MINISTERUL MEDIULUI, APELOR ŞI PĂDURILOR

Iceland Liechtenstein Norway grants

STUDIU PRIVIND IDENTIFICAREA LANIVELUL MUNICIPALITĂȚII A ZONELOR CU RISC RIDICAT LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE INSULE DE CĂLDURĂ

BiOReSC

Bistrița, Oraș Rezilient în fața Schimbărilor Climatice

Proiect finanțat prin Programul RO-Mediu în cadrul mecanismului financiar SEE 2014-2021

IRCEM

Calea Dorobanților, nr. 71-73
400609 Cluj-Napoca
Județul Cluj, România
0742 516 554
office@ircem.ro
www.ircem.ro

DENUMIRE PROIECT

STUDIU PRIVIND IDENTIFICAREA LA NIVELUL MUNICIPALITĂȚII A ZONELOR CU RISC RIDICAT LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE (INSULE DE CĂLDURĂ, DATE METEOROLOGICE, DISPONIBILITATEA RESURSELOR DE APĂ ȘI AGLOMERAREA POPULAȚIEI DIN PUNCTE SPECIFICE) DIN CADRUL PROIECTULUI ”BioReSC- BISTRIȚA, ORAȘ REZILIENT ÎN FAȚA SCHIMBĂRILOR CLIMATICE”, FINANȚAT PRIN PROGRAMUL RO-MEDIU ÎN CADRUL MECANISMULUI FINANCIAR SEE 2014-2021

CONTRACT NR

162/20.10.2022

PRESTATOR

INSTITUTUL PENTRU CERCETĂRI ÎN ECONOMIE CIRCULARĂ ȘI MEDIU ”ERNEST LUPAN”

BENEFICIAR

UAT MUNICIPIULUI BISTRIȚA

COLECTIV DE ELABORARE

INSTITUTUL PENTRU CERCETĂRI ÎN ECONOMIE CIRCULARĂ ȘI MEDIU ”ERNEST LUPAN”

Dr. ing. ec. Elena- Simina Lakatos
Dr. fiz. Roxana Bojariu
Drd. Andrea Szilagyi
Drd. Andreea- Loredana Bîrgovan
Drd. ing. Geanina- Maria David
Drd. ing. Roxana- Maria Druța
Arh. Dan- Sorin Clinci
Drd. Ing. Sergiu Sofronie
Mrd. ing. Norbert Szabo
Mrd. ing. Paula- Denisa Suciu

DECEMBRIE
CLUJ-NAPOCA

CUPRINS

LISTA DE ABREVIERI....4
LISTĂ DE FIGURI ȘI TABELE....5
LISTA DE IMAGINI....7
GLOSAR....8
1. INTRODUCERE....9
1.1 Obiectivul și tematica studiului....9
1.2 Concepte operaționale....10
2. ANALIZA SITUAȚIEI EXISTENTE ÎN MUNICIPIUL BISTRIȚA....13
2.1 Populație....13
2.2 Localizare și relief....14
2.3 Utilizarea terenului....16
2.3 Resurse de apă....20
2.4 Context climatic....23
2.5 Zone naturale/Monumente istorice protejate....32
2.5 Infrastructura tehnico-edilitară....34
2.6 Date istorice privind fenomele meteorelogice extreme în municipiul Bistrița....38
3. INSULE DE CĂLDURĂ ÎN MUNICIPIUL BISTRIȚA....44
3.1 Mecanisme de formare a insulelor de căldură: factori contributori....44
3.2 Prognoze privind evoluția schimbărilor climatice în municipiul Bistrița până în anul 2070....51
3.2.1 Scenariul RCP 4.5 pentru Municipiul Bistrița....51
3.2.2 Scenariul RCP 8.5 pentru municipiul Bistrița....46
3.3 Efectele insulei de căldură....49
3.3.1 Sănătatea și confortul uman: stresul termic....49
3.3.2 Calitatea apei....50
3.3.3 Creșterea consumului de energie....50
3.4 Metodologie de identificare a insulelor de căldură....51
3.5 Insule de căldură identificate....54
4. MĂSURI DE MITIGARE A INSULELOR DE CĂLDURĂ: SCENARII DE LUCRU....46

4.1 Scenariul 1. Amenajare curs de apă Bistrița și densificarea volumului masei vegetale a terenurilor disponibile 46
4.1.1 Creșterea spațiilor verzi 47
4.1.2 Crearea de coridoare eoliene și zone umede 47
4.2 Scenariul 2. Introducerea in PUG a recomandărilor de utilizare a materialelor de constructii verzi, inteligente si reflecrorizante 49
4.2.1 Pavaje reci 49
4.2.2 Pavaje reflectorizante 50
4.2.3 Pavaje evaporative 51
4.2.4 Pavele poroase 51
5. CONCLUZII 46
6. BIBLIOGRAFIE 48

LISTA DE ABREVIERI

ABA	Administrația Bazinală de apă
ANM	Agenția Națională de Meteorologie
APMBN	Agenția de protecție a mediului Bistrița Năsăud
CAPM	Corp de apă puternic modificat
CE	Comisia Europeană
CIDAP	Platforma de date privind informații climatice (Climate Information Data Access Platform)
CO_2	Dioxid de Carbon
DEN	Densitate
DN	Drum Național
GCM	Model climatic de circulație generală
GES	Gaze cu efect de seră
HG	Hotărâre de guvern
ICU	Insulă de căldură urbană
INS	Institutul Național de Statistică
IPCC	Grupul interguvernamental de experți în evoluția climei (Intergovernmental Panel on Climate Change)
L	Lungime
Q	Cuartilă
RCP	Cale de concentrate reprezentativă (Representative concentration Pathway)
S	Suprafață
UE	Uniunea Europeană

LISTĂ DE FIGURI ȘI TABELE

Figura 1.1 Profilul insulei de căldură urbană 10
Tabel 1.1 Diferențe privind insulele de căldură se suprafață și atmosferice (Climate Protection Partnership Division U.S.) 11
Figura 1.2 Modalități de producere a ICU 12
Tabel 2.1 Numărul de persoane după domiciliu (INS, 2023) 13
Tabel 2.2 Soldul migrator al municipiului Bistrița 13
Figura 2.1 Cantitatea de apă potabilă distribuită în municipiul Bistriția (INS, 2022) 21
Figura 2.2 Evoluția capacității instalațiilor de producere a apei potabile (INS, 2022) 22
Tabel 2.3 Media lunară a rezervelor de umiditate în cultura grâului de toamnă, din perioada 2011-2021 la stația meteorologică cu program agrometerologic Bistrița 23
Figura 2.3 Evoluția temperaturii medii în lunile de vară în perioada 2012-2021 (ANM, 2022) 24
Figura 2.4 Evoluția detaliată a temperaturii medii pe timp de vară în peioasa 2012-2021 (ANM, 2022) 25
În ceea ce privește iernile, se observă o creștere a temperaturii pentru lunile decembrie, ianuarie și februarie. Începând cu anul 2018, temperatura a devenit pozitivă, trecând ușor peste gradul de 0 grade (figura 2.6). Tabelul 2.5 prezintă o situație detaliată a temperaturii maxime, minime și medii pentru intervalul analizat 2012-2021. 25
Figura 2.5 Evoluția temperaturii medii pe timp de iarnă în perioada 2012-2021 (ANM, 2022. 25
Tabel 2.5 Date istorice privind temperatura atmosferei în perioada 2012-2021 pentru municipiul Bistrița 26
Figura 2.6 Cantitatea de precipitații totală înregistrată în perioada 2012-2021 (ANM, 2022) 28
Figura 2.7 Evoluția precipitațiilor maxime în 24 de ore în perioada 2012-2021(ANM, 2022) .. 28
Tabel 2.6 Grosimea minimă și maximă a grosimii stratului de zăpadă pe decade îm cm (ANM, 2022) 29
Figura 2.8 Media lunară a vitezei vântului în perioada 2012-2021 31
Figura 2.9 Lungimea străzilor orășenești modernizate (INS, 2022) 35
Figura 2.10 Lungimea totală simplă a conductelor de canalizare 36
Figura 2.11 Lungimea totală a rețelei simple de distribuție a apei potabile 37
Figura 2.12 Consumul de energie electrică pentru gestionare apelor reziduale(SC AQUABIS SA, 2022) 37
Figura 2.13 Suprafața intravilană a municipiului Bistrița (INS, 2022) 38
Tabel 2.7 Percentile indicatori temperaturi extreme 39
Tabel 2.8 Numărul de zile cu prezență de fenomenelor meteorologice severe (ANM, 2022) 40
Tabel 3.1 Condiții care favorizează emergența insulelor de căldură 44
Figura 3.1: Albedo-ul anumitor suprafețelor urbane 45
Tabelul 3.2 – SO_2 – date orare 46

Tabelul 3.3 SO_2 – date zilnice....46
Tabelul 3.4 – NO_X – date orare....46
Tabelul 3.5. – CO – date orare....47
Tabelul 3.6 – O3 – date orare....47
Tabelul 3.7 – C_6H_6 – date orare....47
Tabelul 3.8 – PM 10 gravimetric – date zilnice 2021....48
Tabelul 3.9 – Plumb (Pb) și Cadmiu (Cd) – date zilnice 2021....48
Figura 3.2 Mecanismul de creștere a temperaturii în spații urbane....49
Tabel 3.10 Date istorice privind temperatura aerului în municipiul Bistrița (ANM, 2022)....52
Tabel 3.11 Interpretarea indicatorilor de schimbare climatică....53
Tabelul 3.12 Scenariul RCP 4.5 pentru muncipiul Bistrița....55
Figura 3.3. Creșterea temperaturii medii anuale în municipiul Bistrița conform RCP4.5....56
Figura 3.4 Evoluția temperaturii maxime a aerului conform RCP 4.5 (Model Cordex Europe bias adjusted)....57
Tabel 3.13 Scenariul RCP8.5 pentru municipiul Bistrița....46
Figura 3.5 Evoluția temperaturii medii anuale conform RCP 8.5 (Model Cordex Europe bias adjusted)....47
Figura 3.6 Evoluția temperaturii maxime anuale conform RCP 8.5 (Model Cordex Europe bias adjusted)....48
Tabel 3.14 Prezența valurilor de căldură în municipiul Bistrița (ANM, 2023)....49
Tabel 3.15 Percentile indicatori de temperatură extremă....51
Figura 4.1 Măsuri de atenuare a ICU discutate în literatura de specialitate....46
Figura 4.2 configurația în trepte;a) opțiunea cea mai ventilată, b) cea mai puțin ventilată și c) cea mai puțin ventilată (Rajagopalan, Lim și Jamei 2014). 48

LISTA DE IMAGINI

Imagine 2.1 Bazinul hidrografic Someș Tisa – harta geologică 15
Imagine 2.2 HARTA DE ZONARE SEISMICĂ (PGA) 16
DIN P100-1/2013: ag = 0,10g 16
Imagine 2.3 Bazinul hidrografic Someș Tisa – hartă utilizarea terenului 17
Imagine 2.4 Utilizarea terenului în municipiul Bistrița (Urban Atlas, 2022) 18
Imagine 2.5 Hartă de zonare a încărcării din zăpadă pe sol conform CR-1-1-3/2012: sk = 1,5 kn/m2 27
Imagine 2.6 Harta de zonare a presiunii dinamice a vântului conform CR-1-1-4/2012: qb = 0,4 kP 32
Imaginea 2.7 Poziționarea principalelor obiective culturale în mun. Bistrița 33
Imagine 2.8 Hartă arii naturale protejate în județul Bistrița Năsăud 34
Imagine 2.9 Impactul financiar cauzat de valuri de căldură la nivel european (Garcia-Leon et al., 2020) 43
Imaginea 3.1 Temperatura suprafeței în intervalul 2003-2020 pe timp de vară și iarnă 52
Imagine 3.2 Densitatea acoperirii cu arbori conform imaginilor satelitare Copernicus 53
Imagine 3.3 Zone posibile ICU inițiale cu cvartale din punct de vedere al intensității locuirii. 46
Imaginea 3.4 Manifestarea efectului ICU în municipiul Bistrița pe bază de date satelitare 2003-2020 54
Imagine 3.5 Insula de căldură identificată folosind medierea valorilor pentru durata nopții, ce acoperă intervalul iunie-august 2003-2020, din produsul derivat din date satelitare MODIS la rezoluția de 1 km. 55
Imagine 3.6 Insula de căldură identificată folosind medierea valorilor pentru durata zilei, ce acoperă intervalul iunie-august 2003-2020, din produsul derivat din date satelitare MODIS la rezoluția de 1 km. 56
Imagine 3.7 Insula de căldură identificată folosind medierea valorilor pentru durata zilei 2003-2020 46
Imagine 3.8 Imagine satelitară a insulei de căldură identificată 46

GLOSAR

Amprentă de Carbon	Cantitatea de dioxid de carbon eliberată în atmosferă ca urmare a activităților unui anumit individ, organizație sau comunitate.
Climă	Starea atmosferică a unei anumite locații pe o perioadă mai lungă de timp.
Schimbări climatice	Schimbările climatice se referă la abateri persistente de la proprietățile medii sau/și de variabilitate ale climei, care se manifestă pe o perioadă lungă de timp, de obicei decenii sau mai mult.
Ecosistem	Un sistem biologic compus din toate organismele (biocenoza și biotopul) aflate într-un anumit mediu fizic, interacționând cu acesta și între ele prin schimburi reciproce de materie și energie. Un ecosistem nu are limite fixe, structura sa numerică, faunistică, floristică și trofică fiind permanent mobilă. De asemenea, în utilizarea extinsă, un ecosistem reprezintă un nivel superior de organizare a materiei vii.
Efectul de insulă urbană de căldură	Fenomen meteo-climatic ce se manifestă prin concentrarea unor temperaturi mai ridicate în zonele dens urbanizate și populate, comparativ cu arealele rurale înconjurătoare.
Reziliența	Capacitatea sistemelor, comunităților, gospodăriilor sau indivizilor de a preveni, de a atenua sau de a face față riscurilor și de a se recupera după șocuri.
Evenimente extreme	Se referă la condițiile meteorologice extreme care se produc rar într-un anumit loc și/sau timp, la rezultatul unor schimbări bruște și drastice de temperatură, precipitații sau al unei modificări graduale dar prelungite în temperaturi, precipitații peste limitele normale. Astfel de evenimente includ: furtuni, ploi înghețate, valuri de căldură, inundații, secete, incendii etc.
Vulnerabilitate	Gradul în care un sistem este predispus la, sau în imposibilitatea de a face față efectelor negative ale schimbărilor climatice, inclusiv variabilitatea climei și la fenomene extreme. Vulnerabilitatea este o funcție a senzitivității și a capacității de adaptare a unui anumit sector.

1. INTRODUCERE

1.1 Obiectivul și tematica studiului

Valurile de căldură și temperaturile extreme sunt o preocupare recurentă pentru orașele europene, temperaturile extreme fiind printre cele mai mortale pericole de natură climatică din Europa. Între 1980 și 2017, valurile de căldură – perioade prelungite de stres termic neobișnuit de ridicat legate de atmosferă – au reprezentat 68% din decesele cauzate de pericolele naturale în țările din Spațiul Economic European și 5% din pierderile economice. Efectele directe ale căldurii asupra sănătății sunt mari în rândul populațiilor vulnerabile, inclusiv copiii, bolnavii și bătrânii. Efectele indirecte ale căldurii includ scăderea productivității, riscul de incendii de vegetație, impactul asupra resurselor de apă și agriculturii și întreruperile de furnizare de energie. Creșterea intensității și frecvenței evenimentelor de căldură este legată de schimbările climatice globale, care reprezintă o provocare serioasă pentru zonele urbane din Europa.

Efectul de insulă de căldură urbană (ICU) este o caracteristică tipică asociată climei urbane, care sporește căldura excesivă în orașe în timpul valurilor de căldură și are un impact negativ asupra sănătății oamenilor și asupra funcționalității orașului. Efectul rezultă din interacțiunea mai multor procese. În primul rând, temperaturile sunt mai ridicate în zonele urbane dens construite decât în zonele învecinate, datorită acoperirii extinse a suprafețelor sigilate și a ponderii mici de vegetație. În al doilea rând, ținând cont că 50% din populația globală trăiește în prezent în zone urbane, schimbările de utilizare a terenurilor urbane afectează clima locală și a temperaturile aerului urban, iar aceste efecte sunt sporite de activitățile antropice (industriale și socio-economice). Circulația redusă a aerului și răcirea limitată pe timp de noapte contribuie la faptul că orașele sunt mai predispuse la exces de căldură în timpul valurilor de căldură decât zonele rurale, în timp ce materialele de construcție utilizate în orașe facilitează absorbția radiației solare și astfel exacerba încălzirea.

În consecință, este nevoie ca măsuri urgente să fie aplicate pentru diminuarea acestor repecursiuni în sfera bunăstării umane, mediului natural și mediului economic cu infrastructura sa asociată.

Studiul privind identificarea zonelor cu risc ridicat la schimbările climatice (insule de căldură) contribuie la realizarea Strategiei și Planului de Atenuare și Adaptare la Schimbările Climatice și obiectivelor specifice de mediu din Plan de mobilitate Urbană Durabilă a Municipiului Bistrița și Strategia Integrată de Dezvoltare Urbană.

Sudiul de față contribuie la realizarea obiectului general al proiectului **BioReSc -consolidarea capacității locale de adaptare inteligentă și rapidă la gravitatea problemelor legate de atenuarea și adaptarea la efectele shimărilor climatice** - prin următoarele obiective specifive:

- ☑ Evalarea situației actuale cu privire la specificul climatic al municipiului și interpretarea acesteia în cadrul contextului local;
- ☑ Identificarea zonelor în care se formează efectul insulelor de căldură urbane;
- ☑ Analiza factorilor locali care contribuie la formarea și propagarea efectului insulei de căldură urbane;
- ☑ Conceperea unor măsuri de mitigare a insulelor de căldură axate pe infrastructura verde și albastră.

1.2 Concepte operaționale

Zonele urbane au fost întotdeauna un pol de atracție pentru populația din zonele rurale, datorită calității vieții pe care o oferă. Cu toate acestea, dezvoltarea acestor zone în vedere menținerii unei asemenea calități a adus, în detrimentul locuitorilor, la emergența unor efecte nedorite printre care și efectul de insulă de căldură urbană. Efectul a fost amplificat de-a lungul timpului de schimbările climatice care fac ca acțiunile de atenuare a efectului de insulă de căldură urbană să fie tot mai dificil de implementat.

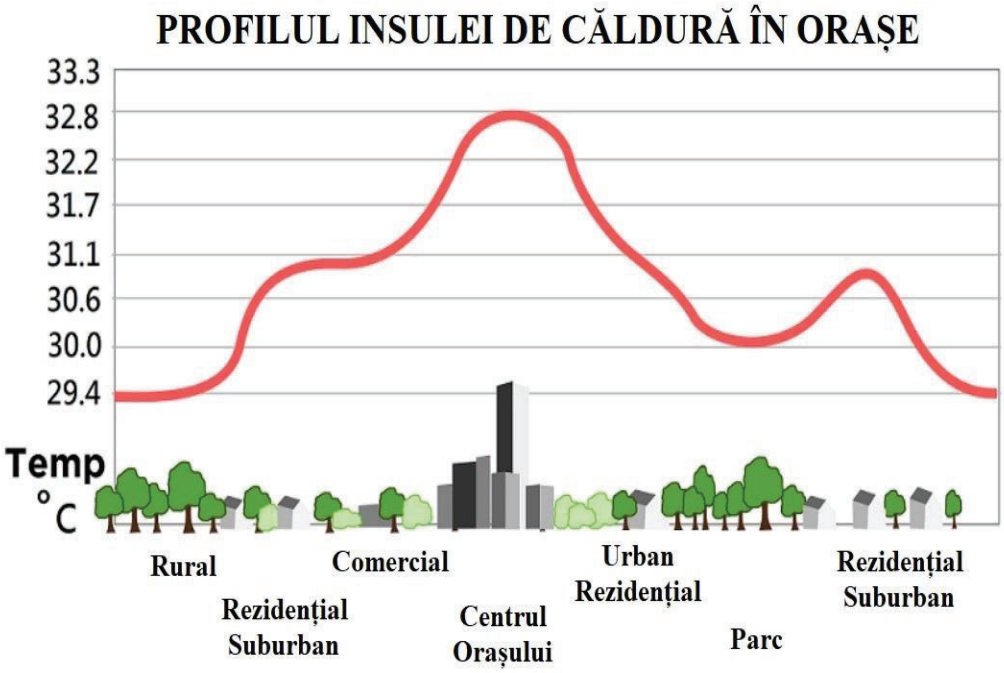


Figura 1.1 Profilul insulei de căldură urbană

Esența conceptului de insulă de căldură de rezumă la faptul că multe zone urbane și suburbane se confruntă cu temperaturi mai ridicate în comparație cu mediul rural periferic. Temperatura medie anuală a aerului dintr-un oraș cu un milion sau mai mulți oameni poate fi cu 1 până la 3 °C mai caldă decât împrejurimile sale, iar într-o noapte senină, această diferență de temperatură poate atinge 12°C.

Chiar și în orașele de mici dimensiuni insule de căldură se formează, deși intensitatea efectului scade adesea în concordanță cu reducerea dimensiunea orașului. În literatură se discută despre existența a două tipuri de insule de căldură urbane: de suprafață și atmosferice. Acestea diferă în modul în care sunt formate, tehnicile utilizate pentru a le identifica și măsura, impactul lor și, într-o anumită măsură, metodele disponibile pentru a le atenua. Tabelul 1.1 rezumă caracteristicile de bază ale fiecărui tip de insulă de căldură.

Tabel 1.1 Diferențe privind insulele de căldură se suprafață și atmosferice (Climate Protection Partnership Division U.S.)

Caracteristică	Insule de căldură urbană de suprafață	Insule de căldură urbană atmosferică
Evoluția temporală	Prezentă tot timpul pe parcursul zilei și nopții Efectul este mai intens în timpul zilei și perioadei de vară	Nivel scăzut sau inexistent pe timpul zilei Efectul este mai intens aproape de lăsarea nopții și în perioada iernii
Punctul de intensitate maximă	Variantă temporală și spațială ridicată Ziua: 10-15 grade Noaptea 5-10 grade	Varianța temporală și spațială scăzută
Metoda de identificare	Măsurare indirectă Remote sensing	Măsurare directă Stații meteorologice fixe Mobile traversers
Metoda de descriere	Imagini termice	Hărți izotermice Grafice de temperatură

Numeroși factori sunt considerați responsabili pentru acest efect, inclusiv eliberarea de căldură antropică, condițiile climatice, poluanții atmosferici, etc. În condiții propice, efectul insulei de căldură poate crește temperatura în punctele sensibile cu până la 10-15 grade C. Ca o consecință a acestui microclimat creat, cererea de energie pentru răcirea clădirilor crește. Mai mult, se formează un cerc vicios, întrucât pentru a satisface cererea, este nevoie de mai multă

generare de energie, ceea ce are ca rezultat o cantitate crescută de emisii de gaze cu efect de seră.

Unul dintre principalele motivele pentru formarea insulelor de căldură în orașe este cantitatea mare de suprafețe construite precum betonul, asfaltul care au o capacitate ridicată de capta căldură (Akbari et al. 2001). Materialele cu albedo scăzut contribuie și mai mult la agravarea fenomenului. Atunci când materialele nereflexive și rezistente la apă, impermeabile la suprafață înlocuiesc vegetația naturală, se creează Insula Urbană de Căldură. Un alt motiv care exacerbează această diferență de temperatură este planificarea urbană necorespunzătoare, în sensul în care poluanții atmosferici din procesele industriale, centralele electrice, gazele de eșapament de la vehicule, toate adunate în puncte centrale ale orașului, pot adăuga un efect cumulativ la intensitatea efectului insulei de căldură

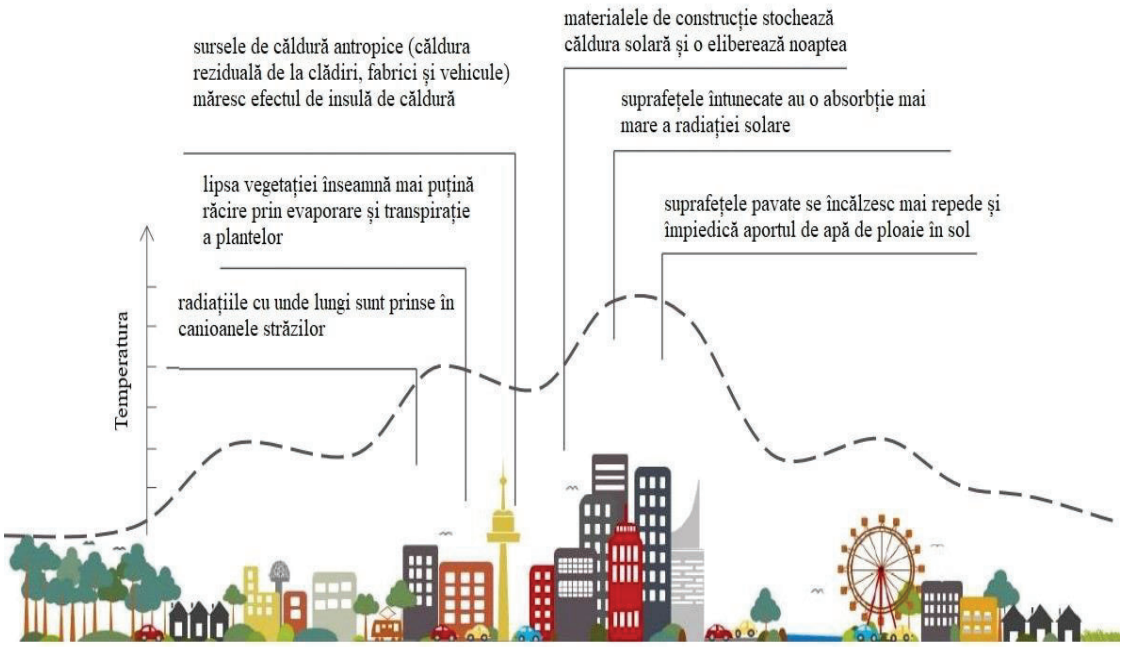


Figura 1.2 Modalități de producere a ICU

2. ANALIZA SITUAȚIEI EXISTENTE ÎN MUNICIPIUL BISTRIȚA

2.1 Populație

Resedința județului Bistrița-Năsăud, municipiul Bistrița, are o populație 94538 de locuitori după domiciliu în anul 2022, conform Instiutului Național de Statistică. În ultimul deceniu, tendința înregistrată la nivel de municipiu a fost relativ ascendentă, din 2012 până în anul 2021 înregistrându-se o creștere de 2.730 locuitori (tabel 2.1).

Tabel 2.1 Numărul de persoane după domiciliu (INS, 2023)

Grupa de vâstă	Număr de persoane										
	Anul 2012	**Anul 2013**	**Anul 2014**	**Anul 2015**	**Anul 2016**	**Anul 2017**	**Anul 2018**	**Anul 2019**	**Anul 2020**	**Anul 2021**	**Anul 2022**
Total	91808	92280	92605	93161	93529	93911	94172	94480	94804	94560	94538
0-19	18038	18040	17926	18172	18367	18516	18750	18940	19065	18975	19066
20-29	15201	14660	14110	13387	12628	11770	10975	10306	9666	9340	9150
30-39	16301	16411	16488	16532	16566	16709	16633	16503	16379	15793	15200
40-49	15129	15262	15286	15543	15817	16119	15711	15668	15733	16011	16191
50-59	14904	14803	14888	14595	14174	13828	14238	14393	14428	14310	14340
60-64 ani	4981	5472	5764	6175	6534	6837	7035	7170	7098	6967	6703
65+	7254	7632	8143	8757	9443	10132	10830	11500	12435	13164	13888

În ceea ce privește soldul migrator, în anul 2021 a fost înregistrată o balanță negativă între stabilirile cu domiciliu și plecările cu domiciliu, inclusiv migratia internațională (tabel 2.2)

Tabel 2.2 Soldul migrator al municipiului Bistrița

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Stabiliri cu domiciliul (inclusiv migratia internationala)	1232	1248	1310	1357	1389	1426	1349	1424	1203	1276
Plecari cu domiciliul (inclusiv	1374	1159	1182	1220	1486	1392	1432	1329	1195	1324

migratia internationala)										
Sold Migrator(rand1 - rand2)	-142	89	128	137	-97	34	-83	95	8	-48

2.2 Localizare și relief

Din punct de vedere al poziționării geografice, municipiul Bistriţa se situează pe un teren plan, cu o altitudine de 356 m, nordică şi 24°23'20.53"- 24°39'34,91" longitutide estică. Localitățile limitrofe municipiului Bistrita sunt:

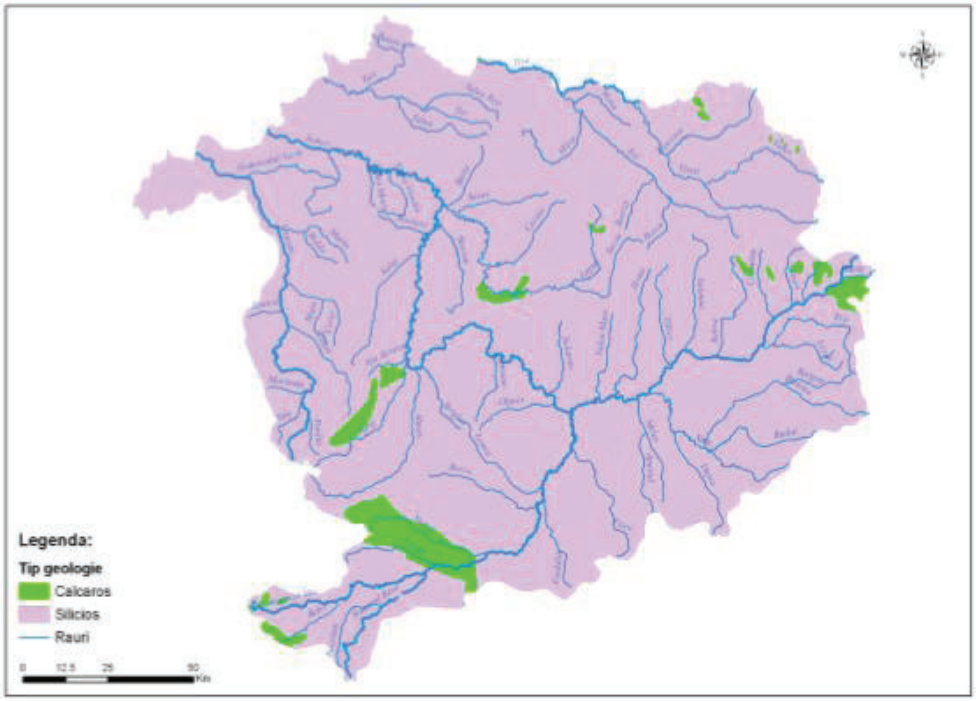
- Nord- Feldru;
- Nord-Est: Livezile;
- Sud-Est: Cetate si Budacul de Jos;
- Sud- Mărișelu;
- Sud-Vest: Sieu Magherus;
- Nord-Vest: Sintereag si Dumitra.

Judeţul Bistriţa-Năsăud prezintă o complexitate și variabilitatea crescută în ceea ce privește formele de relief (zona montană, zona dealurilor și zona de luncă) dispunând de o deschidere în trepte orientată către Podişul Transilvaniei. Depresiunea Bistriței este traversată de râul Bistriţa pe o lungime de aproximativ 17km, la intrarea în oraş primind 2 afluenţi cu debit mic şi inconstant (pârâul Ghinzii şi Valea Jelnei). Suprafața Municipiului Bistrița se desfășoară în cadrul Depresiunii Bistrița, în cadrul acestuia fiind prezente ca forme de relief:

- **Terasele râului Bistrița**: relief relativ plan, cu 3 nivele de terasă:
  - Terasa înaltă (340 — 360 m), situată pe partea dreaptă a râului Șieu,
  - Terasa superioară(335 — 410 m) sub formă de petice cu extindere eterogenă, pe ambele părți ale Râului Bistrița
  - Terasa joasă (315-390) cu dezvoltare omogenă pe ambele părți ale râului Bistrita.
- **Relief de tip colinar**- dealuri care ating o înălțime între 450 — 740 m
  - la Nord- Culmea Albilor, Dealul Bisericii; Dealul Cetății; Dealul Tîrgului; Dealul Handrabes; Dealul Slatiniței; Dealul Hirja, Mica Dealul Bistrița; După Deal, Dealul Heigu; Dealul Corbului, Dealul Zaif;
  - la Vest- Dealul Sigmirului Pe Vîrf, Dealul Ciuhei; Dealul Lazului ; Dealul Soarelui; Dealul Cioba, Dealul Rujei;

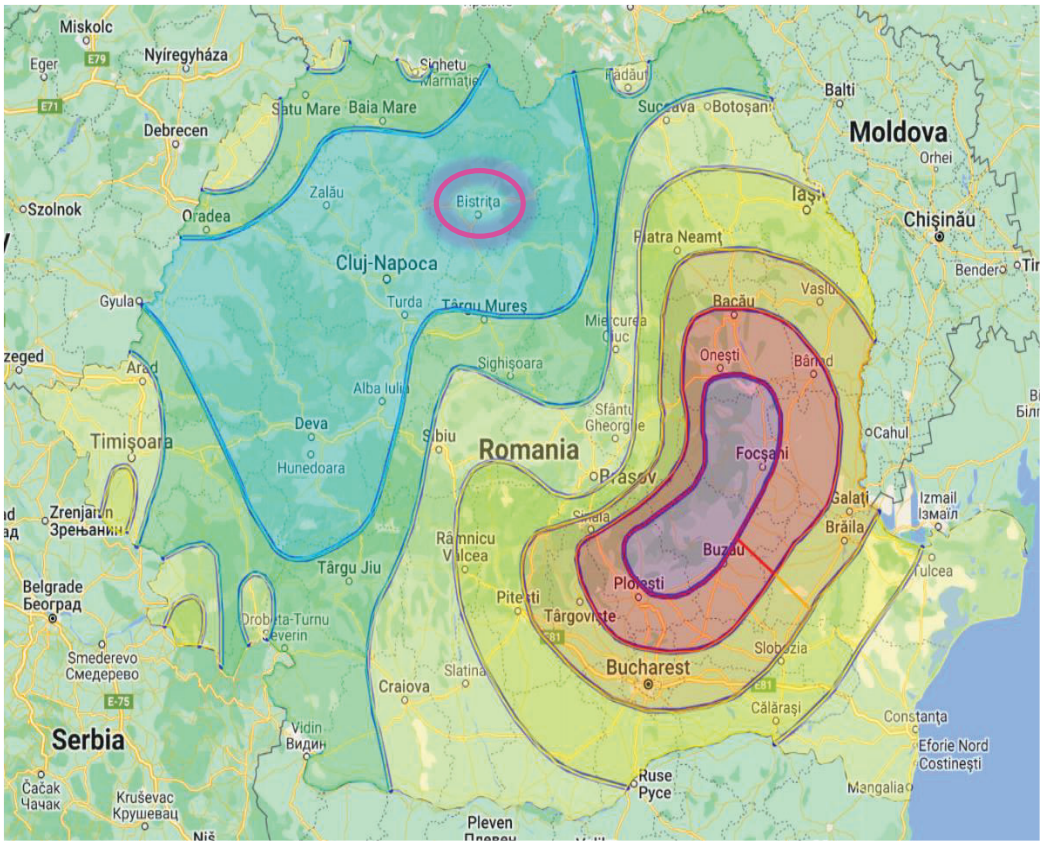
- la Sud- Dealul Gropii; Dealul Carpenilor dealul Budacului,Dealul Coharnei, Dealul Jelni;
- la Est-Dealul Corbului; Dealul Șaștina, Dealul Tîrgului, Dealul Mocilor; Dealul Cocosului; dealurile Cocosului, Nucet Dealul Gazan, Dealul Ghindei.

Din punct de vedere geologic, pe arealul spațiului hidrografic Someș-Tisa structura predominantă este cea silicioasă, cuprinzând o gamă largă de roci: eruptive, metamorfice, sedimentare (argile, gresii, nisipuri, pietrișuri, etc). Calcarul este prezent pe suprafețe restrânse, în zonele: izvoarele Someșului Cald, dealurile Nădașului și Căpusului (din Podisul Somesean), Cheile Lapusului, Muntii Mesesului, izvoarele Somesului Mare.



Imagine 2.1 Bazinul hidrografic Someș Tisa – harta geologică

Vârsta formațiunilor ce apar la zi cuprinde un interval geologic foarte larg, începând din Precambrian până în Cuaternar. Geologic, amplasamentul studiat aparține sedimentarului neogen al Bazinului Transilvaniei, ce este reprezentat în zonă, prin depozite helvetiene, badeniene și sarmatiene.

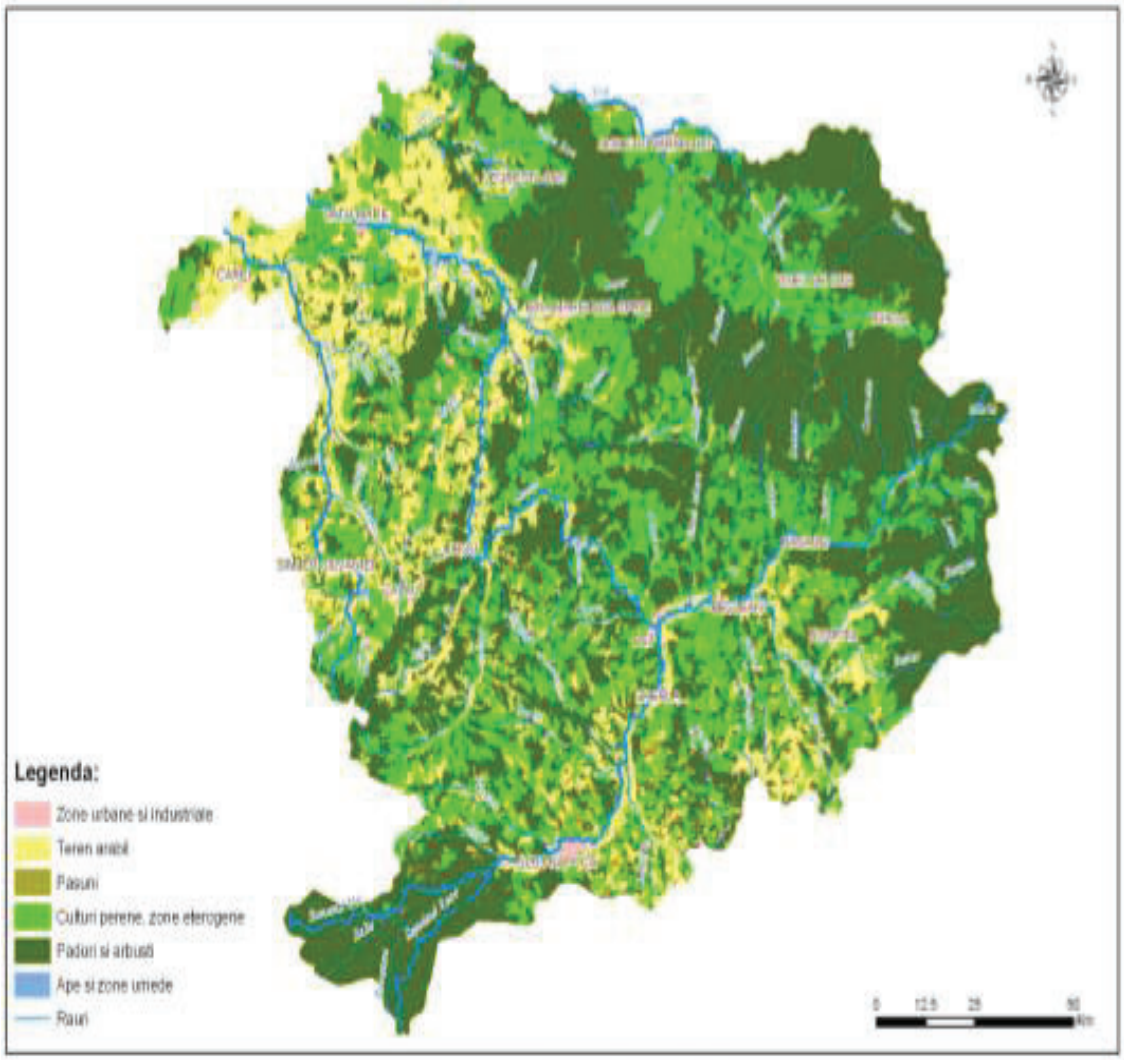


Imagine 2.2 HARTA DE ZONARE SEISMICĂ (PGA)

DIN P100-1/2013: ag = 0,10g

2.3 Utilizarea terenului

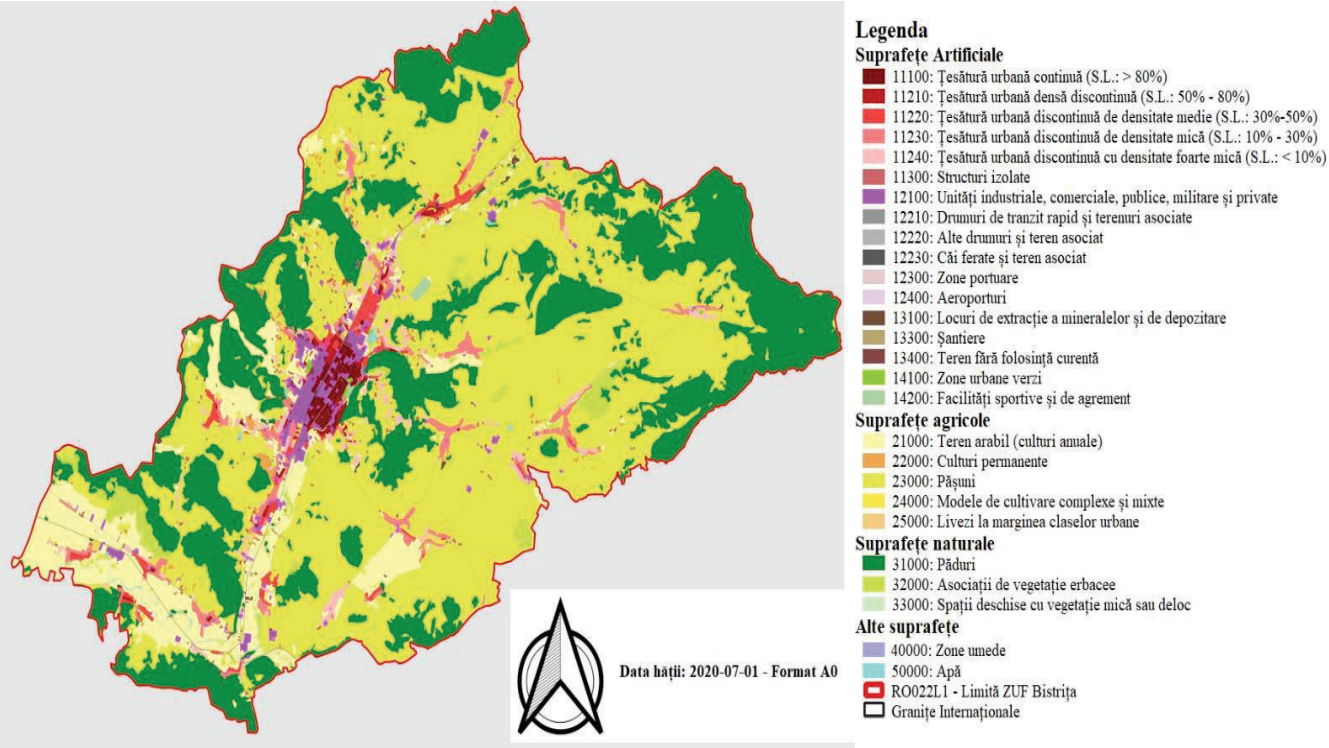
În privința utilizării terenului, în intregul spațiu hidrografic Someș-Tisa se remarcă o distribuție neuniformă a pădurilor, pășunilor, terenurilor arabile, terenurilor urbane si industriale, in funcție de tipul de relief al zonelor respective. Terenurile agricole sunt predominate in toate cele trei subbazine hidrografice: Tisa (51.9%), Someț (64.3%) si Crasna (72.1%). Pădurile ocupă o suprafață mai mare in subbazinul Tisei (42.8%), în celelalte subbazine ponderea fiind sub 30% (Somes 28.3% și Crasna18.2%). Celelalte forme de utilizare a terenului, ocupă suprafețe mai restrânse din totalul arealului. Zonele urbane impreună cu luciul de apă au o pondere de cca. 7% din totalul suprafetelor.



Imagine 2.3 Bazinul hidrografic Someș Tisa – hartă utilizarea terenului

De asemenea, conform SIDU, municipiul Bistrița prezintă o serie de zone urbane cu o densitate ridicată, ca urmare a existenței ansamblurilor de locuințe colective, cu precădere în:

- cartierele Independenței Nord, Independenței Sud,
- partea de NE a cartierului Andrei Mureșanu, Decebal & Gării și Ștefan cel Mare.



Imagine 2.4 Utilizarea terenului în municipiul Bistrița (Urban Atlas, 2022)

Zonele cu densitate scăzută sunt zonele periferice, dezvoltate spontan în ultimii ani ca urmare a extinderii zonelor de locuințe individuale: zona rezidențială dezvoltată la nord de Penitenciarul Bistrița și platforma industrială Leoni, Zona Valea Rusului sau zona adiacentă Str. Viorelelor (DJ173).

Așadar, de-a lungul anilor, municipiul Bistrița a înregistrat o tendință continuă de expansiune a fondului construit și o dezvoltare intensă a arealelor urbane prin reconversia funcțională a unor areale construite sau prin valorificarea rezervelor de teren deja existente din teritoriul intravilan (ansambluri rezidențiale, spații comerciale, noi unități industriale, centre sportive, etc.). De asemenea, barierele naturale au impus dezvoltarea liniară a zonelor periferice, preponderent zone rezidențiale cu locuințe colective, în lungul cursurilor de apă.

- ☑ **Zona centrală** este alcătuită din două subzone: centrul istoric care include principalele clădiri emblematice ale municipiului și subzona amplasată la nord-est de centrul istoric care include instituțiile administrative și socio-culturale de interes județean;
- ☑ **Fondul de locuințe:** Un procent semnificativ al teritoriului intravilan și al localităților componente Sigmir, Slătinița, Ghinda, Sărata, Unirea și Viișoara este destinat zonelor de locuințe individuale, ceea ce a condus la apariția unor tipologii foarte variate de locuințe și parcelar. Ansamblurile de locuințe colective construite post 1990, în zonele periferice

a condus la creșterea densității urbane, dar și la utilizarea terenurilor libere sau nefuncționale. Principalele probleme semnalate în aceste zone se referă la lipsa unor spații cu caracter de centru de cartier sau centre comunitare, lipsa serviciilor de proximitate, a spațiilor verzi amenajate, și subdimensionarea circulațiilor pietonale și lipsa plantațiilor de aliniament pe numeroase străzi;

- ☑ **Zonele industriale:** sunt concentrate în câteva areale ale teritoriului, cele mai mari platforme fiind amplasate în partea de vest, adiacent liniei de cale ferată și pârâului Tărpiu (Rombat, Raal SA, Leoni, Betak SA), o parte dinte acestea, utilizând în continuare infrastructura de transport feroviar, in partea de sud a municipiului, în arealul cuprins între DN 17 și râul Bistrița, în localitatea Viișoara în lungul DN17, în localitatea Unirea în zona fostelor unități agrozootehnice și pe malul nordic al râului Bistrița
- ☑ **Zonele comerciale** - unitățile comerciale de dimensiuni medii și mari, destinate cu precădere comercializării produselor alimentare (supermarketurile Kaufland, Lidl, Carrefour Market, Selgros), sunt amplasate central și pericentral, preponderent în zonele rezidențiale dens populate, în timp ce centrele comerciale de dimensiuni foarte mari (B1 Retail Park, Dedeman) sunt amplasate în zonele periferice.

Analiza modului de dezvoltare spațială a municipiului ilustrează o tendință generală de extindere a zonelor de locuit în zonele periferice, respectiv în exteriorul zonelor urbane constituite (Valea Jelnei, Valea Budacului, zona Ghinzii, zona Aerodromului și zona Valea Rusului, zonele Valea Tărpiului, Subcetate, Dumitrei Vechi). În localitățile Viișoara și Sigmir acest fenomen este mai puțin dezvoltat, în timp ce în localitățile Ghinda, Slătinița și Sărata, se remarcă o foarte mică dezvoltare a fondului construit în perioada 2014-2021.

Aceste tendințe de dezvoltare extensivă a locuirii pun presiuni suplimentare pe infrastructura publică existentă, care este în prezent, insuficient dezvoltată în zonele periferice. La nivelul municipiului Bistrița, în prezent, sunt necesare investiții de extindere a infrastructurii de servicii și utilități publice pentru a deservi în mod corespunzător zonele rezidențiale periferice și localitățile componente (căi de circulații, rețele tehnico-edilitare, servicii publice cotidiene, inclusiv farmacii, unități comerciale cu amănuntul, unități de învățământ și altele).

Suplimentar, sunt necesare măsuri și reglementări urbanistice care să stopeze sau să descurajeze dezvoltarea urbană necontrolată din teritoriu și dezvoltarea locuirii în zone improprii, lipsite de infrastructuri tehnică de bază, aflate în vecinătatea unor obiective cu care nu se află în compatibilitate funcțională (unități industriale, de depozitare, unități militare, echipamente ale gospodăriei comunale, infrastructură feroviară ș.a.) sau aflate în zone vulnerabile la riscuri naturale, cu precădere zonele afectate de alunecări ale terenurilor precum zona Codrișor sau zonele inundabile ale cursurilor de apă, cu precădere râul Bistrița.

2.3 Resurse de apă

La nivelul bazinului Hidrografic Bistrița, resursa totală teoretică de apă cuprinde un stoc mediu multianual de 6 593 mil.m^3 , din care 20% este resursa tehnic utilizabilă (1 316 mil.m^3). Resursele de apă de suprafaţă asigură într-un an hidrologic mediu scurgerea unui volum de 6.110 mil. m^3 (resursă teoretică), din care 16% reprezintă resursa tehnic utilizabilă (circa 971 mil.m^3). Din aceasta, 70% este asigurată în regim natural (650 mil.m^3), iar restul prin acumulări. Resursele de apă subterană inventariate la nivel bazinal totalizează 483 mil.m^3 cele teoretice şi 345 mil.m^3 cele utilizabile (de calcul), fiind constituite în proporţie de 62,3% din acvifere freatice şi 37,7% cele de adâncime (INHGA, 2019).

Principala componentă a resurselor de apă este constituită din apa de suprafață a rețelei hidrografice prin care se asigură într-un an hidrologic mediu scurgerea unui volum de 6110 mil.m^3 (resursa teoretica), din care 16 % reprezintă resursa tehnic utilizabilă (cca.971 mil.m^3). Din aceasta, 70% este asigurată în regim natural (650 mil.m^3), iar restul prin acumulări. Debitul mediu multianual al râului Someș înregistrează, la stația hidrometrică Satu Mare, aproape de iesirea din țară o valoare de 125 m^3/s, pentru o suprafață de 15600 km^2 (q specific=8.01 l/s/km^2), avand aportul hidrologic semnificativ al râurilor: Șieu (15.1 m^3/s), Someșul Mic (21.2 m^3/s), Lăpuș (19.3 m^3/s).

Pentru râul Tisa, la ieșirea din țară s-a calculat un debit mediu multianual de aprox.130 m^3/s, pentru o suprafață totală a râului (inclusiv Ucraina) de 6423 km^2 (q specific=20.2 l/s/km^2), cu aport hidrologic important de pe teritoriul românesc al râurilor Vișeu (33.9 m^3/s) si Iza (16.6 m^3/s). Zona cu resurse reduse de apă este bazinul râului Crasna, care se caracterizează prin scurgeri reduse, datorită factorilor morfo-climatici (altitudini reduse, precipitatii scazute si temperaturi ridicate)

Raportată la populația bazinului, resursa specifică utilizabilă este de 504 m^3/loc/an, iar resursa specifică calculată la stocul disponibil teoretic (mediu multianual) se cifrează la 3426 m^3/loc/an, valoare cu peste 90 % mai mare decat resursa specifică la nivelul țării care este de 1650 m^3/loc/an, situație ce plasează arealul Someș-Tisa într-o pozitie favorabilă, în sensul existentei unui potențial de rezervă ce ar putea fi exploatat in viitor. Dacă componenta cantitativă a resursei de apa cantonate în arealul spatiului hidrografic Someș-Tisa asigură în mod echilibrat raportul cerințe-alocatii, cealaltă dimensiune a resurselor necesară pentru preluarea efluentului impurificat este o problematică majoră a gospodării apelor, actualmente capacitatea de receptie a poluantilor de catre reteaua hidrografică fiind epuizată sau limitată în multe secțiuni de supraveghere a stării resurselor de apă.

Pe teritoriul judeţului există de asemenea și o serie de lacuri şi bălţi cu origine diferită: lacurile glaciare din Munţii Rodnei (Lala Mare, Lala Mică), bălţile sărate de la Pinticu Tecii, Mintiu, Sărata, Sărăţel. Lacurile naturale sunt prezente exclusiv în zona Munţilor Călimani şi Rodnei şi sunt de origine vulcanică. Dintre lacurile cu importanţă economică și turistică amintim lacul de

la Colibiţa (amenajare hidroenergetică) dar și lacurile de la Budurleni şi Manic pentru amenajările piscicole existente.

În ceea ce privește situația specifică a municipiului, râul Bistrita reprezintă principala sursa de alimentare cu apă potabilă a populaţiei municipiului. Captarea se poate face atât din apa de suprafaţă a râului, cât şi din subteran , din terasa râului Bistriţa. O a două sursă de apă potabilă este Sursa Cușma, situată la o distanță de 21 km de Bistrița, la poalele Munților Călimani, în localitatea Cușma. Debitul provine de la mai multe izvoare subterane și de la un pârâu de suprafață, cu o capacitate ce a crescut în funcție de nevoile de consum ale municipiului, până la 28-30 l/s.

Conform Insitutului Național de Statistică, apa potabilă distribuită în muncipiul Bistrița în anul 2021 a fost de 4009 mii de metri cubi, din care 3113 mii de metri cubi pentru uz casnic (figura 2.2)

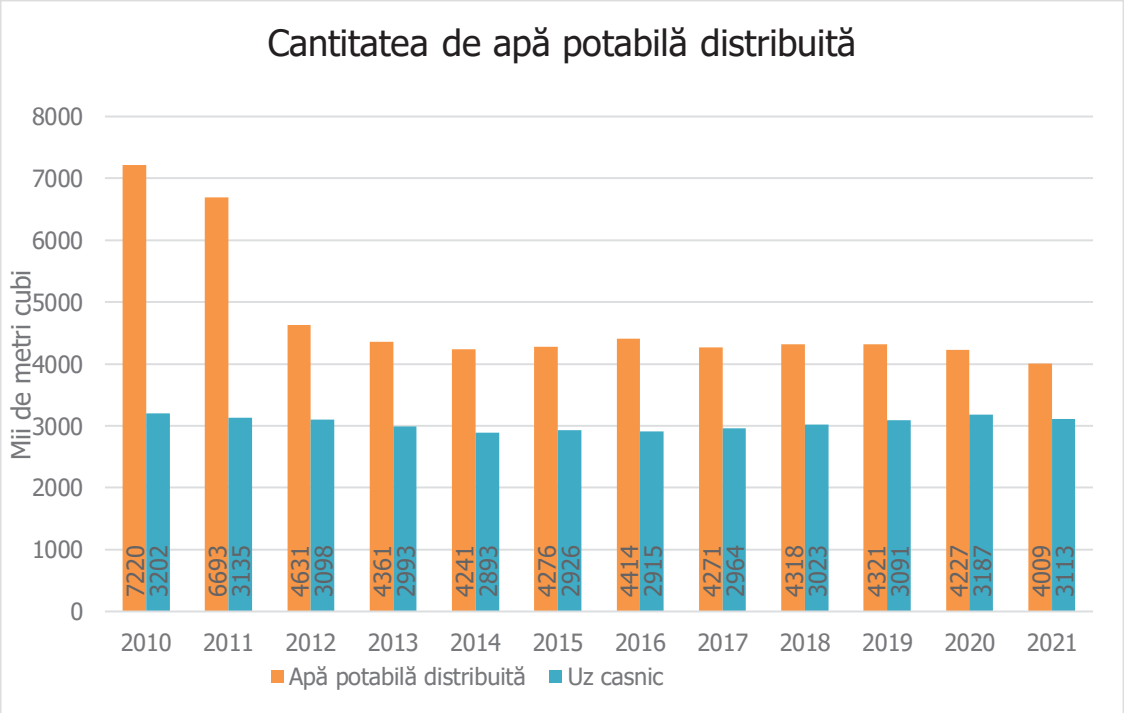


Figura 2.1 Cantitatea de apă potabilă distribuită în municipiul Bistrița (INS, 2022)

Apa potabilă distribuită consumatorilor se referă la cantitatea totală de apa potabilă livrată efectiv tuturor consumatorilor, populației și agenților economici pentru nevoi productive și neproductive (casnice, băi publice, clădiri social-culturale si administrative, hoteluri, stropitul străzilor, spații verzi, etc.) prin rețele de distribuție sau direct prin conductele de aducțiune: se determină cu ajutorul apometrelor instalate la consumatori, iar in lipsa acestora pe baza

normelor de consum pausal. În intervalul anilor 2010-2012 se poate observa un trend descendent al cantității de apă distribuite-în 2010, 7720 mii de m^3 față de 4361 în anul 2012, urmând ca evoluția până în anul 2021 să fie relativ stagnantă.

Privitor la capacitatea la nivel de municipiu de distribuție a apei potabile, conform Insitutului Național de Statistică, în anul 2021 a fost produs 112320 m^3/zi de apă potabilă (figura 2.2) Capacitatea instalatiilor de producere a apei potabile reprezintă cantitatea maximă de apă potabilă ce poate fi debitată de instalația de alimentare cu apă într-o unitate de timp. Se determină pentru fiecare instalatie de captare - tratare in parte, atat pentru apa industrială cât și pentru apa potabilă, luându-se in considerare capacitatea prevăzută în documentația tehnică respectivă în cazul când există aceasta documentatie confirmata prin procesul verbal de receptie, avandu-se in vedere si eventualele modernizari si reutilări care duc la mărirea capacitatii initiale. În capacitatea totala a instalatiilor de captare sunt incluse numai acelea care deservesc instalatiile centralizate de alimentare cu apă si nu cele ale unitatilor pentru nevoile industriale proprii.

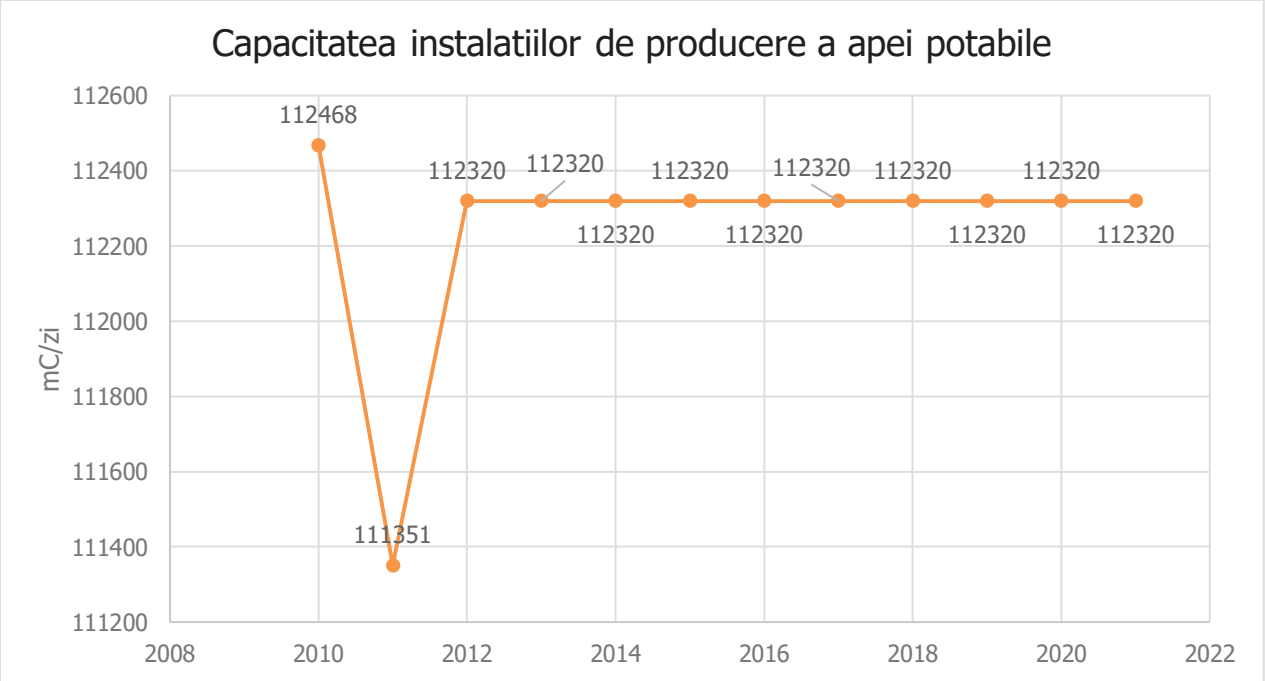


Figura 2.2 Evoluția capacității instalațiilor de producere a apei potabile (INS, 2022)

În ceea ce privește rezervele de umiditate în sol, tabelurile 2.3 respectiv 2.4 prezintă situația a mediei lunare a rezervelor de umiditate în cultura grâului de toamnă și în cultura de porumb.

Tabel 2.3 Media lunară a rezervelor de umiditate în cultura grâului de toamnă, din perioada 2011-2021 la stația meteorologică cu program agrometerologic Bistrița

Profil de sol	**Luna**	**Media lunară CAu (% din capacitatea de apă utilă a solului**
0-20 cm în cultura de grâu de toamnă	Septembrie	70
	Octombrie	73
0-100 cm în cultura de grâu de toamnă	Aprilie	65
	Mai	65
	Iunie	70
Profil de sol	**Luna**	**Media lunară CAu (% din capacitatea de apă utilă a solului**
0-20 cm în cultura de porumb	Aprilie	63
0-50 cm în cultura de porumb	Mai	80
0-100 cm în cultura de porumb	Iunie	72
	Iulie	65
	August	52

2.4 Context climatic

Situarea spatiului hidrografic Someș-Tisa în nord-vestul țării, și pozitia sa față de circulația maselor de aer vestice si mai ales baltice cu nuanțe oceanice, reprezintă factori semnificativi în evoluția si desfășurarea fenomenelor climatice si hidrologice. În consecință, bazinele hidrografice ale râurilor Tisa, Somes si Crasna au un climat temperat continental moderat cu nuanțe oceanice, fără variații exagerate de temperatură și precipitații. Modul de dispunere a marilor unități de relief, determină creșterea temperaturii și scăderea cantităților de precipitațiii de la est spre vest de la aprox. 0°C in est si sud (în zona marilor înălțimi) până la peste 9°C in Câmpia Someșului, respectiv de la precipitații medii multianuale de 1200 mm/an in est la sub 600 mm/an în vest.

Clima municipiului Bistrița se încadrează în tiparul temperat-continental. Anotimpurile de tranziție (primăvară, toamnă) sunt mai scurte decât în partea sudică a țării, iarna are o durată și umitate mai ridicată iar verile sunt relativ călduroase și umede.

- ☑ **Temperatura aerului**

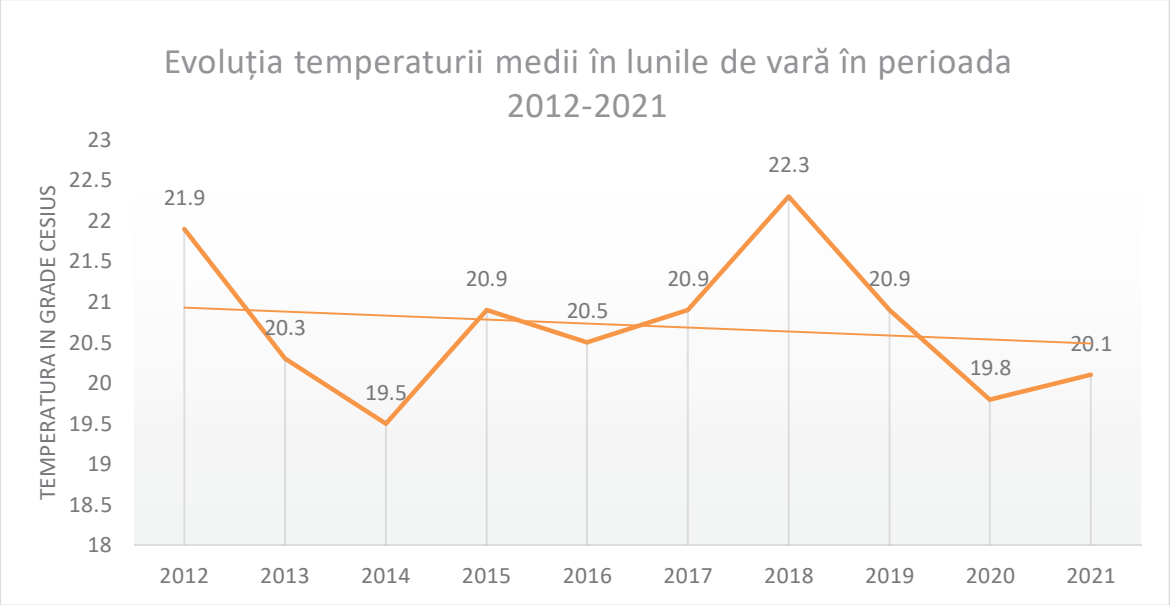
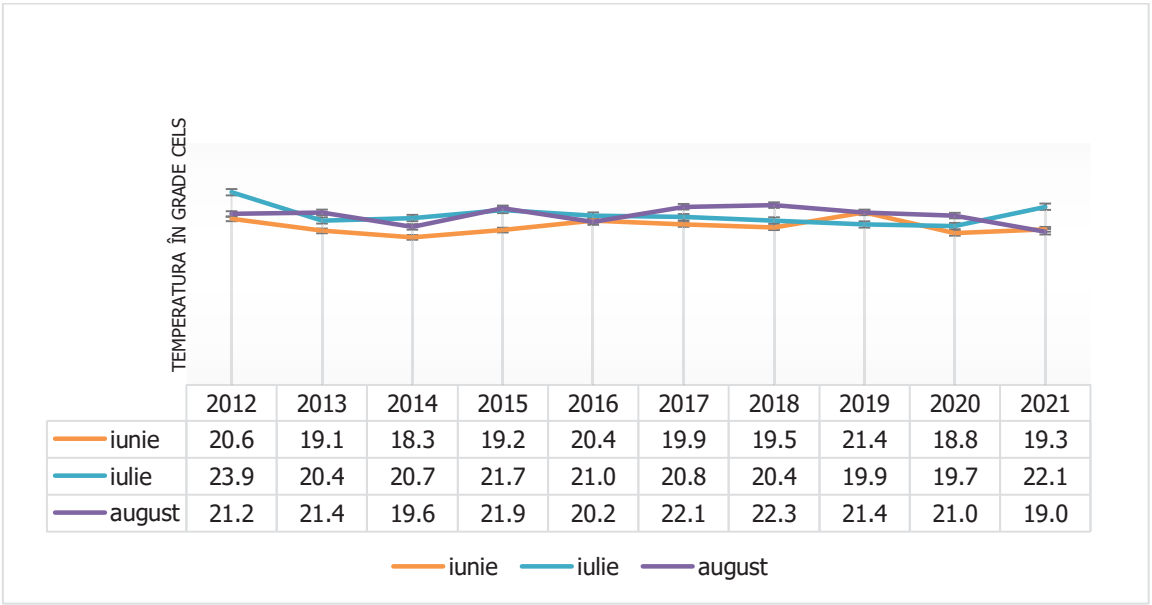


Figura 2.3 Evoluția temperaturii medii în lunile de vară în perioada 2012-2021 (ANM, 2022)

În ceea ce privește temperaturile pe timp de vară, figura 2.3 prezintă media lunilor iunie, iulie și august începând cu anul 2012. Anul 2018 a avut cea mai călduroasă vară, cu o medie de 22.3 grade Celsius. Conform datelor prelucrate, tendița temperaturii pe timp de vară este relativ stabilă (figura 2.4).De asemenea, figura 2.5 ilustrează în detaliu evoluția temperaturii medii pentru fiecare lună de vară,



	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
iunie	20.6	19.1	18.3	19.2	20.4	19.9	19.5	21.4	18.8	19.3
iulie	23.9	20.4	20.7	21.7	21.0	20.8	20.4	19.9	19.7	22.1
august	21.2	21.4	19.6	21.9	20.2	22.1	22.3	21.4	21.0	19.0

Figura 2.4 Evoluția detaliată a temperaturii medii pe timp de vară în peioasa 2012-2021 (ANM, 2022)

În ceea ce privește iernile, se observă o creștere a temperaturii pentru lunile decembrie, ianuarie și februarie. Începând cu anul 2018, temperatura a devenit pozitivă, trecând ușor peste gradul de 0 grade (figura 2.6). Tabelul 2.5 prezintă o situație detaliată a temperaturii maxime, minime și medii pentru intervalul analizat 2012-2021.

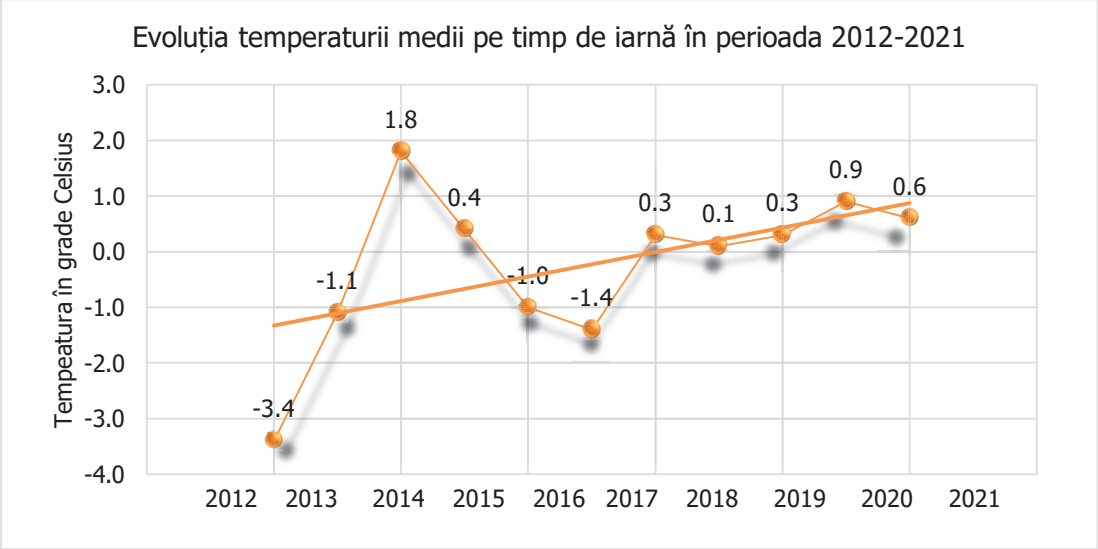


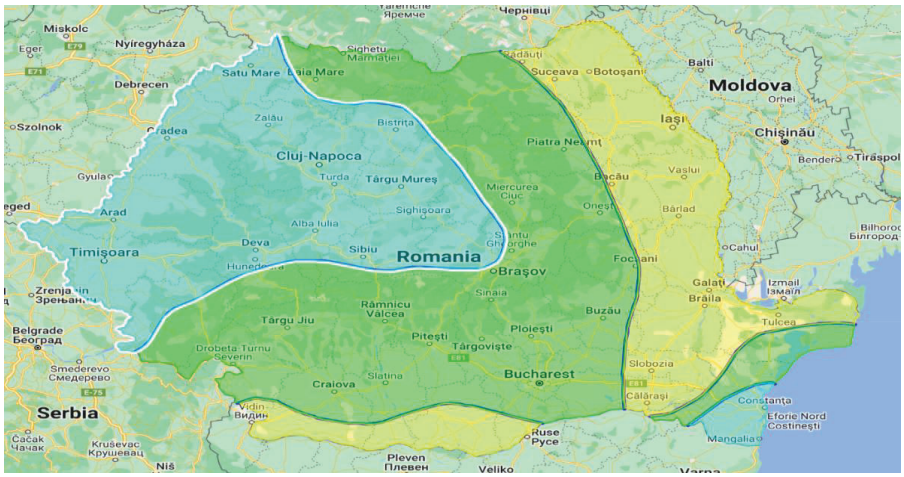
Figura 2.5 Evoluția temperaturii medii pe timp de iarnă în perioada 2012-2021 (ANM, 2022

Tabel 2.5 Date istorice privind temperatura atmosferei în perioada 2012-2021 pentru municipiul Bistrița

Indicator	Luna	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
T°med lunară (Celsius)	1	-2.4	-2.1	1.3	-0.8	-2.8	-6.8	0.3	-1.9	-3.3	-0.2
	2	-6.1	1.8	2.7	0.3	4.2	1.3	-0.5	0.8	1.5	0.9
	3	2.2	3.0	8.0	5.1	5.7	7.5	3.1	5.6	5.7	2.6
	4	11.1	11.7	11.4	9.0	12.2	9.3	14.7	11.6	9.5	7.5
	5	16.1	16.5	15.1	15.7	14.5	15.7	18.2	14.6	12.9	13.8
	6	20.6	19.1	18.3	19.2	20.4	19.9	19.5	21.4	18.8	19.3
	7	23.9	20.4	20.7	21.7	21.0	20.8	20.4	19.9	19.7	22.1
	8	21.2	21.4	19.6	21.9	20.2	22.1	22.3	21.4	21.0	19.0
	9	17.4	12.8	16.2	17.2	16.2	15.1	15.7	15.6	17.0	13.8
	10	10.4	10.1	10.0	9.0	7.8	8.9	11.2	10.5	11.3	7.5
	11	5.1	6.9	5.1	5.2	3.2	5.0	5.7	9.3	3.2	4.2
	12	-1.8	-3.1	1.5	1.6	-4.3	1.4	-0.6	1.4	2.7	1.0
T°max lunară (Celsius)	1	5.2	9.6	11.7	10.6	10.9	7.7	13.4	9.5	10.1	-0.2
	2	7.6	15.7	18.8	16.8	18.3	18.3	11.8	12.3	14.8	12.5
	3	20.0	17.9	21.9	22.4	19.6	24.8	20.6	20.9	19.0	16.5
	4	29.2	29.5	23.4	24.4	27.3	27.4	29.7	26.9	22.1	18.0
	5	30.8	29.3	28.5	28.9	29.4	27.1	30.6	28.1	28.1	20.7
	6	33.2	31.5	30.3	31.5	34.3	32.6	31.4	32.1	30.0	27.7
	7	36.9	34.7	31.8	34.7	34.0	33.4	30.5	33.5	31.4	33.2
	8	38.0	36.3	34.8	35.1	32.4	37.7	32.6	34.6	33.7	33.3
	9	33.1	25.7	30.2	35.3	31.8	31.0	32.2	31.3	31.2	32.5
	10	31.2	25.6	25.1	22.4	24.7	25.0	26.6	26.3	27.6	27.2
	11	19.4	21.2	21.5	16.4	18.0	15.0	27.0	22.1	16.5	21.1
	12	9.4	14.0	12.0	12.5	5.8	12.0	7.3	14.8	15.5	23.1
T°min lunară (Celsius)	1	-16.5	-17.0	-9.3	-18.2	-17.2	7.7	-12.1	-14.6	10.1	9.6
	2	-21.8	-10.4	-13.2	-13.1	-7.2	-22.2	-11.1	-10.1	-15.1	-15.4
	3	-14.7	-12.7	-3.4	-6.5	-6.9	-8.0	-14.6	-6.8	-9.9	-14.1
	4	-4.9	0.4	1.0	-2.2	-1.7	-4.8	-1.5	0.5	-4.7	-8.5
	5	6.4	6.3	0.5	4.6	4.0	-1.9	6.7	2.2	-7.7	-2.1
	6	9.0	8.8	6.3	8.4	6.6	-1.5	7.3	9.2	1.6	-0.2
	7	9.4	7.1	7.7	7.2	7.2	7.4	10.0	7.7	6.2	6.5
	8	6.2	7.1	6.5	10.6	7.1	8.5	12.0	9.3	7.9	11.8
	9	5.1	0.1	1.5	3.8	2.2	6.6	-1.2	-1.6	9.4	7.9
	10	0.8	-4.7	-6.3	-3.1	-1.0	0.3	0.7	-2.6	5.6	2.5
	11	-5.3	-7.6	-8.8	-5.6	-9.6	-1.1	-12.3	-3.3	-0.2	-4.7
	12	-15.6	-15.0	-12.4	-11.7	-15.3	-4.7	-14.7	-10.7	-8.8	-7.1

- **Precipitații**

Precipitațiile atmosferice cuprind totalitatea produselor de condensare și cristalizare a vaporilor de apă din atmosferă, care cad din nori și ajung pe suprafața pământului sub formă lichidă (ploaie și aversă de ploaie, burniță etc.), solidă (ninsoare și aversă de zăpadă, grindină, măzăriche etc.), sau în ambele forme, în același timp (lapoviță). Cantitatea totală de precipitații anuală la nivelul Municipiului Bistrița este în relativă creștere (figura 2.7).



Imagine 2.5 HARTA DE ZONARE A ÎNCĂRCĂRII DIN ZĂPADĂ PE SOL CONFORM CR-1-1-3/2012: sk = 1,5 kN/m2

În anul 2021 au fost înregistrate, conform ANM, 756.8 mm de precipitații. Cea mai ridicată valoare din setul de date analizat a fost înregistrată în anul 2019- 777.1 mm de precipitații. Începând cu anul 2012, trendul cantității totale de precipații este în creștere.

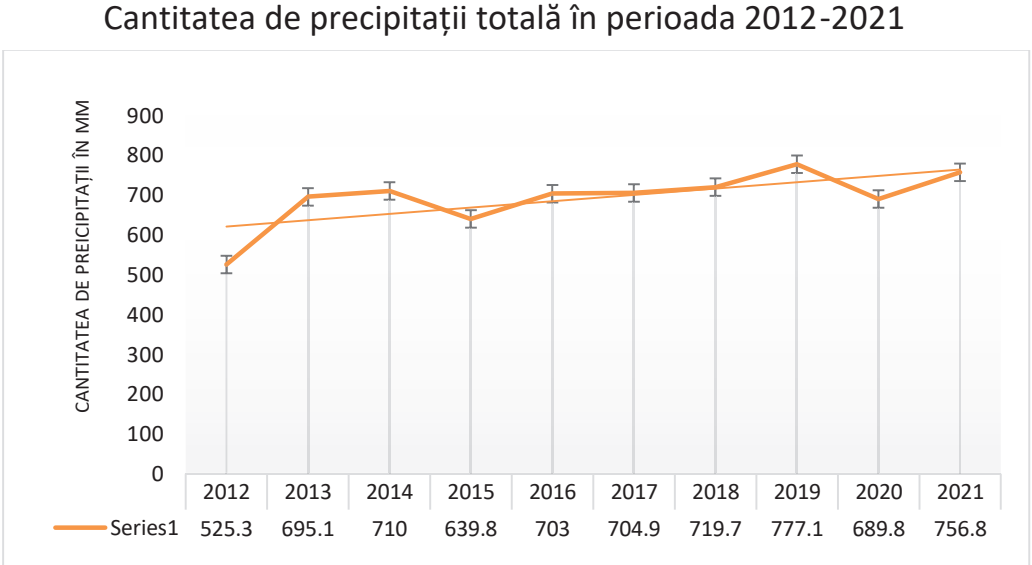
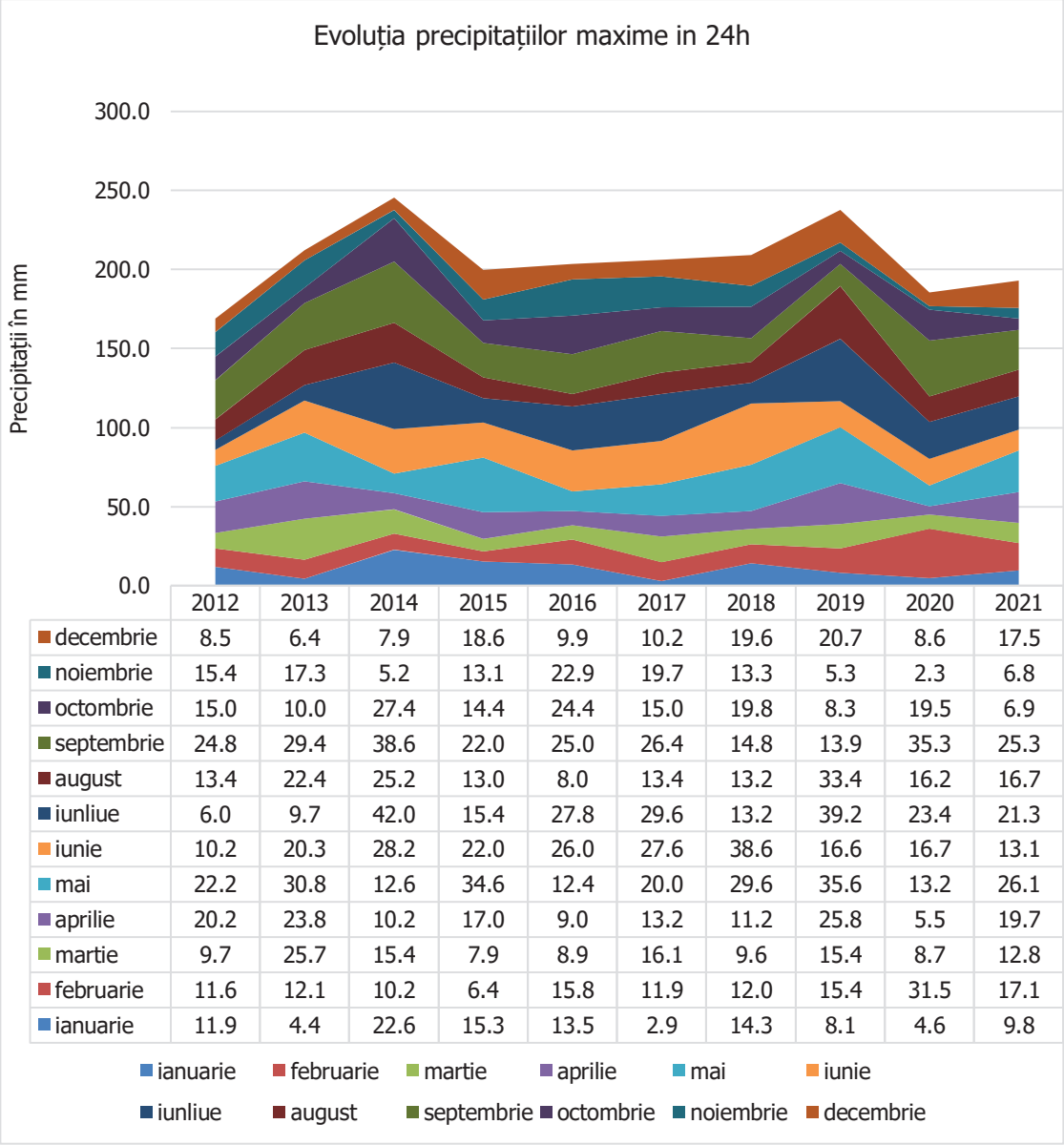


Figura 2.6 Cantitatea de precipitații totală înregistrată în perioada 2012-2021 (ANM, 2022)

Referitor la precipitațiile maxime înregistrate în 24 de ore, figura 2.8 prezintă evoluția pentru anii 2012-2021 în funcție de fiecare lună. În perioada analizată, maxima de precipitații în 24 de h a fost identificată în anul 2014, luna iulie cu o cantitate de 42 mm de precipitații într-o zi.



	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
decembrie	8.5	6.4	7.9	18.6	9.9	10.2	19.6	20.7	8.6	17.5
noiembrie	15.4	17.3	5.2	13.1	22.9	19.7	13.3	5.3	2.3	6.8
octombrie	15.0	10.0	27.4	14.4	24.4	15.0	19.8	8.3	19.5	6.9
septembrie	24.8	29.4	38.6	22.0	25.0	26.4	14.8	13.9	35.3	25.3
august	13.4	22.4	25.2	13.0	8.0	13.4	13.2	33.4	16.2	16.7
iunliue	6.0	9.7	42.0	15.4	27.8	29.6	13.2	39.2	23.4	21.3
iunie	10.2	20.3	28.2	22.0	26.0	27.6	38.6	16.6	16.7	13.1
mai	22.2	30.8	12.6	34.6	12.4	20.0	29.6	35.6	13.2	26.1
aprilie	20.2	23.8	10.2	17.0	9.0	13.2	11.2	25.8	5.5	19.7
martie	9.7	25.7	15.4	7.9	8.9	16.1	9.6	15.4	8.7	12.8
februarie	11.6	12.1	10.2	6.4	15.8	11.9	12.0	15.4	31.5	17.1
ianuarie	11.9	4.4	22.6	15.3	13.5	2.9	14.3	8.1	4.6	9.8

Figura 2.7 Evoluția precipitațiilor maxime în 24 de ore în perioada 2012-2021(ANM, 2022)

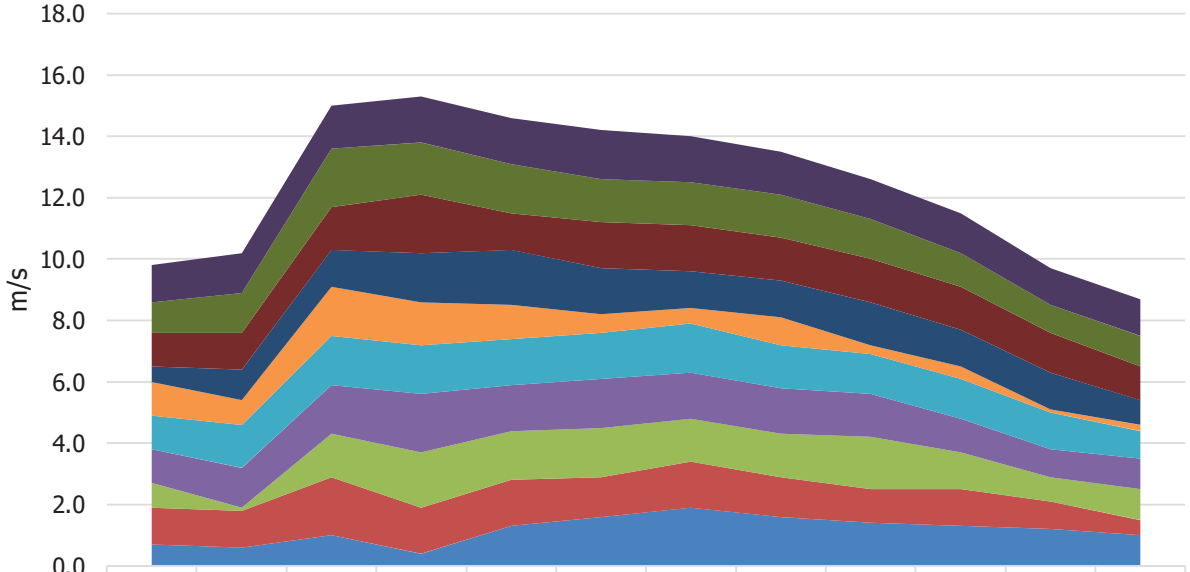
Tabel 2.6 Grosimea minimă și maximă a grosimii stratului de zăpadă pe decade îm cm (ANM, 2022)

AN	Decada	Luna						
		1	2	3	4	11	12	
2012	1	0,1	18	21	0	0	0,1	Max
	2	2	26	0,1	0	0	2	
	3	12	23	0,1	0	0	0,1	
	1	1	34	27	0	0	6	Min
	2	16	42	24	0	0	15	
	3	26	30	0,1	0	0	3	
2013	1	0,1	0,1	0	0	0	0,1	Min
	2	0,1	0,1	0,1	0	0	8	
	3	0,1	0,1	0,1	0	0,1	3	
	1	9	0	0	0	13	4	Max
	2	8	11	0	0	12	6	
	3	1	4	0	2	8	12	
2014	1	0,1	0,1	0	0	0	0,1	Min
	2	0	0,1	0	0	0	0	
	3	0,1	0	0	0,1	0,1	0,1	
	1	3	14	0	0	0	7	Max
	2	0	0,1	0	0	0	0	
	3	24	0	0	0	1	4	
2015	1	0,1	0,1	0	0,1	0	0	Min
	2	3	0,1	0	0	0	0,1	
	3	0,1	0	0	0	0,1	0	
	1	20	3	0	1	0	0	Max
	2	14	0,1	0	0	0	0,1	
	3	3	0	0	0	0,1	0	
2016	1	0,1	0,2	0	0	0	0,2	Min
	2	0,1	0	0	0	0,1	5	
	3	1	0	0	0	0	4	
	1	1	0,2	0	0	0	15	Max
	2	1	0	0	0	5	10	
	3	5	0	0	0	0	6	
2017	1	9	0,1	0	0	0	0,1	Min
	2	9	2	0,2	0	0	0,1	
	3	8	0,1	0	0	0,1	0,1	
	1	18	9	0	0	0	3	Max
	2	15	5	0,2	0	0	1	

	3	9	3	0	0	0,1	7	
2018	1	0,1	0,1	0,1	0	0	0,2	Min
	2	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	
	3	9	0,1	0,1	0	0	7	
	1	1	10	13	0	0	0,2	Max
	2	15	9	6	0	0,1	23	
	3	14	2	7	0	0	15	
2019	1	6	0,1	1	0	0	0,1	Min
	2	14	0,2	0	0	0	0	
	3	13	0,1	1	0	0	0	
	1	18	9	1	0	0	4	Max
	2	26	0,2	0	0	0	0	
	3	26	2	1	0	0	0	
2020	1	2	0,1	0	0	0	0	Min
	2	0,1	0,2	0	0	0	0	
	3	0,1	0	0,2	0	0	0	
	1	5	5	0	0	0	0	Max
	2	2	4	0	0	0	0	
	3	0,1	0	0,2	0	0	0	
2021	1	0	0	0	0,1	0	0,1	Min
	2	0,1	3	0,2	0	0	0,1	
	3	0,1	0,1	0,2	0	0	1	
	1	0	0	0	3	0	11	Max
	2	12	13	4	0	0	3	
	3	12	3	0,2	0	0	8	

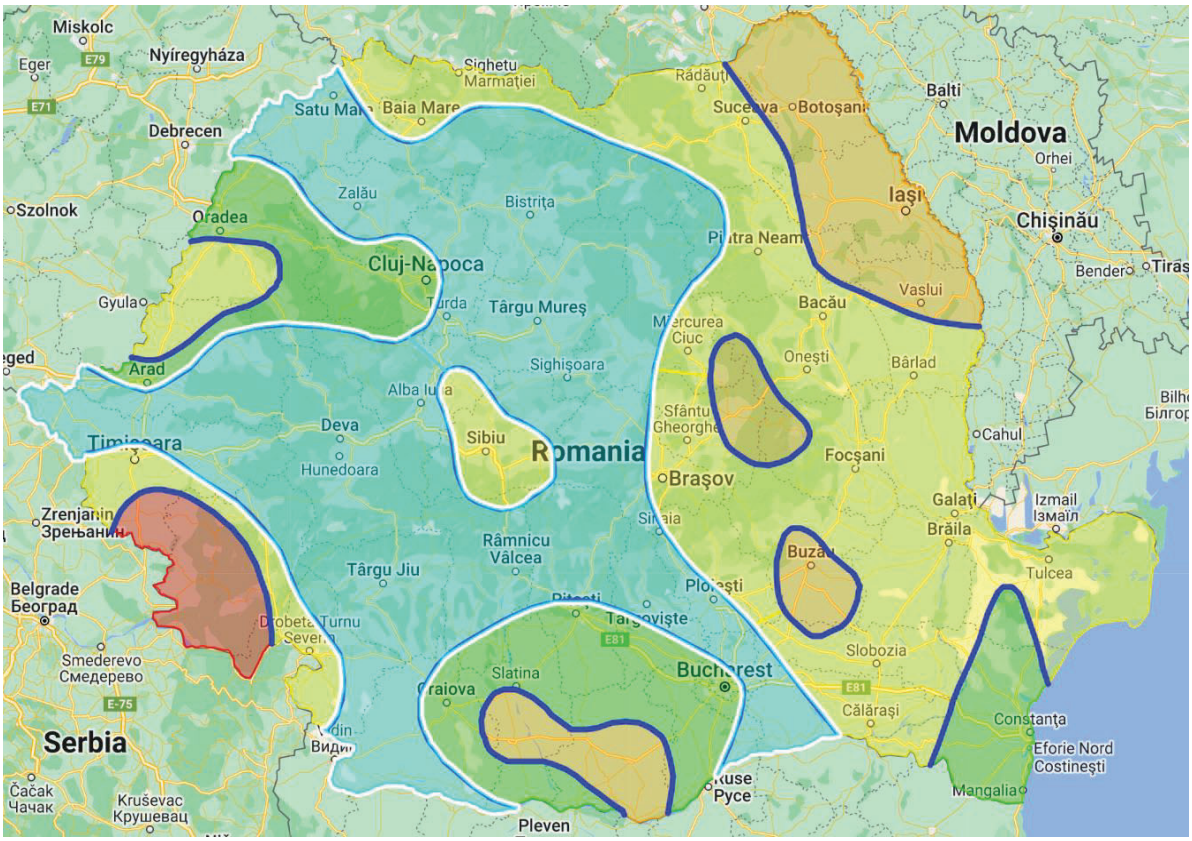
- **Regimul eolian**

Referitor la regimul eolian, în municipiul Bistrița sunt prezente vânturile vestice (predominanța celor vest – nord-vest). Conform figurii 2.9 în perioada 2012-2021 media lunară a vitezii vântului nu a depășit în nicio lună pragul de 3m/s., maxima identificată fiind de 1.9 m/s. Acest lucru implică, de asemenea, un potențial scăzut pentru valorificarea energiei eoline.



	ianuarie	februarie	martie	aprilie	mai	iunie	iulie	august	septembrie	octombrie	noiembrie	decembrie
2021	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2
2020	1.0	1.3	1.9	1.7	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.1	0.9	1.0
2019	1.1	1.2	1.4	1.9	1.2	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.1
2018	0.5	1.0	1.2	1.6	1.8	1.5	1.2	1.2	1.4	1.2	1.2	0.8
2017	1.1	0.8	1.6	1.4	1.1	0.6	0.5	0.9	0.3	0.4	0.1	0.2
2016	1.1	1.4	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	0.9
2015	1.1	1.3	1.6	1.9	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.1	0.9	1.0
2014	0.8	0.1	1.4	1.8	1.6	1.6	1.4	1.4	1.7	1.2	0.8	1.0
2013	1.2	1.2	1.9	1.5	1.5	1.3	1.5	1.3	1.1	1.2	0.9	0.5
2012	0.7	0.6	1.0	0.4	1.3	1.6	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0

Figura 2.8 Media lunară a vitezei vântului în perioada 2012-2021



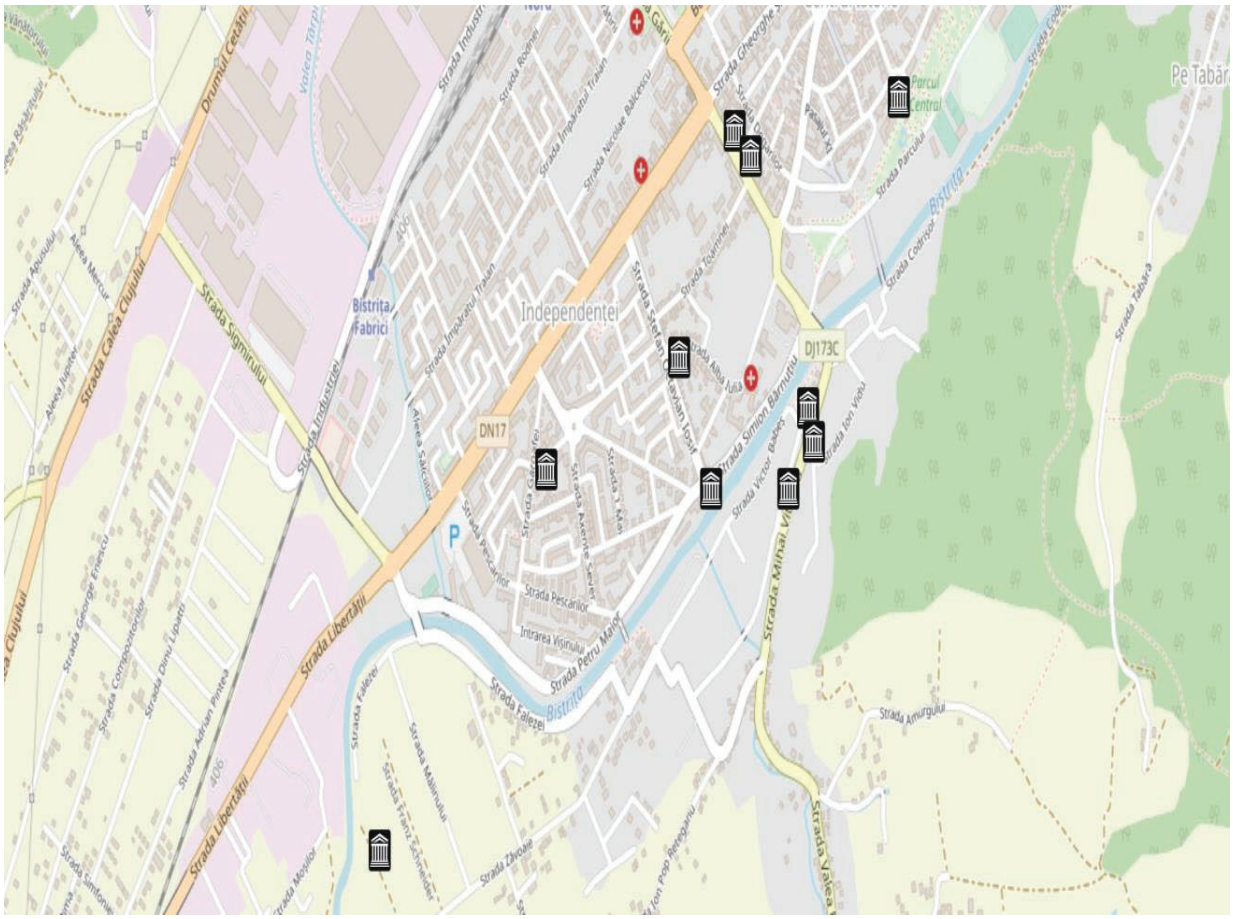
Imagine 2.6 Harta de zonare a presiunii dinamice a vântului conform CR-1-1-4/2012: qb = 0,4 kP

2.5 Zone naturale/Monumente istorice protejate

În zona centrală a municipiului Bistrița sunt localizate 4 obiective încadrate ca valori ale patrimoniului construit de interes național. Zonele protejate prin Legea nr. 5/2000 sunt încadrate în categoria monumente și ansambluri de arhitectură:

- Casa Ioan Zidarul;
- Casa Argintarului;
- Șirul Sugălete;
- Ansamblul urban fortificat.

Menționăm că niciuna dintre soluțiile propuse de această analiză nu afectează în vreun fel integritatea acestor monumente. Soluțiile urmăresc, din potrivă, atenuarea efectelor negative produse de inundații pentru acest tip de monumente istorice protejate.

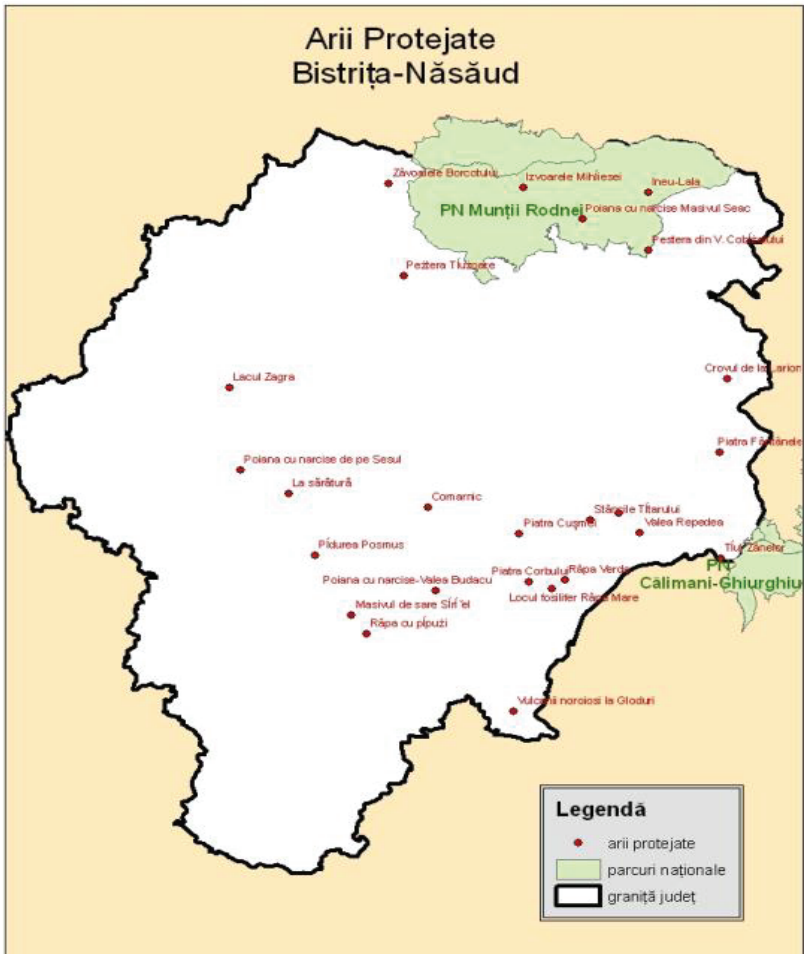


Imaginea 2.7 Poziționarea principalelor obiective culturale în mun. Bistrița

În ceea ce privește ariile naturale protejate, la momentul actual în municipiul Bistrița nu există zone încadrate în această clasă.

Cele mai apropiate arii naturale protejate sunt:

- Comarnic – cca. la 10 km distanță;
- Pădurea Cosmuș – cca. la 32 km distanță;
- Poiana cu narcise – Valea Budacu – cca. la 31 km distanță;
- Piatra Cușmei – cca. la 28 km distanță.



Imagine 2.8 Hartă arii naturale protejate în județul Bistrița Năsăud

2.5 Infrastructura tehnico-edilitară

- **Lungimea străzilor orășenești**

Lungimea străzilor orășenești modernizate (km) reprezintă lungimea străzilor cu imbrăcăminți din piatră fasonată, asfalt sau beton. Porțiunile pavate cu piatră fasonată cuprind imbrăcămințile de piatră cubică, paralelipipedică sau de alte forme regulate. În anul 2021, conform Insitutului Național de Statistică, Bistrița avea 134 de km de străzi orășenești. Începând cu anul 2010, trendul a fost relativ ascedent, exceptând anul 2019, când s-au înregistrat 142 de km iar în anul următor, 2020, s-a înregistrat o descreștere la 133 de km.

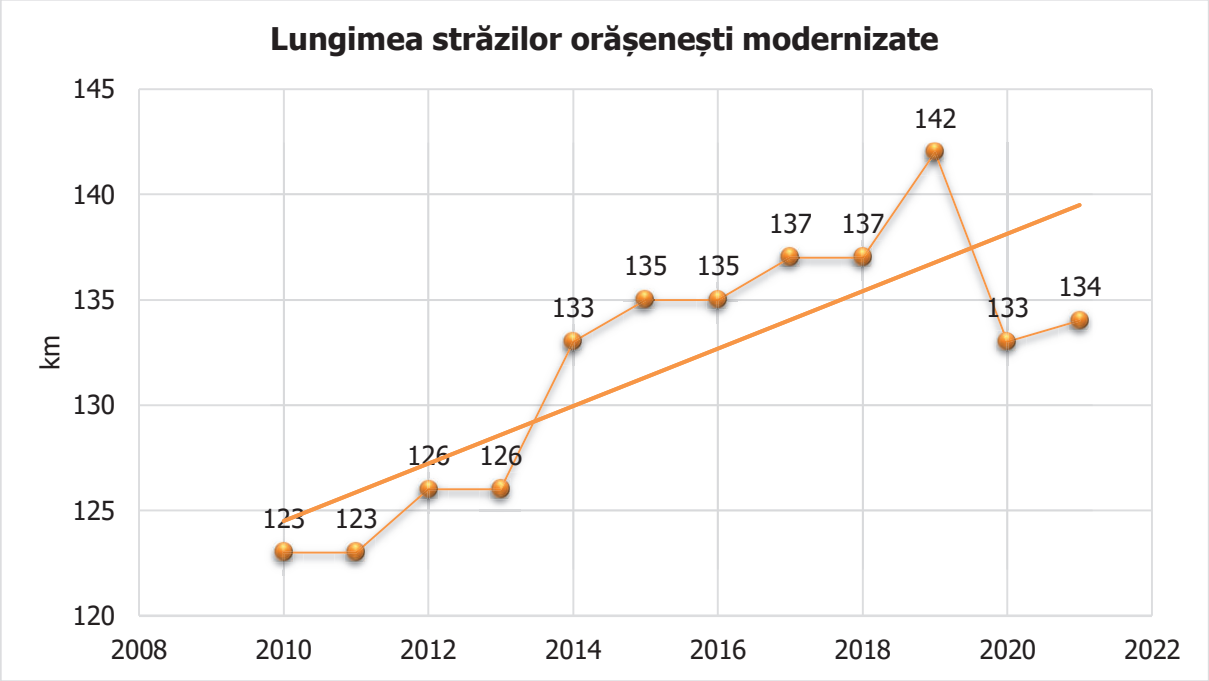


Figura 2.9 Lungimea străzilor orășenești modernizate (INS, 2022)

- **Lungimea totală simplă a conductelor de canalizare**

Lungimea totală simplă a conductelor de canalizare reprezintă lungimea canalelor (tuburilor) prin care se colectează și se evacuează apele reziduale (menajere, industriale, etc.) și a celor provenite din precipitatii de pe teritoriul localitatii cu canalizare publică, începând de la căminele de racordare a clădirilor cu instalații de canalizare si până la punctul de deversare a apelor reziduale intr-un emisar natural. Se includ atât retelele de canalizare (de serviciu) cât și canalele colectoare principale si secundare. În cazul când conductele sunt așezate în mai multe rânduri pe aceeasi strada, se consideră lungimea lor totală, fără a fi incluse racordurile la clădiri. Față de anul 2010, anul 2021 a înregistrat o creșere de 20% a lungimii simple a conductelor de canalizare, trendul ascendent aplatizându-se începând cu anul 2019.

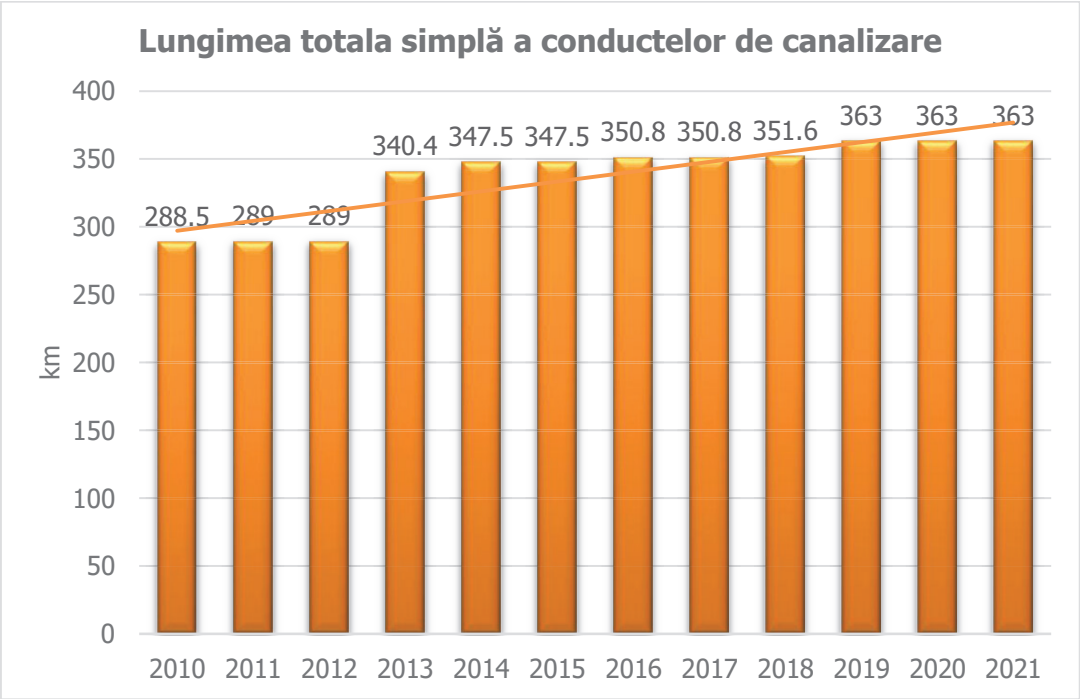


Figura 2.10 Lungimea totală simplă a conductelor de canalizare

Rețeaua de canalizare a municipiului este conectată la stația de epurare apă uzată Bistrița, proiectată să funcționeze pentru un debit mediu de 74.304 mc/zi. Stația de epurare este compusă din 3 linii de epurare prevăzute cu treaptă mecanică (degrosisare, desnisipator, decantor primar), zonă de nitrificare, zonă BIOP de reducere biologică a fosforului, decantoare secundare, precum și predenitrificare și posdenitrificare pentru reducerea azotului.

- **Lungimea totală a rețelei simple de distributie a apei potabile**

Conform INS, în anul 2021 municipiul Bistrița avea un total de 388.2 km de rețea de distribuție a apei potabile. Lungimea totală a rețelei simple de distribuție a apei potabile reprezintă lungimea tuburilor si conductelor instalate pe teritoriul localității, pentru transportul apei potabile de la conductele de aductiune sau de la statiile de pompare, până la punctele de bransare a consumatorilor. Lungimea rețelei de distributie se va inscrie ca rețea simplă, avându-se în vedere că în cazul in care pe aceeasi strada exista doua sau mai multe conducte instalate, se va lua in considerare lungimea lor insumata. Se includ atat retelele de serviciu, cat si arterele principale si secundare de distributie. Nu se include in lungimea retelei de distributie lungimea branșamentelor sau lungimea conductelor de aducțiune. Lungimea conductei de aducțiune nu se include chiar dacă la ea sunt racordati o serie de consumatori.

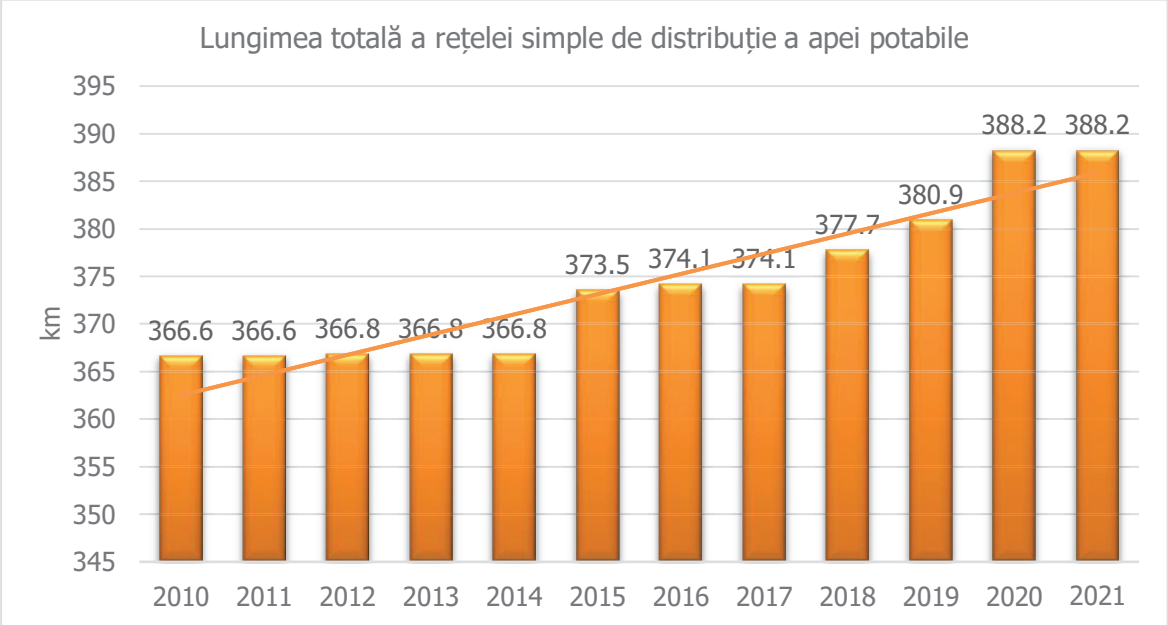


Figura 2.11 Lungimea totală a rețelei simple de distribuție a apei potabile

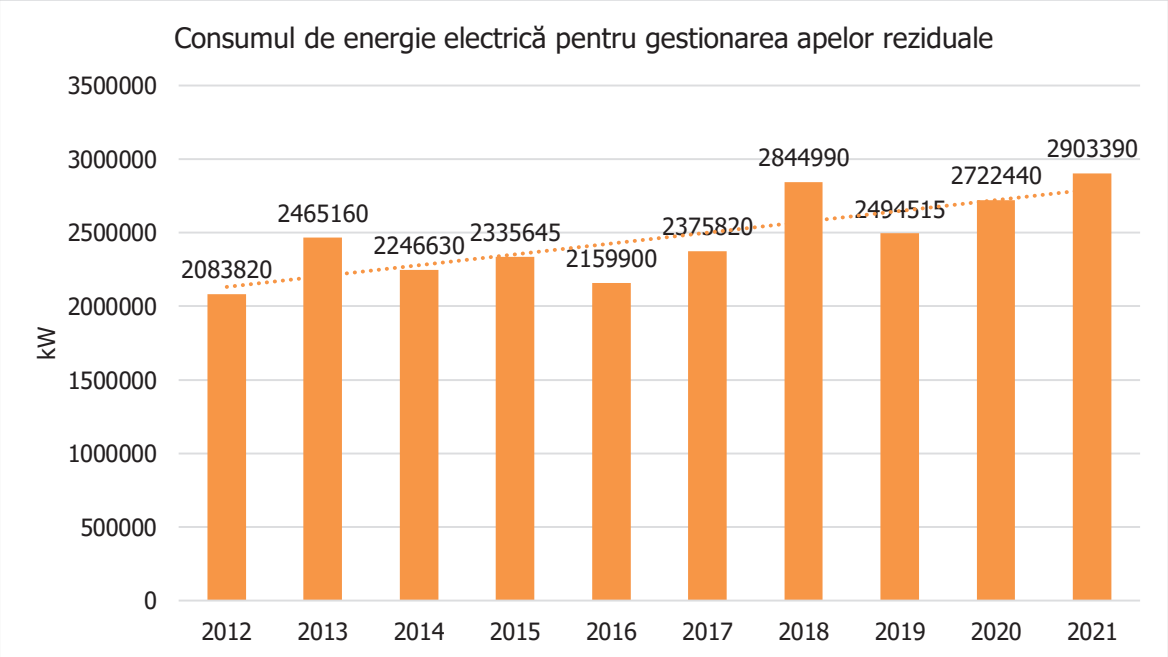


Figura 2.12 Consumul de energie electrică pentru gestionare apelor reziduale(SC AQUABIS SA, 2022)

- **Suprafața intravilană**

Suprafata intravilană (ha) reprezintă suprafata teritoriului inclusa in perimetrul construibil al municipiilor si oraselor, inclusiv localitatile componente ale municipiului si orasului, conform planului de sistematizare aprobat pentru localitatea respectiva. Nu se include suprafata satelor ce apartin municipiului (orasului).

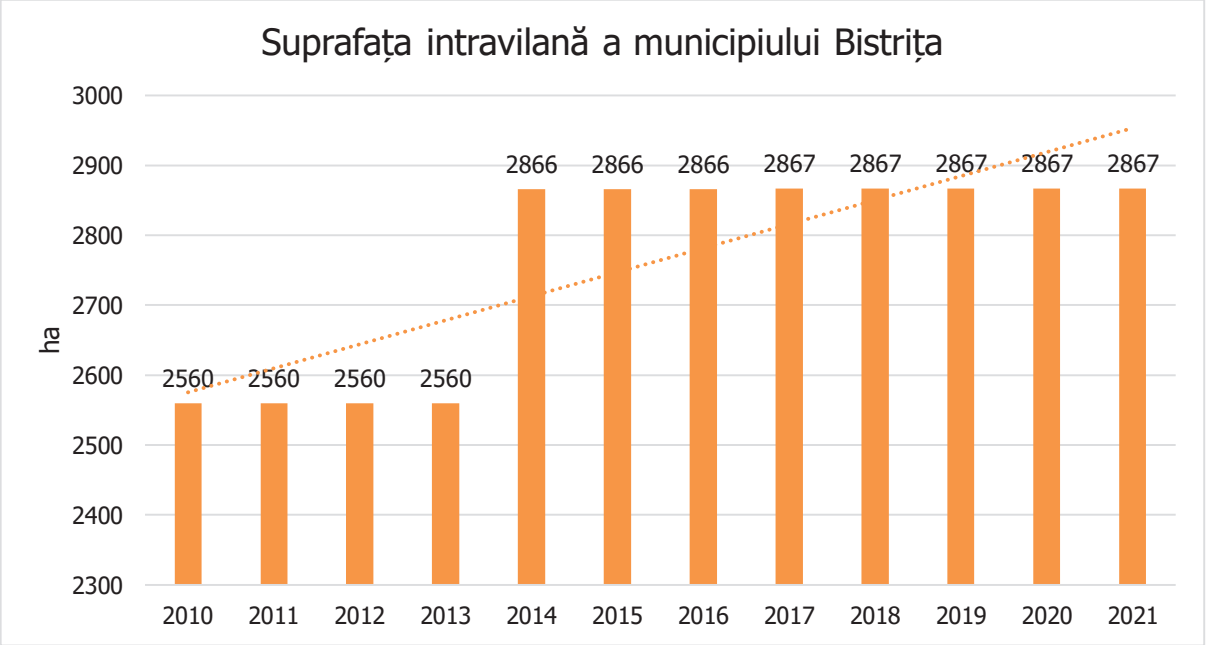


Figura 2.13 Suprafața intravilană a municipiului Bistrița (INS, 2022)

2.6 Date istorice privind fenomele meteorelogice extreme în municipiul Bistrița

Indicii climatici sunt valori calculate care pot fi utilizate pentru a descrie starea și schimbările din sistemul climatic. Clima într-un loc definit este starea medie a atmosferei pe o perioadă mai lungă, de exemplu, luni sau ani. Schimbările climatice sunt mult mai lente decât cele ale vremii, care se pot schimba puternic de la o zi la alta. Indicii climatici sunt importanți deoarece permit un studiu statistic al variațiilor aspectelor climatologice dependente, cum ar fi analiza și compararea serii de timp, medii, extreme și tendințe. Următorii indici, sub formă de percentile. sunt prezentați pentru municipiul Bistrița, conform datelor ufrunizate de ANM:

- TN10p- Procentul de zile când temperatura minimă < percentila 10;
- TX10p- Procentul de zile în care temperatura maximă < percentila 10;
- TN90p Procent de zile când temperatura minimă> percentila 90;
- TX90p- Procentul de zile când temperatura maximă > percentila 90.

Tabel 2.7 Percentile indicatori temperaturi extreme

Indicator	Luna	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tn10p	1	6,2	9,7	-	6,5	8,7	28,4	-	-	-
	2	41,0	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	31,0	15,7	-	2,9	6,2	3,2	9,7	9,6	-
	4	6,7	-	3,3	18,7	3,3	8,9	-	-	33,3
	5	-	-	9,2	9,3	9,7	6,5	-	6,3	16,1
	6	-	-	12,9	10,5	6,7	12,3	6,7	-	6,4
	7	6,1	22,2	3,2	9,6	9,6	17,5	3,2	9,7	8,5
	8	12,9	6,5	9,2	-	9,7	9,7	-	6,5	-
	9	-	1-	3,3	-	8,9	3,3	1-	16,7	-
	10	-	21,6	9,7	2,6	9,7	15,7	3,2	6,3	-
	11	3,1	-	3,2	15,3	5,6	-	3,3	-	6,7
	12	3,2	24,9	-	-	25,0	-	6,5	3,2	6,5
Tx10p	1	3,2	2,3	-	15,6	11,8	22,6	-	14,8	5,7
	2	38,5	-	-	-	-	3,6	14,3	6,2	-
	3	5,9	12,9	-	-	-	-	19,2	-	8,9
	4	3,3	3,2	-	32,8	9,7	18,0	3,3	-	5,7
	5	14,3	12,5	3,0	6,5	3,2	3,2	-	12,9	15,6
	6	3,0	12,8	5,4	1-	-	2,8	3,3	-	1-
	7	-	3,2	-	-	-	2,4	9,0	6,0	3,2
	8	12,9	3,1	14,6	9,7	9,6	3,2	-	12,9	6,3
	9	3,3	13,2	-	3,3	-	2,9	6,6	-	3,3
	10	-	15,1	-	9,2	22,0	3,2	6,0	9,6	6,3
	11	-	3,3	3,3	-	15,6	-	3,3	-	12,9
	12	-	6,5	-	-	22,2	-	5,9	6,2	-
Tn90p	1	6,5	6,2	25,8	20,6	18,8	-	18,9	6,5	2,4
	2	-	7,1	31,8	17,9	34,5	25,0	3,6	7,1	13,3
	3	-	12,9	32,1	9,7	22,6	27,9	18,6	6,5	15,2
	4	26,7	1-	13,2	3,3	23,3	-	42,5	12,2	-
	5	18,0	25,0	-	16,1	3,0	8,7	25,6	12,7	9,7
	6	14,7	1-	2,9	1-	4-	1-	19,7	35,1	21,4
	7	42,7	9,7	3,2	28,6	11,9	6,2	12,9	8,5	6,3
	8	12,8	6,0	12,9	12,9	5,2	28,8	14,0	41,0	11,8
	9	2-	3,3	26,7	5-	19,9	3,1	9,7	9,3	1-
	10	16,1	8,5	18,5	3,2	5,2	3,2	16,1	3,2	30,9
	11	6,4	25,6	6,7	21,8	3,3	6,7	23,2	48,3	6,7
	12	6,5	-	22,0	18,8	-	15,2	-	9,7	37,5
	1	-	9,7	25,8	32,0	3,2	-	24,4	3,0	3,2

Tx90p	2	-	13,5	44,0	15,9	40,2	3,6	10,7	14,3	1-
	3	6,5	-	34,4	9,2	21,0	37,0	5,8	11,9	19,2
	4	13,3	16,6	-	9,8	39,5	16,7	61,5	13,3	2,8
	5	19,2	34,1	3,2	12,9	6,5	-	35,2	-	6,5
	6	29,9	14,7	-	3,3	29,9	13,3	6,7	3-	-
	7	61,2	6,2	2,9	22,6	21,4	15,8	-	11,1	3,0
	8	41,8	22,6	9,7	48,3	2,8	51,6	-	17,7	8,6
	9	46,0	-	-	35,7	33,3	1-	22,3	8,9	30,5
	10	25,3	32,0	16,1	-	-	9,7	38,6	44,8	6,5
	11	13,3	19,3	22,5	-	1-	-	2-	39,2	-
	12	6,0	15,0	19,0	3,2	-	6,5	-	44,5	38,7

De asemenea, a nivelul anului 2021, conform tabelului 3.2 au fost înregistrate:

- 22 de zile cu ceață prezentă;
- 89 de zile cu averse de ploaie;
- 45 de zile cu oraj;
- 4 zile cu grindină;
- 1 zi cu vijelie.

Tabel 2.8 Numărul de zile cu prezență de fenomenelor meteorologice severe (ANM, 2022)

	Luna	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ceață	**1**	0	2	2	0	6	1	4	2	7	1
	2	2	3	3	0	1	4	1	3	3	9
	3	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	10	1	1	1	0	2	0	0	1	1	1
	11	2	0	0	2	1	2	2	0	5	2
	12	5	2	2	8	7	3	2	2	2	8
	TOTAL	**13**	**9**	**9**	**10**	**17**	**13**	**11**	**8**	**18**	**22**
Aversă ploaie	1	0	0	2	0	3	0	2	0	1	2
	2	0	0	3	1	5	4	1	0	6	2
	3	1	5	4	6	9	4	8	6	8	4
	4	14	8	10	10	14	14	9	5	3	10
	5	19	14	14	11	15	14	13	22	16	19

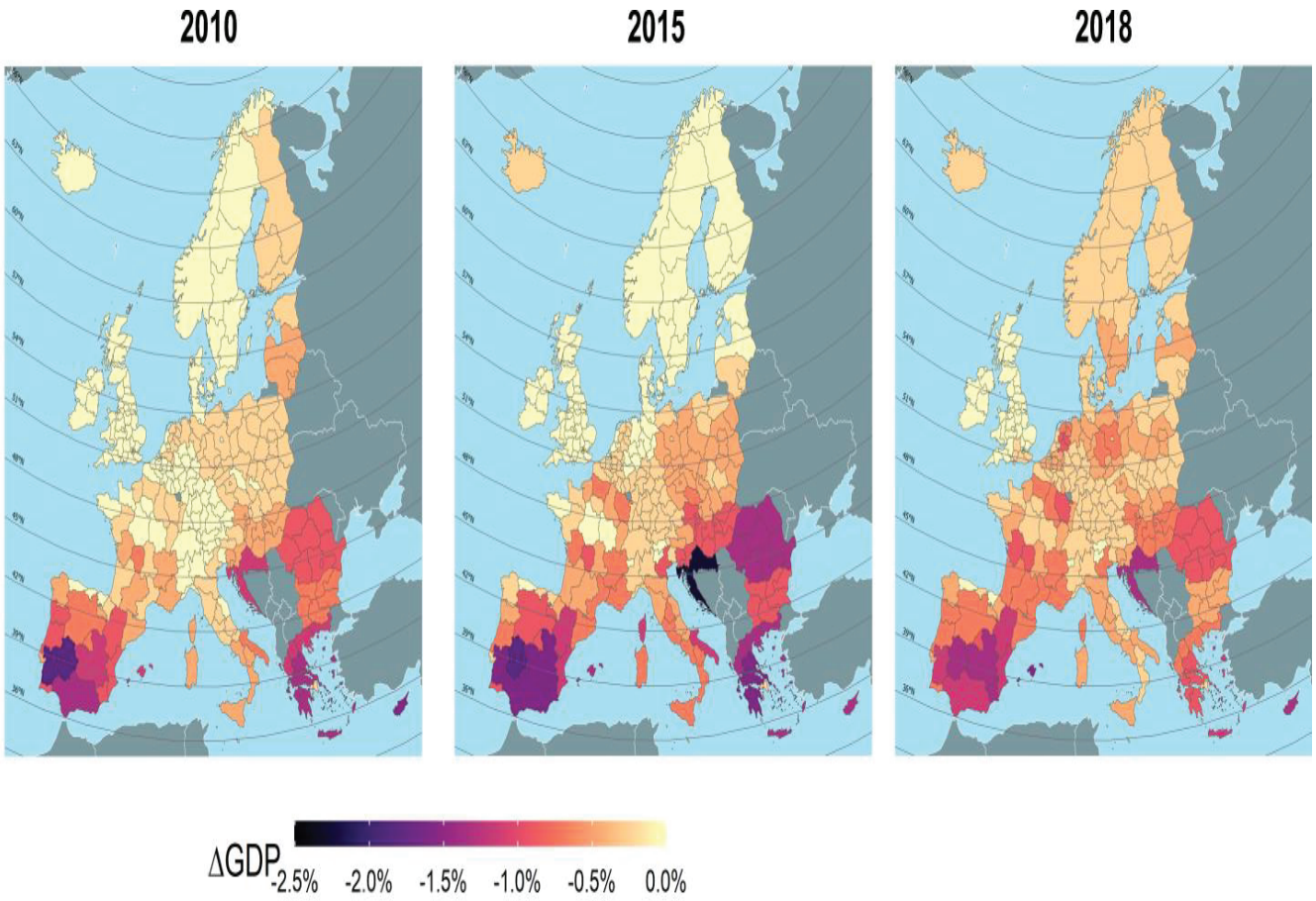
	6	13	14	10	8	15	10	22	13	21	13
	7	9	10	19	7	9	11	21	9	18	14
	8	4	8	9	7	8	7	6	8	5	12
	9	5	10	6	10	6	15	8	4	8	6
	10	8	5	7	10	7	4	6	1	9	1
	11	4	6	3	2	3	4	1	3	0	3
	12	1	0	0	1	0	4	0	0	1	3
	TOTAL	**78**	**80**	**87**	**73**	**94**	**91**	**97**	**71**	**96**	**89**
Oraj	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
	4	4	2	2	0	5	0	3	1	1	3
	5	9	6	8	4	12	8	12	11	4	8
	6	6	9	7	6	9	4	16	15	14	12
	7	10	8	13	5	8	7	11	8	10	12
	8	4	4	9	7	3	7	5	8	2	8
	9	0	0	0	4	5	6	6	0	4	2
	10	1	0	0	0	1	0	0	1	4	0
	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	**35**	**30**	**39**	**27**	**44**	**32**	**53**	**45**	**40**	**45**
Vijelie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
	7	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	9	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	**2**	**0**	**0**	**1**	**0**	**4**	**2**	**1**	**o**	**4**
Grindină	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	7	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	1	0	1	1	2	1	0	2	1	1

În ceea ce privește pagubele produse, conform datelor furnizate de Seviciul de protecție civilă și voluntariat pentru situații de urgență, enumerăm următoarele:

- Numărul de accidente înregistrat din cauza vânturilor puternice cu aspect de vijelie (ruperi sau dezrădăcinări de copaci, descoperiri de imobile, ruperea cablurilor, căderea stâlpilor), la nivelul municipiului Bistrița:
    - în perioada 2017-2023 s-au înregistrat un număr de 675 de accidente privind intervențiile la înălțime cauzate de vânturile puternice cu aspect de vijelie;
- **Daune materiale la clădiri și infrastructură, ca urmare a fenomenelor meteorologice extreme, la nivelul municipiului Bistrița:**
    - în perioada 2017-2023 s-au înregistrat un număr de 125 de intervenții, în speță daune materiale la clădiri în urma fenomenelor meteorologice extreme;
- Număr de drumuri blocate înregistrat din cauza vânturilor puternice cu aspect de vijelie, în ultimii 10 ani (2011-2021), la nivelul municipiului Bistrița:
    - în ultimii 10 ani s-a intervenit la deblocarea drumurilor cauzate de fenomenele meteorologice puternice la nivelul municipiul Bistrița, în speță viituri, alunecări de teren un număr de 42 de intervenții în special: Dealul Jelnei, Dealul Budacului, Dealul Târgului, Slătinița, Ghinda, Sărata și Sigmir;
- Număr de hectare afectate, în ultimii 10 ani (2011-2021), ca urmare a fenomenelor meteorologice extreme asupra spațiilor verzi, la nivelul municipiului Bistrița**:**
    - nu au fost afectate spațiile verzi de fenomene meteorologice extreme.

În ceea ce privește impactul financiar, pierderile economice declanșate de efectul ICU și în general, de valurile de căldură prezintă o mare eterogenitate spațială, atât între țări, cât și în interiorul acestora. De aceea, o estimare exactă a impactului financiar pentru un municipiu este un proces de o complexitate ridicată.

Cu toate acestea, raportându-ne la studiile științifice de modelare publicate (Garcia-Leon et al., 2021), pe parcursul anilor analizați 1981-2010, valurile de căldură au subminat creșterea economică a Europei cu 0,3%–0,5% din PIB-ul european. Pagubele regionale sunt dependente de extinderea, durata și amploarea evenimentelor luate în considerare, precum și de structura economică regională. Diferențele regionale la nivel european în ceea ce privește daunele estimate sunt mari, mai multe regiuni înregistrând pierderi de PIB de peste 1%, unele de peste 1,5% și câteva de peste 2%.



Imagine 2.9 Impactul financiar cauzat de valuri de căldură la nivel european (Garcia-Leon et al., 2020)

În imaginea 2.9 sunt prezenatate pierderile financiare generate de valurile de căldură la nivel european, exprimate procentul ca pierdere din produsul intern brut. La nivelul anului 2018, având în vedere poziționarea geografică a municipiului Bistrița, a fost înregistrată o pierdere de aprox 1% raportat la produsul intern brut regional.

3. INSULE DE CĂLDURĂ ÎN MUNICIPIUL BISTRIȚA

3.1 Mecanisme de formare a insulelor de căldură: factori contributori

Insulele urbane de căldură apar în centrele urbane dens construite datorită pierderii, sau evacuării reduse de căldură radiantă prezentă la nivelul solului către cer. Cantitatea cea mai mare de căldură radiantă este emisă de pereții clădirilor cu mai multe etaje, de acoperișurile acestora și în zonele cu o densitate scăzută a vegetației, în special a arborilor (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Condiții care favorizează emergența insulelor de căldură

Nr crt	Condiții modificate ale echilibrului energetic care duc la o anomalie termică pozitivă	Caracteristicile urbanizării care stau la baza modificărilor
1	Absorbție crescută a radiațiilor cu unde scurte	Suprafața în creștere și reflexii multiple Poluarea aerului - creșterea absorbției de aerosoli
2	Creșterea radiației cu unde lungi	Poluarea aerului – absorbție și reemisie mai mare
3	Creșterea sursei de căldură antropică	Pierderi de căldură în clădiri și trafic
4	Stocare crescută a căldurii sensibile	Materiale de construcție - admisință termică crescută
5	Scăderea evapotranspirației	Materiale de construcție - impermeabilitate crescută

În formarea și dezvoltarea acestor insule un rol important îl au caracteristicile urbane, localizarea geografică a orașelor și condițiile meteorologice. Factorii care contribuie la formarea insulelor de căldură urbane pot fi rezumați după cum urmează: creșterea suprafețelor impermeabile și de culoare închisă, modificarea geometriei urbane, albedo-ul scăzut al materialelor urbane (mărime care indică fracțiunea din energia luminoasă incidentă radiată în mod difuz de un corp), creșterea populației și eliberarea căldurii antropice și absența vegetației.

Suprafețe urbane de culoare închisă (întunecate)

Suprafețele de culoare închisă, întunecate contribuie formarea insulele de căldură datorită albedo-ului scăzut (Voogt, 2004). Suprafețele uscate și sumbre absorb lumina solară care se încălzește datorită producerii energiei termice. Conform lui Bouyer (2009), albedoul este

raportul dintre energia solară reflectată și energia solară incidentă. Depinde de aranjarea suprafetelor, materialelor, pavajelor, acoperirilor etc. . Albedo-ul unui oraș variază în funcție de diverși factori precum orientarea, eterogenitatea; materiale utilizate pentru acoperișuri, pavaje etc. (Bouyer et al. 2009). Dacă albedo-ul suprafeței urbane este scăzut, va stoca mai multă energie solară, iar efectul va fi creșterea temperaturii urbane, adică crearea unui microclimat de insulă urbană.

După Voogt (2004), pădurile cu suprafețe uscate și cu lumină și terenurile naturale au un albedo ridicat și implicit temperatura suprafeței este mai mică, datorită reflectării luminii solare. Principalul efect este căldura reținută de către suprafețe închise la culoare/întunecate. În Figura 3.1 sunt prezentate albedo-urile anumitor suprafețe obișnuite întâlnite în spațiul urban.

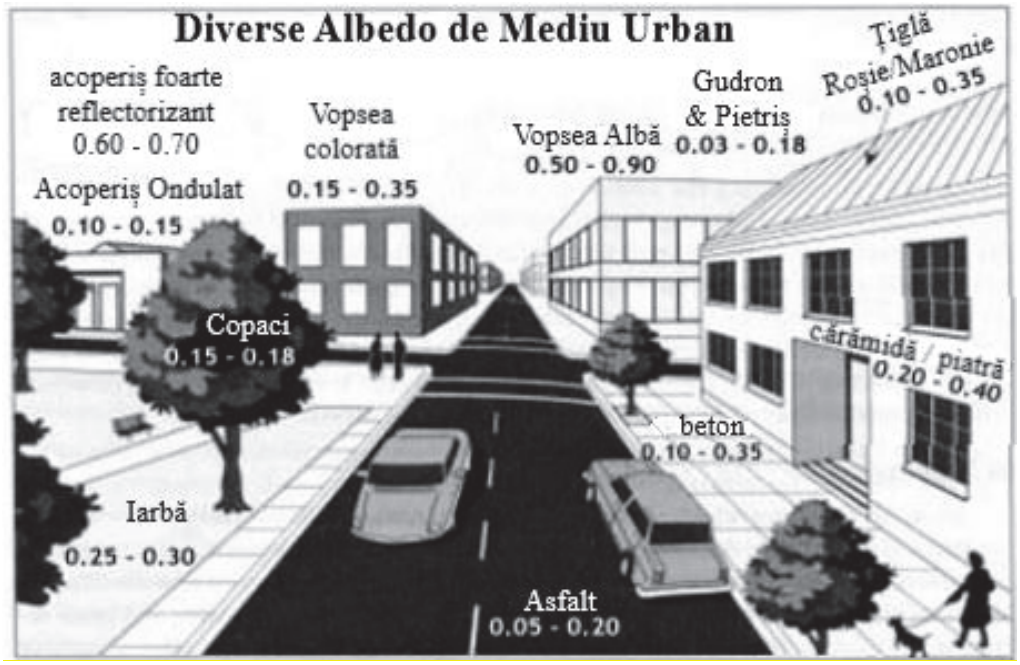


Figura 3.1: Albedo-ul anumitor suprafețelor urbane

Lipsa vegetației/spațiilor verzi

Pentru a satisface cererea pentru diferite facilități urbane, pădurile sunt defrișate la scară masivă. Acest lucru are implicații majore, întrucât copacii interceptează căldura solară și, de asemenea, o absorb pentru propria lor fotosinteză (Akbari et al. 2001). Odată cu distrugerea vegetației, eficiența sistemului de răcire scade radical crearea procesului.

Poluanții atmosferici

În zonele urbane, în special în centrele orașelor, poluarea este eminentă, din cauza concentrării activității economice. Poluanții industriali din gazele de eșapament eliberați captează radiațiile (Bose 2009). Astfel, temperatura crește și efectul de microclimat devine mai puternic. În cele ce urmează vom prezenta sumativ situația poluanților atmosferici raportat la anul 2021 pentru municipiul Bistrița prin prisma datelor oferite de Raportul anual privind calitatea mediului înconjurător întocmit ANPM Bistrița.

Dioxidul de sulf – SO2

Dioxidul de sulf se măsoară prin metoda fluerescenței în ultraviolet, cu analizatorul de SO2, din cadrul stației BN-1, model ML 9850B.

Tabelul 3.2 – SO_2 – date orare

Nr. determinări orare	Captura de date orară (%)	Valoare medie orară*	Valoare maximă orară	Valoare limită orară	UM
8330	95,09	6,02	13,66	350	**µg/m³**

*media orară se calculează din valorile medii pe minut, disponibilitate în baza de date.

Tabelul 3.3 SO_2 – date zilnice

Nr. determinări zilnice	Captura de date zilnică (%)	Valoare medie zilnică*	Valoare maximă zilnică	Valoare limită zilnică	UM
362	99,18	6,02	9,10	125	**µg/m³**

*media zilnică se calculează din mediile orare.

Se observă din tabele de mai sus că nu au fost înregistrate depășiri ale limitelor orare sau zilnice.

A) Oxizii de azot – NO_X

Oxizii de azot se măsoară prin metoda chemiluminescenței, cu analizatorul de NO_X, din cadrul stației BN-1, model ML 9841B.

Tabelul 3.4 – NO_X – date orare

Nr. determn. orare	Captura de date orară (%)	Valoarea maximă orară	Valoarea medie orară	Valoarea limită orară	Valoarea medie anuală	Valoarea limită anualp	UM
7969	90,97	119,95	25,72	200	25,72	40	**µg/m³**

Se observă din tabelul de sus că nu au fost înregistrate depășiri ale valorilor limită anuale sau orare pentru dioxid de azot. Pragul inferior de evaluare, adică 100 µg/m^3, a fost depășit de 11 ori (numărul admis este de 18/an calendaristic).

Monoxidul de carbon – CO

Monoxidul de carbon se măsoară cu ajutorul analizatorului de CO, din cadrul stației BN-1, model ML 9830B.

Tabelul 3.5. – CO – date orare

Nr. determ. orare	Captura de date orară (%)	Valoarea maximă orară	Valoare medie orară	Valoarea limită orară	Valoarea medie anuală	Valoarea limită anuală	UM
7969	90,97	119,95	25,72	200	25,72	40	**µg/m^3**

Depășiri ale pragurile de evaluare nu au fost înregistrate.

B) Ozonul – O_3

Ozonul se măsoară prin metoda de referință standardizată, cu analizatorul de O_3, din cadrul stației BN-1, model ML 9810B.

Tabelul 3.6 – O3 – date orare

Nr. determ. orare	Captura de date orară	Valoare maximă orară	Valoare medie orară	Pragul de informare (media orară)	Valoare maximă zilnică a mediilor pe 8 ore	Valoare țintă – val. max. zilnică a mediilor pe 8 ore	UM
8308	94,84	147,30	47.5	180	132,69	120	**µg/m^3**

Pentru anul 2021 nu au fost înregistrate depășiri de limite.

C) Benzenul – C_6H_6

Benzenul se măsoară cu ajutorul analizatorului de benzen, model ORION BTEX 2000, care înregistrează date și pentru para, meta și orto xilen, etilbenzen, toluen și benzen.

Tabelul 3.7 – C_6H_6 – date orare

Nr. determ. orare	Captura de date orară (%)	Valoarea maximă orară	Valoarea medie anuală	Valoarea limită anuală	UM
6758	77,15	31,34	1,94	5	**µg/m³**

D) Pulberi în suspensie – PM10

Măsurătorile pentru PM10 se fac prin determinare gravimetrică, care este o metodă standardizată.

Tabelul 3.8 – PM 10 gravimetric – date zilnice 2021

Nr. determinări zilnice	**Captura de date zilnică (%)**	**Valoare medie zilnică***	**Valoare maximă zilnică**	**Valoare limită zilnică**	**Valoare medie anuală**	**Valoare limită anuală**	**UM**
361	98,90	20,47	71,89	50	20,47	40	**µg/m³**

Depășirile din anul 2021 au fost înregistrate în lunile ianuarie și noiembrie datorită creșterea combustibilului consumat pentru încălzirea domestică din cauza condițiilor meteo nefavorabile.

E) Plumb, mercur, arsen, cadmiu și nichel

Din cursul anului 2021, pe o perioadă de 8 săptămâni s-a petrecut monitorizarea metalelor grele. APM Maramureș a efectuat determinările metalelor grele de pe filtre cu PM10 de la stația BN1.

Tabelul 3.9 – Plumb (Pb) și Cadmiu (Cd) – date zilnice 2021

Indicator	**Nr. determinări zilnice**	**Captura de date anuală (%)**	**Valoarea medie anuală**	**Valoarea maximă anuală**	**Valoare limită anuală**	**UM**
Plumb (Pb)	56	15,34	0,01	0,02	0,5	**µg/m³**
Cadmiu (Cd)	56	15,34	0,25	0,89	5	**µg/m³**

Din monitorizarea realizată de către stația automată BN-1 se pot deduce concluziile următoare:

- În afară de cele șapte depășiri de limită zilnică la PM10, cauzate de către condițiile meteo nefavorabile și cele trei depășiri ale valorilor de limită la indicatorul ozon, nu au fost observate depășiri de limită.
- În comparație cu anii precedenți, valorile concentrațiilor de PM10, C_6H_6 SO_2, O_3, NO_2 și CO nu reprezentau diferențe importante.
- În anul 2021 captura de date era una ridicată, exceptând Cd, Pb și benzen.
- Calitatea aerului, în 63 % din perioada anului 2021 era în categoria ,,acceptabil", adică de indicele de calitate 2.

Aglomerări umane

Întrucât aglomerările umane sunt proeminente în centrele orașelor datorită disponibilității diverselor facilități, emisiile de CO^2 sunt, de asemenea, uriașe în aceste zone. CO^2 stochează căldură, ceea ce provoacă creșterea temperaturii atmosferice. Efectul final este exacerbarea formării insulei de căldură, ceaa ce are un efect negativ în timpul verii asupra confortului și consumului de energie atât ziua, cât și noaptea.

Utilizarea intensă a aparatelor de climatizare

Din considerente de confort, aparate de aer condiționat sunt utilizate în mod masiv, cu o tendință în creștere. Aparatele de aer condiționat păstrează clădirea răcoroasă în interior, dar eliberează căldura absorbită din interior în atmosferă. În consecință, mediul exterior este încălzit, ducând la creșterea temperaturii atmosferice.

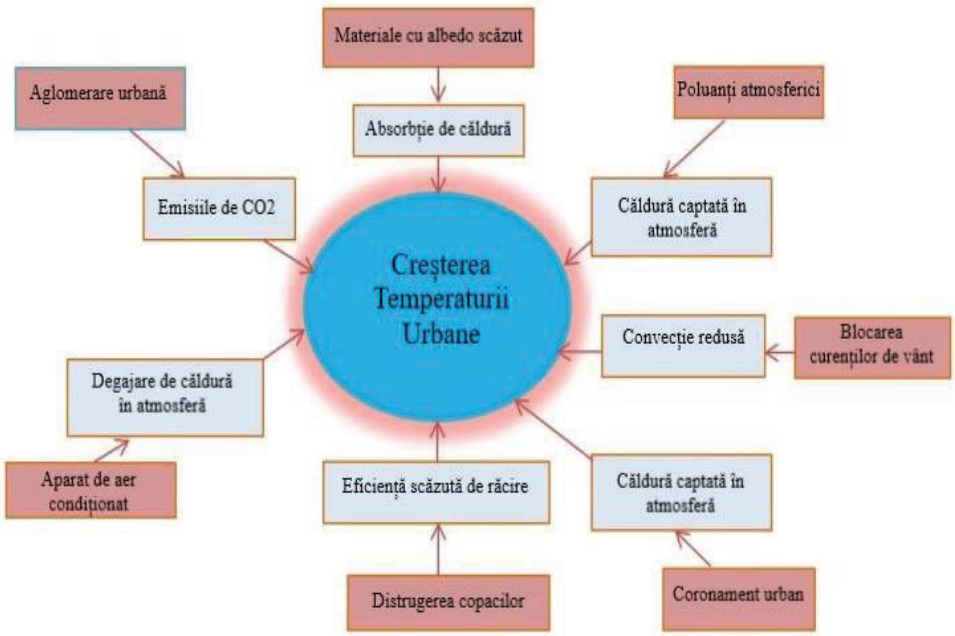


Figura 3.2 Mecanismul de creștere a temperaturii în spații urbane

Factori care afectează intensitatea ICU

Intensitatea ICU depinde de numărul (populația) de persoane care locuiesc în zonă, de morfologia și de mărimea zonei urbane. Temperaturile urbane au crescut și datorită creșterii suprafețelor impermeabile, utilizarii sporite a automobilelor și a densității urbane. Factorii exacerbatorii pot fi împărțiti în două categorii:

(1) parametri meteorologici, de exemplu, umiditatea, acoperirea de nori și viteza vântului;
(2) parametri urbani, de exemplu, dimensiunea populației, densitatea orașelor, raportul dintre distanța între clădiri și densitatea zonelor construite, căldura antropogenă.

Factorii meteorologici includ lumina soarelui, vântul, umiditatea, precipitațiile și temperatura. În orașe, acoperirea norilor, temperatura aerului și precipitațiile sunt mai mari decât în zonele suburbane, viteza vântului fiind scăzută, dar rafalele sunt regulate. Calitatea aerului la nivelul solului scade din cauza vitezei scăzute a vântului și a schimbului inadecvat de aer" (OMS, 2004).

În ceea ce privește **parametrii urbani**, industralizarea, creșterea populației, și urbanizarea rapidă au contribuit la deteriorarea mediului. Deficiențele în controlul dezvoltării au consecințe importante pentru climatul urban și pentru eficiența ecologică a clădirilor. Creștea densității urbane se referă la reducerea a dimensiunii parcelelor de locuințe, precum și a potențialului de congestionare a traficului și a înlocuirea clădirilor cu peisaje naturale" (Asimakopoulos et al., 2001).

☑ Amplasarea orașului

Topografia, viteza și direcția vântului, temperatura, umiditatea, ceața, precipitații variază în diferite locații ale unei anumite regiuni. Principala cauză a diferențelor în aceste variații este distanța dintre oraș și mare, înălțimea față de nivelul mării, orientarea pantelor, precum și situația și topografia zonei urbane (Givoni 1998).

☑ Mărimea orașului și populația

Urbanizarea a dus la mutarea unui procent mare de populație de la zone suburbane către zone urbane. Oke (1982) a descris că intensitatea insulei de căldură urbană și populația din orașului au o relație directă. În consecință, există o relație directă între populația mai mare din orașe și intensitatea insulei de căldură.

3.2 Prognoze privind evoluția schimbărilor climatice în municipiul Bistrița până în anul 2070

Căile reprezentative de concentrare - RCP (*eng*. representative concentration pathways) reprezintă posibile scenarii viitoare de emisii de gaze cu efect de seră și aerosoli. RCP-urile încearcă să surprindă tendințe viitoare privind evoluția amprentei de carbon generată de oameni, făcând predicții despre modul în care concentrațiile de gaze cu efect de seră din atmosferă se vor schimba în viitor ca urmare a activității antropogenice. Scenariile RCP nu sunt politici specifice și nici nu surprind evoluția demografică sau viitorul economic ci sunt mai degrabă definite de forțarea radiativă solară totală până în 2100. Pentru a aborda incertitudinea privind concentrațiile viitoare de gaze cu efect de seră și emisiile de aerosoli, este necesară încorporarea a două RCP: RCP 4.5 și RCP 8.5.

- **RCP 4.5** este descris de Grupul Interguvernamental pentru Schimbări Climatice (IPCC) ca un scenariu moderat în care emisiile vor atinge vârful în jurul anului 2040, iar apoi vor scădea.
- **RCP 8.5** este scenariul de referință cu cel mai mare nivel de emisii, în care acestea continuă să crească de-a lungul secolului XXI.

Cu alte cuvinte, fiecare RCP reprezintă un set standardizat de ipoteze despre traiectoria GES influențată de om în următorii ani. Prin urmare, schimbările climatice proiectate conform RCP 8.5 vor fi de obicei mai severe decât în RCP 4.5.

Analiza datelor istorice și prognozele efectuate pentru fiecare scenariu pentru municipiul Bistrița au fost efectuate cu ajutorul softului online Climate Information Data Access Platform (CIDAP).

3.2.1 Scenariul RCP 4.5 pentru Municipiul Bistrița

Datele istorice privind temperatura aerului în municipiul Bistrița din punct de vedere al temperaturii medii, minime și maxime pot fi identificate în tabelul 3.10 pentru perioada 2012-2021.

În ceea ce privește scenariul RCP 4.5 pentru municipiul Bistrița, au fost luate în considerare două perioade de progonoză: 2011-2040, 2041-2070.

Tabel 3.10 Date istorice privind temperatura aerului în municip iul Bistrița (ANM, 2022)

Indicator	Luna	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
T°med lunară (Celsius)	1	-2,0	-5,5	-4,3	-0,3	-4,0	-2,6	-2,5	-0,2	-2,2	-6,8	-0,3	-4,2	-3,3	-4,5	-2,9	-6,5	1,8	-2,0	-1,9	-2,8	-2,9
	2	-4,2	-3,3	-7,6	0,6	2,0	-3,3	-2,4	0,3	-1,6	-2,0	0,0	2,3	-6,4	-2,5	-4,4	-2,9	1,7	0,3	-0,3	1,1	-2,6
	3	5,6	3,1	0,9	4,9	4,0	-0,4	1,7	0,8	4,0	2,4	6,1	5,5	1,9	3,7	0,4	2,8	7,0	5,0	3,0	3,6	4,3
	4	8,4	9,7	8,2	10,8	8,4	9,4	5,3	10,7	10,3	12,3	10,2	9,8	8,1	10,5	9,6	10,6	9,9	10,4	12,5	10,0	10,0
	5	11,4	13,6	16,5	14,5	13,5	16,5	15,1	13,9	13,9	16,1	15,5	16,8	19,1	13,3	15,6	13,9	17,0	15,1	15,4	15,4	15,4
	6	17,8	17,8	17,5	17,6	17,9	18,6	17,8	18,3	19,6	18,9	16,8	19,0	20,1	17,9	16,9	17,6	20,0	19,0	18,6	18,9	18,9
	7	20,0	19,3	17,8	21,3	21,3	17,6	17,9	19,2	21,8	18,7	20,6	22,3	19,9	19,7	19,4	20,5	21,2	19,0	20,8	20,4	19,6
	8	17,2	21,7	18,5	19,4	18,0	18,5	17,8	18,5	19,2	20,3	20,4	19,3	20,4	18,7	18,9	18,3	20,1	20,0	20,0	20,7	19,8
	9	13,6	12,5	11,9	17,8	12,8	11,3	12,2	13,4	16,1	13,4	13,8	14,3	13,8	13,5	15,3	15,1	12,8	13,4	16,3	13,8	16,5
	10	8,3	9,1	10,2	8,0	8,4	9,1	5,9	9,6	9,2	9,4	10,9	8,8	7,2	10,0	8,9	9,1	9,1	9,6	9,4	6,4	6,9
	11	3,8	3,7	0,2	3,4	0,1	5,6	4,3	1,8	1,8	7,0	2,1	5,1	4,7	4,1	2,5	3,1	2,0	3,6	5,9	7,2	-1,1
	12	-4,2	-4,0	1,1	-0,9	-2,5	-1,4	0,6	-6,8	-0,8	0,6	-7,0	-3,5	-1,7	-0,4	-0,8	0,7	-2,4	0,9	0,7	-1,4	1,2
T°max lunară (Celsius)	1	9,2	3,0	9,9	10,5	9,8	8,8	4,6	10,5	9,0	2,0	16,2	11,6	7,0	6,2	9,1	7,1	10,6	10,9	13,3	16,0	9,7
	2	10,8	7,3	5,0	16,8	14,4	9,0	11,4	16,8	11,5	7,7	15,6	12,1	6,8	10,9	11,1	14,9	11,1	16,1	16,0	14,9	12,4
	3	25,3	20,5	18,4	18,2	19,1	12,7	15,0	13,5	19,4	19,0	24,2	19,8	18,5	20,5	18,4	19,7	19,1	17,3	20,3	20,7	20,8
	4	18,7	26,0	23,4	25,5	25,5	25,2	20,0	25,4	23,0	26,6	26,2	21,7	26,4	24,0	23,9	23,8	23,7	23,7	24,3	22,9	23,7
	5	24,6	25,0	28,1	31,7	28,3	29,7	29,0	26,4	27,5	29,2	28,0	30,4	31,6	25,7	30,2	31,4	31,3	28,4	29,5	28,1	29,4
	6	31,6	29,5	31,0	32,2	29,6	31,2	30,4	29,6	30,2	34,4	33,0	33,4	31,7	29,8	29,4	30,9	32,5	30,2	31,2	32,6	32,0
	7	29,6	29,3	33,3	32,1	31,7	32,6	29,2	32,2	32,4	33,3	33,1	35,1	33,4	35,0	33,7	31,0	37,2	32,0	33,4	32,4	33,4
	8	29,5	33,8	31,6	34,6	29,7	31,2	26,6	33,5	32,7	35,8	33,6	29,2	33,8	30,8	32,1	31,9	35,6	33,9	34,4	34,7	33,7
	9	28,4	30,8	26,0	33,4	26,7	25,2	24,6	27,0	27,6	26,7	26,0	28,6	31,0	27,5	27,6	26,4	26,8	33,6	28,5	25,5	30,9
	10	25,8	25,0	25,8	24,6	24,2	23,4	23,4	22,7	25,7	27,6	26,6	21,8	23,3	22,5	25,4	27,6	22,8	23,9	26,3	19,6	25,0
	11	15,9	17,0	15,7	18,8	12,7	19,4	20,3	15,4	16,7	21,0	17,7	21,6	22,5	23,2	16,6	16,0	15,9	23,9	21,2	23,5	19,7
	12	7,6	10,5	13,0	7,9	10,5	8,3	9,6	8,8	11,6	11,6	4,7	11,8	12,1	14,0	14,4	18,0	13,8	15,9	13,8	13,2	12,7
T°min lunară (Celsius)	1	-16,0	-20,6	-25,2	-10,0	-24,5	-13,5	-14,5	-11,8	-18,4	-24,7	-12,5	-20,3	-22,2	-18,9	-17,5	-25,2	-12,7	-14,5	-16,3	-19,2	-18,6
	2	-21,0	-18,8	-24,0	-13,0	-11,9	-17,4	-19,2	-21,0	-18,2	-15,8	-14,7	-6,0	-18,7	-25,8	-22,6	-22,2	-12,0	-14,4	-10,6	-12,5	-17,2
	3	-6,5	-6,3	-19,0	-4,5	-6,0	-15,8	-9,8	-14,0	-6,7	-10,6	-7,5	-5,2	-11,0	-13,8	-17,3	-11,5	-4,4	-5,3	-6,8	-11,3	-9,7
	4	-3,4	-3,7	-3,9	-2,1	-5,8	-4,3	-7,0	-2,6	-0,5	-2,7	-2,8	-5,2	-4,9	-2,5	-4,4	-1,6	-2,2	0,2	-1,2	-1,4	-1,9
	5	0,7	1,9	3,5	-0,8	-2,1	2,9	1,5	2,0	-0,7	1,2	2,7	6,4	3,5	2,5	1,0	3,3	-3,1	2,2	-0,7	6,0	-1,6
	6	7,0	7,0	4,6	4,5	5,8	3,6	7,2	6,0	10,4	3,2	7,3	4,3	6,1	7,4	5,8	5,3	7,4	6,9	6,1	7,4	6,7
	7	8,0	8,6	4,2	9,0	11,0	4,5	7,6	8,8	10,4	8,9	11,4	9,5	9,2	8,0	9,4	6,4	8,8	9,0	7,5	10,4	7,7
	8	7,0	9,4	5,6	5,4	5,7	8,0	9,2	6,6	6,8	7,6	6,6	9,8	4,6	8,1	6,7	9,2	10,4	4,2	9,6	6,9	7,7
	9	-0,3	0,6	1,6	5,3	2,0	2,5	0,3	3,7	6,3	1,5	5,5	3,1	0,2	-0,4	5,0	3,2	2,9	1,9	5,5	3,7	5,0
	10	-7,6	-5,2	-3,6	-4,6	-4,6	-0,8	-8,6	-1,4	-2,7	-4,5	-4,7	-2,5	-5,2	-3,3	-5,7	-6,2	-4,1	-1,3	-0,9	-6,8	-7,2
	11	-8,6	-6,3	-12,7	-8,6	-12,0	-2,8	-7,0	-9,0	-7,6	-3,6	-8,5	-3,4	-5,8	-8,5	-11,5	-9,0	-9,2	-8,6	-7,7	-6,3	-11,8
	12	-16,0	-19,5	-10,7	-14,7	-18,0	-21,5	-14,5	-25,1	-17,8	-14,0	-23,0	-23,6	-15,2	-12,8	-14,0	-11,8	-11,7	-12,0	-16,0	-18,5	-11,2

Conform modelului CORDEX EUROPE, schimbările prognozate pot fi interpretate în funcție de următoarele praguri:

Tabel 3.11 Interpretarea indicatorilor de schimbare climatică

Interpretare	**Praguri**
Schimbare redusă	<1.5 ℃
	<5 zile
	< 25%
Schimbare moderată	1.5-2 ℃
	5-10 zile
	25-75%
Schimbare semnificativă	> 2 ℃
	> 10 zile
	>75%

Spre exemplu, în cazul unei schimbări reduse a unui indice climatic, schimbare trebuie să se încadreze sub pragul de 1.5 ℃ atunci când discutăm despre temperaturi (spre exemplu, schimbarea temperaturii maxime a aerului), sub pragul de 5 zile atunci când discutăm despre numărul de nopți tropicale sau numărul de zile cu îngheț, și în final, sub 25% atunci când discutăm despre schimbarea procentuală a precipitațiilor anuale sau a potențialului de ariditate.

Scenariul RCP 4.5 are în vedere următorii indicatori climatici:

- **Media temperaturii aerului** este interpretată ca o **modificare** absolută a temperaturii medii anuale față de perioada de referință 1981-2010 (perioada prognozată minus perioada de referință;
- **Temperatura maximă a aerului**: acest indicator este calculat pe baza temperaturilor maxime zilnice înregistrate raportat la o perioadă istorică de 30 de ani. Acesta trebuie interpretat ca o schimbare absolută față de perioada 1981-2010 (perioada prognozată minus perioada de referință);
- **Media cantității zilnice de precipitații**: acest indicator este calculat pe baza valorilor mediilor anuale ale precipitațiilor zilnice. Acesta trebuie interpretat ca o schimbare relativă, nu absolută (100*(perioada de prognoză-perioada de referință)). În acest caz, indicatorul este exprimat în procente;

- **Potențialul de ariditate** este calculat pe baza valorilor medii anuale ale raportului dintre evapotranspirația potențială și precipitații pentru o perioadă de 30 de ani. Acest indice este dat ca o modificare relativă (100*(perioadă prognozată-perioadă de referință)/perioadă de referință);
- **Zile cu îngheț-** indicator calculat ca numărul de zile în care temperatura minimă zilnică este sub 0 grade C;

Indicator	Luna	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Nr zile iarna (ID)* *T(max) ≤ 0°C	1	11	9	3	8	15	19	2	9	14	7
	2	15	-	-	2	-	2	4	1	1	5
	3	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-
	11	-	1	-	-	1	-	-	-	3	-
	12	12	13	2	1	17	3	3	3	-	4
Nr zile îngheț (FD)* * = T(min) ≤ -°C	1	28	28	22	22	24	3-	23	28	3-	26
	2	28	2-	15	22	11	17	24	24	21	27
	3	4	18	7	13	1-	9	16	16	15	26
	4	-	-	-	9	1	4	1	-	11	6
	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
	9	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-
	1-	15	6	6	6	-	3	-	1	2	11
	11	26	8	11	9	17	7	13	4	15	15
	12	26	31	18	13	3-	17	26	21	15	13

- **Nopți tropicale-** indicator calculat ca numărul de zile în care temperatura minimă zilnică este peste 20 grade C.

Indicator	Luna	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Nr zile vara (SU)* *T(max) ≥ 25 si ≤ 29°C	4	1	1	-	-	1	1	1	1	-	-
	5	-	1	1	1	1	1	-	1	1	1
	9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	1	1	-	-	1	1	1	1	-
	11	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Nr zile Tropicale (TXge30)*	5	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	6	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1
	7	-	-	1	-	1	1	1	1	1	1

***T(max) ≥ 30 și ≤ 34°C**	8	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1
	9	1	-	1	-	1	1	1	1	1	-
	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zile Tropicale (TXge35)* *T(max) ≥ 35°C	7	1	-		-		-				
	8	1	1		1		1				
	9	-	-		1		-				

Toți acești indicatori au fost selectați datorită disponibilității modelării lor în cadrul modelului CORDEX și pentru a acoperi o gamă variată de indicatori relevanți pentru studiul ICU care să reflecte atât schimbarea temperaturii atmosferice (media temperaturii aerului, temperatura maximă a aeruilui) cât și balanța precipitații (media cantității zilnice de precipitații) – ariditate (potențialul de ariditate) sau prezența nopților tropicale, atunci când ICU are cele mai bune condiții de formare și menținere în spații urbane. Tabelul 3.12 sumarizează rezultatele obținute conform RCP4.5 pentru acești indicatori.

Tabelul 3.12 Scenariul RCP 4.5 pentru muncipiul Bistrița

Indicator	U.M	Perioadă de predicție	Medie	Min	Max	Mediană	Percentilă
Media temperaturii anuale	T° Celsius	2011-2040	0.95	0.57	1.52	0.93	P_{25}=0.72 P_{75}=1.15
		2041-2070	1.70	1.11	2.56	1.70	P_{25}=1.46 P_{75}=1.90
Temperatura maximă	T° Celsius	2011-2040	1.28	0.49	2.87	1.30	P_{25}=0.72 P_{75}=1.51
		2041-2070	2.23	1.31	3.22	2.22	P_{25}=1.77 P_{75}=2.77
Temperatura minimă	T° Celsius	2011-2040	2.19	1.22	3.21	2.29	P_{25}=2.02 P_{75}=2.98
		2041-2070	3.27	0.41	6.09	3.47	P_{25}=2.17 P_{75}=4.19
Precipitații anuale	%	2011-2040	3.12	-4.42	10.73	3.41	P_{25}=-0.26 P_{75}=6.74
		2041-2070	4.42	-3.67	8.92	4.99	P_{25}=2.86 P_{75}=6.39

Potențial de aridităte	%	2011-2040	6.40	-11.40	30.37	8.01	P_{25}=-3.25 P_{75}=11.92
		2041-2070	15.06	-4.56	48.00	14.28	P_{25}=2.21 P_{75}=26.15
Zile cu îngheț	Nr. zile	2011-2040	-14.33	-26.33	-6.67	-13.27	P_{25}=-17.98 P_{75}=1.15
		2041-2070	-24.26	-37.00	-13.73	-22.97	P_{25}=-28.63 P_{75}=-9.12
Nopți tropicale	Nr. zile	2011-2040	2.43	0.70	4.67	2.07	P_{25}=1.55 P_{75}=3.35
		2041-2070	2.34	1.02	4.40	2.29	P25=1.04 P75=2.18

Conform tabelului 3.12, pentru municipiul Bistrița, corespunzător scenariului moderat - RCP 4.5 în care emisiile de gaze cu efect de seră vor înregistra un trend descendent după 2040, ne putem aștepta la următoarea evoluție a temperaturii anuale:

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu **0.95°C** a mediei temperaturii anuale;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu **1,70°C** a mediei temperaturii anuale.

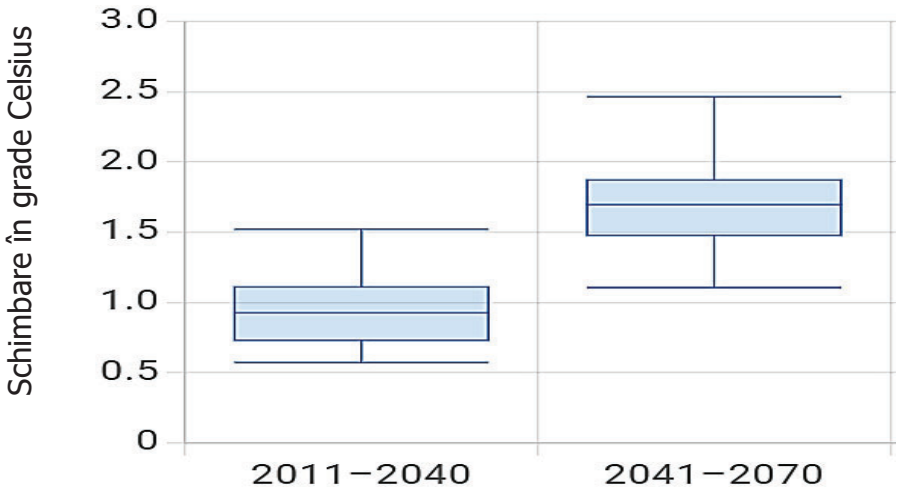


Figura 3.3. Creșterea temperaturii medii anuale în municipiul Bistrița conform RCP4.5

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu 1.28°C a temperaturii maxime;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu 2.23°C a temperaturii maxime.

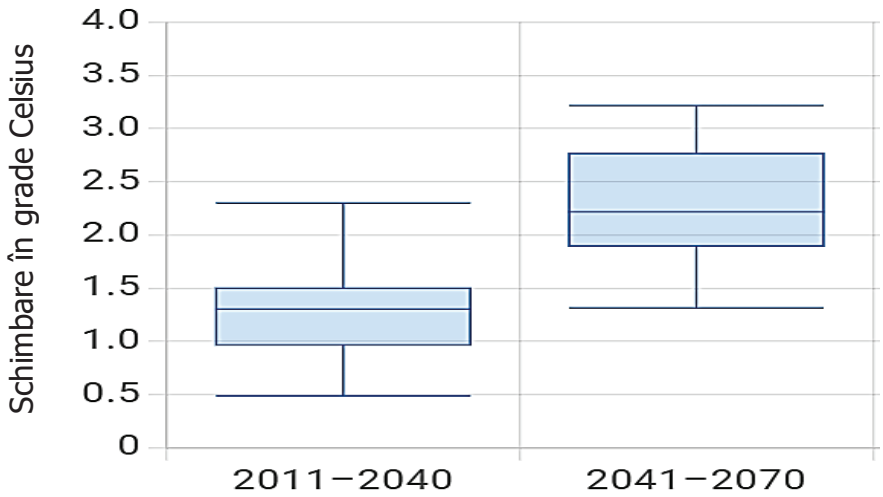


Figura 3.4 Evoluția temperaturii maxime a aerului conform RCP 4.5 (Model Cordex Europe bias adjusted)

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu 2.19°C a temperaturii minime;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu 3.27°C a temperaturii minime.

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu 3.12% al precipitațiilor anuale;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu 4.42% al precipitațiilor anuale.

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu 6.40% al potențialului de ariditate;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu 15.06% al potențialului de ariditate.

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o scădere cu 14.33 de zile al numărul zilelor cu îngheț;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o scădere cu 24.26 de zile al numărul zilelor cu îngheț.

3.2.2 Scenariul RCP 8.5 pentru municipiul Bistrița

Ceea ce este diferit în scenariul RCP8.5 față de RCP4.5 este că aceasta ia în considerare în calcularea indicilor de schimbări climatice o creștere continuă a gazelor cu efect de seră până la finalul secolului. Din acest considerent, prognozele realizate prin acest model sunt de obicei mai pesimiste, însă sunt cel mai des folosite în studiile ce vizează previziuni ale evoluției climei la nivel global. Interpretarea indicilor este identică ca în cazul precedent, și acest scenariu aplicând modelul CORDEX Europe.

Tabel 3.13 Scenariul RCP8.5 pentru municipiul Bistrița

Indicator	U.M	Perioadă de predicție	Medie	Min	Max	Mediană	Percentilă
Media temperaturii anuale	T° Celsius	2011-2040	0.97	0.51	1.48	0.95	P_{25}=0.70 P_{75}=1.18
		2041-2070	2.29	1.68	3.09	2.20	P_{25}=1.90 P_{75}=2.66
Temperatura maximă	T° Celsius	2011-2040	1.42	0.55	2.86	1.35	P_{25}=0.96 P_{75}=1.67
		2041-2070	3.10	1.92	4.55	3.15	P_{25}=2.73 P_{75}=3.45
Temperatura minimă	T° Celsius	2011-2040	2.05	0.50	4.38	1.80	P_{25}=0.89 P_{75}=3.17
		2041-2070	4.81	1.38	6.79	5.21	P_{25}=3.92 P_{75}=6.09
Precipitații anuale	%	2011-2040	3.01	-3.39	9.43	3.29	P_{25}=-0.61 P_{75}=6.57
		2041-2070	5.40	-5.11	18.13	6.47	P_{25}=0.28 P_{75}=9.14
Potențial de ariditate	%	2011-2040	10.38	-14.04	36.70	9.96	P_{25}=3.70 P_{75}=16.55
		2041-2070	17.84	-27.12	49.66	14.00	P_{25}=7.62 P_{75}=32.90

Zile cu îngheț	Nr. zile	2011-2040	-12.70	-24.17	-0.60	-14.10	P_{25}=-17.86 P_{75}=-9.04
		2041-2070	-30.50	-41.97	-19.57	-28.83	P_{25}=-35.85 P_{75}=-28.83
Nopți tropicale	Nr. zile	2011-2040	2.43	0.70	4.67	2.07	P_{25}=1.55 P_{75}=3.35
		2041-2070	10.68	4.97	19.47	10.62	P25=8.36 P75=10.20

Conform tabelului 3.12, pentru municipiul Bistrița, corespunzător scenariului moderat - RCP 8.5 în care emisiile de gaze cu efect de seră vor înregistra un trend ascendent de-a lungul secolului, ne putem aștepta la următoarea evoluție a temperaturii anuale:

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu **0.97°C** a mediei temperaturii anuale;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu **2.29 °C** a mediei temperaturii anuale

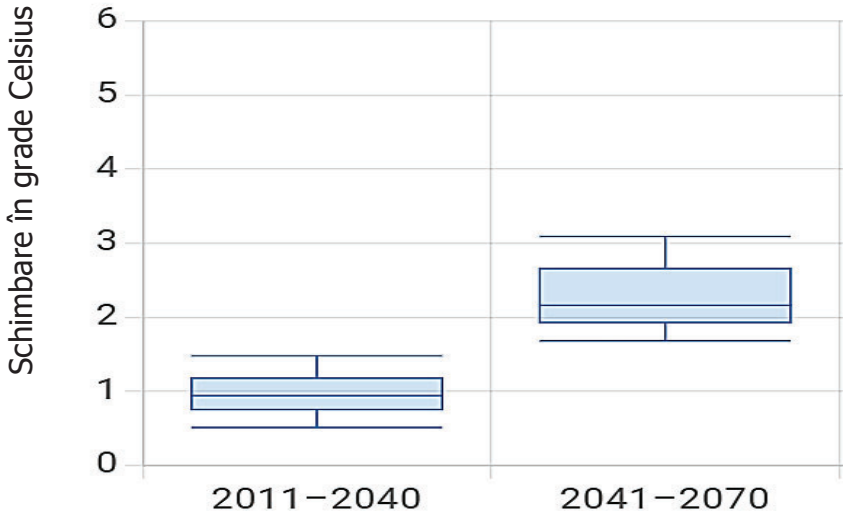


Figura 3.5 Evoluția temperaturii medii anuale conform RCP 8.5 (Model Cordex Europe bias adjusted)

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu **1,42°C** a temperaturii maxime a aerului;.

- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu **3,10°C** a temperaturii maxime a aerului.

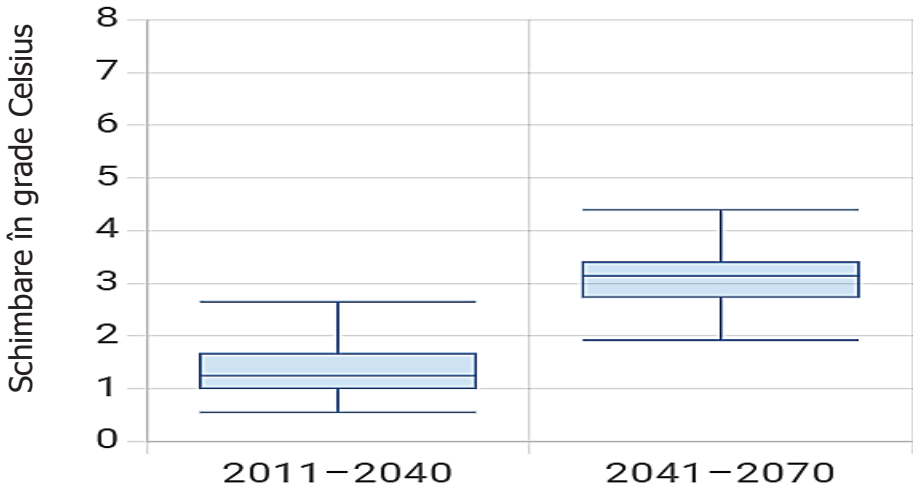


Figura 3.6 Evoluția temperaturii maxime anuale conform RCP 8.5 (Model Cordex Europe bias adjusted)

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu 2.05°C a temperaturii minime;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu 4.81°C a temperaturii minime.

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu 3.01% a precipitațiilor anuale;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu 5.40% a precipitațiilor anuale.

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o creștere cu 10.38% al potențialului de ariditate;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o creștere cu 17.84% al potențialului de ariditate.

- Pentru intervalul prognozat 2011-2040 o scădere cu 12.70 de zile al numărul zilelor cu îngheț;
- Pentru intervalul prognozat 2041-2070 o scădere cu 30.50 de zile al numărul zilelor cu îngheț.

3.3 Efectele insulei de căldură

Efectul ICU are consecințe semnificative asupra traiului obișnuit în orașe, fiind sursa unui număr semnificativ de probleme environmentale în zonele urbane. Efectul ICU are un impact critic asupra sănătății și bunăstării, precum și asupra confortului uman și asupra atmosferei locale, acestea inclunzând:

- ☑ Creșterea consumului de energie pentru răcire și costurile asociate;
- ☑ Creșteri semnificative ale cererii de energie de vârf;
- ☑ Formarea unor cantități mari de smog și poluanți atmosferici, și o degradare rezultată a calității aerului;
- ☑ Creșterea stresului termic asupra rezidenților și publicului;
- ☑ Impact puternic asupra ecosistemelor urbane;
- ☑ Un nivel și un risc semnificativ crescut de morbiditate sau îmbolnăvire din cauza căldurii.

3.3.1 Sănătatea și confortul uman: stresul termic

Stresul termic este o consecință directă a efectului ICU. Valurile de căldură sunt responsabile pentru o serie de probleme grave de sănătate, putând cauza un număr mare de decese.

Creșterea temperaturii la sol în timpul zilei, răcirea redusă pe timp de noapte și nivelurile mai ridicate de poluare a aerului asociate cu insulele de căldură urbane pot afecta sănătatea umană, contribuind la disconfort general, dificultăți respiratorii, și epuizare, insolație non-fatală și mortalitate legată de căldură. Insulele de căldură urbane pot, de asemenea, exacerba impactul valurilor de căldură, care sunt perioade de vreme anormal de caldă și adesea umedă. Populațiile sensibile, cum ar fi copiii, adulții în vârstă și cei cu afecțiuni de sănătate existente, sunt expuse unui risc deosebit de la aceste evenimente.

Am analizat la nivelul municipiului Bistrița prezența valurilor de căldură la nivelul municipiului (tabel 3.14). În general, sunt utilizați patru indici, pe baza realizată de Perkins și Alexander (2012) după cum urmează: magnitudine (HWM)- magnitudinea zilnică medie a tuturor evenimentelor valurilor de căldură dintr-un an, numărul de evenimente cu val de căldură (HWN), durata (HWD, lungime în zile) respectiv frecvența (HWF, suma zilelor cu val de căldură participante).

Tabel 3.14 Prezența valurilor de căldură în municipiul Bistrița (ANM, 2023)

Nr. Crt	**Dată**	**Valuri de căldură**			
	(an)	HWM	HWN	HWD	HWF
1	2012	5.7	8	10	49
2	2013	5.7	3	8	16
3	2014	1.3	2	4	7

4	2015	4.5	6	7	28
5	2016	6.3	2	8	16
6	2017	6.4	2	7	11
7	2018	2.8	3	8	14
8	2019	2.7	3	9	18
9	2020	0.7	1	5	5

După cum se observă în tabelul de mai sus, municipiul Bistrița nu este ferit de valuri de căldură, magnitudinea lor fiind de intensitate medie, însă se observă un trend descend a intensității și lungimii lor, comparatic cu anul de referință 2012.

3.3.2 Calitatea apei

Insulele de căldură urbane de suprafață degradează calitatea apei, în principal prin poluarea termică. Suprafețele pavajului și acoperișului care ating temperaturi de 27 până la 50 ° C, mai mari decât temperaturile aerului, transferă această căldură în exces în apele pluviale. Această apă pluvială încălzită se scurge în general în canalele pluviale și crește temperatura apei pe măsură ce este eliberată în pâraie, râuri, iazuri și lacuri.

3.3.3 Creșterea consumului de energie

Temperaturile ridicate din timpul verii din orașe cresc cererea de energie pentru răcire și adaugă presiune la rețeaua de electricitate în perioadele de vârf de cerere, care au loc, în general, în după-amiezile fierbinți de vară, în zilele lucrătoare, când birourile și casele funcționează sisteme de răcire, lumini și aparate.

Această cerere maximă de electricitate urbană crește cu 1,5 până la 2 procente pentru fiecare creștere cu 0,6 °C a temperaturii pe timp de vară. Creșterea constantă a temperaturilor în centrul orașului în ultimele decenii înseamnă că 5 până la 10% din cererea de energie electrică la nivelul întregii comunități este utilizată pentru a compensa efectul de insulă de căldură. În timpul evenimentelor de căldură extremă, care exacerbează ICU, cererea rezultată pentru răcirea poate supraîncărca sistemele și necesită o utilitate pentru a institui întreruperi controlate, rulante sau întreruperi de curent pentru a evita întreruperile de curent.

Conform Planului de Acțiune pentru Energie Durabilă și Climă al Municipiului Bistrița, consumul total de energie în municipiu la nivelul anului 2018 însuma circa 1,6 milioane MWh. Cea mai mare pondere a consumului total de energie o avut-o transportul (c48 %) și clădirile rezidențiale (30 %). Clădirile rezidențiale au fost responsabile pentru cea mai mare parte a emisiilor CO2 rezultate din consumul de energie electrică și din consumul de gaze naturale, iar transportul privat a fost responsabil pentru cea mai mare parte a emisiilor CO2 rezultate din consumul de carburanți.

3.4 Metodologie de identificare a insulelor de căldură

Identificarea ICU a fost realizată pe baza temperaturii la nivelul suprafețelor, prin teledetecție, pe baza imaginilor satelitare. Cu ajutorul programului LANDSAT furnizat de NASA, am identificat zonele de la nivelul municipiului Bistrița în care observațiile multispectrale sunt utilizate pentru a obține harta temperaturilor reflectate de sol, relevantă pentru spațiile urbane unde spațiul verde este redus sau nu există deloc.

Pentru a stabili criteriile de analiză pentru evidențierea fenomenului de ICU au fost analizate mediile de temperatură zilnică din lunile de vară pentru a identifica zilele în care au predominat temperaturi ridicate, în scopul verificării disponibilității imaginilor capturate de sistemul LANDSAT și pentru elimina factorii disturbatori precum absența norilor în zona de analiză la momentul capturării imaginilor.

Tabel 3.15 Percentile indicatori de temperatură extremă

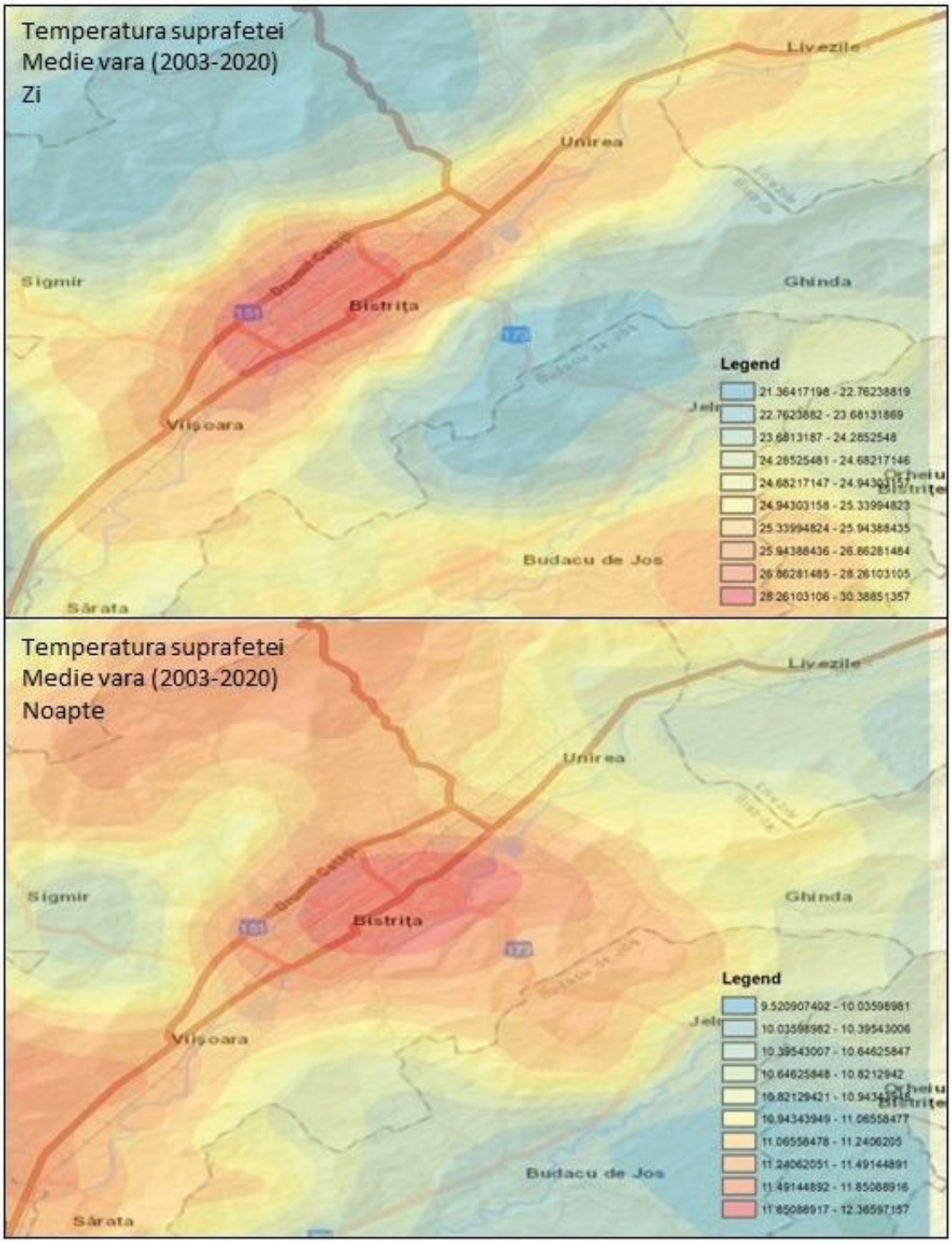
	Lună	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tx10p	1	3,2	2,3	-	15,6	11,8	22,6	-	14,8	5,7
	2	38,5	-	-	-	-	3,6	14,3	6,2	-
	3	5,9	12,9	-	-	-	-	19,2	-	8,9
	4	3,3	3,2	-	32,8	9,7	18,0	3,3	-	5,7
	5	14,3	12,5	3,0	6,5	3,2	3,2	-	12,9	15,6
	6	3,0	12,8	5,4	10	-	2,8	3,3	-	10
	7	-	3,2	-	-	-	2,4	9,0	6,0	3,2
	8	12,9	3,1	14,6	9,7	9,6	3,2	-	12,9	6,3
	9	3,3	13,2	-	3,3	-	2,9	6,6	-	3,3
	10	-	15,1	-	9,2	22,0	3,2	6,0	9,6	6,3
	11	-	3,3	3,3	-	15,6	-	3,3	-	12,9
	12	-	6,5	-	-	22,2	-	5,9	6,2	-
Tx90p	**1**	-	9,7	25,8	32,0	3,2	-	24,4	3,0	3,2
	2	-	13,5	44,0	15,9	40,2	3,6	10,7	14,3	10
	3	6,5	-	34,4	9,2	21,0	37,0	5,8	11,9	19,2
	4	13,3	16,6	-	9,8	39,5	16,7	61,5	13,3	2,8
	5	19,2	34,1	3,2	12,9	6,5	-	35,2	-	6,5
	6	29,9	14,7	-	3,3	29,9	13,3	6,7	30	-
	7	61,2	6,2	2,9	22,6	21,4	15,8	-	11,1	3,0

Un alt indicator important luat în considerare este temperatura la suprafața solului (imaginea 3.1). Temperaturile la suprafață reprezintă energia termică emisă de teren, clădiri și alte

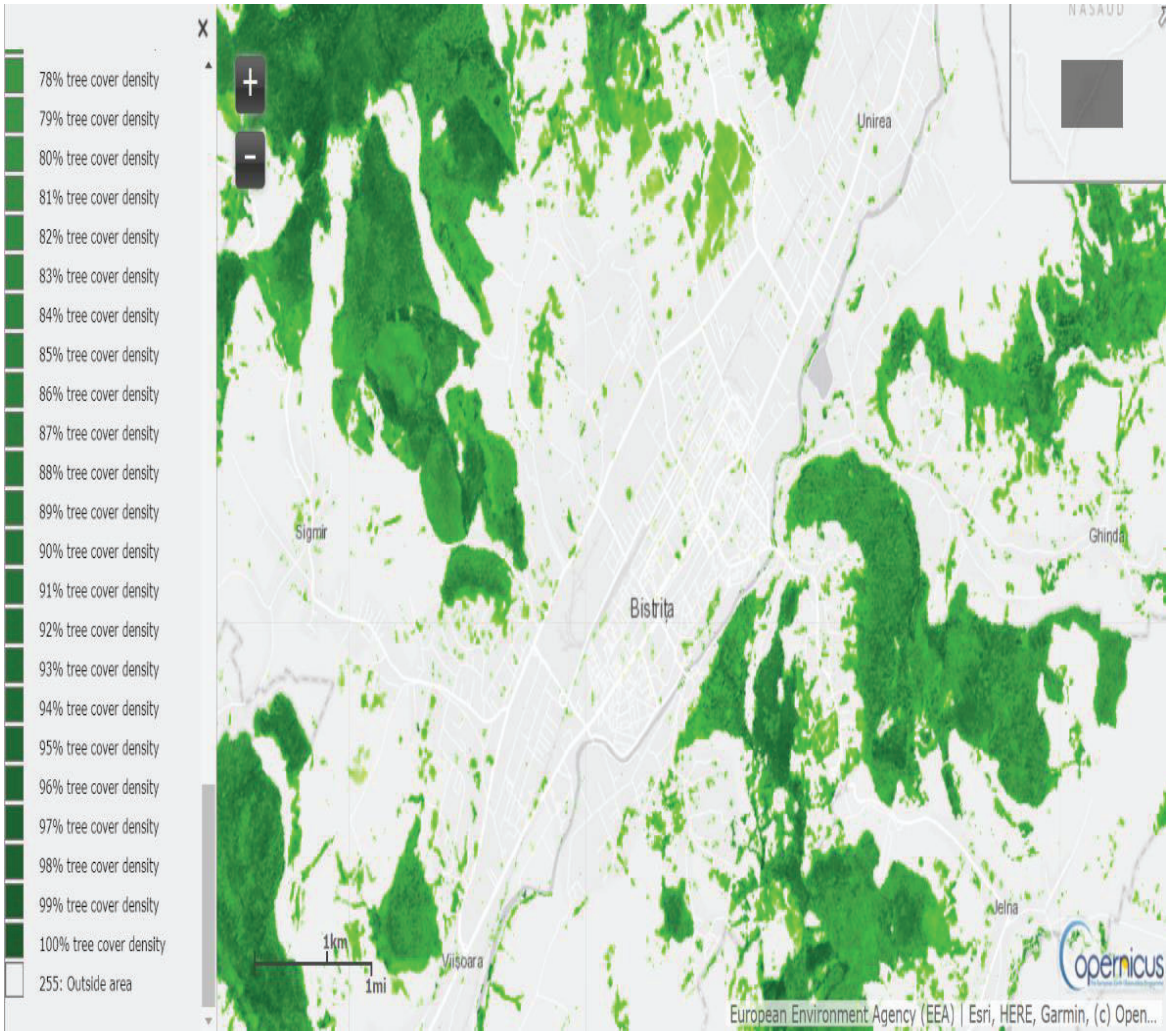
Imagine 3.3 Zone posibile ICU inițiale cu cvartale din punct de vedere al intensității locuirii

suprafețe. Imaginea 3.1 ilustrează media temperatura solului pe timp de zi și noapte. Culoare roșie reprezintă zone de concentrație ridicată a temperaturii, ceea ce corespunde cu tiparul zonelor intens locuite în municipiul Bistrița.

Imaginea 3.1 Temperatura suprafeței în intervalul 2003-2020 pe timp de vară și iarnă



Această diferență de temperatură între zonele orașului apare atunci când străzile și clădirile neumbrite din zona urbană acumulează căldură în timpul zilei și radiază această căldură în aerul din jur. Orașele unde peisajul local este modificat într-o mare măsură cu puțină vegetație își creează propriile microclimate deoarece, ele putând fi mai calde semnificativ cu până la 6 °C în special în jurul amiezii.



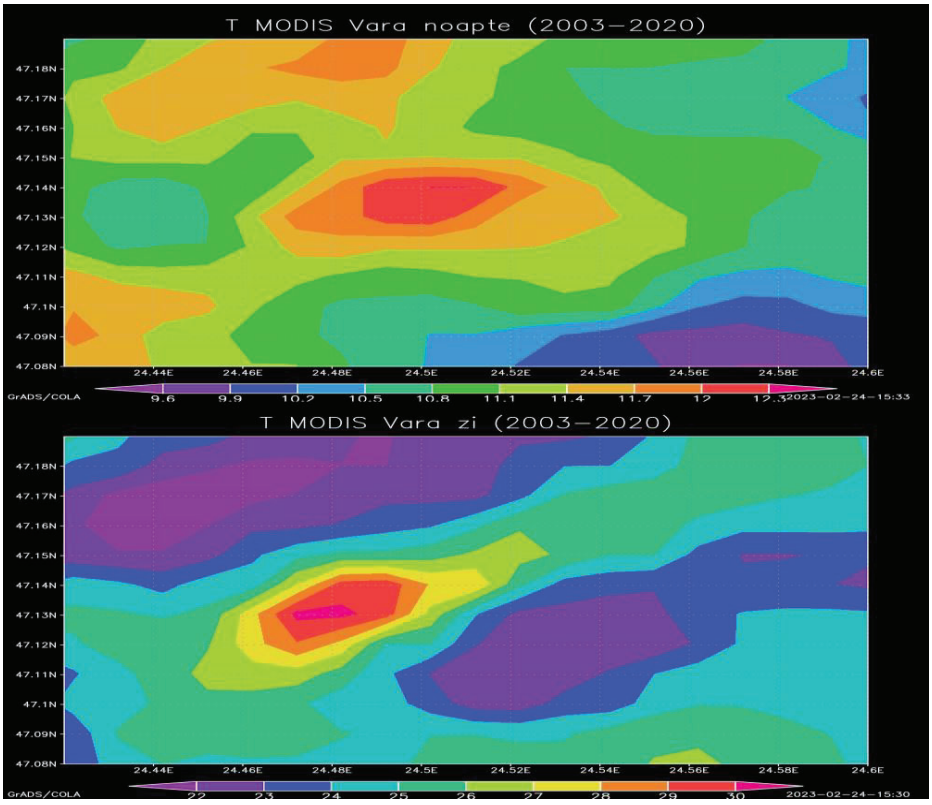
Imagine 3.2 Densitatea acoperirii cu arbori conform imaginilor satelitare Copernicus

De asemenea, în cadrul metodologiei, am ținut cont și de zonele intens populate ale municipiului (imaginea 3.3)- zona 1: Independenței Nord, zona 2: Gării- Bd Decebal, zona 3: Andrei Mureșanu, zona 4: Ștefan cel Mare-1Decemebrie, zona 5: Independenței Sud.

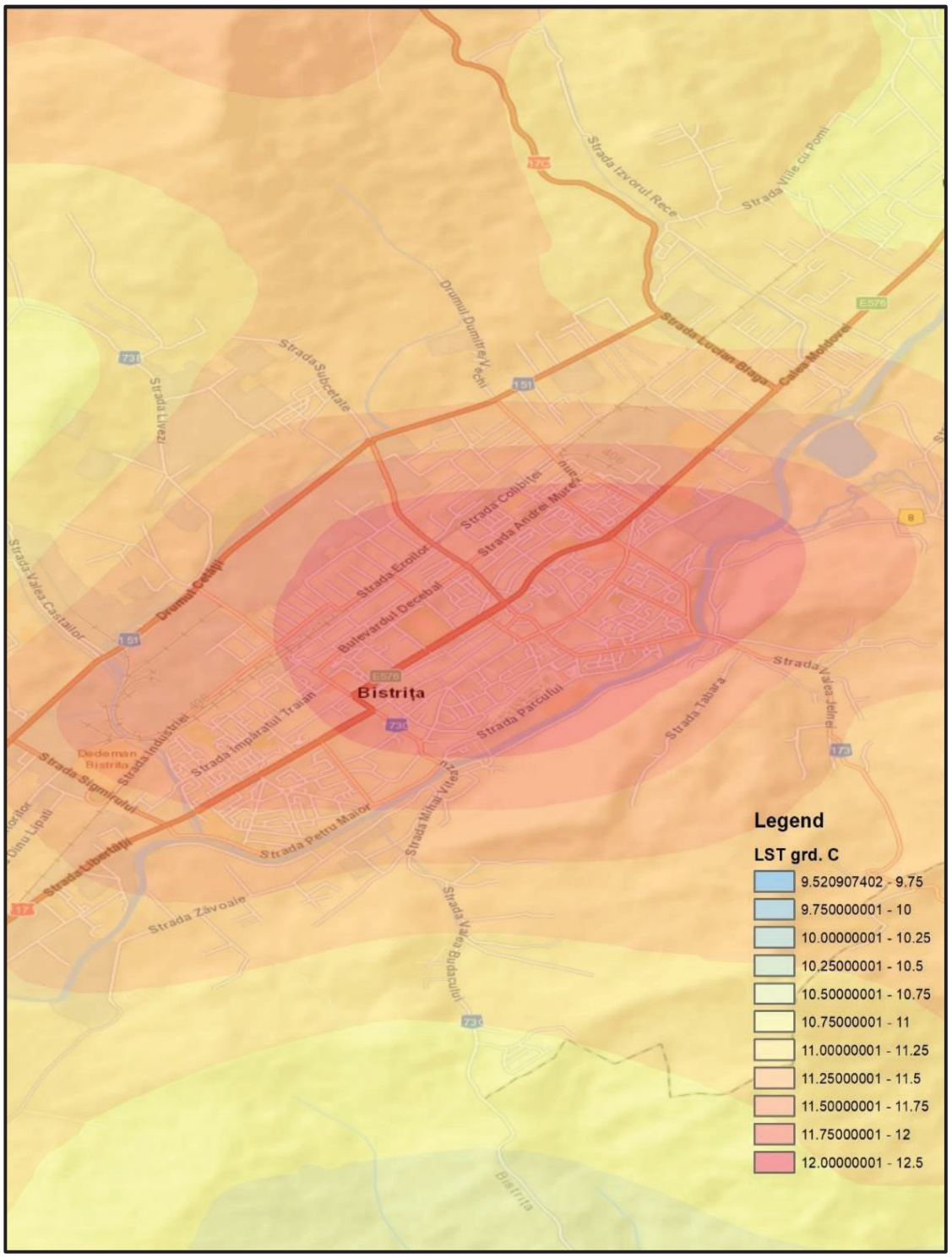
3.5 Insule de căldură identificate

Un produs derivat din datele satelitare ale temperaturii suprafețelor extrase din setul MODIS (Zhang et al., 2022) pentru intervale de zi și de noapte, la rezoluția de 1 km și au fost mediate, pentru anotimpul de vară pentru a defini insula de căldură a orașului Bistrița, ca în lucrările publicate de Bojariu și colaboratorii (2014), Papathoma-Koehle și colab. (2016) și Bojariu și colab. (2021). Rezultatele sunt prezentate în imaginile 3.3 și 3.4.

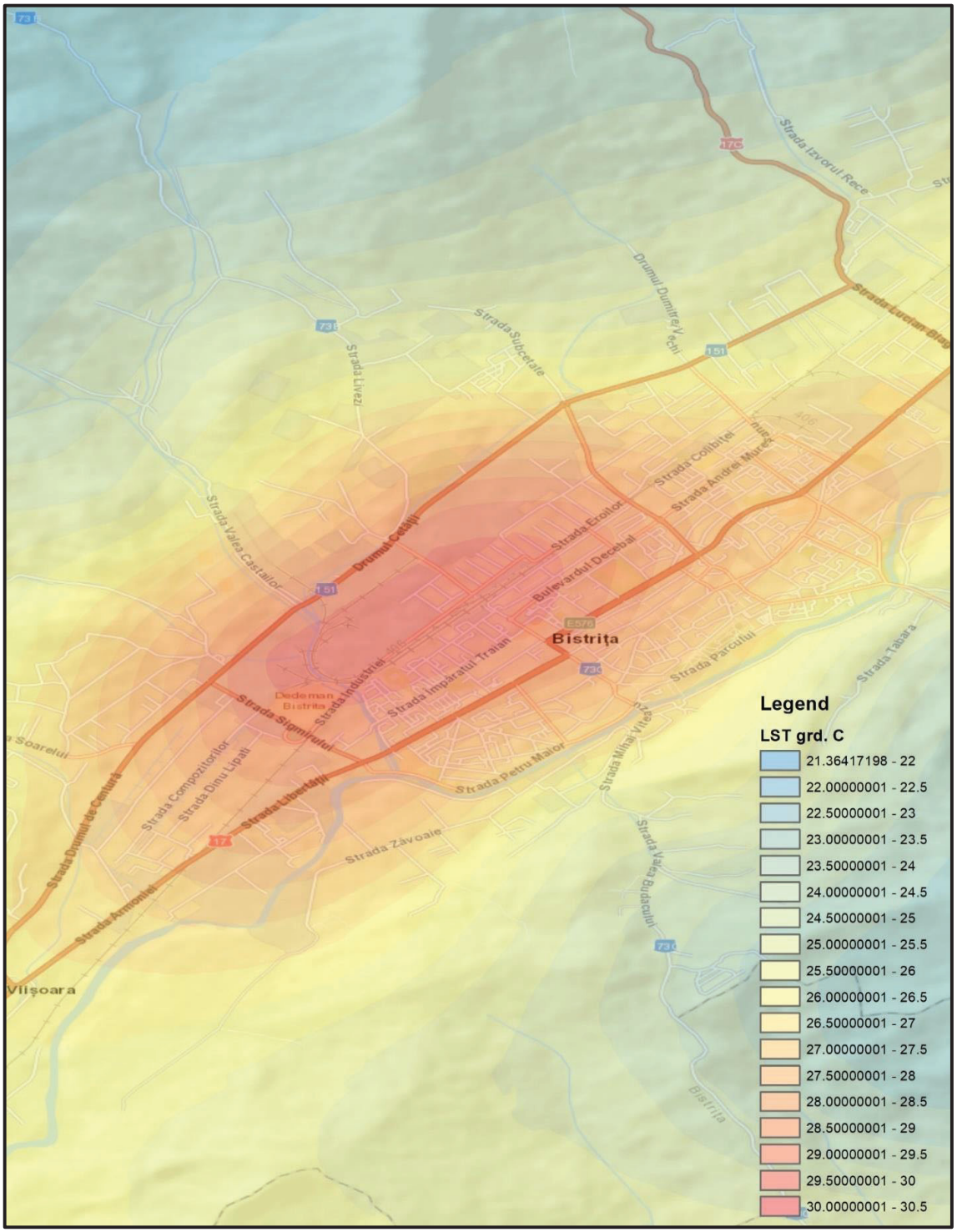
Insula de căldură a orașului apare clar atât pentru noapte cât și pentru zi. Pe durata nopților ea este centrată la nord-est față de poziția sa din timpul zilei, în zona aproximativ delimitată de străzile **Zefirului, Colibiței, Gării, Dogarilor, Codrișor, Grădinilor,Viorelelor, Ghinzii, Grănicerilor și Sucevei**. Străzile Republicii, 1 Decembrie și Calea Moldovei străbat zona centrală a arealului ocupat de insula de căldură asociată nopților (imaginile 3.5 și 3.6). Prezența zonelor împădurite de lână oraș are efect invers celui insulei de căldură a orașului (temperaturi mai scăzute față de zona centrală a orașului, pe timp de zi.) Este de menționat și variabilitatea termică mai mare pe timp de zi.



Imaginea 3.4 Manifestarea efectului ICU în municipiul Bistrița pe bază de date satelitare 2003-2020



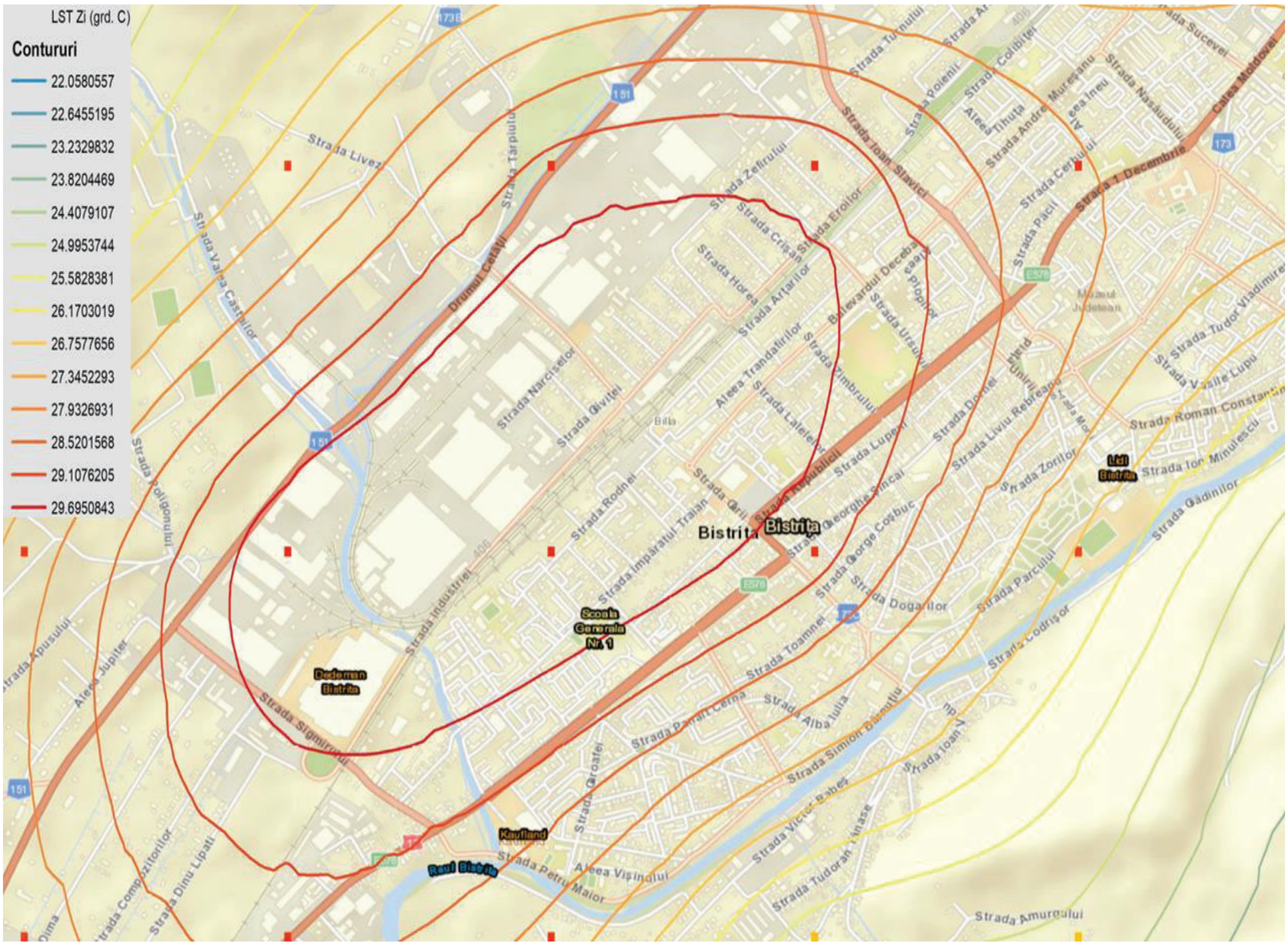
Imagine 3.5 Insula de căldură identificată folosind medierea valorilor pentru durata nopții, ce acoperă intervalul iunie-august 2003-2020, din produsul derivat din date satelitare MODIS la rezoluția de 1 km.



Imagine 3.6 Insula de căldură identificată folosind medierea valorilor pentru durata zilei, ce acoperă intervalul iunie-august 2003-2020, din produsul derivat din date satelitare MODIS la rezoluția de 1 km.

Imaginea 3.7 prezintă insula de căldură identificată folosind medierea valorilor pentru durata zilei, ce acoperă intervalul iunie-august 2003-2020, din produsul derivat din date satelitare MODIS la rezoluția de 1 km. Liniile de contur interpolează valorile temperaturii la suprafață reprezentate ca pătrate colorate (nuanțele de la portocaliu închis la roșu fiind cele mai mari și evidențiind intensitatea cea mai ridicată a insulei de căldură).

Imagine 3.7 Insula de căldură identificată folosind medierea valorilor pentru durata zilei 2003-2020



Imagine 3.8 Imagine satelitară a insulei de căldură identificată

4. MĂSURI DE MITIGARE A INSULELOR DE CĂLDURĂ: SCENARII DE LUCRU

Măsurile de atenuare pentru combaterea efectului ICU sunt bine documentate în literatura de specialitate. Figura 4.1 de mai jos ilustrează unele dintre măsurile comune, de atenuare, care și-au demonstrat eficiența. Printre acestea se numără proiectarea de pavaje reci prin creșterea albedo-ului suprafețelor și transformarea acestora în suprafețe mai reflectante, permeabile, poroase; utilizarea sporită a spațiilor verzi în cadrul peisajului urban (Santamouris 2013) și valorificarea efectelor de răcire ale vântului și ale apei.

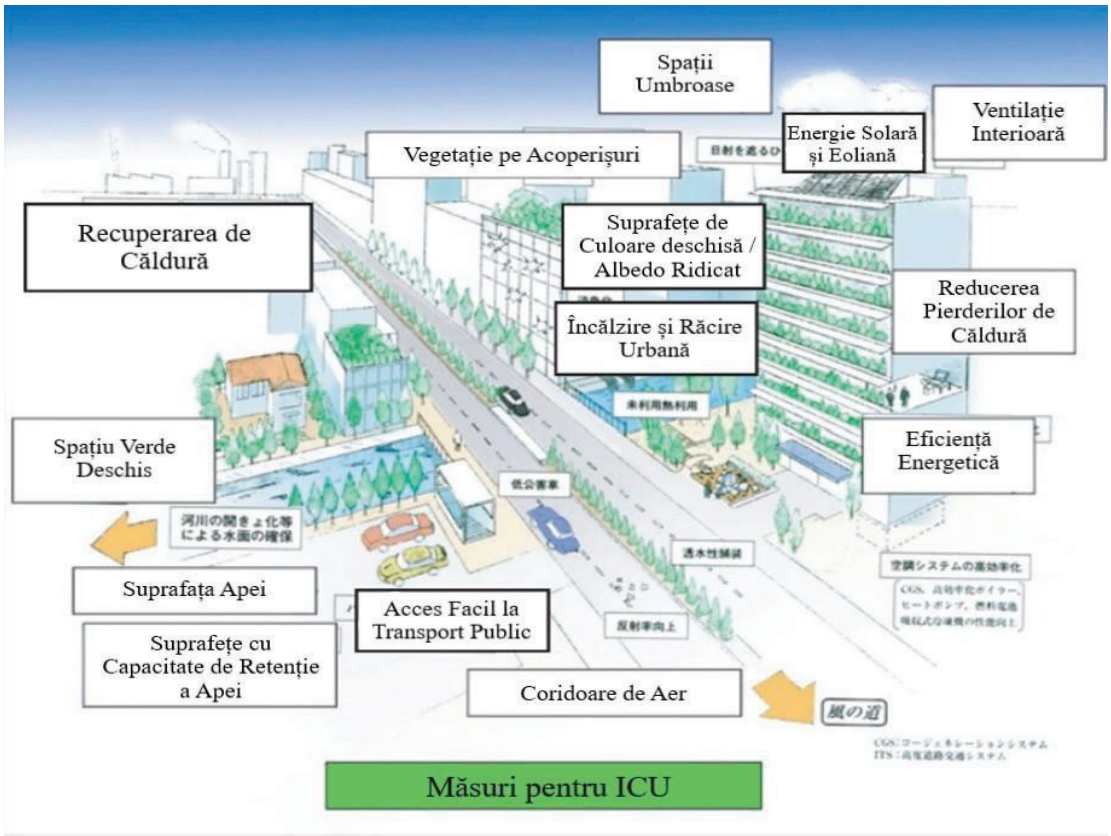


Figura 4.1 Măsuri de atenuare a ICU discutate în literatura de specialitate

4.1 Scenariul 1. Amenajare curs de apă Bistrița și densificarea volumului masei vegetale a terenurilor disponibile

4.1.1 Creșterea spațiilor verzi

Reducerea vegetației și prevalența mai mare a materialelor și structurilor dure în punctele identificate de insulă de căldură urbană la nivelul municipiului, sunt o cauză semnificativă a efectului ICU. Un număr mai ridicat de arbori nu numai că oferă umbră pentru clădiri și oamenii, ci și reduc viteza vântului sub coronament și răcesc aerul prin evapotranspirație (Akbari, Pomerantz și Taha 2001; Santamouris 2015). Temperatura la suprafața solului și temperatura aerului din zonele verzi urbane sunt mai scăzute decât cele din zonele urbane gri.

Cantitatea mai mare de vegetație nu numai că reduce căldura în interiorul unui oraș, dar contribuie și la reducera dioxodului de carbon și gestionarea impactului asupra mediului. Mai multă vegetație previne formarea smogului (Gorsevski, Taha, Quattrochi și Luvall 1998), are ca rezultat mai puține reflexii și un confort termic mai mare pentru locuitorii unei zone. Impactul asupra sănătății legat de ICU, de asemenea, este minimizat. Există mai multe modalități de a crește prevalența spațiilor verzi într-un zonă urbană. De exemplu, poate fi îmbunătățită prin amanejarea mai multor parcuri urbane, grădini private, arbori stradali și grădini pe acoperișuri.

Cercetările privind rolul acoperișurilor răcoroase pun din ce în ce mai mult accentul pe acoperișurile verzi. Atât acoperișurile reci, cât și acoperișurile verzi sunt strategii eficiente împotriva efectului de ICU . Un acoperiș răcoros crește albedo-ul suprafeței acoperișului și, prin urmare, scade cantitatea de radiație solară care este absorbită de clădire (Razzaghmanesh, Beecham și Salemi 2016). Cu toate acestea, acest lucru va oferi un beneficiu doar în timpul verii. Acoperișurile verzi reduc atât temperatura suprafeței, cât și temperatura aerului dintr-o zonă urbană în timpul unei perioade călduroase. Acest beneficiu direct demonstrează că ICU este combătut prin creșterea evapotranspirației și prin transformarea radiației solare în căldură latentă.

4.1.2 Crearea de coridoare eoliene și zone umede

Condițiile atmosferice înconjurătoare ale unei zone urbane vor afecta ICU. Dezvoltarea rapidă a zonelor urbane perturbă tiparele naturale ale vântului și a corpurilor de apă. Vântul și apa joacă un rol rol important în fenomenul de ICU. Viteza vântului este una dintre cele mai importante variabile naturale care poate mitiga efectul UHI. Vitezele mai mari ale vântului pot scădea temperaturile urbane, îmbunătăți circulația aerului, îmbunătăți sistemele de răcire și disipa poluanții (Santamouris, 2015). Cea mai mare intensitate a ICU pe timp de noapte se înregistrează adesea în condiții de în care cerul este senin și calm. Intensitatea ICU va scădea odată cu creșterea vitezei vântului, a umidității relative și a gradului de nebulozitate.

Clădirile înalte împiedică circulația aerului, ceea ce împiedică, de asemenea, disiparea poluanților. Vântul se deplasează de-a lungul unor trasee de rugozitate redusă a suprafeței și, prin urmare, este posibil să se modeleze și să se prevadă traseele vântului. Calculul de

fluidodinamică (CFD) oferă un instrument valoros pentru evaluarea traiectoriilor vântului urban și a efectului corpurilor de apă asupra mediului urban. Hsieh și Huang (2016) au dezvoltat o metodologie pentru analiza coridoarelor urbane de vânt la o scară care ar fi utilă pentru planificatorii urbani. Analizele cantitative detaliate ale coridoarelor eoliene pot fi utilizate pentru a reglementa eficient proiectarea urbană pentru a utiliza vântul pentru a ventila zonele și pentru a devia căldura de la sursă pentru a preveni acumularea locală de căldură. Într-un studi de caz s-a determinat că o configurație în trepte, figura 4.2, poate distribui vântul în mod eficient și permite ventilarea ajungă în partea de sub vânt a clădirii. Configurația step up plasează turnurile spre partea dinspre vânt blocului, mai degrabă decât în mijloc sau sub vânt.

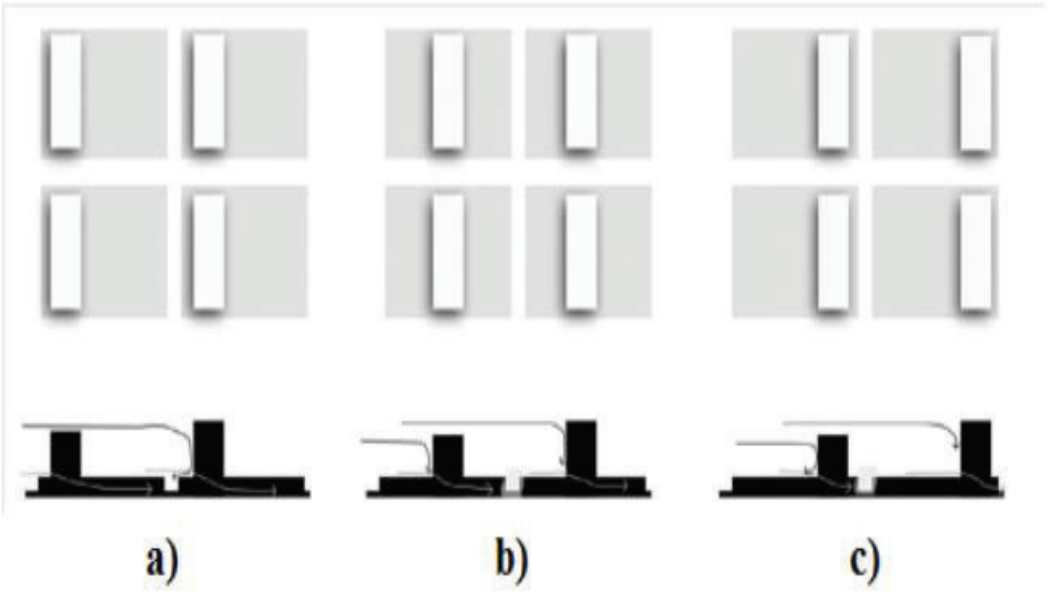


Figura 4.2 configurația în trepte;a) opțiunea cea mai ventilată, b) cea mai puțin ventilată și c) cea mai puțin ventilată (Rajagopalan, Lim și Jamei 2014).

Pe de altă parte, conceptul de insulă de răcire cu apă (WCI) pentru a atenua ICU se bazează pe principiul că evaporarea apei utilizează energia care altfel ar fi transformată în căldură. Mai multe studii au constatat că proximitatea față de unui corp de apă scade temperatura aerului. Temperatura aerului deasupra unui râu poate scădea cu peste 5°C. în comparație cu o zonă urbană înconjurătoare în timpul anotimpurilor mai calde, iar acest efect de răcire se poate propaga câteva sute de metri pe orizontală și aproximativ 80 de metri pe verticală atunci când o briză de mare suflă de-a lungul râului (Makamura, Sekine și Narita 1991).

Cu toate acestea, metodele de atenuare nu ar trebui să fie luate în considerare în mod izolat. În timp ce numeroase studii au arătat că este posibil să se producă câștiguri de energie și temperaturi mai scăzute prin intermediul unui pavaj cu un albedo mai mare, acest lucru trebuie

combinat cu alte inițiative de atenuare a insulei de căldură. Adăugarea de vegetație și plantare la toate nivelurile contribuie în mod semnificativ la răcirea prin evaporare și la reducerea temperaturii atunci când sunt combinate cu pavajului mai reflectorizant. Acoperișurile și pereții verzi previn creșterea consumului de energie al clădirilor.

Asftel, sumarizând aceste soluții, propunem:

- ✓ Efectuare de studii complementare privind contribuția poluării atmosferice atribuite consumului energetic pentru răcire pe timp de vară la exacerbarea efectului insulei de căldură. Complementar cu acest studiu, este benefică constituire de rețea de senzori pentru monitorizare calitate aer în paralel cu cea existentă APM, în vederea sporirii acurateții datelor;
- ✓ Gestionarea inteligentă a apei pluviale la suprafață- realizarea unui studiu de fezabilitate privind amenjarea unui curs de apă Bistrița în vedera obținerii de zone umede, răcăroase,care să atenueze intensitatea temperaturii atmosferice și de suprafață;
- ✓ Amenajarea de spații și bariere verzi în unitățile de învățământ cuprinse în zona aproximativ delimitată de străzile Zefirului, Colibiței, Gării, Dogarilor, Codrișor, Grădinilor, Viorelelor, Ghinzii, Grănicerilor și Sucevei;
- ✓ Amenajarea de aliniamente stradale de arbori urban în zonele cu cea mai mare intensitate a ICU: Străzile Republicii, 1 Decembrie și Calea Moldovei.

4.2 Scenariul 2. Introducerea in PUG a recomandărilor de utilizare a materialelor de constructii verzi, inteligente si reflecrorizante

Pentru a atenua scăderea evapo-transpirației și creșterea ridicată a temperaturii solului, care au fost cauzate de reducerea spațiului verde și a zonelor de apă și extinderea suprafețelor impermeabile precum clădirile și asfaltul, se recomandă introducerea recomandărilor de utilizare a materialelor de constructii verzi, inteligente si reflecrorizante în Planul Urbanistic General. Toate aceste recomandări ar trebui să aibe la bază principiul îmbunătățirii rezilienței suprafeței urbane în fața efectului de insulă de căldură urban. Astfel, în cele ce urmează, sunt prezentate principalele materiale ce ar putea fi utlizate în cadrul municipiului Bistrița pentru mitigarea efectului ICU: p

4.2.1 Pavaje reci

Autoritatea pentru protecția mediului din Statele Unite ale Americii (USEPA) definește pavajele reci ca fiind "materiale de pavaj care au fost modificate pentru a rămâne mai reci decât pavajele convenționale" (Qin, 2015). Un pavaj rece trebuie să fie capabil să suprime temperatura maximă zilnică a suprafeței sale.

Următoarea ecuație matematică este folosită pentru temperatura maximă zilnică de suprafață (Tsmax) a unui pavaj:

$$T_{smax} = \Gamma \frac{(1-R)I_0}{P\sqrt{\omega}} + T_0$$

Γ este procentul de absorbție termică în raport cu conducția termică

- R este albedo
- I0 (W/m2) este radiația solară maximă zilnică
- P este inerția termică a pavajului
- ω (1/s) este frecvența unghiulară
- T_0 (°C) este o constantă regresată

Pe baza ecuației, se poate obține suprimarea temperaturii maxime zilnice de suprafață a unui pavaj prin creșterea albedo-ului, prin reducerea procentului de absorbție termică în raport cu conducția termică sau prin creșterea inerției termice a pavajului.

Cu toate acestea, definirea unui pavaj rece în funcție de capacitatea sa de a suprima temperatura maximă zilnică la suprafață este limitată deoarece nu ține cont de fluctuațiile de temperatură în funcție de ora zilei, de anotimp sau de alte condiții de mediu (Qin și Hiller 2014). Totuși, reducerea temperaturii maxime zilnice de suprafață a unui pavaj rămâne un element-cheie în literatura de specialitate privind pavajele reci.

4.2.2 Pavaje reflectorizante

Utilizarea pavajelor reflectorizante este una dintre cele mai bine studiate și mai eficiente măsuri pentru contracararea efectului ICU din punct de vedere al costurilor, întrucât este mai ușor să se modifice albedo-ul unui pavaj decât inerția termică a acestuia. Prin urmare, creșterea albedo-ului este cea mai simplă metodă de reducere a temperaturii maxime zilnice la suprafața solului, iar un strat reflectorizant poate fi aplicat chiar și pe trotuarele existente.

În esență, pentru a face un pavaj mai reflectorizant, pot fi modificați doi parametri, culoarea pavajului și rugozitatea suprafeței acestuia (Santamouris, 2013). Conform studiilor anterioare, cea mai eficientă și practică metodă de atenuare a efectului ICU este de a face suprafețele pavajului mai albe sau cât mai deschise la culoare. Conferirea unei culori mai deschise unei suprafețe de pavaj scade cantitatea de radiații solare pe care aceasta le absoarbe, și crește cantitatea de radiații luminoase și termice pe care le reflectă înapoi în atmosferă.

Reflectivitatea unei structuri de pavaj și procentul de radiație solară asociată absorbită sunt cunoscute și sub denumirea de albedo (Li 2015, Sen și Roesler 2016). În general, materialele mai deschise la culoare sau pavajele cu suprafețe mai netede au un albedo mai mare și, prin

urmare, reflectă, mai degrabă decât absorb, mai multă radiație solară. Un pavaj reflectorizant cu un albedo crescut poate fi dezvoltat prin aplicarea unui vopsea reflectorizantă sau un material de etanșare din bitum subțire cu agregate expuse de culoare deschisă pe suprafața de pavajului.

4.2.3 Pavaje evaporative

Pe lângă pavajele reflectorizante, pavajele cu efect de evaporare și de retenție a apei au fost utilizate de-a lungul timpului , datorită capacității lor integrate de a răci un pavaj prin evaporarea apei. Evaporarea apei este esențială pentru răcirea ICU în cadrul orașelor(Nakayama și Hashimoto 2011). Pavajele poroase, cu retenție de apă și permeabile înlocuiesc particulele mai fine cu materiale mai poroase, cum ar fi zgura. Cantitatea de goluri

de aer din asfalt depinde de amestec și poate varia între 5 și 30 % din volumul total (Hassn, Chiarelli, Dawson și Garcia 2016). Gradul crescut de goluri de aer în cadrul pavajului înseamnă că apa poate trece în goluri fie prin infiltrare din solul de dedesubt, fie prin precipitații de suprafață. Absorbția solară determină convecția căldurii din pavaj către aer și un flux de căldură prin conducție cu straturile inferioare ale pavajului. Un conținut mai mare de goluri de aer în asfalt scade conductivitatea termică a pavajului, precum și scade capacitatea termică specifică a acestuia.

Înlesnirea scurgerii apelor pluviale este esențială, deoarece precipitațiile sunt cele care determină eficiența unui pavaj permeabil. Proprietățile de răcire ale unui pavaj evaporativ depind de dacă efectele de răcire prin evaporare depășesc inerția termică scăzută a pavajului. Este esențial de reținut că pavajele permeabile sau poroase nu ar trebui să fie utilizate în zone cu fluctuații meteorologice tropicale.

4.4 Pavele poroase

Pavajul asfaltic poros permite apei să treacă prin golurile din structura pavajului. Pavele poroase sunt utilizate în proiectarea pavajelor non-rutiere. Aceste pavele cuprind un sistem de grilă celulară cu găuri umplute cu materiale concepute pentru a reține umiditatea. Iarba este cel mai eficient material de umplutură pentru aceste pavele, deoarece iarba are un conținut mai mare de apă, are un albedo mai mare decât alte materiale de umplutură (cum ar fi pământul), iar evotranspirația din iarbă ajută la răcirea prin evaporare (Qin, 2015).

5. CONCLUZII

La nivelul municipiului Bistrița, insula de căldură a orașului apare clar atât pentru noapte cât și pentru zi. Pe durata nopților este centrată la nord-est față de poziția sa din timpul zilei, în zona aproximativ delimitată de străzile **Zefirului, Colibiței, Gării, Dogarilor, Codrișor, Grădinilor,Viorelelor, Ghinzii, Grănicerilor și Sucevei**.

Străzile Republicii, 1 Decembrie și calea Moldovei străbat zona centrală a arealului ocupat de insula de căldură asociată nopților. Prezența zonelor împădurite de lână oraș are efect invers celui insulei de căldură a orașului

Așadar, schimbările climatice crează perturbări în caracteristicile curenților de aer de la nivel local, fapt care provoacă perturbări la nivelul ecosistemelor. Cei mai importanți receptori ai acestor modificări sunt arborii, însă direcția și viteza vântului influențează de asemenea pierderile termice de la nivelul clădirilor cât și apariția unor fenomene asociate, inclusiv formarea insulelor de căldură urbană în lipsa curenților de aer cu o viteză suficient de mare pentru a penetra spațiile urbane dense.

Cele mai importante două cauze ale acestui fenomen le constituie:

- ☑ Materiale care stochează căldura- suprafețele întunecate absorb mai multă energie din lumina soarelui, care apoi este eliberată în timp în atmsoferă sub formă de energie termică. Materialele precum asfaltul și betonul prin proprietățile lor termice și radiative de suprafață determină o modificare a balanței energetice urbane.
- ☑ Vegetație redusă, în special arbori- vegetația acționează ca un buffer, poate absoarbi și elibera umiditatea, iar prin evaporare care necesită energie, aerul se răcește deoarece energia termică este folosită pentru evaporare. De asemenea, arborii crează umbră, răcind sprafețele care absorb energia soarelui, astfel având și un efect de răcire.

În ceea ce privește scenariile propuse, primul a vizat densificarea spațiilor verzi și zonelor cu apă cu efect de răcorire. În cadrul acestuia s-a propus măsuri precum efectuare de studii complementare privind contribuția poluării atmosferice atribuite consumului energetic pentru răcire pe timp de vară la exacerbarea efectului insulei de căldură, realizarea unui studiu de fezabilitate privind amenjarea unui curs de apă Bistrița în vedera obținerii de zone umede, răcăroase, care să atenueze intensitatea temperaturii atmosferice și de suprafață, amenajarea de spații și bariere verzi în unitățile de învățământ cuprinse în zona de maximă intensitate a ICU, etc.

Mai mult, pentru a atenua creșterea temperaturii solului, care au fost cauzate preponderent de reducerea spațiului verde și extinderea suprafețelor impermeabile al doilea sceanariu a fromulat recomandări privind utilizarea materialelor de constructii verzi, inteligente si reflecrorizante în Planul Urbanistic General.

De asemenea, la nivelul municipiului Bistrița, în viitorul apropiat, trebuie ținut cont de faptul că:

- Există riscul de amplificare a insulei de căldură urbană, ca urmare a scoaterii din circuitul agricol a unor suprafețe importante de teren în vederea extinderii perimetrelor construite pe fondul creșterii densității urbane;
- Există riscul de extindere a arealului de manifestare a insulei de căldură urbană, în cartierele cu densitate mare de blocuri înalte şi în cele industriale parțial poluate/abandonate;
- Pe baza rezultatelor obținute, se recomandă introducerea unor reglementări urbanistice care să stimuleze amenajarea de acoperișuri verzi/albe, sau pereți verzi, precum și utilizarea de culori/materiale reflectorizante la reabilitarea termică a clădirilor; multe facilități/obiective economice construite recent, nu au fost prevăzute cu suficiente spații verzi sau cu spații care să permită infiltrarea apei pluviale;
- Riscul de accentuare a efectelor schimbărilor climatice resimțite de cetățeni, poate fi diminuata prin considerarea creșterii caracterului verde a inelului forestier existent prin implementarea de soluții specifice precum dezvoltarea accesibilității arealelor cu petențial de pădure-urbană (padure-parc, cu amenajări atractive, destinate consumului de peisaj natural, sălbatic);
- Constituirea unei direcții de mediu și schimbări climatice în cadrul primăriei este recomandată în vederea monitorizării constante a evoluției ICU la nivel de municipiu, precum și pentru crearea unor mecanisme rapide de răspuns în cazul intesificării efectului pe timp de vară pentru a minimaliza impactul asupra calității vieții și a mediului urban cu cât mai mult cu putință.

6. BIBLIOGRAFIE

1. Administrația Națională de Meteorologie, 2022. Clima României, București. Disponibil online la: https://www.meteoromania.ro/clima/clima-romaniei/
   APMBN, 2021. Raport privind starea mediului în județul Bistrița-Năsăud, anul 2021. Disponibil online la: http://www.anpm.ro/documents/14903/81139045/APM+BN.Cap.2+APA+2021.pdf/630d617d-bbac-429e-b302-9de8b0ae58aa
2. ANPM, 2022. Raport privind mediul în județul Bistrița-Năsăud, anul 2021, București. Disponibil online la: http://www.anpm.ro
3. Bojariu R, Chitu Z., Dascălu SI, Gothard M, Velea L, Burcea R, Dumitrescu A, Burcea S, Apostol L., Amihaesei V., Marin L, Crăciunescu VS, Irimescu A, Mătreata M, Niţă A., Bîrsan MV (2021): Schimbările climatice – de la bazele fizice la impact și adaptare, editie revăzută si adăugită, Editura Printech, București, 222 p, ISBN: 978-606-23-1275-6.
4. Bojariu R., M. Papathoma-Köhle, V. Wendlová, R-D Cică, (2014): Changing risks in changing climate. SEERISK Report. 55 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.3710.9287.
5. Papathoma-Koehle M,, Promper C, Bojariu R, Cica R, Sik A, Perge K, Laszlo P, Czikora EB, Dumitrescu A, Turcus C, Birsan MV, Velea L, Glade T., (2016): A common methodology for risk assessment and mapping for south-east Europe: an application for heat wave risk in Romania, Nat Hazards, 82, pp. 89-109, doi 10.1007/s11069-016-2291-3.
6. Zhang, T., Zhou, Y., Zhu, Z., Li, X., and Asrar, G. R., (2022). A global seamless 1 km resolution daily land surface temperature dataset (2003–2020), Earth Syst. Sci. Data, 14, 651–664, https://doi.org/10.5194/essd-14-651-2022.
7. DIRECTIVA 2007/60/CE A PARLAMENTULUI EUROPEAN ȘI A CONSILIULUI din 23 octombrie 2007 privind evaluarea și gestionarea riscurilor de inundații
8. INS – Direcția Regională de Statistică Bistrița, 2022. Geografie în statistici, Bistrița. Disponibil online la: https://bistrita.insse.ro/despre-noi/despre-judetul-bistrita/geografie-in-statistici/
9. Perkins, S.E.; Alexander, L.V. On the measurement of Heatwaves. *J. Clim.* 2012, 25, 4500–4517.
10. Primăria Municipiului Bistrița, 2022. Strategia de dezvoltare locală a municipiului Bistrița 2010-2030 (actualizare 2022). Disponibil online la: https://www.primariabistrita.ro/wp-

content/uploads/2022/11/Strategia-de-dezvoltare-locala-a-municipiului-Bistrita-2010-2030-actualizata-2022-1.pdf

11. Primăria Municipiului Bistrița, 2020. Planul de Mobilitate Urbană Bistrița 2021-2027 Versiune finală. Disponibil online la: https://www.primariabistrita.ro/wp-content/uploads/2022/11/Plan-de-Mobilitate-Urbana-Durabila-2021-2027.pdf
12. Vujovic, S., Haddad, B., Karaky, H., Sebaibi, N., & Boutouil, M. (2021). Urban heat Island: Causes, consequences, and mitigation measures with emphasis on reflective and permeable pavements. *CivilEng*, *2*(2), 459-484.
13. Raisanen J. 2008. Warmer climate: less or more snow? ¨ Climate Dynamics 30: 307–319. DOI: 10,1007/s00382-007-0289-y
14. SC EPMC CONSULTING SRL, 2021. PLANULUI JUDEŢEAN DE GESTIONARE A DEȘEURILOR 2020 – 2025 JUDEȚUL BISTRIȚA-NĂSĂUD. Disponibil online la: https://www.portalbn.ro/portal/bistritanasaud/portal.nsf/1B573AC3D06E3BCFC22586D10035BB65/%24FILE/RAPORT%20DE%20MEDIU%20PJGD%20BISTRITA-NASAUD%282020-2025%29%20rev.%200.pdf
15. Tucci, C.E.M. 2009. Integrated urban water management in large cities: a practical tool for assessing key water management issues in the large cities of the developing world. Draft paper prepared for World Bank, July 2009
16. Tucci, C.E.M., Goldenfum, J.A., și Parkinson J.N. (Eds.). 2010, Integrated Urban Water Management: Humid Tropics. UNESCO IHP. Urban Water Series. CRC Press
17. WHO (World Health Organisation) și DFID (United Kingdom Department for International Development). 2009. Summary and policy implications Vision 2030: The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change. WHO, Geneva and DFID, London.
18. World Bank. 2020. Analysis of Heat Waves and Urban Heat Island Effects in Central European Cities and Implications for Urban Planning. Washington, D.C.: World Bank
19. Mohajerani, A. Bakaric, J. and Jeffrey-Bailey, T. 2017, 'The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete', Journal of Environmental Management, Elsevier, United Kingdom, vol. 197, pp. 522-538 ISSN: 0301-4797

20. Nuruzzaman, M. (2015). Urban heat island: causes, effects and mitigation measures-a review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, *3*(2), 67-73.
21. Ward, K., Lauf, S., Kleinschmit, B., & Endlicher, W. (2016). Heat waves and urban heat islands in Europe: A review of relevant drivers. *Science of the Total Environment*, *569*, 527-539.
22. Schwarz, N., & Manceur, A. M. (2015). Analyzing the influence of urban forms on surface urban heat islands in Europe. *Journal of Urban Planning and Development*, *141*(3), A4014003Oke, T. R. (1973). City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment (1967)*, *7*(8), 769-779
23. Zhou, B., Rybski, D., & Kropp, J. P. (2013). On the statistics of urban heat island intensity. *Geophysical research letters*, *40*(20), 5486-5491.
Oke, T. R. (1973). City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment (1967)*, *7*(8), 769-779.
24. Santamouris, M., Cartalis, C., Synnefa, A., & Kolokotsa, D. (2015). On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings—A review. *Energy and buildings*, *98*, 119-124.