



UNIVERSITATEA
"ȘTEFAN CEL MARE"
SUCEAVA

FACULTATEA
DE
ISTORIE ȘI GEOGRAFIE

TEZĂ DE DOCTORAT

Studiu climatic, topoclimatic și microclimatic al ariei metropolitane a municipiului Suceava

REZUMAT

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC,

Conf. univ. dr. habil. Dumitru MIHĂILĂ

DOCTORAND,

Alin PRISĂCARIU

SUCEAVA, 2023

**UNIVERSITATEA “ȘTEFAN CEL MARE” SUCEAVA
FACULTATEA DE ISTORIE ȘI GEOGRAFIE
DOMENIUL GEOGRAFIE**

TEZĂ DE DOCTORAT

**Studiu climatic, topoclimatic și microclimatic
al ariei metropolitane a municipiului
Suceava**

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC,

Conf. univ. dr. habil. Dumitru MIHĂILĂ

DOCTORAND,

Alin PRISĂCARIU

SUCEAVA, 2023

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Capital Uman 2014 – 2020

Axa prioritară 6: „Educație și competențe”

Titlul proiectului: „Dezvoltarea învățământului terțiar universitar în sprijinul creșterii economice - PROGRESSIO”

Cod SMIS 2014+: **125040**

Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul

**„Dezvoltarea învățământului terțiar universitar în sprijinul
cunoașterii economice – PROGRESSIO”**

Nr. identificare contract: POCU/380/613/125040

Axa prioritară 6: „Educație și competente”

Titlul proiectului: „Dezvoltarea învățământului terțiar universitar în sprijinul creșterii
economice – PROGRESSIO”

Cod SMIS 2014+: 125040

SUMAR

CUPRINS.....	5
INTRODUCERE.....	7
I. SCURT ISTORIC AL CERCETĂRILOR ÎN DOMENIU.....	8
II. METODOLOGIE.....	9
III. PARTICULARITĂȚILE FACTORILOR CLIMATOGENETICI CARE INFLUENȚEAZĂ CLIMATUL SUCEVEI.....	14
IV. CLIMA SUCEVEI. PARTICULARITĂȚILE ELEMENTELOR CLIMATICE. ANALIZA CLIMATICĂ PE BAZA DATELOR DE LA STAȚIA METEOROLOGICĂ SUCEAVA.....	16
V. PARTICULARITĂȚILE ELEMENTELOR ȘI FENOMENELOR CLIMATICE ÎN AMS _v	27
VI. REGIONAREA TOPOCLIMATICĂ ȘI MICROCLIMATICĂ A TERITORIULUI AMS _v	39
CONCLUZII.....	40
BIBLIOGRAFIE.....	41

CUPRINS

Lista figurilor

Lista tabelelor

Lista anexelor

Lista abrevierilor

Introducere

Cap. I. Scurt istoric al cercetărilor în domeniu

Cap. II. Metodologie

Cap. III Particularitățile factorilor climatogenetici care influențează climatul Sucevei

Cap. IV. Clima Sucevei. Particularitățile elementelor climatice. Analiza climatică pe baza datelor de la Stația Meteorologică Suceava

I.1. Cercetări și studii de climatologie urbană din afara României
I.2. Cercetări și studii de climatologie urbană pentru orașe de pe teritoriul României

I.3. Studii cu specific climatic și topoclimatic al ariei analizate

II.1. Mijloace de cercetare

II.1.1. Mijloace de monitoring meteorologic aparținând unor instituții
II.1.2. Mijloace din dotarea laboratorului de climatologie de la USV și mijloace personale utilizate în monitorizarea meteorologică și a particularităților aeroelectrice a aerului

II.1.3. Mijloace utilizate pentru prelucrarea statistică a datelor, realizarea de materiale grafice și cartografice

II.2. Metode de cercetare

II.3. Date obținute și utilizate

II.4. Metodologia întocmirii lucrării

II.5. Aria cercetată

III.1. Factorii radiativi

III.1.1. Factorul radiativ. Radiația globală

III.1.1. Factorii radiativi particularizați la scară locală

III.2. Factorii dinamici

III.2.1. Factorii dinamici la scară zonală / regională (centrii barici, mase de aer, vânturi

III.2.2. Dinamica locală a aerului și modelul GWT

III.3. Factorii fizico-geografici

III.3.1. Factorii fizico-geografici care influențează climatul la scara Podișului Sucevei și a AMSv

III.3.1.1. Așezarea geografică

III.3.1.2. Geologia și relieful

III.3.1.3. Hidrografia și rolul ei climatic, topoclimatic și microclimatic

III.3.1.4. Vegetația și rolul ei climatic, topoclimatic și microclimatic

III.3.1.5. Solurile și rolul climatic, topoclimatic și microclimatic

III.4. Factorii antropici

III.4.1. Scurt istoric al orașului Suceava

III.4.2. Factorii antropici care influențează climatul AMSv

III.4.2.1. Populația

III.4.2.2. Așezările umane

III.4.2.3. Activitățile economice

III.4.2.4. Suprafața activă urbană

IV.1. Temperatura aerului

IV.1.1. Temperatura medie anuală

IV.1.2. Temperatura pe sezoane

IV.1.3. Temperatura aerului. Analiza acesteia pe anotimpuri

IV.1.4. Valori medii lunare de temperatură

IV.1.5. Valorile zilnice ale temperaturii

IV.1.6. Valorile orare ale temperaturii

IV.1.7. Valorile extreme de temperatură

IV.1.8. Numărul zilelor cu valori termice caracteristice

IV.2. Umiditatea aerului

IV.2.1. Tensiunea vaporilor de apă

	IV.2.2. Deficitul de saturație
	IV.2.3. Umezeala relativă
	IV.3. Nebulozitatea aerului
	IV.3.1. Regimul anual al nebulozității
	IV.3.2. Regimul sezonier, anotimpual și lunar al nebulozității..
	IV.3.3. Regimul diurn al nebulozității
	IV.4. Durata de strălucire a Soarelui
	IV.4.1. Regimul multianual și anual al duratei de strălucire a Soarelui
	IV.4.2. Regimul diurn al duratei de strălucire a Soarelui
	IV.5. Precipitațiile atmosferice
	IV.5.1. Cantitățile anuale de precipitații
	IV.5.2. Cantitățile sezoniere, anotimpuale și lunare de precipitații
	IV.5.3. Frecvența zilelor cu diferite cantități de precipitații
	IV.6. Presiunea aerului și vântul
	IV.6.1. Regimul multianual al presiunii atmosferice
	IV.6.2. Regimul anual al presiunii atmosferice
	IV.6.3. Regimul diurn al presiunii atmosferice
	IV.6.4. Mișcarea aerului. Frecvența și viteza pe direcții a vântului
	IV.7. Particularitățile fenomenelor climatice
	IV.7.1. Fenomene climatice specifice sezonului cald
	IV.7.1.1. Grindina
	IV.7.1.2. Orajele
	IV.7.2. Fenomene climatice specifice sezonului rece
	IV.7.2.1. Bruma
	IV.7.2.2. Poleiul
	IV.7.2.3. Chiciura
	IV.7.2.4. Burnița
	IV.7.2.5. Lapovița
	IV.7.2.6. Ceața
	IV.7.2.7. Ninsoarea și stratul de zăpadă
	IV.7.2.8. Viscolul
Cap.V. Analiza elementelor și fenomenelor climatice în AMSv	V.1. Temperatura aerului
	V.2. Umiditatea aerului
	V.3. Precipitațiile atmosferice
	V.4. Vântul
	V.5. Poluarea aerului
	V.6. Poluarea sonoră
	V.7. Radioactivitatea atmosferică în AMSv
	V.8. Aeroionizarea aerului în AMSv
	V.9. Particularități bioclimatice în AMSv
Cap.VI Regionarea topoclimatică și microclimatică a teritoriului AMSv	VI.1. Identificarea zonelor climatice locale (LCZ)
	VI.2. Caracterizarea topoclimatică și microclimatică a zonelor climatice locale (LCZ)

Concluzii
Contribuții personale
Bibliografie
Anexe

Cuvinte cheie: arie metropolitană, analiză climatică, analiză topoclimatică, zone climatice locale

Introducere

Analiza spațiului urban a fost o preocupare a oamenilor de știință încă din momentul apariției acestuia. Concentrarea populației în perimetre cu anumite caracteristici geografice a atras atenția specialiștilor în cercetarea urbană.

Dezvoltarea durabilă a unei societăți presupune cunoașterea elementelor mediului unde respectiva societate trăiește și își desfășoară activitatea. Importanța realizării studiilor climatice urbane este tot mai mare, orașul exercitând în continuare acel „miraj urban”. Acest lucru este amplificat în cazul orașelor dinamice, cu atractivitate pentru populația din vecinătatea lor, cu o evoluție teritorială tot mai amplă și mai rapidă. Prin aceste modificări legate de creșterea numărului populației, extinderea teritorială, interrelațiile tot mai strânse și mai complexe cu localitățile din imediata apropiere, construcțiile tot mai variate și din materiale din ce în ce mai diverse, trafic auto tot mai mare și mai complex, sunt influențate tot mai mult caracteristicile meteorologice și pe termen mai lung, cele climatice ale orașului. Astfel, rolul climatic al orașului capătă noi valențe, cu influențe teritoriale tot mai ample, complexe și mai extinse.

Condițiile climatice locale, alături de caracteristicile activităților populației determină apariția unor varietăți ale stărilor de vreme pe întinsul orașului.

Lucrarea cu titlul „*Studiu climatic, topoclimatic și microclimatic al ariei metropolitane a municipiului Suceava*” se înscrie în sfera de cercetare a geografiei fizice, mai exact în aria climatologiei urbane.

Scopul prezentului studiu este de a contura prin intermediul analizei de detaliu a regimului temporal și distribuției spațiale a elementelor și fenomenelor meteorologice, trăsăturile climatice și topoclimatice definitorii și de actualitate ale municipiului Suceava și ale primului inel de localități suburbane învecinate, în directă relație cu factorii climatogenetici generali și locali, pentru a putea genera o regionare topoclimatică și microclimatică suplă, care să fie baza unui management axat pe principiul unei dezvoltări sustenabile a teritoriului cercetat.

Prin această cercetare, aducem elemente de noutate asupra analizei climatului urban din spațiul românesc, îndeosebi prin modalitatea / nivelul de abordare și mijloacele pe care le-am folosit.

Pentru ca scopul studiului să fie atins, ne-am propus ca obiective:

O1: analiza specificității climatului și a tendințelor climatice pentru intervalul de timp 1961-2021 la Suceava,

O2: evidențierea particularităților topoclimatice și microclimatice ale ariei metropolitane a municipiului Suceava (AMSV) prin analiza factorilor climatogenetici locali ce impun o diferențiere de regim și distribuție a elementelor și fenomenelor meteo-climatice în interiorul limitelor AMSV;

O3: realizarea regionării topoclimatice și microclimatice a AMSV, emiterea unor seturi de măsuri care să asigure dezvoltarea sustenabilă a AMSV în acord cu tendințele actuale ale climei,

O4: evidențierea unor particularități bioclimatice ale diferitelor teritorii incluse în AMSV, a unor diferențieri legate de calitatea aerului, analizate pe baza parametrilor bioclimatici, chimici, fizici sau aeroelectrici ai atmosferei urbane.

Lucrarea caracterizează, din diverse perspective, elementele și fenomenele meteorologice la nivel general și imprimă o abordare mai detaliată la nivel local a acestora. Identificarea caracteristicilor de detaliu ale acestora și analiza lor la nivelul interrelațiilor care se stabilesc

între elementele componente ale arealului AMSv, urmăresc conturarea unor specificități topoclimatice și microclimatice.

I. Scurt istoric al cercetărilor în domeniu

Descrierea stărilor de vreme a preocupat oamenii de știință încă din antichitate, când au fost analizate diverse aspecte ale schimbărilor mediului și influența acestora asupra oamenilor (Hipocrate), sau au fost explicate diverse fenomene sau procese meteorologice (Aristotel).

Cu toate că primele studii despre atmosfera orașelor au apărut destul de târziu, se consideră că primele aprecieri cantitative asupra condițiilor meteo – climatice și calității aerului au apărut odată cu orașele mari situate în ariile marilor civilizații antice.

Observații sistematice asupra climei marilor orașe au început să apară spre sfârșitul secolului al XVII – lea și în primele decenii ale secolului al XVIII – lea. Ele au avut la bază inventarea unor aparate care măsurau diverse aspecte din punct de vedere fizic: căldura corpurilor (cu ajutorul actinometrelor), temperatura corpurilor (prin utilizarea termometrelor), sau a presiunii gazelor (utilizând barometrele). Se poate spune că apariția climatologiei urbane a fost strâns legată de apariția climatologiei ca știință, pentru că, de regulă, măsurătorile erau efectuate în cadrul unor stații meteorologice, care, de cele mai multe ori erau amplasate în cadrul sau la marginea orașelor.

Anul 1818 a fost cel al apariției primei lucrări de climatologie urbană care a luat în considerare observațiile instrumentale. Este vorba de „*Clima Londrei – după datele observațiilor meteorologice*” (Howard).

Studiile meteorologice mai complexe cu referire la diverse orașe au debutat timpuriu în spațiul românesc. Putem considera că primele referințe meteorologice despre un oraș de pe teritoriul românesc datează încă din antichitate.

Primele observații meteorologice realizate în România cu ajutorul instrumentelor au stat la baza caracterizării elementelor climatice principale. În 1770, la Iași, un medic rus (Lerch) a efectuat măsurători ale valorilor temperaturii aerului și precipitațiilor atmosferice. A urmat o perioadă în care au fost analizate din punct de vedere climat o parte din orașele tarii sau diverse unități sau subunități ale reliefului României.

Referitor la aria analizată, dar cu precădere asupra orașului Suceava, au fost realizate atât studii detaliate, dar mai ales cercetări punctuale ale anumitor aspecte climatice, care au fost prezentate în cadrul diverselor conferințe sau simpozioane naționale și internaționale.

Analiza fenomenelor și proceselor meteorologice a fost realizată de Tanasa și colab. (2006) - „*Considerations about the White Frost and Freezing Phenomena in Suceava*” – *Considerații despre fenomenele de brumă și îngheț de la Suceava*, Budui și colab. (2006) - „*The Snow Fall, the Snow Cover and the Blizzard Phenomenon at Suceava*” – *Ninsorile, învelișul de zăpadă și fenomenul viscol de la Suceava*, Mihăilă și colab. (2013) - „*Extreme weather interval types in Suceava: frosty and tropical intervals*” – *Tipuri de intervale meteorologice extreme în Suceava: intervale geroase și tropicale* sau Prisăcariu și colab. (2020) - *Changes in the urban climate parameters due to the anthropic factors. Case study: Suceava metropolitan area from Romania* – *Schimbări în parametrii climatului urban determinate de factorii antropici. Studiu de caz: Aria metropolitană a municipiului Suceava*.

Problematica poluării aerului a sta la baza unor numeroase studii, cum ar fi cele realizate de Grinea și colab. (1973) - „*Determinarea gradului de poluare a atmosferei zonei municipiului Suceava*”, Iosep (1990) - „*Suceava – poluare și context climatic*”, Nistor și colab. (2020) - „*Evaluation of air pollution by particulate matter PM₁₀ in the NE region of Romania*” – *Evaluarea poluării aerului cu particule PM₁₀ în regiunea NE a României*, Mihăilă și colab. (2020) - *Evaluation of air quality in Suceava, Romania* – *Evaluarea calității aerului în Suceava, România*, Nistor și colab. (2021) - „*Assessment of air pollution due to ozone in the*

north-east region Romania” – Evaluarea poluării aerului datorată ozonului în regiunea de nord-est România, Mihăilă și colab. (2023) – „Air quality changes in NE Romania during the first Covid 19 pandemic wave – Modificări ale calității aerului în NE-ul României în timpul primului val pandemic de Covid-19”.

Analiza bioclimatică în arealul metropolitan Suceava a constituit baza realizării unor studii de către Mihăilă și colab. (2020) - „The bioclimatic particularities of Suceava municipality, Romania” – Particularitățile bioclimatice ale municipiului Suceava, România, sau Bistricean și colab. (2022) - „Study on the influence of the bioclimate on the health condition of the people in the Metropolitan Area of Suceava in the period 2019-2020”- Studiu privind influența bioclimatului asupra stării de sănătate a oamenilor din Zona Metropolitană Suceava în perioada 2019-2020.

Cercetarea climatului urban nu se limitează la tematica menționată în aceste rânduri. Multitudinea relațiilor care se stabilesc între elementele mediului și au ca rezultat final influența asupra proceselor și fenomenelor meteorologice, determină ca direcțiile de cercetare din climatologia urbană să fie tot mai diverse.

II. Metodologie

Pentru ca studiul nostru să fie conform cu particularitățile principalilor parametri meteorologici, am aplicat metodele pe care le-am considerat optime în obținerea, prelucrarea, analiza și interpretarea datelor meteorologice. Materialul factual cantitativ a fost obținut pe baza observațiilor vizuale și instrumentale asupra elementelor și fenomenelor meteorologice. Prelucrarea climatologică a datelor a fost realizată prin cele mai adecvate procedee de calcul și a urmărit unificarea și omogenizarea metodelor de prelucrare a materialelor și de prezentare a rezultatelor. În acest sens, vom prezenta o parte din metodele și mijloacele de cercetare utilizate în realizarea studiului climatic, topoclimatic și microclimatic al ariei metropolitane a municipiului Suceava.

Mijloace de cercetare

În realizarea acestui studiu, a fost nevoie de o bază de date cu suficiente înregistrări, prin analiza cărora am putut surprinde caracteristicile climatice și microclimatice în aria metropolitană a municipiului Suceava. Aceste date au fost obținute de la diverse instituții sau au fost produse prin mijloace proprii cu ajutorul unor aparate de măsură și înregistrare a variațiilor valorilor elementelor meteorologice. În cele ce urmează, vom detalia principale mijloace prin care s-a realizat cercetarea în spațiul geografic menționat.

- Mijloace de monitoring meteorologic aparținând unor instituții:

Aparatura aparținând Stației Meteorologice Suceava (SMS);

Aparatura aparținând Biroului Meteorologic de Aerodrom al Aeroportului Internațional „Ștefan cel Mare” Suceava;

Mijloace de monitoring a elementelor meteorologice și a calității aerului aparținând Rețelei Naționale de Monitorizare a Calității Aerului

- Mijloace din dotarea laboratorului de climatologie de la USV și mijloace personale utilizate în monitorizarea meteorologică și a particularităților aeroelectrice a aerului:

Termometru higrometru DT – 171. Rețeaua a fost formată din 28 de senzori, iar amplasarea lor s-a realizat urmărind să fie acoperite toate tipurile de suprafețe active, zone funcționale ale orașului, forme de relief sau localitățile din jurul orașului.

Camera de termoviziune FLIR C3. Aparatul realizează fotografii în infraroșu pentru obiectele din domeniul vizibil care au o temperatură cuprinsă între -10°C și +150°C și funcționează fără restricții la valori ale temperaturii cuprinse între -40°C și +70°C.

GARMIN GPSmap 62s. Cei de 28 de senzori au fost amplasați în diverse locații de pe întreaga AMSv. Pentru a localiza cu exactitate poziția acestora, în vederea realizării ulterioare a produselor cartografice, am folosit GPS-ul GARMIN GPSmap 62 s.

PC Connectable Highly Accurate Air Ion Counter Tester COM-3200PRO II. Un parametru important care reflectă, printre altele, calitatea aerului este caracteristica ionizantă a acestuia. Pentru monitorizarea aeroionizării din AMSv, am folosit contorul de aeroioni PC Connectable Highly Accurate Air Ion Counter Tester COM-3200PRO II.

Sonometrul DT – 805. În etapele de monitorizare a calității aerului, am utilizat și sonometrul DT – 805 pentru măsurarea intensității zgomotelor din diferite puncte ale AMSv.

Sondajul de opinie. A fost un important mijloc de producere a datelor meteorologice pe componenta de risc. Chestionarul meteo – climatic are o importanță deosebită în conturarea specificului topoclimatic și microclimatic al teritoriului cercetat

- **Mijloace utilizate pentru prelucrarea statistică a datelor, realizarea de materiale grafice și cartografice**

După etapa de culegere și stocare a datelor, a urmat o nouă etapă, de prelucrare și analiză a acestora. Pentru aceste activități, am folosit o serie de soft-uri specifice pentru preluarea, analiza și prelucrarea datelor.

Datalogger Graph. Reprezintă soft-ul cu ajutorul căruia informațiile înregistrate și stocate pe senzorii termo – higrometrici sunt transpuse în formate care pot fi apoi prelucrate.

Air Ion Counter DataCollection and a Display. Soft-ul care însoțește aparatul de măsurare a nivelului ionilor din aer, permite afișarea și salvarea valorilor monitorizate.

Microsoft Excel. Pentru realizarea calculelor tabelare am utilizat programul Microsoft Excel. Acesta aparține grupei de programe Microsoft Office. Analiza seriilor de date a putut indica o parte din indicii anumitor elemente climatice: minima, media, maxima, frecvențele valorice pe diferite praguri, intervalele temporale în care s-a produs un anumit fenomen etc.

ArcGis. ArcGis reprezintă un grup software din categoria Sistemelor Informaționale Geografice (GIS). Este realizat de către compania ESRI și a fost lansat pentru prima dată în 1999. Cu ajutorul acestui pachet de programe, este posibilă crearea, prelucrarea, integrarea, analiza și afișarea datelor geografice în diferite moduri / modele și pe diferite niveluri. Produsul a fost utilizat pentru obținerea materialelor cartografice referitoare la repartitia spațială a valorilor diversilor parametri: temperatură, umiditate, aeroionizare etc.

FLIR Thermal Studio. Camera fotografică în infraroșu, utilizată pentru realizarea fotografiilor termice, este însoțită de un soft care permite o analiză a acestora: FLIR Thermal Studio. Acest soft oferă posibilitatea de a identifica diverse obiecte / suprafețe din imaginea surprinsă și le afișează temperatura din momentul fotografierii.

Fondul documentar al bibliotecilor fizice și cel webografic al diferitelor reviste științifice. Orice cercetare științifică trebuie să aibă la bază o solidă bibliografie de specialitate. În sprijinul realizării prezentului studiu, pentru a stabili principalele direcții de cercetare, de mare ajutor au fost exemplele din studiile climatice urbane existente, atât la nivel național, cât și internațional.

Produse grafice, cartografice și satelitare. Dezvoltarea tehnico – științifică din perioada contemporană a facilitat utilizarea unor produse relativ noi în cercetarea geografică. Chiar dacă pot fi considerate ca aparținând altor domenii științifice, analiza și prelucrarea acestora oferă informații geografice deosebite.

Ortofotoplanurile. Ortofotoplanul, produs rezultat din lucrările de aerofotografiere, este o imagine aeriană corectată geometric (ortorectificată), creând o reprezentare a terenului la scară uniformă, ceea ce permite măsurarea reală a distanțelor. La baza realizării ortofotoplanului stau o serie de procese cum ar fi aerotriunghiulația, modelul digital al terenului (DTM), ortorectificarea și mozaicarea. Acest produs a fost deosebit de important, îndeosebi pentru realizarea hărții privind modul

de utilizare a terenului, care ne-a ajutat în stabilirea caracteristicilor suprafeței active și de aici în determinarea unor particularități locale ale elementelor și proceselor meteorologice.

Hărțile topografice și planurile cadastrale. Alte aspecte importante referitoare la modul de utilizare a terenurilor, precum și despre procesele și fenomenele care afectează suprafața terestră, le obținem de pe hărțile topografice. În acest studiu am folosit planurile cadastrale la scara 1: 5000 (din anul 1960) și hărțile topografice 1: 25000 (realizate în 1984).

Imaginile satelitare. Tehnica de obținere a imaginilor satelitare în domeniul spectral infraroșu termic (IR) se bazează pe emisia termică provenită de la suprafața Pământului, nori și de la atmosferă. Acest lucru permite realizarea imaginilor satelitare atât ziua, cât și noaptea, permițând monitorizarea continuă a suprafeței terestre și acoperirea noroasă.

Produsele Hysplit. O altă categorie de imagini / grafice ne sunt foarte importante în a înțelege mai bine circulația maselor de aer și originea precipitațiilor. Acestea sunt realizate automat, de către NOAA – Air Resources Laboratory (ARL).

Produsele WUDAPT – World Urban Database and Acces Portal Tools. În anul 2012, Stewart I.D. și Oke T.R. au propus noi standarde pentru caracterizarea peisajelor urbane, care să țină cont de acoperirea terenurilor la nivel de microscară și de proprietățile fizice ale acestora. Denumite LCZ (*Local climate zone – zone climatice locale*), acestea au fost baza dezvoltării proiectului WUDAPT, care urmărește cartografierea orașelor în LCZ-uri

Metode de cercetare

Metoda, din punct de vedere semantic, provine din grecescul *methodism*, care înseamnă cale, drum. Materialul faptic cantitativ este obținut pe baza observațiilor vizuale și instrumentale asupra elementelor și fenomenelor meteorologice. Prelucrarea climatologică a datelor trebuie să fie realizată cu cele mai adecvate procedee de calcul și să utilizeze unificarea și omogenizarea metodelor de prelucrare a materialelor și de prezentare a rezultatelor.

Documentare în bibliotecă. Documentarea bibliografică este un proces de învățare activă. A avut o importanță deosebită în cercetarea noastră, pentru că ne-a permis accesul la literatura de specialitate și implicit la bagajul științific acumulat anterior.

Metoda observațiilor staționare. Metoda observației este, poate, cea mai veche metodă a cercetării geografice. Este o metodă de bază ce a constat în monitorizarea, urmărirea, descrierea și înregistrarea diferitelor elemente și fenomene cercetate.

Metoda observațiilor expediționare. Au fost realizate în cadrul unor trasee prestabilite, pe baza unui plan bine fundamentat. Planul observațiilor a cuprins programul monitorizării, elementele și fenomenele cercetate, stabilirea punctelor de observații, pregătirea, verificarea și reglarea instrumentelor și aparatelor de măsură.

Metoda sondării populației din AMSv cu privire la anumite aspecte meteorologice și climatice prin utilizarea chestionarelor climatice a fost o altă subdirecție de cercetare care ne-a întregit imaginea cu privire la poziționarea populației AMSv în raport cu realitatea meteorologică în care trăiește.

Metoda statistico – matematică. Statistica matematică a fost utilizată în scopul grupării, analizei și interpretării seriilor de timp ale elementelor și fenomenelor meteorologice dar și a tendinței acestora. Programele care utilizează aplicații statistice (Excel, XLSTAT, ArcGIS) ne-au permis să operăm cu șiruri consistente de date pentru care am calculat indici de sinteză (medii, extreme, frecvențe, tendințe, asigurări etc.).

Metoda cartografică. Este metoda folosită pentru analiza geografică prin reducerea la scară a distribuției spațiale a elementelor, fenomenelor și proceselor geografice.

Realizarea hărților a reprezentat procesul de aranjare corectă a elementelor hărții conform principiilor și regulilor cartografice. Pentru produsele cartografice a fost utilizat programul ArcGis, versiunea 10.4.

Metoda analizei. Părți întinse din actuala teză sunt destinate unei analize de detaliu (climatică, topoclimatică și microclimatică). Pentru a răspunde obiectivelor urmărite, analizei i s-au dat valențe

funcționale, statistice, armonice și cartografice. În acest fel, elementele și fenomenele meteorologice au fost detaliat analizate pentru a arăta rolul lor în conturarea specificului climatic și topoclimatic al AMSv.

Date obținute și utilizate

Etapa de colectare a datelor a fost una de durată, continuă pe parcursul celor 3 ani de monitorizare. Finalul acesteia a constat în realizarea mai multor baze de date care au dus la evidențierea caracteristicilor climatului și topo climatului la Suceava.

Date meteorologice de la Stația Meteorologică Suceava. Baza de date provenită de la Stația Meteorologică Suceava cuprinde datele lunare din 1961 până în 2021.

Date furnizate de Stațiile Rețelei Naționale de Monitorizare a Calității Aerului (RNMCA) din România. Începând a funcționa pe parcursul anului 2008, stațiile SV1 – fond urban și SV2 – fond industrial, ne oferă importante date referitoare atât la elementele meteorologice, cât și la poluanții atmosferici.

Date meteorologice provenite de la Biroul Meteorologic al Aeroportului Suceava. Un set deosebit de important de date meteorologice este reprezentat de cele obținute de la Biroul Meteorologic al Aeroportului „Ștefan cel Mare” din Suceava.

Date provenite de la aparatura proprie. La baza analizei specificului topoclimatic și microclimatic au fost datele provenite de la aparatele achiziționate pentru monitorizarea mai multor parametri meteorologici.

Datele provenite de la senzorii termo – higrometrici. Sunt date referitoare la temperatură, umiditate și temperatura punctului de rouă. Înregistrările au fost efectuate din ianuarie 2019 până în decembrie 2021, la un număr de 28 senzori.

Date furnizate de sonometre și anemometre. În timpul realizării observațiilor expediționare (dar și în scurte campanii staționare), utilizând sonometrul și anemometrul din laboratorul de climatologie al facultății, am colectat date referitoare la zgomotul din AMSv, respectiv cele care redau viteza vântului.

Date privind ionizarea aerului provenite de la contorul de aeroioni. Ionizarea aerului a fost monitorizată cu un aparat de fabricație japoneză, care a furnizat date despre numărul ionilor negativi, respectiv ioni pozitivi din aerul AMSv.

Seturi de fotografii în infraroșu. Au fost realizate cu ajutorul aparatului fotografic FLIR C3, în mai multe puncte din oraș: Universitate, Piața Centrală, Iulius Mall, Triaj CFR și Shopping City Suceava în fiecare anotimp din anul 2021.

Seturi de fotografii. Aria de studiu a fost immortalizată cu ajutorul unui aparat fotografic digital Nikon DSLR D3500. Astfel au fost surprinse și immortalizate diverse aspecte ale elementelor, fenomenelor și proceselor / realităților meteorologice.

Seturi de imagini satelitare. Începând cu 1 ianuarie 2019, pentru fiecare zi, au fost stocate patru tipuri de imagini satelitare. Imaginile au fost preluate de pe site-ul www.meteoromania.ro. Acestea sunt realizate de METEOSAT 10 și reprezintă analiza repartiției spațiale și a specificului termic al maselor de aer.

Seturi de date zilnice ROCADA. Datele ROCADA reprezintă un set de date climatice gridate, la o rezoluție spațială de 0,1°, pentru România pentru perioada 1961 – 2013.

Seturi de date POWER Project. The POWER Project (Prediction of Worldwide Energy Resource) este un produs al NASA Earth Science's, prin care se furnizează date meteorologice și solare.

Metodologia întocmirii lucrării

Întocmirea prezentului studiu a fost precedată de parcurgerea mai multor *etape* care asigure baza de date și fondul științific necesar.

Etapa preliminară. Admiterea la studiile doctorale din cadrul Domeniului de Doctorat Geografie a Universității „Ștefan cel Mare” din Suceava a reprezentat o provocare majoră atât în viața personală, cât mai ales în cea profesională.

Studiile doctorale au debutat cu programul de pregătire bazat pe studii universitare avansate și s-a conturat programul individual de cercetare științifică.

Etapa intermediară. Corespunde cu realizarea rețelei de monitorizare și obținerea primelor date din teren. În același timp, s-a încercat și valorificarea acestor date prin participarea la diverse manifestări științifice și publicarea articolelor de specialitate.

Etapa finală. Datele obținute au fost verificate, pentru a elimina eventualele discordanțe / erori care ar fi putut să apară. Acest pas este unul de importanță mare, evitându-se apariția unor neconcordanțe sau a unor valori extreme aflate mult în afara unor limite considerate normale pentru arealul studiat.

Aria cercetată

Cercetările noastre au avut ca punct central Stația Meteorologică Suceava. Datele de la această stație au servit caracterizării climatului și tendințelor acestuia. Din punct de vedere topoclimatic arealul pe care l-am cercetat în această lucrare, a fost denumit „aria metropolitană a municipiului Suceava”.

Cercetarea a fost realizată pentru aria metropolitană ce cuprinde municipiul Suceava și localitățile din primul inel: orașul Salcea și comunele Șcheia, Pătrăuți, Mitocul Dragomirnei, Adâncata, Ipotești și Moara, la care se adaugă și comuna Bosanci, prin prisma interconexiunilor pe care le are cu întregul areal metropolitan (figura 1).

În aceste limite, aria cercetată are o suprafață de 406,88 km².

În funcție de tipul de analiză (climatică / topoclimatică), referiri meteo – climatice au fost emise și raportate la o arie mai extinsă. În general, pentru nuanțarea factorilor genetici ai climei informațiile climatice s-au extras raportate la nivelul Podișului Sucevei, ariei extracarpatică sau chiar a Europei. În schimb, particularitățile topoclimatice și microclimatice au fost raportate doar la teritoriul AMSv.

Pentru analiza complexului termo – higrometric, în AMSv au fost instalați 26 de senzori care au înregistrat în intervalul 2019 – 2021 valorile temperaturii aerului și umidității relative.

În acest scop, au fost alese 26 de locații cât mai diferite din punct de vedere al particularităților suprafeței active, în care au fost montați acești senzori (figura 2).

Monitorizarea unor proprietăți ale atmosferei din imediata apropiere a suprafeței active a fost



Figura 1. Localitățile componente ale Ariei Metropolitane a Municipiului Suceava

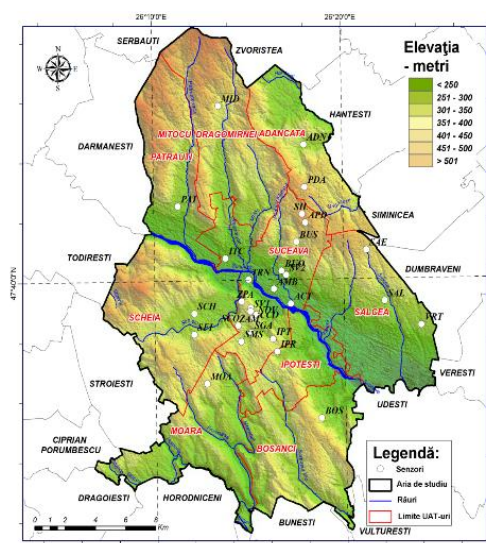


Figura 2. Punctele de monitorizare a temperaturii și a umidității în AMSv

extinsă prin includerea unor noi puncte de monitorizare, considerate a fi reprezentative în caracterizarea acestora.

III. Particularitățile factorilor climatogenetici, a elementelor și fenomenelor care definesc climatul Sucevei

Caracteristicile climatice ale AMSv, ca de altfel, ale oricărei regiuni, sunt determinate de către factorii climatogenetici. Astfel, interacțiunea dintre radiația solară, caracteristicile suprafeței active, circulația maselor de aer și nu în ultimul rând intervenția umană, se transpune în valorile, regimul și repartiția teritorială a elementelor și fenomenelor climatice.

Factorii radiativi

Acești factori reprezintă sursa principală de energie necesară declanșării proceselor și manifestării elementelor și fenomenelor meteorologice.

În drumul său spre Pământ, radiația solară are diverse variații în ceea ce privește intensitatea. O mică parte se pierde în spațiul interplanetar, iar odată intrată în atmosfera terestră este supusă altor transformări, în principal cantitative. O parte importantă din radiația solară este reflectată și dispersată de nori, o alta absorbită de atmosferă și o mică parte este reflectată de suprafața scoarței terestre. Astfel, intensitatea radiației solare depinde de unghiul de înălțime al Soarelui, de gradul de acoperire a cerului cu nori, cantitatea de poluanți din atmosferă sau de caracteristicile suprafeței care reflectă/receptează radiația solară.

În evaluarea intensității radiației solare de la Suceava am utilizat valorile orare ale radiației globale de la stațiile SV1 și SV2 aparținând RNMCA pentru intervalul 2009-2021.

Radiația globală (Q) încorporează valorile fluxurilor radiației directe (S) și ale radiației difuze (D) pe suprafața orizontală. În acest fel, este dependentă de factorii care influențează cele două categorii de radiații, respectiv poziția latitudinală și altitudinală, durata de strălucire a Soarelui și nebulozitatea.

Factorii radiativi particularizați la scară locală au putut fi analizați pe baza datelor provenite de la stațiile automate de monitorizare a calității aerului SV1 și SV2.

Factorii dinamici

Caracteristicile climatice, precum și stările de vreme sunt determinate de influența celor 4 centri barici principali care acționează la nivel european: ciclani mediteraneeni, Depresiunea Islandeză, Anticlonul Eurasiatic și Anticlonul Azorelor.

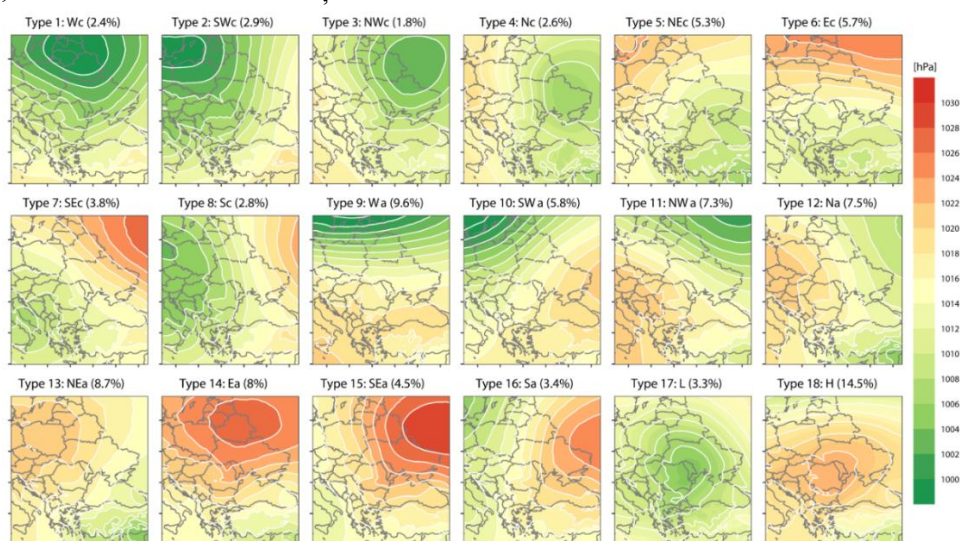


Figura 3. Tipuri de circulație atmosferică GWT și frecvența lor relativă pentru SMS în perioada 2019-2021

Fără a le minimiza importanța, dar cu frecvențe mai reduse, se resimt influențele Anticlonilor Groenlandez sau Scandinav, ale ciclonului Arab etc.

Pentru teritoriul analizat, principalele tipuri de circulație atmosferică au fost analizate de Mihăilă și colab. (2023) rezultând că cea mai mare pondere o are circulația anticiclonică de Tip 18 - H (14,5%) urmată tot de un tip anticiclonic, Tipul 9 – V (figura 3).

Factorii fizico – geografici care influențează climatul la scara Podișului Sucevei și a AMSv

Specificul fizico – geografic al arealului analizat a fost prezentat în detaliu în capitolul I.5. – Aria cercetată. În această secțiune, accentul va fi centrat pe rolul climatogenetic pe care îl au elementele naturale. De asemenea, întrucât aria este parte componentă a Podișului Sucevei, analiza, acolo unde va fi necesară, se va extinde la scara acestuia.

Cu toate că suprafața Podișului Sucevei este redusă (aproape 9000 km²), desfășurarea acestuia imprimă anumite elemente de specificitate climatică. Dacă de la est la vest se desfășoară pe o distanță medie de doar 65 km, de la nord la sud distanța este ceva mai mare, de 150 km.

Disponerea latitudinală pe aproape 1 grad de latitudine determină diferențieri de natură climatică între nordul și sudul podișului. Acestea se produc ca urmare a valorilor diferite ale unghiului de incidență între extremitățile nordică și sudică.

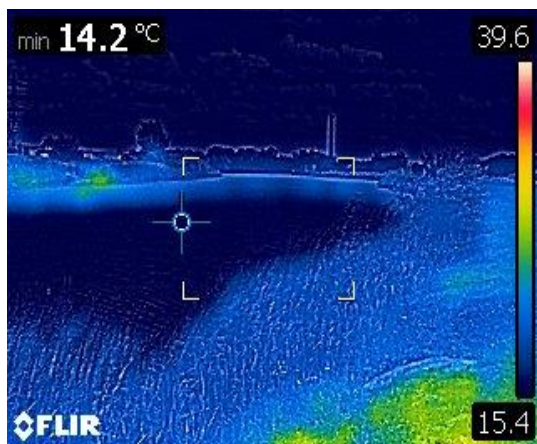
Relieful

Relieful Podișului Sucevei, în care se încadrează și relieful AMSv, este responsabil de diferențierea topoclimatică și microclimatică. Totodată, determină diferențieri în caracteristicile elementelor și fenomenelor climatice. Relieful are rol de factor genetic la diferite scări de abordare (climatică, topoclimatică, microclimatică) prin o serie de caracteristici cum ar fi: altitudinea, înclinarea versanților, gradul de fragmentare, energie sau expoziție.

Hidrografia

Suprafețele acvatice se comportă diferit față de celelalte tipuri de suprafețe active. Aceste diferențieri de concretizează printr-o căldură specifică mai mare decât a solului, și o conductibilitate calorică mai mare. De asemenea, suprafețele acvatice se încălzesc mai greu, dar se și răcesc mai greu, cu modificări pozitive ale duratei anotimpurilor de tranziție. Totodată, determină creșterea umidității relative, cu consecințe în formarea precipitațiilor de tip convectiv.

O astfel de situație a fost exemplificată în data de 08 iulie 2022, ora 13:42, când temperatura aerului înregistra 26.5°C, iar suprafața râului Suceava (vis-a-vis de Complexul Comercial Iulius Mall) indica o temperatură de doar 14,2°C (figura 4).



a)



b)

Figura 4. Diferențieri termice în timpul verii, pe râul Suceava; a) imagine în infraroșu, b) imagine în domeniul vizibil

Vegetația

Condițiile climatice se transpun cel mai bine în caracteristicile vegetației. La rândul său, vegetația imprimă anumite nuanțări microclimatice și topoclimatice prin gradul de acoperire, densitate, înălțimea speciilor sau stadiul vegetativ.

Vegetația ierboasă intervine mai ales în modificarea aspectelor microclimatice. În stadiul vegetativ de maturitate, stratul erbaceu permite să pătrundă la suprafața solului până la 20 % din radiația solară. În apropierea solului, determină micșorarea vitezei vântului. Cele două aspecte menționate determină creșterea temperaturii cu până la 10°C față de cea a solului descoperit, care este supus unei ventilații mai mari.

Solul

Formate în timp îndelungat, ca o consecință a interrelaționării elementelor de relief, climă, hidrografie și vegetație, solurile din arealul la care facem referire au căpătat proprietăți diferite. Varietatea culorilor, gradele diferite de porozitate, conductibilitatea calorică inegală, umezeala diferită sunt câteva din caracteristicile solurilor care intervin în regimul radiativ caloric de la suprafața lor și implicit al aerului aflat în imediata apropiere.

Factorii antropici care influențează climatul AMSv

În analiza oricărui element al mediului înconjurător, nu trebuie neglijată componenta antropică. Influența factorilor antropici este mult mai intensă asupra atmosferei, activitățile umane determinând modificări (uneori semnificative) ale caracteristicilor fenomenelor și proceselor din atmosfera joasă.

Aflat într-o evoluție dinamică, orașul Suceava devine un pol al activităților economico – sociale din această regiune a țării. Prin intensificarea acestor activități, populația este atrasă către noi oportunități.

Toate modificările au determinat schimbarea caracteristicilor suprafeței active din AMSv. Prin urmare, influența climatică a acesteia a căpătat noi valențe, care se vor regăsi în conturarea topoclimatică și microclimatică a AMSv.

IV. Clima Sucevei. Particularitățile elementelor climatice. Analiza climatică pe baza datelor de la Stația Meteorologică Suceava

Temperatura aerului

Considerată în literatura de specialitate „*cel mai important element climatic*”, temperatura aerului este cea care dă individualitatea climatică a oricărei unități sau subunități geografice. Variabilitatea spațio – temporală a temperaturii este imprimată de caracteristicile factorilor care o determină și o influențează.

Temperatura medie anuală, calculată pentru perioada 1961 – 2021 la Suceava este de 8,1°C. Această valoare este mai ridicată decât valoarea calculată în alte studii, pentru care perioada de referință este mai mică.

Temperatura medie anuală cea mai ridicată din intervalul la care facem referire a fost de 10,5°C și a fost calculată pentru anul 2015, având și cea mai mare abatere pozitivă față de medie (de +2,4°C).

Cea mai scăzută temperatură medie anuală a fost de 6,2°C, calculată pentru anul 1980, cu o abatere negativă față de medie de -1,9°C.

Față de media multianuală, abateri termice pozitive s-au produs în 31 de ani (50,81 % din cazuri), iar negative în 28 de ani (45,90 % din cazuri). Doar în 2 cazuri (3,27 %), mediile anilor au coincis cu media multianuală (1967 respectiv 2006).

Valori medii lunare de temperatură

Consecință a încălzirii inegale pe parcursul celor 12 luni, regimul anual al temperaturii aerului urmărește o curbă ascendentă în prima jumătate a anului, din ianuarie (când se înregistrează minimumul anual) până în iulie (când se înregistrează maximumul anual), după care urmează o pantă, cu valori termice în scădere până în luna decembrie. Această scădere a temperaturii se continuă și în luna ianuarie a anului următor, producând minima.

Minimumul anual se înregistrează în ianuarie, media acestei luni fiind de $-3,6^{\circ}\text{C}$, iar maximumul anual în luna iulie (19°C).

Cea mai mare medie lunară înregistrată la Suceava a fost de $22,7^{\circ}\text{C}$ și s-a produs în luna iulie 2012. Valoarea cea mai mică a mediilor lunare s-a înregistrat în luna ianuarie 1963 și a fost de $-12,6^{\circ}\text{C}$.

Valorile medii pe sezoane ale temperaturii aerului

Cele două sezoane din timpul anului, respectiv sezonul rece (perioada octombrie – martie) și sezonul cald (perioada octombrie – martie) imprimă caracterul climatic de tranziție al arealului în care este poziționat municipiul Suceava. Raportându-ne la perioada 1961-2021, valoarea medie a temperaturii aerului în sezonul cald la Suceava a fost mai mică decât cele de la stațiile meteorologice din Podișul Sucevei, cu excepția celei de la Rădăuți. Acest fapt ne indică, încă o dată, influența poziției latitudinale asupra distribuției spațiale a temperaturii aerului. Suplimentar, încălzirea pare că a afectat în mai mare măsură stațiile mai sudice, care au înregistrat o creștere mai puternică în plan termic.

Valorile medii anotimpuale ale temperaturii aerului

Valoarea medie multianuală a temperaturii aerului este de $-2,4^{\circ}\text{C}$ pentru anotimpul iarna, cu variații cuprinse între $+7,7^{\circ}\text{C}$ (medie anuală înregistrată în iarna 1961-1962) și $2,0^{\circ}\text{C}$ (medie anuală calculată pentru iarna 2018-2019). *Primăvara*, pe fondul creșterii fluxului radiației solare, temperatura înregistrează salturi valorice importante. Cea mai mare medie termică a primăverii a fost în anul 2007 ($10,5^{\circ}\text{C}$), iar cea mai mică s-a calculat pentru anul 1980 ($4,7^{\circ}\text{C}$). *Vara*, la Suceava, temperatură medie are o valoare calculată de $18,3^{\circ}\text{C}$. Variațiile mediilor anotimpuale sunt cuprinse între minima de $15,7^{\circ}\text{C}$ și maxima de $20,9^{\circ}\text{C}$. *Toamna*, are valori ale temperaturii apropiate de cele ale primăverii, diferența termică dintre primăvară și toamnă ($-0,4^{\circ}\text{C}$) fiind o consecință a remanențelor termice la tranziția iarnă-vară, respectiv vară-iarnă. Valoarea medie multianuală a temperaturii de toamnă calculată la Suceava este de $8,6^{\circ}\text{C}$.

Valori medii lunare de temperatură

Consecință a încălzirii inegale pe parcursul celor 12 luni, regimul anual al temperaturii aerului urmărește o curbă ascendentă în prima jumătate a anului, din ianuarie (când se înregistrează minimumul anual) până în iulie (când se înregistrează maximumul anual), după care urmează o pantă, cu valori termice în scădere până în luna decembrie (figura 5).

Minimumul anual se înregistrează în ianuarie, media acestei luni fiind de $-3,6^{\circ}\text{C}$, iar maximumul anual în luna iulie (19°C), rezultând o amplitudinea termică medie pentru Suceava în intervalul 1961 – 2021 de $22,6^{\circ}\text{C}$.

Aplicând testul statistic nonparametric Mann-Kendal pentru seriile de date anuale, sezoniere, anotimpuale și lunare ale temperaturii aerului din perioada 1961-2021 am putut remarca faptul că indicatorul temperatura medie a fost în creștere pentru majoritatea entităților temporale analizate (tabelul 1 și tabelul 2).

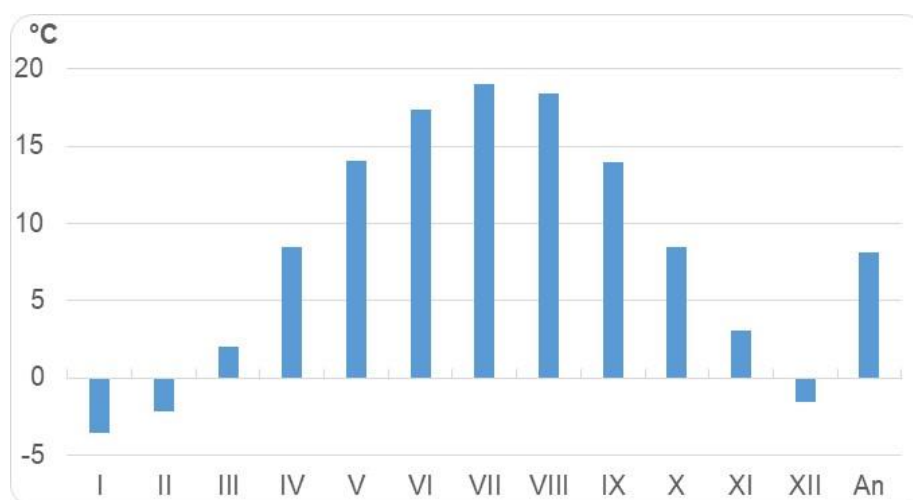


Figura 5. Regimul anual al valorilor medii lunare ale temperaturii aerului la Suceava (1961 – 2021)

Tabel 1. Tendințele ale valorilor medii (anuale, anotimpuale și sezoniere) ale temperaturii aerului la Suceava (°C dec⁻¹) pentru intervalul 1961-2021 utilizând testul Mann-Kendall

Valori medii de temperatură	Anual	I	P	V	T	Oct-Mar	Apr-Sep
Semnificația statistică	***	***	***	***	**	***	***
Panta Sen	0.04	0.05	0.04	0.05	0.02	0.04	0.04

Tabel 2. Tendințele ale valorilor medii lunare ale temperaturii aerului la Suceava (°C dec⁻¹) pentru intervalul 1961-2021

Valori medii de temperatură	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D
Semnificația statistică	**	*	**	*	*	***	***	***	*	+		**
Panta Sen	0.06	0.05	0.06	0.03	0.03	0.05	0.05	0.06	0.03	0.02	0.02	0.05

Semnificativitatea statistică a creșterii temperaturii a fost maximă (***/ nivelul de semnificație $p < 0,001$) pentru seriile de timp anuale, sezoniere, ale iernii, primăverii, verii, ale lunilor de vară), minimă în cazul lunii octombrie (+/ nivelul de semnificație $p < 0,1$) și absentă în cazul lunii noiembrie. Valorile pantei Sen indică pentru intervalul 1961-2021 o creștere a temperaturii medii anuale la Suceava cu $0.06^{\circ}\text{C dec}^{-1}$ ($0,36^{\circ}\text{C}$ pe ansamblul perioadei). Pe anotimpuri cele mai mari creșteri ale temperaturii aerului au fost specifice iernii și verii ($0.05^{\circ}\text{C dec}^{-1}$ - $0,30^{\circ}\text{C}$ pe ansamblul perioadei), iar pe luni, lunilor ianuarie, martie și august ($0.06^{\circ}\text{C dec}^{-1}$ - $0,36^{\circ}\text{C}$ pe ansamblul perioadei cercetate).

Valorile zilnice ale temperaturii

Valorile termice medii zilnice scot în evidență foarte clar variabilitatea în timp a temperaturii aerului, influențată de înlocuirea, uneori bruscă, a maselor de aer cu caracteristici termice diferite. Așadar dinamica atmosferică induce această variabilitate termică interdiurnă (figura 6).

Abaterile termice zilnice pot fi pozitive (indicând încălzirea) sau negative (indicând răcirea) față de medie și pot fi diferite ca intensitate (în funcție de luna în care se produc). În lunile de iarnă se înregistrează cele mai mari abateri (de regulă negative), iar în lunile de tranziție abaterile termice de la medii sunt cele mai mici.

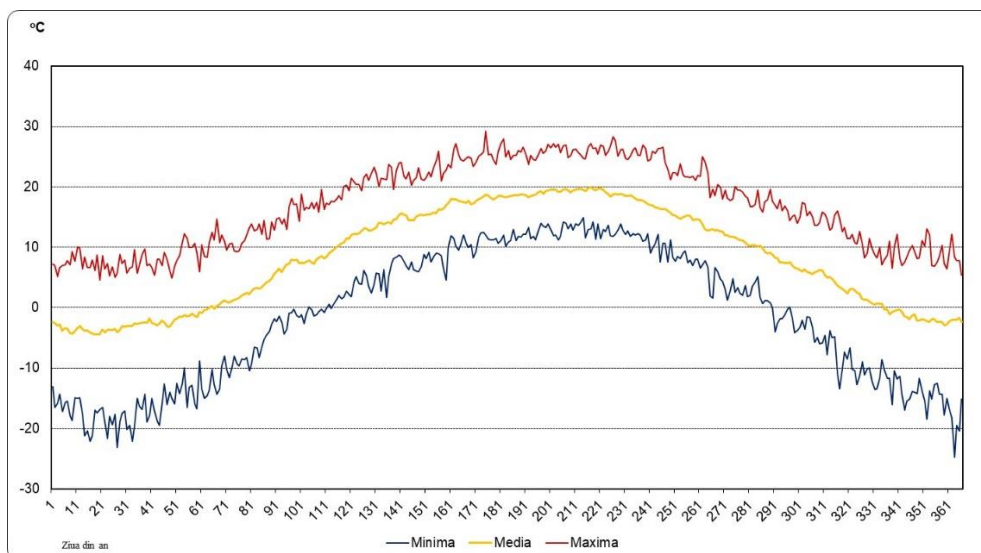


Figura 6 Variația temperaturilor medii diurne din timpul unui an la Suceava (1961-2021)

Caracteristice pentru începutul anului sunt abaterile negative, care prin situarea în prima parte a lunii, ne indică tendința crescătoare a temperaturii aerului. Pentru partea a doua a anului sunt specifice abaterile pozitive, situate spre sfârșitul lunii, indicând tendința de scădere a temperaturii).

Valorile orare ale temperaturii

Variația diurnă a temperaturii aerului are o dinamică periodică și regulată, în concordanță cu evoluția factorilor radiativi, dinamici și fizico – geografici.

Temperatura maximă diurnă se produce după – amiaza, în intervalul orar 14⁰⁰-15⁰⁰, după care urmează o scădere a valorilor, până atinge minimul valoric, la orele 4⁰⁰-6⁰⁰. Această plasare a minimumului și maximumului termic mai târziu de miezul zilei, respectiv miezul nopții, se datorează, în primul caz, temperaturii maxime pe care o atinge solul în acest interval orar, iar în al doilea caz, datorită valorilor minime ale radiației terestre mai spre dimineață.

Valorile extreme de temperatură

Valorile maxime și minime ale temperaturii au un caracter de producere singular și au loc ca o interferență a circulației atmosferice (în principal) și a factorilor geografic locali.

Din analiza seriilor de date orare, care provin de la SMS, temperatura minimă este identică cu cea menționată de ANM: -29,8°C, la data de 28.12.1996.

Temperatura maximă înregistrată la Suceava, în intervalul 1961 – 2021 a fost de 36,5°C și a fost consemnată la data de 22 august 2000. Însă, datele termice din afara intervalului cercetat de noi (1961-2021) arată că temperatura maximă absolută la Suceava a fost de 38,6°C, această valoare termică fiind înregistrată la 17 august 1952.

Mediile minimelor termice au în majoritatea lor tendință de creștere semnificativă statistic (tabel 3 și tabel 4). Sunt două excepții în acest caz: luna aprilie și luna noiembrie. În celelalte entități temporale analizate creșterea de temperatură a fost semnificativă statistic, iar valorile pantei Sen s-au încadrat între 0,02 și 0,07°C dec⁻¹.

Tabel 3. Tendințele ale mediilor minimelor termice (anuale, anotimpuale și sezoniere) la Suceava (°C dec⁻¹) pentru intervalul 1961-2021

Medii ale minimelor	Annual	I	P	V	T	Oct-Mar	Apr-Sep
Semnificația statistică	***	***	***	***	**	***	***
Panta Sen	0.04	0.06	0.03	0.05	0.03	0.04	0.04

Tabel 4. Tendințele ale mediilor minimelor termice lunare ale temperaturii aerului la Suceava (°C dec⁻¹) pentru intervalul 1961-2021

Medii ale minimelor	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D
Semnificația statistică	**	*	*		+	***	***	***	***	+		*
Panta Sen	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.04	0.02	0.01	0.05

Umezeala aerului

Reprezintă un element climatic de importanță deosebită pentru orice areal analizat. Cantitatea de vapori de apă care se găsește la un moment dat în atmosferă depinde în primul rând de originea maselor de aer. Pentru țara noastră, sursele umidității atmosferice sunt Oceanul Atlantic, Marea Mediterană și, de asemenea, Marea Neagră. De asemenea, alți factori care influențează cantitatea vaporilor de apă din atmosferă sunt gradul de continentalizare al maselor de aer, cantitatea de precipitații și frecvența acestora sau structura / tipologia suprafeței active. Cantități mai mici de vapori de apă sunt generate pentru spațiul geografic analizat prin evaporarea de pe suprafețele acvatice ale apelor curgătoare (Suceava, Șomuzul Mare, Șomuzul Mic) și a apelor stătătoare, precum și prin procesul de evapotranspirație.

Caracterizarea umidității aerului presupune analiza componentelor sale: tensiunea vaporilor de apă, umiditatea relativă și deficitul de saturație.

Tensiunea vaporilor de apă

Acest parametru reprezintă presiunea parțială a vaporilor de apă din presiunea generală a atmosferei. Depinde de intensitatea evaporației, temperatura aerului și a solului. Prezintă un mers diurn și anual care este influențat de variațiile temperaturii aerului.

Valoarea medie multianuală pentru perioada 1961 – 2021 este de 9,2 hPa, valoare ceva mai ridicată decât cea menționată de Tănăsă (2011) pentru perioada 1961 – 2010 – 8,3 hPa.

Valorile medii anuale variază în limite reduse, cu o valoare minimă de 8,7 hPa în anii 1994 și 1996 și o valoare maximă de 10 hPa, înregistrată în anul 2000 (figura 7).

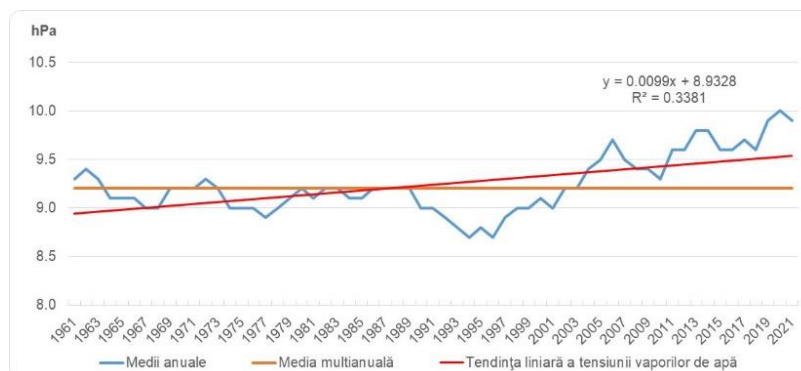


Figura 7. Variația mediilor anuale față de media multianuală a tensiunii vaporilor de apă la Suceava (1961-2021). Tendința liniară a tensiunii vaporilor în aceeași perioadă

Deficitul de saturație

Un alt parametru al umidității, deficitul de saturație, reprezintă diferența dintre tensiunea reală a vaporilor de apă și tensiunea maximă corespunzătoare temperaturii aerului în acel moment.

Deficitul de saturație ne indică condițiile de saturare ale aerului cu vapori de apă. Un aer uscat are valori mari ale deficitului de saturație, iar pentru saturare este nevoie de o cantitate mai mare de vapori de apă.

Media multianuală a deficitului de saturație este de 3,4 hPa, iar mersul interanual al mediilor anuale este direct proporțional cu cel al temperaturii aerului. Abaterile față de media

multianuală sunt cuprinse între un minim înregistrat în anul 1978 (2,1 hPa) și un maxim înregistrat în anul 1990 (5,7 hPa).

Umezeala relativă

Umezeala relativă a aerului reprezintă raportul procentual dintre tensiunea reală a vaporilor de apă din atmosferă și tensiunea maximă corespunzătoare temperaturii aerului în acel moment.

Acest parametru constituie un important indicator climatic, care permite, alături de temperatura aerului și viteza vântului, aprecierea valorică a evaporației apei din sol și intensitatea acesteia.

Umezeala relativă a aerului depinde, în stratul inferior al atmosferei, de gradul de umezire al suprafeței active și poate fi modificată, la nivel local de caracteristicile evapotranspirației.

Valoarea medie multianuală a umidității relative la Suceava este de 78 %, cu variații interanuale cuprinse între 65 % (1990) și 86 % (1978) (figura 8).

Regimul anual al umidității relative este prezintă valori minime zilnice ce se produc în ultima decadă a lunii aprilie și primele decade ale lunii mai, când cele mai multe valori sunt în intervalul 70 – 75 %, cu unele coborâri până la 68 %. Valorile zilnice cele mai mari sunt înregistrate în luna decembrie, pe tot parcursul acestei luni depășind frecvent 85 % (figura 9).

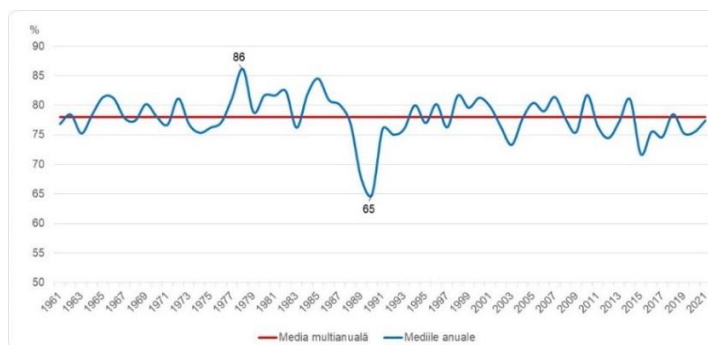


Figura 8. Mersul mediilor anuale ale umezelii relative (%) la Suceava (1961-2021)

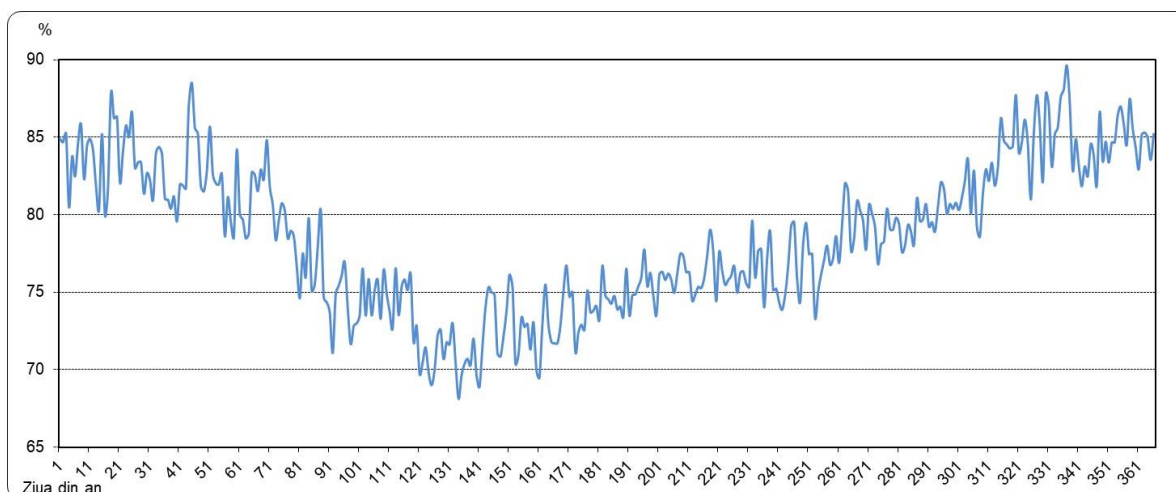


Figura 9. Mersul de la o zi la alta a valorilor umidității relative la Suceava (1961-2021)

Tendențele pe termen mediu (1961-2021) ale valorilor umidității sunt de scădere. Primăvara (cu o scădere de $-0.13 \text{ \% dec}^{-1}$, la un nivel de încredere de 99,9 %) și în lunile martie (cu o scădere de $-0.17 \text{ \% dec}^{-1}$, la un nivel de încredere de 99,9 %), respectiv aprilie (cu o scădere de $-0.13 \text{ \% dec}^{-1}$, la un nivel de încredere de 99,0 %) scăderea valorică a umidității este maximă. Scăderea este specifică și seriilor anuale, din sezonul cald și din lunile august – septembrie ale umezelii relative (tabel 5 și tabel 6).

Tabel 5. Tendințele ale mediilor umezelii relative (anuale, anotimpuale și sezoniere) la Suceava (% dec⁻¹) pentru intervalul 1961-2021

Umiditatea relativă – valori medii	Anual	I	P	V	T	Oct-Mar	Apr-Sep
Semnificația statistică	**		***				**
Panta Sen	-0.07	-0.04	-0.13	-0.05	-0.03	-0.04	-0.08

Tabel 6. Tendințele ale mediilor lunare ale umezelii relative la Suceava (% dec⁻¹) pentru intervalul 1961-2021

Umiditatea relativă – valori medii	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D
Semnificația statistică		+	***	**	+			*	*			
Panta Sen	-0.02	-0.07	-0.17	-0.13	-0.08	0.00	-0.04	-0.11	-0.10	0.00	0.00	0.00

Nebulozitatea

Elementele climatice sunt modificate de prezența norilor pe bolta cerească și de particularitățile acestora: dimensiunea, forma, durata de existență sau constituția. În același timp, norii constituie sursa precipitațiilor și intervin în bilanțul radiativ. Pe timpul zilei, norii reduc intensitatea radiației solare și durata acestuia, iar pe timpul nopții micșorează intensitatea radiației efective, determinând o moderare a pierderilor termo-calorice.

Valoarea medie multianuală (în perioada 1961 – 2021) a nebulozității aerului la Suceava a fost de 6,3 zecimi. Această valoare este apropiată de cele înregistrate la Botoșani – 6,2 zecimi (Vieru, 2012), Piatra Neamț – 6,2 (Apostol, 2004).

Față de valorile calculate pentru stațiile meteorologice din Podișul Sucevei, la Suceava și la Cotnari nebulozitatea are valorile multianuale cele mai ridicate – figura 10.

Mersul interanual al nebulozității totale s-a încadrat între un minim de 4,2 zecimi (calculat pentru anul 2018) și un maxim de 7,1 zecimi (valoare calculată pentru anul 1980). Astfel, amplitudinea multianuală a nebulozității la Suceava nu a depășit 2,9 zecimi.

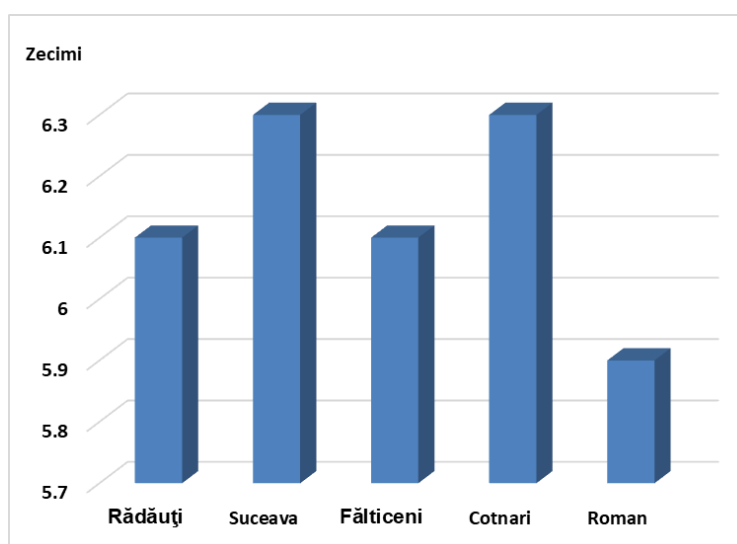


Figura 10. Mediile multianuale ale nebulozității aerului la stațiile din Podișul Sucevei (1961-2013)

Durata de strălucire a Soarelui

Repartiția teritorială și regimul anual al duratei de strălucire a Soarelui sunt determinate îndeosebi de deplasarea maselor de aer și de caracteristicile acestora, care definesc zilele cu diferite aspecte (cer senin, noros sau acoperit). De importanță în caracterizarea acestui element meteorologic sunt și factorii geografici locali, cum ar fi așezarea geografică, caracteristicile reliefului, existența pădurilor sau a suprafețelor acvatice etc.

Sumele anuale ale duratei de strălucire a Soarelui au variat în limite largi, între un minim de 1556,3 ore (1991) și un maxim de 2346,5 ore (2011).

Suma medie multianuală pentru perioada 1961 – 2021 este de 1924,0 ore (figura 11).

Anii în care valoarea nebulozității a fost mare au impus sume ale duratei de strălucire a Soarelui mai mici. De exemplu, anul în 1980 s-a înregistrat o valoare a nebulozității de 7,1 zecimi, care a impus o durată de strălucire a Soarelui de doar 1612,7

ore. Și în anul 1991, valoarea mare a nebulozității (6,8 zecimi) a determinat valoarea minimă a duratei de strălucire a Soarelui din intervalul de timp analizat: 1556,3 ore.

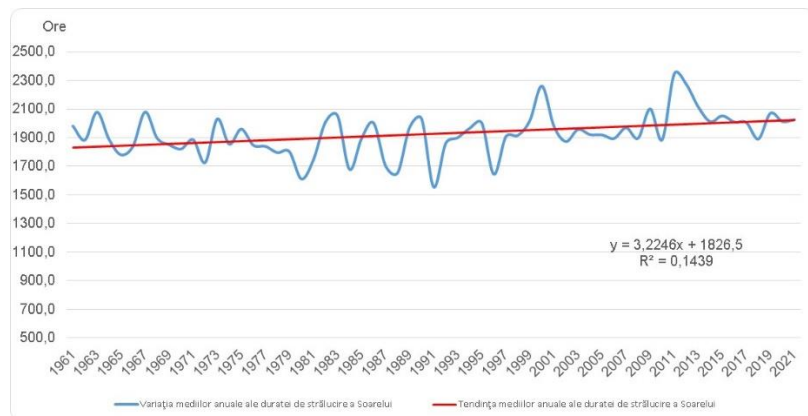


Figura 11. Variația multianuală a duratei de strălucire a Soarelui la Suceava (1961-2021)

Precipitațiile atmosferice

Un element climatic deosebit de important atât pentru matricea climatului a unei regiuni dar și pentru definirea importanței economice a acesteia îl reprezintă precipitațiile atmosferice. Caracteristicile precipitațiilor sunt în strânsă legătură cu cele higrice și de nebulozitate ale arealului la care facem referire.

Clima Sucevei și a inelului I de localități care înconjură municipiul este încadrată tipului temperat continental de tranziție, subsectorului situat la exteriorul arcului carpatic (Apostol, 2004). Această încadrare are la bază circulația predominant vestică și cantitatea anuală moderată de precipitații.

Din volumul mediu multianual cantitatea principală o reprezintă precipitațiile sub formă lichidă. Acestea sunt determinate de advecția maselor de aer umed care pătrund dinspre Oceanul Atlantic sau de procesele termo – convective care imprimă caracterul de averse al acestora.

Cantitățile anuale de precipitații

Cantitatea medie multianuală la Suceava, calculată pentru perioada 1961 – 2021 este de 617,1 mm/an.

Analiza mersului sumelor anuale de precipitații ne indică o variabilitate foarte mare a acestora (figura 12). Cea mai mare cantitate anuală de precipitații s-a înregistrat în anul 2008 (de 883,2 mm). La polul opus, în anul 1986 au căzut cele mai mici cantități de precipitații (doar 348,2 mm).

Comparând abaterile cantităților medii anuale față de media multianuală, observăm că predomină abaterile negative

(55,74 % din cazuri), în detrimentul abaterilor pozitive (44,26 %).

Anii în care cantitățile de precipitații au fost mult peste medie, considerați ani ploioși (peste 700 mm/an) au fost 1978, 1981, 1988, 1991, 1998, 2002, 2005, 2006, 2008, 2010, 2014, 2016, 2018, 2019 și 2020.

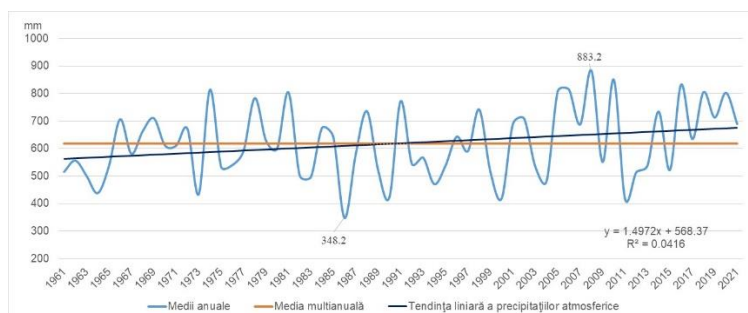


Figura 12. Variația multianuală a sumelor anuale de precipitații la Suceava (1961-2021)

Numeroase exemple pot fi date și în ceea ce privește anii cu precipitații reduse, sub 450 mm/an: 1964, 1973, 1986, 1990, 2000, 2011 și 2021.

Caracterul pluviometric al anilor departajați după criteriul Hellman este sintetizat astfel:

- anii considerați *excesiv de ploioși* sunt în număr mare (12 ani), având cea mai mare frecvență (20 %);

- a doua cea mai mare frecvență o au anii considerați *normali* din punct de vedere pluviometric (15 %);

- cu o frecvență destul de mare (13 %), urmează anii considerați *secetoși* și *foarte secetoși*;

- anii *secetoși* au o frecvență mai mare decât cea a anilor *ploioși*;

- excesele pluviometrice sunt scoase în evidență de frecvența mai mare a anilor *excesiv de ploioși* față de cei *excesiv de secetoși* (figura 13).

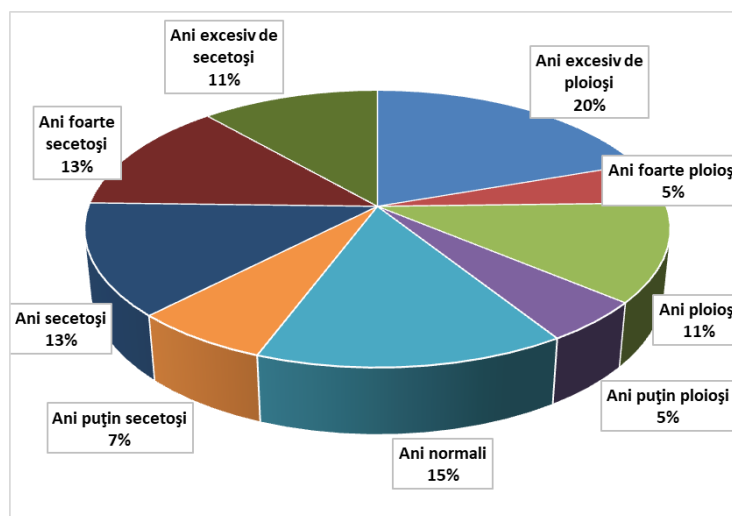


Figura 13. Caracterul pluviometric al anilor, departajați după criteriul Hellman, la Suceava (1961-2021)

Presiunea aerului și vântul Presiunea aerului.

Încălzirea inegală a suprafeței active, determină formarea unor zone în care presiunea atmosferică are valori diferite. Variația în timp și spațiu a acesteia determină deplasările maselor de aer dintr-o regiune în alta. Vânturile influențează distribuția și caracteristicile celorlalte elemente și fenomene climatice, determinând variațiile neperiodice ale acestora.

Factorii geografici, latitudinea sau perioada din an impun presiunii atmosferice variații periodice sau neperiodice.

Presiunea atmosferică la Suceava, pentru perioada 1961 - 2021 are o valoare medie de 1011 hPa. Valoarea medie anuală cea mai mare a fost înregistrată în anul 2011 (1013 hPa), iar cea mai mică în anul 2016 (1007 hPa) (figura 14).

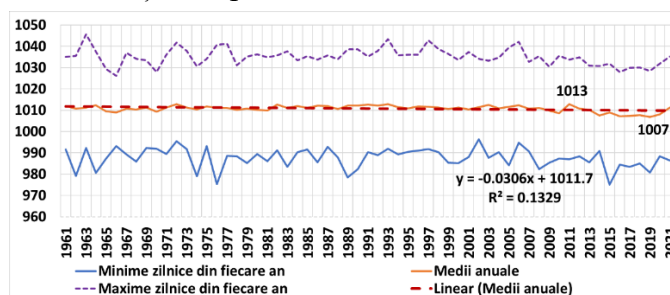


Figura 14. Regimul multianual al presiunii atmosferice la Suceava (1961-2021)

Mediile anuale mai mici ale presiunii atmosferice au fost determinate de o activitate ciclonică mai intensă sau de mediile termice mai ridicate, pe când cele mai mari au fost cauzate de regimul anticiclonic și de valori termice mai reduse.

Mișcarea aerului. Frecvența și viteza pe direcții a vântului

Circulația maselor de aer influențează în mod direct vântul, determinându-i atât direcția cât și viteza de manifestare. În plus, varietatea factorilor geografici locali, pot influența principalele sale caracteristici.

La rândul său, vântul intervine în caracteristicile celorlalte elemente și fenomene climatice: crește viteza de evaporare, accentuează fenomenele de uscăciune și secetă, intervine în modelarea grosimii stratului de zăpadă etc.

Direcțiile dominante ale direcției vânturilor sunt în concordanță cu dispunerea și deplasarea centrilor barici care dirijează masele de aer din această parte a țării, dar și cu caracteristicile reliefului, dintre care amintim orientarea interfluviilor și a văilor.

Pentru Suceava, dominante sunt vânturile din NV, urmate de cele din SE. Vânturile din NV se produc în special în prima parte a anului, iar cele din SE în perioada de vară – toamnă.

Roza anuală prezintă o alungire pe direcțiile dominante (NV – SE) și în același timp o comprimare pe direcțiile NE-SV (figura 15).

Calmul deține anual valori destul de ridicate (de peste 35 %). De menționat este faptul că, după punerea în funcțiune a stației automate, frecvența calmului a scăzut foarte mult, senzorii ultrasonici înregistrând practic aproape orice adiere a vântului.

Vânturile cu cea mai mare frecvență au și cea mai mare viteză.

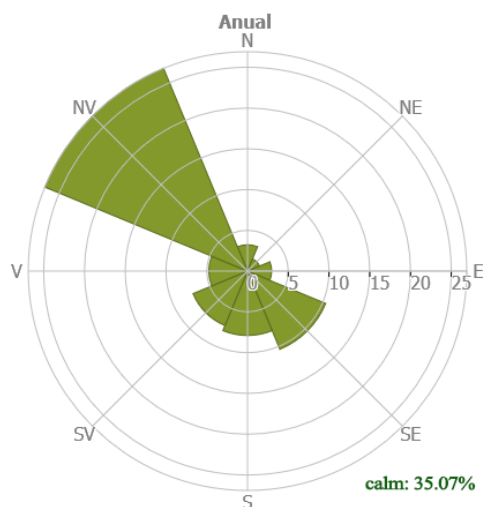


Figura 15 Frecvențele vântului pe direcții și a calmului (%) la Suceava (1961-2021)

Tabel 7. Frecvența anotimpuală (%) a vântului pe direcții, la Suceava (1961-2021)

Direcția	N	NE	E	SE	S	SV	V	NV
Iarna	2,8	1,4	2,4	4,3	3,7	3,4	3,7	5,4
Primăvara	3,8	3,0	3,1	5,2	4,0	3,4	4,2	5,2
Vara	3,8	2,4	2,6	4,0	3,1	2,8	3,3	4,7
Toamna	3,1	1,6	2,5	4,6	3,7	3,3	3,8	4,8

Astfel, pentru vânturile de NV, viteza medie ajunge la 5,0 m/s (tabel 7).

Particularitățile fenomenelor climatice

Fenomene climatice specifice sezonului cald

Grindina

Căderea precipitațiilor mixte, ce conțin și particule de gheață de diverse dimensiuni, este determinată de intensificarea pe verticală a unor procese termoconvective intense, cu formarea sistemelor noroase de tip Cumulonimbus.

Intensitatea și frecvența căderii grindinei este influențată de contrastul termic și baric dintre masele de aer, de instabilitatea lor sau de caracteristicile reliefului. Numărul anual de zile în care s-au înregistrat căderi de grindină a variat între 0 și 5, iar cele mai multe cazuri s-au produs în luna iulie, pe fondul valorilor termice ridicate.

Orajele

Cunoscute și sub denumirea de descărcări electrice, orajele se manifestă brusc, prin una sau mai multe descărcări electrice bruște, cu o manifestare optică (fulger) și una acustică (tunet). Apar ca urmare a unor mișcări convective puternice ale aerului, de natură termo-dinamică. Și aceste manifestări electrice sunt asociate norilor Cumulonimbus și sunt însoțite de precipitații abundente, sub formă de averse sau grindină.

Numărul mediu anual de zile cu oraje este la Suceava de 32,6, prezentând o mare variabilitate de la un an la altul.

Analiza pe anotimpuri ne indică faptul că în cea mai mare parte, fenomenele orajoase se produc pe timpul verii (70 %), iar primăvara doar 23 %. Iarna nu s-au semnalat fenomene orajoase, iar toamna s-au produs în doar 7 % din cazuri

Roua

Reprezintă un hidrometeor care constă din depunerea picăturilor de apă rezultate în urma condensării vaporilor de apă din atmosfera joasă, pe diverse suprafețe sau obiecte situate pe sol sau în apropierea acestuia.

Numărul mediu anual al nopților de rouă este de 85, cu o frecvență mai mare în luna august, roua lipsind în lunile decembrie, ianuarie și februarie, în aceste luni fiind înlocuită de brumă.

Fenomene climatice specifice sezonului rece

Bruma

Este un fenomen meteorologic specific sezonului rece, care presupune depunerea unui strat de gheață, cu diferite forme, îndeosebi în terenurile joase (unde este mai gros) dar și pe pante sau culmi (unde grosimea este mai mică).

Numărul mediu anual de nopți cu brumă este la Suceava de 33,1. În timp, numărul anual de nopți cu brumă a urcat la 60 de nopți - maxim înregistrat în anul 2007 și a coborât la un minim de 11 nopți consemnat în anul 1967.

Poleiul

Este prezent sub forma unei depuneri de gheață, în special pe suprafața solului sau a suprafeței active. Se produce prin înghețarea picăturilor fine de ploaie suprarăcite la atingerea unor obiecte sau a solului (care, de regulă au temperaturi ușor negative).

În perioada pe care am analizat-o, numărul mediu anual al zilelor în care s-a format polei a variat, de la ani în care nu s-a înregistrat acest fenomen (1961, 1962, 1989, 1992, 1999, 2000, 2019), la ani (2002) în care poleiul s-a produs într-un număr maxim de 18 zile .

Chiciura

Chiciura este un fenomen meteorologic care presupune formarea unei depuneri solide, formată prin cristalizarea particulelor lichide aflate în suspensie în aer la contactul cu corpurile solide și reci.

Atunci când temperatura coboară sub -15°C , pe fondul unui timp calm, se formează chiciura moale. Timpul cețos, în condiții de vânt și temperatură cuprinsă între -2°C și -7°C determină depunerea chiciurii tari.

Intervalul temporal de producere a acestui fenomen este noiembrie – martie, rareori producându-se în octombrie.

Burnița

Cunoscută și sub denumirea de „ploaie mocănească”, burnița este un fenomen hidrometeorologic ce se poate produce tot timpul anului, însă, cea mai bună perioadă de manifestare este sezonul rece. Cele mai prielnice zile pentru formarea burniței sunt la sfârșitul toamnei și începutul iernii. Numărul mediu anual de zile cu burniță la Suceava este de 9,4 cu un număr mai mare de zile în luna noiembrie (1,1 zile) și unul mai mic în lunile iunie - august (0,1 zile).

Lapovița

Favorizată de temperaturile care oscilează în jurul valorii de 0°C, lapovița este un fenomen meteorologic care presupune amestecul fulgilor de zăpadă cu picăturile de ploaie. În condițiile creșterii temperaturii, precipitațiile sub formă de ploaie devin dominante, iar în condițiile scăderii temperaturii, acestea se transformă în ninsoare. La Suceava, numărul mediu anual de zile cu lapoviță este de 7,8 .

Ceața

Ceața reprezintă un hidrometeor format din particule de apă și / sau cristale de gheață, care se află în suspensie în atmosferă.

La Suceava, numărul mediu anual al zilelor cu ceață este de 38,3, valoare ceva mai ridicată decât la Botoșani – 37,4 zile (*Vieru, 2010*) sau la Cotnari – 36,6 zile (*Nistor, 2014*)

Ninsoarea și stratul de zăpadă

În lunile de iarnă când valorile termice sunt negative, apare posibilitatea formării stratului de zăpadă, ca urmare a acumulării în urma precipitațiilor sub formă de ninsoare.

Numărul mediu anual al zilelor cu ninsoare este de 45,6, însă au fost ani în care numărul a fost mult mai mare, ca de exemplu 1981 (71 de zile), dar și ani cu zile mai puține – 2016 cu doar 24 de zile cu ninsoare.

În cursul unui an, cel mai mare număr de zile cu ninsoare este specific celei mai reci luni din an, respectiv ianuarie (10,9). Apoi urmează o scădere ca număr a acestor zile, până în luna martie, uneori chiar iunie, pentru ca în perioada iunie – septembrie să nu se mai înregistreze zile cu ninsoare. Ele reapar în luna octombrie și cresc numeric până în luna ianuarie.

Viscolul

Un alt fenomen specific sezonului rece este viscolul, care poate fi definit ca transportul zăpezii deasupra solului de către un vânt de puternic. Viscolul poate fi însoțit și de ninsoare, iar această situație poartă numele de viscolul cu ninsoare. În situația în care zăpada este puternic viscolită, atât la suprafața solului cât și la înălțime, fenomenul este de viscolul general.

Numărul mediu de zile cu viscol în timpul unui an este de 3,0, cu o frecvență mai mare în lunile ianuarie și februarie, iar cel al zilelor cu transport de zăpadă la sol de 10,7.

Toate aceste caracteristici întregesc un tablou climatic cu particularitățile specifice poziționării geografice. Factorii climatogenetici locali, individualizează la scara AMSv elementele climatice.

Capitolul V. Particularitățile elementelor și fenomenelor climatice în AMSv

Temperatura la nivelul AMSv

Pentru analiza regimului și distribuției temperaturii în arealul metropolitan Suceava, am utilizat datele orare de la 27 senzori termohigrometrici, la care am adăugat datele de la Stația Meteorologică Suceava (SMS) și cele de la stațiile de monitorizare a calității aerului din rețeaua APM, respectiv SV1 și SV2.

Media anuală a temperaturii aerului calculată pe baza datelor înregistrate de senzorii termici din aria metropolitană, diferă de cea de la Stația Meteorologică, diferența medie fiind de + 0,3°C, acest aspect indicând un ușor plus termo-caloric pentru întreg ansamblul ariei metropolitane. Însă ecartul termic dintre fiecare senzor și valorile determinate la Stația Meteorologică a fost cuprins între - 0,4°C și +1,3°C (figura 16).

Spațial, valorile medii ale temperaturii aerului pentru perioada 2019 – 2021 în AMSv sunt reprezentate în figura 17.

Valorile medii ale temperaturii aerului, în perioada menționată, au variat între 9,7°C la SIL și 11,2°C la BSO (figura 18).

Anotimpual, valorile medii ale temperaturii sunt mai ridicate în toate anotimpurile la punctele de observații amplasate în cartiere urbane și mai scăzute în punctele amplasate în păduri (figura 19).

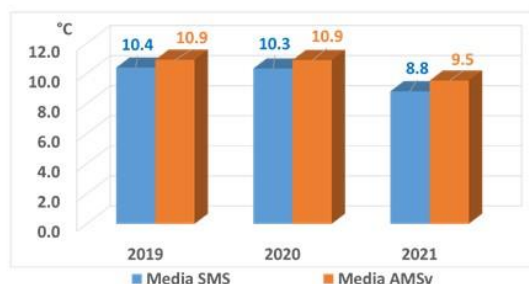


Figura 16. Regimul interanual al temperaturii aerului la SMS și la celelalte stații din cadrul AMSv mediate împreună (2019-2021)

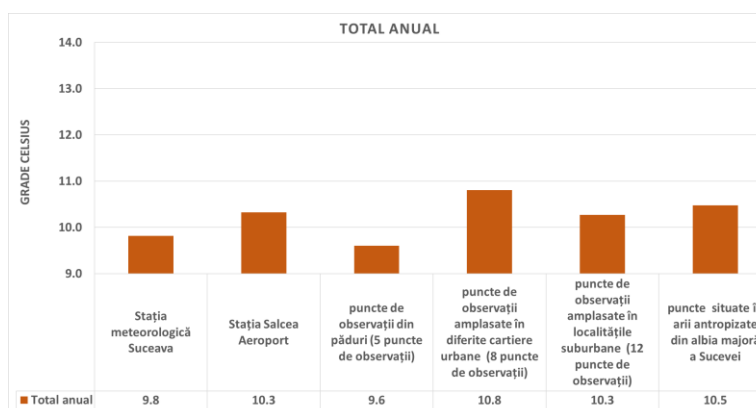


Figura 17 Distribuția spațială a mediilor temperaturii aerului pe stații și grupări de stații în AMSv pentru întreaga perioadă 2019-2021

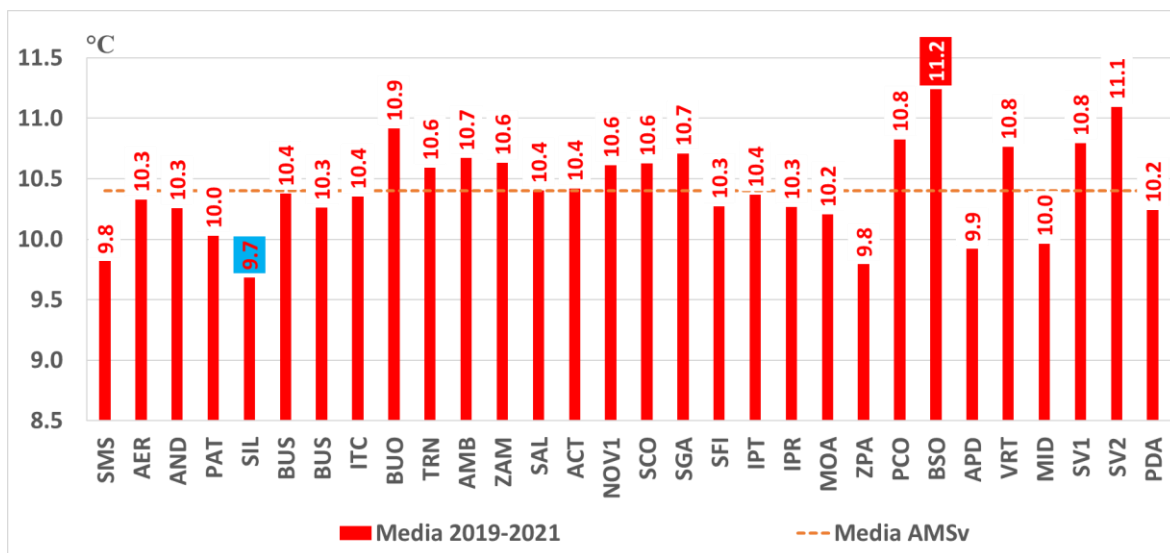


Figura 18. Distribuția spațială a mediilor temperaturii aerului pe posturi și stații meteorologice în AMSv pentru întreaga perioadă 2019-2021

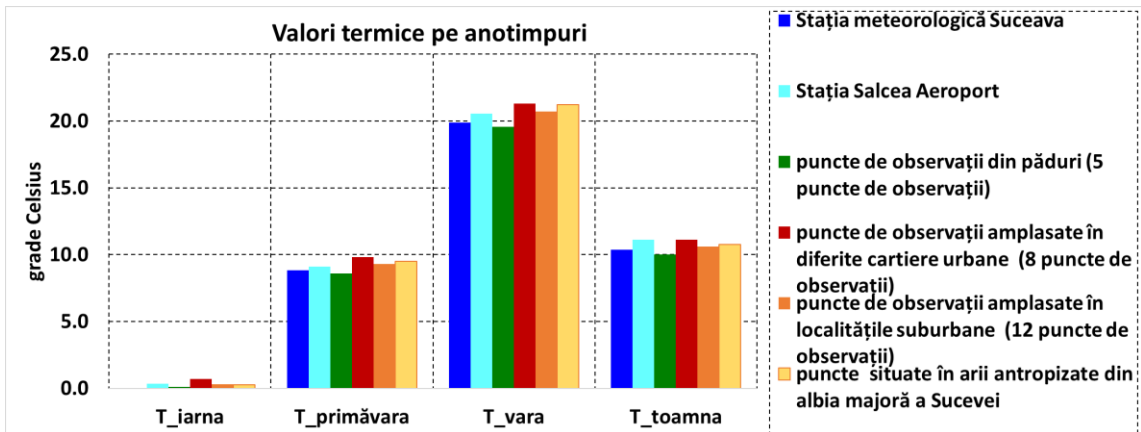


Figura 19. Regimul anual al mediilor temperaturii anotimpuale a aerului pe stații și grupări de stații în AMSv pentru întreaga perioadă 2019-2021

Valorile lunare ale temperaturii prezintă un traseu relativ omogen, cu mici diferențieri (figura 20)

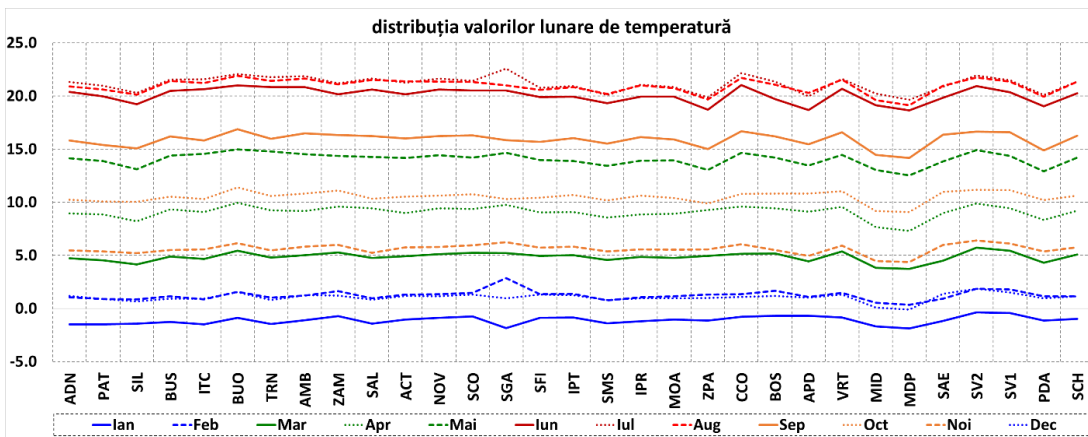


Figura 20. Regimul termic anual și distribuția mediilor lunare ale temperaturii aerului pe posturi și stații meteorologice în AMSv pentru întreaga perioadă 2019-2021

Variațiile diurne ale temperaturii aerului în AMSv sunt mai evidente în timpul orelor amiezii și mai estompate pe timpul nopții (figura 21).

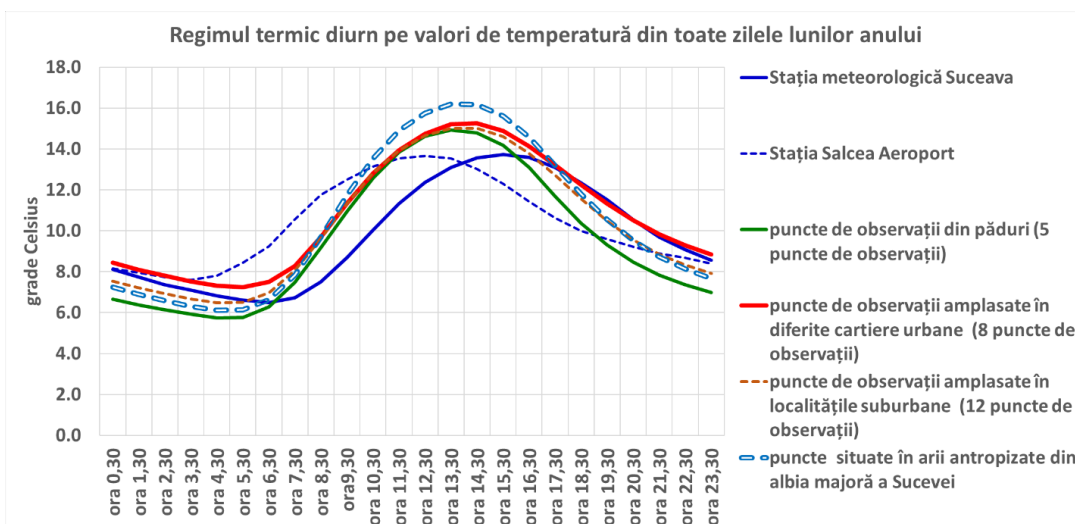
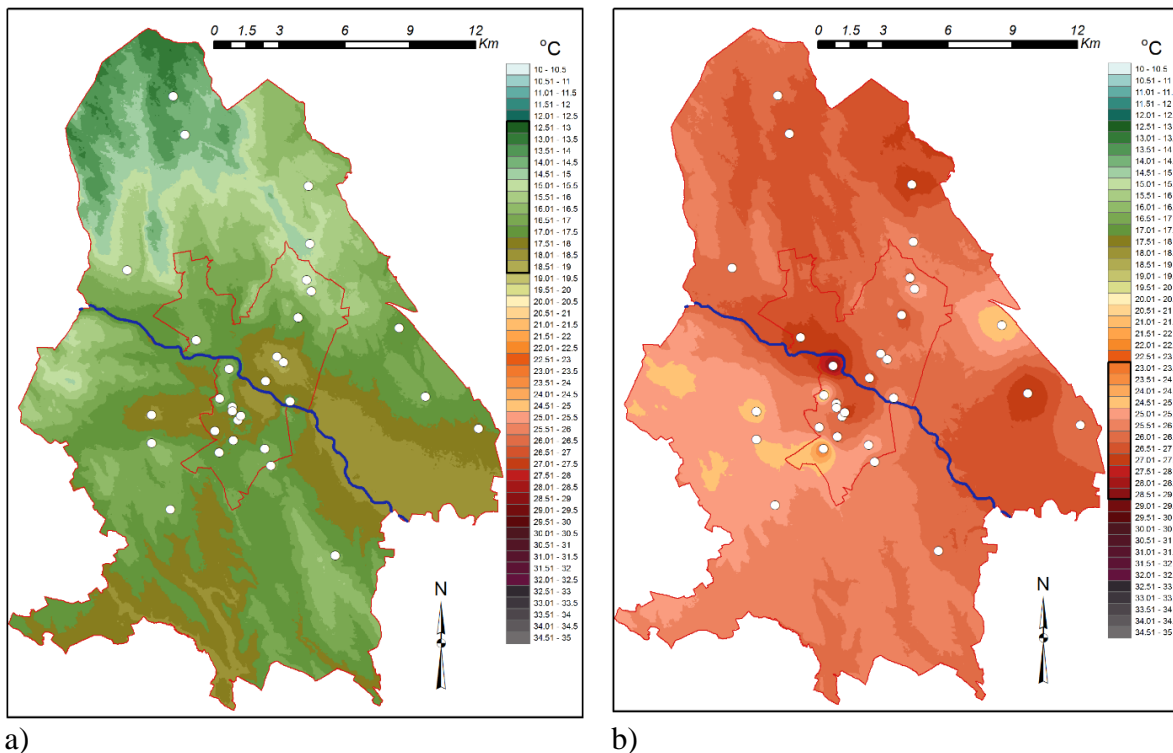


Figura 21 Regimul diurn al mediilor orare ale temperaturii aerului pe stații și grupări de stații meteorologice în AMSv pentru întreaga perioadă 2019-2021



a) b)
 Figura 22. Harta distribuției valorilor temperaturii aerului la ora 0,30 (a) respectiv la ora 12,30 (b) pe timpul verii în AMSv, pentru intervalul 2019 – 2021

Repartiția spațială a valorilor orare ale temperaturii aerului ne indică mult mai evident diferențierile termice dintre suprafețele antropice și cele în care predomină elementele naturale ale mediului. Conturarea arealelor cu valori ale temperaturilor orare mai ridicate în interiorul orașului este mult mai bine reprezentată pe timpul verii, în cazul repartiției la ora 0,30 (figura 22 a), respectiv la ora 12,30 (figura 22 b).

Variația valorilor temperaturii aerului în AMSv. Studii de caz – MeteoTracker

Un alt mod de a evidenția variația acestor valori în interiorul AMSv a fost utilizarea produsului MeteoTracker. În acest sens, au fost efectuate 4 trasee, în lunile februarie, martie, iunie și iulie, pentru a surprinde variabilitatea termică în AMSv.

Realizat în cursul dimineții din ziua de 02.03.2023, în decurs de 58 de minute, traseul 1 a surprins o mare variație termică, generată de caracteristicile arealelor traversate. Temperatura minimă a fost de $-19,2^{\circ}\text{C}$, iar cea maximă de $-6,8^{\circ}\text{C}$, rezultând o amplitudine termică a dimineții în AMSv de $12,4^{\circ}\text{C}$ (figura 23).

Un alt traseu, efectuat de această dată în timpul după amiezii zilei de 25.07.2023. Diferențele termice au fost mai mici, înregistrându-se o valoare minimă de $32,1^{\circ}\text{C}$ și una maximă de $37,1^{\circ}\text{C}$. Distribuția valorilor de temperatură a scos în evidență superioritatea termică a arealelor puternic antropizate din cartierele localizate în centrul orașului și în cele comerciale din albia majoră a Sucevei (figura 24).

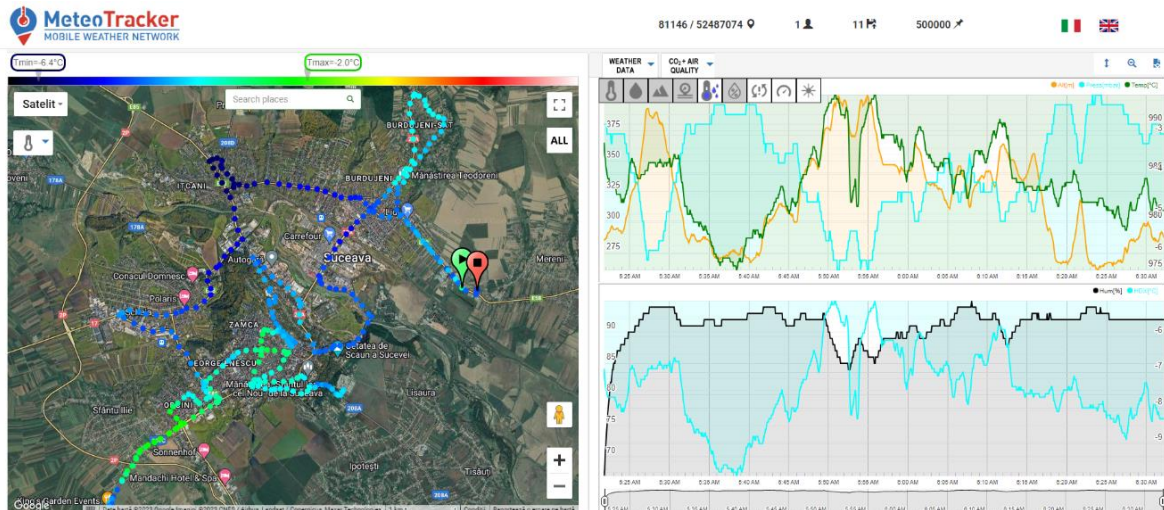


Figura 23. Traseul MeteoTracker din 10.02.2023

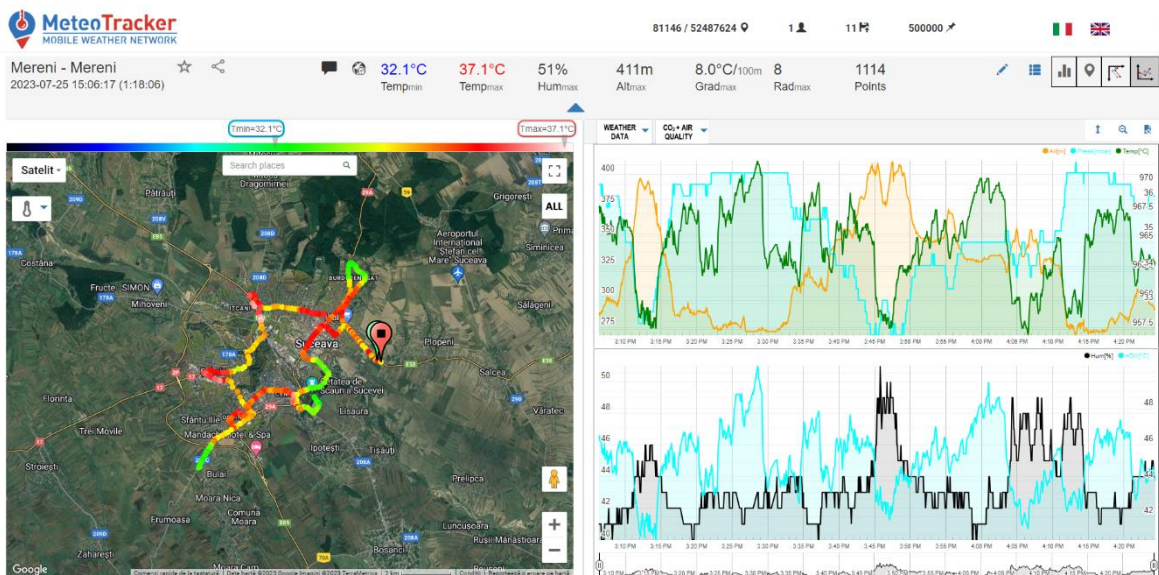


Figura 24. Traseul MeteoTracker din 10.02.2023

Valorile ridicate ale temperaturii aerului corespund suprafețelor cu altitudini mai reduse și invers, însă suprapunerea ariilor puternic antropizate cu cele joase altitudinal determină o amplificare a încălzirii aerului din imediata apropiere a suprafeței active.

Umiditatea relativă la nivelul AMSv

Valorile multianuale ale umidității aerului în aria metropolitană Suceava, calculate pentru posturile meteorologice au fost în toți cei trei ani de monitorizare mai mari decât valorile calculate pentru stația meteorologică Suceava. Media multianuală pentru aria metropolitană Suceava în perioada 2019 – 2021 a avut valoarea de 74,5%, în timp valoarea calculată pentru stația meteorologică Suceava a fost mai redusă, de 73,9%.

Raportat pentru fiecare an de monitorizare, valorile medii anuale au fost mai mari în aria metropolitană decât cele de la stația meteorologică în fiecare din cei trei ani (figura 25).

Valoarea anuală cea mai mare a fost calculată pentru anul 2021, fiind de 75,6%, mai mare cu aproape un procent față de stația meteorologică (+0,8%).

Distribuția spațială a valorilor umezelii relative a aerului pe stații și posturi meteorologice indică valori mai scăzute pentru posturile amplasate în diferite cartiere urbane (73,1%) față

de cele situate în păduri (75,9%). Evapotranspirația mai intensă, specifică pădurilor a determinat această valoare mai ridicată față de celelalte posturi și stații meteorologice.

Cele mai reduse valori au fost calculate pentru punctele de observații care au fost amplasate în areale cu diferite grade de urbanizare, cum ar fi cele amplasate în diferite cartiere urbane (73,1%), în ariile antropizate din albia Sucevei (73,4%) sau cele amplasate în localitățile suburbane (73,6%).

Pentru stația meteorologică Suceava, valoarea medie multianuală este intermediară situațiilor prezentate anterior, poziționarea acesteia în apropierea ariei urbane, dar și a suprafețelor agricole învecinate determinând producerea acestor valori medii (figura 26).

Repartiția spațială a valorilor medii multianuale ale umezelii relative calculate pentru intervalul 2019 – 2021, scoate în evidență influența majoră a vegetației de pădure în conturarea valorilor maxime. Astfel, valorile maxime sunt specifice arealelor de pădure, dar și celor utilizate intens în agricultură.

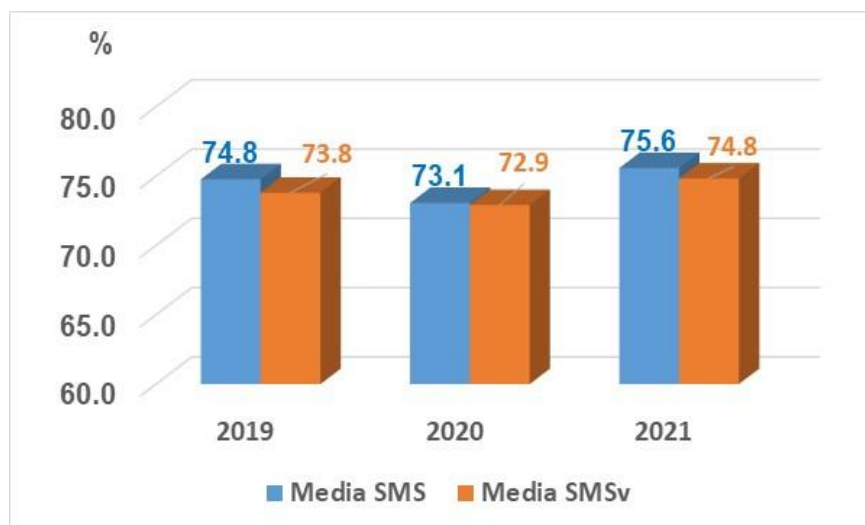


Figura 26. Regimul interanual al umidității aerului la SMS și la celelalte stații/posturi meteorologice din cadrul AMSv mediate împreună (2019-2021)

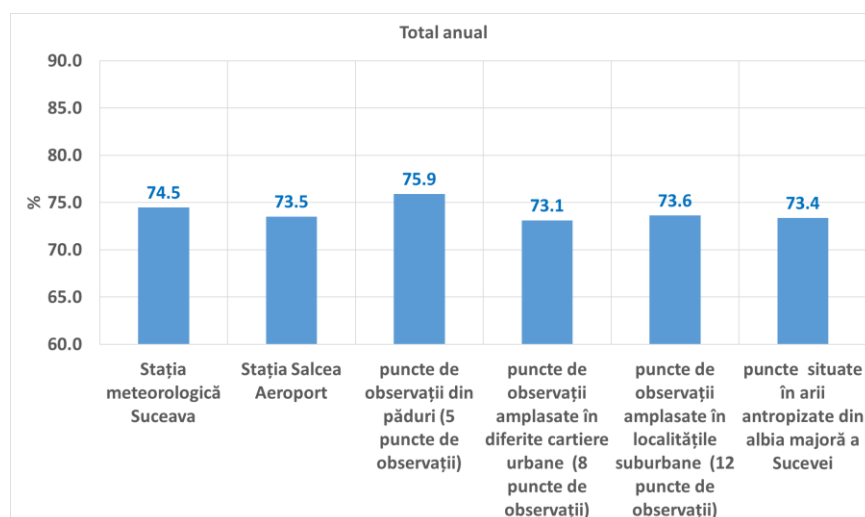


Figura 27 Distribuția spațială a mediilor umezelii relative a aerului pe stații și grupări de stații în AMSv pentru întreaga perioadă 2019-2021

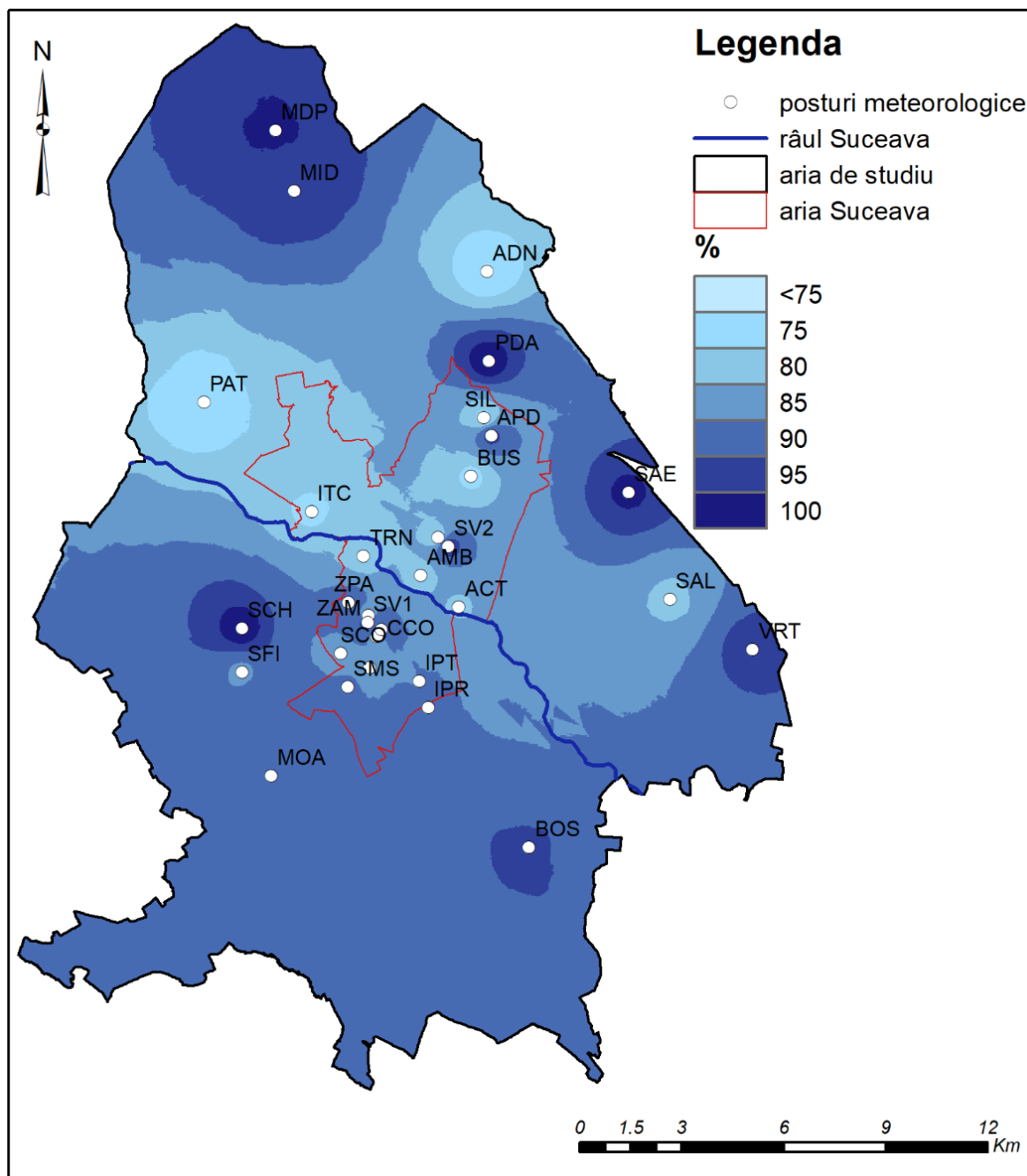


Figura 27. Harta valorilor medii ale umezelii relative în AMSv (2019-2021)

La polul opus, cele mai scăzute valori caracterizează arealele antropizate, îndeosebi cele din albia majoră a Sucevei sau din aria centrală a municipiului (figura 27).

Variația diurnă a valorilor umidității relative ilustrează atât influența factorilor generali, cât și a celor locali, care determină oscilații importante în cursul zilei.

În timpul zilelor de vară, mersul diurn al valorilor umidității prezintă inflexiuni mai evidente, cu un maxim de dimineață, produs la ora 6,30 și un minim produs după – amiază, la ora 14,30. Stația meteorologică a aeroportului Suceava indică o decalare a producerii minimumului de dimineață cu 2 ore mai devreme și a maximumului de după amiază cu o oră (figura 28). La stația meteorologică Suceava, decalajul este de numai o oră, aceste momente producându-se în devans față punctele de observații urbane.

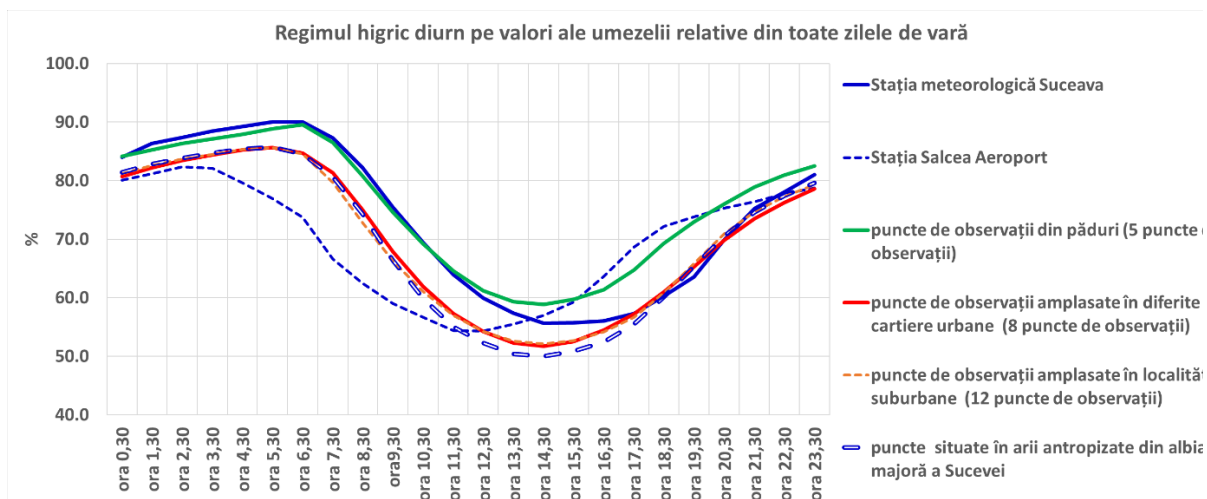


Figura 28 Regimul diurn al mediilor orare ale umezelii relative a aerului pe stații și grupări de stații meteorologice în AMSv pentru perioada verii (2019-2021)

Diferențele de umiditate dintre cartierele urbane și SMS sunt negative aproape pe tot parcursul zilei, cu excepția orelor 18,30 – 19,30. Aceste diferențe arată mai pregnant caracterul mai uscat din interiorul orașului, determinat de o temperatură a aerului mai ridicată în acest areal, de caracterul suprafeței active ce determină lipsa surselor care să asigure aportul de vapori de apă.

Precipitațiile atmosferice

Fiind un teritoriu restrâns, variațiile cantităților de precipitații căzute în AMSv variază în limite reduse, fiind mai mari cantitativ la SV1 și mai reduse la SMS (figura 29 și figura 30).

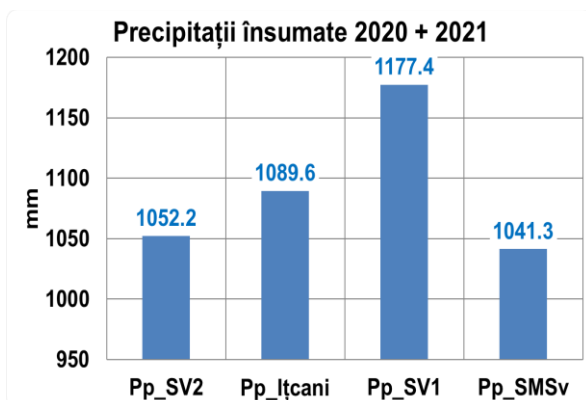


Figura 29 Cantitățile anuale de precipitații cumulate pentru anii 2020 și 2021 de la SMS, SV1, SV2 și Îțcani

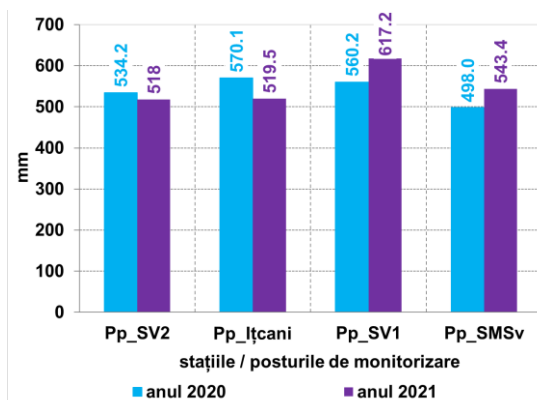


Figura 30. Cantitățile anuale de precipitații de la SMS, SV1, SV2 și Îțcani pentru anii 2020-2021

Diferențele dintre sumele cantităților de precipitații sunt reduse, îndeosebi dacă ne referim la posturile din interiorul orașului.

O analiză asupra originii precipitațiilor atmosferice care au căzut la Suceava în intervalul 2019-2021 a fost realizată utilizând *Hysplit Trajectories*, un model realizat de *Air Resources Lab*, în cadrul *National Oceanic and Atmospheric Administration* din SUA.

Pentru perioada 2019-2021, au fost descărcate traiectoriile precipitațiilor căzute la Suceava pe 3 niveluri de înălțime: 500m, 1500m și 3000m. După centralizarea acestora, s-a realizat densitatea traiectoriilor precipitațiilor, pentru cele trei niveluri, înregistrate în lunile ianuarie (figura 31), februarie, mai și iunie.

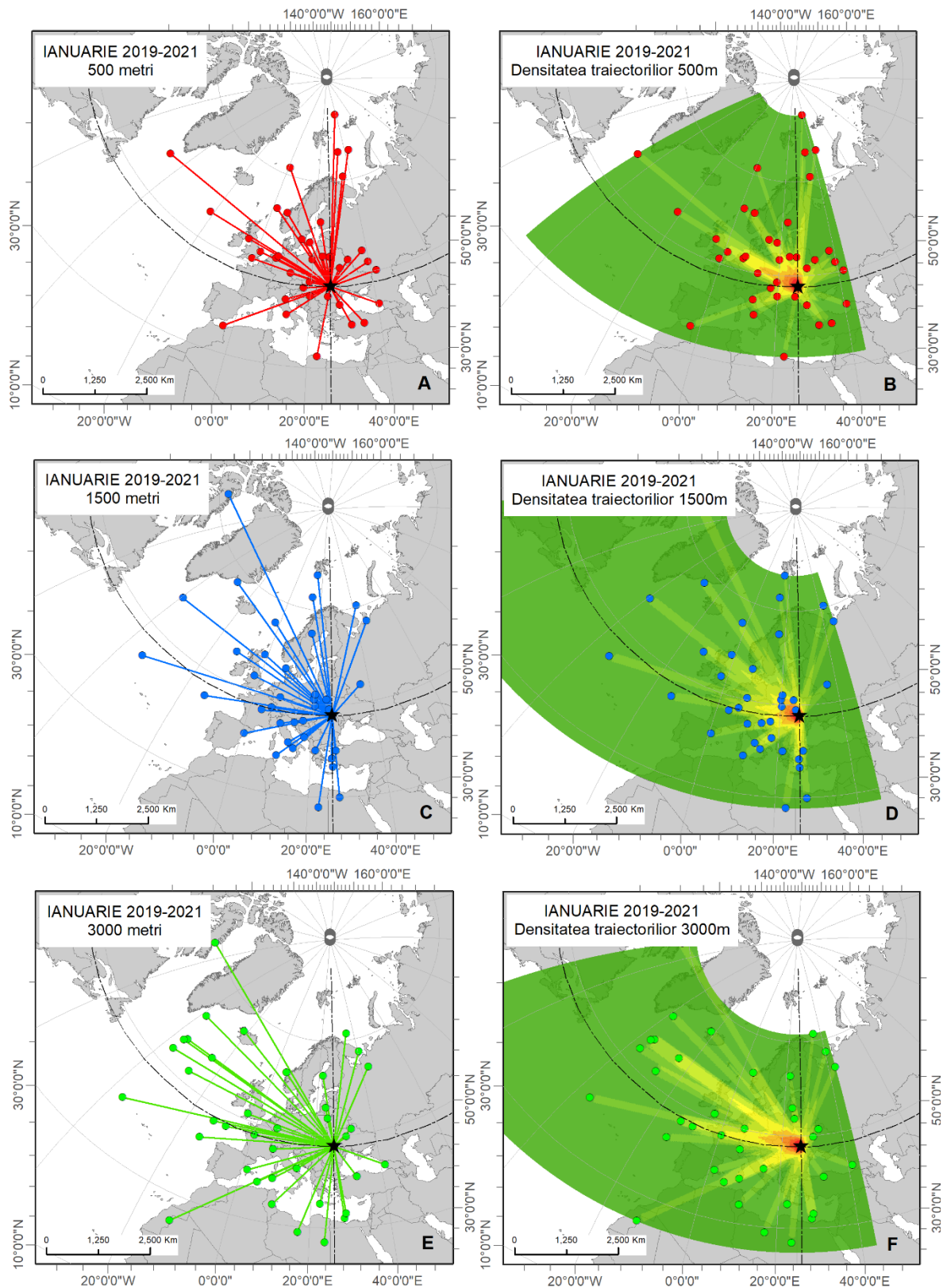


Figura 31. Traiectoriile și densitatea precipitațiilor din luna ianuarie, pentru niveluri de înălțime de 500, 1500, și 3000m, înregistrate în AMSv (2019-2021)

Vântul.

Analiza frecvenței vântului pe direcții, ne indică rolul pe care îl are orașul asupra vântului (figura 32).

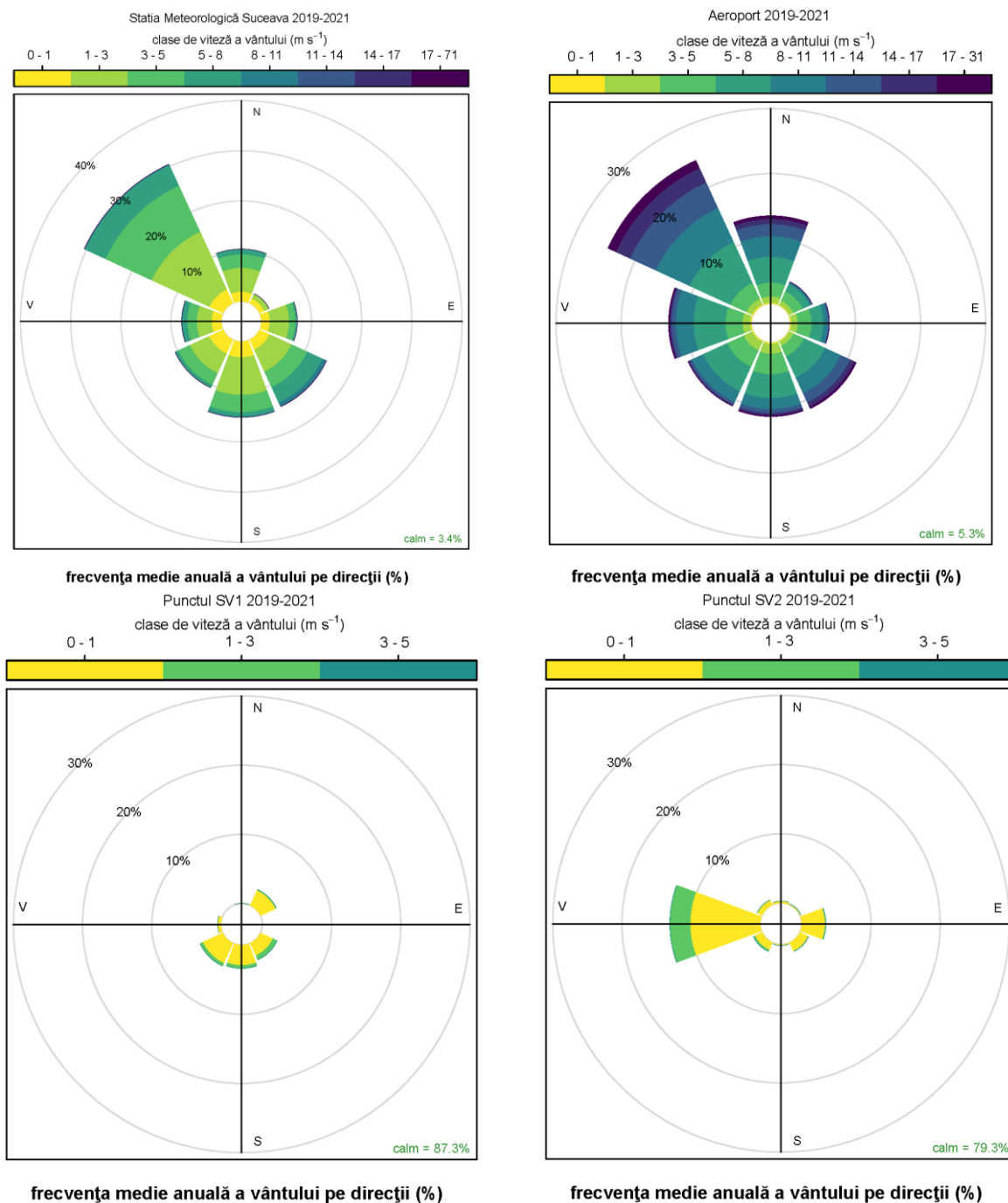


Figura 32 Frecvența medie anuală a vântului pe direcții la stațiile din AMSv (2019-2021)

Dacă la stațiile aflate în afara orașului (SMS și Aeroport), frecvențele dominante sunt cele dinspre NV, la stațiile SV1 și SV2, frecvențele pe aceste direcții aproape că lipsesc.

Influența orașului este și mai vizibilă în cazul vitezei vântului, care are valorile cele mai reduse la punctele din interiorul orașului.

Aeroionizarea la nivelul AMSv

Pe lângă caracteristicile prezentate până acum, aerul din vecinătatea scoarței terestre poate fi analizat și prin prisma proprietăților fizice, dintre care ne-am focusat atenția supra gradului de ionizare.

Aeroionizarea aerului intervine asupra gradului de calitate a aerului pe care îl respirăm și implicit asupra sănătății și vieții oamenilor.

Media anuală a valorilor n- în punctele de monitorizare din AMSv în anul 2022 a fost de 379,5 ioni/cm³. Ecartul valoric al mediilor n- din aerul AMSv nu a fost unul foarte mare, fiind cuprins între 270,9 ioni/cm³ (înregistrat la punctul 32 de la Școala Gimnazială nr. 4) și 550,3 ioni/cm³ (înregistrat la punctul 17, în localitatea Ipotești). Diferențele valorice pot fi explicate mai ales de caracteristicile geografic-urbanistice ale celor două puncte de monitorizare. În cazul primului punct, 32, (Școala 4 din cartierul George Enescu), gradul mai ridicat de urbanizare explică valorile reduse ale n-: locuințe colective cu regim de înălțime mare, predominarea suprafețelor asfaltate și betonate, lipsa unei ventilații naturale a aerului și o vegetație sărăcăcioasă, reprezentată de mici suprafețe cu iarbă și arbori ornamentali. Valorile cele mai mari, din punctul 17 (marginea localității Ipotești), au fost înregistrate în condiții total diferite, într-o localitate suburbană, cu o largă deschidere către S și V spre terenurile agricole și cu o dinamică a aerului accentuată (figura 33).

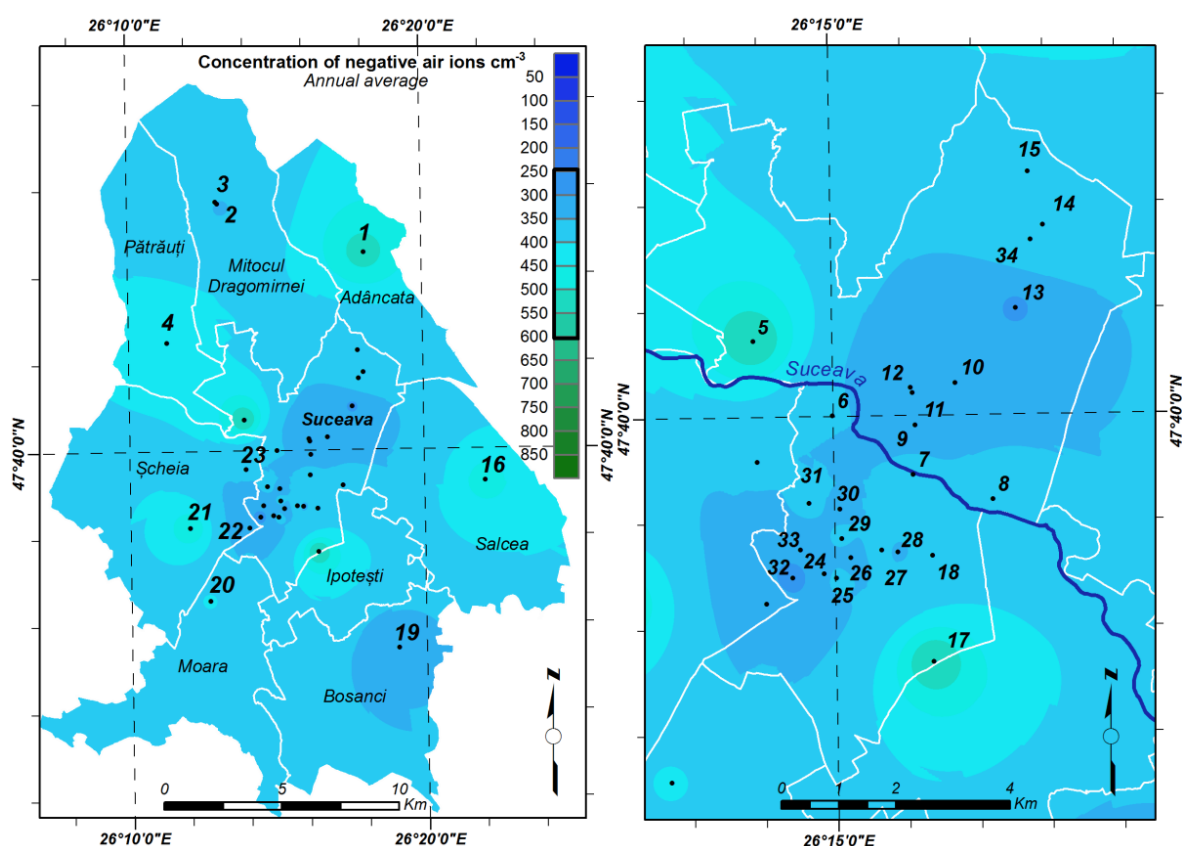


Figura 33. Repartiția teritorială a numărului mediu de n-/cm³ din atmosfera AMSv pe baza determinărilor efectuate în cele 12 zile din lunile ianuarie, martie, iulie și noiembrie 2022 (Prisăcariu și colab., 2023)

Valoarea medie anuală a nivelului n+ în punctele de monitorizare din AMSv a fost de 576,6 ioni/cm³, cu o valoare minimă de 424,6 ioni/cm³ (calculată pentru punctul 28 – intersecția McDonald's) și una maximă de 780,5 ioni/cm³ (în cazul punctului 17 – localitatea Ipotești). Analiza repartiției teritoriale a nivelurilor n+ în AMSv ne arată valori mai ridicate: 1) în interiorul ariei cercetate din jurul gării Burdujeni până spre strada 6 Noiembrie și cartierul Zamca – cartiere urbane cu case pe un nivel, blocuri mici și vegetație bogată și 2) spre exteriorul ariei studiate, în localitățile suburbane și cele cu dominanța peisajelor naturale (ca de exemplu punctele 1 – Adâncata, 4 Pătrăuți, 16 - Salcea, 20 - Moara sau 21 – Sfântu Ilie). Un alt element care determină aceste valori mai mari spre exterior, este circulația aerului, cu o dinamică mai activă, favorizată și de lipsa clădirilor înalte.

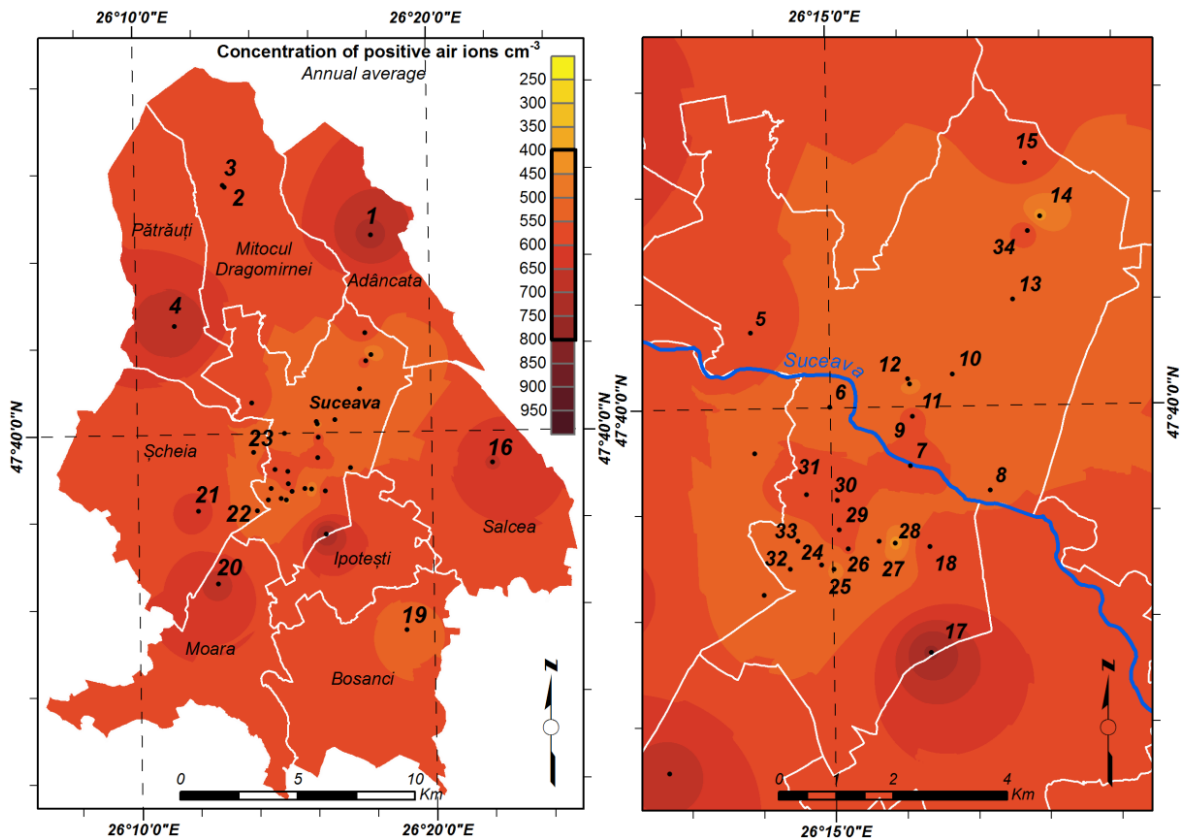


Figura 34. Repartiția teritorială a numărului mediu de n^+/cm^3 din atmosfera AMSv pe baza determinărilor efectuate în cele 12 zile din lunile ianuarie, martie, iulie și noiembrie 2022 (Prisăcariu și colab., 2023)

La polul opus, valorile cele mai mici de n^+ au fost înregistrate în puncte aglomerate din AMSv (sensul giratoriu și stația de autobuz de la McDonald's), platforma industrială, cartierul Burdujeni puternic urbanizat, cu clădiri înalte, artere stradale foarte circulante și complexe comerciale care ocupă suprafețe considerabile etc., cu poluare mai puternică și vegetație rară (figura 34).

Poluarea aerului.

Poluarea aerului în AMSv a fost analizată pe baza datelor provenite de la stațiile de monitorizare a calității aerului de la SV1 și SV2. Cu toate că analiza topoclimatică s-a axat în cazul elementelor meteorologice pentru perioada 2019-2021, pentru poluanții atmosferici aceasta a fost extinsă pentru întreaga perioadă de monitorizare, respectiv 2009-2021.

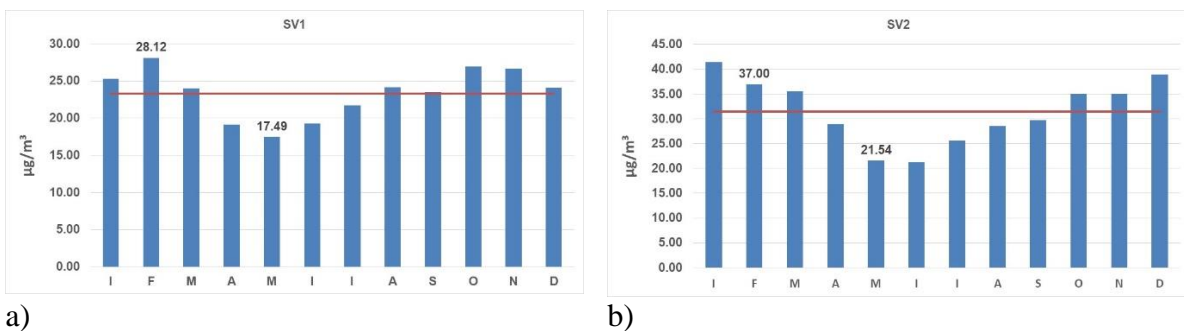


Figura 35. Variația anuală a valorilor medii lunare ale PM10 la stațiile de monitorizare a calității aerului SV1 (a) și SV2 (b) la Suceava, în perioada 2009-2021.

Au fost analizați 5 parametri chimici, respectiv PM10, NO₂, SO₂, CO și O₃. Pe fondul restrângerii activităților industriale după 1989, emanațiile poluanților atmosferici au fost reduse, determinând evaluarea calității aerului pentru toți parametri cu indici de calitate excelentă în majoritatea orelor de monitorizare. Puținele depășiri ale pragurilor valorilor limită au fost caracteristice pentru PM10 și au fost determinate de producerea inversiunilor termice sau a fenomenului de ceață (figura 35 a și b).

CAPITOLUL VI. REGIONAREA TOPOCLIMATICĂ ȘI MICROCLIMATICĂ A TERITORIULUI AMSV

Pentru caracterizarea peisajelor urbane, Stewart I.D. și Oke T.R. au propus noi standarde care să țină cont de acoperirea terenurilor la nivel de microscară și de proprietățile fizice ale acestora, denumite LCZ (*Local climate zone – zone climatice locale*). Zonele climatice locale presupun un sistem prin care suprafața activă este clasificată în 17 clase, în cadrul cărora 10 clase sunt specifice mediului urban (Demuzere și colab., 2021). Aceste clase pot fi definite ca suprafețe cu acoperire uniformă, cu structură, materiale și activități umane care sunt specifice pentru suprafețe de mărimi ce pot varia de la sute de metri pătrați la kilometri pătrați (Stewart și Oke, 2012).

Harta LCZ-urilor din AMSv a fost generată cu următoarele caracteristici de acuratețe (acuratețea maximă fiind 1):

OA: 0,83
 OA_u: 0,75
 OA_{bu}: 0,97
 OA_w: 0,96

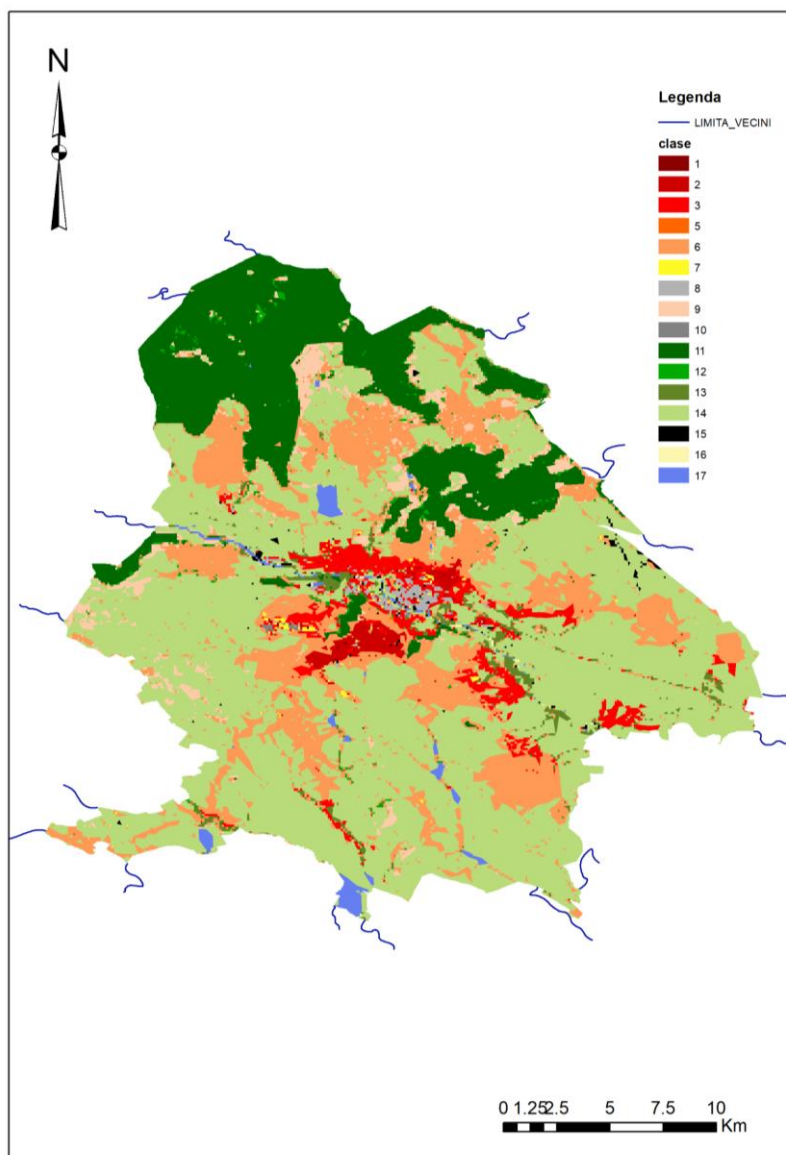


Figura 37. Zonele climatice locale din AMSv

Concluzii

Ca urmare a poziției sale geografice și a modului în care interacționează factorii radiativi, fizico-geografici, dinamici și antropici, pentru intervalul analizat (1961-2021), aria metropolitană a municipiului Suceava prezintă o serie de caracteristici proprii, care introduc modificări în valorile principalelor elemente și fenomene climatice

Diferențierile termice și ale umidității identificate în aria metropolitană a municipiului Suceava sunt influențate de particularitățile unei suprafețe active foarte heterogenă și modificată antropic. Acest fapt determină și diferențieri în ceea ce privește alte fenomene și procese strâns legate de radiația solară: reflexia, absorbția, supraîncălzirea sau suprarăcirea suprafețelor. Relieful și regimul de înălțime al construcțiilor influențează și dinamica aerului, în unele cazuri favorizând stagnarea aerului sau dimpotrivă, dinamizarea acestuia. Aceste aspecte au determinat diferențieri în ceea ce privește valorile temperaturii și umidității față de valorile înregistrate standard, la Stația Meteorologică.

Temperatura medie anuală, calculată pentru perioada 1961 – 2021 la Suceava este de 8,1°C. Față de valoarea medie, variațiile valorilor temperaturii medii anuale au fost între -1,9°C (1980) și +2,4°C (2015). Temperatura medie anuală cea mai ridicată din intervalul la care facem referire este de 10,5°C și s-a înregistrat în anul 2015, iar cea mai scăzută temperatură medie anuală a fost de 6,2°C, înregistrată în anul 1980. Anotimpual, *iarna* este caracterizată printr-o valoare medie multianuală a temperaturii aerului de -2,4°C. *Primăvara*, cea mai mare valoare a primăverii a fost în anul 2007 (10,5°C), iar cea mai mică s-a înregistrat în anul 1980 (4,7°C). *Vara*, valoarea medie multianuală a temperaturii este de 18,3°C. *Toamna*, valoarea medie ale temperaturii aerului este apropiată de cea a primăverii, fiind de 8,6°C. Extremele valorilor temperaturii în perioada analizată sunt de -29,8°C, la data de 28.12.1996. respectiv de 38,6°C, la 17 august 1952.

Tensiunea vaporilor de apă are valoarea medie multianuală pentru perioada 1961 – 2021 este de 9,2 hPa, iar valoarea medie multianuală a deficitului de saturație este de 3,4 hPa. În ceea ce privește umiditatea relativă, valoarea medie multianuală la Suceava, pentru perioada analizată este de 78%.

Referitor la nebulozitatea aerului, valoarea medie multianuală (în perioada 1961 – 2013) la Suceava a fost de 6,3 zecimi.

Sumele anuale ale duratei de strălucire a Soarelui au variat în limite largi, între un minim de 1556,3 (1991) și un maxim de 2346,5 (2011). Suma medie multianuală pentru perioada 1961 – 2013 este de 1918,0 ore.

Cantitatea medie multianuală de precipitații la Suceava, calculată pentru perioada 1961 – 2021 este de 617,1 mm/an. Cea mai mare cantitate anuală de precipitații s-a înregistrat în anul 2008, cu o valoare de 883,2 mm/an. La polul opus, anul 1986 a „beneficiat” de cele mai mici cantități de precipitații, de doar 348,2 mm/an.

Presiunea atmosferică la Suceava, pentru perioada 1961 - 2021 are o valoare medie de 969 hPa. Valoarea medie anuală cea mai mare a fost înregistrată în anul 2011 (971 hPa), iar cea mai mică în anul 2016 (965 hPa).

În ceea ce privește fenomenele climatice, numărul mediu anual al zilelor în care a căzut grindină este de 1,2 (pentru perioada 1961-2013), iar cel în care s-au produs oraje este de 32,1. Fenomenele specifice atât sezonului cald, cât și celui rece, au o manifestare specifică tipului de climat al regiunii.

În ceea ce privește analiza topoclimatică, în repartiția valorilor temperaturii și umidității, mai intervin și alte aspecte. Structura polinucleară a orașului și conformația reliefului (în care albia majoră a Sucevei și dealurile înconjurătoare joacă un rol important), determină individualizarea a două areale cu temperaturi diferite: una cu temperaturi mai ridicate,

suprapusă peste albia majoră a Sucevei, dar cu câțiva pinteni îndreptați spre suprafețele intens populate, și alta cu temperaturi mai scăzute, aflată la periferia orașului, cu trimiteri spre terenurile mai înalte și spre cele împădurite.

Acest lucru este mai bine evidențiat în timpul zilelor de vară, când suprafața activă este încălzită puternic, iar diferențierile din aria metropolitană pun în evidență variația temperaturii în interiorul acesteia.

Aria cu temperaturi mai ridicate este suprapusă ariei cu cea mai intensă activitate antropică, unde complexele comerciale, unitățile de producție și locuințele colective au un rol determinant în creșterea temperaturii și scăderea umidității aerului.

Precipitațiile în AMSv au o repartitie relativ uniformă, cu variații reduse, cantitățile anuale de precipitații cumulate pentru anii 202 și 2021 fiind de 1041,3 mm la SMS și 1177,4 mm la stația SV1.

Originea precipitațiilor căzute la Suceava, ne arată o densitate mai ridicată a traiectoriilor dinspre direcția nord – vest.

Mișcarea aerului este dominantă pe direcția nord-vest pentru stațiile localizate în afara arealului urban, însă, interiorul orașului, prin bariera realizată de clădiri, face ca această direcție să aibă frecvențe foarte mici la stațiile localizate în acest areal (SV1 și SV2).

Bibliografie

- Afuye, G. A., Kalumba, A. M., & Orimoloye, I. R. (2021). Characterisation of Vegetation Response to Climate Change: A Review. *Sustainability*, 13(13), 7265. <https://doi.org/10.3390/su13137265>.
- Alhumaima, A. S., & Abdullaev, S. M. (2020). Tigris Basin Landscapes: Sensitivity of Vegetation Index NDVI to Climate Variability Derived from Observational and Reanalysis Data. *EARTH INTERACTIONS*, 24.
- Apostol, L. (2004), *Clima Subcarpaților Moldovei*; Editura Universității Suceava, România, 2004.
- Apostol, L., (1990), Anomalii ale temperaturii aerului pe teritoriul Moldovei, *Lucr. Sem. Geogr. "D. Cantemir"*, nr. 9, 1988, *Fac. Geografie-Geologie, Univ. "Al. I. Cuza", Iași*, pp 75-85.
- Apostol, L., Sfică L., (2011), Topoclimatic wind peculiarities induced by the Siret corridor morphology, *Prace i Studia Geograficzne*, t. 47, p. 483-491, Varșovia
- Arnfield, A.J., (2003), Two decades of urban climate research: a review of turbulence, energy and water exchanges, and the urban heat island, *Int. J. Climatol.* 23: 1-26
- Badea, L., Gâștescu, P., et.al. (1983) *Geografia României*, vol. I, Editura Academiei R.S.R., București,
- Badea, L., Bugă, D., et.al. (1994), *Geografia României*, vol. IV, Editura Academiei, București,
- Băcăuanu, V., Barbu, N., Pantazică, M., Ungureanu, Al., Chiriac, D., (1980), *Podișul Moldovei natură, om, economie*, Editura Științifică și Enciclopedică, București
- Bălescu, O., Beșleagă, N., (1962), *Viscoalele în Republica Populară Română*, Editura Institutul Meteorologic, p. 119, București
- Bâzâc, G., (1981), Zone cu priorități pentru valorificarea potențialului energiei eoliene în România, *Hidrotehnica*, Nr. 26, București
- Bâzâc, G., (1983), Influența reliefului asupra principalelor caracteristici ale climei României, Editura Academiei București, p.179.

- Beral, E., Zapan, M. (1977), *Chimie anorganică*, 4rd ed.; Editura tehnică, București, România, 1977; pp. 136-137.
- Biebei, G., Sijun, Z., Xinhong, C. (2016), The variation and main influencing factors of negative air ions in urban plantation, *J. Nanjing For. Univ. (Nat. Sci. Ed.)*, Volume 1, Pages 73-79.
- Bistricean, P.I. (2018), *Metode și tehnici GIS de analiză spațială a datelor meteo-climatice, lucrări practice*, Universitatea “Ștefan cel Mare”, Suceava.
- Bistricean, P.I., (2018). *Potențialul balneoclimatic al stațiunilor turistice din Moldova*, Teza de doctorat, Univ. Stefan cel Mare, Suceava.
- Bistricean P.I., Lazurcă (Andrei), G.L., Mihăilă, D., Silișteanu S.C., (2022), Study on the influence of the bioclimate on the health condition of the people in the Metropolitan Area of Suceava in the period 2019-2020, *Congress Abstract – P16, Balneo and PRM Research Journal*, Vol. 13, No 3, Pag. 76, <http://bioclima.ro/AV2022.pdf>.
- Bounoua, L., Collatz, G. J., Los, S. O., Sellers, P. J., Dazlich, D. A., Tucker, C. J., & Randall, D. A. (2000). Sensitivity of Climate to Changes in NDVI. *Journal of Climate*, 13(13), 2277–2292. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013<2277:SOCTCI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<2277:SOCTCI>2.0.CO;2)
- Briciu, A.E. (2017), *Studiu de hidrologie urbană în arealul municipiului Suceava*, Editura Universității Ștefan cel Mare, Suceava, România.
- Briciu, A.E., Mihăilă, D., Graur, A., Oprea, D.I., Prisăcariu, A., Bistricean, P.I. (2020), Changes in the Water Temperature of Rivers Impacted by the Urban Heat Island: Case Study of Suceava City. *Water* 2020, 12, 1343.
- Bogdan, O., Teodoreanu, E., Neamu, Gh., (1971), *Rolul reliefului în crearea și amplificarea inversiunilor termice pe teritoriul R.S.R.*, Hidrotehnica, nr. 16, București.
- Bogdan, O., (1978), *Fenomene climatice de iarnă și vară*. Editura Știința pentru toți. București.
- Bogdan, O., (1980), *Potențialul climatic al Bărgănelului*. Editura Academiei Republicii Socialiste România, București.
- Bogdan, O., Niculescu, E., (1999), *Riscurile climatice din România*, Academia Română, Institutul de Geografie, București.
- Budui, V., (2002), *Premise pluviogenetice în Podișul Central Moldovenesc dintre Stavnic și Siret*, *Analele Universității „Ștefan cel Mare” Suceava Secțiunea Geografie Anul XI*, Suceava.
- Budui, V., Mihăilă, D., Tănasă, I. (2006), „The Snow Fall, the Snow Cover and the Blizzard Phenomenon at Suceava”, *Lucrarile Seminarului Geografic Dimitrie Cantemir*, NR. 26 / 2006, Univ. „Al. I. Cuza”, Iasi, <http://www.seminarcantemir.uaic.ro/index.php/cantemir/article/view/710/692>.
- Busuioc, A., Caian, M., Cheval, S., Bojariu, R., Boroneanț, C., Baciu, M., Dumitrescu, A., (2010). *Variabilitatea și schimbarea climei în Romania*. Pro Universitaria, București
- Busuioc, A., Dobrinescu, A., Bîrsan, M.V., Dumitrescu, A., Orzan, A., (2014), Spatial and temporal variability of climate extremes in Romania and associated large-scale mechanisms. *Int J Climatol*. doi: 10.1002/joc.4054.
- Chang, J., Tian, J., Zhang, Z., Chen, X., Chen, Y., Chen, S., & Duan, Z. (2018). Changes of Grassland Rain Use Efficiency and NDVI in Northwestern China from 1982 to 2013 and Its Response to Climate Change. *Water*, 10(11), 1689. <https://doi.org/10.3390/w10111689>.

- Cheval, S., Croitoru, A.E., Dragne, D., Dragotă, C., Gageu, O., Patriche, C.V., Popa, I., Teodoreanu, E., Voiculescu, M., (2003), Indici și metode cantitative utilizate în climatologie, Edit. Universității din Oradea.
- Chow, W.T.L., Roth, M., (2006), Temporal dynamics of the urban heat island of singapore. *International Journal of Climatology* 2243–2260. <https://doi.org/10.1002/joc.1364>.
- De Keersmaecker, W., Lhermitte, S., Tits, L., Honnay, O., Somers, B., & Coppin, P. (2015). A model quantifying global vegetation resistance and resilience to short-term climate anomalies and their relationship with vegetation cover. *Global Ecology and Biogeography*, 24(5), 539–548. <https://doi.org/10.1111/geb.12279>.
- Demuzere, M., Bechtel, B., Middel, A., & Mills, G. (2019). Mapping Europe into local climate zones. *PLOS ONE*, 14(4), e0214474. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214474>.
- Demuzere, M., Kittner, J., Martilli, A., Mills, G., Moede, C., Stewart, I. D., van Vliet, J., and Bechtel, B. (2022). A global map of Local Climate Zones to support earth system modelling and urban scale environmental science, *Earth Syst. Sci. Data* 14(8) 3835-3873. DOI: 10.5194/essd-14-3835-2022.
- Demuzere, M., Kittner, J., Martilli, A., Mills, G., Moede, C., Stewart, I. D., van Vliet, J., and Bechtel, B. (2022). Teaser Local Climate Zone maps extracted from the global map of Local Climate Zones, <https://doi.org/10.5281/zenodo.6364705>.
- Drăgoiu, B.A., (2022), Mapping the effects of the 23 July 2020 hailstorm that occurred in Suceava, Romania. *Georeview* 2022, 32, 39–48.
- Dumitrescu, A., Bojariu, R., Bîrsan, M.V., Marin, L., Manea, A., (2014), Recent climatic changes in Romania from observational data (1961-2013). *Theor Appl Climatol*. doi:10.1007/s00704-014-1290-0.
- Enache, L.M., (2017), Aspecte biomedicale ale ionizării aerului: monografie; Editura Sitech, Craiova, România, 2017.
- Enache L., (2016), Biometeorologie și bioclimatologie. *Climatul și bioclimatul stațiunilor balneare și România*, Editura Sitech, Craiova.
- Erhan, E., (1983), Fenomenul de secetă în Podișul Moldovei, *Analele Șt. Univ. "Al. I. Cuza"*, tom XXIX, s.II b, Geol-Geogr. Iași.
- Erhan, E., Gheorghiu, E., Larion, D., Apetrei, M., (1996-1997), The spatial distribution of the atmospherical precipitation on Plain of Moldavian, *An. șt. ale Univ. Al. I. Cuza, Seria II c- Geografie*, tom XLII-XLIII, Iași.
- Evelyn, J., (1661) – *Fumifugium, or, The inconveniencie of the aer and smoak of London dissipated together with some remedies humbly proposed by J.E. esq. to His Sacred Majestie, and to the Parliament now assembled, Londra.*
- Erhan, E., (2004), Aspecte ale foehnizării aerului în estul României, *Lucrările Seminarului geografic "D. Cantemir"*, nr. 23-24/2004, Univ. "Al. I. Cuza", Iași.
- Fărcaș, I., (1999), *Clima urbană*; Editura Cărții de știință, Cluj Napoca, România.
- Fărcaș I., (1977), *Zona industrială Turda-Câmpia Turzii, studiu bioclimatic*, teză de doctorat, Facultatea de Geografie, UBB Cluj-Napoca.
- Fei, W., Bing, L., Yunwei Z., (2016), Relationship between the negative air ion concentration and the meteorological factors in the urban forest park, *J. Northeast For. Univ.*, 44, pp. 18-20+38.
- Gageu, O., (2002), *Elemente de climatologie practică*, Editura Universității din Oradea.
- Gautam, A., Siingh, D., Kamra, A.K., (2017), Statistical analysis of the atmospheric ion concentrations and mobility distributions at a tropical station, Pune; *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*; <https://doi.org/10.1002/qj.3071>.

- Gourabi, B.R., Palic, M., (2012), Recognition of the monthly human bioclimatic comfort with tourism climate index in Ramsar, South-West of Caspian Sea, Iran.
- Guclu, Y., (2015), Human Thermal Comfort Situation in the Goller (Lakes) District of Turkey. *Global Journal on Advances Pure and Applied Sciences*, 7.
- Gugiuman, I., (1968), *Elemente de climatologie urbană*; Curs – Universitatea „Al. I. Cuza”, Iași, secția de geografie.
- Gugiuman, I., Cotrău, M., (1975), *Elemente de climatologie urbană cu exemple din Romania*, Editura Academiei, București.
- Gugiuman, I., (1978), Contribution à la connaissance géographique du vignoble de Cotnari, Extras: *Revue roumaine de geologie, géophysique et géographie*, Geogr., nr. 1, 1978, București.
- Gugiuman, I., Erhan, E., (1980), Clima anilor 1906-1907, *Lucr. Staț. de Cercetare "Stejarul"*, vol.7, 1979, Piatra-Neamț, pp. 253-266.
- Hairong, S., Qingtang, H., Haiping, Y., (2005), Spatio-temporal changes of negative air ion concentrations in Beijing, *J. Beijing For. Univ.*, 27 (30) pp. 35-39.
- Hannah, D.M., Garner, G., (2015), River water temperature in the United Kingdom: Changes over the 20th century and possible changes over the 21st century. *Prog. Phys. Geogr.* 2015, 39, 68–92.
- Holmgren, M., Hirota, M., Van Nes, E. H., & Scheffer, M. (2013). Effects of interannual climate variability on tropical tree cover. *Nature Climate Change*, 3(8), 755–758. <https://doi.org/10.1038/nclimate1906>
- Horion, S., Cornet, Y., Erpicum, M., & Tychon, B. (2013). Studying interactions between climate variability and vegetation dynamic using a phenology based approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 20, 20–32. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.12.010>
- Howard, L., (1818), *The climat of London, deduced from meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis, Londra.*
- Ichim, P., (2014), *Studiul inversiunilor termice în aria dintre râurile Prut și Siret*, Teza de doctorat, Univ. Al. I. Cuza, Iași
- Ilie, N., (2018), *Riscuri climatice în nordul Moldovei și condiții sinoptice generatoare*. Teza de doctorat, Univ. Al. I. Cuza, Iași.
- Imbroane, A.M., (2018), *Sisteme informatice geografice. Vol. II – Analiză spațială și modelare*; Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, România, 2018.
- Jiang, S.Y., Ma, A., Ramachandran, S., (2018), Negative Air Ions and Their Effects on Human Health and Air Quality Improvement. *Int. J. Mol. Sci.* 2018, 19, 2966. <https://doi.org/10.3390/ijms19102966>.
- Jianghua, H., Yimin, T., Lanfang, Z., (2014), Relationship between indoor air anion concentration and PM2.5 and PM10, *J. Cent. South For. Univ.*, Volume 34, Issue 5, Pages 96-100.
- Jibu, M.N., Mihăilă, D., (2021). Climate evolutionary trends resulting from a thermo-pluviometric profile made between the Carpathian peaks and the Dniester Valley. <http://georeview.ro/ojs/index.php/revista/article/view/434>.
- Kamsali, N., Pawar, S.D., Murugavel, P., Gopalakrishnan, V., (2011), Estimation of small ion concentration near the Earth's surface, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Volume 73, Issue 16, 2011, Pages 2345-2351, ISSN 1364-6826, <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2011.07.011>.
- Kendall, M.G., 1975. *Rank correlation methods*, 4th ed. Charles Griffin, London.
- Kratzer, A., (1956), *Das Stadtklima*, 2. Neubearb. u. erw. Aufl ed. Braunschweig: Vieweg.

- Krueger, A.P., Reed, E.J., (1976), Biological impact of small air ions, *Science*, 25 (193), pp. 1209-1213.
- Landsberg. H. E., (1981), *The Urban Climate*, International Geophysics Series, Vol. 28, University of Mariland.
- Lazurca, L.-G., (2015), The influence of meteorological conditions on PM10 concentrations in Suceava City (North - Eastern Romania), *Georeview*, 25, 103-116, <http://georeview.ro/ojs/index.php/revista/article/view/278/pdf-278>
- Li, A., Li, Q., Zhou, B., Ge, X., Cao, Y., (2022), Temporal dynamics of negative air ion concentration and its relationship with environmental factors: Results from long-term on-site monitoring; *Science of the Total Environment*, vol. 832, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155057>.
- Ling, X., Jayaratne, R., Morawska, L., (2010), Air ion concentrations in various urban outdoor environments, *Atmospheric Environment*, Volume 44, Issue 18, Pages 2186-2193, ISSN 1352-2310, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.03.026>, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231010002335>).
- Luts, A., (1998), Temperature variation of the evolution of positive small air ions at constant relative humidity, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Volume 60, Issue 18, 1998, Pages 1739-1750, ISSN 1364-6826, [https://doi.org/10.1016/S1364-6826\(98\)00151-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6826(98)00151-5).
- Luts, A., Parts, T., (2002), Evolution of negative small air ions at two different temperatures, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*; Volume 64, Issue 7, May 2002, Pages 763-774.
- Marinescu, A., Rabega, C., Rîșavi, I., (1962), *Chimie generală*; Editura de Stat Didactică și Pedagogică, București, 1962; pp. 68-69.
- Masson, V., Marchadier, C., Adolphe, L., Aguejdad, R., Avner, P., Bonhomme, M., Bretagne, G., Briottet, X., Bueno, B., de Munck, C., Doukari, O., Hallegatte, S., Hidalgo, J., Houet, T., Le Bras, J., Lemonsu, A., Long, N., Moine, M.-P., Morel, T., ... Zibouche, K., (n.d.). Adapting cities to climate change: a systemic modelling approach. *Urban Climate: Part 2* 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2014.03.004>
- Maurain, G., (1947), *Le Climat Parisien*.
- Mihăilă, D., (2004), Câteva aspecte legate de variabilitatea evoluției în timp a elementelor și fenomenelor climatice din Câmpia Moldovei, *Analele Univ. „Stefan cel Mare”*, Sect. G., T. XIII., p. 89-98.
- Mihăilă, D. (2006), *Câmpia Moldovei-Studiu climatic*, Editura Universității din Suceava, Suceava.
- Mihăilă, D., Tănasă, I., (2010), *Introducere în meteorologia practică*, Editura Universității din Suceava.
- Mihăilă, D., (2014), *Atmosfera terestră. Elemente de favorabilitate si nefavorabilitate pentru organismul uman si activitatile turistice*, Editura Sedcomlibris Iasi, ISBN:978-973-670-350-8, 228 pag.
- Mihăilă, D., Tănasă, I., (2010), *Introducere în meteorologie aplicată*; Editura Universității „Ștefan cel Mare”, Suceava, România, 2010.
- Mihăilă, D., Tanasă, I., (2006), Particularitati climatice ale semestrului rece la Suceava, *Analele Univ. „Stefan cel Mare”*, Sect. G., T. XV., pag. 61-72, Suceava.
- Mihăilă, D., Tanasă, I., (2007), Particularitati climatice ale semestrului cald la Suceava, *Analele Univ. Stefan cel Mare*, Sect. G., T. XVI., Suceava.
- Mihăilă, D., Tanasă, I., Bistricean, P.I., (2013), Extreme weather interval types in Suceava: frosty and tropical intervals, *PESD*, Vol. 7, no. 1.

- Mihăilă, D., Bistricean, P.I., Lazurca, L.G., (2016), Spatial and temporal relevance of some bioclimatic indices for the study of the bioclimate of Moldova (west of the Prut river), *Georeview*, Vol 26, No 1.
- Mihăilă, D., Dițoiu, V., Bistricean, P.I., (2014), „The impact of municipal solid waste landfills in Suceava County on air quality”, *Georeview*, Vol. No 1 (2014), DOI: 10.4316/Georeview. 2013.22.1.113, pag. 1 – 20, <http://georeview.ro/ojs/index.php/revista/issue/view/GEOREVIEW.2014.24>.
- Mihăilă, D., Dițoiu, V., Bistricean, P.I., Humeniuc, A., (2015), Dangerous waste incineration and its impact on air quality. Case study: the incinerator SC Mondeco SRL Suceava, Vol 25, No. 1.
- Mihăilă, D., Briciu, A.E., Ursul, G., (2018), The evaluation of the tropospheric ozone variability in the municipality of Suceava from the meteorological perspective, DOI 10.2478/pesd-2018-0041, *PESD*, VOL. 12, no. 2, 2018, 195 – 213 pp.
- Mihăilă, D., Silisteanu, S.C., Țiculeanu, (Ciurlică), M., (2019), The meteorological complex and the human pathology. Case study – Suceava county, *Balneo Research Journal*, L58, Vol.10, No.3, September 2019, <http://dx.doi.org/10.12680/balneo.2019.276>.
- Mihăilă, D., Bistricean, P.I., Prisăcariu, A., Țiculeanu (Ciurlică), M., (2020), Evaluation of air quality in Suceava, Romania, *EGU* 2020-1268 <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-1268>.
- Mihăilă, D., Bistricean, P.I., Prisăcariu, A., Țiculeanu-Ciurlică, M., Horodnic, V.-D., (2020), The bioclimatic particularities of Suceava municipality, Romania, *Geobalcanica, Physical Geography*, DOI: <http://dx.doi.org/10.18509/GBP.2020.20> UDC: 551.588.7:551.506.3(498), 159-172.
- Mihăilă, D., Silișteanu, S., Țiculeanu – Ciurlică, M., Bistricean, P.I., (2020), The meteorological variability of the year 2019 and its reflex on the Suceava municipality population health condition, *Geobalcanica, Physical Geography*, DOI: <http://dx.doi.org/10.18509/GBP.2020.22> UDC: 551.584.5:614.1(498), 187-200.
- Mihăilă, D., Bistricean, P.I., Țiculeanu, M. (Ciurlică), Silișteanu, S.C., (2021), The influence of the atmospheric environment on the quality of life of the population in Suceava town, *Balneo and PRM Research Journal*, DOI: <http://dx.doi.org/10.12680/balneo.2021.452> Vol.12, No.3 September 2021 p: L14.
- Mihăilă, D., Jibu, M.N., Bistricean, P.I., Horodnic, V.D., Țiculeanu (Ciurlică), M., (2022), Perception of the climate risk phenomena in Suceava municipality and surrounding areas, Volume 16, Issue no.1, <https://doi.org/10.47743/pesd2022161015>.
- Mihăilă, D., Lazurca (Andrei), L.G., Bistricean, I.P., Horodnic V.D., Mihăilă, E., Emandi, E.M., Prisăcariu, A., Nistor, A., Nistor, B., Roșu, C., (2023), Air quality changes in NE Romania during the first Covid 19 pandemic wave, *Heliyon*, 2405-8440.
- Mihăilă, D., Bistricean, P.I., Sfică L., Prisăcariu A., Hrițac, R., Ichim, P., (2023), Tipologii barice și consecințele lor în plan meteorologic și biometeorologic la Suceava – România - manuscris
- Mihăilescu, V., (1969), *Geografia fizică a României*, Editura științifică, București.
- Nelson, K.C., Palmer, M.A., (2007), Stream temperature surges under urbanization and climate change: Data, models, and responses. *J. Am. Water Resour. Assoc.* 2007, 43, 2.
- Nistor, A., Nistor, B., Mihaila, D., (2020), Evaluation of air pollution by particulate matter PM10 in the NE region of Romania, *GEOREVIEW: Scientific Annals of Stefan cel Mare University of Suceava. Geography Series*, Vol 30, No 1, 65-82.

- Nistor, A., Nistor, B., Mihăilă, D., (2021), Assessment of air pollution due to ozone in the north-east region Romania, *PESD* 2021, 15, 2; DOI: <https://doi.org/10.15551/pesd2021152014>, 171-187.
- Nistor, B., (2014), *Podișul Sucevei – studiu termo - pluviometric*, Editura George Tofan, Suceava.
- Oteteleșanu, E., (1916), Considerațiuni generale asupra Condițiunilor atmosferei în legătură cu starea timpului în România, București, Tipografia F. Göbl Fils, (extras din Buletinul lunar al Observatorului Astronomic și Meteorologic, Nr. 2, Februarie 1916). (III 491198).
- Patrichi, E. (2008), *Câmpia Moldovei. Evaluarea generală a potențialului agroclimatic*, teză de doctorat, Universitatea “Al.I. Cuza”, Iași.
- Patriche, C.V., (2009), *Modele statistice aplicate în climatologie*, Edit.Terra N., Iași.
- Pino, O., Ragione, F.L., (2013), There's something in the air:empirical evidence for the effects of negative air ions (NAI) on psychophysiological state and performance, *Sci. Educ.*, 14 (4), pp. 48-53.
- Piticar, A., (2013), *Studii privind schimbările climatic recente din nord-estul României*, teză de doctorat. Universitatea “BabeșBolyai”, Cluj-Napoca.
- Prisăcariu, A., Horodnic, V.D., Mihăilă, D., Bistricean, P.I., (2020), Changes in the urban climate parameters due to the anthropic factors. Case study: Suceava metropolitan area from Romania, *EGU2020-744*, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-744>.
- Prisăcariu, A., Mihăilă, D., Bistricean, P.I., (2020), The evaluation of the thermo-hygro-metric particularities of Suceava municipality (Romania) from topoclimatic perspective, *Geobalcanica, Physical Geography*, DOI: <http://dx.doi.org/10.18509/GBP.2020.21> UDC: 551.588.7:551.57(498), 173-186.
- Prisăcariu, A., Mihăilă, D., Bistricean, P.I. (2023). The air ionisation in Suceava metropolitan area, *Present environment and sustainable development 2023*, <https://doi.org/10.47743/pesd2023171024>
- Rolf, G., Stein, A., Stunder, B. (2017). *Real-time Environmental Applications and Display sYstem: READY*, *Environmental Modelling & Software*, Volume 95, Pages 210-228, ISSN 1364-8152, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.025>.
- Sîrcu, I., (1971), *Geografia fizică a României*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- Sfică, L., (2005), *Regimul temperaturii solului din Culoarul Siretului*, *Romanian Journal of Climatology*, București.
- Sfică, L., (2011), Long term variation of air temperature in the Siret Corridor. *PESD* 5 (1), p. 239-248. <http://pesd.ro/articole/nr.5/1/25.%20Sfica.pdf>.
- Sfică, L., (2015), *Clima culoarului Siretului și a regiunilor limitrofe*, Edit. Univ. “Al. I. Cuza”, Iași.
- Sfică, L., Istrate, V., Hrițac, R., Machidon O.,(2023), The continental and regional synoptic background favorable for hailstorms occurrence in North-Eastern Romania, *Saga*
- Sfică, L., Crețu, C.L., Ichim, P., Hrițac, R., Breabăn, I.G., (2023), Surface urban heat island of Iași city (Romania) and its differences from in situ screen-level air temperature measurements, *Sustainable Cities and Society*, Volume 94, July 2023, 104568.
- Sfică, L., Corocăescu, A.C., Crețu, C.S., Amihăesei V.A., Ichim, P. (2023), Spatiotemporal Features of the Surface Urban Heat Island of Bacău City (Romania) during the Warm Season and Local Trends of LST Imposed by Land Use Changes during the Last 20 Years, *Remote Sens.* 2023, 15, 3385, <https://doi.org/10.3390/rs15133385>.

- Tanasa, I., Mihăilă, D., Budui, V., (2006), Considerations about the White Frost and Freezing Phenomena in Suceava, *Lucrările Seminarului Geografic Dimitrie Cantemir*, NR. 26 / 2006, Univ. „Al. I. Cuza”, Iași, <http://www.seminarcantemir.uaic.ro/index.php/cantemir/article/view/709/691>
- Teodoreanu E., Dacos-Swoboda, M., Voiculescu-Ardeleanu, C., Enache, L., (1984), *Bioclima stațiilor balneoclimatice din România*, Edit. Sport-Turism, București.
- Teodoreanu, E., Gaceu, O., (2013), *Turism balneoclimatic în România*, Editura Universității din Oradea.
- Teodoreanu, E., Mihăilă, D., (2012), Is the bioclimate of Suceava Plateau comfortable or uncomfortable? Analysis based on wind cooling power index and skin and lung stress index, *PESD*, Vol. 6 no. 1/2012, 2012.
- Teodoreanu, E., Bunescu, I., *Thermic comfort*, *PESD*, Nr. 1, Iași, 134-142, 2007.
- Topor, N., (1964), *Ani ploioși și secetoși în Republica Populară Română*, I.M., București.
- Topor, N., Stoica C., (1965), *Tipuri de circulație și centri de acțiune atmosferică deasupra Europei*, Institutul Meteorologic, București.
- Tufescu, V., (1974), *România*, Editura Științifică, București.
- Țapeș, V., (2002), *Clima municipiului Bălți, Chișinău*.
- Țâștea, D., Miha, I., (1978), *Zonarea parametrilor de intensitate maximă a ploilor și vântului pe teritoriul României*, Studii și cercetări, Partea I, Meteorologie, Institutul de Meteorologie și Hidrologie, București.
- Uday, C., Sushobhan., M., (2022), Impact of land use change and rapid urbanization on urban heat island in kolkata city: a remote sensing based perspective. 2022:59-71. doi:10.1016/j.jum.2021.09.002
- Ujvari, J., (1972), *Geografia apelor României*, Editura Științifică, București.
- Ureche, G., (1640), *Letopisețul Țării Moldovei*, Editura Minerva, 1978, București.
- Wang, H., Wang, B., Niu, X., Song, Q., Li, M., Luo, Y., Liang, L., Du, P., Peng, W., (2020), Study on the change of negative air ion concentration and its influencing factors at different spatio-temporal scales, *Global Ecology and Conservation*, Volume 23, e01008, ISSN 2351-9894, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01008>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989420300214>)
- Weng, Q., Lu, D., Schubring, J., (2004), Estimating the relationship between soil temperature and vegetation abundance for urban heat island studies, *Remote Sensing of Environment*, Pages 467-483.
- Winsor, T.J., Beckett C., (1958), Biologic effects of ionized air in man, *Am. J. Phys. Med.*, 13 (37), pp. 83-88.
- Xiaolei, W., Chuanrong, L., Jingwei, X., (2013), Air negative ion concentration in different modes of courtyard forests in southern mountainous areas of Jinan, Shandong Province of China, *Chin. J. Appl. Ecol.*, 24 (2013), pp. 373-378.
- Wu, C.C., Lee, G., Cheng, P., Yang, S., Yu, K.P., (2006), Effect of wall surface materials on deposition of particles with the aid of negative air ions, *Journal of Aerosol Science*, Volume 37, Issue 5, 2006, Pages 616-630, ISSN 0021-8502, <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2005.05.018>.
- Wu, C.C., Lee, G., Yang, S., Yu K.P., Lou, C.L., (2006), Influence of air humidity and the distance from the source on negative air ion concentration in indoor air, *Science of The Total Environment*, Volume 370, Issue 1, 2006, Pages 245-253, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.07.020>.
- Yanlin, W., Po, L., Youwei, L. (2018), Analysis of relationship between spatial distribution of negative ions in karst caves and environment: in case of tianyuan cave and shuilian cave, *Environ. Sci. Technol.*, Volume 9, Pages 163-169

Zhu, L.N., Wen, G.S., Wang, H.X., Xu, C., (2019), A review on negative air ions. Chinese Agricultural Science Bulletin, 35(18), 44-49.

***(1949-1954) - Atlasul climatologic, R.P.R., București

***(1960) - Monografia geografică a R.P.R.,I, Geografia fizică, Edit. Acad., București

***(1966) - Atlas climatologic al Republicii Socialiste România, C.S.A.,I.M., București

***(1974-1979) - Atlasul Republicii Socialiste România, Fasc.I-V, Edit. Acad., București

***(2008) - Clima României, Administrația Națională de Meteorologie, Edit. Acad., București

***(1962-1966) - Clima R. P. Română, vol.I și Clima R. P. Română, vol.II, IM, București

***(1972-1979) - Atlasul R. S. România.Secț.IV-Clima, Edit. Academiei RSR, București

***(1983) - Geografia României, vol.I, Edit. Academiei R.S.R., București 166.

***(1994) - Geografia României, vol.IV, Edit. Academiei, București

<https://app.meteotracker.com/>

<https://www.calitateaer.ro/>

<http://meteo.imgw.pl/>

<https://www.meteoromania.ro/>

<http://www.meteomanz.com/>

<https://power.larc.nasa.gov/beta/data-access-viewer/>

<http://wetterbote.de/>

<https://www.statisticshowto.com/mann-kendall-trend-test/>

<https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/t-test/>