ANOTIMPURILE ÎN ORAȘ: HIBERNARE SAU INVITAȚIE?
Urbanism flexibil într-un climat temperat în curs de încălzire

SEASONS IN THE CITY: HIBERNATION OR INVITATION?
Adaptive urban design in a warming temperate climate

Iulia Laura VASILE

vasile.iulia@gmail.com

Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu", București, RO
"Ion Mincu" University of Architecture and Urban Planning Bucharest, RO

Rezumat

Termenul „anotimpuri " exprimă în limba română mot-a-mot ideea de timpuri ale anului – numite sezoane în multe alte limbi. În clima temperat-continentală, lumina, temperatura și vegetația sunt forțe care transformă fundamental modul în care oamenii percep, utilizează și experimentează spațiile arhitecturale. Prin explorarea acestui dialog permanent și dinamic între mediul construit și ciclurile naturii, teoria arhitecturii și urbanismului a evoluat spre a nu ignora diferențele sezoniere, ci spre anticiparea și integrarea lor în designul orașelor. Anumite diferențe între zone climatice diferite explică variațiile percepției umane asupra temporalității și nașterea anumitor filozofii și tradiții la nivelul culturilor locale.
Elementele spațiale ale așezărilor umane reflectă timpul și vremea prin formă, materiale, deschidere, flexibilitate. Metoda de studiu interdisciplinar sintetizează fundamente teoretice de psihologie, fiziologie, climatologie, inginerie a mediului și arhitectură pentru a găsi soluții prin care schimbările meteorologice alternante să nu blocheze

Abstract

The term *anotimpuri* in the Romanian language literally denotes times of the year—referred to as seasons in many other languages. Within the temperate-continental climate, the annual rhythms of variation in light, temperature, and vegetation are active forces that fundamentally transform how people perceive, utilize, and experience architectural spaces. By exploring this continuous and dynamic dialogue between the built environment and natural cycles, the theory of architecture and urbanism evolved to consider seasonal transformations, anticipating and integrating them into city design. Divergences between various climatic geographies explain fluctuations in human perceptions of temporality alongside the emergence of specific philosophies and traditions within local cultures.
The spatial elements of human settlements reflect both time and weather through form, materiality, openness, and flexibility. The interdisciplinary approach of this study synthesizes foundations of psychology, physiology, climatology, architecture, and urban engineering to provide

10.54508/Argument.18.05

starea de bine umană; se propune și se analizează o serie de materiale adecvate pentru utilizarea locală ca strategie în adaptarea climatică a spațiilor publice urbane. Articolul demonstrează că zonele publice exterioare pot deveni utilizabile pe toată durata anului prin implementarea de adăposturi climatice hibride, homeostazia arhitecturală fiind cercetată aici ca formă superioară de design biofilic. În final, articolul punctează aspecte care vor putea fi îmbunătățite folosind tehnologia AI în managementul și implementarea proiectelor urbane.

Cuvinte-cheie: variabilitate ciclică, homeostazie arhitecturală, climă temperat-continentală, capital biofilic, urbanism predictiv.

solutions to the problem of seasonal weather shifts compromising human wellbeing. The paper proposes and analyses suitable materials locally as a core strategy for urban climate adaptation. The scope is to prove that public spaces can remain active year-round via hybrid climate shelters, exploring architectural homeostasis as a higher level of biophilic design. Ultimately, the article outlines aspects that can be improved using AI technology in the management and implementation of urban projects.

Keywords: cyclical variability, architectural homeostasis, temperate-continental climate, biophilic capital, predictive urbanism.

Introducere

Există în limba română doi termeni sinonimi care, în funcție de context, își relevă sensul și se pot interschimba: „vreme" și „timp". „Vremea" semnifică cel mai adesea în comunicarea curentă starea meteorologică sau clima, deși în trecut, și mai ales în literatură, se referea tot la temporalitate. Timpul și spațiul sunt fundamental interdependenți în matricea dinamică cvadridimensională (Minkowski, 1918), vremea fiind o componentă ciclică ce indică variațiile parametrilor climatici pe perioade mai scurte sau mai lungi.

Admițând că percepția noastră asupra alternanțelor anotimpurilor este ancorată într-un substrat biologic adânc, acțiunea profundă a ciclicității naturii oferă măsura timpului, previzibilitate și adaptabilitate. Specia umană a evoluat și prin capacitatea de a răspunde la indiciile naturale, iar mediul modern perturbă semnificativ acest echilibru atavic, cu iluminatul artificial, lipsa biosistemelor înconjurătoare și modificări climatice disruptive. Variațiile sezoniere în durata și calitatea luminii solare afectează

Introduction

The Romanian language contains two synonymous terms whose meanings shift according to context and can often be used interchangeably: vreme (weather or time) and timp (time). In contemporary communication, vreme most frequently denotes meteorological conditions or climate, though historically and especially in literature, it referred to temporality. Time and space are fundamentally interdependent within the four-dimensional dynamic matrix (Minkowski, 1918), with weather representing a cyclical component that signals variations in climatic parameters over short or extended periods.

Accepting that our perception of seasonal changes is anchored in deep biological substrates, the cyclical action of nature provides a measure of time, predictability, and adaptability. The human species has evolved, in part, through its capacity to respond to natural cues. However, the modern environment—with its artificial lighting, absence of surrounding biosystems, and disruptive climate change—significantly disturbs this ancestral balance. Seasonal variations in the duration and quality of sunlight

direct producția de melatonină și serotonină, având un impact considerabil asupra sănătății mintale (Bedrosian & Nelson, 2017). Tulburări precum depresia sezonieră sunt un exemplu elocvent al acestei legături indisolubile. De asemenea, instinctul fiziologic de a căuta confortul termic determină felul în care utilizăm spațiile, acționând ca un imperativ care dictează relația cu mediul construit.

Argumentația de față arată că adaptarea sezonieră a spațiilor urbane publice, decisivă în a determina populația să petreacă mai mult timp în aer liber, este posibilă și vitală. Acest aspect constituie o valoare esențială a unui oraș pentru sănătatea individuală și socială a locuitorilor, cu aport inclusiv pentru mediul economic prin promovarea afacerilor stradale și creșterea atractivității turistice.

Sub aspect funcțional și social, activarea spațiului public reflectă direct clima locală. Iarna, activitățile în aer liber sunt reduse, iar viața se retrage mai mult în spațiile interioare. Primăvara, terasele se deschid și parcurile se populează, în timp ce vara, spațiile exterioare devin centre de întâlnire. Mobilitatea sezonieră a vieții urbane modifică fluxurile de trafic pietonal și interacțiunea cu arhitectura, consolidând conștientizarea permanentă a ciclicității (Gehl, 2011). În comparație cu climate mai uniforme, aici, distincția majoră între anotimpuri imprimă un ritm mai pronunțat de activitate și pasivitate și o apreciere sporită a zilelor însorite, percepute ca resursă limitată. Conștientizarea acută a planului temporal și limitările perioadelor reci induc și o creștere a intensității emoționale, sporind adesea sentimentul de izolare.

Schimbările radicale în stilul de viață uman includ diminuarea excesivă a perioadelor petrecute în aer liber. În prezent, petrecem aproximativ 90% din timpul zilei în interior (Klepeis ș. a., 2001). Modificarea dramatică a mediului și a stilului de viață este prea rapidă pentru a ne putea adapta genetic, cu nocivitate crescută atât

directly affect melatonin and serotonin production, with considerable impact on mental health (Bedrosian & Nelson, 2017). Disorders such as seasonal depression exemplify this indissoluble connection. Likewise, the physiological instinct to seek thermal comfort serves as a primary driver in how we use spaces, acting as an imperative that dictates the relationship with the built environment.

The argumentation shows that the seasonal adaptation of public urban spaces is both feasible and crucial for encouraging people to spend more time outdoors. This aspect constitutes an essential value of a city towards the individual and social health of its residents, also contributing to the economic environment by promoting street-level businesses and increasing tourist attractiveness.

From a functional and social perspective, the activation of public space directly reflects the local climate. In winter, outdoor activities are reduced, and life retreats mostly to indoor spaces. In spring, the public establishments open up, and parks become populated, while in summer, outdoor spaces become central gathering points. The seasonal mobility of urban life alters pedestrian traffic flows and the interaction with architecture, reinforcing a constant awareness of cyclicity (Gehl, 2011). Compared to more uniform climates, the major distinction between seasons here imposes a more pronounced rhythm of activity and passivity, along with an increased appreciation for sunny days, which are perceived as a limited resource. The acute awareness of the temporal dimension and the constraints of cold periods also induce increased emotional intensity, often heightening the feeling of isolation.

Radical shifts in human lifestyle include a severe decline in time spent outdoors. Currently, we spend approximately 90% of our time indoors (Klepeis et al., 2001). This drastic alteration of our environment and lifestyle is occurring too rapidly for genetic adaptation, with highly detrimental effects on both productivity and emotional stability. Work

asupra productivității, cât și asupra stabilității emoționale. Obligativitatea muncii, dar și dorința de informare și divertisment conduc la introversie în spații virtuale, care au devenit folosite extensiv, în detrimentul ambientului palpabil, multisenzorial și social. În vârtejul iluziei create de algoritmii digitali, ne limităm singuri într-un mod care interferează agresiv cu propriul bioritm și relațiile personale.

Mediul urban trece prin provocarea corelării cu accelerarea activității omenești și reconectarea ei corporală. Ancorarea continuă în mediul înconjurător reprezintă o condiție critică pentru menținerea echilibrului biologic uman. Adiacent granițelor ecranelor acaparante, problema alienării sociale este adâncită de extremele climatice sezoniere, care ne țin captivi în clădiri etanșe, dependenți de sisteme de AC și deconectați de la ritmul circadian. Orașul deține potențialul de a optimiza viața publică prin crearea de locuri care oferă adăpost, perceperea elementelor naturale și activități diverse pe durata întregului an. Arhitectura biofilică viabilă psihologic și economic în zonele climatice temperat-continentale (CT) nu se rezumă doar la a promova vegetația ubicuă, ci mai degrabă e o arhitectură care mimează adaptabilitatea organismelor vii (prin trecerea de la obiect la proces).

Metodologie

Articolul e în căutarea unor soluții pentru depășirea piedicilor meteorologice în folosirea ariilor publice urbane, a căror ajustare folosește variațiile climatice, dar mediază efectele fenomenelor extreme înspre reziliență, suport fizic, emoțional și social, echilibru și continuitate ecosistemică.

Atitudinile culturale locale joacă un rol în simțirea temporală. Împreună cu teoriile recente privitoare la percepția spațiului construit, se pune baza pentru conceperea unui set de principii îndreptate spre

obligations, coupled with the drive for information and entertainment, lead to introversion into virtual spaces, which have become extensively used, at the expense of the tangible, multisensory, and social environment. In the vortex of illusions created by digital algorithms, we self-confine in a manner that aggressively disrupts our natural biorhythms and personal relationships.

The urban environment faces the challenge of aligning with the acceleration of human activity and its corporal reconnection. Constant anchoring in the physical environment is a critical condition for maintaining human biological balance. Coupled with the confines of engrossing screens, the issue of social alienation is exacerbated by seasonal climatic extremes, which trap us inside airtight buildings, reliant on AC systems and disconnected from the circadian rhythm. The city holds the potential to optimize public life by creating places that provide shelter, the perception of natural elements, and diverse activities year-round. Psychologically and economically viable biophilic architecture in temperate-continental (TC) climates is not limited to just promoting permanent greenery; rather, it is an architecture that mimics the adaptability of living organisms (by transitioning from object to process).

Methodology

The article seeks solutions to overcome weather-related barriers in the use of urban public areas. Their adaptation harnesses climate variations while mediating the effects of extreme phenomena towards resilience, physical, emotional, and social support, alongside ecosystemic balance and continuity.

Local cultural features play a role in temporal perception. Together with recent theories on the perception of the built environment, they establish the foundation for designing a set of principles aimed at envisioning urban spaces more

flexibilizarea spațiului urban după necesitățile oamenilor aflați în ritmul rapid și stresant cotidian.

Analiza etno-arhitecturală este utilizată pentru recuperarea tehnicilor vernaculare, ca fundament contextual și identitar al conceptului de biofilie dinamică. Metodologia include o analiză documentară calitativă a literaturii a celor două dimensiuni interconectate:

_Dimensiunea material-constructivă include analiza arhitecturii bioclimatice vernaculare. Extragerea principiilor pasive de adaptare la variațiile vremii ciclice folosite în gospodăria tradițională românească înainte de urbanizarea masivă reprezintă o bază solidă pentru gândirea unor rezolvări actuale.

_ Dimensiunea imaterială (etno-fenomenologia ciclicității și a timpului) se reliefează prin comparația percepției populare asupra ritmurilor cosmice și a degradării cu paradigma modernă a durabilității statice (care încearcă să înghețe arhitectura într-o stare perpetuă de *nou*). Cultura vernaculară acceptă și valorifică patina inerentă și îmbătrânirea nobilă a materialelor naturale ca parte din dialogul organic dintre adăpost și natură. Se construiește astfel o punte transgenerațională: arhitectura homeostatică modernă nu este un import conceptual străin, ci o re-tehnologizare a unui model ontologic local de coexistență cu clima.

Contragerea datelor statistice relevante se face prin parcurgerea unor meta-analize aflate la intersecția psihologiei ambientale și arhitecturii (ex.: Zhong ș. a., 2022), în paralel cu cercetări în inginerie urbană și extragerea de ghidaje de estetică biofilică. Revizuirea unor analize performative și comparative ale tehnologiilor de anvelopantă adaptativă și ale spațiilor publice dinamice (mecanisme cinetice, materiale responsive și sisteme de captare/stocare termică) a contribuit la identificarea celor mai fezabile pentru zonele publice urbane autohtone, considerând disponibilitatea lor locală, caracteristicile

flexible to the needs of people living in a fast-paced and stressful daily rhythm.

Ethno-architectural analysis is employed to retrieve vernacular techniques, acting as the contextual and identity foundation for the concept of dynamic biophilia. The methodology includes a qualitative documentary analysis of the literature regarding two interconnected dimensions:
_The material-constructive dimension includes the analysis of vernacular bioclimatic architecture. Extracting the passive principles of adaptation to cyclical weather variations, as used in the traditional Romanian household prior to mass urbanization, provides a solid basis for devising contemporary solutions.

_The immaterial dimension (ethno-phenomenology of cyclicity and time) is highlighted by comparing the popular perception of cosmic rhythms and decay with the modern paradigm of static durability (which attempts to freeze architecture in a perpetual state of *new*). Vernacular culture embraced and valued the inherent patina and graceful aging of natural materials as part of the organic dialogue between shelter and nature. Thus, a trans-generational bridge is built: modern homeostatic architecture is not a foreign conceptual import, but rather a re-technologization of a local ontological model of coexistence with the climate.

The synthesis of relevant statistical data is achieved by reviewing various meta-analyses at the intersection of environmental psychology and architecture (e.g., Zhong et al., 2022), in conjunction with urban engineering research and the extraction of biophilic design aesthetic guidance. Reviewing performative and comparative analyses of adaptive envelope technologies and dynamic public spaces (kinetic mechanisms, responsive materials, and thermal capture/storage systems) contribute to identifying the most feasible options for local urban public areas, considering their local availability, passive characteristics,

pasive, costurile inițiale (CAPEX), eforturile de mentenanță (OPEX) și durata de viață, precum și gradul de integrare estetică și sustenabilitatea ecologică.

Transpunerea principiilor biofilice dinamice din plan conceptual în linii de directivă de design, înlocuiește perspectiva tranziției sezoniere ca deficiență climatică în una de folosire a capitalului de stimulare senzorială.

Literatura de specialitate în domeniul IA aplicată în urbanism a inclus studii de performanță actuală a sistemelor AI în analiza statistică și folosirea datelor din climatologie, de performanță în interpretarea datelor generate de rețele de senzori urbani (IoT) și a modelelor de simulare parametrică. În discuția de față este de interes problema evaluărilor post-ocupaționale (POE) corecte și a utilității acestor sisteme în identificarea intervențiilor eficiente și replicabile.

Cadrul teoretic

Cunoștințele acumulate și tehnologiile ne permit în momentul de față să croim mediul înconjurător pe măsura propriilor cerințe biologice și culturale. Această adaptare a ambientelor în funcție de fenomenele naturale de proporții intense poate elimina multe frustrări și disfuncții socio-economice. Ea implică renunțarea la înlăturarea drastică a naturii și repararea dezechilibrului făcut prin denaturalizarea excesivă a mediului antropic, odată ce am conștientizat că așezările umane nu au fost și nu pot fi independente de mediul natural.

Impregnarea ciclicității sezoniere în imaginea și cultura așezărilor umane

Până în perioada urbanizării masive, în mentalul popular, timpul era perceput prin prisma ciclurilor naturale și agrare. Calendarul nu era marcat doar de date, ci și prin sărbători

initial costs (CAPEX), maintenance efforts (OPEX), and lifespan, as well as their degree of aesthetic integration and ecological sustainability.

Translating dynamic biophilic principles from the conceptual level into design guidelines shifts the perspective on seasonal transitions from viewing them as a climatic shortcoming to leveraging them as a source of sensory stimulation.

The literature review on AI applications in urban planning encompassed studies evaluating the current performance of AI systems in statistical analysis and the utilization of climatological data, as well as their efficacy in interpreting big data generated by urban sensor networks (IoT) and parametric simulation models. In the current discussion, it is of particular interest to assess the issue of realistic post-occupancy evaluations (POE) and the utility of these systems in identifying efficient and replicable interventions.

Theoretical Framework

Expertise and technological advancements now allow us to shape our surroundings according to biological and cultural needs in contemporary cities. This adaptation of environments to intense natural phenomena can eliminate many socio-economic frustrations and dysfunctions caused by climate adversity. It entails abandoning the drastic eradication of nature and repairing the imbalance caused by the excessive denaturalization of the built environment, once we acknowledge that human settlements have never been, nor can they ever be, independent of the natural environment.

Imprinting Seasonal Cyclicality in the Image and Culture of Human Settlements

Prior to the onset of mass urbanization, in the collective mentality, time was perceived through natural and agricultural cycles. The calendar was not merely marked by

ca Dragobetele, Mărțișorul, Babele (primăvara), Sânzienele (vara), Paparuda (toamna), Ignatul și Anul Nou (iarna), care simbolizau etapele muncii câmpului (semănatul, secerișul) și transformările anotimpurilor (Văduva & Plești, 2001). Această alternanță avea un impact direct asupra locului, care devenea registru al memoriei colective. Fisurile din ziduri, lemnul decolorat sau putrezit, piatra tocită de la fântână - nu erau numai semne de degradare, ci și dovezi ale unei deveniri, ale unei existențe în timp. Locul era un depozit de amintiri și experiențe, fiind îmbogățit de o sacralitate înrădăcinată în ritmurile cosmice.

Filozofia cultă a preluat aceste idei și le-a dezvoltat: devenirea nu este un proces de distrugere, ci de integrare (Noica, 1981). Timpul este perceput ca o succesiune de etape, unde fiecare are o valoare și o frumusețe intrinsecă. Astfel, locul și omul capătă identitate prin procesul de a fi și a se transforma (Blaga, 1977).

Atât în filozofia populară, cât și în cea cultă, devenirea locului este un proces de stratificare, unde fiecare ciclu anual, fiecare generație și fiecare eveniment lasă o amprentă. Timpul și devenirea locului sunt concepte adesea mediate de o viziune circulară și organică asupra existenței. Spre deosebire de trecute și sursele literare, timpul este resimțit în prezent ca o constrângere permanentă, finit, niciodată suficient pentru tot ceea ce avem de realizat sau pentru odihnă. Trecerea timpului înregistrată atât de pregnant creează multora angoase și dezechilibre vitale, ceea ce lărgește responsabilitatea spațiului public urban spre detensionare prin stimulare senzorială, emoțională și intelectuală, versatilitate și integrare în narativul zonal.

O trecere prin vremea satului: răspunsuri climatice ale arhitecturii vernaculare

Pentru a face față variațiilor climatice extreme, arhitectura din zonele temperate a dezvoltat elemente constructive și soluții tradiționale care nu sunt la fel de proeminente în

dates but also by fests such as Dragobete, Mărțișor, Babe (spring), Sânziene (summer), Paparuda (autumn), Ignat and New Year (winter), which used to symbolise stages of fieldwork (sowing, harvesting) and seasonal transitions (Văduva & Plești, 2001). This repetitiveness had a direct impact on place, making it a register of collective memory. Cracks in walls, discoloured or rotten wood, the worn stone of a well were not merely signs of decay but evidence of becoming, of existence in time. The place was a repository of memories and experiences, enriched by a sacrality rooted in cosmic rhythms.

Scholarly philosophy adopted and developed these ideas: becoming is not a process of destruction but of integration (Noica, 1981). Time is perceived as a succession of stages, each possessing intrinsic value and beauty. Thus, both place and person acquire identity through the process of being and transforming (Blaga, 1977).

In both popular and scholarly philosophy, the becoming of place is a process of stratification, where each annual cycle, generation, and event leaves its mark. Time and place are concepts often mediated by a circular and organic vision of existence. In contrast to the past and literary references, today time is experienced as a constant constraint—finite, never sufficient for all that must be accomplished or for rest. The pronounced awareness of the passing time induces anxiety and vital imbalances for many, broadening the responsibility of urban public space to provide relief through sensory, emotional, and intellectual stimulation, versatility, and integration into the local narrative.

A passage Through Rural Seasons: Climatic Responses of Vernacular Architecture

To withstand extreme climatic variations, architecture in temperate zones has developed constructive elements and traditional solutions that are not as prominent in

alte climate. Acestea au un impact direct asupra confortului, dar și asupra psihologiei și modului de viață al locuitorilor.

În mod tradițional, arhitectura vernaculară a folosit elemente de adaptare bioclimatică: ziduri masive cu izolație termică groasă, ferestre mai mici, orientate preponderent spre sud, spații intermediare, de tranziție (pridvoare închise sau vestibuluri mari). Designul era mai compact, cu spații de locuit aglomerate, pentru a fi mai ușor de încălzit. Se utilizau materiale cu inerție termică ridicată și izolații vegetale sau din lână (Stănculescu ș. a., 1957). Casele erau înconjurate de grădini și străzi înguste, pentru protecție la soare și vânt. În zonele de câmpie expuse arșiței, precum bazinul Dunării și Bărăganul, fântâna comunitară reprezenta principalul nod public al comunității rurale (Vulcănescu, 1987). Cumpăna înaltă servea drept un reper vizual în peisajul orizontal al stepei (Vâlsan, 1915), iar zona adiacentă, intens bătătorită, era configurată cu jgheaburi din lemn sau piatră destinate adăpării animalelor (Ionescu, 1971), acționând în mod empiric ca un micro spațiu de răcorire naturală și interacțiune socială în perioadele caniculare.

Satele românești nu aveau piețe pavate complet cu piatră, ca în sudul Europei, evitând astfel supraîncălzirea. De-a lungul ulițelor principale și în fața porților se plantau în mod tradițional viță-de-vie, nuci, duzi sau tei, asocieri care serveau atât unor scopuri utilitare, cât și unor scopuri microclimatice. Vegetația astfel dispusă forma o barieră densă împotriva radiației solare directe pe timp de vară și contribuia la stabilizarea solurilor argiloase împotriva eroziunii provocate de viituri (Ghinoiu, 2003; Ionescu, 1971). Mai mult, adaptarea la extremele meteorologice se reflectă direct în structura urbanistică informală. În zonele afectate de acțiunea Crivățului (Câmpia Română, Moldova), așezările prezentau în mod caracteristic ulițe întortocheate și neregulate; această conformație organică spărgea forța cinetică a vânturilor violente de iarnă și prevenea acumularea unor troiene mari de zăpadă care ar fi blocat complet circulația comunitară (Cucu,

other climates. These features directly impact comfort as well as the psychology and lifestyle of inhabitants.

Traditionally, vernacular architecture used bioclimatic elements for adaptation: massive, heavily insulated walls; smaller windows, predominantly south-facing; transitional spaces (enclosed porches or large halls). The design was more compact, with clustered living spaces for efficient heating. Materials with high thermal mass were utilized, alongside vegetal or wool insulation (Stănculescu et al., 1957). Houses were surrounded by gardens and narrow streets for protection against sun and wind. In plain regions exposed to scorching heat, such as the Danube basin and the Bărăgan steppe, the central communal well represented the primary public hub of the rural community (Vulcănescu, 1987). The tall well sweep served as a visual landmark in the horizontal landscape of the steppe (Vâlsan, 1915), while the adjacent, heavily trodden area was configured with wooden or stone troughs intended for watering animals (Ionescu, 1971), empirically acting as a micro-space for natural cooling and social interaction during heatwaves.

Romanian villages did not feature fully stone-paved squares like those in Southern Europe, thereby avoiding overheating. Along the main village lanes and in front of gates, grapevines, walnut, mulberry, or linden trees were traditionally planted, associations that served both utilitarian and microclimatic purposes. This lining vegetation provided a dense barrier against direct solar radiation during the summer and contributed to stabilizing clay soils against erosion caused by flash floods (Ghinoiu, 2003; Ionescu, 1971). Moreover, the adaptation to meteorological extremes is directly reflected in the informal urban structure. In areas affected by the action of the Crivăț wind (the Romanian Plain, Moldavia), settlements characteristically featured winding and irregular lanes; this organic configuration broke the kinetic force of violent winter winds and prevented the accumulation of massive snowdrifts that would have completely blocked

2000). Ferestrele dublu-vitrate au fost o soluție comună, indiferent de stilul arhitectural, încă de la începutul sec. al XX-lea (Ionescu, 1982). Majoritatea construcțiilor, chiar și în orașele românești până în anii 1960, au acoperișuri cu pante abrupte, esențiale pentru scurgerea rapidă a apei de ploaie și pentru a preveni acumularea zăpezii. La sat, acoperișurile din țiglă sau șiță ale caselor vechi cu hornuri sunt o caracteristică definitorie a peisajului, precum și parte din identitatea culturală vernaculară.

Comparația cu alte practici din trecut sau contemporane din zone geografice cu climă diferită subliniază de ce climatul TC cere o complexitate mai mare a modului de construire, precum și costuri mai crescute aferente acestuia: fiindcă creează sisteme bivalente. A proiecta pentru cele patru anotimpuri înseamnă a gândi spații care sunt durabile, umane și adaptabile; orașul trebuie, prin urmare, să fie conceput ca un partener evolutiv în experiența umană. O idee reiterată de mulți arhitecți și teoreticieni, printre care Le Corbusier, H. Delavrancea-Gibory sau Tadao Ando, exprimă fundamentul arhitecturii construite de om – condiția de adăpost, dar și cea de mediator cu exteriorul spre observarea acestuia.

Teorii moderne interdisciplinare

Teoria biofiliei postulează că oamenii au o afinitate înnăscută pentru observarea naturii și a proceselor naturale. Variabilitatea substanțială a climei TC oferă capital biofilic în sine prin înlăturarea senzației de plictiseală pe care societatea urbană o trăiește în mediile înguste, cu modele arhitecturale repetitive, birouri închise și deplasări pe distanțe prea scurte, între obiective prea familiare. Orașul poate fi, în schimb, perceput ca un corp viu, iar organele sale – piesele arhitecturale; străzile, clădirile, spațiile interstițiale, piețele reacționează la fiecare schimbare de sezon, într-un proces desfășurat pe planuri multiple.

community circulation (Cucu, 2000). Double glazing has been a standard solution across architectural styles since the early twentieth century (Ionescu, 1982). Even within Romanian cities up until the 1960s, most structures were outlined by steep-pitched roofs, a crucial design element for facilitating rapid rainwater drainage and mitigating snow loads. Within rural settlements, the terracotta tile or wooden shingle roofs of historic dwellings serve as a defining landscape characteristic and a core component of vernacular cultural identity.

The comparison with practices in different climate regions is explanatory for why the TC climate demands greater constructional complexity and higher associated costs: because it has to create bimodal systems. Designing for all seasons entails creating durable spaces that are humane and adaptable; the city must be conceived therefore as an evolutionary partner in the human experience. An idea echoed by numerous architects and theorists—such as Le Corbusier, H. Delavrancea-Gibory, and Tadao Ando—captures the very foundation of human-built architecture: its dual role as a shelter and as a mediator with the outside world, towards its observation.

Modern Interdisciplinary Theories

The biophilic theory posits that humans possess an innate affinity for observing nature and natural processes. The substantial climatic variability of TC introduces intrinsic biophilic value by counteracting the monotony often experienced in urban confined spaces, repetitive architectural models, closed offices, and short travel distances between overly familiar objectives. By contrast, the city could be perceived as a living body, its organs being architectural elements; streets, buildings, interstitial spaces, and squares respond to each seasonal change in a process that occurs on multiple levels.

Prin apelul la forme, culori, materiale, tipare, sunete, mirosuri și o scară naturală a spațiului, designul urban biofilic îi determină pe oameni să se simtă mai relaxați, mai atenți, inspirați și încrezători (Beatley, 2011; Kaplan, 1995). Prezența naturii creează un teritoriu neutru, non-exclusivist, care atrage categorii demografice diverse. O grădină comunitară, o curte școlară plantată sau o piațetă cu vegetație matură oferă un cadru informal unde barierele de statut social sau ierarhic se estompează, facilitând conversațiile între străini sau colegi. Impactul elementelor biofilice vegetale asupra aspectelor climatice și energetice este expus în Fig. 1.

Through integration of natural forms, colours, materials, patterns, sounds, smells, and a natural spatial scale, biophilic urban design makes people feel more relaxed, attentive, inspired, and confident (Beatley, 2011; Kaplan, 1995). The presence of nature creates a neutral, non-exclusive territory that attracts diverse demographic groups. A community garden, a planted schoolyard, or a plaza with mature vegetation provides an informal setting where barriers of social status or hierarchy dissolve, facilitating conversations among strangers or colleagues. The impact of biophilic vegetal elements on climate and energy aspects are mentioned in Fig. 1.

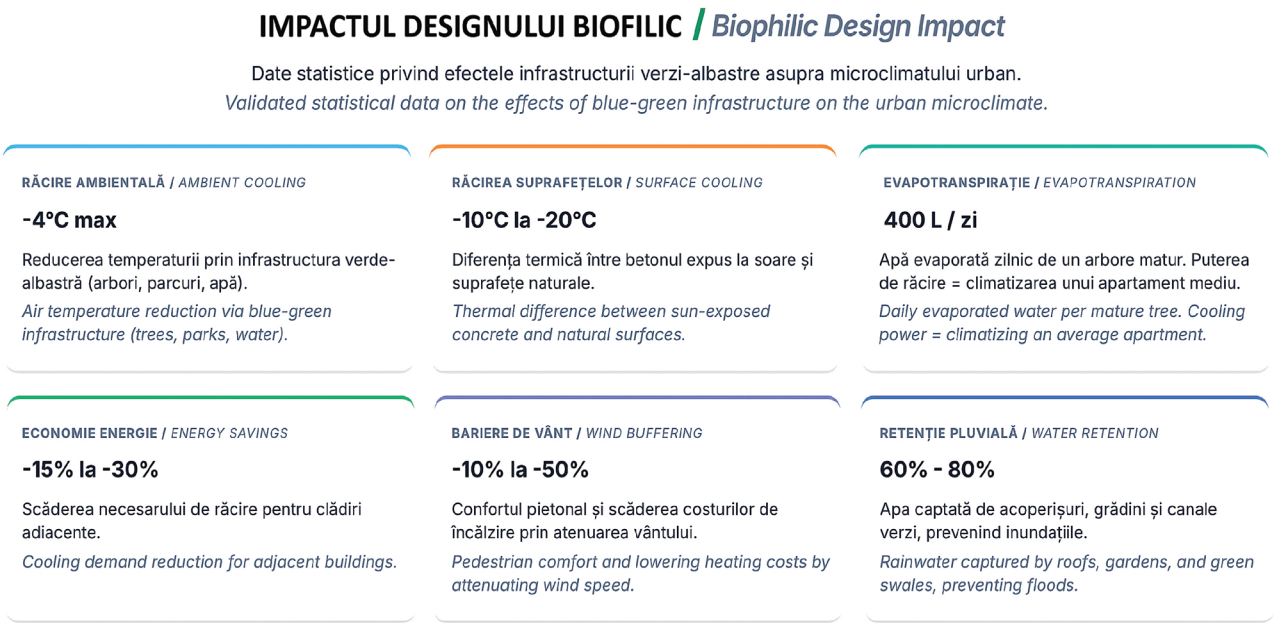


Fig. 1. Date extrase din studiile Haddad ș. a. (2024), Winbourne ș. a., (2020), Santamouris (2014)/ Data extracted from studies by Haddad et al. (2024), Winbourne et al., (2020), Santamouris (2014).

La nivel cromatic și vizual, imaginea peisajului urban, precum și percepția asupra arhitecturii se modifică radical. Ciclicitatea cromatică nu e doar estetică, ci influențează direct starea de spirit (Qu ș. a., 2025) și percepția asupra spațiului, servind drept repere vizuale pentru scurgerea timpului.

Homeostazia arhitecturală abordează arhitectura ca sistem termodinamic deschis, având capacitatea de a-și autoregla *metabolismul* (Loonen ș. a., 2013). În climatul CT, elementele de protecție fixe destinate unui sezon devin vulnerabilități majore în sezonul opus. Arhitectura homeostatică propune înlocuirea acestor structuri rigide cu sisteme cinetice, capabile de metamorfoză sezonieră, prin componente cu dublu rol și reactive la condițiile ambientale, ceea ce reprezintă o paradigmă tehnologică consolidată la nivel internațional. Literatura recentă (Al-Masrani & Sharples, 2018; Kuru ș. a., 2019) subliniază că nicio tehnologie izolată, fie ea pur mecanico-cinetică sau bazată pe materiale inteligente precum cele cu schimbare de fază (MSF), nu poate răspunde eficient variațiilor extreme dintr-un climat TC. Astfel, cercetarea actuală pune accentul pe integrări hibride, capabile să combine calibrarea optico-luminoasă cu stocarea termică pasivă.

În privința confortului termic în spațiile publice, rezultatele empirice se suprapun, confirmând că utilizarea și prelungirea timpului de ședere în exterior sunt strict dictate de capacitatea arhitecturală de a oferi adaptări secvențiale, variind de la acoperirea vegetală extinsă în timpul verii, până la protecția împotriva vântului și strategiile de expunere solară în timpul sezonului rece (Eliasson ș. a., 2007; Fan ș. a., 2023).

La nivelul macro-urban, sunt de urmărit centurile verzi, îndesirea vegetației în țesutul urban, mărirea suprafețelor albastre, urmărirea de configurații care permit coridoare

At a chromatic and visual level, the image of the urban landscape, as well as the perception of architecture, undergoes radical transformation. Chromatic cyclicality is not merely aesthetic; it directly influences mood (Qu et al., 2025) and spatial perception, serving as visual markers for the flowing of time.

Architectural homeostasis approaches architecture as an open thermodynamic system, possessing the capacity to self-regulate its metabolism (Loonen et al., 2013). In the temperate-continental (TC) climate, fixed protection elements intended for one season become major vulnerabilities in the opposite season. Homeostatic architecture proposes replacing these rigid structures with kinetic systems, capable of seasonal metamorphosis, using dual-purpose components responsive to environmental conditions. This represents an internationally consolidated technological paradigm. Recent literature (Al-Masrani & Sharples, 2018; Kuru et al., 2019) emphasizes that no single isolated technology—whether purely mechanical-kinetic or based on smart materials like phase change materials (PCMs)—can effectively respond to the extreme variations of a temperate-continental (TC) climate. Consequently, the current research focuses on hybrid integrations capable of combining optical-luminous calibration with passive thermal storage.

Regarding thermal comfort in public spaces, the empirical research results overlap in confirming that usability and prolonged outdoor linger times are strictly dictated by the architectural capacity to provide sequential adaptations, ranging from extensive vegetation cover in summer to wind protection and sun-exposure strategies during the cold season (Eliasson et al., 2007; Fan et al., 2023).

At the macro-urban scale, considerations should include peripheral vegetation rings, densifying existing vegetation, expanding blue infrastructure, and pursuing spatial

pentru aerisire și lumină sau obturează coridoare prea ample de vânt/soare.

Studii extensive, ca de exemplu, *Implementarea strategiilor de design urban adaptate climatic: O perspectivă internațională* (Brandsma ș. a., 2024), analizează diverse politici urbane în direcția responsivității climatice. Rezultatele lor arată că o precondiție a implementării mai pe larg a unor asemenea măsuri este aplicarea prealabilă a celor mai simple și la îndemână (bazate pe cunoștințe de specialitate și pe disponibilitatea minimă a programelor de acest tip), incluse în strategii pe termen lung.

În orașele autohtone, au fost implementate prea puține măsuri de adaptare climatică a spațiului urban, atât la nivel macro, cât și la cel micro. Pentru mobilierul de șezut, se folosește o gamă restrânsă de materiale, ca fonta, oțelul zincat și riglele de lemn sau betonul compozit. Pentru iarnă, există puține locuri publice de adăpost, soluțiile curente fiind închiderile fixe, care vara devin mici saune uscate. Dacă vegetația e absentă, umbrirea se realizează prin pergole simple, care nu oferă protecție în timpul ploii. Planificarea urbană actuală , deși include studii de însorire, mult mai rar apelează la analize de confort pietonal la vânt.

Adaptarea la natură: urbanitatea între adaptabilitate, reziliență ecologică și confort antropic

O metropolă nu poate deveni peste noapte expresia adaptării integrale, dar poate cuprinde treptat transformări ce urmează valorile acesteia. Orașul contemporan cere în perspectivă soluții holistice ca cele bazate pe natură, combinate cu soluții tehnologice cât mai eficiente în tactici orientate local către o gestionare integrată. Pe lângă reglementările privind construcția clădirilor, care necesită o extindere cu reguli stricte pentru modul în care relaționează cu zonele publice, standardele pentru aceste

configurations that facilitate ventilation and daylight corridors or obstruct excessive wind and solar channels.

Extensive studies, such as *Implementing climate-adaptive urban design strategies: An international perspective* (Brandsma et al., 2024), analyse various urban policies aimed at climate responsiveness. Their results indicate that a prerequisite for the broader implementation of such measures is the prior application of the simplest and most readily available ones (based on specialized expertise and the baseline availability of such programs), included in long-term strategies.

In local cities, too few climate adaptation measures have been implemented within the urban space, at both macro and micro levels. For seating furniture, a restricted range of materials is utilized, such as cast iron, galvanized steel, timber slats, or composite concrete. During winter, there are few public shelters available; current solutions consist of fixed enclosures, which turn into small dry saunas during summer. If vegetation is absent, shading is achieved through simple pergolas, which do not offer rain protection. While incorporating insolation studies, contemporary urban planning rarely employs pedestrian wind comfort analyses.

Attuning to Nature: the Urbanity Between Adaptability, Ecological Resilience, and Human Comfort

A metropolis cannot become the full expression of adaptive integration overnight but can gradually incorporate transformations that embody these values. The contemporary city demands holistic solutions, such as nature-based strategies, combined with efficient technological resolutions oriented toward integrated local management. Alongside objects building codes, which require an extension with strict rules for the way they interfere with public zones, the standards for these spaces

spații vor trebui să cuprindă în primul rând randamentul cuantificabil de care e nevoie in microcondițiile aferente poziției fiecăruia.

Elementele dinamice care asigură controlul optic/solar și adaptarea geometriei spațiale sunt cele mai eficiente pentru adăposturile publice. Umbrirea biomimetică și filtrarea dinamică - constituente biofilice inspirate de fenomenele botanice - previn supraîncălzirea, în timp ce mențin confortul vizual optim, eliminând efectul de orbire. Performanța biofilică dublă transformă structurile urbane din spațiul public în epiderme versatile. Sentimentul utilizatorului că spațiul construit este viu, capabil să *se îmbrace* și să *se dezbrace* în funcție de vreme, amplifică legătura psihologică a acestuia cu ciclurile naturale, îndeplinind obiectivul fundamental al designului biofilic dinamic. Soluțiile bazate pe natură reprezintă nu doar alternative estetice, ci instrumente inginerești și arhitecturale esențiale pentru adaptarea la schimbările climatice și creșterea rezilienței mediului construit.

Atenuarea temperaturilor extreme

Cea mai mare provocare a climatului TC de tip Dfa (cu veri excesiv de calde) este amplitudinea termică înaltă dintre sezoane (în România - ~36,4 °C). Spațiul urban trebuie să acționeze ca o epidermă arhitecturală capabilă să răspundă cerințelor termodinamice de moment, susținută de tehnologii și alegeri materiale și cromatice adecvate. În primul rând, e imperioasă tratarea punctelor de staționare obligatorie, ca semafoarele, și traversarea unor platforme vaste expuse razelor solare directe pentru a permite deplasarea pietonală. Aranjamentele de șezut primitoare (estetic și climatic) sunt un factor major în influențarea interacțiunii sociale și a comportamentului de staționare, generând modele de utilizare determinante în menținerea stărilor psihice pozitive.

should primarily encompass the quantified performance they must deliver in the micro conditions of their position.

Dynamic elements providing optical/solar control and spatial geometry adaptation are the most effective for public shelters. Biomimetic shading and dynamic filtering—biophilic constituents inspired by botanical phenomena—prevent overheating while maintaining optimal visual comfort, eliminating glare. The dual biophilic performance transforms urban structures in public space into versatile epidermises. The user's perception that the built environment is alive, capable of *dressing* and *undressing* according to the weather, amplifies their psychological connection with natural cycles, fulfilling the fundamental objective of dynamic biophilic design. Nature-based solutions represent not merely aesthetic alternatives, but essential engineering and architectural tools for adapting to climate change and increasing the resilience of the built environment.

Mitigating Extreme Temperatures

The greatest challenge of the temperate-continental (TC) climate, specifically the Dfa subtype (characterized by excessively hot summers), is the high thermal amplitude between seasons (~36.4°C in Romania). The urban space must act as an architectural skin capable of responding to immediate thermodynamic demands, supported by appropriate technologies alongside well-considered material and chromatic choices. First and foremost, it is imperative to address mandatory stopping points, such as traffic lights, as well as the crossing of vast platforms exposed to direct solar radiation, in order to facilitate pedestrian mobility. Inviting seating arrangements (both aesthetically and climatically) influence social interaction and stationary behaviour, generating usage patterns that are crucial for maintaining positive psychological states.

Materialitatea și cromatica pentru orașe receptive

Alegerea tehnologiilor, materialelor și a culorilor pentru suprafețele pietonale și mobilierul urban dictează direct gradul de stres termic resimțit de utilizatori:

Conductivitatea termică a mobilierului rezultă în diverse grade de confort perceput ca atractivitate a spațiului. Principiile arhitecturii biofilice recomandă includerea de materiale naturale în proporție de cel puțin 50% în designul spațiilor publice (mobilier, podine, copertine, pergole, coșuri de gunoi). Lemnul și compozitele din lemn sunt slabe conductoare și difuzoare termice, deci au rol în menținerea confortului la contact. Suprafețele artificiale (de ex. cauciuc, metal, asfalt), pot atinge temperaturi care generează arsuri, făcând spațiile însorite inutilizabile în intervalele de vârf termic. Folosirea materialelor naturale și instalarea sistemelor de pulverizare a apei contribuie la prelungirea perioadei de utilizare zilnică a acestor spații (Vanos ș. a., 2017).

Cromatica și parametrul albedo reprezintă strategii primare de design bioclimatic. Utilizarea pavajelor și materialelor cu albedo ridicat scade semnificativ temperatura la suprafața solului, dar cercetările demonstrează că radiația reflectată este direcționată către corpul pietonilor, crescând temperatura radiantă medie și exacerbând disconfortul termic în spațiile complet deschise (Yuan ș. a., 2025). Viceversa, suprafețele naturale moi și poroase (pământ, nisip, mușchi vegetal, gazon, straturi de frunze, pietriș fin) sau dalele înierbate în locul celor continue, îmbogățesc relația cu natura, dar sunt foarte utile pentru absorbția radiației termice.

Sinergia cu structurile de umbrire are capacitatea de a anula acest inconvenient radiativ al suprafețelor înalt-reflexive. (Ghoniem ș. a., 2025) S-a demonstrat că, deși creșterea albedoului a redus temperatura de suprafață

Materiality and Chromatics for Responsive Cities

The choice of materials and colours for pedestrian surfaces and urban furniture directly dictates the degree of thermal stress experienced by users.

The *thermal conductivity* of furniture results in varying degrees of comfort, perceived as spatial attractiveness. Biophilic architecture principles advocate for the incorporation of natural materials amounting to at least 50% within the design of public spaces (seating furniture, platforms, canopies, pergolas, waste bins). Wood and wood-based composites exhibit low thermal conductivity, thereby contributing to the maintenance of comfort upon tactile contact. Artificial surfaces (e.g., rubber, metal, asphalt) can reach temperatures capable of causing burns, rendering sun-exposed spaces unusable during peak thermal periods. The use of natural materials and the installation of water misting systems contribute to extending the daily usage period of these spaces (Vanos et al., 2017).

Chromatics and the albedo parameter represent primary bioclimatic design strategies. The use of high-albedo pavements and materials significantly lowers the ground surface temperature; however, research demonstrates that the reflected radiation is directed towards the pedestrians' bodies, increasing the mean radiant temperature and exacerbating thermal discomfort in fully open spaces (Yuan et al., 2025). By contrast, soft and porous natural surfaces (soil, sand, moss, grass, leaf litter, fine gravel), or grass pavers instead of continuous slabs, enrich the relationship with nature, but are also very useful for the absorption of thermal radiation.

The synergy with shading structures can counteract this radiative drawback of highly reflective surfaces. Ghoniem et al. (2025) demonstrated that, although increasing the albedo reduced the surface temperature by up to 7°C,

cu până la 7 °C, introducerea unor copertine modulare a fost intervenția decisivă, scăzând indicele universal de confort termic cu 5–6,6 °C și neutralizând efectul radiant al materialelor deschise la culoare. E preferabil ca materialele înglobate în pavilioanele efemere sau permanente să aibă perforații sau elemente mobile reactive la căldură, pentru a permite ventilația necesară vara. Încorporând sisteme biomorfice, cu geometrii proprii mediului natural, filtrarea luminii și umbrirea dinamice au asupra indivizilor beneficiile psihologice ale unui spațiu biofilic.

Introducerea coridoarelor verzi, a acoperișurilor și fațadelor vegetale poate reduce masiv temperatura la nivelul pietonilor. Specific verilor secetoase din climatul continental românesc, planificarea biofilică încorporează tot mai des tehnica de peisagistică fără irigare / cu consum redus de apă (xeriscaping). Aceasta presupune utilizarea plantelor perene și native, adaptate natural la diferențele mari de temperatură și reziliente la secetă extremă, eliminând astfel necesitatea irigațiilor intensive.

Răcire evaporativă

În zonele unde vegetația înaltă nu poate fi plantată, reducerea temperaturii aerului se poate realiza prin utilizarea apei, transformând spațiile minerale în zone de confort prin absorbția căldurii latente.

Sistemele de vaporizare a apei pot fi integrate în structurile pergolelor sau pot fi structuri independente, reprezentând una dintre cele mai eficiente măsuri urbane de reglare climatică punctuală. Wang ș. a. (2024) au evidențiat că pulverizarea sub înaltă presiune poate reduce temperatura ambientală cu o valoare maximă de 5,68 °C, fiind indicată activarea sistemelor când temperatura aerului depășește 32,5 °C. În plus, Vanos ș. a. (2022) au arătat că, utilizate în combinație cu umbrirea, vaporizatoarele pot reduce

the introduction of modular canopies was the decisive intervention, lowering the universal thermal climate index (UTCI) by 5–6.6°C and neutralizing the radiant effect of light-coloured materials. Preferably, materials embedded in ephemeral or permanent pavilions would feature perforations or thermally reactive mobile elements, to permit the necessary ventilation in summer. By integrating biomorphic systems, with geometries inherent to the natural environment, dynamic light filtering and shading produce in individuals the psychological benefits of a biophilic space.

Introducing green corridors along with vegetative roofs and facades can massively decrease pedestrian-level temperatures. Characteristic of the drought-prone summers in the Romanian continental climate, biophilic planning increasingly incorporates the zero-irrigation / low-water use landscaping technique (xeriscaping). This involves utilizing perennial and native plants, naturally adapted to severe temperature fluctuations and resilient against extreme drought, thus eliminating the necessity for intensive irrigation.

Evaporative Cooling

In areas where tall vegetation cannot be planted, air temperature reduction can be achieved using water to transform mineral spaces into comfort zones via the absorption of latent heat.

Water misting systems can be integrated into pergola structures or mounted on independent frameworks, representing one of the most efficient urban measures for localized climate regulation. Wang et al. (2024) highlighted that high-pressure misting can reduce the ambient temperature by a maximum of 5.68°C, and the activation of these systems is recommended when the air temperature exceeds 32.5°C. Furthermore, Vanos et al. (2022) demonstrated that, when used in combination with shading, vaporizers can lower the perceived temperature

temperatura resimțită (PET) cu până la 15,5 °C, influențând direct decizia trecătorilor de a petrece timp în aer liber.

Fântânile, în special cele cu jocuri de apă la nivelul pavajului (arteziene) și *bazinele acvative* oferă un efect local de răcire evaporativă și un avantaj recreativ esențial, atrăgând grupurile în spațiul public chiar și în zilele caniculare. În conjuncție cu îngrijirea lacurilor și râurilor, mentenanța estetică și funcțională a fântânilor și bazinelor de apă artificiale existente și adăugarea altora noi în piețe și parcuri, sunt un factor esențial în sustenabilitatea biosistemică urbană, cu rol în reglarea temperaturii, menținerea umidității atmosferice și hidratarea insectelor și animalelor mici.

Râurile și lacurile sunt o resursă majoră în orașe. În București, râul Dâmbovița prezintă, din punct de vedere termodinamic, un potențial ridicat de răcire prin evaporare și prin advecție, datorită formei liniare care permite ca acesta să funcționeze ca un canal aerodinamic. În prezent, acest beneficiu este sever limitat de debitul mic și de impermeabilizarea totală a malurilor cu suprafețe din beton, care captează și radiază căldura. Prin implementarea sistemelor urbane de drenaj sustenabil, apa de ploaie colectată de pe acoperișuri și străzi adiacente ar putea fi filtrată prin grădini pluviale și direcționată direct în albia de suprafață a Dâmboviței, în loc să fie trimisă în subteran. Aceasta ar crește natural debitul râului în perioadele ploioase, cu apă curată, descărcând totodată presiunea de pe stația de epurare de la Glina.

Pentru a optimiza beneficiul climatic, s-ar impune o debetonare parțială a malurilor și crearea unor terasamente plantate cu vegetație nativă, ripariană. Aceste buzunare verzi ar amplifica evapotranspirația și ar facilita curgerea curenților de aer, scăzând temperatura la nivelul pietonal. Prin generarea unei atmosfere biologice optime de-a lungul albiei, se poate reduce indirect, prin ventilație pasivă, necesarul de răcire mecanică (sisteme de tip AC) pentru clădirile din imediata vecinătate (Wong ș. a., 2010).

(PET) by up to 15.5°C, directly influencing pedestrians' decisions to spend time outdoors.

Ground-level fountains, particularly those with water jets (dry deck fountains) and *reflecting pools,* provide a localized evaporative cooling effect and a crucial recreational advantage, attracting groups to public spaces even on scorching days. The aesthetic and functional maintenance of existing fountains and artificial water basins, along with the addition of new ones in squares and parks, is an essential factor in urban biosistemic sustainability, playing a role in temperature and humidity regulation and the hydration of insects and small animals.

Rivers and *lakes* represent a major resource in cities. In Bucharest, the Dâmbovița River presents, from a thermodynamic perspective, a high potential for evaporative and advective cooling, due to its linear shape that allows it to function like an aerodynamic channel. Currently, this benefit is severely limited by the low flow and the total impermeabilization of the banks with concrete surfaces, which capture and radiate heat. By implementing sustainable urban drainage systems, rainwater collected from roofs and adjacent streets could be filtered through rain gardens and directed straight into the surface riverbed of the Dâmbovița, instead of being sent underground. This would naturally increase the river's flow during rainy periods with clean water, simultaneously relieving pressure on the Glina wastewater treatment plant.

To optimize the climatic benefit, a partial de-concreting of the banks and the creation of terraces planted with native, riparian vegetation would be imperative. These green pockets would amplify evapotranspiration and facilitate the flow of air currents, lowering the temperature at the pedestrian level. By generating a biologically optimal atmosphere along the riverbed, the need for mechanical cooling (AC-type systems) for buildings in the immediate vicinity can be indirectly reduced through passive ventilation

Suplimentar, pe porțiunile unde lărgirea malurilor nu este posibilă fizic, se pot plasa elemente de arhitectură cinetică sau adaptivă deasupra apei — de exemplu, structuri modulare de umbrire care să reacționeze pasiv la traiectoria soarelui, protejând pietonii de radiația directă pe timpul verii. Râul Dâmbovița ar putea fi redefinit ca o axă biofilică activă, care combină utilizarea materialelor organice, reglarea climatică și principiile refacerii psihologice, oferind orașului cel mai eficient instrument de reziliență climatică și coeziune socială din următoarele decenii.

Cișmelele cu apă potabilă sunt vitale pentru protecția directă a pietonilor împotriva hipertermiei. E necesară montarea unei rețele dense în intersecțiile din toate orașele românești, cu precădere în zonele largi, asfaltate complet.

Precipitațiile: între intemperie și resursă

Structurile din spațiile publice trebuie să reziste, în primul rând, la încărcări mari de zăpadă și vânturi puternice, servind drept adăposturi sigure în timpul viscolelor. Precipitațiile din climatul continental sunt inegal repartizate, adesea manifestându-se prin averse torențiale vara care solicită rețelele tradiționale de canalizare dincolo de capacitatea lor operațională.

Drenajul integrat e o componentă importantă a sistemului bioclimatic și implică dispunerea de jgheaburi ascunse în interiorul stâlpilor de susținere, spre deosebire de copertinele clasice care deversează apa pe trotuar. Apele sunt canalizate controlat spre rețeaua pluvială sau, în mod ideal, direct către grădinile pluviale urbane de proximitate pentru irigarea graduală pasivă. Designul biofilic propune soluții descentralizate pentru reținerea apei in situ, inspirându-se din dinamica bazinelor hidrografice naturale. Grădinile pluviale, rigolele cu vegetație (bio-filtrante) și pavajele permeabile captează scurgerile de suprafață,

(Wong et al., 2010). Additionally, on sections where widening the banks is not physically possible, kinetic or adaptive architectural elements can be mounted above the water — for example, modular shading structures that passively react to the sun's trajectory, protecting pedestrians from direct radiation during summer. The Dâmbovița River could be redefined as an active biophilic axis, combining the use of organic materials, climatic regulation, and the principles of psychological restoration, offering the city the most effective tool for climate resilience and social cohesion in the coming decades.

Public drinking fountains are vital for the direct protection of pedestrians against hyperthermia. The installation of a dense network at intersections across all cities in Romania is necessary, primarily in open areas, continuously asphalt-paved.

Precipitation: Between Hazard and Resource

First and foremost, the materials used to fabricate structures in public spaces must withstand heavy snow loads and strong winds, acting as safe refuges during blizzards. A public space loses its functionality during heavy rainfall or snowfall if it is not equipped with sheltering infrastructure capable of properly managing stormwater.

Integrated drainage is an important component of a bioclimatic system and involves the placement of concealed downspouts within the support columns, unlike classic canopies that discharge water directly onto the sidewalk. The water is channeled in a controlled manner toward the stormwater network or, ideally, directly into adjacent urban rain gardens to provide sustained, passive irrigation. Biophilic design advances decentralized solutions for in-situ water retention, drawing inspiration from the dynamics of natural watersheds. Rain gardens, vegetated swales (biofilters), and permeable pavements

filtrează poluanții acumulați pe asfalt și permit infiltrarea treptată a apei în pânza freatică. Prin transformarea apelor pluviale dintr-un deșeu urban care trebuie evacuat rapid, într-o resursă care susține biodiversitatea locală, aceste structuri previn inundațiile și reduc costurile de epurare a apelor uzate.

Lemnul higroscopic/higromorfic își deschide porii când aerul este uscat și se închide etanș când umiditatea crește. Ca furnir exterior în panouri dublu-stratificate, folosirea lui ar fi ideală pentru pavilioane de parc, pergole adaptative, mobilier urban cinetic neacoperit, paravane stradale sau stații de tranzit deschise care se adaptează spontan la precipitații și variații de umiditate, păstrând un aspect natural. Dintre speciile locale, se pretează molidul, fagul, larița, stejarul și frasinul (Rüggeberg & Burgert, 2015; Holstov ș. a., 2015), iar cu tratamente protectoare, elementele care nu sunt expuse direct la soare și ploaie pot avea o durată de viață de peste 20 de ani.

Bio-hidrogelurile (bazate pe celuloză, amidon, alginat sau chitosan)își pot mări volumul în stare complet hidratată (ploi bogate) de 300-500 de ori. Au, în condițiile locale, o durată de viață relativ scurtă (un an) și în prezent sunt foarte costisitoare pentru sisteme de drenaj, dar pot fi folosite cu succes pentru plantări, unde oferă un ajutor crucial. În arboricultură și peisagistică urbană, durata de viață de un an a hidrogelului se suprapune perfect peste cea mai vulnerabilă etapă din viața copacului (Orikiriza ș. a., 2013).

Pentru circulația pietonală pe vreme de îngheț sunt obligatorii în zonele publice suprafețele înalt antiderapante. Din piatra naturală corespund granitul, bazaltul și andezitul cu finisaj fiamat (ars), buciardat sau periat și gresie silicioasă (ideală pentru aleile pietonale secundare sau piețele urbane cu trafic moderat). Cărămida și pavajele ceramice cu densitate mare și lemnul termotratat (pentru zone punctuale, punți și terase urbane) sunt cele mai atractive vizual, generând totodată senzația de cald prin

capture surface runoff, filter pollutants accumulated on asphalt, and allow the gradual infiltration of water into the water table. By transforming stormwater from an urban waste that must be rapidly evacuated into a resource that supports local biodiversity, these structures prevent flash floods and reduce wastewater treatment costs.

Hygroscopic/hygromorphic wood opens its pores when the air is dry and tightly seals when humidity increases. Applied as exterior veneer in bilayer panels, it would be ideal for park pavilions, adaptive pergolas, uncovered kinetic urban furniture, street screens, or open-air transit stations that spontaneously adapt to precipitation and humidity variations while maintaining a natural appearance. Among local species, spruce, beech, larch, oak, and ash are highly suitable (Rüggeberg & Burgert, 2015; Holstov et al., 2015). With protective treatments and avoiding direct sun and rain, these elements can achieve a lifespan exceeding 20 years.

Bio-hydrogels (cellulose, starch, alginate, or chitosan-based) can increase their volume by 300-500 times when fully hydrated (after rain). Under local conditions have a short lifespan (one year) and are currently very costly to use in drainage systems; however, they can be successfully utilized for plantings, providing crucial support. In arboriculture and urban landscaping, the one-year lifespan of the hydrogel perfectly overlaps with the most vulnerable stage of a tree's life (Orikiriza et al., 2013).

For pedestrian circulation during freezing weather, high-traction surfaces are mandatory in public areas. Suitable natural stones include flamed, bush-hammered, or brushed granite, basalt, and andesite, as well as siliceous sandstone (ideal for secondary pedestrian paths or urban squares with moderate traffic). High-density bricks and ceramic pavers, alongside thermally modified wood (for specific targeted zones, boardwalks, and urban terraces), are the most visually appealing options, also generating

spectrul cromatic cald și inerția termică vizuală, precum și memoria lor naturală. Betonul permeabil și pavajele drenante ecologice se pot folosi cu succes, toate în funcție de specificul microclimatic al spațiului de implementare.

Scuturi eoliene urbane

Disconfortul generat de vânt limitează drastic timpul petrecut în piețe deschise sau în grădinile de cartier, mai ales în perioadele de tranziție (toamnă-primăvară).
Barierele biofilice sunt cele mai recomandate pentru medierea curenților și luminii, îndeplinind funcțiuni multiple. La scară largă, designul spațiului public utilizează garduri vii din conifere (specii sempervirescente) care acționează ca perdele de protecție împotriva vântului *dominant* de iarnă și specii caducifere acolo unde vara e nevoie de umbră, iar iarna de lumină. Un studiu privind efectul ICU în București (Popa ș. a., 2024) a demonstrat că zonele cu vegetație matură sunt cu 2-5 °C mai răcoroase vara decât zonele dens construite. Plantarea de vegetație autohtonă joasă (gazon, plante cu flori), medie (tufișuri, arbuști) și înaltă (arbori de pinacee și caduciferi) îndeplinește condiția principală de suport pentru continuitate biosistemică în orașe, asigurând și conexiunea vizuală umană cu natura. Inserția de suporturi verticale pentru vegetație cățărătoare și arbuști în jardiniere termoizolate sau turnuri hidroponice, în locuri care nu permit plantarea în sol, poate forma în mod asemănător scuturi de protecție la extremele de căldură și vânturi.

Conformații spațiale specifice includ formarea de dâmburi artificiali de pământ sau construirea de curți engleze cu pereți verzi (curți de lumină) pentru creșterea suprafețelor vegetale acolo unde nu este suficient teren plan și oferă protecție ridicată la vânt și la radiație solară. Poziționarea spațiului public într-o geometrie concavă, deschisă exclusiv spre sud/sud-est și închisă către nord/nord-vest este cea mai adecvată în România și în regiunile temperate

a sense of warmth through their chromatic spectrum, visual thermal inertia, and natural memory. Permeable concrete and eco-friendly permeable paving systems can be successfully utilized, all depending on the microclimatic specifics of the implementation site

Urban Wind Shielding

Wind-induced discomfort drastically limits the time spent in open squares or neighbourhood gardens, especially during the transitional seasons (autumn-spring).
Biophilic barriers are highly recommended for mediating drafts and light, fulfilling multiple functions. On a large scale, public space design utilizes coniferous hedges (evergreen species) that act as protective screens against prevailing winter winds, and deciduous species where shade is required in summer and sunlight in winter. A study on the UHI effect in Bucharest (Popa et al., 2024) demonstrated that areas with mature vegetation are 2-5°C cooler in summer than densely built areas. The planting of low (lawns, flowering plants), medium (shrubs, bushes), and tall (Pinaceae and deciduous trees) native vegetation fulfils the primary condition for supporting biosystemic continuity in cities, while also ensuring the human visual connection with nature. The insertion of vertical supports for climbing vegetation and shrubs in thermally insulated containers or hydroponic towers, in locations that do not support in-ground planting, can similarly form protective shields against heat extremes and winds.

Specific spatial configurations include the formation of artificial earth berms or the construction of sunken courtyards with green walls (light wells) for generating more vegetated areas where flat terrain is insufficient, while providing high protection against wind and solar radiation. Positioning the public space within a concave geometry, open exclusively to the south/south-east and closed to the north/north-west, is the most appropriate

din emisfera nordică. Geometriile biomorfice curbate sunt oportune în ariile cu curenți puternici, atenuând prin formele aerodinamice turbulențele și rafalele de vânt generate altfel de diferențele de presiune de la muchiile clădirilor.

Pentru ca amenajările urbane să obțină randamentul dorit, dispunem în prezent de o gamă largă de materiale noi de construcții și tehnici de utilizare. Deși adecvate orașelor locale, folosirea lor la scară largă în zone publice nu este deocamdată fezabilă în România din cauza lipsei de expertiză în proiectare și implementare, provenienței exclusiv externe (care implică transport) sau costurilor ridicate. Fig. 2 prezintă strategii și materiale care sunt recomandabile pentru obținerea unei adecvări a spațiului

approach for Romania and temperate regions of the Northern Hemisphere. Curved biomorphic geometries are advantageous in high-wind areas, mitigating through their aerodynamic forms the turbulence and wind gusts otherwise generated by pressure differentials at building edges.

In order for urban developments to achieve the desired results, we currently have a wide range of new construction materials and application techniques at our disposal. Although suitable for local cities, their widespread use in public areas is not yet feasible in Romania due to a lack of expertise in design and implementation, their exclusively foreign origin (which involves transportation), or high costs. Fig. 2 presents strategies and materials that are recommended for adapting public spaces to current

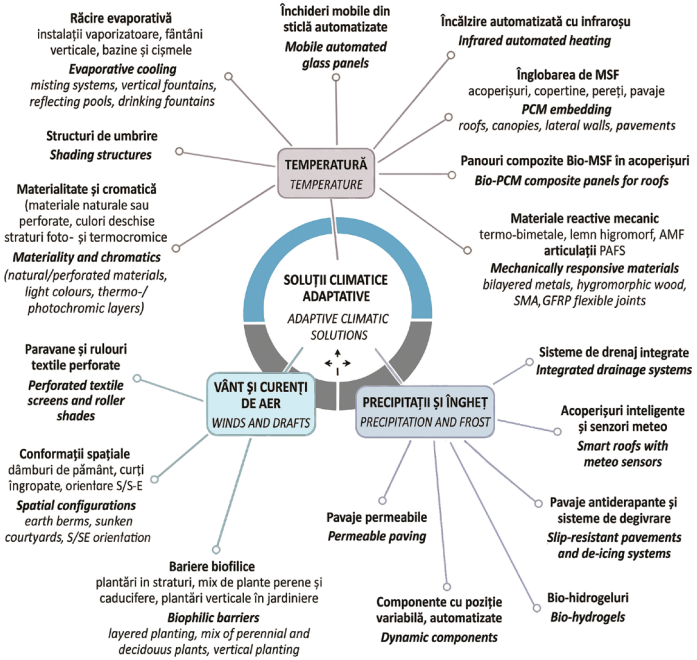


Fig. 2. Schemă grafică soluții de adaptare climatică urbană/ Graphic presentation of adaptive urban climatic strategies

public la condițiile meteorologice curente (clima TC, efectul IUC și încălzirea globală), incluzând și aceste soluții inovatoare, nefolosite încă pe plan local.

Discuție

Soluțiile arhitecturale actuale urbane locale ignoră potențialul adaptiv al tranzițiilor sezoniere, tratând iarna exclusiv ca pe un deficit termic. În climatul TC al României, considerând fereastra de confort termic staționar (19–25 °C) și perioadele cu precipitații, reiese că, fără adăposturi, 21%–24% din timpul diurn (8 AM – 11 PM), spațiul public exterior rămâne nefolosit (calcul realizat de autor pe baza datelor ERA5-Land pentru perioada 2015–2025; Copernicus Climate Change Service, 2019). În București sau Cluj, procentul scade la 18%–22% datorită ICU. Această analiză demonstrează că strategiile climatice trebuie să se axeze în proporție de 80% pe răcire pasivă și evaporativă/umbrire (pentru a recupera orele de vară afectate de caniculă) și doar 20% pe protecție la ploaie (copertine/acoperișuri inteligente).

Dezvoltarea managementului urban și a soluțiilor asistate de IA

În curând, dezvoltarea și implementarea soluțiilor de adaptare climatică în orașe vor depinde critic de capacitatea de a procesa seturi masive de date de mediu. Deocamdată, la nivel local, putem folosi IA ca instrument de planificare și mai puțin de operare, prin algoritmi predictivi exclusiv în faza de concept. Tehnologia IA oferă oportunități enorme pentru dezvoltarea urbană inteligentă, fiindcă poate analiza aceste date în timp real pentru a ghida strategiile de design la scară urbană.

În contextul potențialului și valorilor biofilice ale orașului, se pot identifica mult mai repede și mai exact soluțiile cele mai sustenabile. Putem astfel calcula cum materialele slab procesate reacționează natural la mediu. Pe baza simulărilor, pot fi amplasate strategic elemente din teracotă, piatră

weather conditions (TC climate, the IUC effect, and global warming), including these innovative solutions, which have not yet been used locally.â

Discussion

Current local urban architectural solutions ignore the adaptive potential of seasonal transitions, treating winter exclusively as a thermal deficit. In Romania's TC climate, considering the stationary thermal comfort window (19 - 25ºC) and precipitation periods, it emerges that, without shelters, the exterior public space remains unused for 21%- 24% of daytime hours (calculation performed by the author using ERA5-Land data for the 2015–2025 period; Copernicus Climate Change Service, 2019). In Bucharest or Cluj, this percentage drops to 18% - 22% due to the UHI effect. This analysis demonstrates that climate strategies must focus 80% on passive and evaporative cooling/ shading (to recover summer hours affected by heatwaves) and only 20% on rain protection (smart canopies/roofs).

AI-assisted Urban Management and Solutions Development

Soon, the development and implementation of climate adaptation solutions will significantly depend on the capacity to process massive environmental datasets. For now, we can use AI locally as a planning tool rather than an operational one, utilizing predictive algorithms exclusively in the conceptual phase. AI technology offers enormous opportunities for smart urban development, as it can analyse these data in real-time to guide urban-scale design strategies.

In the context of a city's biophilic values and potential, the most sustainable solutions will be identified more accurately and much faster. Thus, we will be able to calculate how low-processed materials naturally react to the environment. Based on simulations, elements made

poroasă și structuri din lemn. Acestea asigură o ancorare senzorială puternică, specifică designului biofilic, dar au și un rol tehnic important: absorb umiditatea noaptea sau în timpul precipitațiilor și o eliberează treptat în zilele caniculare, scăzând temperatura prin răcire evaporativă, fără niciun consum de energie.

Prin modelări microclimatice, IA poate analiza datele meteo și geometria urbană pentru a identifica zonele exacte de supraîncălzire și traseele curenților de aer, indicând cu precizie zonele unde plantarea de arbori sau dezvoltarea infrastructurii verzi poate optimiza microclimatul local, limitând totodată consumul de apă pentru irigații prin sisteme predictive (Allam & Dhunny, 2019).

Inteligența artificială generativă de imagini devine un mijloc puternic care permite explorarea legăturilor emoționale, precum și a combinațiilor de peisaje prin simulări bazate pe scenarii. Modelele de IA bazate pe difuzie (Rombach ș. a., 2022) pot corela instrucțiunile textuale cu datele imagistice, generând astfel imagini de înaltă rezoluție care facilitează cercetarea experimentală a diverselor scenarii de proiectare. Acestea au performanțe superioare față de modelele convenționale de difuzie datorită structurii eficiente a memoriei și fidelității vizuale îmbunătățite. În mod deosebit, aceasta excelează în redarea detaliilor contextuale, precum textura, lumina și adâncimea spațială (Batifol ș. a., 2025), ceea ce o face deosebit de potrivită pentru peisaje cu semnificații stratificate și identitate de loc încorporată, cum ar fi străduțele istorice.

Cercetările recente demonstrează fezabilitatea utilizării algoritmilor de optimizare, de exemplu, algoritmi genetici (GA) și cei de optimizare a roiurilor de particule, precum și a modelării de tip *machine learning* (ML) pentru a determina pozițiile optime ale centurilor verzi periferice și ale noilor parcuri din orașe. IA poate analiza variabile multiple (temperatura suprafeței, traficul, poluarea) pentru a maximiza reducerea insulelor de căldură și creșterea

of terracotta, porous stone, and wood structures can be strategically placed. These materials ensure a strong sensory grounding, specific to biophilic design, while also serving an important technical role: they absorb moisture at night or during precipitation and gradually release it on hot days, lowering the temperature through evaporative cooling with zero energy consumption.

Through microclimatic modelling, AI can analyse weather data and urban geometry to identify exact overheating zones and airflow paths, precisely indicating the areas where establishing mature canopies or developing green infrastructure can optimize the local microclimate, while also limiting water consumption for irrigation through predictive systems (Allam & Dhunny, 2019).

Generative image AI becomes a powerful medium that enables the exploration of emotional connections, as well as combinations of landscapes through scenario-based simulations. Diffusion-based AI models (Rombach et al., 2022) can map textual prompts to image data, thereby producing high-resolution imagery that facilitates experimental inquiry into diverse design scenarios. It performs better than conventional diffusion models due to its efficient memory structure and enhanced visual fidelity. Notably, it excels in rendering contextual details such as texture, light, and spatial depth (Batifol et al., 2025), making it particularly suitable for landscapes with layered meanings and embedded place identity, such as historic alleys.

Recent research demonstrates the feasibility of using optimization algorithms, for instance, genetic algorithms (GA), particle swarm optimization (PSO), and machine learning (ML) modelling to determine the optimal positions of peripheral green belts and new urban parks. AI can examine multiple variables (surface temperature, traffic, pollution) to maximize the reduction of UHI effects and the increase of biodiversity, as substantiated locally by the

biodiversității, așa cum își propun proiectele *GreenSmartB* - pentru centura și ariile verzi ale Bucureștiului, strategia pentru *Inelul și rețeaua verde metropolitană Cluj* sau planul de acțiune pentru *Timișoara oraș verde* aprobat de BERD.

GreenSmartB project for Bucharest's green belt and green areas, the strategy for the *Metropolitan green ring and network Cluj*, or the EBRD-approved *Green city Timișoara* action plan.

Orașele vor putea integra aplicații de *internet of nature* (rom. internet al naturii), care monitorizează prin rețele digitale ecosistemele urbane. Implementarea realistă include utilizarea tehnologiei LiDAR (detectarea și măsurarea distanței cu ajutorul luminii) cu drone pentru a analiza regenerarea pădurilor urbane și starea coronamentului, precum și folosirea arborilor drept bio-senzori în cadrul unei rețele inteligente care avertizează administrațiile privind stresul hidric și nevoia de irigații localizate.

Cities will be able to integrate *Internet of Nature* (IoN) applications, which monitor urban ecosystems through digital networks. Realistic implementation includes the use of drone-mounted LiDAR (light detection and ranging) technology to evaluate urban forest regeneration and canopy status, as well as using trees as biosensors within a smart network that alerts administrations regarding water stress and punctual irrigation needs.

Pentru managementul apei și umbrirea hibridă, se pot utiliza programe de IA în direcția valorificării topografiei inteligente. Designul generativ va calcula pante line care colectează apa pluvială gravitațional, direcționând-o spre bazine de retenție naturală. Pentru umbrire, în loc de copertine retractabile acționate electric de senzori, simulările IA vor indica exact unde e nevoie de specii de arbori cu foliaj dens de vară și unde e nevoie de pergole fixe, astfel încât să blocheze radiația solară directă fără a opri ventilația naturală.

For water management and hybrid shading, AI programs can be leveraged for employing intelligent topography. Generative design will calculate gentle slopes that collect rainwater gravitationally, directing it toward natural retention basins. For shading, instead of electrically operated retractable awnings controlled by sensors, AI simulations will be able to indicate precisely where tree species with dense summer foliage are needed and where fixed pergolas are required, thereby blocking direct solar radiation without stopping natural ventilation.

La nivelul obiectelor de arhitectură publică, utilizarea AI în procesele de proiectare generativă și BIM permite simularea performanțelor de mediu (vânt, însorire, eficiență energetică), scurtând masiv timpii de elaborare a proiectelor tehnice. Se poate astfel calcula amplasarea clădirilor astfel încât să se evite formarea de curenți urbani sau reflexii nedorite ale materialelor de pe fațade și se pot recomanda materiale care se încadrează în estetica zonei, în funcție de RLU și de intenția proiectanților.

At the level of public architectural objects, using AI in generative design and BIM processes allows the simulation of environmental performance (wind, sunlight, energy efficiency), massively shortening the preparation time for technical projects. Thus, the placement of buildings can be calculated to avoid urban wind currents or undesirable facade material reflections. Cladding materials fitting the area's aesthetics can be recommended based on the Local Urban Regulation (RLU) and the designers' intent.

Tehnologia IA oferă instituțiilor administrative posibilitatea de a revoluționa modul în care sunt realizate studiile POE ale investițiilor publice. Sistemele de analiză automată a imaginilor, care prelucrează fluxuri video anonimizate

AI technology offers administrative institutions the opportunity to revolutionize how POE studies of public investments are conducted. Automated image analysis through computer vision systems (CV), which process

(pentru a respecta normele de confidențialitate a datelor), pot cartografia comportamentul spațial al cetățenilor. Tehnologia va permite administrațiilor să măsoare cu exactitate modul în care sunt folosite zonele de trecere sau spațiile cu rol de *al treilea loc*. Prin analizarea fluxurilor de circulație și a timpilor de staționare, decidenții pot evalua obiectiv dacă un parc sau o piațetă funcționează cu adevărat ca un mediu de activitate publică și recuperare cognitivă. Astfel, fondurile publice pentru regenerare urbană pot fi alocate pe baza unor date comportamentale empirice.

anonymized video streams (to comply with data privacy regulations), can map citizens' spatial behaviour. The technology will allow administrations to accurately measure how transit zones or spaces with a *third-place* role are used. By assessing circulation flows and dwelling times, decision-makers can objectively evaluate whether a park or a square truly functions as an environment for public activity and cognitive restoration. Thus, public funds for urban regeneration can be allocated based on empirical behavioural data.

În ciuda potențialului, aplicabilitatea la scară largă a IA în primăriile din România se lovește în momentul acesta de bariere semnificative: costurile ridicate de implementare a senzorilor, lipsa personalului calificat (cercetători în domeniul datelor și urbaniști specializați în tehnologie digitală), dar mai ales inerția instituțională în a abandona practicile tradiționale de planificare în favoarea unor sisteme decizionale bazate pe date.

Despite its potential, the large-scale applicability of AI in Romanian city halls currently faces significant barriers: high sensor deployment costs, a lack of qualified personnel (data scientists and urban planners specialized in digital technology), and, above all, institutional inertia in abandoning traditional planning practices in favour of data-driven decision-making systems.

Politici publice și guvernanță

Public Policy and Governance

În ultimul deceniu, a devenit o nevoie critică crearea municipală de rețele de adăposturi climatice, planificate la nivelul întregului oraș. Acestea presupun interconectarea spațiilor publice exterioare (dotate obligatoriu cu umbră, cișmele și sisteme de pulverizare a apei) cu spații interioare (spitale, gări, piețe alimentare, farmacii), asigurându-se astfel că toți locuitorii, mai ales cei din categorii vulnerabile, se află la doar câteva minute distanță de un refugiu termic gratuit pe timp de caniculă.

In the last decade, municipalities have increasingly needed to establish citywide climate shelter networks. These entail the interconnection of outdoor public spaces (mandatorily equipped with shade, drinking fountains, and water misting systems) with indoor spaces (hospitals, train stations, food markets, pharmacies), thereby ensuring that all residents, especially those in vulnerable categories, are only a few minutes away from a free thermal refuge during heatwaves.

Nu există în prezent un cadru normativ unic sau o obligativitate expresă la nivel național sub termenul de design adaptativ în regulamentele generale de urbanism din România. Cu toate acestea, principiile designului climatic au început să fie introduse indirect în regulamentele locale de urbanism (RLU) și în planurile de urbanism generale

Currently, there is no unified regulatory framework or explicit national mandate under the term of adaptive design within Romania's general urban planning regulations. However, climatic design principles have been introduced into the local urban regulations (RLU) and the general urban plans (PUG) of cities (Cluj-Napoca, Bucharest, Timișoara, Oradea, Brașov) indirectly, through the following primary channels:

(PUG) orașelor (Cluj-Napoca, București, Timișoara, Oradea, Brașov) în mod prin câteva canale principale:

_Prevederi obligatorii în RLU-urile actuale au fost introduse de către orașele care și-au actualizat PUG-urile în ultimii ani ca cerințe tehnice pentru adoptarea de soluții adaptative.

_ Strategii municipale și ghiduri necoercitive PAESC/PAEDC (planurile de acțiune privind energia durabilă și clima), au fost asumate de majoritatea municipiilor prin *Convenția primarilor pentru climă și energie*. Orașe precum Cluj-Napoca sau București au elaborat ghiduri de amenajare a spațiului public care recomandă explicit umbrirea hibridă (vegetație + pergole), reducerea suprafețelor minerale albe/ultra-reflectorizante și integrarea elementelor de apă interactive.

_Normative naționale de construcții cuprind în prezent principii de design adaptativ care vin pe cale tehnică, prin normativul energetic NZEB.

_ Condiționările finanțărilor europene, ca de exemplu principiul DNSH – *do no significant harm* (trad. rom. - nu aduce prejudicii importante), acționează *de facto* ca un mecanism de reglementare pentru proiectele majore de regenerare urbană

Concluzii

Reziliența climatică nu este doar pentru oameni, ci este un imperativ pentru supraviețuirea întregii planete în forma spre care a evoluat în ultimele 66 de milioane de ani (era cenozoică). Estomparea efectelor încălzirii climei, proces în care omul a avut o contribuție cel puțin importantă, și bio-reziliența se traduc prin reluarea colaborării acestuia cu natura, servind de ambele părți în aceeași măsură, în angrenajul simbiotic vital.

_Mandatory provisions in current RLUs have been introduced by cities that have updated their PUGs in recent years as technical requirements that compel the adoption of adaptive solutions.

_Municipal strategies and non-binding guidelines - SECAP (sustainable energy and climate action plans) - were adopted by most of municipalities through the *Covenant of mayors for climate and energy*. Cities as Cluj-Napoca and Bucharest have developed public space design guidelines that explicitly recommend hybrid shading (vegetation and pergolas), the reduction of white / highly reflective mineral surfaces, and the integration of interactive water features.

_ National building codes currently encompass adaptive design principles that are introduced via technical compliance through the energy nZEB standard.

_European funding conditionalities (e.g., the do *no significant harm* principle - DNSH) act as a de facto regulatory mechanism for major urban regeneration projects.

Conclusions

Climate resilience is not merely a human demand; it is an imperative for the survival of the planet as it has evolved over the past 66 million years (the Cenozoic era). Mitigating the effects of climate warming—a process to which humanity has significantly contributed—and fostering bio-resilience necessitates renewed collaboration with nature, restoring the vital symbiotic relationship.

Analiza componentelor principale (PCA) a datelor din sondaj a arătat că accesibilitatea, siguranța, protecția climatică și calitatea estetică sunt cei patru factori principali în generarea satisfacției față de spațiile exterioare (Gao ș. a., 2021). Dincolo de aspectele tehnice, modificările spațiale survenite printr-o gamă atât de largă de parametri de mediu au valoare biofilică fundamentală. În climatul TC, cele patru anotimpuri acționează ca un sistem natural de referință care creează și menține o raportare constantă între mediul construit și ritmurile ciclice ale naturii. Aceasta satisface direct principiul conexiunii cu sistemele naturale, esențial pentru echilibrul psihic uman (Kellert, 2008).

Aspectele vieții antropice sunt în mare parte determinate de funcționalitatea componentelor urbane, care pot evolua către o sustenabilitate integrativă – atât prin optimizarea funcționării și productivității societale, cât și prin reducerea consumului resurselor naturale și financiare.

Orașul poate fi mult mai utilizat și vizitat chiar și iarna sau vara, în temperaturi extreme și precipitații sau vânt, dacă spațiile publice includ elemente naturale și oferă protecție adecvată, iar acestea sunt incluse în circuite mai ample, care promovează circulația pietonală și cea cu mijloace de transport mecanice. Chiar dacă locurile de relaxare/adunare publice sunt ferite de intemperii, drumul până la ele poate fi anevoios. Limitările tehnicilor și materialelor folosite în amenajările urbane autohtone se fac simțite prin faptul că multe spații publice sunt subutilizate, iar asta cere strategii noi, integrative pentru abordări de tip *placemaking*.

Schimbarea paradigmei de la eficiență energetică pur tehnică (izolare ermetică) la eficiență biofilică (conectare senzorială cu mediul) e îndreptată către o adaptare metamorfică. Arhitectura climatică nu este o limitare, ci un generator de formă și funcțiune, crescând nu doar eficiența energetică, ci și confortul psihologic prin reconectarea

Principal component analysis (PCA) of survey data reveals that accessibility, safety, climatic protection, and aesthetic quality are the four primary drivers of satisfaction with outdoor spaces (Gao et al., 2021). Beyond technical considerations, the spatial variations induced by such a wide range of environmental parameters possess fundamental biophilic value. In a temperate-continental climate, the four seasons function as a natural reference system that establishes and maintains a constant dialogue between the built environment and the cyclical rhythms of nature. This directly addresses the principle of "connection to natural systems", essential for human psychological well-being (Kellert, 2008).

Aspects of human life are largely determined by the functionality of urban components, which should evolve towards integrative sustainability—optimising societal functioning and productivity as well as reducing natural and financial resource consumption.

The city can achieve significantly higher usage and footfall, becoming a year-round environment regardless of summer or winter, under conditions of extreme temperatures, precipitation, or wind, when comprising natural sights and welcoming public space, integrated into broader networks promoting pedestrian circulation and non-motorized transport. Even if public relaxation and gathering spaces are shielded from adverse weather, the route to access them can be arduous. The limitations of the techniques and materials used in local urban design become evident in the underutilization of many public spaces, a reality that demands new, integrative, and strategic *placemaking* approaches.

The paradigm shift from purely technical energy efficiency (hermetic sealing) to biophilic efficiency (sensory connection with the environment) results in a metamorphic adaptation. Climatic architecture is not a constraint, but rather a generator of form and function, enhancing not only energy efficiency, but also psychological comfort by

utilizatorului cu ritmurile naturale. Soluțiile digitale vor fi cu siguranță un sprijin capital pentru proiectarea urbană locală în direcția redresării la scară macro a climei orașelor și la scară micro în materializarea locurilor comunitare atractive.

reconnecting the user to natural rhythms. Digital solutions will undoubtedly provide crucial support for local urban design, driving the macro-scale remediation of urban climates and the materialization of engaging community spaces at the micro level.

Referințe / References

Al-Masrani, S. M., Al-Obaidi, K. M., Zalin, N. A., & Isma, M. I. A. (2018). Design optimisation of solar shading systems for tropical office buildings: Challenges and future trends. *Solar Energy,* 170, 849–872. https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.04.047

Allam, Z., & Dhunny, Z. A. (2019). On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities, 89*, 80–91. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.032

Batifol, S., Blattmann, A., Boesel, F., Consul, S., Diagne, C., Dockhorn, T., English, J., English, Z., Esser, P., & Kulal, S. (2025). *FLUX. 1 Kontext: Flow matching for in-context image generation and editing in latent space. arXiv*. https://arxiv.org/abs/2506.15742

Beatley, T. (2011). *Biophilic cities: Integrating nature into urban design and planning*. Island Press.

Bedrosian, T. A., & Nelson, R. J. (2017). Timing of light exposure affects mood and brain circuits. *Translational psychiatry*, *7*(1), Article e1017. https://doi.org/10.1038/tp.2016.262

Blaga, L. (1977). *Ființa istorică*. Editura Dacia.

Brandsma, S., Lenzholzer, S., Carsjens, G. J., Brown, R. D., & Tavares, S. (2024). Implementation of urban climate-responsive design strategies: An international overview. *Journal of Urban Design, 29*(5), 598–623. https://doi.org/10.1080/13574809.2024.2314760

Copernicus Climate Change Service. (2019). *ERA5-Land hourly data from 1950 to present* [Data set]. Climate Data Store. https://doi.org/10.24381/cds.e2161bac

Cucu, V. (2000). *Geografia așezărilor umane*. Editura Corint.

Eliasson, I., Knez, I., Westerberg, U., Thorsson, S., & Lindberg, F. (2007). Climate and behaviour in a Nordic city. *Landscape and Urban Planning, 82*(1–2), 72–84. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.01.020

Fan, Y., Wang, J., Obradovich, N., & Zheng, S. (2023). Intraday adaptation to extreme temperatures in outdoor activity. *Scientific Reports, 13*(1), Article 473. https://doi.org/10.1038/s41598-022-26928-y

Gao, Y., Zhang, J., & Zhao, L. (2021). Residents' satisfaction with the outdoor environment in old residential communities: A case study of Wuxi, China. *Sustainability, 13*(13), 7488. https://doi.org/10.3390/su13137488

Gehl, J. (2011). *Life between buildings: Using public space* (6th ed.). Island Press.

Ghinoiu, I. (Coord.). (2003). *Atlasul Etnografic Român. Vol. I: Habitatul*. Editura Academiei Române.

Ghoniem, M., Fahmy, A., & Kamel, T. M. (2025). Evaluating urban surface materials: Albedo optimization and shading for pedestrian thermal comfort in hot-arid environments. *Civil Engineering and Architecture*, *13*(6), 4331–4352. https://doi.org/10.13189/cea.2025.130616

Haddad, S., Zhang, W., Paolini, R. *et al.* Quantifying the energy impact of heat mitigation technologies at the urban scale. *Nat Cities 1*, 62–72 (2024). https://doi.org/10.1038/s44284-023-00005-5

Holstov, A., Bridgens, B., & Farmer, G. (2015). *Hygromorphic materials for sustainable responsive architecture. Construction and Building Materials, 98*, 570–582. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.136

Ionescu, G. (1971). *Arhitectura populară în România*. Editura Meridiane.

Ionescu, G. (1982). *Arhitectura pe teritoriul României de-a lungul veacurilor*. Editura Academiei RSR.

Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169–182. https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2

Kellert, S. (2008). Dimensions, elements, and attributes of biophilic design. *Biophilic Design*, 3–20. https://www.researchgate.net/publication/284608721_Dimensions_elements_and_attributes_of_biophilic_design

Klepeis, N. E., Nelson, W. C., Ott, W. R., Robinson, J. P., Tsang, A. M., Switzer, P., Behar, J. V., Hern, S. C., & Engelmann, W. H. (2001). The national human activity pattern survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 11*(3), 231–252. https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500165

Kuru, A., Oldfield, P., Bonser, S., & Fiorito, F. (2019). Biomimetic adaptive building skins: Energy and environmental regulation in buildings. *Energy and Buildings*, 205, 109544. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109544

Loonen, R. C. G. M., Trčka, M., Cóstola, D., & Hensen, J. L. M. (2013). Climate adaptive building shells: State-of-the-art and future challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 483–493. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.016

Minkowski, H. (1918). Criticisms and discussions: Time and space. *The Monist, 28*(2), 288–302. https://doi.org/10.5840/monist19182826

Noica, C. (1981). *Devenirea întru ființă*. Editura Științifică și Enciclopedică

Orikiriza, L. J. B., Agaba, H., Eilu, G., Kabasa, J. D., Worbes, M., & Hüttermann, A. (2013). Effects of hydrogels on tree seedling performance in temperate soils before and after water stress. *Journal of Environmental Protection*, *4*, 713–721. https://doi.org/10.4236/jep.2013.47082

Popa, A. M., Niță, M. R., & Iojă, C. I. (2024). Planning blue–green infrastructure for facing climate change: The case study of Bucharest and its metropolitan area. *Land, 13*(10), 1642. https://doi.org/10.3390/land13101642

Qu, C., Dong, J., & Wang, W. (2025). Bibliometric analyses of factors influencing color preferences in urban environmental spaces. *Frontiers in Psychology*, 16, Article 1588644. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1588644

Rombach, R.; Blattmann, A.; Lorenz, D.; Esser, P.; Ommer, B. (2022). High-resolution image synthesis with latent diffusion models. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 10684–10695). IEEE. https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.01042

Rüggeberg, M., & Burgert, I. (2015). *Bio-inspired wooden actuators for large scale applications*. *PLOS ONE, 10*(4), e0120718. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120718

Santamouris, M. (2014). Cooling the cities—a review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy, 103*, 682–703. https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003

Stănculescu, F., Gheorghiu, A., Stahl, P. H., & Petrescu, P. (1957). *Arhitectura populară românească: Regiunea Ploiești* . Editura Tehnică.

Vanos, J. K., McKercher, G. R., Naughton, K., & Lochbaum, M. (2017). Playground surface and equipment temperature and solar exposure: An assessment of a North American playground. *Science of The Total Environment*, *598*, 987–995. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.166

Vanos, J. K., Middel, A., Poletti, M. N., & Hondula, D. M. (2022). Evaporative misters for urban cooling and comfort: Effectiveness and motivations for use. *International Journal of Biometeorology*, *66*(1), 147–159. doi.org

Văduva, O., & Plesca, C. (Eds.). (2001). *Sărbători și obiceiuri: Răspunsuri la chestionarele Atlasului Etnografic Român (Vol. I, Oltenia)*. Editura Enciclopedică. https://biblioteca-digitala.ro/?volum=16201-sarbatori-si-obiceiuri--i-2001

Vâlsan, G. (1915). Câmpia Română: Contribuțiuni de geografie fizică. *Buletinul Societății Regale Române de Geografie*, 36

Vulcănescu, R. (1987). *Mitologie română*. Editura Academiei Republicii Socialiste România.

Wang, P., Lu, S., Wu, X., Tian, J., & Li, N. (2024). Mist Spraying as an Outdoor Cooling Spot in Hot-Humid Areas: Effect of Ambient Environment and Impact on Short-Term Thermal Perception. *Buildings,* 14(2), 336. https://doi.org/10.3390/buildings14020336

Winbourne, J. B., Jones, T. S., Garvey, S. M., Harrison, J. L., Wang, L., Li, D., Templer, P. H., & Hutyra, L. R. (2020). Tree transpiration and urban temperatures: Current understanding, implications, and future research directions. *BioScience*, *70*(7), 576–588. https://doi.org/10.1093/biosci/biaa055

Wong, N. H., Jusuf, S. K., Syafii, N. I., Chen, Y., Hajadi, N., Sathyanarayanan, H., & Manickavasagam, Y. V. (2010). Evaluation of the impact of the surrounding urban morphology on building energy consumption. *Solar Energy*, *84*(4), 555–564. https://doi.org/10.1016/j.solener.2010.01.002

Yuan, J., Jiao, Z., Kong, X., Chai, J., & Emura, K. (2025). Application and development of retroreflective materials: A review. *Energy and Buildings*, *337*, 115707. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115707

Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research, 11*(1), 114–141. https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006