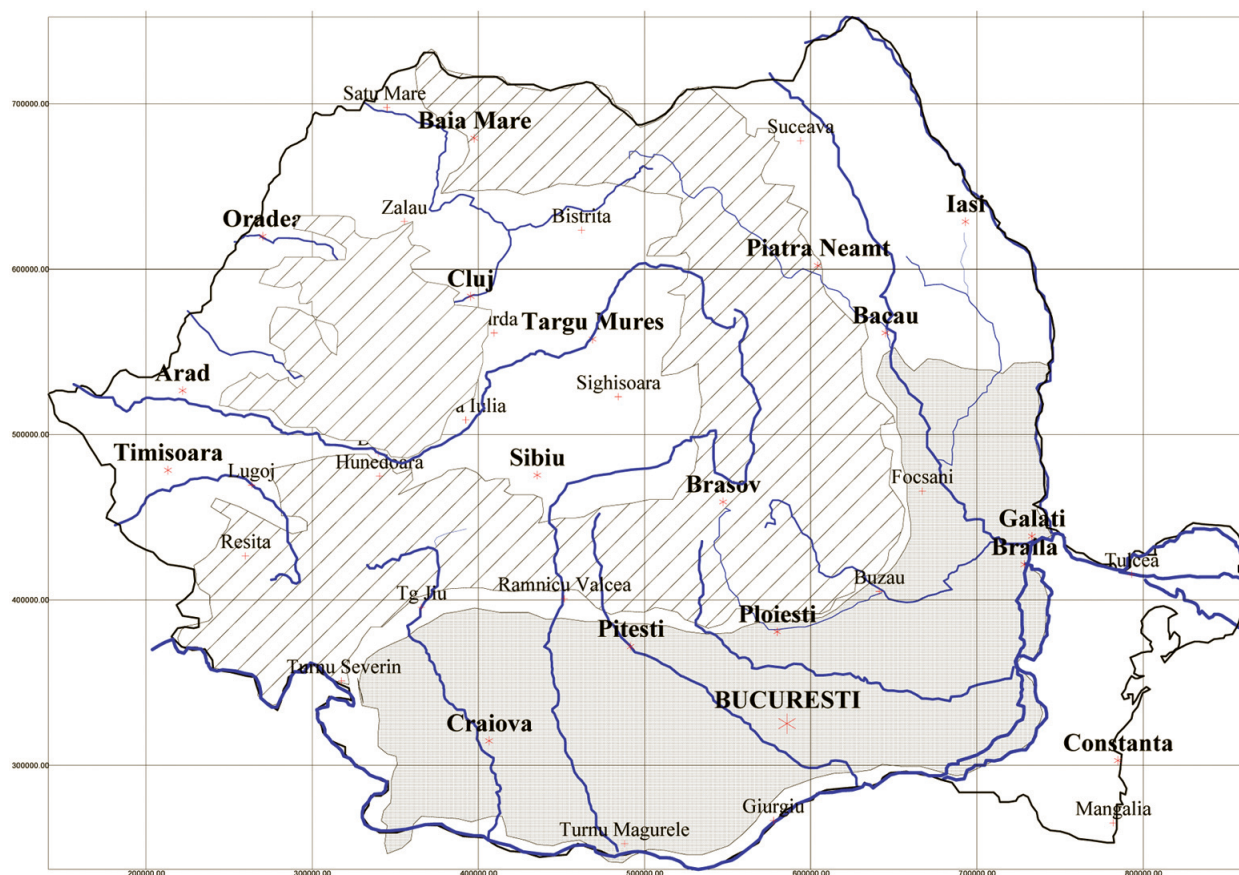


Fig. 1 Extinderea Bazinului artezian Dacic pe teritoriul României

tare și descărcare naturală acestea sunt cu suprafață liberă. În luncile Jiului, Oltului, Argeșului, Dâmboviței, Ialomiței, Prahovei, Buzăului și Siretului cu principalii lor afluenți, o parte dintre acviferele de adâncime nu numai că sunt captive, dar acestea manifestă artezian.

Din punctul de vedere al porozității rocilor magazin, acviferele din suita depozitelor ponțian superioare-cuaternare sunt de tipul celor cu porozitate intergranulară, dar cuprind și roci semipermeabile, noncapacitive spre ariile de afloriment și roci semipermeabile capacitive în profunzime.

În cea mai mare parte, condițiile la limită, cu schimb pozitiv de apă, se conturează în aria septentrională sau în domeniul intern al avanfosei carpatice, pe capete de strat din apele de suprafață ale bazinelor hidrografice ale principalelor cursuri de suprafață. Pe lângă alimentarea directă din apele de suprafață intrările hidrice în depozitele poroase pliocene și / sau cuaternare sunt reprezentate de căderile pluviale și de topirea precipitațiilor solide infiltrate pe suprafața denudată a arenitelor sarmato – meoțiene, pliocene și cuaternare. Alimentarea subterană se produce din acvifere freatice de tip aluvial, proluvial și deluvial aflate în contact direct cu rocile poroase din formațiunile geologice mai adânci. Un caz aparte de transfer hidric subteran se regăsește în partea nord vestică a județului Gorj, acolo unde acviferele fisural-carstice din banda calcaroasă a Munților Vâlcan sunt în comunicare

hidrodinamică cu rocile magazin de vârstă sarmatian-meoțiană. Acestea, la rândul lor, realizează schimburi negative de apă, prin intermediul fracturilor cu amplitudine ridicată din aria Glogova-Târgu Jiu-Câmpul Mare, cu sistemul acvifer cu roci magazin de vârstă ponțian superioară-dacian inferioară.

În interiorul bazinului hidrogeologic pliocen - cuaternar, potrivit orientării generale a curenților acviferi, schimburile negative de apă se produc cu descărcări locale prin intermediul emergențelor naturale. Acestea se întâlnesc în extremitatea vestică a avanfosei externe, și mai ales în partea centrală și sudică a Platformei Moesice și se produc pe văile principale și afluenții lor sau la limita elementelor morfologice principale. În domeniul platformei, în partea centrală și în special cea sudică, drenajul natural al apei din nisipurile pliocene și cuaternare se realizează direct nu numai în talvegul majorității cursurilor de apă de suprafață, în aluviunile recente din lunci, dar și în întreaga gamă a depozitelor permeabile de vârstă cuaternară.

Descărcările naturale de apă formează zone înmlăștinite în luncile Dunării, Jiului și Oltului, Argeșului, Ialomiței, Buzăului și Siretului sau lacuri întinse în vecinătatea Dunării, cum sunt cele din dreapta Jiului de la Rastu, Bistrețu, Cârna, Nasta, Lacu Mare, Lipanu, Nedeia, Potelu, Greaca, etc. Într-o analiză detaliată, aceste lacuri au alimentare multiplă, de la cea subterană, din apa înmagazinată în nisipurile pliocene - cuaternare, la cea de suprafață din fluviul Dunărea în perioadele de

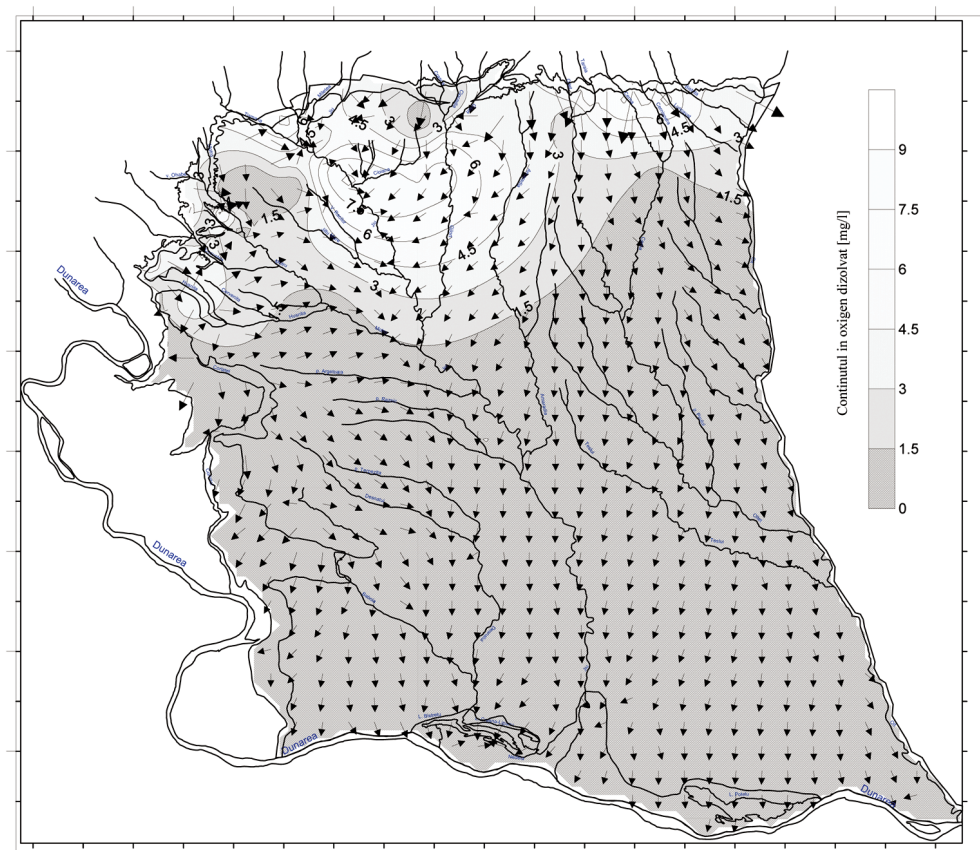


Fig. 2 Acviferul din nisipurile daciene inferioare. – Direcția curgerii apei subterane și distribuția conținutului în oxigen dizolvat (*vectorii reprezintă vitezele de curgere în regim natural)

viituri mari, din precipitațiile atmosferice și din scurgerea de suprafață a unor râuri cum ar fi Desnățuiul și Călmățuiul, etc.

3. PRINCIPALELE SISTEME ACVIFERE

3.1. SISTEMUL ACVIFER DIN ROCILE FISURAL – CARSTICE CRETACICE

În formațiunea carbonatică fisural - carstică a Jurascului superior – Cretacic inferior se dezvoltă un acvifer, care în zona Dunării poate fi găsit la 150 m adâncime. La București, aceeași hidrostructură coboară la peste 2000 m, iar apa subterană atinge temperaturi de 50-60°C.

În detaliu, în partea superioară a depozitelor cretacice s-au determinat atât roci acvifere de tip granular sau mixt (nisipuri mărunte și gresii alterate - fisurate), în care apa înmagazinată are presiune ridicată de strat și circulație lentă. Din punct de vedere calitativ apele din aceste roci au mineralizații ridicate. Cretacicul inferior, dezvoltat în facies carbonatic, prezintă o rețea de goluri și fisuri carstice prin care circulă volume însemnate de apă subterană. Testele hidro dinamice efectuate pe forajele executate au scos în evidență debite de 9,0 – 75 l/s, corespunzător unor denivelări de 0,2 și 30,3 m. Potrivit testelor efectuate, s-au calculat transmisivități de maxim 13 100 m²/zi, iar conductivitățile hidraulice au variat între 0,02 și 66,2 m/zi, în corespondență cu gradul de fisurare.

3.2. SISTEMUL ACVIFER DIN ROCILE SARMATO - MEOȚIENE

Pe baza datelor de natură geologică, structurală și hidrogeologică, acviferele cu roci magazin de vârstă sarmațiană și meoțiană nu prezintă importanță hidrogeologică decât în extremitatea nordică a avandosei carpatice până în zona Glogova, la nord de Târgu Jiu, Bengești, Croșanu, unde, pe traseul unei fracturi cu orientare aproximativ E- W, blocul din sud are căderi de ordinul a 500 - 800 m.

Depozitele sarmato – meoțiene prezintă interes hidrogeologic numai în zona de afloriment și în cea adiacentă ariei de afloriment din Depresiunea Getică și partea sudică a sectorului moldo – valah al avandosei carpatice. Condiții favorabile de acumulare a resurselor de apă se regăsesc, fie pe ariile periclinale, fie în cuprinsul structurilor sinclinale de dimensiuni reduse. Asemenea situații au fost întâlnite la Bunești, Marita – Vaideeni etc. Pe măsura afundării depozitelor sarmato – meoțiene înspre avandosa externă și zona de platformă, apa subterană devine intens mineralizată (Palade și Trifulescu, 1964) și, în cea mai mare parte dintre situații, are caracterul unei ape de zăcământ cu mineralizații de 50 – 60 g/l în care apar microcomponenții specifici de tipul iodului, bromului și acizilor naftenici.

3.3. SISTEME ACVIFERE ÎN ROCI DE VÂRSTĂ PLIOCENĂ

Începând cu partea superioară a Ponțianului, faciesul arenitic devine din ce în ce mai pregnant. Atât în partea superioară a Ponțianului, în cuprinsul Dacianului dar și în Romanianul superior, depozitele capabile să înmagazineze apa subterană sunt dezvoltate pe întreaga suprafață a Bazinului Dacic, dar și în profunzime pe grosimi ce pot atinge în unele zone câteva mii de metri. Prin urmare, depozitele pliocene prezintă importanță hidrogeologică în ariile mai puțin adânci, acoperind aproape în întregime teritoriul Olteniei, în partea septentrională din Muntenia, în vecinătatea ariilor de afloriment, precum și în partea sudică a Podișului Moldovenesc, în zona Bârlad – Tecuci. În restul teritoriului depozitele pliocenului se adâncesc foarte mult, iar apa subterană are încărcătură minerală accentuată, astfel încât aceasta devine neutilizabilă.

Investigațiile hidrogeologice din zona de avanfosă au scos în evidență caracterul captiv al formațiunilor acvifere, uneori acestea având presiuni apreciable și potențiale hidrice ridicate cum este situația de la sud – vest de București, unde presiunile acvifere depășesc 45 de atm. În cea mai mare parte a ariilor investigate de la est de Olt, sistemele acvifere din depozitele pliocene au presiuni reduse în zonele ridicate, iar pe măsura afundării arenitelor pliocene presiunile cresc substanțial.

În extremitatea nord-estică a Bazinului Dacic, în Podișul Moldovenesc, depozitele pliocene au fost investigate pentru alimentări cu apă, acestea având debite importante și resurse corespunzătoare din punct de vedere calitativ. În extremitatea nordică a limitei de aflorire, ca urmare a gradului de fragmentare a reliefului, multe dintre aceste acvifere au caracter freatic, fără continuitate, pe interfluvii cu alimentare din precipitații și descărcări locale prin izvoare de versant. Pe măsura adâncirii depozitelor pliocene sub baza locală de eroziune, Dacianul a fost interceptat cu foraje la adâncimi cuprinse între 50 și 280 m, obținându-se debite cuprinse între 0,5 și 15 l/s (Pascu, 1983), pe văile adânci din zona Bârlad – Tutova, apa manifestându-se artesian. Depozitele romaniene încep să se afunde înspre sud, de la nord de Tecuci, iar forajele executate până la adâncimea de 250 m au pus în evidență o multitudine de nivele acvifere ce se manifestă artesian cu debite foarte mari, uneori la cota terenului obținându-se debite de 10 – 16 l/s, potrivit unor conductivități hidraulice de 5 – 10 m/zi. Aproape în toată partea sudică a Podișului Moldovenesc, apele subterane din depozitele pliocene sunt de tip captiv, cu manifestări artesiene pe văile adânci. Din punct de vedere al mineralizației apelor subterane, aceasta crește dinspre nord spre sud, în funcție de drumul parcurs prin subteran de apa înmagazinată.

Având în vedere gradul de detaliere al cunoașterii resurselor de apă subterană în partea vestică a Bazinului Dacic, cu precădere pe teritoriul Olteniei, aceasta va avea o abordare separată în capitolele ce vor urma.

3.3.1. Sisteme acvifere din roci pliocene în partea vestică a Bazinului Dacic

Cercetările geologice și hidrogeologice realizate în partea vestică a Bazinului Dacic au pus în evidență, la nivelul Pliocenului, sisteme acvifere bine individualizate cu potențiale de debitare foarte mari. Pe baza criteriilor corelării stratelor de carbuni plioceni, a reperelor geologice și geofizice, hidrolic, hidrochimic etc. (Palcu, 2002) s-au separat principalele sisteme acvifere din Pliocenul Olteniei. Acestea includ două sisteme acvifere la nivelul nisipurilor daciene și două sisteme acvifere în cuprinsul Romanianului. Partea superioară a Romanianului, împreună cu depozitele permeabile ale Cuaternarului, formează structuri acvifere distincte.

În linii generale, sistemele acvifere din depozitele pliocene sunt hidrostructuri regionale, cu extindere peste mai multe bazine hidrografice, cu alimentare și descărcare multiplă, cu o dinamică variabilă și complicată a curgerii apei subterane, cu transferuri hidrice verticale și laterale etc. Sistemele acvifere menționate sunt în cea mai mare parte de tip captiv, artesiene pe văile principale, cu suprafață liberă în vecinătatea ariilor de încărcare și aproape în totalitatea lor intră în categoria acviferelor multistrat. Din punct de vedere calitativ, apa din hidrostructurile menționate are variabilitate foarte mare în funcție de timpii de tranzit, adâncimea de îngropare, compoziția mineralogică a rocilor magazin etc.

3.3.1.1. Sistemul acvifer din nisipurile daciene inferioare

Sistemul acvifer generat în nisipurile de vârstă Dacian inferior are extinderea cea mai mare din toată suita poros-permeabilă de vârstă pliocenă din Oltenia. Acesta este de tip multistrat și înglobează o serie de acvifere în care corpurile poros-permeabile au grosimi semnificative. Suprafața mare de afloriment a depozitelor granulare contribuie (Palcu *et al.* 1990; 1994) la alimentarea sistemului acvifer din apa provenită din căderi pluviale, condensare în sol, acvifere cuaternare și, în special pe capete de strat din apele de suprafață, la cote cuprinse între 170 m în lunca Jiului și 380 m pe Cernișoara.

Condițiile la limită, cu schimb negativ de apă, se găsesc pe arii mai restrânse în avanfosa Carpaților Meridionali, la vest de Motru, în principal pe văile Coșuștea (Căzănești-Corcova) și Blahnița (la nord și sud de Livezile) unde sistemul acvifer se descarcă prin linii de izvoare sau prin emergențe naturale izolate și pe suprafețe cu extindere regională în partea sudică a Platformei Moesice.

Sistemul acvifer din nisipurile getiene are suprafață liberă spre limitele sale din nord, vest și sud și, o dată cu afundarea depozitelor poroase, acesta devine captiv, în timp ce în luncile Jiului, Raznicului, Amaradiei, Motrului, Gilortului și în special Oltului acesta are curgere artesiană cu debite de 20 l/s. În profunzime, către flexura Platformei Moesice, ca de altfel și în partea centrală a avanfosei, presiunile pe impermeabilul din acoperișul său sunt mai mari de 15 atmosfere, iar în apropiere de Drăgășani acestea ating maximumul de peste 40 atmosfere (Palcu *et al.* 1990). Testele hidro dinamice au scos în eviden-

ță variația conductivității hidraulice de la 0,1 m/zi, în nisipuri fine argiloase, până la 16 m/zi în psamite grosiere. Dacă în unele zone transmisivitățile sunt subunitare pe valea Jiului, la Rovinari, valoarea lor se apropie de 849 m²/zi. În urma preluării datelor de pompare (Palcu *et al.* 1990) au rezultat viteze mari ale solicitărilor hidrodinamice, corespunzător coeficienților de difuzivitate hidraulică de $1,3 \times 10^6$ și $1,4 \times 10^5$ m²/zi, în timp ce realimentarea prin percolare verticală variază potrivit parametrului de $4,5 \times 10^{-4}$ – $3,01 \times 10^{-2}$ zi⁻¹ (Căzănești – Gârdoia, Cătunele).

Pe ansamblul sistemului acvifer, apa subterană din nisipurile dacian inferioare este de tipul bicarbonată, alcalino-terros. În detaliu, cationii care au importanță la conferirea caracterului alcalino-terros sunt reprezentați în principal de calciu (între 50 și 80 % din totalul cationilor) și într-o măsură mai redusă de magneziu (30-40%) și sodiu.

3.3.1.2. Sistemul acvifer din nisipurile daciene superioare

În Dacianul superior se găsește un sistem acvifer ale cărui corpuri de roci poros-permeabile sunt reprezentate prin două complexe arenitice, separate între ele de stratul VI de cărbune. În partea nordică, nord - vestică și vestică din avansosa Carpaților Meridionali, dar și în partea vestică și sudică a Platformei Moesice află arenitele Dacianului superior. Pe limitele de afloriment, volume însemnate de apă din cursurile de suprafață și din aluviunile lor sunt drenate în subteran pe capete de strat, astfel că acestea se infiltrază în nisipurile dacian superioare la cote cuprinse între 380 m pe Bistrița și Cernișoara și 240-270 m pe Gilort. În extremitatea vestică a avansosei, înălțimile de alimentare din râul Huși sunt de 310 m, în amonte și de 190 m, în apropierea confluenței cu Cervența, unde, pe anumite porțiuni, râul își pierde în subteran întregul flux hidric.

Aria majoră de drenaj natural este materializată în sudul Olteniei. Aceasta este situată la nord față de cea a sistemului acvifer din psamitele dacian inferioare. Pe laturile vestice și sudice din Platforma Moesică schimbul negativ de apă se produce cu hidrostructurile cuaternare.

Sistemul acvifer din secvența stratigrafică Dacian superior este captiv. Presiunea apei înmagazinate crește, de la câteva atmosfere înspre ramă, la circa 40 de atmosfere (Palcu *et al.* 1993) în apropiere de Drăgășani. Potrivit valorilor ridicate ale presiunilor piezometrice, în unele zone din lunca Oltului și a Motrului sistemul acvifer se manifestă artezian. Conductivitățile hidraulice variază de la 0,1 m/zi, între Olt și Olteț până la 8,63 m/zi la Roșia de Jiu, iar transmisivitățile au valori de la câțiva m²/zi până la 100 m²/zi. Coeficienți de difuzivitate hidraulică de $9,19 \times 10^2$ – $2,47 \times 10^3$ m²/zi, corespund unor viteze areolare reduse. În condițiile drenajului prelungit, prin căi de comunicație ascendentă sau descendentă, sunt atrase în acvifer fluxuri hidrice mari corespunzător unor factori de realimentare cu variație de la 14,96 m până la 122,8 m.

Din punct de vedere calitativ, apa înmagazinată în psamitele dacian superioare este caracterizată de preponderența

apelor bicarbonatate sodice, uneori magneziene sau a celor calcosodice. Apa subterană are duritate mai mică de 20 de grade germane, iar variațiile reziduului fix se încadrează în limitele de potabilitate, sugerând un schimb activ de apă pe verticală.

3.3.1.3. Sistemul acvifer din nisipurile Romanianului inferior

În Oltenia, depozitele romaniene au grosimi apreciabile nu numai în avansosa Carpaților Meridionali dar și în Platforma Moesică. Dacă în partea inferioară nisipurile romaniene pot fi bine individualizate stratigrafic, în partea superioară acestea, împreună cu depunerile pleistocene inferioare, formează suita „Stratelor de Căndești”.

În aria de aflorire a arenitelor romaniene din nordul Olteniei sunt intersectate văile cursurilor de apă la cote cuprinse între 220 și 380 m, iar în partea nord vestică infiltrările apei se produc la înălțimile piezometrice de 270 m și chiar 190-200 m pe Hușița. Dacă domeniul de alimentare se găsește în partea septentrională și vestică din Oltenia, aria de descărcare se află în partea vest sud - vestică a Platformei Moesice precum și în zona sa central - sudică, cum este cazul drenării naturale în râurile Desnățui, Terpezița, Jiu, Teslui și Olteț.

Potrivit echipotențialelor, curenții acviferi au orientare aproximativ nord-sud, cu gradienti de 0,4 %, în timp ce, către valea Gilortului, aceștia au orientarea nord nord est - sud sud vest cu pantă hidraulică de 1,2 %. Sistemul acvifer din Romanianul inferior are caracter captiv în cea mai mare parte a Olteniei, dar cu arii cu suprafață liberă mult mai extinse înspre limita de afloriment a corpurilor nisipoase. Pe măsura afundării depozitelor psamitice, acestea sunt saturate complet, astfel că în câmpurile miniere Beterega sud, Peșteana, Jilț sud, Roșia, Cojmănești, Negomir-Urdari, sistemul acvifer este captiv, fiind slab artezian la Beterega și Peșteana.

Cu toate că rocile magazin sunt predominant fine, porozitățile efective mari implică conductivități supraunitare 15,35 m/zi (la sud de Craiova, la Palilula) pe câmpuri întinse cum este cazul la Bărbătești, Roșia, Negomir, Urdari, Peșteana, etc. În alte zone, cum ar fi Poiana Seciuri, Albeni sud, Amara-dia-Târâia, Târâia-Cernișoara, Cernișoara-Bistrița sau Mihăița, valorile conductivităților hidraulice sunt subunitare datorită unor nisipuri cu conținut de argilă. Spre limita sud-vestică transmisivitățile sunt mai mari de 100 m²/zi, în timp ce la Palilula se înregistrează maximumul de 815 m²/zi. Corespunzător gradului de finețe al rocilor magazin și respectiv porozității efective, cedarea sau înmagazinarea este cu atât mai mare sau mai mică, după cum coeficienții de înmagazinare sunt cu valori de $1,1 \times 10^{-2}$ la Negomir sau $1,07 \times 10^{-4}$ la Bărbătești.

Interpretarea analizelor chimice pe probe de apă creează o imagine orientativă asupra calității apei din psamitele romaniene inferioare, evidențiind faciesul preponderent bicarbonat sodic și mai rar calcosodic și magnezian, cu duritatea crescătoare odată cu dizolvarea carbonaților de calciu înspre ariile de drenaj natural. Dacă în zonele cu schimb pozitiv de apă diluția este mare, spre punctele de drenaj natural în urma

infiltrării apelor slab mineralizate, cum este cazul la Bălăcița și Ungureni, reziduul fix depășește 1200 și respectiv 1100 mg/l, după ce, în urma circulației prin mediul poros, apa subterană s-a îmbogățit în compuși minerali. În aceeași arie, lipsa schimbului pozitiv de apă implică schimbarea faciesului chimic în cel de tip calcomagnezian.

3.3.1.4. Sistemul acvifer din nisipurile Romanianului mediu

Depozitele romaniene superioare, împreună cu cele peistocene inferioare, formează un sistem acvifer care, în bună măsură poate fi inclus în suita „Stratelor de Căndești”. Practic, numai baza acestei hidrostructuri se regăsește cu precădere în Oltenia și poate fi abordată, într-o oarecare măsură, separat.

Depozitele psamitice romaniene medii afloră pe arii largi în partea nordică și nord-vestică a Depresiunii Getice, în timp ce, în Platforma Valahă, corpurile permeabile sunt acoperite de sedimente cuaternare de tip aluvial, deluvial și proluvial. Prin urmare, alimentarea sistemului acvifer se realizează direct din râurile din nordul Olteniei la cote de 350-200 m. Pe rama vestică, alimentarea se produce atât din râurile Hușnița, Argetoaia, Raznic, Terpezița și Desnățui, dar și din acviferele cuaternare. Pe interfluvii, alimentarea se realizează prin infiltrarea apei de precipitație.

Potrivit morfologiei suprafeței piezometrice, curgerea apei subterane este convergentă înspre sud, cotele potențiale variind de la 350 - 100 m în aria de alimentare, până la 90-60 m în zona de drenaj natural. La scară regională, sistemul acvifer este sub presiune, exceptând o fâșie apreciabilă dinspre limita de afloriment. În raport cu granulația rocilor magazin, conductivitățile hidraulice supraunitare au valori excepționale de 18,82 m/zi, iar transmisivitățile sunt mai mari de 50 m²/zi și chiar peste 200 m²/zi. Coeficienții de înmagazinare variază, de la 7,5x10⁻⁵ în perimetrul Fărcășești, până la 1x10⁻³ la Sărdănești, iar aportul realimentării este în concordanță cu parametrii de drenanță de 0,3 x 10⁻⁴ – 3,47x10⁻⁴ zi⁻¹.

3.4. SISTEME ACVIFERE DIN DEPOZITELE CUATERNARE

În partea sudică a României, depozitele cuaternare din suita depozițională a Bazinului Dacic înmagazinează importante resurse de apă subterană. Suprafața acestui bazin se suprapune peste o varietate de unități geomorfologice, ca în cazul Subcarpaților externi, Piemontului Getic în vest, Podișul Moldovei în nord și o mare suprafață peste zona de câmpie din sudul și sud-estul României. Din punct de vedere structural, Bazinul Dacic ocupă o suprafață suprapusă peste Depresiunea Getică și peste Platforma Moesică.

Gradul de cunoaștere al hidrodinamicii structurilor de adâncime este în general punctual, beneficiind însă și de informații mai detaliate în zona aglomerărilor urbane acolo unde și cerințele de alimentare cu apă sunt mai mari. Pe baza informațiilor existente se disting structuri acvifere regionale în zona central-vestică, centrală și central-estică a Bazinului Dacic, generate în formațiunile cunoscute sub numele de Strate de Căndești, Strate de Frățești, Nisipuri de Mostiștea

și Pietrișuri de Colentina. Structurile acvifere din zona estică și nord-estică a Bazinului Dacic (interfluviul Ialomița-Buzău-Siret, exclusiv zona câmpiei piemontane) au caracteristici hidrogeologice relativ diferite.

În raport cu existența hidrostructurilor regionale, în partea sudică a României se întâlnesc acvifere granulare cu dezvoltare locală care, în cea mai mare parte, sunt de tipul acviferelor freatiche cu extindere spațială discontinuă, exceptând zonele în care acviferele regionale sunt cu suprafață liberă.

3.4.1. Acvifere regionale din zona central-vestică, centrală și central-estică a Bazinului Dacic

3.4.1.1 Stratele de Căndești

Stratele de Căndești sunt reprezentate prin depozite foarte permeabile de natură granulară care permit acumulări masive de ape subterane, acestea fiind localizate, în general, pe flancul extern al Subcarpaților. Resursele acvifere din depozitele grosiere ale Stratelor de Căndești reprezintă un acvifer regional, care începe undeva, la nord de orașul Adjud, și se continuă fără întrerupere până în partea de sud-vest a României (în Subcarpații Munteniei și Olteniei). Pe laterală, acviferul generat în Stratele de Căndești are forma unei benzi cu lățimi variabile, ce mulează arcul subcarpatic în partea externă a acestuia, cu caracteristici geometrice distincte. Arealul benzii de dezvoltare variază de la o lățime 80 km, la vest de Olt, până la 6 - 8 km, în zona de curbură la Mizil-Săhăteni, iar la nord de Buzău lățimea benzii crește substanțial, astfel că pe teritoriul județului Vrancea, ocupă o suprafață de aproximativ 2500 km². Extinderea spațială a stratelor de Căndești marchează, nu numai variabilitatea în suprafață, dar și în profunzime, astfel încât grosimea corpurilor permeabile variază, de la ordinul zecilor de metri până la peste 250 m, în zona Buzău.

Potrivit configurației structurale a Depresiunii Valahe rama sa nordică reprezintă principalul areal de alimentare cu apă al complexului Stratelor de Căndești. Încărcarea hidrică se realizează din precipitații, din infiltrarea apei din râuri mari, precum și din alte cursuri secundare în perioadele în care acestea sunt active. Alimentarea din Subcarpați nu se realizează neapărat sub forma unui front continuu, ci prin sectoare deschise la zi, care se deosebesc net pe teren, cum sunt zonele NV Florești și Filipeștii de Pădure (care alimentează și conul aluvionar Prahova -Teleajen).

În raport cu ariile de alimentare, direcțiile principale de curgere ale curenților acviferi sunt nord-sud, în zona de curbură a domeniului carpatic, direcția de curgere este vest-est, cu orientarea dinspre zonele de piemont înspre câmpie. În partea mediană a interfluviului Olt-Argeș, în afara direcției generale de drenaj cu orientare nord-sud, din cauza eroziunii parțiale din vecinătatea Oltului, acviferul se drenează înspre Olt pe direcție est-vest. Din punct de vedere hidrolic, caracteristica complexelor acvifere cuaternare din Piemontul Getic este reprezentată de valorile ridicate ale conductivităților hidraulice de zeci de m/zi, uneori depășesc 100 m/zi, astfel că

transmisivitățile ating valori minime de 150 m²/zi și maxime de peste 1000 m²/zi.

Stratele de Căndești se dezvoltă pe întreaga câmpie piemontană acoperită de depozitele conurilor aluvionare sau de depozite loessoide dintre Vedea și Trotuș, în cuprinsul Piemontului Getic, precum și în partea estică a câmpiei piemontane getice de la vest de Olt. În ariile coborâte morfologic, adâncimea nivelului piezometric este mai mare de 20 m, în timp ce pe interfluvii, nivelele piezometrice au adâncimi de 50 - 60 m. În Platforma Cotmeana, nivelul suprafeței piezometrice se găsește la adâncimi foarte mari, ca urmare a lipsei straterelor impermeabile de la adâncime mică, astfel încât stratele superioare sunt complet secate, apa infiltrându-se la adâncimi apreciabile.

Între Olt și Trotuș, structurile acvifere din adâncime fie că sunt în contact direct, sau comunică prin drenanță cu structurile acvifere de suprafață ale conurilor aluvionare, împreună cu acestea formând hidrostructuri cu importanță majoră în alimentarea cu apă. Astfel, asemenea complexe acvifere se regăsesc în conurile terasate Dâmbovița-Argeș, Prahova-Teleajen, Buzău și Putna. Caracteristica esențială a acestor structuri acvifere este reprezentată de productivitatea hidrogeologică foarte ridicată ca o consecință a unor conductivități hidraulice de ordinul sutelor de m/zi.

Calitatea chimică a apelor subterane se încadrează în limita admisă de potabilitate, cu excepția ariei cu comportament freatic, unde, pe alocuri, se întâlnesc depășiri ale unor specii hidrochimice.

3.4.1.2 Stratele de Frătești

Sub denumirea Stratele de Frătești se regăsesc depozitele aparținând Pleistocenului inferior al căror stratotip este situat în zona localității Frătești la nord de Giurgiu. Inițial au fost denumite *Pietrișuri de Frătești*, dar la scurt timp după aceea s-a impus titulatura actuală, de *Strate de Frătești* (Liteanu, 1961).

Depozitele Straterelor de Frătești (Pascu, 1983) reprezintă roca rezervor a unui acvifer regional care ocupă o mare parte a Depresiunii Valahe, începând din partea inferioară a bazinei Siret și Prut și se dezvoltă de-a lungul Dunării până dincolo de Olt. Înspre nord, extinderea teritorială a Straterelor de Frătești se suprapune bazinei inferioare ale râurilor lalomița-Argeș-Vedea. Dacă pe rama nordică Stratele de Frătești se îndințează cu Stratele de Căndești, în partea de vest și cea sudică a Depresiunii Valahe, acestea apar la zi.

Granulația depozitelor permeabile atribuite Straterelor de Frătești descrește de la Dunăre înspre interiorul depresiunii, dar și dinspre vest înspre est, situație evidențiată în special în interfluvii lalomița - Argeș. În mod asemănător granulației, Stratele de Frătești se afundă de la Dunăre înspre nord către interiorul depresiunii. La vest de Argeș, afundarea se produce, atât dinspre Dunăre înspre câmpie, cât și dinspre Subcarpați înspre câmpie. Potrivit configurației structurale, Stratele de Frătești apar la zi pe marginea de nord a câmpiei Burnazului, pe văile mai adânci care fragmentează Burnazul și în câmpia

Găvanu - Burdea, unde la partea superioară cuprind (Cinetti, 1990) nisipuri fine și medii iar în bază, nisipuri cu pietrișuri și chiar bolovănișuri.

În câmpul Leu-Rotunda, Stratele de Frătești se găsesc între adâncimile de 20 și de 75m, fiind constituite din nisipuri și pietrișuri. La baza câmpului apar izvoare (4-8 l/s) așa cum sunt cele de la Caracal, Deveselu și Vlădila. În cadrul unității Găvan - Burdea, Stratele de Frătești au fost interceptate la adâncimi de 3-83 m, având aceleași caracteristici litologice. La contactul acestei unități geomorfologice cu luncile marilor râuri sunt menționate izvoare cu debite mari prin care se descarcă sistemul acvifer. În versantul stâng de pe valea Oltului, izvoarele au debite individuale de 30 l/s și debite cumulate mai mari de 250 l/s. Pe valea Dunării, izvoarele au fluxuri hidrice de 10 l/s, acestea fiind frecvente pe văile Călmățui, Urlui, Vedea, Olanița, Călniștea, Gogoșari. Depozitele granulare ale Straterelor de Frătești sunt erodate parțial sau total în aval pe râurile Olt, Vedea, Teleorman, Călniștea, Neajlov sau Argeș și prin urmare linii importante de izvoare au fost identificate în câmpia Burnazului în sectorul Comana-Hotarele. Începând dinspre Olt și până în zona interfluvii Teleorman-Glava-cioc, Stratele de Frătești au grosimi variabile și adâncimi relativ reduse. La nord de Dunăre și până la linia Jilava - Lehliu, complexul acvifer este monostrat, iar în zona Bucureștiului acesta devine multistrat evidențiindu-se nivelele A, B și C. Acestea au grosimi variabile, sunt la adâncime mai mare de 100 m și înmagazinează apa sub presiune.

În zona București, Stratele de Frătești, reprezintă principalul colector de apă subterană, cele trei nivele au potențiale de debitare foarte ridicate, conductivități hidraulice cu valori cuprinse între 4 și 24 m/zi, potrivit unor debite specifice de 1,5 - 10 l/s/m. Ca o consecință a exploatării intense din zona București, suprafața piezometrică prezintă o arie depresionară largă la nivelul celor trei complexe acvifere, cota piezometrică scăzând înspre 12,5 m, potrivit unui debit total extras de 1183 l/s în cazul stratului A, și 29 m, în situația straterelor B și C. În urma modificării morfologice a suprafeței piezometrice în apropiere de București s-a schimbat sensul curgerii curenților acviferi, astfel încât aria denudată dinspre Argeș devine zonă de încărcare hidrică a structurii acvifere. De altfel încărcarea Straterelor de Frătești se realizează pe multiple căi, prin transferul hidric din depozitele Straterelor de Căndești, din precipitații și în special din rețeaua hidrografică a Olteniei, bazinul Argeșului și lalomiței.

Prin prelucrarea datelor rezultate în urma testelor hidro dinamice se remarcă micșorarea coeficienților de înmagazinare pe măsura creșterii adâncimii, dinspre complexul A înspre C, cu ordinul de de la 5×10^{-5} la 5×10^{-7} . Debitul specific are o bună corelare cu transmisivitatea, astfel că debitelor specifice de 15 l/s/m li se asociază transmisivități de 700-800 m²/zi. Dacă în situația orizonturilor A și B, transmisivitățile variază între 325 și 1235 m²/zi, în cazul orizontului C, valorile transmisivității sunt relativ uniforme, limitele de variație fiind de 551-625 m²/zi.

Din punct de vedere calitativ apele subterane înmagazinate atât Stratele de Căndești și Stratele de Frățești au o mineralizație scăzută sub 0,6-0,7 g/l, iar faciesul hidrochimic cu ocurență majoritară este cel bicarbonat calcic-magnezian. În conul aluvionar al Buzăului, apa subterană are mineralizații de 0,5 – 2,9 g/l, și în mod sporadic în situația unor foraje adânci din Câmpia Centrală, mineralizațiile ajung la 1,5 la 4,0 g/l.

În zona București, faciesul hidrochimic variază de la faciesul bicarbonat sodic cu pregnanță calcică, în stratele A și B și dominant bicarbonat sodic, pregnant clorurat calcic în adâncime, în cazul stratului C. În general, apele din complexe Stratele de Căndești și Frățești sunt ape de bună calitate, rareori însă, ca urmare a poluărilor accidentale, apar depășiri la unele specii hidrochimice.

3.4.1.3 Nisipurile de Mostiștea

În interfluviul Argeș - Ialomița, Stratele de Frățești sunt acoperite de o succesiune de marne și argile cu nivele subțiri de nisipuri cunoscute sub numele de *complexul marnos*, sau *Strate de Coconi*. În zona municipiului București grosimea *complexului marnos* descreește de la nord înspre sud de la circa 150 m la 40 m. Peste complexul marnos urmează un banc gros de nisipuri cu granulație medie și fină cu intercalații de pietrișuri mărunte cunoscut sub numele de Nisipuri de Mostiștea. Acestea au dezvoltare continuă între Argeș și Mostiștea, fiind întâlnite la adâncimi de 20 - 50 m. În unele zone, argilele care le separă de Pietrișurile de Colentina se efilează, cele două acvifere fiind în contact direct. Apa din Nisipurile de Mostiștea este sub presiune, nivelul piezometric fiind situat practic la aceleași cote ca în situația Pietrișurilor de Colentina.

Limita nordică a Nisipurilor de Mostiștea cu capacitate de debitare de 2-3 l/s trece pe la nord de Ciolpani, pe lângă Urziceni și, cu o direcție generală sud vest – nord est, pe la nord de Munteni-Buzău și Grivița. Din punct de vedere chimic, apele subterane din nisipurile de Mostiștea au calități diferite: la nord de Ialomița reziduul fix are valori cuprinse între 650 și 900 mg/l, în timp ce la sud de Ialomița reziduul fix are valori de peste 1000 mg/l.

3.4.1.4. Pietrișurile de Colentina

Formațiunile descrise sub numele de Nisipuri de Mostiștea sunt acoperite, la rîndul lor, de o succesiune lenticulară argilo-marnoasă (*depozite intermediare*), peste care s-au depus sedimentele cunoscute sub numele de Pietrișuri de Colentina. Acestea sunt sedimente cu caracter grosier depuse de râul Argeș. Grosimea lor se reduce înspre nord, iar linia Otopeni-Ștefănești-Afumați reprezintă practic limita de dezvoltare înspre nord a acestora. Înspre sud-vest ele se dezvoltă până la linia Brănești-Progresul-Sohatul-Nana-Valea Stăni. Se consideră că terasele Neajlovului, Dâmbovnicului și Glavaciocului conțin depozite de pietrișuri echivalente ca vîrstă a formațiunii Pietrișurilor de Colentina, ceea ce ar însemna că aria lor de depunere a fost relativ mare, fiind legată de evoluția paleo-Argeșului. Pietrișurile de Colentina au mai fost evidențiate și în versantul nordic al râului Călniștea. Pietrișurile de

Colentina sunt localizate în general la adâncimi de 15-20 m, din ele extrăgându-se (Pascu, 1983) debite de 2-6 l/s cu denivelări de 0,6-5 m. Din cauza pericolului de poluare (în special, agricultura intensivă și zootehnie) rezerva acestui acvifer este utilizată mai ales în scopuri industriale.

3.4.2. Acvifere din zona estică și nord - estică a Bazinului Dacic (interfluviul Ialomița - Buzău - Siret - Prut)

Pe baza datelor provenite dintr-un număr suficient de mare de foraje hidrogeologice în afara acviferelor freatice se disting acvifere de adâncime medie spre adâncime mare și acvifere de adâncime mare.

Complexul acvifer de adâncime medie spre mare din formațiunile de vîrstă pleistocenă medie - superioară au fost identificate sub depozitele conului aluvionar Buzău. Formațiunile acvifere sunt în facies de tranziție de la nisipuri grosiere în zona câmpiei piemontane, la nisipuri fine în zona Câmpiei Centrale Interne. Grosimea acestor depozite variază de la 17 la 75 m și crește de la vest la est urmărind zona de subsidență a formațiunilor Pleistocene. Acest sistem acvifer a fost identificat la adâncimi ce variază de la 40 la 224 m, iar curgerea apei subterane se produce pe direcția nord vest – sud est.

Complexul acvifer de adâncime mare este localizat în formațiuni sedimentare de vîrstă Romanian superioară - Pleistocen inferioară. Acumularea resurselor mari de apă subterană sunt favorizate de suprafața mare pe care aflurează secvența grosieră de pietrișuri la limita externă a Subcarpaților și de poziția lor inferioară depozitelor conului aluvionar al Buzăului. Dacă în zona Buzăului, complexul acvifer de adâncime are dezvoltare largă, înspre Mizil depozitele permeabile ating adâncimea de peste 500 m.

În bazinul inferior al Siretului, în partea de sud-est a zonei Galati-Barboși se dezvoltă (Pascu 1983) Stratele de Frățești, cu alcătuire litologică din nisipuri fine medii și grosiere și cu grosimi de până la 20 m. Acviferul este sub presiune, cu nivele piezometrice în apropiere de suprafață. Analiza datelor hidrogeologice indică faptul că la adâncimi mai mari de 250 m, exploatarea resursei de apă din această hidrostructură devine nerentabilă.

În partea sudică a bazinului râului Prut aflurează depozite de vîrstă pliocenă superioară, formate din nisipuri cu nivele de gresii, cu trecere la partea superioară la pietrișuri și conglomerate. Înspre sud se dezvoltă depozitele de vîrstă Pleistocen inferioară reprezentate prin „Pietrișuri de Bălăbănești” și Pleistocen mediu (Strate de Barboși) reprezentate prin argile și nisipuri. Peste acestea s-au depus aluviunile actuale ale luncilor alcătuite din nisipuri și pietrișuri capabile să reprezinte roci colector pentru acviferele de adâncime medie.

Apele subterane din sectorul respectiv sunt în mare măsură potabile, dar într-o bună parte dintre situații acestea au depășiri la Fe, Mn, NO₃, duritate totală, etc. Mineralizația totală a apei subterane variază între 0,5 – 2,9 g/l, dar valorile cele mai frecvente sunt de 1g/l. Potrivit mineralizației existente,

faciesul hidrochimic predominant este cel bicarbonat sodic și potasic sau de tipul bicarbonat calco-sodic.

3.5. ACVIFERE FREATICE CU DEZVOLTARE LOCALĂ

Acviferele freatice se regăsesc pe întreaga suprafață a Bazinului Dacic, având dimensiuni variabile în suprafață. În mare măsură aceste structuri hidrogeologice sunt discontinue. Acestea se întâlnesc în conuri aluvionare, terase, lunci, interfluvii, etc. Din punctul de vedere al rocilor magazin, sunt generate în depozite granulare de la tipul fin argilos până la pietrișuri și bolovănișuri. Într-o mare parte din cazuri, acestea se regăsesc în depozite de tip loessoid. Încărcarea hidrică se realizează din apa de precipitație, în unele cazuri din scurgerea de suprafață, iar în altele din transferul apei din acviferele mai adânci. Curgerea apei subterane este direct influențată de morfologia terenului și de raportul în care se găsește cu apele de suprafață. Descărcarea se realizează fie prin izvoare, fie în apele de suprafață. O bună cantitate din apa înmagazinată se pierde prin evapotranspirație și depinde direct de variațiile climatice. Din punct de vedere al proprietăților filtrante există o variabilitate foarte mare, uneori conductivitățile hidraulice fiind mai mari de 10 m/zi și atingând valori de 80 - 100 m/zi. În concordanță cu regimul hidrogeologic al acviferelor de mică adâncime se disting unitățile hidrogeologice din Câmpia Olteniei, Câmpia Română Centrală și Câmpia Română de Est.

4. CONCLUZII

În partea sudică a României, prin convergența factorilor structural - tectonici, natura litologică a rocilor colectoare, climatologici, geomorfologici și hidrologici, s-au generat structuri acvifere variate ca întindere și cu un grad de complexitate intrinsec foarte ridicat.

Din punctul de vedere al extinderii lor spațiale, structurile acvifere sunt în cea mai mare parte de tip granular, multistrat, cu extindere regională, cu apa înmagazinată sub presiune și se includ într-un bazin artezian general ce se suprapune peste Bazinul Dacic. De altfel, nu este nici o eroare dacă în literatura de specialitate se utilizează termenul de „Bazinul Artezian Dacic”.

O altă categorie de acvifere, cum sunt cele din rocile jurasice superioare - cretace, au rocile magazin de tip fisural - carstic. Acestea se extind pe areale mari, iar înspre nord ajung la adâncimi foarte mari, apa înmagazinată având caracter termal.

Cea de a treia categorie de structuri acvifere este reprezentată de cele de mică adâncime, în marea majoritate de tip freatic, discontinue în suprafață și interdependente de factorii externi.

Din punctul de vedere al vârstei geologice și al poziției spațiale a rocilor capabile să înmagazineze apa, structurile acvifere regionale pot fi grupate în: acviferele generate în rocile jurasic - cretace, acviferele din rocile sarmato - meotiene, acviferele din depozitele pliocene - daciene și romaniene, acviferele din depozitele romaniene - pleistocene inferioare (Stratele de Căndești), acviferele din depozitele pleistocene inferioare (Stratele de Frățești), pleistocene superioare (Nisipuri de Mostiștea și Pietrișuri de Colentina), precum și acviferele cu extindere locală din rocile holocene.

Dacă hidrostructurile regionale ale bazinului Dacic se încarcă hidric, dinspre rama Carpaților, apa subterană curgând în mod natural către ariile reduse hipsometric, în situația structurii hidrogeologice din rocile Jurasic – Cretace, încărcarea se produce din zona de ramă a Balcanilor și din Dunăre, iar curgerea are orientare dinspre sud înspre nord.

Potrivit constituției litologice a rocilor magazin, gradului de îndesare, adâncimii de îngropare etc., atât caracteristicile hidraulice cât și calitatea apei variază în limite foarte largi. Nu lipsit de relevanță este impactul antropogen exercitat prin drenaje miniere, supraexploatare în condițiile alimentării cu apă, poluări zonale și accidentale, precum și prin crearea de noi căi de comunicație în circulația apei subterane dintr-un acvifer în altul.

MULȚUMIRI

Lucrările efectuate au fost parțial finanțate în cadrul PNC-DI II Parteneriate - Contract 31-083/2007 (AQUASUD).

BIBLIOGRAFIE

- CINETI F.A., 1990. Resursele de ape subterane ale României, Ed. Tehnică București, 295pp.
- LITEANU, E., 1961. Aspecte generale ale stratigrafiei Pleistocenului și genetice reliefului din Câmpia Română. Inst. Geol. Stud. Tehn. Ec., St. de Geol. a Cuaternarului și de Hidrogeol. În Câmpia Română și ținuturile învecinate, București.
- PALADE GH., TRIFULESCU C., 1964. Studiul hidrogeologic al depresiunii Getice la vest de valea Oltului. Tema 158 – A, Tr. Exp. Geol., Int. Lab. Geol.
- PALCU M., PARASCHIVESCU C., BENCUI I., BOVEANU IOANA, KRAFT MIHAELA, BRATU DIANA, ALEXANDRESCU STELA, COJOCARU L., MAFTEI DANIELA, ZĂRNESCU DANIELA, GHEORGHE ELENA, PALCU STELUȚA, RADU A., DIMITRIU ANGELICA, OLTENEANU VERONICA, OLTENEANU M., 1990. Sinteza geologică și hidrogeologică cu privire la perspectiva de valorificare a stratelor de lignit din subsolul arealului situat la sud de limita rezervelor de lignit exploatabile și omologate din Oltenia, jud. Mehedinți, Gorj, Dolj, Vâlcea și Olt. Arh. Prospekțiuni S.A. București, ANRM București.
- PALCU M., NICULAE GABRIELA, EGYED PAULA, GHEORGHE ELENA, STANCIU D., NAN CRISTINA, 1993. Sinteza hidrogeologică privind teritoriul județului

- Gorj în vederea estimării pe baza datelor de cunoaștere existente a potențialului valorificabil de ape subterane potabile. Arh. Prospecțiuni S. A. București, ANRM București.
- PALCU M., BOTNARENCO CĂTĂLINA, 1994. L'Impact du Drainage Minier sur l'aquifère Dacien inférieur en Département Gorj, Roumanie. Impact of Industrial Activities on Groundwater, Proceedings of the International Hydrogeological Symposium, 23-28 May, 1994, Constantza, România.
- PALCU M., 2002. Modelarea comportării acviferului regional din Dacia-nul inferior al Olteniei în condițiile drenajului pentru exploatarea zăcămintelor de lignit și asigurarea localităților cu apă, teză de doctorat, Universitatea București.
- PASCU R.M., 1983. Apele subterane din România, Editura Tehnică, București, 411 pp.