

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

Raport privind impactul vegetației asupra secetei și
inundațiilor în bazinul Prut
2018



Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza
indicatorilor hidro-climatici în timp real

Cuprins

Introducere	3
Modelul hidroecologic selectat și proiectarea simulării umidității solului și a scurgerii specifice totale.....	4
Analiza performanței estimărilor realizate folosind evapotranspirația reală, în perioada 2005-2015	10
Simularea procesului ploaie-scurgere utilizând diferite scenarii de evoluție a vegetației	11
Concluzii	13
Referințe	13

Introducere

Bazinul hidrografic al râului Prut este frecvent afectat de secetă datorită condițiilor climatice specifice acestui areal. În plus, schimbările intervenite în modul de utilizare a terenurilor din ultimele secole, în special transformarea terenurilor împădurite în terenuri arabile, au condus la intensificarea fenomenelor de secetă prin favorizarea procesului de scurgere pe versanți și reducerea rezervei de apă din sol. Analiza impactului vegetației în timpul perioadelor cu precipitații deficitare poate oferi informații detaliate privind ritmul de intensificare al fenomenului de secetă și implicit interacțiunea dintre atmosferă și suprafața terestră în nord-estul României.

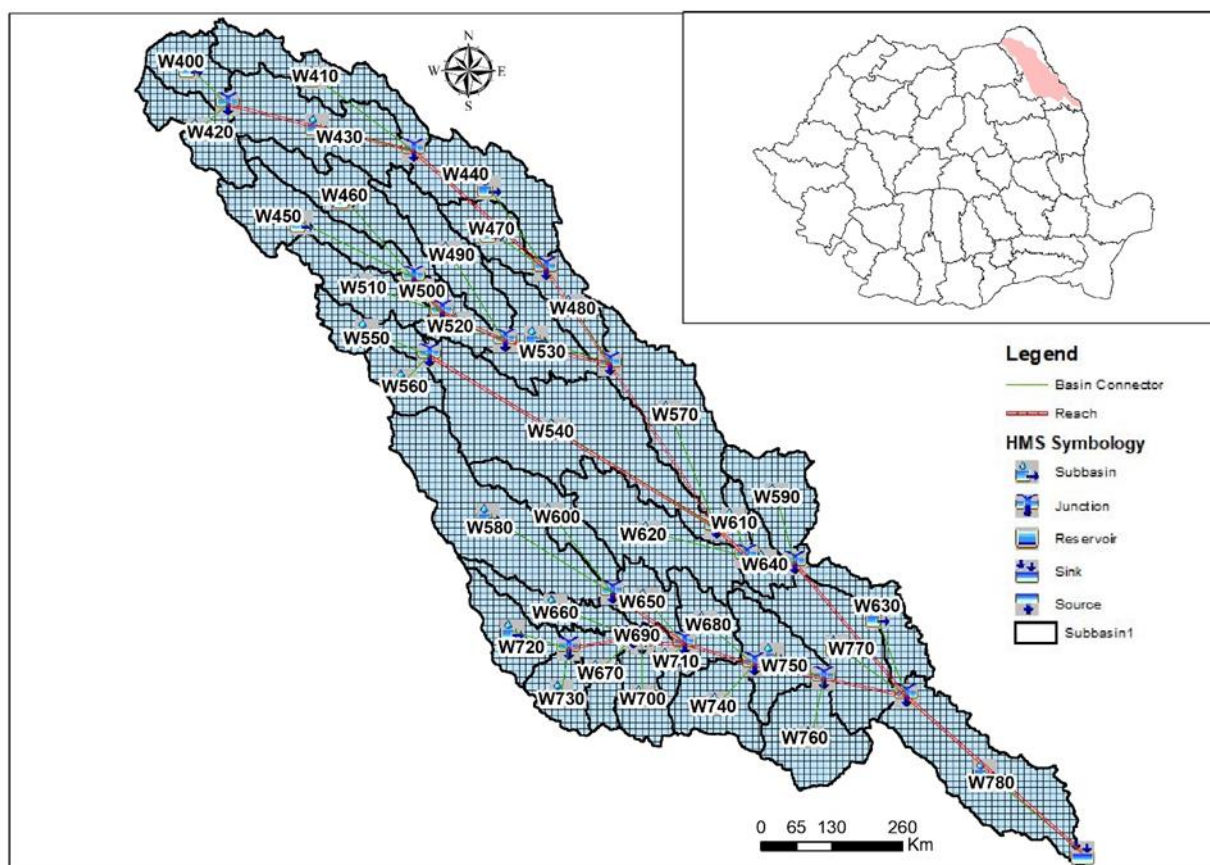


Fig. 1 Delimitarea sub-bazinelor din cadrul B. H. Jijia

Activitatea de cercetare din anul 2018 s-a concentrat pe identificarea rolului pe care îl are vegetația în perioadele cu secetă. În acest sens, cu ajutorul modelului ModClark a fost simulat procesul ploaie-scurgere luând în considerare evoluția coeficienților de cultură derivați din indicii de vegetație calculați folosind benzile spectrale ale sensorului satelitar MODIS Terra, în perioada 2005-2015, precum și diferite scenarii de evoluție a vegetației.

În cadrul acestei activități au fost calculați diferiți indici de vegetație (NDVI, NDWI, NDII, NDDI, LAI, FPAR) care sunt folosiți în diferite tipuri de analize privind rolul vegetației în timpul perioadelor cu secetă.

În simularea bilanțului apei în B.H. Jijia (Fig. 1) a fost utilizat Indicele Normalizat de Diferențiere a Vegetației, care oferă informații privind activitatea fotosintetică. Acest indice este folosit intens pentru monitorizarea stării vegetației, evaluarea recoltelor și detectarea secetei. Valorile mari ale acestui indice sugerează o activitate fotosintetică mare. NDVI a fost dezvoltat de Krieglner în 1969 și îmbunătățit de Rouse și colab. în 1973. NDVI este o măsură a cantității și vigoriei vegetației pe suprafața terenului (Prince și Justice 1991). NDVI este un indicator al prezenței, densității și sănătății vegetației. Acesta poate fi folosit pentru a monitoriza sezonul de vegetație (începutul, sfârșitul și durata) pentru un singur pixel (Reed și colab., 1994) sau pentru zone mari (Zhou și colab., 2001). Fenofazele de plante (înmușurire, înflorire, înfrunzirea, colorarea frunzelor sau defolierea) joacă un rol-cheie în interacțiunile care apar la interfața sol-plantă-atmosferă (Chen și Pan 2002). NDVI este folosit pentru monitorizarea acoperirii vegetale, conținutului de clorofilă și a altor proprietăți ale vegetației. Valorile NDVI variază de la -1,0 la 1,0 : (1) valori negative indică norii, apa sau zonele urbane ; (2) valori pozitive apropiate de zero indică solul gol ; (3) valori pozitive indică vegetația de la slab dezvoltată (0,1 - 0,5) la vegetația densă verde (0,6 și peste).

În Câmpia Moldovei, evapotranspirația reprezintă principalul element al bilanțului apei care contribuie la pierderea apei, ceea ce face ca parametrizarea corectă a răspunsului vegetației la rezerva de apă din sol să fie o activitate esențială atunci când modelele eco-hidrologice sunt utilizate în studiile de bilanț al apei.

Modelul hidroecologic selectat și proiectarea simulării umidității solului și a scurgerii specifice totale.

În general, modelele ecohidrologice distribuite spațial utilizează informații privind vegetația fie din hărți ale acoperirii terenurilor, fie din rularea modulelor de creștere a vegetației (SWAT). Utilizarea seriilor de timp ale indicilor satelitari de vegetație oferă cel mai apropiat proxy pentru evaluarea coeficienților de cultură (K_c). Relația dintre indicele NDVI și coeficientul de cultură este studiată intens de numeroși cercetători (Neale et al., 1989, Bausch, 1995, Er-Raki et al., 2007, Gontia și Tiwari 2010, Kamble et al., 2013) pentru a deriva valori distribuite spațial ale K_c utilizând teledetecția. Acest parametru este utilizat pentru a calcula evapotranspirația reală.

La nivelul subazinelor analizate au fost extrase prin tehnici de analiză spațială valorile NDVI (Fig. 2), valorile coeficienților de cultură (Fig. 3), precum și valorile evapotranspirației potențiale (Fig. 4), și a evapotranspirației culturilor (Fig. 5).

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

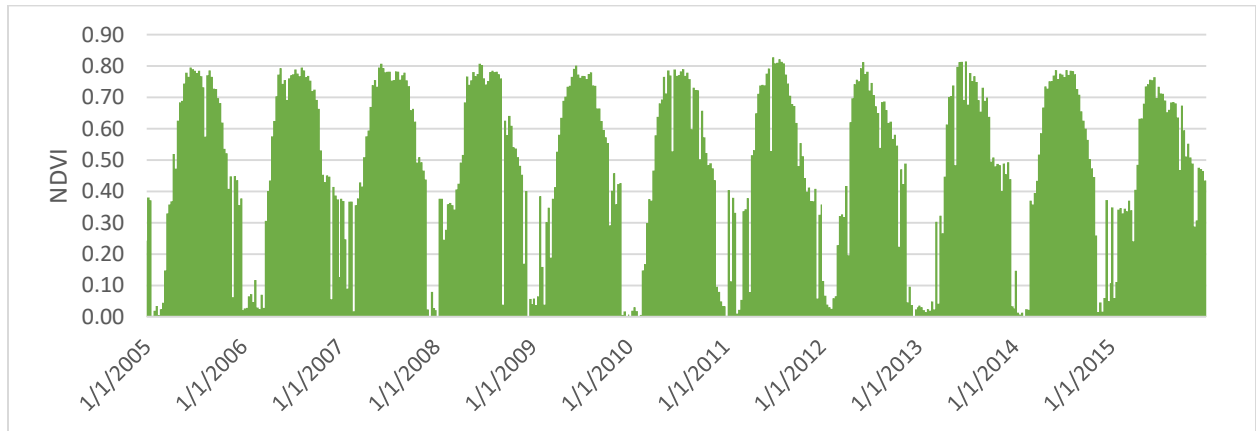


Fig. 2 Variația NDVI în perioada 2005-2015, în partea superioară a B.H. Jijia (W400)

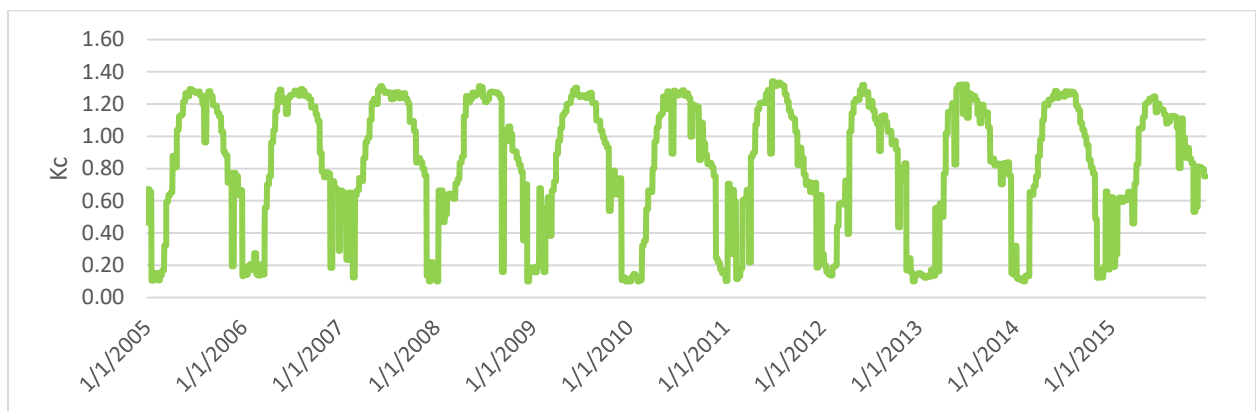


Fig. 3 Variația Kc în perioada 2005-2015, în partea superioară a B.H. Jijia (W400)

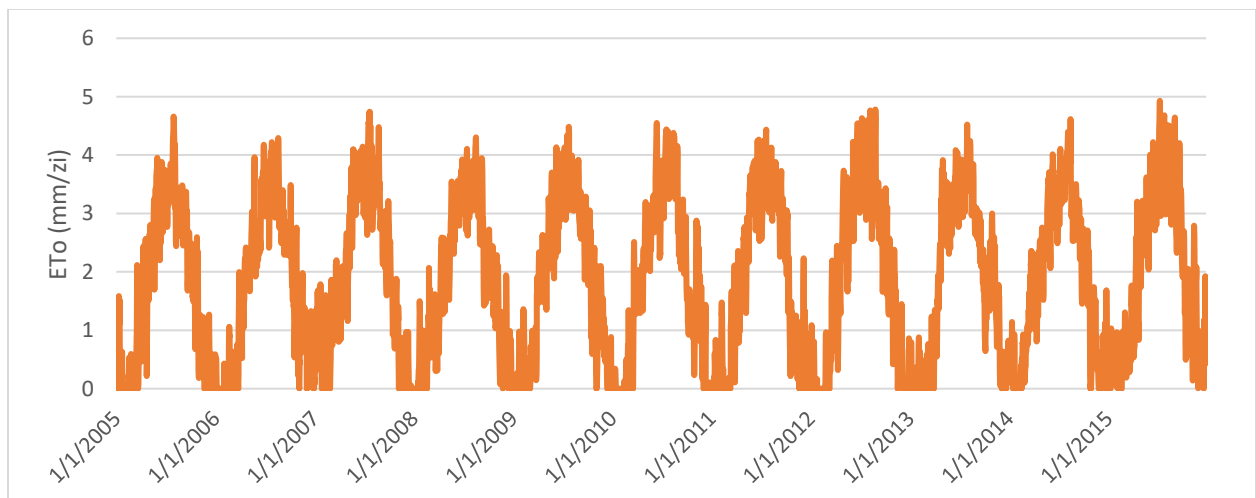


Fig. 4 Variația evapotranspirației potențiale în perioada 2005-2015, în partea superioară a B.H. Jijia (W400)

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

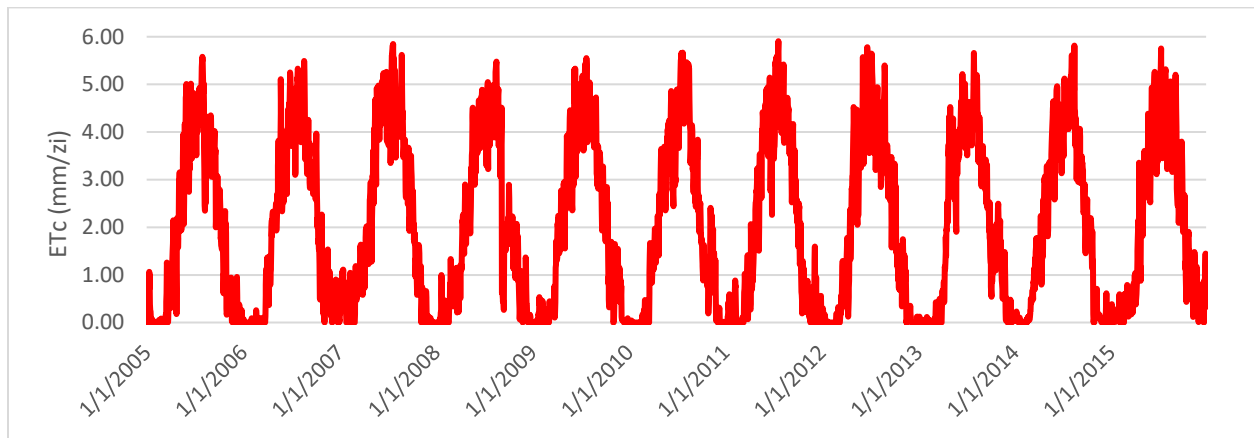


Fig. 5 Variația evapotranspirației culturilor în perioada 2005-2015, în partea superioară a B.H. Jijia (W400)

Acest ultim parametru, împreună cu precipitațiile și caracteristicile solurilor au fost utilizate în estimarea umidității solului și a scurgerii specifice totale.

Umiditatea solului a fost estimată pe baza ecuației de bilanț al apei, luând în considerare și caracteristicile vegetației derivate din benzile senzorilor de teledetecție multispectrali. Estimarea s-a realizat pentru fiecare an în perioada 2005-2015. Rezultatele arată că anii 2005, 2006 și 2010 (Fig. 6, 7 și Fig 11) s-au caracterizat prin valori ridicate de umiditate a solului, în ceilalți ani înregistrându-se valori de umiditate reduse ($< 15\%$), sub limita minima de apă (C.O.) la care plantele se ofilesc ireversibil. Această observație sugerează că plantele agricole nu se pot dezvolta optim în această regiune fără aplicarea udărilor. Conform estimărilor de umiditate a solului, cei mai secetoși ani au fost: 2007, 2009, 2011, 2012, 2013 și 2015 (Fig. 7 - Fig 16).

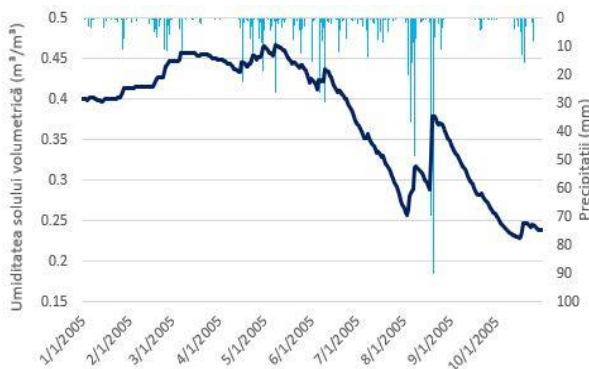


Fig. 6 Umiditatea solului estimată, W400, 2005

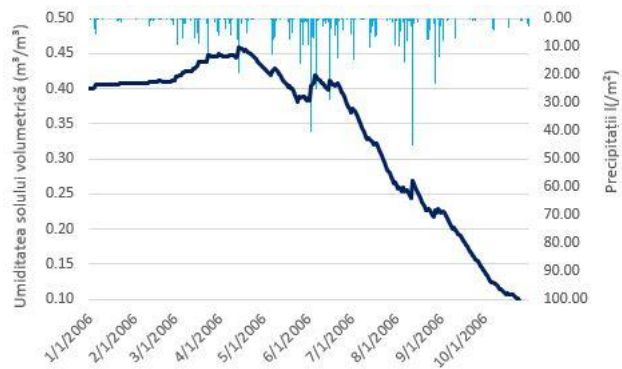


Fig. 7 Umiditatea solului estimată, W400, 2006

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

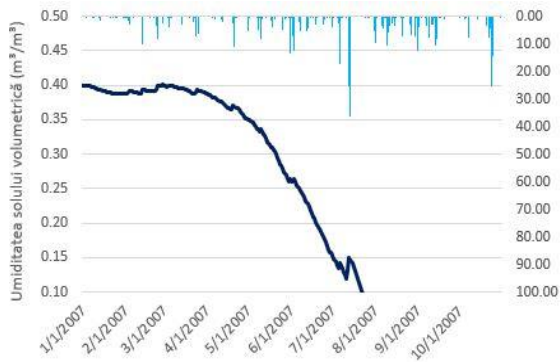


Fig. 8 Umiditatea solului estimată, W400, 2007

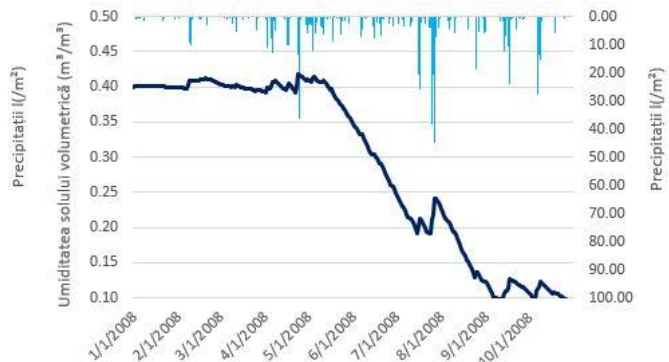


Fig. 9 Umiditatea solului estimată, W400, 2008

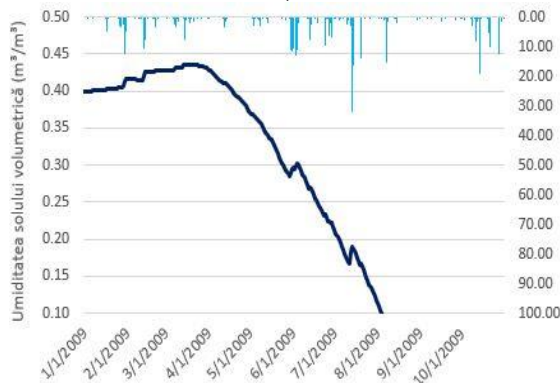


Fig. 10 Umiditatea solului estimată, W400, 2009

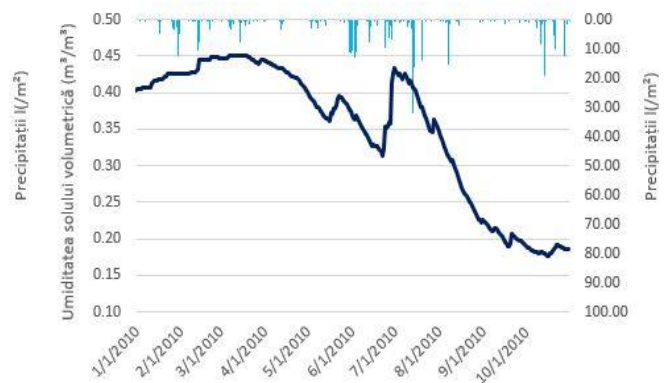


Fig. 11 Umiditatea solului estimată, W400, 2010

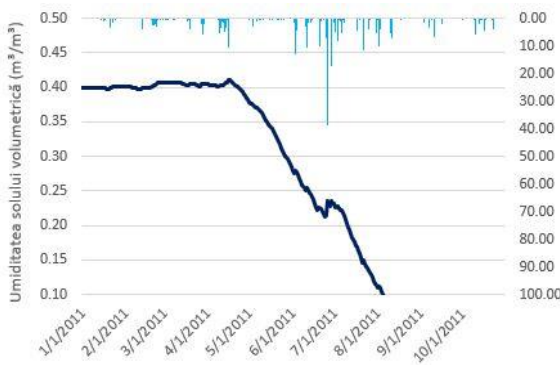


Fig. 12 Umiditatea solului estimată, W400, 2011

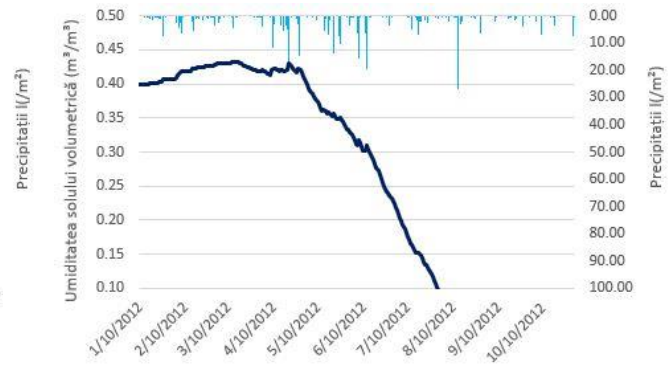


Fig. 13 Umiditatea solului estimată, W400, 2012

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

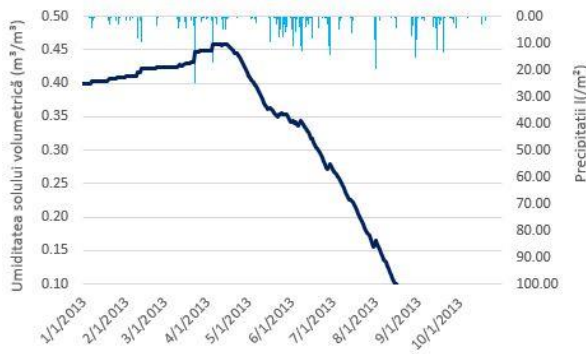


Fig. 14 Umiditatea solului estimată, W400, 2013

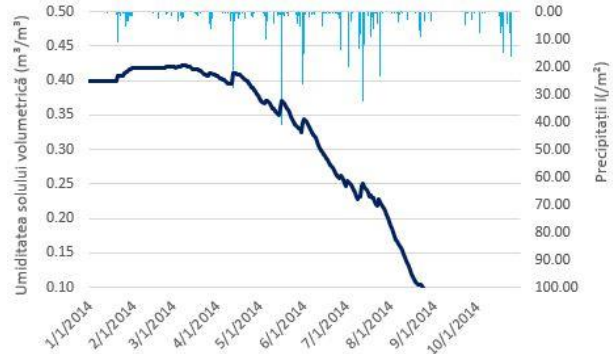


Fig. 15 Umiditatea solului estimată, W400, 2014



Fig. 16 Umiditatea solului estimată, W400, 2015

Cumularea valorilor principalelor elemente ale bilanțului apei în perioada analizată (2005-2015) confirmă că evapotranspirația este principalul element al bilanțului apei care determină valori foarte mici ale umidității solului și implicit instalarea secetei severe. De asemenea, regimul pluviometric deficitar contribuie la accentuarea secetei, precipitațiile anuale fiind mai reduse decât evapotranspirația potențială/reală (Fig. 16-17).

Diferențele identificate sunt determinate de prezența numeroaselor iazuri din Câmpia Moldovei care au rolul de a stoca apa în perioada secetoasă a anului. Deficitul general al resurselor de apă din Câmpia Moldovei a condus la amenajarea numeroaselor iazuri care sunt utilizate pentru piscicultură, irigații și atenuarea undelor de viitură. Prezența acestor iazuri, peste 300, cu o suprafață totală de 6000 ha, reprezintă o notă specifică în peisajul Câmpiei Moldovei. În aceste condiții, estimarea performanței modelului utilizat devine dificil de realizat. Suprapunerea valorilor simulate și observate arată că în perioadele cu precipitații reduse scurgerea observată are valori apropiate de zero, ceea ce indică ca apa este stocată în lungul văilor secundare, în cadrul iazurilor.

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

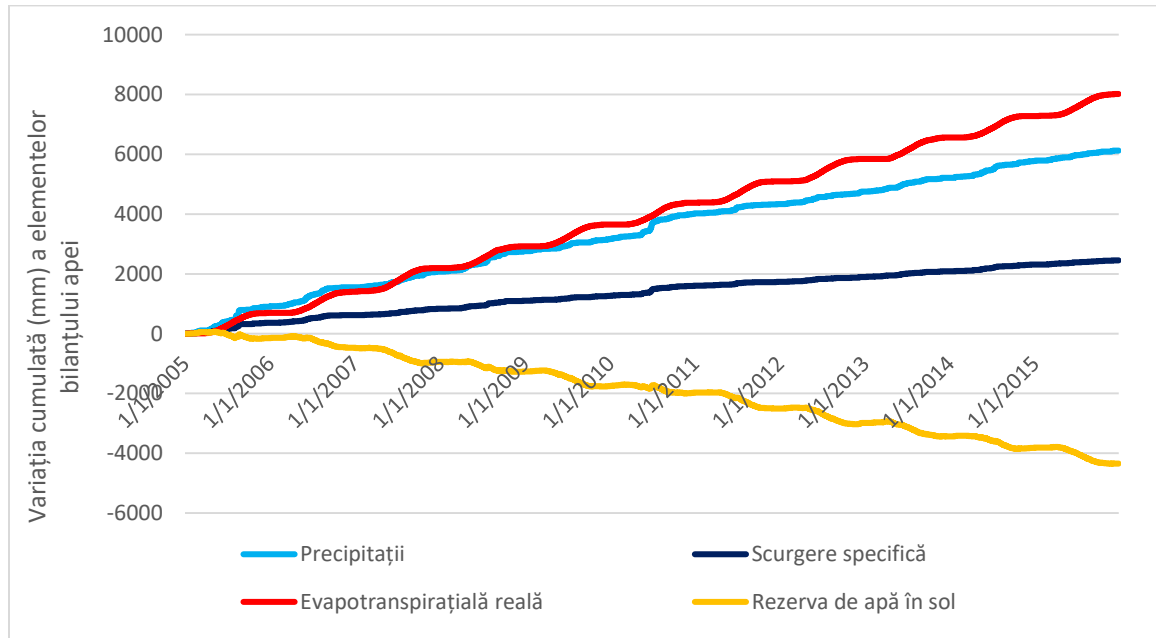


Fig. 17 Variația cumulată a principalelor elemente ale bilanțului apei folosind evapotranspirația reală, în perioada 2005-2015, în partea superioară a B.H. Jijia (W400)

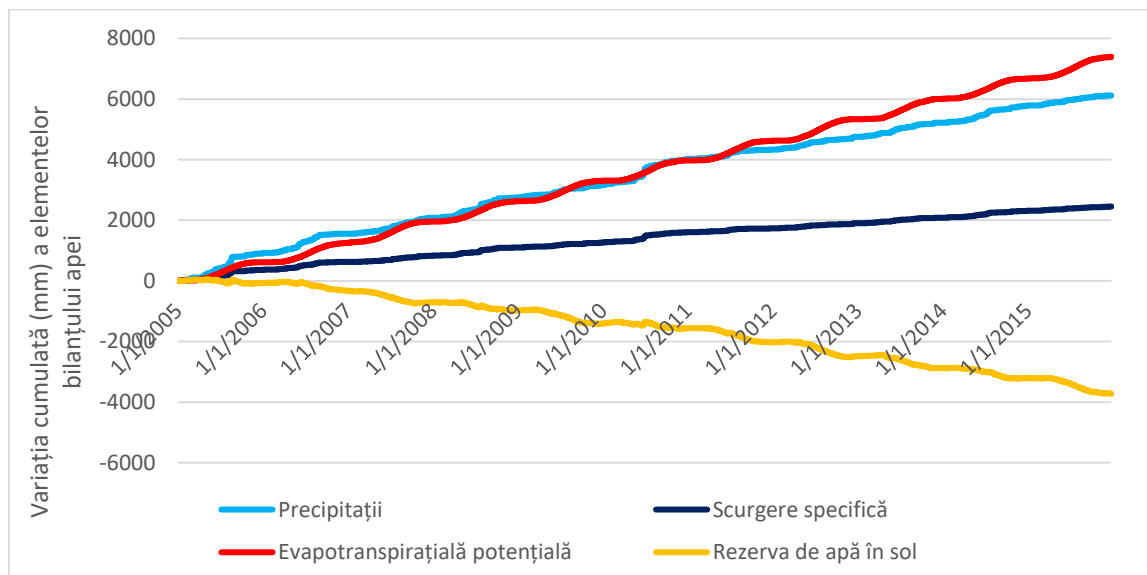


Fig. 18 Variația cumulată a principalelor elemente ale bilanțului apei, folosind evapotranspirația potențială, în perioada 2005-2015, în partea superioară a B.H. Jijia (W400)

Analiza performanței estimărilor realizate folosind evapotranspirația reală, în perioada 2005-2015

Performanța estimării principalelor elemente ale bilanțului apei a fost verificată prin compararea scurgerii specifice simulate și observate (Fig. 19 - Fig. 20). Reprezentarea grafică a precipitațiilor precum și a scurgerii specifice simulate și observate pune în evidență o bună simulare a scurgerii în raport cu precipitațiile, dar în același timp se observă și diferențe între valorile simulate și cele observate.

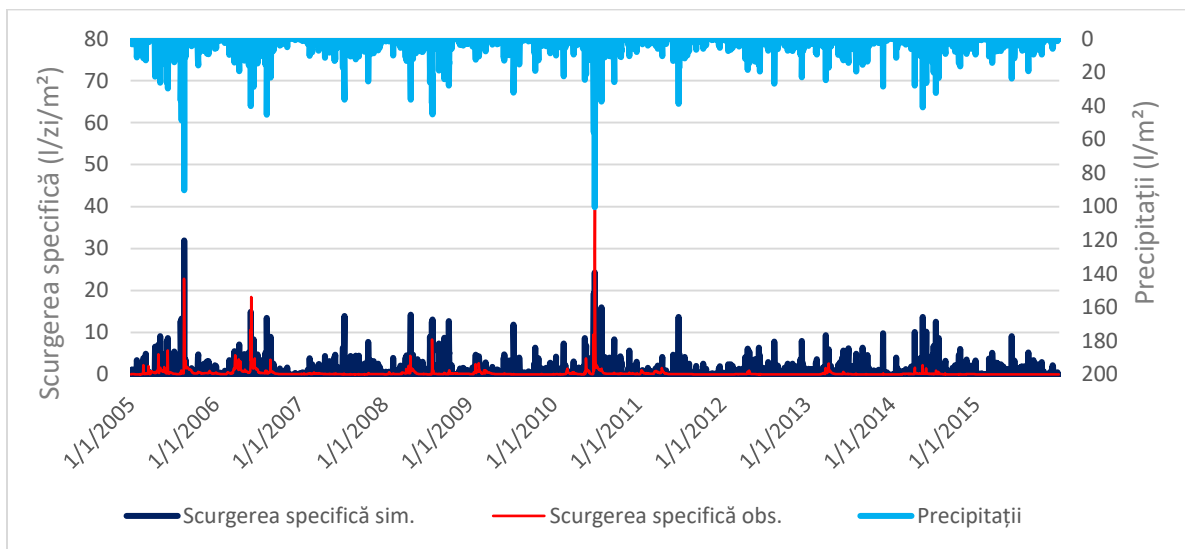


Fig. 19 Variația zilnică a scurgerii specifice simulate și observate, în perioada 2005-2015, în partea superioară a B.H. Jijia

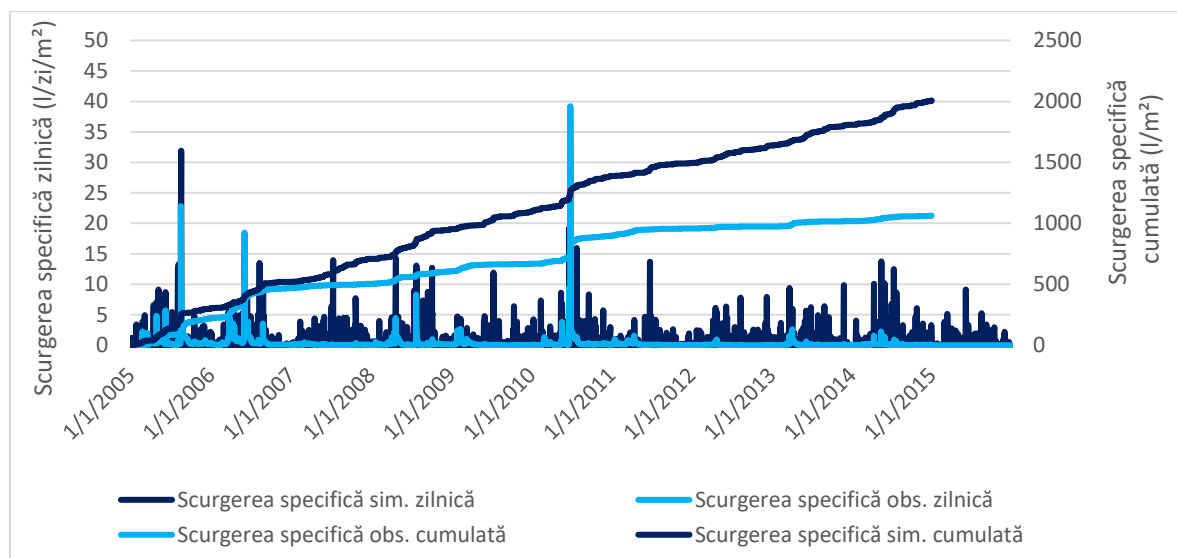


Fig. 20 Variația zilnică și cumulată a scurgerii specifice simulate și observate, în perioada 2005-2015, în partea superioară a B.H. Jijia

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

Simularea procesului ploaie-scurgere utilizând diferite scenarii de evoluție a vegetației

Scenariile de evoluție a vegetației au fost realizate presupunând că întreaga suprafață de drenaj este acoperită: (i) cu păduri de foioase și (ii) cu terenuri arabile (Fig. 21). Rezultatele acestor simulărilor au fost comparate cele ale simulărilor în condițiile actuale de utilizare a terenurilor extrase din CORINE Land Cover (2012).

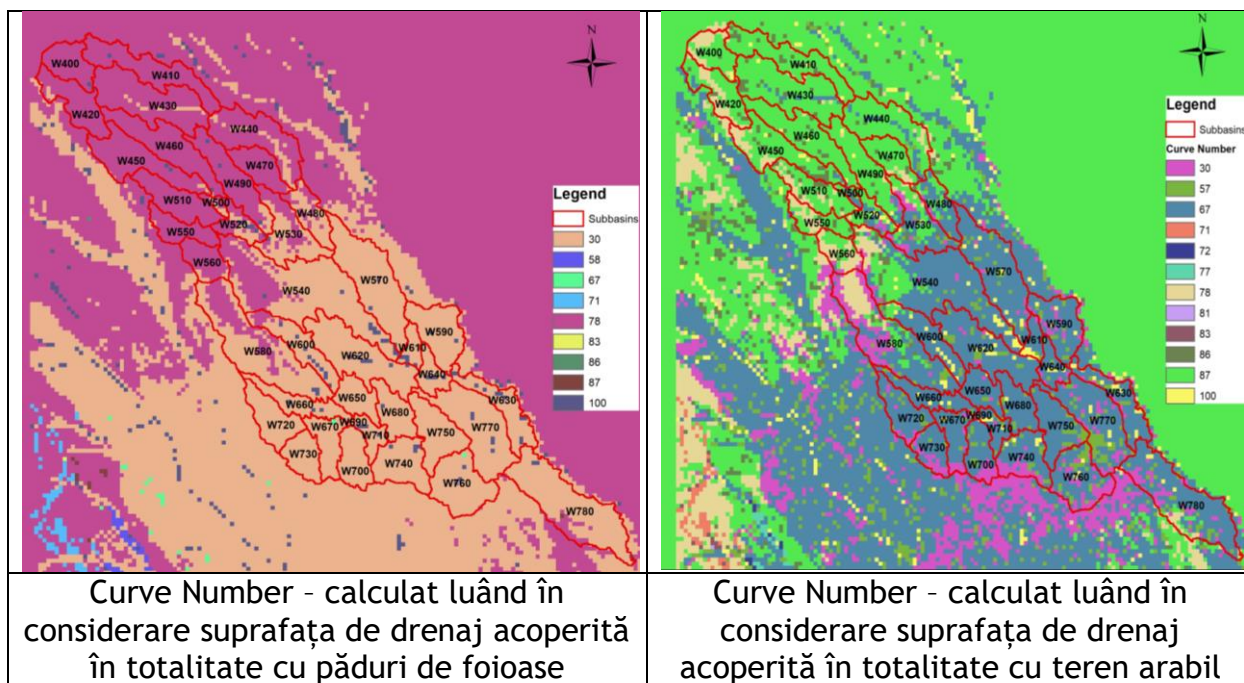


Fig. 21 Distribuția spațială a indicelui Curve Number pentru diferite scenarii de utilizare a terenurilor

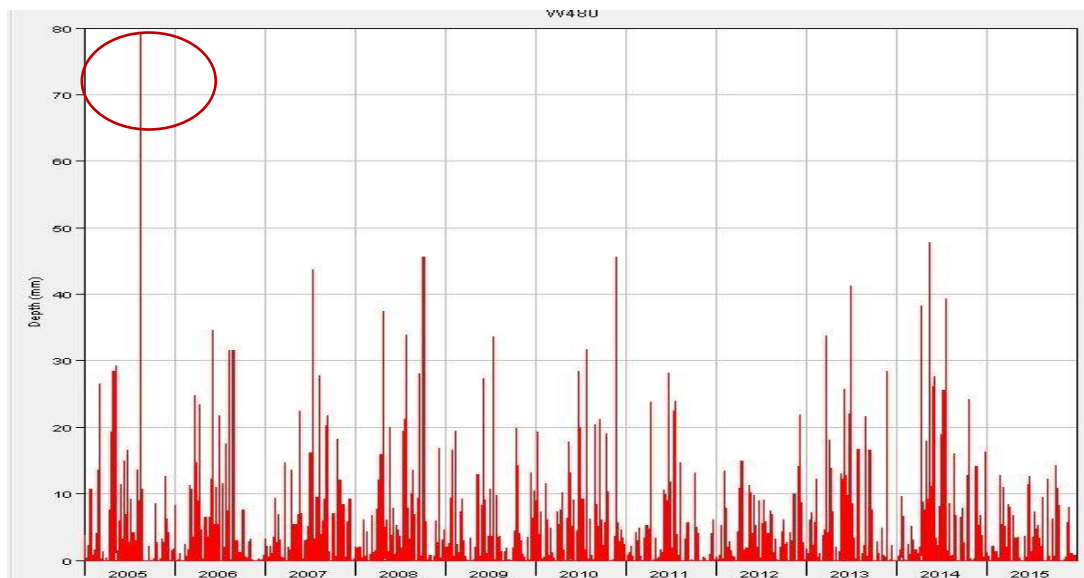


Fig. 22 Variația precipitațiilor în perioada 2005-2015

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

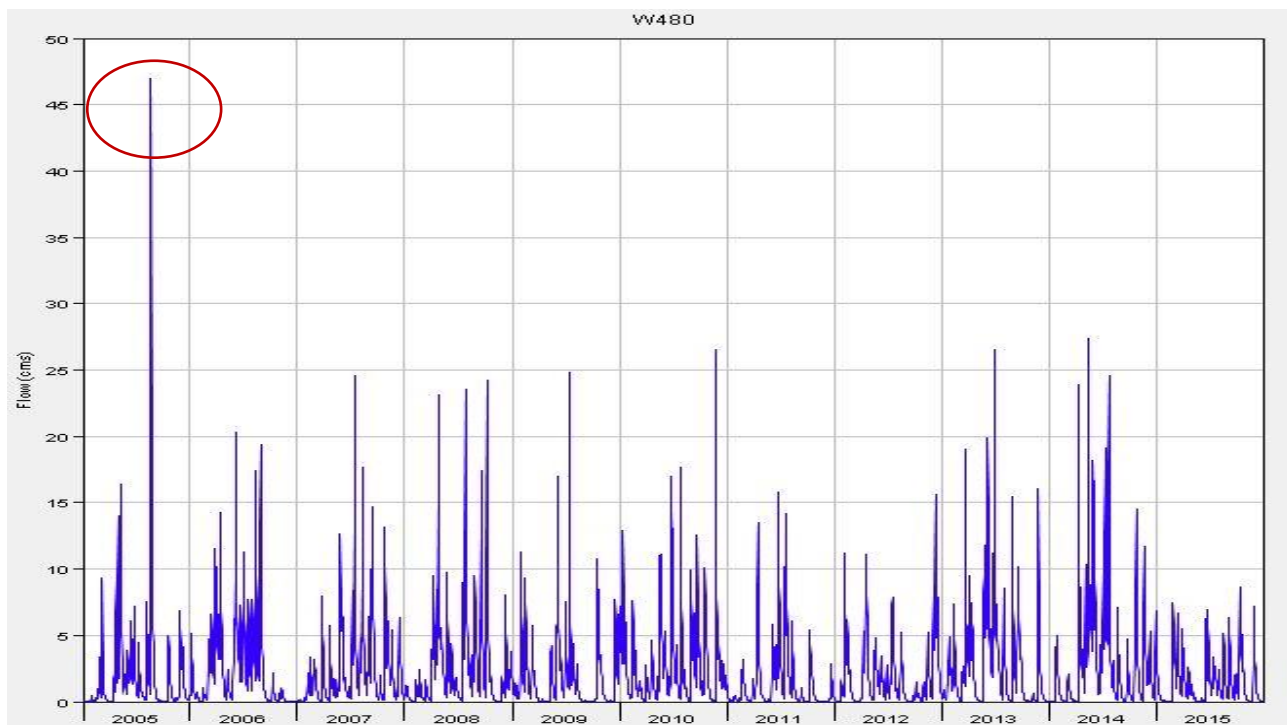


Fig. 23 Variația scurgerii luând în considerare suprafața de drenaj acoperită în totalitate cu teren arabil

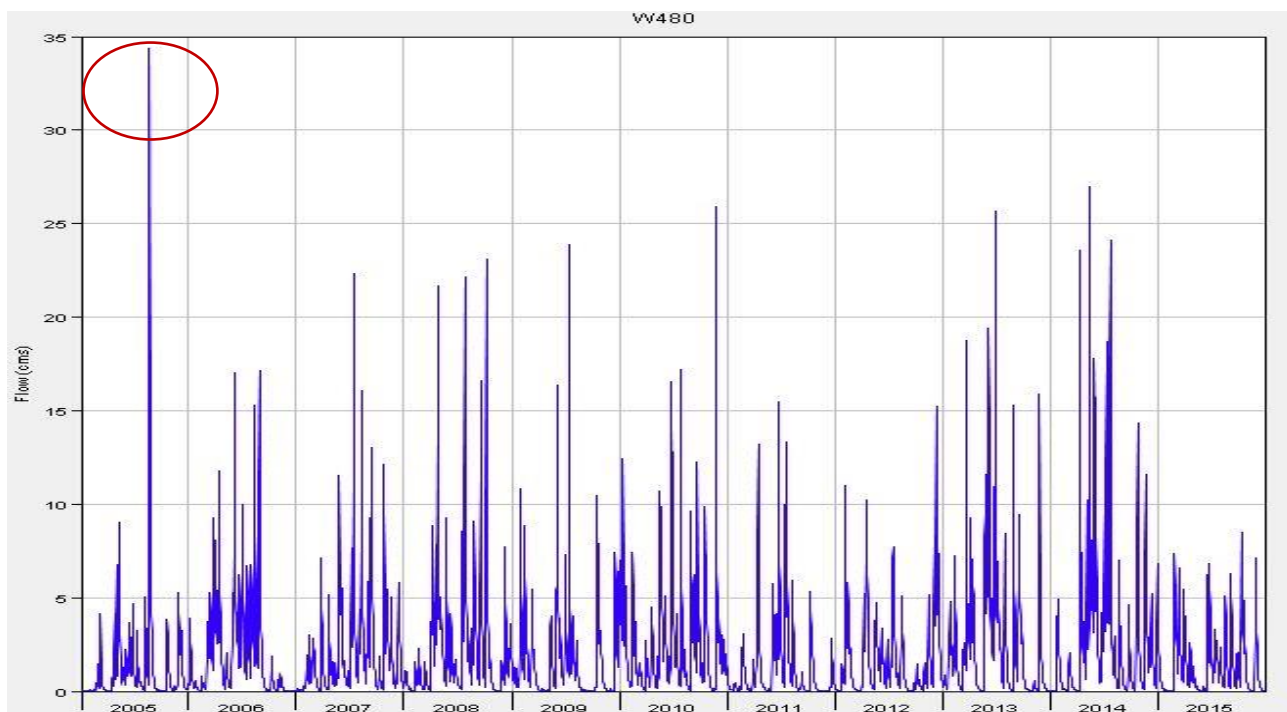


Fig. 24 Variația scurgerii luând în considerare suprafața de drenaj acoperită în totalitate cu păduri

Rezultatele simulării indică o reducere a scurgerii totale cu 33% în cazul acoperirii totale a suprafeței de drenaj cu păduri. Reducerea scurgerii totale contribuie la menținerea rezervei de apă în bazin, mai ales în timpul perioadelor cu precipitații deficitare (Fig. 22, Fig. 23, Fig. 24).

Concluzii

Analiza rolului vegetației în timpul perioadelor cu precipitații deficitare trebuie să țină cont atât de capacitatea de stocare a apei de către vegetație cât și de pierderile de apă prin procesul de evapotranspirație reală.

Coeficienții de vegetație folosiți în calculul evapotranspirației reale trebuie să fie estimați dinamic, în funcție de fazele fenologice, utilizând indicii de vegetație (NDVI, LAI, etc.) calculați pe baza imaginilor satelitare. Rezultatele obținute în această etapă pun în evidență rolul important pe care evapotranspirația îl joacă în estimarea resurselor de apă în Câmpia Moldovei, respectiv B.H. Jijia. Astfel, informațiile distribuite spațial privind caracteristicile vegetației, derivate din benzile senzorilor de teledetecție multispectrali, devin utile în estimarea corectă a evapotranspirației reale care se reflectă atât în seceta meteorologică și hidrologică cât și cea pedologică.

Estimarea pierderilor de apă prin procesul de transpirație necesită rafinarea datelor de intrare în modelul de infiltrație a apei în sol Gridded Soil Moisture Account (SMA) care permite calcularea cantității de apă extrasă de plante prin intermediul rădăcinilor (root water uptake).

Dinamica vegetației joacă un rol determinant în intensitatea proceselor hidrologice ce contribuie la transformarea precipitațiilor în elementele bilanțului apei (evapotranspirația, infiltrația, scurgerea apei pe versanți și în albie).

Referințe

Bausch, W. C. (1995). Remote sensing of crop coefficients for improving the irrigation scheduling of corn. *Agricultural Water Management* 27

Chen, X. and Pan, W. (2002), Relationship among phenological growing season, time-integrated normalized difference vegetation index and climate forcing in the temperate region of Eastern China, *Int. J. Climatol.*, 22, pp: 1781-1792.

Er-Raki, S., Chehbouni, A., Guemouria, N., Duchemin, B., Ezzahar, J., and Hadria, R. (2007). Combining FAO56 model and ground-based remote sensing to estimate water consumption of wheat crops in semi-arid region. *Agricultural Water Management* 87

Gontia, N. K., and Tiwari, K. N. (2010). Estimation of crop coefficient and evapotranspiration of wheat (*Triticum estivum*) in an irrigation command using remote sensing and GIS. *Water Resources Management* 24

Kamble, B. et al. Estimating crop coefficients using remote sensing-based vegetation index. Remote Sensing, v.5, p.1588- 1602, 2013

Neale, C. M. U., Bausch, W. C., and Herman, D. F. (1989). Development of reflectance-based crop coefficient for corn. Transactions of the ASAE 32,1891-189

Prince, S.D. and Justice, C.O (eds.) (1991), Coarse resolution remote sensing of the Sahelian environment, Int. J. Remote Sens, 12, pp: 1133-1421.

Reed, B.C., Brown, J.F., VanderZee, D., Loveland, T.R., Merchant, J.W., Ohlen, D.O. (1994), Measuring phenological variability from satellite imagery, Journal of Vegetation Science, 5, pp: 703 - 714.

Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W. (1973), Monitoring vegetation system in the Great Plains with ERTS, Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, pp: 309-317.

Zhou, L., Tucker, C.J., Kaufmann, R.K., Slayback, D., Shabanov, N.V., Myneni, R.B. (2001), Variations in northern vegetation activity inferred from satellite data of vegetation index during 1981 to 1999, Journal of Geophysical Research - Atmospheres, 106 (D17), pp: 20 069 - 20 083.