

MODELE DE INTERDEPENDENȚĂ A ELEMENTELOR CIRCULAȚIEI APEI FREATICE

Anca Gabriela TURTUREANU¹, Cornelia Elena TUREAC¹, Rodica PRIPOAIE¹,
Carmen CREȚU¹, Alin Constantin FILIP¹, Alina Mădălina ILIE²

¹Universitatea Danubius Galați, Facultatea de Științe Economice,

²Universitatea Transilvania Brașov, Facultatea de Științe Economice

Abstract: Models of interdependence of the groundwater flowing elements. The own resources of water of the Braila's Plain are formed from lakes and underground waters. The lakes, most of them are salty, with a high salt content, which are offering a usage, especially for therapeutic purposes. The underground waters, although contain soluble salts in amounts large enough; they may be important water reserves in this area. The water balance of the surface and underground waters from this area is subject to the specific conditions of climate and relief. The low precipitations situated around the 400-500 mm/year values and the evapotranspiration with very high values, sometimes reaching 800 mm/year, are influencing the water balance in the interfluvial area.

Key words: environmental factors, ground water, models of interdependence

Introducere

Rețeaua hidrografică autohtonă a Câmpiei Brăilei poartă amprenta climatului temperat-continental și a reliefului, alcătuit din câmpuri relativ netede cu depresiuni închise în care se găsesc lacuri temporare sau permanente. Rețeaua hidrografică din această zonă are o densitate foarte scăzută, una dintre cele mai mici din țară, variind între 0-0,3 km/km² [1].

Apele curgătoare - Dunărea, Siretul, Buzăul și Călmățuiul - ce mărginesc Câmpia Brăilei sunt cursuri alohtone, cu caracter tranzitoriu. Apele de suprafață sunt reprezentate doar de Valea Iencii care practic este secată toată perioada anului, și de lacuri de diferite tipuri, puternic mineralizate. Apele subterane sunt reprezentate atât de ape de mică adâncime, cât și de cele de adâncime mare, cu un grad mai mic sau mai mare de mineralizare [2].

Interdependența elementelor circulației apei freatice

Aportul ascendent din orizontul freatic prin ridicarea acestuia și pierderea descendentă, gravitațională către nivelul freatic prin procesul de infiltrație sunt în strânsă dependență cu cantitatea de precipitații și evapotranspirația dintr-o anumită perioadă de timp.

Specific pentru această zonă este deficitul de umiditate, dar s-au înregistrat și perioade cu exces de umiditate. În perioadele de ariditate excesivă nivelul apelor freatice scade foarte mult micșorând substanțial rezervele apelor subterane. În perioadele de exces de umiditate s-au constatat cazuri când nivelul freatic a crescut foarte mult ajungând, în unele cazuri, să intersecteze suprafața solului și chiar a suprafeței topografice [3, 6].

Pentru a analiza raportul nivelului freatic în funcție de principalele elemente care îl influențează: precipitațiile (P), evapotranspirația reală (ETR), rezervele de apă din orizontul de sol 0-100 cm (R₀₋₁₀₀) și 0-150 cm (R₀₋₁₅₀) și nivelul freatic (NH) în perioada analizată de 5 ani se pornește de la ipoteza că orizontul freatic din spațiul interfluvial nu este alimentat pe cale subterană din luncile limitrofe și că principala sursă de alimentare a apelor freatice din partea centrală a interfluviului o constituie precipitațiile recepționate la suprafața acestora [4, 7].

Pentru a vedea valoarea dependenței dintre elementele menționate anterior și variația nivelului freatic, se vor folosi calcule ce au în vedere coeficientul de corelație dintre valorile medii lunare ale precipitațiilor, ale evapotranspirației și nivelului hidrostatic. S-au folosit datele medii lunare deoarece datele puse la dispoziție de INMH Brăila nu conțin decât acest tip de date.

Ținând cont de faptul că pentru perioada analizată de 5 ani deținem suficiente date pentru a estima valorile coeficienților de corelație, aceștia s-au calculat după formula:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^n y_j}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2} \sqrt{n \sum_{j=1}^n y_j^2 - \left(\sum_{j=1}^n y_j\right)^2}}$$

unde (x_1, x_2, \dots, x_n) și (y_1, y_2, \dots, y_n) reprezintă seturi de date legate de cantitatea de precipitații, evapotranspirație, rezervele de apă din orizontul de sol 0-100 cm, respectiv 0-150 cm și nivelul freatic.

În condițiile în care se urmărește realizarea unei regresii liniare între cele două seturi de date considerate mai sus, coeficientul de corelație furnizează informații despre panta acesteia. Astfel, $r > 0$ semnifică faptul că regresia este crescătoare, iar $r < 0$ implică faptul că regresia este descrescătoare. De asemenea, cu cât valoarea absolută a coeficientului de corelație este mai apropiată de 1 rezultă o legătură mai strânsă între cele două seturi de date, fiind cunoscut faptul că pentru două fenomene independente acesta este 0.

Rezerva de apă din diferite orizonturi ale solului este în funcție de suma precipitațiilor și de valorile temperaturii anului mai mare de 0°C. Ecuațiile de regresie ale rezervei de apă din orizonturile 0-100 cm, 0-150 cm la 28 februarie nu depind de tipul culturii agricole, acestea fiind la începutul unui nou ciclu de vegetație. După această perioadă, atunci când apare vegetația care influențează rezervele de apă din sol, calculele efectuate au luat în considerație situația culturii porumbului pentru toată suprafața interfluviului. Ecuațiile folosite pentru calcularea rezervei 0-100 cm (R_{0-100}) respectiv 0-150 cm (R_{0-150}) sunt următoarele:

- $R_{0-100} = 69,84 + 0,569(P_{12} + P_1 + P_2) + 0,078(P_9 + P_{10} + P_{11}) - 0,340(T_{12} + T_1 + T_2)$ pentru perioada septembrie-februarie;

- $R_{0-100} = 12,8 + 0,889R_{sfl} + 0,614(P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8) - 0,893(T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8)$ pentru perioada martie-august;

- $R_{0-150} = 50,34 + 0,678(P_{10} + P_{11} + P_{12} + P_1 + P_2) + 0,243(P_8 + P_9) - 0,218(T_{11} + T_{12} + T_1 + T_2)$ pentru perioada august-februarie;

- $R_{0-150} = 10,5 + 0,936R_{sfl} + 0,644(P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7) - 0,953(T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7)$ pentru perioada martie-iulie,

unde: P_k reprezintă precipitațiile medii ale lunii $k = \overline{1,12}$, T_k reprezintă temperaturile medii cu valori pozitive ale lunii $k = \overline{1,12}$, R_{sfl} reprezintă rezerva de apă la sfârșitul lunii anterioare.

Pentru că nu se efectuează măsurători în perimetrul interfluviului Călmățui-Buzău, calcularea evapotranspirației reale devine imposibilă. Astfel că pentru stabilirea coeficientului de corelație vom folosi valorile evapotranspirației potențiale calculate pe baza temperaturilor și precipitațiilor medii lunare, prin formula lui Turc:

$$ETP = \frac{\bar{P}}{0,9 + \frac{\bar{P}^2}{(0,05 T^2 + 25 T + 300)^2}} \text{ (mm)}$$

unde: \bar{P} reprezintă precipitația medie multianuală în mm, T reprezintă temperatura medie multianuală în °C.

Repartizarea lunară a evapotranspirației potențiale totale medii multianuale se poate face folosind procentele propuse în tabelul 1.

Tabelul 1

Repartizarea lunară a evapotranspirației potențiale totale medii multianuale

Luna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Procent	1	2	4,5	8,5	16	17	19	16	9	5	1	1

În urma procesului de transmitere gravitațională a apei provenite din precipitații către nivelul freatic s-a constatat o întârziere a fenomenului datorată structurii coloanei litologice și fenomenelor hidrodinamice. S-a analizat variația coeficientului de corelație în funcție de precipitațiile căzute anterior și s-au luat în considerație valorile maxime ale modulului lui r pentru fiecare foraj în parte. Astfel, pentru fiecare foraj în parte s-a considerat cumulul valorilor evapotranspirației, respectiv, precipitațiilor pe o perioadă anterioară măsurării nivelului hidrostatic variabilă de la o lună la 6 luni, pentru a se cerceta dependența maximă a acestuia de evapotranspirație, respectiv, precipitații. În urma calculării coeficientului de corelație între nivelul hidrostatic, evapotranspirație și precipitații s-a constatat că dependența maximă este variabilă în cadrul suprafeței interfluviului Călmățui-Buzău.

Primele calcule legate de coeficientul de corelație prezentate în tabelele 2 și 3 reflectă faptul că valorile maxime ale lui r pentru perioadele cele mai scurte cumulative de dependență au fost înregistrate în zona forajelor (Tudor Vladimirescu F₁, Nazăru F₁, Movila Miresei F₁, Movila Miresei F₄, Movila Miresei F₆, Ianca F₁, Cireșu F₄, Romanu F₁) unde stratele din acoperișul orizontului acvifer înregistrează grosimi mai mici (alcătuite din depozite loessoide și argiloase), iar pentru perioadele mai lungi coeficientul maxim de corelație a fost înregistrat pentru forajele (Oprișenești F₁, Filipești F₂, Spiru Haret F₁, Gemelele F₁, Ianca Nord F₁) acolo unde stratele de loess și argile ce acoperă orizontul acvifer au grosimi mai mari.

Tabelul 2
Coeficienții de corelație între nivelul hidrostatic și evapotranspirație

Nr. luni	Foraje												
	Tudor Vladimirescu F1	Spiru Haret F1	Romanu F1	Oprișenești F1	Nazăru F1	Movila Miresei F1	Movila Miresei F4	Movila Miresei F6	Gemelele F1	Ianca Nord F1	Ianca F1	Filipești F2	Cireșu F4
1	0,375	0,014	0,354	0,0007	0,291	0,159	0,310	0,215	0,190	0,160	0,315	0,297	0,414
2	0,276	0,030	0,366	0,071	0,230	0,115	0,228	0,204	0,221	0,178	0,291	0,311	0,376
3	0,158	0,051	0,353	0,154	0,142	0,049	0,141	0,190	0,252	0,194	0,260	0,313	0,326
4	0,043	0,076	0,327	0,091	0,046	0,011	0,069	0,178	0,290	0,211	0,235	0,307	0,286
5	0,065	0,098	0,291	0,005	0,043	0,075	0,010	0,166	0,334	0,229	0,214	0,302	0,249
6	0,154	0,115	0,260	0,097	0,104	0,122	0,030	0,156	0,378	0,245	0,193	0,294	0,217

Tabelul 3
Coeficienții de corelație între nivelul hidrostatic și cel al precipitațiilor

Nr. luni	Foraje												
	Tudor Vladimirescu F1	Spiru Haret F1	Romanu F1	Oprișenești F1	Nazăru F1	Movila Miresei F1	Movila Miresei F4	Movila Miresei F6	Gemelele F1	Ianca Nord F1	Ianca F1	Filipești F2	Cireșu F4
1	0,200	0,027	0,220	0,150	0,131	0,048	0,247	0,137	0,173	0,045	0,183	0,209	0,037
2	0,264	0,053	0,339	0,134	0,201	0,006	0,295	0,199	0,245	0,101	0,262	0,292	0,437
3	0,299	0,100	0,429	0,092	0,231	0,065	0,301	0,262	0,318	0,177	0,321	0,372	0,490
4	0,278	0,147	0,481	0,142	0,218	0,083	0,289	0,304	0,397	0,262	0,366	0,430	0,522
5	0,254	0,207	0,517	0,203	0,221	0,096	0,295	0,350	0,485	0,359	0,415	0,497	0,552
6	0,215	0,241	0,515	0,284	0,212	0,103	0,276	0,354	0,533	0,402	0,404	0,508	0,530

Se observă că în cazul corelației între nivelul hidrostatic și evapotranspirație, nivelul maxim al acesteia este atins în urma unei cumulări anterioare lunare mai mici (de 2-3 luni), explicabilă prin excedentul evapotranspirației în raport cu nivelul precipitațiilor (în anumite perioade ale anului).

Pentru simplificarea calculului coeficienților de corelație între: a) nivelul hidrostatic și evapotranspirație; b) nivelul hidrostatic și cel al precipitațiilor; c) nivelul hidrostatic și rezervele de apă din orizontul de sol 0-100 cm; d) nivelul hidrostatic și rezervele de apă din orizontul de sol 0-150 cm; e) nivelul precipitațiilor și evapotranspirație; f) nivelul precipitațiilor și rezervele de apă din orizontul de sol 0-100 cm; g) nivelul precipitațiilor și rezervele de apă din orizontul de sol 0-150 cm; h) evapotranspirație și rezervele de apă din orizontul de sol 0-100 cm; i) evapotranspirație și rezervele de apă din orizontul de sol 0-150 cm; j) rezervele de apă din orizontul de sol 0-100 cm și rezervele de apă din orizontul de sol 0-150 cm, s-a alcătuit un program de calcul în limbajul Turbo Pascal care a permis trasarea modelelor de interdependență a elementelor circulației apei pentru fiecare foraj analizat.

Aceleași modele de interdependență au fost analizate pentru perioada 1965-1975 la stația Viziru, dar aceste analize au avut în vedere, în mod special, o perioadă cu excedent de umiditate din zona Câmpiei Române de nord-est [5]. Autorii precizează că din analiza modelelor circulației apei în spațiile interfluviale se constată în primul rând că fenomenul excesului de umiditate a produs, înainte de toate, modificări cantitative, esențiale, individuale fiecărei componente a sistemului. Elementul generator al acestor modificări a fost regimul neobișnuit al precipitațiilor (atât prin cantitățile mari, distribuirea lor și intensitatea, în timpul anului, cât și prin perioada îndelungată a manifestării acestora). Pentru o mai bună reprezentare în figuri s-au înmulțit toate valorile cu 100 astfel încât să se elimine numerele cu 4 zecimale (fig. 1 și 2).

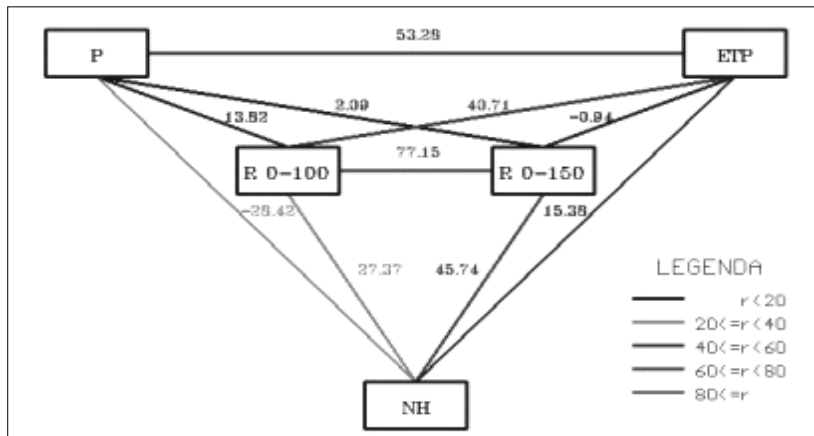


Fig. 1. Interdependența elementelor circulației apei - F1- Tudor Vladimirescu

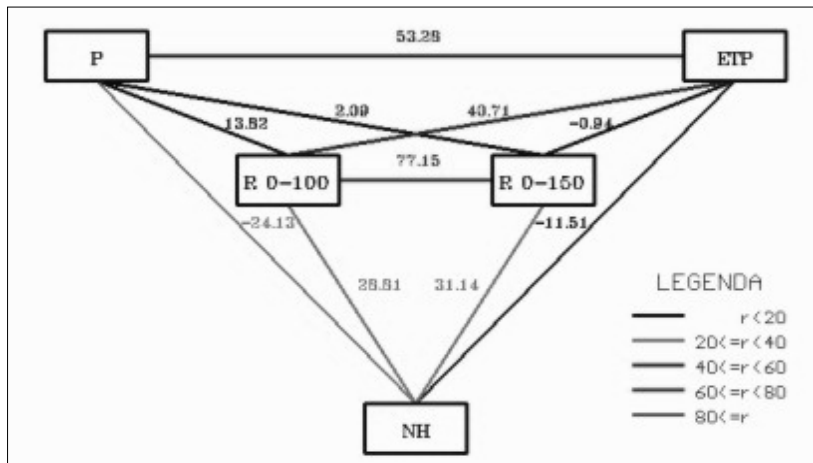


Fig. 2. Interdependența elementelor circulației apei - F1- Spiru Haret

Concluzii

Datorită momentelor culminante înregistrate, cantitățile de apă din sol s-au acumulat continuu, nereușind să cedeze prin evapotranspirația reală întregul excedent. Ca urmare, nivelul freatic a preluat volume însemnate de apă, marcând o creștere rapidă, ceea ce a dus uneori la intersecția suprafeței topografice și la inundarea acesteia.

Modelele de interdependență a elementelor circulației apei în perioada analizată de 5 ani se suprapun peste o perioadă de exces de ariditate în care nivelul precipitațiilor medii anuale s-a înscris în jurul valorii de 360 mm/an.

Cele mai bune corelații care reflectă o dependență accentuată între precipitații, evapotranspirație și nivelul hidrostatic se constată în cazul forajelor Cîreșu (0,552 între nivelul hidrostatic și cel al precipitațiilor și 0,414 între nivelul hidrostatic și evapotranspirație) și Gemenele (0,533 între nivelul hidrostatic și cel al precipitațiilor și 0,378 între nivelul hidrostatic și evapotranspirație).

În pofida valorilor relativ mari ale coeficientului de corelație între precipitații, evapotranspirație și nivelul hidrostatic, diferența de până la 1 poate fi explicată prin existența și a altor factori cum ar fi: variabilitatea grosimii și naturii acoperișului stratului acvifer, porozității stratului acvifer, care sunt greu de înregistrat și cuantificat pentru suprafața mare a interfluviului.

Bibliografie

1. Apostoleanu Gh. - *Băile Lacu-Sărat, Brăila*, 1984
2. Canciu C. - *Considerații asupra loessurilor din Câmpia Brăilei*, Analele Universității „Ștefan cel Mare” Suceava, Secțiunea Geografie, anul XIII, 2004
3. Scărădeanu D., Alexandru Gh. - *Hidrogeologie generală*, Editura Universității din București, 2007
4. Botzan D. A., Paucă-Comănescu M. - *The problem of the environment and nature conservation in Romania*, Earth and Environmental Science Part V Springer Netherlands, April 11, 2006
5. Anca I. - *Resursele de apă din Câmpia Brăilei și impactul lor asupra mediului*, Editura Scorpion, Galați, 2002
6. Bogdan O., Marinică I., Rusan N., Rusu S. - *Warm winter risk in Romania*, Institute of Geography of Romanian Academy, Bucharest, Romania BALWOIS 2008 - Ohrid, Republic of Macedonia - 27, 31 May 2008
7. *** Brăila (2009), in Encyclopaedia Britannica. Retrieved March 10, 2009, from Encyclopedia Britannica Online: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/77254/Braila>

Date de contact

Anca Gabriela TURTUREANU: Universitatea Danubius Galați, Facultatea de Științe Economice, B-dul Galați, nr. 3, 800654 Galați, România

