

# IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA SECTORULUI FORESTIER

Doctor habilitat în geografie, profesor universitar **Maria NEDEALCOV**  
Institutul de Ecologie și Geografie al AȘM

## THE IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON THE FOREST SECTOR

**Summary.** Climate changes have a considerable impact on woods' state, including those on Republic of Moldova's territory. From international perspective on the actual stage, when estimating negative impact of climate change on the woods, one majorly tries to use certain climatic indexes that are adequately describing the present bioclimatic conditions. Forest Aridity Index, proposed by Führer is amongst such indexes. In this context, spatio-temporal particularities of Forest Aridity Index's manifestation during 1960–2015 period was calculated for the first time in conditions of Republic of Moldova. We consider, that Forest Aridity Index map elaborated on the forestry level can facilitate to selection of new tree species, which origins and genotypes are more tolerant to the actual climatic conditions.

**Keywords:** Forest Aridity Index (FAI), spatial distribution, temporal analysis, climate change.

**Rezumat.** Schimbările climatice influențează considerabil starea pădurilor, inclusiv a celor de pe teritoriul Republicii Moldova. Pe plan internațional, la etapa actuală, în estimarea impactului negativ al schimbărilor climatice asupra fondului forestier se încearcă tot mai mult utilizarea unor anumiți indici climatici care ar descrie adecvat actualele condiții bioclimatice. Printre aceștia se numără Indicele de Ariditate Forestier (Forest Aridity Index), propus de Erno Führer. În contextul dat, în condițiile Republicii Moldova, pentru prima dată are loc evidențierea particularităților spațio-temporale de manifestare a Indicelui de Ariditate Forestier, calculat pentru perioada anilor 1960–2015. Considerăm că harta Indicelui de Ariditate Forestier, elaborată la nivel de sector silvicol, ar putea facilita selecția de noi specii de arbori, proveniențe și genotipuri care sunt mai tolerante la condițiile climatice actuale.

**Cuvinte-cheie:** Indicele de Ariditate Forestier (FAI), distribuție spațială, analiză temporală, schimbarea climei.

## INTRODUCERE

Necesitatea estimării continue a schimbărilor climatice regionale își găsește explicație prin ritmul lor accelerat de manifestare, creșterea frecvenței și intensității riscurilor climatice asociate schimbărilor. În același timp, resursele forestiere limitate, lipsa măsurilor concrete de adaptare la schimbările reale ale climei impun efectuarea unui monitoring științific complex având la bază un volum imens de date actualizate.

Majorarea semnificativă a temperaturilor din ultimele decenii determină apariția noilor condiții bioclimatice, mai ales în regiunile climatice cu regim instabil al precipitațiilor atmosferice, din care face parte și teritoriul țării noastre. Cele relatate mai sus condiționează luarea în calcul a unor indici complecși care ar putea să evidențieze impactul schimbărilor climatice asupra sectorului forestier.

## MATERIALE ÎNIȚIALE ȘI METODE DE CERCETARE

În aspect internațional, la etapa actuală, tot mai des se utilizează Indicele de Ariditate Forestier (Forest Aridity Index) propus de Erno Führer și al. [1, 2], ba-

zat pe relațiile dintre cantitatea precipitațiilor lunare și temperaturile medii lunare, conform formulei:

$$FAI = \frac{100 * \frac{TVII + TVIII}{2}}{PV + PVI + 2 * PVII + PVIII}$$

unde *TVII* și *TVIII* este temperatura medie a lunilor iulie-august (°C), iar *PV*, *PVI*, *PVII*, *PVIII* (mm) sunt cantitățile lunare de precipitații.

Calculul indicelui respectiv, de exemplu, în Serbia, a demonstrat că modificările intervenite în condițiile bioclimatice ale acestei țări ar putea fi influențate considerabil pe un termen mai lung, conform proiecțiilor climatice, având un impact semnificativ asupra silviculturii și agriculturii. După cum sugerează rezultatele cercetărilor, către sfârșitul secolului, condițiile bioclimatice vor fi cu mult mai aride pe întreg teritoriul Serbiei. Dacă indicele FAI a înregistrat valori sub 10 în perioada de referință 1961–1990, la sfârșitul secolului al XXI-lea, în unele regiuni ale țării acestea vor crește peste valoarea de 15.

Ținând cont de faptul că, în aspect regional, valorile indicelui FAI pe unele areale sunt aproximativ

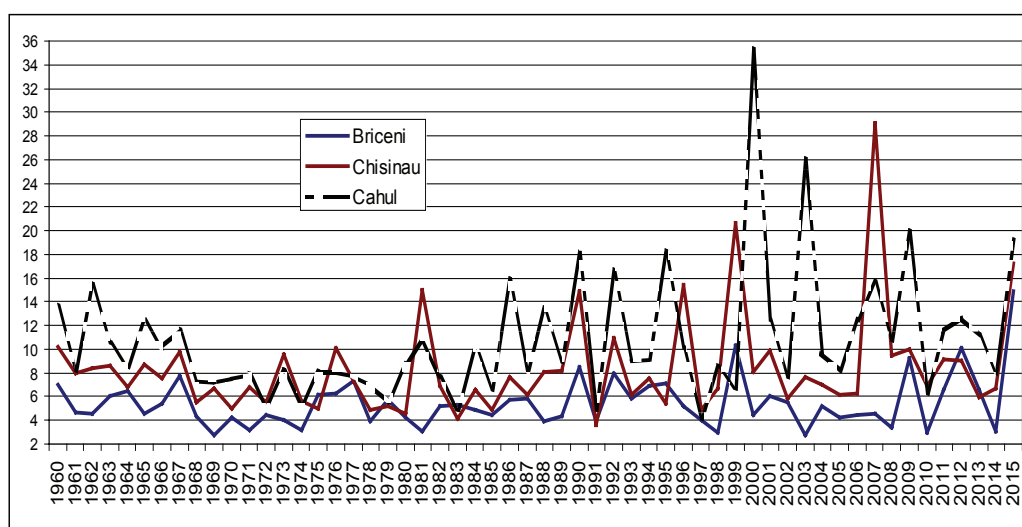


Figura 1. Indicele de Ariditate FAI în aspect evolutiv (anii 1960–2015)

aceleași ca și în Serbia, considerăm oportun utilizarea lui în evidențierea impactului schimbărilor climatice asupra unor sectoare forestiere concrete pe teritoriul Republicii Moldova.

Așadar, ca soft de prelucrare a datelor inițiale a servit Statgraphics Centurion XVI în estimarea temporală a indicelui dat. Iar modelarea cartografică a fost efectuată prin intermediul programului ArcGis cu extensiunea Spatial Analyst.

Materialele inițiale de studiu au constituit datele multianuale privind regimul termic și cantitatea lunară de precipitații, colectate de la Serviciul Hidrometeorologic de Stat, pentru perioada anilor 1960–2015.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Calculul principalilor indicatori statistici, care caracterizează Indicele de Ariditate Forestier pe teritoriul Republicii Moldova, arată că media lui multianuală (1960–2015) în nordul țării este de 5,45, în partea centrală acesta înregistrează valori de 8,35 și în partea de sud a țării, unde condițiile climatice sunt mai uscate, indicele dat este de 10,75 – de două ori mai mare decât în partea nordică a țării (tabelul 1).

Totodată, variabilitatea în timp a indicelui FAI este esențială. Astfel, în anii cu umiditate suficientă sau cu surplus de umezeală, valorile minime sunt de 2,71-4,17. În același timp, valorile maxime sunt substanțiale: în partea de nord acestea au atins valoarea de 14,94, în partea centrală de 29,12, iar în partea sudică a țării indicele dat a înregistrat valori de 35,26, depășind de aproximativ șapte ori norma climatică în nordul republicii. Despre variabilitatea semnificativă a acestui indice cu precădere în partea centrală și de sud vorbesc și valorile deviației standard ( $\sigma$ ) care constituie 4,3-5,5.

Tabelul 1

### Indicii statistici ce caracterizează Indicele de Ariditate Forestier (FAI), anii 1960–2015

FAI	Briceni	Chișinău	Cahul
X	5,45	8,35	10,75
$\sigma$	2,3	4,3	5,5
Minimum	2,71	3,61	4,17
Maximum	14,94	29,12	35,26

Cele relatate mai sus sunt confirmate și prin analiza temporală a indicelui FAI, potrivit căruia în aspect evolutiv valorile esențiale înregistrate în partea centrală și de sud se atestă în ultimele două decenii – perioadă de timp în care nu toate speciile de arbori au avut aceleași reacții față de gradul înalt de ariditate a climei.

Așadar, anii în care valorile cele mai accentuate ale FAI au fost atestate în sudul țării sunt: 2000, 2003, 2007, 2009, 2015. În partea centrală, valorile esențiale au fost înregistrate în: 2007, 2000, 2015. În nordul Republicii Moldova valorile maxime ale FAI au constituit peste 14, fiind și cele mai semnificative pe parcursul ultimilor 56 de ani (figura 1, tabelul 2).

Astfel, anul 2015 se poziționează în nordul republicii pe primul loc după valorile maxime absolute ale indicelui FAI, în partea centrală – pe locul trei (pe primul loc aflându-se anul 2007 cu valori absolute de 29,12); în partea de sud – pe locul patru, cedând în favoarea anului 2000 cu valori de tocmai 35,26. În sud, deși valorile Indicelui de Ariditate Forestier în 2007 au fost de 15,64, acest an se poziționează pe locul nouă în topul anilor cu cele mai semnificative valori, ceea ce încă o dată demonstrează necesitatea efectuării unor cercetări complexe și actualizate privind impactul real al climei asupra sectorului silvicol. Condițiile de ariditate din anii 2000, 2003, 2009, 2015 au avut un impact

mai mare cu consecințe grave asupra unor sectoare silvicole concrete din sudul țării. Considerăm că de aceste concluzii trebuie să se țină cont în cazul noilor plantări forestiere.

Tabelul 2

**Topul anilor cu cele mai semnificative valori ale FAI**

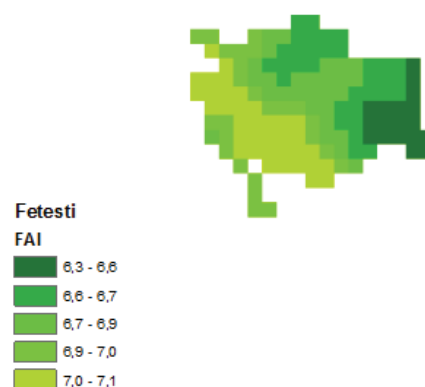
Briceni		Chișinău		Cahul	
Anii	FAI	Anii	FAI	Anii	FAI
2015	14,94	2007	29,12	2000	35,26
1999	10,32	1999	20,68	2003	26,02
2012	10,13	2015	17,27	2009	19,93
2009	9,23	1996	15,43	2015	19,15
1990	8,48	1981	14,97	1995	18,25
1992	7,92	1990	14,94	1990	18,14
1967	7,72	1992	10,9	1992	16,58
1977	7,35	1960	10,19	1986	15,9
1995	7,14	1976	10,14	2007	15,64
1960	7,02	2009	9,96	1962	15,44

Prin regresia multiplă cu mai multe proceduri de pas a fost determinat rolul factorilor fizico-geografici asupra redistribuirii indicelui FAI în spațiu. Astfel, din multitudinea factorilor studiați (latitudinea și longitudinea geografică, altitudinea absolută și relativă, expoziția și orientarea versanților), cel mai mare impact în repartitia spațială a Indicelui de Ariditate Forestier îl are latitudinea geografică și altitudinea absolută. Luând în considerare nivelul fiecărui factor (P-Value), care constituie 0,0000 și 0,1642 corespunzător, nivelul coeficientului de determinare ( $R^2=96,9$ ), marja de eroare de 1,25, putem constata calitatea înaltă a modelului cartografic elaborat.

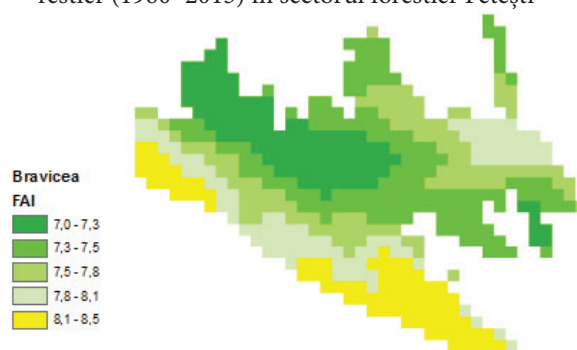
Au fost elaborate hărțile digitale pentru unele sectoare silvicole cu predominarea diferitor specii de arbori. În sectorul forestier Fetești, amplasat în partea de nord a țării, indicele FAI însumează cele mai mici valori (6,3-7,1), fiind în mare măsură, determinat de fondul termic mai scăzut și nivelul mai ridicat al cantității precipitațiilor atmosferice în lunile de vară. Valorile FAI sunt nesemnificativ în creștere doar spre vestul sectorului (figura 2).

În sectorul forestier Bravicea (figura 3), stejarul pedunculat se dezvoltă în condiții de ariditate mai intense comparativ cu sectoarele forestiere din partea de nord a țării, iar Indicele de Ariditate Forestier variază în limitele 7,0-8,5.

În cadrul sectorului forestier Mereșeni, intensitatea Indicelui de Ariditate Forestier crește, atingând valori de 9,0-9,3 în sudul și sud-estul sectorului. Pe lângă stejarul pedunculat, în acest sector silvic se întâlnește stejarul pufos, pentru care sunt caracteristice valorile cele mai înalte ale Indicelui de Ariditate Forestier (figura 4).

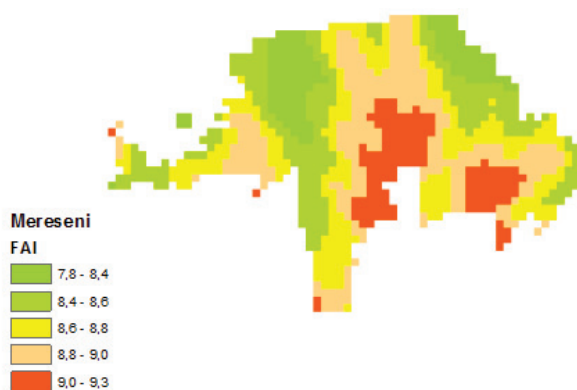


**Figura 2.** Repartiția spațială a Indicelui de Ariditate Forestier (1960–2015) în sectorul forestier Fetești

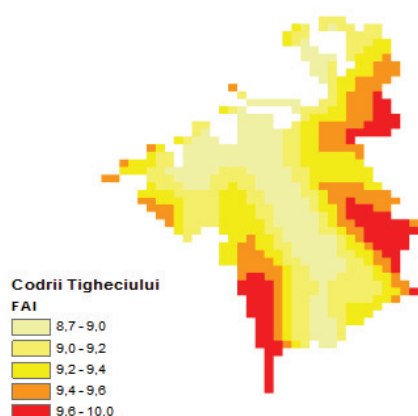


**Figura 3.** Repartiția spațială a Indicelui de Ariditate Forestier (1960–2015) în sectorul forestier Bravicea

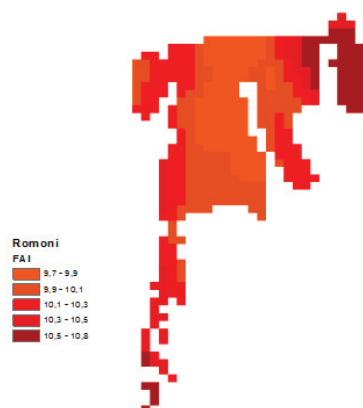
În cadrul sectorului silvic Codrii Thigeciului, cu precădere în estul și sud-vestul acestuia, Indicele de Ariditate Forestier înregistrează 9,6-10,0 unități (figura 5). Creșterea aridizării, comparativ cu condițiile bioclimatice din nordul țării, are loc din contul majorării valorilor termice și al scăderii precipitațiilor atmosferice. În aceste condiții bioclimatice se întâlnește și stejarul pufos. În unii ani din ultimele două decenii, seceta depășește cu mult valorile indicate în legenda hărții, dovedind o ariditate pronunțată care provoacă uscarea acestui arbore.



**Figura 4.** Repartiția spațială a Indicelui de Ariditate Forestier (1960–2015) în sectorul forestier Mereșeni



**Figura 5.** Repartiția spațială a Indicelui de Ariditate Forestier (1960–2015) în sectorul forestier Codrii Tigheciului



**Figura 6.** Repartiția spațială a Indicelui de Ariditate Forestier (1960–2015) în sectorul forestier Romoni

Pe măsura deplasării spre sud, și anume în sectorul silvic Romoni (figura 6), valorile Indicelui de Ariditate Forestier cresc semnificativ (10,5-10,8). În același timp, în unii ani luați aparte, valoarea sa constituie 35,0 unități, ceea ce, fără îndoială, exprimă intensificarea aridizării în regiune

În concluzie, constatăm că estimarea impactului schimbărilor climatice asupra sectoarelor concrete forestiere va asigura practica silvicolă cu informație actualizată, necesară la crearea noilor plantații forestiere în vederea asigurării unei adaptări adecvate la schimbările climatice atestate.

#### BIBLIOGRAFIE

1. Führer E., Horváth L., Jagodics A., Machon A., Szabados I. (2011) Application of new aridity index in Hungarian forestry practice. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service 115 (3): 205-216.
2. Stojanović D., Kržič A., Orlović S., Matović B., Galić Z., Đurđević V. (2012) Beech forests under the influence of undergoing climate change. In: Govedar Z., Dukić V (eds) International Scientific Conference: Forestry Science and Practice for the Purpose of Sustainable Development of Forestry - 20 years of the Faculty of Forestry in Banja Luka, Banja Luka, Republic of Srpska/ Bosnia and Herzegovina 1-4 November 2012. Forestry Faculty of University Banja Luka, Banja Luka, Republic of Srpska/ Bosnia and Herzegovina, pp. 15.



Gheorghe Vrabie. *Codrule, codruțule de Gr. Vieru și Sp. Vangheli*. Tehnică mixtă, 1975. Muzeul Național de Literatură „M. Kogălniceanu”