

**UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI DIN CLUJ-NAPOCA**  
**FACULTATEA DE GEOGRAFIE**  
**ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**Schimbări climatice detectate în indicatori biometeorologici și climato-  
turistici în orașele mari din România**

**~ Rezumat ~**

**Conducător doctorat,  
Prof. univ. abil. dr. Adina-Eliza Croitoru**

**Doctorand,  
Ștefana Banc (căs. Mateș)**

**CLUJ-NAPOCA**  
**2024**

## CUPRINS

CUPRINS.....	2
LISTA	
FIGURILOR.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
LISTA	
TABELELOR.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
INTRODUCERE.....	
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.	STADIUL
CERCETĂRII.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
1.1 Stadiul cercetării indicatorilor biometeorologici și climato-turistici la nivel internațional.....	4
1.2 Stadiul cercetării indicatorilor biometeorologici și climato-turistici la nivel național.....	5
1.3 Stadiul cercetării în domeniul schimbărilor climatice.....	6
II.	DATE ȘI METODE
UTILIZATE.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
2.1 Arealul studiat.....	
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Datele utilizate.....	
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1.	Locațiile
utilizate.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
2.2.2. Datele meteo-climatice.....	
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3. Date și informații referitoare evenimentelor recreative.....	
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3. Metodele utilizate.....	
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 Indicatori biometeorologici utilizați.....	
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Indicatorii climato-turistici utilizați.....	
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

- 2.3.3 Calcularea parametrilor indicilor biometeorologici (DOP, FO, PZ și UZ).....  
 .....**Error! Bookmark not defined.**
- 2.3.4 Detectarea tendinței și reprezentările grafice.....  
 .....**Error! Bookmark not defined.**
- 2.3.5 Proiecțiile climatice.....  
 .....**Error! Bookmark not defined.**

III. REZULTATE ȘI DISCUȚII.....**Error! Bookmark not defined.**

3.1 Analiza indicatorilor biometeorologici.....  
 .....**Error! Bookmark not defined.**

3.1.1 Analiza indicatorului TeK.....**Error! Bookmark not defined.**

i. Distribuția spațio-temporală a FO și DOP.....  
 .....**Error! Bookmark not defined.**

ii. Schimbări detectate ale FO și DOP.....**Error! Bookmark not defined.**

3.1.2 Analiza indicatorului TE.....**Error! Bookmark not defined.**

i. Distribuția spațio-temporală a FO și DOP.....**Error! Bookmark not defined.**

ii. Schimbări detectate ale FO și DOP.....**Error! Bookmark not defined.**

3.1.3 Analiza indicatorului H.....**Error! Bookmark not defined.**

i. Distribuția spațio-temporală a FO și DOP.....**Error! Bookmark not defined.**

ii. Schimbări detectate ale FO și DOP.....  
 .....**Error! Bookmark not defined.**

3.1.4 Analiza indicatorului UTCI.....  
 .....**Error! Bookmark not defined.**

i. Distribuția spațio-temporală a FO și DOP.....  
 .....**Error! Bookmark not defined.**

ii. Schimbări detectate în FO și DOP.....  
 .....**Error! Bookmark not defined.**

3.1.5	Analiza	indicatorului
ITU.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
i.	Distribuția spațio-temporală a FO și DOP.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ii.	Schimbări detectate ale FO și DOP.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.	Analiza indicatorilor climato-turistici.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1	Analiza ETCI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ii.	Analiza frecvenței claselor de favorabilitate.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ii.	Analiza tendințelor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.2		Analiza
HCI:Urban.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
CONCLUZII.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANEXE.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANEXA 1A – Evenimentele identificate în aer liber și decadele în care acestea au loc.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANEXA 1B – Detalii ale evenimentelor identificate.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANEXA 2 – Valorile minime, maxime, medii și ale pantei Sen pentru FO și DOP ale indicatorului ETCI.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANEXA 3 – Frecvența lunară a zilelor cu condiții bioclimatice bune, acceptabile și nefavorabile, conform indicatorului HCI în perioada istorică 1986-2005, la toate stațiile analizate.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANEXA 4 – Frecvența lunară a zilelor cu condiții bioclimatice bune, acceptabile și nefavorabile, conform indicatorului HCI în perioada 2041-2060, la toate stațiile analizate.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANEXA 5 – Frecvența lunară a zilelor cu condiții bioclimatice bune, acceptabile și nefavorabile, conform indicatorului HCI în perioada 2061-2100, la toate stațiile analizate.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

BIBLIOGRAFIE.....**Er**  
**ror! Bookmark not defined.**

**CUVINTE CHEIE:** indicatori bioclimatici; indicatori climato-turistici;  
schimbări climatice; turism; areale urbane; (dis)confort termic.

## INTRODUCERE

Schimbările climatice sunt o problemă majoră la nivel global, influențând sănătatea, turismul și economia (Banc et al., 2020), fiind astfel prioritizate în documente strategice naționale și internaționale (ONU, 2015; Strategia Națională pentru dezvoltarea durabilă a României 2030, 2018; Pactul Ecologic European, 2019; Noua Strategie a UE privind adaptarea la schimbările climatice, 2021; Dezvoltarea durabilă a României în context european - CCDD, 2023).

Creșterea temperaturii medii globale conduce la fenomene extreme mai frecvente și mai intense (CCDD, 2023; Scripcă, 2023; Consiliul Uniunii Europene, 2021; Croitoru et al., 2016), afectând sistemele naturale și societatea umană, inclusiv sectorul economic și turismul (IPCC, 2023), influențând cererea și sezonul turistic și având implicații asupra competitivității destinațiilor și rentabilității industriei turistice (Matei et al., 2023).

Prin urmare, adaptarea societății la aceste schimbări este esențială pentru diminuarea impactului negativ sau pentru valorificarea potențialelor beneficii climatice (Croitoru et al., 2024; de Freitas, 2009). În acest sens, indicatorii biometeorologici reprezintă unul dintre cele mai realiste și obiective moduri de evaluare a stresului și confortului termic, oferind o imagine mai completă și fiabilă a schimbărilor climatice la nivel de individ (Fröhlich & Matzarakis, 2018; Banc et al., 2020).

Lucrarea analizează date biometeorologice din perioada 1961-2021 pentru zece orașe mari din România, observând schimbările în durata, frecvența, prima și ultima zi de apariție a claselor de confort termic, evidențiind perioadele optime pentru turism conform indicatorului climato-turistic ETCI și oferind o perspectivă asupra evoluției condițiilor bioclimatice viitoare prin modelarea indicatorului HCI.

## I. STADIUL CERCETĂRII

### 1.1 Stadiul cercetării indicatorilor biometeorologici și climato-turistici la nivel internațional

Acest studiu este printre puținele din România care combină biometeorologia cu schimbările climatice, analizând interacțiunile dintre oameni și mediu în cele mai mari 10 orașe din țară pe o perioadă de 60 de ani (1961-2021).

De-a lungul ultimilor 25-30 de ani, numeroase studii au investigat modul în care (dis)confortul termic influențează comportamentul uman, majoritatea cercetărilor fiind realizate

pentru zonele urbane (Radinović & Ćurić, 2012; Lindner-Cendrowska, 2018; Ichim & Sfică, 2020; Scripcă et al., 2022).

Utilizând indicatori biometeorologici și climato-turistici, studiul oferă o evaluare realistă și obiectivă a percepției și stresului termic (Fröhlich & Matzarakis, 2018), subliniind importanța acestor indicatori în descrierea efectelor meteorologice asupra oamenilor și înțelegerea impactului climatic asupra confortului termic individual (Banc et al., 2020).

## **1.2 Stadiul cercetării indicatorilor biometeorologici și climato-turistici la nivel național**

Majoritatea studiilor din România privind bioclimatologia s-au concentrat pe aspecte teoretice (Croitoru & Sorocovschi, 2012; Ionac & Ciulache, 2008; Teodoreanu, 2002, 2013; Ionac, 1998), iar recent a fost realizat un studiu amplu asupra celor mai mari cinci areale urbane, analizând impactul stresului termic asupra sănătății umane (Scripcă, 2023). Cercetări suplimentare au integrat indicatori biometeorologici, din care majoritatea au avut în vedere doar anumite regiuni ale țării (Banc et al., 2020; Ichim & Sfică, 2020; Velea et al., 2019, 2022, 2023; Sfică et al., 2018; Maftei & Buta, 2017).

TCI, dezvoltat de Mieczkowski în 1985, evaluează confortul climatic pentru activități turistice în aer liber (Perch-Nielsen et al., 2010), folosind cinci variabile meteorologice și oferind un scor numeric, fiind considerat cel mai utilizat instrument pentru cuantificarea favorabilității climatice în contextul turismului (Croitoru et al., 2024; Croitoru et al., 2022; Noome & Fitchett, 2022; Scott et al., 2016). Cu toate acestea, TCI are limitări, inclusiv subiectivitatea evaluării și rezoluția temporală redusă a datelor climatice.

Pentru a aborda aceste deficiențe, a fost dezvoltat Indicele Climatic de Vacanță (HCI), care oferă o evaluare mai detaliată a favorabilității climatice pentru destinațiile turistice, inclusiv pentru turismul de litoral și urban (Matei et al., 2023; Scott et al., 2016), în lucrarea de față fiind utilizat cel din urmă. Deși inițial TCI nu a fost creat pentru a evalua impactul schimbărilor climatice asupra confortului termic al turiștilor, studii ulterioare sugerează utilitatea sa și în acest scop (Amelung et al., 2007; Scott & McBoyle, 2001). HCI a demonstrat performanțe superioare față de TCI în diverse regiuni, inclusiv în Insulele Caraibe și China, arătând o corelație mai puternică între favorabilitatea climatică și sosirile turistice (Rutty et al., 2020; Yu et al., 2021) și a fost utilizat pentru a elabora servicii climatice care să îmbunătățească predicțiile și gestionarea turismului local (Matthews et al., 2021). În Europa și România, HCI a oferit evaluări mai precise și a evidențiat o creștere a zilelor potrivite pentru activități în aer liber în viitor (Velea et al., 2022, 2023). Recent, a fost dezvoltat și un modul software, în R,

care ajută la identificarea perioadelor optime pentru vacanțe, subliniind variabilitatea climatică și impactul asupra planificării turistice (Magyari-Sáska & Attila, 2023).

### **1.3 Stadiul cercetării în domeniul schimbărilor climatice**

Studiile privind schimbările climatice reflectate în indicatorii bioclimatici, deși limitate, arată schimbări semnificative cu impact asupra confortului și sănătății umane. În România, s-a observat o reducere a disconfortului rece și o creștere a condițiilor confortabile și a disconfortului cald (Banc et al., 2020). În zona mediteraneană, Thom Discomfort Index (TDI) indică o creștere a disconfortului termic în lunile august și septembrie, din cauza temperaturilor și umidității crescute (Monforte & Ragusa, 2022).

Principalele concluzii ale rapoartelor IPCC, inclusiv WGII AR5 și Raportul Special privind încălzirea globală cu 1,5°C, au evidențiat impactul încălzirii și variațiilor de precipitații asupra Europei, în special în sudul continentului și zonele montane (Kovats et al., 2014). Schimbările climatice afectează negativ calitatea vieții urbane, în special prin valurile de căldură care intensifică insulele de căldură urbană (ICU), cresc consumul de apă și energie și sporesc poluarea (Antonescu et al., 2023). Adaptarea la aceste schimbări include măsuri generale și specifice, cum ar fi educarea populației, conservarea resurselor naturale și extinderea spațiilor verzi (Banc et al., 2020). Schimbările climatice prelungesc sezonul estival în România, favorizând turismul de litoral, deși sustenabilitatea pe termen lung este incertă din cauza potențialului disconfort cauzat de temperaturile foarte ridicate (Dumitrescu et al., 2021).

## **II. DATE ȘI METODE**

### *2.1 Arealul Studiat*

Alegerea celor 10 (Botoșani, București, Cluj-Napoca, Constanța, Craiova, Galați, Iași, Oradea, Sibiu, Timișoara) orașe a avut în vedere atât asigurarea unei bune acoperiri spațiale a întregului teritoriu național, fiind ales cel puțin câte un oraș reprezentativ pentru fiecare regiune a țării, cât și alegerea municipiilor cu populație de aproximativ 100 000 locuitori, sau mai mare (conform *INS, Recensământul populației și locuințelor din anul 2021, date provizorii*). De asemenea, datorită faptului că stațiile meteorologice respective sunt situate în perimetrul construit al fiecărui oraș, considerăm că acestea sunt suficient de reprezentative pentru a descrie condițiile meteo-climatice din zonele urbane cu clădiri cu înălțime mică.

### *2.2 Datele meteo-climatice*



Pentru toate stațiile meteo cuprinse, s-au avut în vedere seturi istorice de date climatice zilnice și orare, pentru o perioadă de 61 de ani (1961-2021). Parametrii meteorologici pe baza cărora au fost calculați indicatorii sunt: temperatura medie zilnică ( $T$ , °C), temperatura maximă zilnică ( $TX$ , °C), umezeala relativă medie ( $RH$ , %) și maximă ( $RH_{max}$ , %), suma zilnică a precipitațiilor ( $RR$ , mm), durata de strălucire a Soarelui ( $SS$ , h), precum și viteza vântului la 10 m ( $v_{10}$ ) (km/h). Setul principal de date (1961-2016) a fost furnizat de Administrația Națională de Meteorologie (ANM), iar pentru completarea datelor lipsă au fost utilizate sursele online [ECA&D](#), [Meteomanz](#) și [Reliable prognosis 5](#).

### 2.3 Proiecțiile climatice ale indicatorului HCI

Au fost preluate din [Copernicus](#) (C3S), baza de date a Comisiei Europene, atât pentru perioada istorică 1986-2005, cât și pentru perioadele viitoare 2021-2040, 2041-2060, 2061-2100, pe baza scenariului RCP 8.5, cu rezoluția spațială de 12,5 Km (0,11°). De aici au fost descărcate valorile medii lunare și decadale deja calculate ale acestui indicator, dar și numărul de zile cu condiții *bune*, *acceptabile* și *nefavorabile* la nivel decadal și lunar.

### 2.4 Calculul indicatorilor bioclimatici

S-au avut în vedere următorii indicatori biometeorologici: Temperatura Echivalentă (TeK), Temperatura Efectivă (TE), Puterea de Răcire (H), Indicele Termo-Climatic Universal (UTCI), Indicele Temperatura-Umezeală (ITU), care au fost calculați pentru perioada 1961-2016, pentru fiecare oraș. Atât pentru calculul indicatorilor menționați aici, cât și pentru parametrii acestora, s-a utilizat softul [BioKlima](#) 2.6, disponibil în mod gratuit (<https://www.igipz.pan.pl/bioklima-crd.html>, Scripcă, 2023). Pentru fiecare indicator s-a calculat: *frecvența de producere* (FO), *DOP* (*durata intervalului de producere*), respectiv *prima/ultima zi de producere* (PZ, UZ) pentru evidențierea posibilului interval de confort/disconfort termic într-un an și identificarea oricărei schimbări pe parcursul perioadei analizate. De asemenea, a fost calculată tendința de evoluție, cu ajutorul testului Mann-Kendall (Kendall, 1975; Mann, 1945).

### 2.5 Calculul indicatorilor climato-turistici - ETCI

Luând în considerare limitările pe care formula originală a TCI le are și ajustările propuse în literatură, în studiul de față a fost utilizată versiunea îmbunătățită a acestui indicator (ETCI) versiune care presupune următoarele modificări: (i) calculul la nivel zilnic, fiind mai apoi integrat la nivel decadal; (ii) utilizarea *TE* maxim și mediu în locul indicatorilor de confort termic diurn și zilnic (CI<sub>d</sub> și CI<sub>a</sub>); (iii) zilele cu precipitații abundente (10 mm) și foarte

abundente (20 mm) au primit un scor mai mic în datele de reclasificare a precipitațiilor. Ponderea variabilelor sau indicatorilor în formula finală de calcul a fost menținută ca în versiunea originală de calcul a TCI.

### 2.6 Calculul indicatorilor climato-turistici - HCI:Urban

Este conceput pentru a fi specific segmentelor majore de turism și tipurilor de destinații. Acest indicator se bazează pe metode obiective, fiind validat empiric în piața turistică și bazându-se pe preferințele climatice ale turiștilor. HCI include toate cele trei aspecte ale climatului, importante pentru activitățile turismului de agrement: *confortul termic* (TC), *estetica vremii* (A) (nebulozitatea - %) și *aspectul fizic*, dat de combinația dintre precipitații (R – mm) și viteza vântului (F – km/h).

## III. REZULTATE ȘI DISCUȚII

### 3.1 Temperatura Echivalentă (TeK)

FO indică predominanța zilelor cu disconfort *rece* în orașele Botoșani și Sibiu (aproape 150 zile anual) și între 120 și 130 zile la Craiova, Galați și Oradea. Zilele *confortabile* variază între 50 și 100 zile, cu minimumul la Galați și maximumul la Craiova. Zilele *ușor sufocante* sunt puțin peste 50/an, iar zilele *ușor răcoroase*, *răcoroase* și *sufocante* sunt sub 50 zile/an, cu clasa *sufocant* având cele mai puține zile (sub 20/an) (Fig. 1).

DOP arată că zilele cu stres termic *ușor răcoros* și *răcoros* predomină, având aproximativ 250, respectiv peste 200 zile/an. Clasele *rece* și *confortabil* au între 150 și 200 zile, iar clasa *ușor sufocant* sub 100 zile la Sibiu și puțin peste 100 la Botoșani, respectiv între



Fig. 1. FO și DOP pentru indicatorul TeK (în număr de zile)

120 și 130 zile la Craiova, Galați și Oradea. Valorile DOP sunt mai mari în stațiile extracarpatice, în special în zonele de câmpie, și mai scăzute în centrul țării (Sibiu) (Fig. 1).

Sunt indicate scăderi în numărul zilelor (FO) caracterizate ca fiind *reci* și *confortabile*, respectiv în durata intervalului de producere (DOP) a zilelor *reci* și *răcoroase*, în detrimentul creșterii atât a numărului de zile, cât și a lungimii perioadei de producere din timpul anului al zilelor caracterizate de disconfort cald. În ceea ce privește clasa de *confort*, se remarcă creșterea DOP, dar scăderea FO, ceea ce înseamnă apariția mai timpurie primăvara și mai târzie toamna în cursul anului a zilelor *confortabile*, dar în același timp o frecvență mai mică a acestora.

Analiza valorilor pantei Sen pentru FO arată o scădere semnificativă a zilelor cu condiții de stres *rece* și *confortabil*. La Craiova, Galați și Oradea, zilele *reci* scad cu peste 2,5 zile/deceniu, iar zilele *confortabile* scad cu peste 3 zile/deceniu la Botoșani și peste 2,3 zile/deceniu la Craiova și Oradea. Aceste scăderi se traduc într-o reducere netă de aproape 2 săptămâni pentru zilele *reci* și peste jumătate de lună pentru zilele *confortabile* la Botoșani. Scăderile sunt compensate de creșteri ale zilelor cu stres termic *cald*. Zilele *ușor sufocante* cresc cu 2,3 zile/deceniu la Botoșani, 2,7 zile/deceniu la Oradea și 3,2 zile/deceniu la Sibiu. Zilele *sufocante* cresc mai modest: 1,1 zile/deceniu la Botoșani, 1,6 zile/deceniu la Galați și 1,4 zile/deceniu la Oradea, adică aproape o săptămână pentru întregul interval analizat. Pentru DOP, sunt identificate doar trei tendințe statistice semnificative: o scădere cu 4,1 zile/deceniu la Botoșani pentru clasa *ușor răcoroasă* și două creșteri de aproximativ 4 zile/deceniu pentru clasa *sufocantă* la Botoșani și Oradea (Tabelul 1).

Tabel 1. Valorile pantei Sen ale tendințelor indicatorului TeK, exprimate în zile/deceniu

Parametru	Clasă confort	Botoșani	Craiova	Galați	Oradea	Sibiu
FO	Rece	-1,818	<b>-2,500</b>	<b>-2,857</b>	<b>-2,857</b>	-1,224
	Răcoros	0,80	0,91	1,38	1,33	0,91
	Ușor răcoros	0	0,351	0,909	0,000	-0,854
	Confortabil	<b>-3,333</b>	<b>-2,390</b>	-1,667	<b>-2,444</b>	-1,250
	Ușor sufocant	<b>2,279</b>	2,000	1,319	<b>2,739</b>	<b>3,239</b>
	Sufocant	<b>1,111</b>	1,357	<b>1,625</b>	<b>1,429</b>	0,000
DOP	Rece	-1,071	-2,703	-1,111	-2,000	-2,800
	Răcoros	-3,077	-0,909	-2,778	-4,054	-1,667
	Ușor răcoros	1,547	1,357	<b>-4,138</b>	5,872	2,339
	Confortabil	1,355	1,481	0,000	1,875	2,222
	Ușor sufocant	0	1,277	0,000	2,000	2,819
	Sufocant	<b>4,0</b>	2,6	3,3	<b>4,4</b>	0,0

\*valorile scrise aldin au semnificație statistică.

### 3.2 Temperatura Efectivă (TE)

Analiza pentru indicatorul TE arată că FO este cea mai mare pentru clasele cu disconfort *foarte rece* și *răcoros*, cu aproape 150 zile anual pentru disconfortul *foarte rece* și puțin peste 100 zile pentru cel *răcoros*. Zilele cu senzație termică *rece* variază între 50 și 100, cu maximum la Sibiu, iar cele *ușor răcoroase* se apropie de 50 zile/an. Clasele *confortabil* și *cald* au cele mai scăzute valori, de sub 20, respectiv sub 10 zile/an (Fig. 2).

DOP arată prezența condițiilor *reci* pe tot parcursul anului, cu aproape 300 zile/an la Galați și peste această valoare în celelalte cazuri. Zilele cu disconfort *foarte rece* și *răcoros* au o DOP apropiată de 200 zile/an. Pentru clasa *confortabil*, DOP este de aproximativ 50 zile la stațiile din zonele de câmpie (Craiova, Galați și Oradea) și sub 30 zile pentru clasa *caldă* (Fig. 2).

Analiza celor 55 de ani arată tendințe de scădere la toate stațiile pentru DOP și FO pentru clasa *foarte rece* și pentru FO la clasa *răcoros*, majoritatea acestor scăderi fiind statistic semnificative. În contrast, clasele *confortabil* și *cald* prezintă tendințe de creștere atât pentru FO, cât și pentru DOP, cu semnificație statistică la 3 stații (Oradea, Craiova și Galați) pentru zilele *confortabile* și la 2 stații (Oradea și Galați) pentru zilele cu disconfort *cald*.

Valorile pantei Sen (Tabelul 2) pentru FO indică scăderi semnificative pentru clasa *foarte rece*: 2 zile/deceniu la Oradea, 4 zile/deceniu la Craiova și 8,5 zile/deceniu la Galați (o scădere netă de 46,5 zile). Scăderile pentru zilele *răcoroase* variază între 2,2 zile/deceniu (Sibiu) și 3,7 zile/deceniu (Craiova). Creșterile sunt mai mici, cu maximum de 5 zile/deceniu la Galați pentru clasa *ușor răcoroasă*. Clasa *confortabil* variază între 1,1 zile/deceniu (Oradea) și 2,9 zile/deceniu (Galați), iar pentru clasa *cald* între 1 zi/deceniu (Oradea) și 1,5 zile/deceniu (Galați). Pentru DOP, scăderile semnificative statistic sunt doar pentru clasa *extremă de stres*



Fig. 2. FO și DOP pentru indicatorul TE (în număr de zile)

rece, cu 4,6 zile/deceniu la Craiova și peste 7 zile/deceniu la celelalte stații. Creșterile maxime pentru DOP sunt de 10 zile/deceniu pentru clasele *rece* și *confortabil*.

Tabel 2. Valorile pantei Sen ale tendințelor indicatorului TE, exprimate în zile/deceniu

Parametru	Clasă confort	Botoșani	Craiova	Galați	Oradea	Sibiu
FO	Foarte rece	-2,222	<b>-4,0</b>	<b>-8,462</b>	<b>-2,0</b>	-0,769
	Rece	0	1,863	1,856	0,333	0
	Răcoros	-0,667	<b>-3,750</b>	<b>-3,679</b>	<b>-2,952</b>	<b>-2,20</b>
	Ușor răcoros	0,667	<b>2,50</b>	<b>5,0</b>	<b>2,679</b>	<b>1,929</b>
	Confortabil	0,667	<b>1,944</b>	<b>2,889</b>	<b>1,111</b>	0,247
	Cald	0,286	0,233	<b>1,481</b>	<b>1,0</b>	0
DOP	Foarte rece	-4,286	<b>-4,615</b>	<b>-7,826</b>	<b>-7,857</b>	<b>-7,20</b>
	Rece	-0,779	-0,274	<b>10</b>	3,191	-0,50
	Răcoros	1,292	0,682	<b>6,80</b>	-0,476	-1,470
	Ușor răcoros	-1,0	1,859	<b>5,652</b>	2,061	0
	Confortabil	2,740	<b>5,250</b>	<b>10</b>	<b>7,727</b>	1,20
	Cald	0,270	0,909	<b>4,037</b>	<b>7,010</b>	3,125

\*valorile scrise aldin sunt semnificative statistic.

### 3.3 Puterea de răcire (H)

Conform indicatorului H, numărul de zile cu senzații termice neutru, răcoros și ușor răcoros variază între 50 și 100 pe an. Clasa neutru are cele mai multe zile, cu valori între 120 zile/an la Sibiu și 70 zile/an la Galați. Pentru clasa răcoros, numărul zilelor variază între 58 la Sibiu și 102 la Galați. Clasa ușor răcoros are maximul de zile la Sibiu (96 de zile) și minimul la Galați (74 de zile). Clasa cu senzație termică de cald are puțin peste 50 zile anual, cu un maxim de 77 zile la Sibiu, iar celelalte clase au sub 50 zile/an. În ceea ce privește DOP, senzațiile termice din clasele răcoros și ușor



Fig. 3. FO și DOP pentru indicatorul H (în număr de zile)

răcoros sunt prezente pe tot parcursul anului. Clasa răcoros are peste 350 zile/an la toate stațiile, iar clasa ușor răcoros are peste 350 zile/an la toate stațiile, exceptând Galațiul. Clasa neutru are DOP peste 300 zile/an, cu excepția Galațiului, unde sunt sub 250 zile/an. Clasele cu stres termic rece și cald au aproximativ 150 zile/an la fiecare stație, iar clasele extreme mai puțin de 50 zile/an (Fig. 3).

Schimbările detectate în FO și DOP relevă predominanța tendințelor de scădere în intervalul studiat, remarcându-se reducerea frecvenței și duratei condițiilor cu stres *rece extrem* în favoarea creșterii condițiilor mai blânde (*răcoros*), respectiv scăderea condițiilor *neutre* în favoarea creșterii celor cu stres termic *cald* și *foarte cald*. Clasele moderate (*ușor răcoros* și *cald*) prezintă scăderi ale DOP și creșteri ale FO, indicând o condensare a zilelor cu aceste condiții termice într-un interval mai scurt de timp (Fig. 3.)

Panta Sen arată scăderi de sub 2 zile/deceniu pentru clasele extreme de stres *rece* și creșteri de sub 1 zi/deceniu pentru clasa extremă de stres *cald* în cazul FO. Pentru DOP, scăderile semnificative sunt mai mari de 19 zile/deceniu la Galați pentru zilele cu disconfort *foarte rece*, în timp ce creșterile semnificative sunt sub 1 zi/deceniu pentru clasa *răcoros* și până la 6,8 zile/deceniu pentru clasa *cald* la Oradea și Galați (Tabelul 3).

Tabel 3. Valorile pantei Sen ale tendințelor indicatorului H, exprimate în zile/deceniu

Parametru	Clasa confort	Botoșani	Craiova	Galați	Oradea	Sibiu
FO	Extrem de rece	0,000	0,000	<b>-0,625</b>	-1,081	0,000
	Foarte rece	<b>-0,769</b>	-0,323	<b>-1,957</b>	<b>-0,370</b>	0,000
	Rece	<b>-3,033</b>	<b>-4,211</b>	<b>-8,688</b>	<b>-2,500</b>	<b>-2,043</b>
	Răcoros	2,500	<b>3,110</b>	<b>-5,392</b>	2,113	3,333
	Ușor răcoros	2,222	0,385	<b>2,308</b>	-0,667	<b>3,333</b>
	Neutru	-0,889	<b>-2,500</b>	0,000	<b>-2,718</b>	-2,110
	Cald	0,646	<b>4,599</b>	<b>13,170</b>	<b>2,829</b>	-3,468
	Foarte cald	0,000	0,000	<b>0,980</b>	<b>0,909</b>	1,080
DOP	Extrem de rece	-0,250	0,000	<b>-1,213</b>	-17,838	0
	Foarte rece	-6,857	-2,143	<b>-19,167</b>	<b>-1,742</b>	0
	Rece	<b>-18,750</b>	<b>-9,375</b>	<b>-24,531</b>	<b>-9,798</b>	<b>-15,652</b>
	Răcoros	<b>0,323</b>	<b>0,526</b>	<b>0,222</b>	<b>0,278</b>	<b>1,030</b>
	Ușor răcoros	-0,213	-0,286	<b>5,000</b>	<b>-1,818</b>	-0,339
	Neutru	<b>-10,321</b>	<b>-9,231</b>	5,774	<b>-11,716</b>	<b>-6,334</b>
	Cald	-3,463	-2,278	<b>6,821</b>	<b>-5,955</b>	<b>-7,000</b>
	Foarte cald	0,000	0,000	<b>3,889</b>	<b>6,771</b>	2,509

\*valorile scrise aldin sunt semnificative statistic.

### 3.4 Indicele termoclimatic universal (UTCI)

În ceea ce privește FO, clasa bioclimatică predominantă pe parcursul anului este cea *fără stres termic*, cu un număr de zile variind între 141 zile/an la Galați și 175 zile/an la Sibiu. Zilele cu stres rece ușor și moderat depășesc 50 zile/an, cu maxime de 80 zile/an (*stres rece ușor* la Sibiu) și 75 zile/an (*stres rece moderat* la Galați), în timp ce zilele cu *stres cald moderat* variază între 46 zile/an la Craiova și 37 zile/an la Sibiu, iar stresul termic extrem are sub 10 zile/an la toate stațiile analizate. Din punct de vedere al DOP, clasa cu cea mai mare extindere anuală este cea cu stres rece ușor, variind între 338 zile la

Galați și 356 zile la Sibiu. Clasa *fără stres termic* se extinde între 256 zile/an la Galați și 306 zile/an la Sibiu, în timp ce clasa cu *stres rece moderat* variază semnificativ între stații, având peste 350 zile/an în estul țării (Galați și Botoșani) și sub 200 zile/an în vest (Fig. 4).

Se observă tendința generală de creștere a claselor cu stres cald și de scădere a claselor cu stres rece, cu o prezență mai mare a tendințelor staționare atât pentru clasele extreme, cât și pentru cele de mijloc. Tendințele semnificative de creștere pentru stresul cald mare și moderat sunt prezente la stațiile Oradea, Craiova și Galați, în timp ce scăderile semnificative sunt predominante pentru stresul rece mare și foarte mare. Clasa *fără stres termic* prezintă tendințe ne semnificative, cu creșteri pentru DOP în vestul țării și scăderi pentru FO la toate stațiile. Orașul Galați se remarcă prin tendințele semnificative de creștere pentru DOP în primele 4 clase bioclimatice (*stres cald*, *fără stres* și *stres rece ușor*) și scăderi pentru FO în ultimele 4 clase (*stres rece*).

Panta Sen indică cele mai mari creșteri pentru FO în clasa cu *stres cald moderat*, variind între 6,9 și 3,1 zile/deceniu în funcție de stație, iar pentru DOP, creșteri semnificative, de peste 10,5 zile/deceniu se observă la Galați în clasa *fără stres termic* și scăderi semnificative, cuprinse



Fig. 1. FO și DOP pentru indicatorul UTCI (în număr de zile)



între 10 și 15 zile/deceniu, pentru clasele cu *stres rece mare* și *foarte mare* la majoritatea stațiilor (Tabelul 4).

Tabel 4. Valorile pantei Sen ale tendințelor indicatorului UTCI, exprimate în zile/deceniu

Parametru	Clasă confort	Botoșani	Craiova	Galați	Oradea	Sibiu
FO	Stres Cald Mare	0,370	<b>1,000</b>	<b>2,500</b>	<b>1,304</b>	0,000
	Stres Cald Moderat	0,278	<b>3,114</b>	<b>6,910</b>	<b>3,333</b>	1,652
	Fără stres	-0,223	-1,429	-1,340	-1,250	-1,188
	Stres Rece Ușor	1,765	<b>2,620</b>	<b>2,559</b>	0,000	0,000
	Stres Rece Moderat	0,000	-0,769	<b>-2,174</b>	0,000	0,392
	Stres Rece Mare	-1,569	<b>-3,077</b>	<b>-6,429</b>	<b>-2,340</b>	<b>-1,250</b>
	Stres Rece Foarte Mare	<b>-1,154</b>	<b>-0,482</b>	<b>-1,881</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
	Stres Rece Extrem	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>-0,294</b>	0,000	0,000
DOP	Stres Cald Mare	1,000	<b>5,714</b>	<b>9,224</b>	<b>4,807</b>	0,000
	Stres Cald Moderat	-1,429	0,639	<b>5,142</b>	1,127	0,106
	Fără stres	-0,527	1,511	<b>10,507</b>	2,145	3,735
	Stres Rece Ușor	-0,957	0,000	<b>4,211</b>	0,732	-0,769
	Stres Rece Moderat	0,000	-2,265	0,000	<b>-5,000</b>	<b>-7,679</b>
	Stres Rece Mare	<b>-14,157</b>	<b>-10,147</b>	<b>-15,000</b>	-4,464	<b>-12,941</b>
	Stres Rece Foarte Mare	<b>-14,157</b>	<b>-10,147</b>	<b>-15,000</b>	-4,464	<b>-12,941</b>
	Stres Rece Extrem	<b>0,000</b>	0,000	<b>0,000</b>	0,000	0,000

\*valorile scrise aldin sunt semnificative statistic.

### 3.5 Indicele temperatură – umezeală (ITU)

Clasa *confortabil* este predominantă pe parcursul anului, caracterizând între 136 zile/an la Craiova și 154 zile/an la Sibiu, în timp ce clasa *răcoros* este cea mai frecventă din punct de vedere al DOP, depășind 300 zile/an la toate stațiile, urmată fiind de condițiile *confortabile* cu peste 250 zile/an (Fig. 5).

Analiza schimbărilor pe parcursul celor 56 de ani indică tendințe generale de creștere a ambilor parametri pentru clasele cu disconfort *cald* și de scădere pentru clasele cu disconfort *rece*. Tendințele semnificative de scădere se observă pentru clasa cu disconfort *foarte rece* la toate stațiile pentru FO și la Galați pentru DOP, în timp ce clasa cu senzație termică de aer *răcoros* arată tendințe de creștere, evidențiind diminuarea condițiilor de *stres rece extrem* în favoarea celor mai blânde. Clasa cu disconfort *cald* prezintă creșteri semnificative pentru FO în toate orașele, exceptând Craiova, și nesemnificative pentru DOP, în timp ce clasa cu senzație *foarte cald* arată creșteri semnificative la Oradea, Botoșani și Galați pentru ambii parametri, cu tendințe staționare pentru clasa cu stres termic *sufocant*.



Valorile pantei Sen pentru ITU sunt sub 10 zile/deceniu la toate stațiile și clasele de confort, cu creșteri semnificative în clasa cu disconfort *cald*, variind între 2,2 și 2,9 zile/deceniu pentru FO. Clasele *foarte cald* și *răcoros* au pante similare, iar clasele cu *stres rece* prezintă scăderi semnificative, cu o reducere a zilelor cu disconfort *foarte rece* între 2,6 și 5,3 zile/deceniu. Pentru DOP, clasa *foarte cald* arată creșteri semnificative între 6,9 și 8,1 zile/deceniu, iar clasa *confortabil* și cea cu aer *răcoros* prezintă extinderi semnificative, cu o singură scădere semnificativă la Galați pentru clasa cu disconfort *foarte rece* (Tabelul 5).



Fig. 5. FO și DOP pentru indicatorul ITU (în număr de zile)

Tabel 5. Valorile pantei Sen ale tendințelor indicatorului UTCI, exprimate în zile/deceniu

Parametru	Clasă Confort	Botoșani	Craiova	Galați	Oradea	Sibiu
FO	Sufocant	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Foarte cald	<b>1,732</b>	1,333	<b>2,222</b>	<b>1,290</b>	0,000
	Cald	<b>2,209</b>	1,327	<b>2,657</b>	<b>2,857</b>	<b>2,500</b>
	Confortabil	<b>-3,050</b>	-2,562	<b>-2,667</b>	-1,518	-0,745
	Răcoros	1,802	<b>2,620</b>	1,559	1,745	0,556
	Rece	1,429	0,250	1,250	-0,625	-0,572
	Foarte rece	<b>-5,251</b>	<b>-4,286</b>	<b>-4,796</b>	<b>-3,077</b>	<b>-2,590</b>
DOP	Sufocant	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Foarte cald	<b>6,843</b>	3,660	<b>8,077</b>	<b>7,791</b>	0,308
	Cald	2,948	0,931	<b>3,050</b>	2,384	2,000
	Confortabil	3,381	<b>7,232</b>	3,889	3,333	2,581
	Răcoros	4,211	<b>5,217</b>	1,818	<b>3,892</b>	<b>4,619</b>
	Rece	-1,263	1,667	2,381	-2,236	-0,909
	Foarte rece	-2,753	-4,120	<b>-4,019</b>	-0,625	-3,824

\*valorile scrise aldin sunt semnificative statistic.

### 3.6 Enhanced Tourism Climate Index (ETCI)

În ceea ce privește modificările detectate în ETCI, respectiv creșterea FO pentru clasele cu condiții *ideale* și *excelente* în ultimii 10 ani indică o tendință de îmbunătățire a condițiilor meteorologice pentru activitățile recreative în aer liber în anumite perioade ale anului, în timp ce scăderile pentru clasele inferioare subliniază o posibilă scădere a zilelor cu condiții nefavorabile. Pe termen lung, aceste schimbări sugerează o modificare graduală a condițiilor bioclimatice de care trebuie să se țină cont în elaborarea strategiilor de adaptare la schimbările climatice, pentru optimizarea resurselor și îmbunătățirea calității vieții urbane.

În ceea ce privește durata sezonului potrivit desfășurării activităților recreative în aer liber, conform indicatorului ETCI se remarcă următoarele aspecte importante (Fig. 6):

- (i) debutul acestuia are loc în a doua decadă a lunii martie, în majoritatea orașelor;
- (ii) existența condițiilor *acceptabile* sau *superioare* pentru activități recreative în aer liber se înregistrează până în prima decadă a lunii noiembrie, în cele mai multe dintre orașe.
- (iii) în orașele de câmpie și cele de la altitudini mai joase (București, Craiova și Timișoara), sezonul de vârf care cuprinde condiții *foarte bune* sau *superioare* acestora, este mai lung, începând mai devreme și terminându-se mai târziu comparativ cu orașele depresionare (Cluj-Napoca, Sibiu), unde influențele montane scurtează perioada optimă;

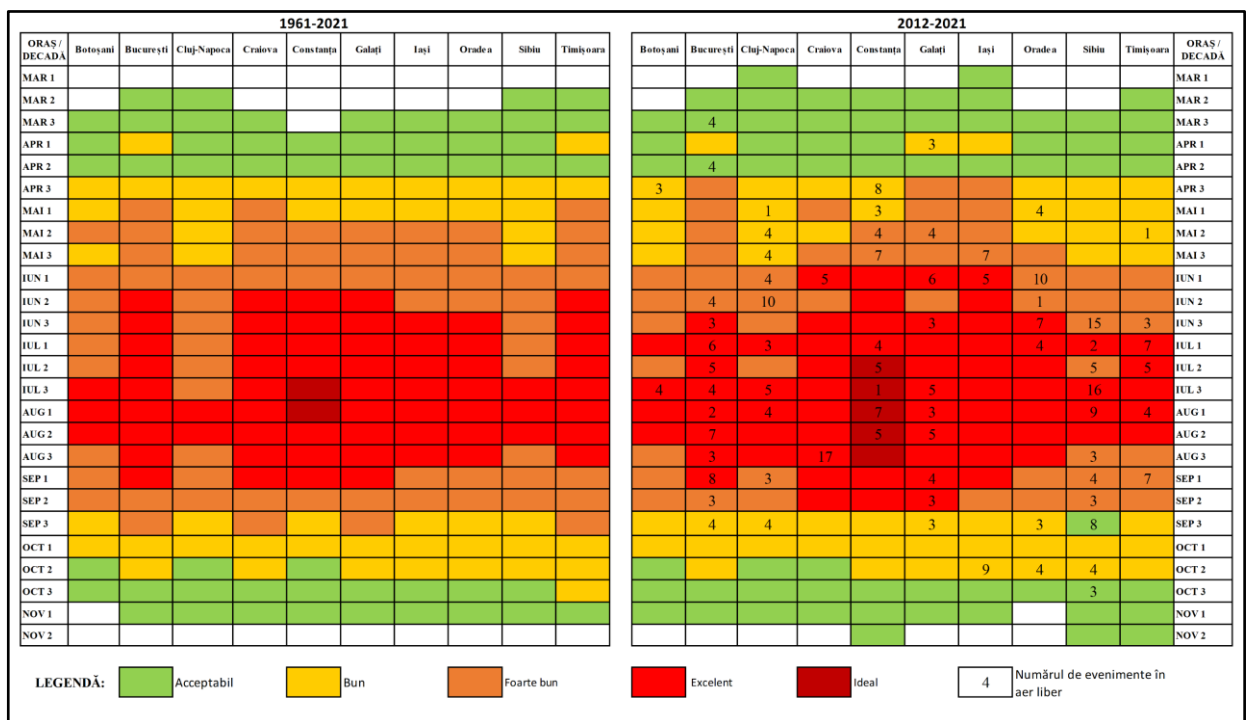


Fig. 6. Perioadele de favorabilitate pentru evenimentele turistice și recreative în aer liber în cursul anului, obținute pe baza mediei ETCI pe decadă

- (iv) în ultimii 10 ani, condițiile ideale pentru recreere și turism au început mai devreme, cu o tendință de extindere a sezonului favorabil în anumite orașe;
- (v) ca impact socio-economic se remarcă orașul București care, datorită statutului de capitală și al populației ridicate, găzduiește cel mai mare număr de evenimente în aer liber, profitând de cea mai lungă durată a condițiilor *favorabile*. La polul opus, alte orașe, precum Craiova și Galați, chiar și cu condiții *excelente*, au un număr redus de evenimente, indicând o oportunitate neexploată încă pentru creșterea activităților turistice și recreative;
- (vi) din perspectiva noastră, se recomandă distribuirea evenimentelor pe întreaga durată a sezonului favorabil atât în vederea evitării aglomerării în orașe și respectiv a presiunii pe infrastructura de cazare, cât și pentru maximizarea utilizării condițiilor bioclimatice favorabile.

Prin urmare, considerăm că aceste aspecte pot reprezenta un important punct de plecare pentru planificarea strategică a dezvoltării turistice și recreative, adaptată la specificitățile climatice și socio-economice ale fiecărui oraș în parte.

### ***3.7 Holiday Climate Index (HCI:Urban)***

Analiza indicatorului climato-turistic HCI pentru perioada istorică, dar și pentru perioadele viitoare, a indicat tipare asemănătoare ale distribuției condițiilor climatice pe parcursul anului (*nefavorabile, acceptabile, și bune*), care rămâne relativ stabil indiferent de locație sau perioada analizată, fapt ce indică predictibilitatea și fiabilitatea modelului HCI:Urban în evaluarea condițiilor climatice pentru turism și recreere. În plus, din analiza acestui indicator se pot trage următoarele concluzii:

- (i) În perioada curentă (2021-2040), zilele cu condiții *acceptabile* sunt mai frecvente în lunile de la începutul, respectiv de la finalul anului (ianuarie-aprilie și octombrie-decembrie). Această distribuție indică o oportunitate pentru dezvoltarea turismului în aceste perioade, mai ales în regiunile intra-carpătice (*Fig. 7*).
- (ii) Condițiile *bune* prezintă o frecvență inversă pe parcursul anului, cu minime în lunile de iarnă și maxime în lunile de vară, sugerând ca perioade ideale defășurării activităților turistice și recreative lunile calde, în special iulie și august (*Fig. 7*).
- (iii) Evoluția condițiilor bioclimatice de-a lungul timpului, observată prin compararea diferitelor perioade analizate indică existența unei tendințe de scădere a numărului de zile cu condiții *nefavorabile* și *acceptabile*, în timp ce zilele cu condiții *bune* cresc, favorizând astfel extinderea sezonului turistic de vară (*Fig. 7*).

(iv) În ceea ce privește distribuția din cursul unui an, la toate locațiile și pentru toate perioadele de timp analizate valorile indicatorului HCI cresc treptat în prima jumătate a anului, de la valori situate la majoritatea locațiilor între 60 și 65 de unități și ating maximum, de 90 de unități, în lunile iulie și august, iar apoi în lunile octombrie -

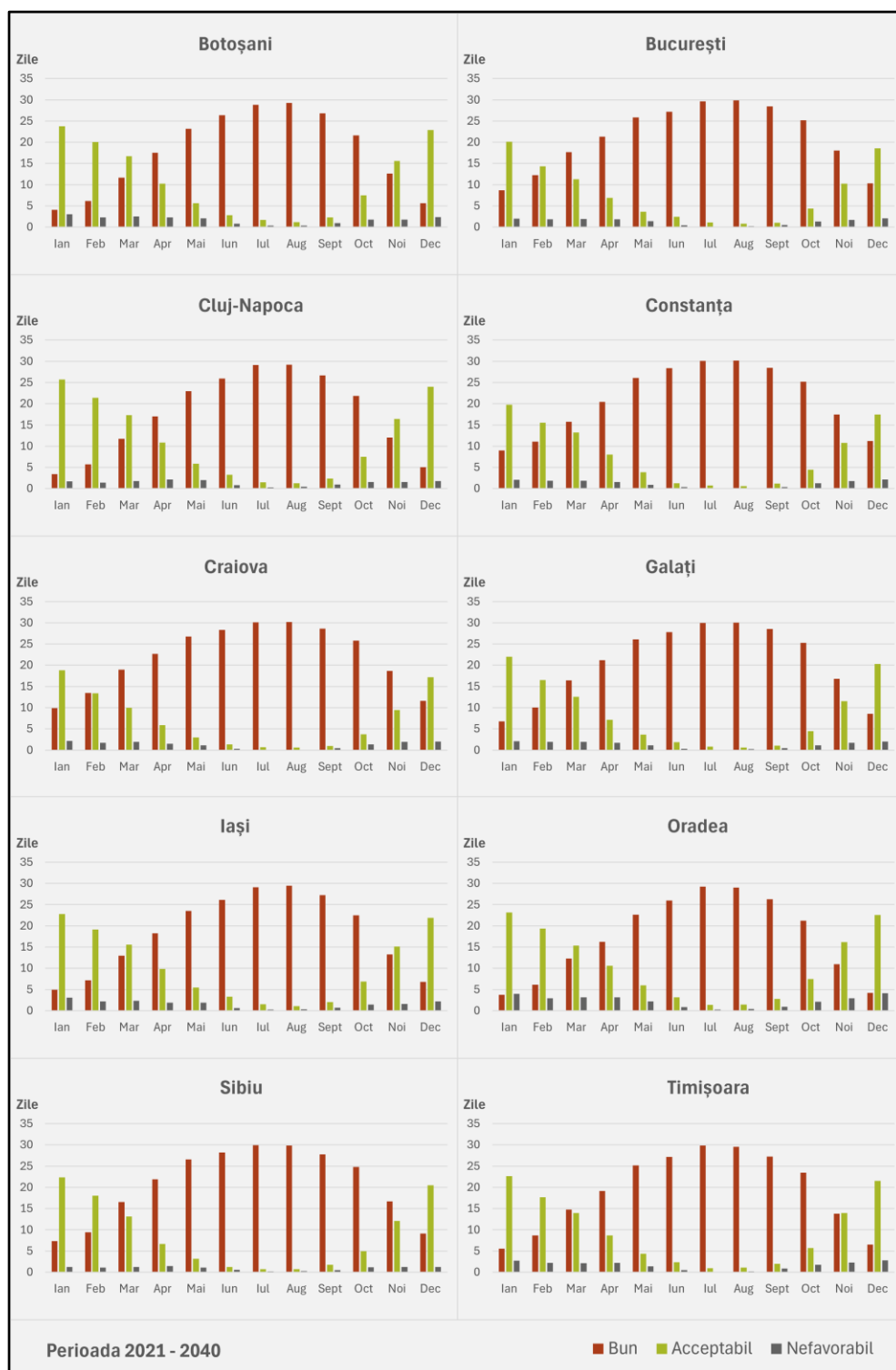


Fig. 2. Frecvența lunară a zilelor cu condiții bioclimatice bune, acceptabile și nefavorabile, conform indicatorului HCI în perioada prezentă 2021-2040, la toate stațiile analizate

decembrie, revin mai lent, cu scăderi mai mici de la o lună la alta, la valori ușor mai ridicate față de cele din ianuarie (Fig. 8).

În ceea ce privește evoluția scorurilor HCI de la o perioadă de timp la alta se remarcă creșterea cea mai bruscă a acestora în perioada 2061-2100, în toate locațiile. Totuși, sunt semnificative ușoarele variații ale acestora între anumite luni, cu precădere la cele de vară, de

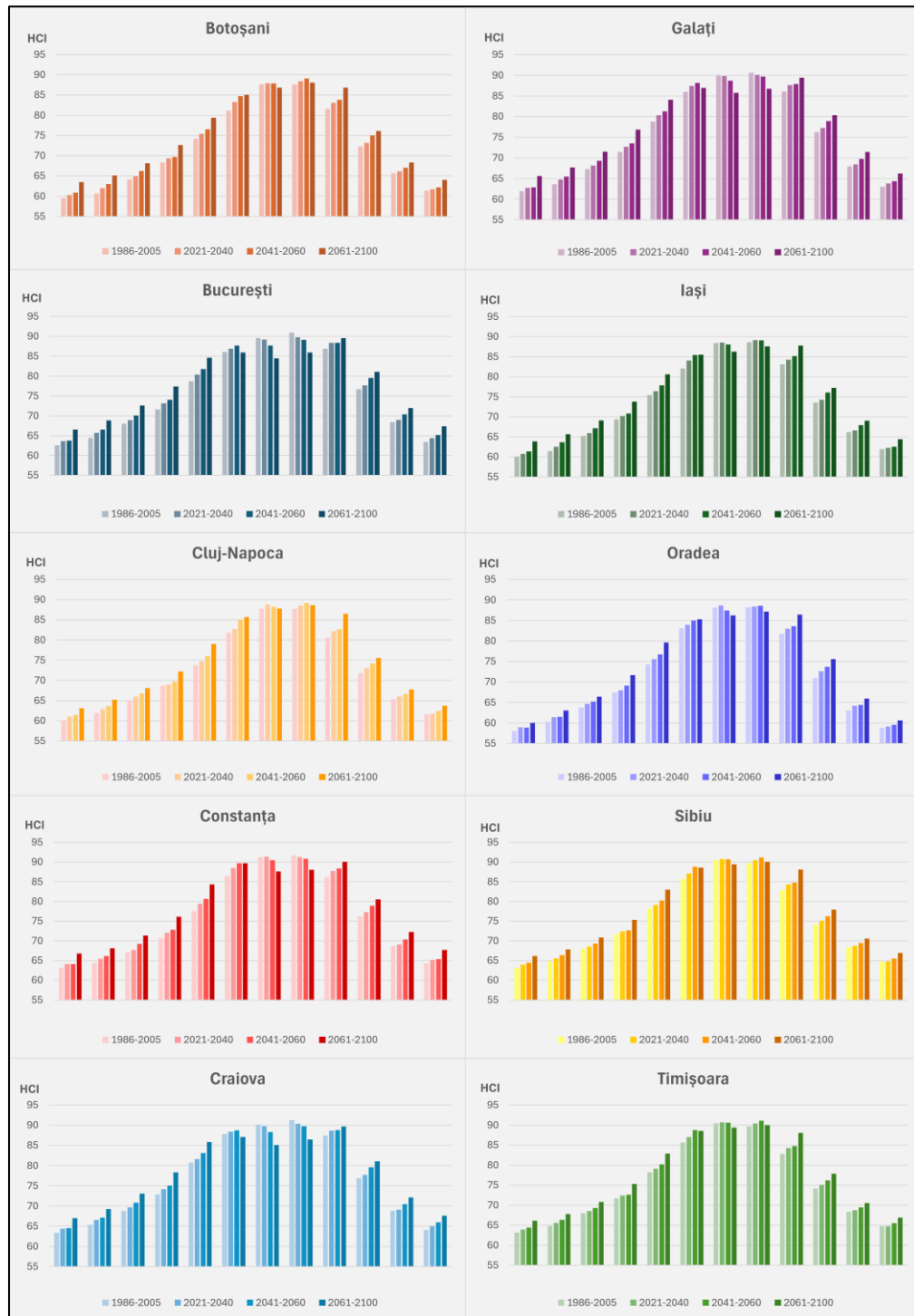


Fig. 8. Valorile medii lunare multianuale ale indicatorului HCI în toate perioadele de timp analizate: 1986-2005; 2021-2040; 2041-2060; 2061-2100

la o locație la alta. În această ultimă perioadă, majoritatea orașelor prezintă scăderea scorului HCI sub 85 de unități în luna iulie, o ușoară creștere în luna august și atingerea maximului în luna septembrie. Creșterea valorilor HCI de la o perioadă de timp la alta cu atingerea maximului în luna septembrie determină, de asemenea, valori mai ridicate ale acestuia în lunile de toamnă, respectiv în decembrie, comparativ cu lunile din prima jumătate a anului (Fig. 8).

Se observă reducerea numărului decadelor cu media HCI cuprinsă între 50 și 60 de unități înspre finalul secolului al XXI-lea. Dacă în perioada istorică (1986-2005), acestea au fost înregistrate la patru locații (Botoșani, Cluj-Napoca, Iași, Oradea), în perioada 2021-2040, acestea sunt observate doar la două locații (Botoșani și Oradea), respectiv în perioadele 2041-2060 și 2061-2100 numai la Oradea. Se mai observă scăderea frecvenței decadelor cu valori HCI de peste 90 de unități. În prezent, scorurile HCI între 60 și 70 de unități sunt dominante până în aprilie la Botoșani, Cluj-Napoca și Oradea, și până în martie la alte locații. Evoluția scorurilor HCI indică extinderea intervalului favorabil, decadele cu valori mai mari de 80 de unități apărând mai devreme și menținându-se mai târziu pe parcursul anului. Aceasta sugerează o reducere a zilelor cu condiții nefavorabile și acceptabile, și o creștere a celor cu condiții bune pentru activități turistice, tendință observată și în alți indicatori climatici (Fig. 8).

## CONCLUZII

În lucrarea de față considerăm că au fost atinse obiectivele propuse și astfel aceasta își va găsi valoarea și utilitatea atât în rândul comunității științifice, cât și printre cetățeni și factorii decizionali locali, regionali și chiar naționali, rezultatele obținute aliniindu-se cu alte studii similare (IPCC, 2023; Matei et al., 2023; Scripcă, 2023).

Indicatorii TeK și TE evidențiază prevalența zilelor cu disconfort termic *rece* și *răcoros*, iar indicatorii H, UTCI și ITU au indicat o predominanță a condițiilor de *confort termic*. Dinamica pe termen lung arată o tendință de scădere a zilelor extrem de reci și răcoroase și o creștere a zilelor cu confort termic și calde, indicând atenuarea a condițiilor de frig extrem în arealele urbane avute în vedere. În aceste condiții, considerăm că este extrem de importantă continuarea monitorizării acestor tendințe pentru a facilita o mai bună pregătire privind efectele schimbărilor climatice în aceste regiuni.

Schimbările detectate în evoluția indicatorilor bioclimatici din perioada de timp analizată indică o tendință generală de scădere a frecvenței și duratei intervalelor de producere asociate condițiilor de disconfort termic rece și o creștere a celor asociate disconfortului termic cald. Mai precis, scăderile semnificative sunt specifice pentru clasele cu stres termic rece și răcoros, sugerând o tendință de încălzire în toate orașele luate în studiu. În contrast, se observă

o creștere semnificativă pentru clasele asociate disconfortului termic cald (de la moderat la sever), indicând o creștere a frecvenței zilelor calde sau sufocante. Aceasta sugerează necesitatea adaptării în planificarea urbană și gestionarea resurselor pentru a face față stresului generat căldură, în special în zonele urbane mari. Aceste tendințe nu doar că reflectă schimbările climatice în curs, dar subliniază și impactul lor diferit pe regiuni și pe categorii de confort, impunând măsuri specifice de adaptare pentru fiecare zonă și context urban.

În ceea ce privește modificările detectate în ETCI, respectiv creșterea FO pentru clasele cu condiții *ideale* și *excelente* în ultimii 10 ani indică o tendință de îmbunătățire a condițiilor meteorologice pentru activitățile recreative în aer liber în anumite perioade ale anului, în timp ce scăderile pentru clasele inferioare subliniază o posibilă scădere a zilelor cu condiții nefavorabile.

Pe termen lung, aceste schimbări sugerează o modificare graduală a condițiilor bioclimatice de care trebuie să se țină cont în elaborarea strategiilor de adaptare la schimbările climatice, pentru optimizarea resurselor și îmbunătățirea calității vieții urbane.

Prin urmare, considerăm că aceste aspecte pot reprezenta un important punct de plecare pentru planificarea strategică a dezvoltării turistice și recreative, adaptată la specificitățile climatice și socio-economice ale fiecărui oraș în parte.

În concluzie, considerăm că lucrarea de față contribuie atât la extinderea cercetărilor din domeniul biometeorologiei, cât și a schimbărilor climatice, în România, oferind o perspectivă asupra impactului acestor schimbări la nivel de individ, prin indicii bioclimatici și climatoturistici utilizați. Prin analiza detaliată realizată, credem că am evidențiat necesitatea strategiilor de adaptare și sperăm să contribuim la eforturile de mitigare a efectelor negative, inspirând acțiuni concrete pentru adaptarea mediului urban la acest context și a protejării sănătății locuitorilor săi în fața provocărilor climatice din ce în ce mai presante.

## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Amelung, B., Blazejczyk, K., & Matzarakis, A. (2007). *Climate Change and Tourism – Assessment and Copying Strategies*.
- Antonescu, B., Ene, D., Boldeanu, M., Andrei, S., Mărmureanu, L., Marin, C., & Pîrloagă, R. (2023). Future changes in heatwaves characteristics in Romania. *Theoretical and Applied Climatology*, 153(1–2), 525–538. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04412-5>
- Banc, S., Croitoru, A.-E., David, N. A., & Scripcă, A.-S. (2020). Changes detected in five bioclimatic indices in Large Romanian cities over the period 1961-2016. *Atmosphere*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/ATMOS11080819>
- Celac, S., & Vădineanu, A. (2018). *Strategia națională pentru dezvoltarea durabilă a României 2030*. Paideia.
- Comisia Europeană. (2019). *Pactul Ecologic European 2019*.

- Consiliul Consultativ pentru Dezvoltare Durabilă (CCDD). (2023). *Dezvoltarea durabilă a României în context european. De la viziune la acțiune* (A. Curaj, M. Olaru, L. Borbély, I.-L. Bălălu, Ștefania-E. Deák, S. Matei, & C. Berteza Hanganu, Eds.). UEFISCDI PUBLISHING HOUSE.
- Consiliul Uniunii Europene. (2021). *Construirea unei Europe reziliente la schimbările climatice - Noua Strategie a UE privind adaptarea la schimbările climatice*. <https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta-iv/economic-impacts>
- Consiliul Uniunii Europene. (2022). *European Agenda For Tourism 2030 - Council conclusions (adopted on 01/12/2022)*. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15441-2022-INIT/en/pdf>.
- Croitoru, A.-E., & Sorocovschi, V. (2012). *Introducere în biometeorologia umană*. Editura Casa Cărții de Știință.
- Croitoru, A.-E., Rus, A.-V., Man, T.-C., Malairău, V., & Matei, A. (2022). *Climate Suitability for Sustainable Economic Growth Through Tourism in the Danube Delta* (pp. 291–316). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-03983-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-03983-6_11)
- Croitoru, A.-E.; Banc, Ș.; Scripcă A.-S.; Rus A.-V.; (2024). ETCI changes in climatic suitability for outdoor tourism in Romania's big cities; *Environment, development and sustainability* – under review.
- de Freitas, C. R. (2009). A Review of “Tourism and climate change: risks and opportunities.” *Journal of Sustainable Tourism*, 17(5), 640–642. <https://doi.org/10.1080/09669580902775000>
- Dumitrescu, G.-C., Poladian, S. M., & Aluculesei, A.-C. (2021). Repositioning of Romanian Seaside Tourism as an Effect of Climate Change. *Information*, 12(3), 108. <https://doi.org/10.3390/info12030108>
- Fröhlich, D., & Matzarakis, A. (2018). Spatial Estimation of Thermal Indices in Urban Areas—Basics of the SkyHelios Model. *Atmosphere*, 9(6), 209. <https://doi.org/10.3390/atmos9060209>
- Ichim, P., & Sfică, L. (2020). The Influence of Urban Climate on Bioclimatic Conditions in the City of Iași, Romania. *Sustainability*, 12(22), 9652. <https://doi.org/10.3390/su12229652>
- Ionac, N. (1998). *Clima și Comportamentul Uman*. Enciclopedica: București.
- Ionac, N., & Ciulache, S. (2008). *Atlasul Bioclimatic al României*. Ars Docendi: București.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Kendall, M. G. (1975). *Rank Correlation Method* (4th ed.). Charles Griffin:
- Kovats, R. S., Valentini, R., Bouwer, L. M., Georgopoulou, E., Jacob, D., Martin, E., Rounsevell, M., & Soussana, J.-F. (2014). Europe. In V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, & L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part B: Regional Aspects*. (pp. 1267–1326). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386.003>
- Lindner-Cendrowska, K., & Błażejczyk, K. (2018). Impact of selected personal factors on seasonal variability of recreationist weather perceptions and preferences in Warsaw (Poland). *International Journal of Biometeorology*, 62(1), 113–125. <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1220-1>
- Maftai, C., & Buta, C. (2017). Application of thermal discomfort indices for the coastal zone of Black Sea, in Dobrogea Region. *Ovidius University Annals of Constanta - Series Civil Engineering*, 19(1), 87–100. <https://doi.org/10.1515/ouacsce-2017-0008>
- Magyari-Sáska, Z., & Magyari-Sáska, A. (2023). Changes and trends in ideal holiday period based on Holiday Climate Index applied to the Carpathian Basin. *Geographia Technica*, 18, 237. [https://doi.org/10.21163/GT\\_](https://doi.org/10.21163/GT_)



- Mann, H. B. (1945). Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica*, 13(3), 245. <https://doi.org/10.2307/1907187>
- Matei, N.-A., Garcia Leon, D., Dosio, A., Batista e Silva, F., Ribeiro Barranco, R., & Ciscar Martinez, J. C. (2023). *Regional impact of climate change on European tourism demand*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/doi:10.2760/899611>
- Matthews, L., Scott, D., Andrey, J., Mahon, R., Trotman, A., Burrowes, R., & Charles, A. (2021). Developing climate services for Caribbean tourism: a comparative analysis of climate push and pull influences using climate indices. *Current Issues in Tourism*, 24(11), 1576–1594. <https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1816928>
- Matthews, T. (2018). Humid heat and climate change. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 42(3), 391–405. <https://doi.org/10.1177/0309133318776490>
- Monforte, P., & Ragusa, M. A. (2022). Evaluation of Bioclimatic Discomfort Trend in a Central Area of the Mediterranean Sea. *Climate*, 10(10), 146. <https://doi.org/10.3390/cli10100146>
- Noome, K., & Fitchett, J. M. (2022). Quantifying the climatic suitability for tourism in Namibia using the Tourism Climate Index (TCI). *Environment, Development and Sustainability*, 24(4), 5094–5111. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01651-2>
- ONU. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
- Perch-Nielsen, S. L., Amelung, B., & Knutti, R. (2010). Future climate resources for tourism in Europe based on the daily Tourism Climatic Index. *Climatic Change*, 103(3–4), 363–381. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9772-2>
- Radinović, D., & Ćurić, M. (2012). Criteria for heat and cold wave duration indexes. *Theoretical and Applied Climatology*, 107(3–4), 505–510. <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0495-8>
- Rutty, M., Scott, D., Matthews, L., Burrowes, R., Trotman, A., Mahon, R., & Charles, A. (2020). An Inter (HCI:Beach) and the tourism climate index (TCI) to explain canadian tourism arrivals to the Caribbean. *Atmosphere*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/ATMOS11040412>
- Scott, D., & McBoyle, G. (2001). Using a modified 'tourism climate index' to examine the implications of climate change for climate as a natural resource for tourism. *Adaptation and Impacts Research Group, Environment Canada*.
- Scott, D., Rutty, M., Amelung, B., & Tang, M. (2016). An inter-comparison of the Holiday Climate Index (HCI) and the Tourism Climate Index (TCI) in Europe. *Atmosphere*, 7(6). <https://doi.org/10.3390/atmos7060080>
- Scripcă, A.-S., Acquavota, F., Croitoru, A.-E., & Fratianni, S. (2022). The impact of extreme temperatures on human mortality in the most populated cities of Romania. *International Journal of Biometeorology*, 66(1), 189–199. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02206-w>
- Scripcă, S.-A. (2023). *Studiu de bioclimatologie umană în arealele urbane mari din România*. Universitatea Babeș-Bolyai.
- Sfică, L., Stratulat, I. S., Hrițac, R., Ichim, P., & Ilie, N. (2018). Favorabilitatea climatică a teritoriului României pentru activități turistice de tip balnear în sezonul estival. In I. S. Stratulat (Ed.), *Balneoclimatologia în România și Republica Moldova - istoric și perspective europene* (pp. 327–347). Editura Academiei Române.
- Teodoreanu, E. (2002). *Bioclimatologie Umană*. Editura Academiei Române.
- Teodoreanu, E. (2013). *Turismul Balneoclimatic în România*. Editura Universității din Oradea.

- Velea, L., Bojariu, R., Udristioiu, M. T., Sararu, S. C., Gothard, M., & Dascalu, S. I. (2019). *Assessment of summer thermal comfort using the net effective temperature index over Romania*. 040004. <https://doi.org/10.1063/1.5090071>
- Velea, L., Gallo, A., Bojariu, R., Irimescu, A., Craciunescu, V., & Puiu, S. (2022). Holiday Climate Index: Urban—Application for Urban and Rural Areas in Romania. *Atmosphere*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/atmos13091519>
- Velea, L., Bojariu, R., Irimescu, A., Craciunescu, V., Puiu, S., & Gallo, A. (2023). Climate Suitability for Tourism in Romania Based on HCI: Urban Climate Index in the Near-Future Climate. *Atmosphere*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/atmos14061020>
- Vicedo-Cabrera, A. M., Sera, F., & Gasparrini, A. (2019). Hands-on Tutorial on a Modeling Framework for Projections of Climate Change Impacts on Health. *Epidemiology*, 30(3), 321–329. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000982>
- Yu, D. D., Ruttu, M., Scott, D., & Li, S. (2021). A comparison of the holiday climate index:beach and the tourism climate index across coastal destinations in China. *International Journal of Biometeorology*, 65(5), 741–748. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-01979-w>
- ECA&D - <https://www.ecad.eu/dailydata/index.php>
- Meteomanz - [www.meteomanz.com](http://www.meteomanz.com)
- Reliable prognosis 5 - [https://rp5.ru/Weather\\_in\\_the\\_world](https://rp5.ru/Weather_in_the_world)
- Bioklima 2.6 - <https://www.igipz.pan.pl/bioklima-crd.html> - Accesat la 20.02.2018
- INS, [Recensământul populației și locuințelor din anul 2021, date provizorii Copernicus](#)