

UTILIZAREA ANALIZEI SPAȚIALE PENTRU STABILIREA CERINȚELOR DE APĂ ÎN SISTEMELE DE IRIGAȚII

T. V. Blidaru*, C. Cismaru*, V. Gabor*, D. Scripcariu*

1. Introducere

În ultimii ani, în condițiile înregistrării unei creșteri a frecvenței secetelor, cu un efect negativ asupra producțiilor agricole, apare ca necesitate utilizarea irigațiilor. În zona de nord-est a României, sistemele de irigație existente au fost concepute într-o manieră centralizată, deserving suprafețe mari de teren. De asemenea, un factor important este reprezentat de consumurile mari de apă și energie din aceste sisteme.

Având în vedere considerentele expuse, precum și situația actuală a fondului funciar rezultată ca urmare a aplicării Legii 18/1991, se impune analiza modalităților de utilizare eficientă a resurselor de apă, energie, forță de muncă din suprafețele irigate.

Estimarea cât mai exactă a cerințelor de apă ale plantelor prezintă o mare importanță atât în cadrul proiectării, modernizării, reabilitării, re tehnologizării cât și a exploatarea sistemelor de irigație.

În acest scop, prezenta lucrare urmărește implementarea unei metodologii de analiză spațială pentru stabilirea cerințelor de apă în sistemele de irigație, cu aplicarea acesteia în sistemul Albița-Fălciu. Acest sistem are o suprafața totală amenajată de 16795 ha repartizată în subsistemele Pogănești (2204 ha), Săratu (3145 ha), Bumbăta (4979 ha), Berezeni (3980 ha din care 3070 ha în luncă și 910 ha pe terasă) și Doniceasca (2487 ha).

Fiecare (sub)sistem are schema hidrotehnică pentru irigare formată dintr-o stație de pompare din râul Prut, unul sau două canale de aducțiune pe care sunt dispuse SPP-uri centralizate (la sistemele Pogănești și Săratu în totalitate iar la Bumbăta pentru 4581 ha și la Berezeni pentru 2969 ha) și cu SPP-uri în schemă monofilară (pe 398 ha la Bumbăta și 1011 ha la Berezeni); în total 27 de stații echipate cu 1-2 agregate de pompare electrice semistaționare.

2. Material și metodă

2.1. Aspecte generale

Studiile de specialitate (Tomita O., 1999) realizate în perimetrul amenajării hidroameliorative complexe Albița-Fălciu au stabilit caracteristicile acviferului freatic în baza datelor obținute din foraje grupate în posturi hidrogeologice, astfel:

● **Postul Rășești.** În toate forajele s-a identificat un strat acvifer format din nisipuri și nisipuri cu pietrușuri. Apa din acest strat este sub presiune, nivelul

* Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași

hidrostatic – piezometric – s-a stabilizat la adâncimea de 3,10 m (în vecinătatea albiei minore), 2,20 m (în zona centrală a luncii) și la 1,95 m în zona de sub terasă.

● **Postul Lunca Banului.** Este amplasat la aproximativ 19 km în aval de traversa Rășești și se compune din 4 foraje

- *Forajul 1 (F_1)* este amplasat la aproximativ 600 m de râul Prut iar stratul acvifer apare la adâncimea de 10 m și se compune din nisip, pietriș cu nisip și pietriș cu bolovăniș, urmat de nisip, până la adâncimea de 23,5 m (- 3,7 m MN). În acest foraj nivelul piezometric (hidrostatic) s-a stabilizat la adâncimea de 2,90 m – având cota 16,90 m – în timp ce nivelul mediu al apei în râul Prut este de 16,75 m
- *Forajul 2 (F_2)* executat în zona centrală a luncii, la care cota terenului este cea mai coborâtă – 17,30 m –, arată că stratul acvifer se întâlnește la adâncimea de 9,80 m și este alcătuit numai din pietriș cu nisip iar la 13 m adâncime apare stratul de marnă impermeabil pe care se află prima pânză freatică din luncă. Nivelul piezometric al apei freactice s-a stabilizat la 2 m adâncime, având cota de 15,30 m, fiind situat într-un strat de argilă cu grosimea de 5 m.
- *Forajul 3 (F_3)* este amplasat în zona preterasică a luncii. Stratul acvifer apare la adâncimea de 6,65 m, are grosimea de 6,45 m și este alcătuit la partea inferioară din pietriș și nisip iar la partea superioară din nisip. Patul acoperitor are grosimea de 7,20 m și este alcătuit din praf și nisip argilos. Apa freatică se află sub presiune iar nivelul piezometric s-a stabilizat la 2,24 m – cota 15,21 m.
- *Forajul 4 (F_4)* este amplasat tot în zona preterasică iar stratul semiacvifer (praf nisipos argilos) și cel acvifer (pietriș cu nisip), are o grosime de 5,10 m și apare în foraj la adâncimea de 10,10. Patul acoperitor este alcătuit din argilă marnoasă și argilă nisipoasă cu grosimea de 8,40 m. Nivelul piezometric s-a stabilizat în foraj la adâncimea de 1,73 m.

● **Postul Vetrișoaia** este amplasat în aval de postul Lunca Banului, la o distanță de aproximativ 14,4 km și se compune din trei foraje.

- *Forajul 1 (F_1)* este amplasat în incintă, la o distanță de 550 m de albia minoră a râului. În foraj, stratul purtător de apă a fost captat între 7,00 și 12,40 m iar nivelul piezometric s-a stabilizat la adâncimea de 1,50 m (cota 16,71 m).
- *Forajul 2 (F_2)* a fost executat pe mijlocul luncii, la distanța de 2,48 km de râul Prut. Acviferul propriu – zis, situat pe patul de marnă, are grosimea de 1,30 m. Stratul acvifer a fost captat între 10,00 m și 13,30 m iar nivelul piezometric s-a stabilizat la adâncimea de 2,00 m (cota 17,38 m). Forajul 1 și 2 indică un nivel piezometric, controlat – influențat – în cea mai mare parte de nivelul liber al apei în râul Prut.

- *Forajul 3 (F₃)* este situat la circa 0,25 km de baza terasei. În acest foraj nu apare un strat acvifer propriu – zis, ci un strat semiacvifer ce conține nisip, și apare la adâncimea de 5,70 m, fiind captat până la stratul de marnă care se găsește la adâncimea de 7,69 m. Nivelul piezometric s-a stabilizat la adâncimea 3,85 m (cota 16,23 m), în cuprinsul stratului de argilă prăfoasă nisipoasă.

● **Postul Fălcu** este situat în extremitatea sudică a incintei la 18,6 km de postul Vetrișoia și are un profil caracteristic luncilor late.

- *Forajul 1 (F₁)* este amplasat în incintă, la o depărtare de 125 m de albia minoră a Prutului. Stratul purtător de apă – nisip mediu și nisip diferit cu pietriș – apare la adâncimea de 11,40 și se continuă până la 16,00 m. Nivelul piezometric al apei freatice s-a stabilizat la adâncimea de 3,58 m (cota 11,29 m).
- *Forajul 2 (F₂)* s-a executat la 1,075 km de râul Prut. Tavanul stratului acvifer se află la adâncimea de 12,00 m iar patul de argilă cenușie apare la 14,80 m; între aceste adâncimi s-a captat apa freatică, al cărei nivel piezometric s-a stabilizat la adâncimea de 2,27 m (cota 11,49 m).
- *Forajul 3 (F₃)* se află la 0,550 km de baza terasei. Presiunea creată în stratul semiacvifer și acvifer este de 5,0 m C.A., adâncimea la care se egalizează presiunea în strat cu cea atmosferică fiind de 1,56 m.

În toate forajele s-a identificat un strat acvifer format din pietriș cu nisip și / sau nisip diferit, în care este cantonată apa freatică. Grosimea acestui strat este foarte diferită, de la 1,99 m în zona preterasică la Vetrișoia la 15,50 m în zona grindului la Lunca Banului. În general, grosimea stratului acvifer descrește din amonte spre avalul luncii (incintei) și are valoarea medie de 7,37 m în zona grindului, 5,26 m în zona preterasică și 4,65 m în zona centrală a luncii, având o conductivitate hidraulică mare. Apa stratului acvifer este sub presiune și în directă legătură cu apa de suprafață a râului Prut.

Adâncimea medie a nivelului piezometric (față de suprafața solului) din luncă – incinta Albița – Fălcu – este de 2,43 m, înregistrând valori medii mai coborâte în zona grindului (2,77 m), ceva mai ridicate în zona preterasică (2,40 m) și cele mai mici în zona centrală a luncii (2,12 m). Adâncimea nivelului piezometric este în strânsă corelație cu grosimea stratului acoperitor, cu forma profilului transversal la suprafață a luncii, cu înclinarea patului impermeabil, atât longitudinal, cât și transversal și, mai ales, cu depărtarea față de râul Prut.

Adâncimea nivelurilor piezometrice, variază în timp, corelându-se cu regimul hidrografic al râului Prut și cu regimul precipitațiilor ce cad pe suprafața incintei sau care ajung în luncă prin scurgere și sunt controlate în cea mai mare măsură de rețeaua de desecare și adâncimea acesteia.

Tipurile de soluri existente în perimetrul Albița-Fălcu sunt prezentate centralizat în tabelul 1.

Tabelul 1. Solurile de pe cuprinsul Luncii Prutului, din incinta îndiguită Albița – Fălciu (după I.C.P.A. București, 1988 și 1990)

Simbol	Tipul și subtipul de sol	Suprafața	
		ha	%
CZsc/a	Cernoziomuri salinizate pe depozite fluviatile și fluvio-lacustre recente	920*	5
GC/r/a	Soluri gleice cu gleizare relictă (drenate) pe depozite fluviatile și fluvio-lacustre recente	920**	5
I.asc	Lăcoviști salinizate și / sau solonetizate	560*	3
SNa	Solonețuri, pe depozite fluvio-lacustre recente	1440*	9
AA	Protosoluri aluviale	1880	11
AAgz	Protosoluri aluviale gleizate	1120*	7
SA	Soluri aluviale (inclusiv protosoluri aluviale)	3952	23
SAGz	Soluri aluviale (inclusiv protosoluri aluviale) frecvent gleizate	2920*	17
SAsc	Soluri aluviale salinizate	3320*	20
TOTAL		17032	100

* Soluri salinizate = $920 + 560 + 1440 + 3320 = 6240$ ha (37 %)

** Soluri gleice, gleizate, frecvent gleizate = $920 + 1120 + 2920 = 4960$ ha (29 %)

Soluri nesalinizate = $1880 + 3952 = 5832$ ha (34 %)

Necesarul de apă pentru irigații s-a stabilit la proiectarea amenajărilor pentru stația meteo Huși, în baza căreia s-au determinat volumele prevăzute pentru a fi prelevate din sursă, cât și debitele de dimensionare a rețelei de aducțiune și distribuție, stațiilor de pompare și construcțiilor hidrotehnice:

- norma de irigație maximă lunară medie ponderată, luna iulie:
 - netă : - asig. 50 % : 990 mc/ha
 - asig. 80 % : 1300 mc/ha
 - brută : - asig. 50 % : 1230 mc/ha
 - asig. 80 % : 1620 mc/ha
- norma de irigație anuală medie ponderată:
 - netă : - asig. 50 % : 2870 mc/ha
 - asig. 80 % : 3610 mc/ha
 - brută : - asig. 50 % : 3580 mc/ha
 - asig. 80 % : 4500 mc/ha
- volume de apă brute prevăzute a fi prelevate la prize pentru întreaga amenajare:
 - asig. 50 % : 60120 mii mc
 - asig. 80 % : 75570 mii mc
- debite specifice de dimensionare:

- stații de bază, canale de aducțiune și stații de repompare: $0,59 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$
- stații de punere sub presiune și conducte principale: $0,68 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$

Randamentul global al amenajării pentru irigații prevăzută a se realiza este de 0,8.

2.2. Modelul ISAREG pentru calculul bilanțului hidric în suprafețele irigate

A fost realizat de profesorul Pereira și colab. de la Universitatea Tehnică din Lisabona. Stabilește datele de aplicare a udărilor și normele de udare pentru un sezon și pentru o cultură.

Programul cuprinde mai multe module, privind datele meteo, cultura și solul. O schemă bloc generală a programului ISAREG este prezentată în fig. 1.

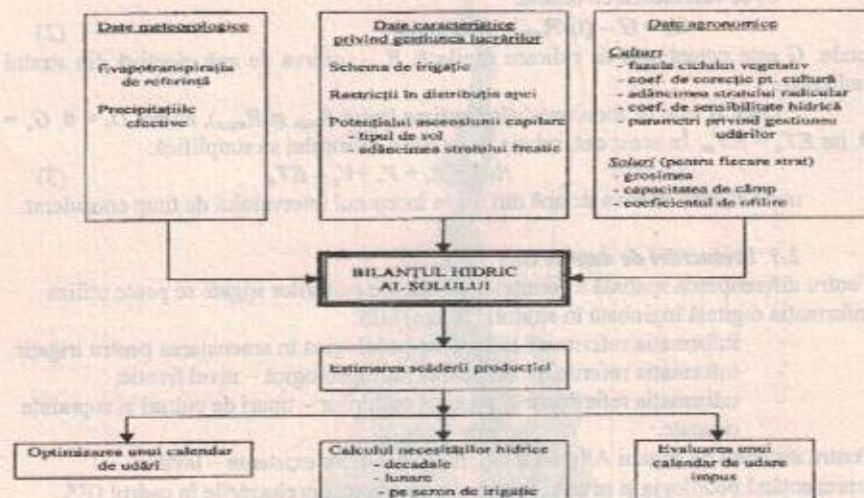


Figura 1. Schema bloc generală a programului ISAREG (Teixeira J.L., 1994)

Datele meteo se referă la evapotranspirația de referință ET_0 (care poate fi calculată prin metoda Penman pe zi, pe decadă sau lună) și la precipitații eficiente.

Datele privind cultura. Pentru cultura propusă se stabilește: adâncimea sistemului radicular pe stadii de vegetație, plafonul minim (fracțiunea admisă pentru reducerea umidității în sol) p , factorul de răspuns al producției la asigurarea apei K , și coeficientul de corecție K_c .

Datele pedologice consideră solul multistratificat, pentru fiecare strat fiind necesară cunoașterea următoarelor caracteristici: grosimea H , rezerva de apă disponibilă R_d , cuprinsă între C_c și C_e (în mm/m, sau în procente din volumul sau greutatea solului).

Pentru a calcula contribuția stratului freatic sunt necesare informații despre adâncimea apei freatice și variația sa în timp pe stadii de dezvoltare.

Bilanțul hidric pentru un interval de timp Δt (de obicei o zi) se calculează cu relația:

$$\Delta R = P_e + V_z + I_r + G_c - E_{ta} - D_r \quad (1)$$

în care:

ΔR este variația rezervei de apă din sol în intervalul de timp Δt ; P_e – precipitația eficientă; V_z – apa acumulată în stratul de adâncime care începe să fie explorat de rădăcini în perioada Δt ; I_r – cantitatea de apă de irigații; G_c – aportul freatic; E_{ta} – evapotranspirația actuală; D_r – pierderile de apă prin percolare.

Toți termenii se exprimă în mm.

G_c se calculează cu relația:

$$G_c = G - (G/R_{min}) \cdot R \text{ (mm/z)} \quad (2)$$

unde: G este potențialul de ridicare capilară; R – rezerva de apă efectivă din stratul radicular.

Dacă R este în zona umidității optime (între R_{min} și R_{max}), atunci $D_r = 0$, $G_c = 0$, iar $E_{ta} = E_{tm}$. În acest caz, relația de calcul a bilanțului se simplifică:

$$R(t) = R_i + P_e + V_z - E_{tm} \quad (3)$$

unde R_i este rezerva de apă din sol la începutul intervalului de timp considerat.

2.3. Prelucrări de date în GIS

Pentru diferențierea spațială a cerințelor de apă ale culturilor irigate se poate utiliza informația digitală înglobată în straturi (layere) GIS:

- informația referitoare la zonarea pedologică în amenajarea pentru irigații;
- informația referitoare la zonarea hidrogeologică – nivel freatic;
- informația referitoare la zonarea culturilor – tipuri de culturi și suprafețe ocupate.

Pentru sistemul de irigații Albița-Fălciu, în baza datelor existente – layere reprezentând pedologia și nivelul freatic – s-au efectuat prelucrările în cadrul GIS. Planurile scanate și digitizate au fost prelucrate în mai multe etape, prima dintre acestea fiind reprezentată de zonarea pe grupe de adâncimi ale nivelului freatic și zonarea pedologică. În etapa următoare de prelucrare a datelor s-a procedat la suprapunerea (overlay) și reclasificarea imaginilor prin clusterizare; rezultatul obținut este prezentat în fig. 2.

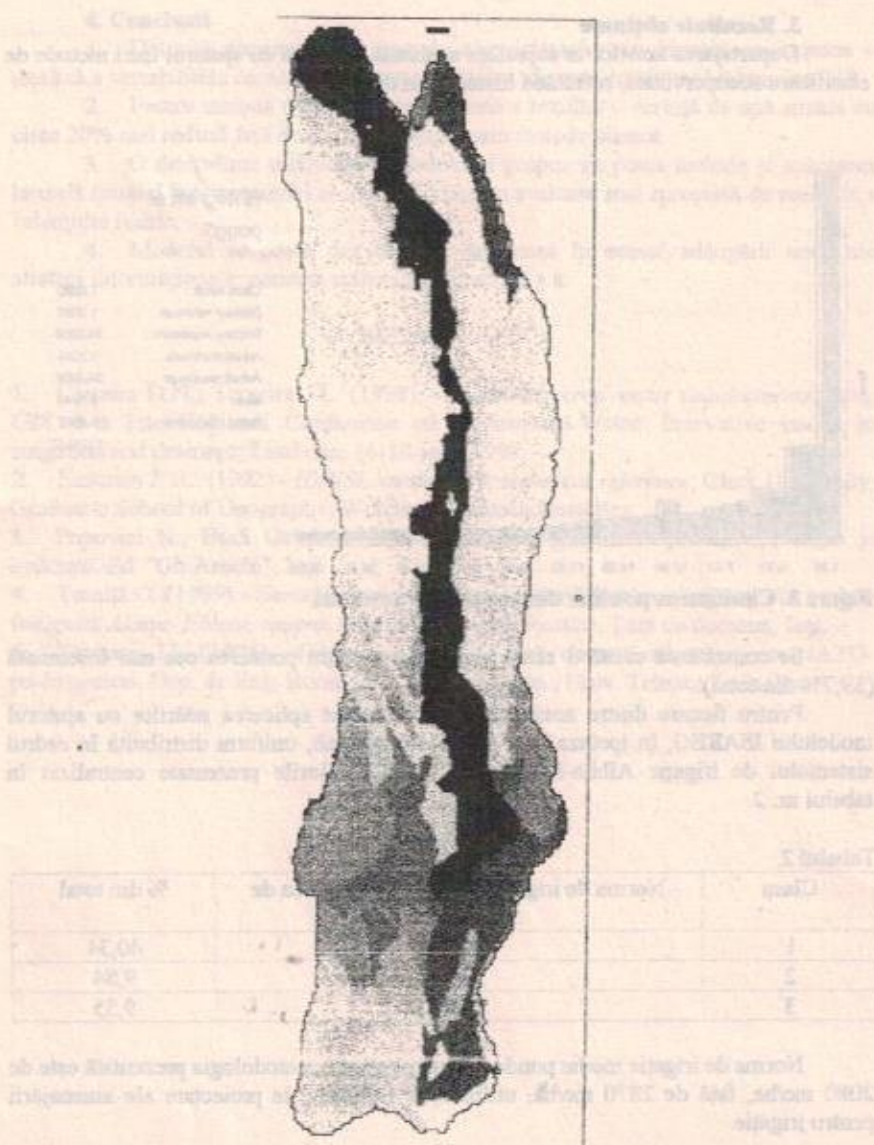


Figura 2. Zonarea sistemului de irigații Albița-Fălcu după adâncimea apei freatice și caracteristicile pedologice prin metode de clusterizare și overlay în GIS

3. Rezultate obținute

Departajarea zonelor în suprafața analizată s-a făcut cu ajutorul unei metode de clasificare nesupervizată, rezultând histograma din fig.3.

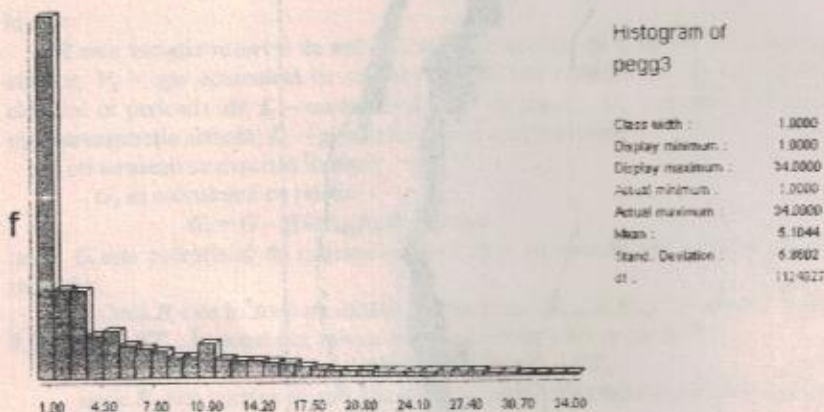


Figura 3. Clasificarea pixelilor din imaginea clusterizată

Se constată că există 3 clase principale ce dețin ponderea cea mai însemnată (59,7% din total).

Pentru fiecare dintre aceste clase, s-a simulat aplicarea udărilor cu ajutorul modelului ISAREG, în ipoteza unei culturi de porumb, uniform distribuită în cadrul sistemului de irigație Albița-Fălcu. Au rezultat valorile prezentate centralizat în tabelul nr. 2.

Tabelul 2

Clasa	Norma de irigație anuală cu asigurarea de 50% (mc/ha)	% din total
1	2053	40,34
2	2117	9,84
3	2151	9,55

Norma de irigație medie ponderată, rezultată din metodologia prezentată este de 2080 mc/ha, față de 2870 mc/ha, utilizată în calculele de proiectare ale amenajării pentru irigație.

4. Concluzii

1. Datorită dimensiunilor spațiale ale sistemelor de irigație, se impune o analiză a variabilității caracteristicilor suprafețelor aferente cu ajutorul tehnicilor GIS.
2. Pentru metoda de clasificare utilizată a rezultat o cerință de apă anuală cu circa 20% mai redusă față de cea determinată prin metoda clasică.
3. O dezvoltare ulterioară a modelului propus va putea include și scurgerea laterală (model bidimensional al scurgerii) pentru evaluare mai apropiată de realitate a bilanțului hidric.
4. Modelul se poate dezvolta de asemenea în sensul adăugării unor noi straturi informaționale: zonarea culturală, cadastrală ș.a.

BIBLIOGRAFIE

1. Carreira D.N., Teixeira J.L. (1998) - *Evaluating crop water requirements using GIS*. 1-st Inter-Regional Conference on Environment-Water: Innovative issues in irrigation and drainage, Lisboa, 16-18 sept. 1998.
2. Eastman J. R. (1992) - *IDRISI, version 4.0, technical reference*, Clark University, Graduate School of Geography, Worcester, Massachusetts.
3. Popovici N., Biali Gabriela (2000) - *Sisteme geoinformaționale. Principii și aplicații*. Ed. "Gh.Asachi", Iași.
4. Tomiță O. (1999) - *Cercetări privind influența lucrărilor ameliorative din incinta îndiguită Albița-Fălciu, asupra surselor și apelor freatice*. Teză de doctorat, Iași.
5. Teixeira, J.L. (1994) - *Programa ISAREG Guia do utilizador*. Projecto NATO-Irrigation. Dep. de Eng. Rural, Inst. Sup. de Agron., Univ. Técnica de Lisboa.

1. The ... of the ...

2. The ... of the ...

3. The ... of the ...

4. The ... of the ...

5. The ... of the ...

APPENDIX

1. The ... of the ...

2. The ... of the ...

3. The ... of the ...

4. The ... of the ...

5. The ... of the ...

6. The ... of the ...

7. The ... of the ...

8. The ... of the ...

9. The ... of the ...

10. The ... of the ...

...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...

The ... of the ...

The ... of the ...