

# **LUCRARILE CONFERINTEI DE CERCETARE**



**IN CONSTRUCTII,  
ECONOMIA CONSTRUCTIILOR  
URBANISM, AMENAJAREA TERITORIULUI**

**VOLUMUL 25  
2024**

# Lucrările conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, urbanism și amenajarea teritoriului

Ediția a XXV-a

Parteneri media: **ECONOMISTUL** Construcțiile și provocările schimbărilor climatice

București, 23 mai 2024

**URBAN**  
**INCD**  
**INCERC**

Publicație editată de:  
**Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă URBAN-INCERC**

Distribuită sub licență:



Publicație indexată în bazele de date CiteFactor, ProQuest, CEEOL, Scipio și Ulrich's Periodicals Directory și recunoscută de CNCS – științe umaniste (categoria C)

*Adresă* Șos. Pantelimon nr. 266, sector 2, București, România, cod 021652  
*Telefon* 0040.21-255.22.50  
*Fax* 0040.21-255.00.62  
*E-mail* urban-incerc@incd.ro  
*Internet* www.incd.ro  
*Editor* Prof. univ./CSI dr. ecol., dr. geogr., habil. urb. Alexandru-Ionuț Petrișor  
*Fondator* CSI/conf. univ. dr. arh., habil. urb. Vasile Meiță  
*Coperta, editare, layout* Alexandru-Ionuț Petrișor  
*Tehnoredactare* Alexandru-Ionuț Petrișor  
*Tipar* Editura INCDC URBAN-INCERC

## Comitetul de organizare

Președinte

Dr. ing. Claudiu Sorin DRAGOMIR

Membri

Drd. ec. Alexandra Marina  
BARBU

Arh. Gabriela  
VOLOACĂ

Arh. dr. urb. Teodora  
UNGUREANU

Geogr. dr. urb. Andreea  
Catălina POPA

## Comitetul științific / de program

Președinte

Dr. ing. Emil-Sever GEORGESCU

Membri

Colaboratori

Dr. ing. Cornelia BAERĂ

Dr. ing. Aurelia BRADU

Dr. ing. Tiberiu CATALINA

Dr. ing. Adrian Alexandru  
CIOBANU

Dr. ing. Iolanda Gabriela  
CRAIFALEANU

Dr. ing. Alexandra CSAPAI

Dr. ing. Daniela DOBRE

Dr. ing. Cornelia Florentina  
DOBRESCU

Ing. Aurelian GRUIN

Dr. ing. Andreea HEGYI

Dr. ing. Brăduț-Alexandru  
IONESCU

Drd. ing. Nicoleta Adaciza  
IONESCU

Dr. ing. Adrian-Victor LĂZĂRESCU

Dr. ing. Claudiu Lucian MATEI

Dr. ing. Cristian PETCU

Dr. ing. Horia Alexandru PETRAN

Dr. ing. Irina POPA

Fiz. dr. urb. Oana Cătălina

POPESCU

Dr. ec. Mircea-Iosif RUS

Dr. ing. Adrian SIMION

Dr. ing. Antonio Valentin TACHE

Dr. ing. Tudor-Panfil TOADER

Drd. ing. Vasilica VASILE

Dr. ing. Marta Cristina ZAHARIA

Dr. arh. Walid HAMMA

Dr. geogr. Huu Duy  
NGUYEN

Dr. ing. Cristian PAVEL

Dr. ing. Pietro ELISEI

Dr. arh. Ana-Maria DABIJA

Dr. arh. Mircea

GRIGOROVSKI

Dr. ing. Adrian Mircea

IOANI

Dr. ing. Călin MIRCEA

Dr. ing. Cristina Mihaela

CĂMPIAN

Dr. chim. Ion SANDU

Dr. ing. Mircea BEJAN

Dr. ing. Virginia-Graziela  
GUSLICOV

Dr. ing. Gheorghe BADEA

Dr. geogr. Ioan IANOȘ

Dr. ec. Florin Marian

BUHOCIU

Lt. col. dr. ing. Florin

NEAȚA

Arh. Liliana Elza PETRIȘOR

Dr. ing. Silviu-Mihai

PETRIȘOR

Gl. bg. dr. ing. Ghiță

BĂRSAN

Col. dr. ing. Manuel

ȘERBAN

Dr. ing. Anghel ION

## Referenți

Alexandru-Ionuț PETRIȘOR

Andreea Catălina POPA

Teodora UNGUREANU

Adrian SIMION

Daniela DOBRE

ISSN 2393-3208

# CUPRINS

CUPRINS		
<b>SERVICIILE ECOSISTEMICE CULTURALE PE CARE LE OFERĂ INFRASTRUCTURA VERDE URBANĂ GRUPURILOR VULNERABILE. STUDIU DE CAZ: MUNICIPIUL RĂMNICU VĂLCEA</b>	Oana-Cătălina POPESCU, Antonio-Valentin TACHE	5
<b>INTELLIGENT DESIGN STRATEGIES FOR UNIVERSITY BUILDINGS: IMPLEMENTING GREEN ARCHITECTURAL INNOVATIONS</b>	Marwah AL-HELLI	17
<b>EVOLUȚIA URBANĂ: DE LA ORAȘUL MEDIEVAL LA ORAȘUL SUSTENABIL</b>	Gabriel-Valentin GEORGESCU	23
<b>PLANIFICAREA AREALULUI RIVERAN, BENEFICIILE INTEGRĂRII RĂURILOR ÎN ȚESUTUL URBAN</b>	Ana Maria RUSU	31
<b>OPTIMIZAREA CONSTRUCȚIILOR DIN ARGILĂ: ROLUL ȘI INFLUENȚA ADAOSURILOR ORGANICI</b>	Ștefania Mădălina RUSU, Marius MĂRT, Aurelia BRADU, Adrian Alexandru CIOBANU, Ionei PUȘCAȘU	39



# SERVICIILE ECOSISTEMICE CULTURALE PE CARE LE OFERĂ INFRASTRUCTURA VERDE URBANĂ GRUPURILOR VULNERABILE. STUDIU DE CAZ: MUNICIPIUL RÂMNICU VÂLCEA

Oana-Cătălina POPESCU

Doctor urb. fiz. CS III., INCERC URBAN-INCERC, București, e-mail: oana\_katalina2006@yahoo.com

Antonio-Valentin TACHE

Doctor urb. ing. CS I, INCERC URBAN-INCERC, București, e-mail: tonytache62@gmail.com

## Abstract

Along with the growth of the urban population, a sharp tendency of population aging in the cities has been observed. This raises the question of whether and how a city can become friendlier to vulnerable people. The natural environment has a major impact on the mobility and quality of life of the elderly, who must have good accessibility to urban green space. The aim of this research is the analysis of the access that vulnerable groups (children and elderly people) have to the urban green space and to the cultural ecosystem services it offers. Analyzing the demand and supply of urban green infrastructure among young and elderly people allows the assessment of social equity in terms of the cultural ecosystem services generated by urban green infrastructure. The analysis focused on the municipality of Râmnicu Vâlcea, because the present study is part of a larger work focused on the feasibility of creating a green belt around this municipality. The results show that with the decreasing trend of the young population and the increasing trend of the population over 65 years old, the two categories of population had at their disposal similar areas of

green space in recent years. The area of green space related to the total population in the municipality of Râmnicu Vâlcea was in 2021 well below the minimum limit of 26 sqm/urban inhabitant and this means that the city needs more green space so that vulnerable people can benefit from the advantages offered by the urban green infrastructure. The present study contributes to the identification of areas where the concept of green infrastructure can be implemented in the form of green corridors, green wedges or green belts in Râmnicu Vâlcea municipality.

*Key words.* green space, accessibility, social equity, supply and demand indicators, green belt.

## 1. Context

### 1.1. Spațiile verzi, infrastructura verde-albastră și centurile verzi în România

Schimbările climatice au devenit o provocare pentru întreaga omenire, cu efecte negative atât asupra ecosistemelor naturale cât și celor socio-economice. Pentru a face față schimbărilor climatice reducând în mod semnificativ emisiile de gaze cu efect de seră, sunt necesare acțiuni proactive de adaptare (Wang și Wang 2023). Concentrarea umană și a activităților economice din orașe le determină pe acestea să opteze pentru o dezvoltare verde, rezilientă și inclusivă.

O modalitate de reducere a efectelor schimbărilor climatice în orașe este proiectarea de centuri verzi în jurul aglomerărilor urbane, ca element de infrastructură verde. Centurile verzi oferă servicii ecosistemice care amplifică legătura dintre resursele generabile și natura din jurul orașelor. Spațiile verzi încorporate în centura verde sunt astfel văzute într-o nouă paradigmă, devin zone ce asigură funcții strategice pentru adaptarea la climă, managementul râurilor și al biodiversității (Amati și Taylor 2010). Centura verde poate oferi habitat faunei sălbatice din jurul orașelor, oferă mai multe oportunități de

călătorie oamenilor care se pot bucura de peisajul rural din afara spațiului urban. Un avantaj al unei centuri verzi este și faptul că oferă mai mult teren agricol pentru a se produce alimente sănătoase, ceea ce stimulează economia rurală locală și crearea de locuri de muncă. În plus, centura verde poate ajuta la gestionarea precipitațiilor și inundațiilor, poate asigura răcirea urbană, îmbunătățirea calității aerului și captarea carbonului, în special în zonele împădurite, deoarece poate absorbi cantități mari de dioxid de carbon.

Într-un studiu recent al Băncii Mondiale privind dezvoltarea României (World Bank, 2023), se fac următoarele observații privind țara noastră:

- În România, în zonele urbane poluarea aerului depășește de cele mai multe ori limitele prevăzute de UE, mai ales în timpul iernii. Cauzele sunt încălzirea nesustenabilă a locuințelor, transportul urban în creștere, vehiculele predominant poluante, activitățile economice în creștere.
- În zonele rurale se gestionează cu dificultate pădurile, se exploatează și se defrișează ilegal.
- În corpurile de apă se observă o poluare din ce în ce mai mare cu nutrienți și substanțe chimice.

România este predispusă la anumite dezastre naturale induse de schimbările climatice – precum inundații cauzate de apele fluviale și de suprafață, episoade de temperatură extremă, furtuni, secetă, incendii forestiere, vânturi puternice – care pot crește frecvența și intensitatea lor. Și sectorul agricol este vulnerabil la schimbările climatice, din cauza fragmentării exploatațiilor agricole. Majoritatea zonelor urbane din România sunt sărace în spații verzi, majoritatea orașelor mari nereușind să atingă pragul de 26 mp recomandați de UE. Pentru a se asigura accesul unui număr cât mai mare de locuitori la spațiile verzi, în cazul centrelor urbane ce nu au suficiente rezerve de terenuri ce pot fi

transformate în spații verzi, se consideră că sunt necesare parcuri de nivel metropolitan (Cristea *et al.*, 2017).

Analiza documentelor de politică la nivel european arată că se face din ce în ce mai des referire despre avantajele creării de infrastructuri verzi în zonele urbane și rurale (Popescu și Petrișor, 2021 a). O analiză sistematică a politicilor și actelor normative din România (Popescu și Petrișor 2021 b) arată că în acest moment există planuri, politici, strategii care se referă la un tip sau altul de structură verde).

În România, Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul (Parlamentul României, 2001) prevede obligativitatea introducerii unor centuri verzi ca element esențial de infrastructură verde în planurile de urbanism (elaborate și aprobate conform legii) pentru municipiul București precum și pentru municipiile de rangul I - municipii de importanță națională, cu influență potențială la nivel european, cf. Legii Nr. 351/2001 (Parlamentul României, 2001 a). În 2019 Legea a fost actualizată prin adăugarea pe listă a municipiilor de rangul II (municipii de importanță interjudețeană, județeană sau cu rol de echilibru în rețeaua de localități, cf. Legii Nr. 351/2001) (Articolul 10). Tot atunci au fost definite pentru prima dată centurile verzi (în Anexa 1): „*zona delimitată în jurul Capitalei României și al municipiilor de rangul I și II, în vederea protejării elementelor cadrului natural, a prevenirii extinderii necontrolate a acestor municipii și a asigurării spațiilor suplimentare de agrement și recreere*”. Se observă că legea se referă la necesitatea înființării centurilor verzi în jurul municipiilor, nu și al orașelor (care sunt de rang III conform acestei legi).

Politica urbană a României prevede, printre altele, întărirea infrastructurii verzi-albastre pentru limitarea și adaptarea la hazardele urbane (pentru a avea orașe inteligente din punct de vedere climatic). Pentru aceasta, o necesitate este realizarea de perdele verzi

care să minimizeze impactul negativ al transportului. De asemenea, infrastructura verde trebuie utilizată și la amenajarea complexă a bazinelor hidrografice, pentru reducerea impactului schimbărilor climatice și pentru adaptarea la acestea, pentru prevenirea și gestionarea riscurilor.

Planificarea spațială trebuie să țină seama de conectivitatea ecologică, de rețele și coridoare ecologice care pot asigura mișcarea în teritoriu a diferitelor specii de animale sălbatice (Tache *et al.*, 2020 a; Tache *et al.*, 2020 b). Ca și în cazul celorlalte tipuri de infrastructuri, planurile de urbanism trebuie să țină cont de actorii locali pentru a preîntâmpina conflictele care pot apărea, de natură ecologică pe de o parte, și de dezvoltare, pe de altă parte (Popescu, 2021). Este necesară implicarea tuturor membrilor comunității în procesul decizional privind zonele verzi (Popescu și Petrișor, 2021 c).

Studiul ce urmează se referă la oportunitatea înființării unei centuri verzi-albastre la nivelul zonei metropolitane Râmnicu Vâlcea. Cercetarea are loc în cadrul proiectului-nucleu PN 23 35 06 01 având titlul „Sistem integrat informatico-urbanistic de evaluare a infrastructurii verzi-albastre la nivelul municipiilor și orașelor din România în vederea implementării în planurile de dezvoltare urbanistică (PUG-uri). Studiu de caz: Municipiul Râmnicu Vâlcea”.

*Strategia integrată de dezvoltare urbană a municipiului Râmnicu Vâlcea pentru perioada 2021-2027* (Primăria municipiului Râmnicu Vâlcea, 2022) prevede ca orașul să se dezvolte în jurul unei rețele de coridoare verzi-albastre care converg către râurile Olt și Olănești. Unul din obiectivele *Planului Urbanistic General (reactualizat)* al municipiului Râmnicu Vâlcea este crearea unui sistem de spații verzi (minim 26 mp/locuitor). Pentru aceasta, printre măsurile din PUG menționăm amenajarea de noi spații verzi și protejarea celor existente, inclusiv în cartierele rezidențiale și asigurarea zonelor verzi de

protecție a cursurilor de ape pentru râurile Olt și Olănești. Malurile / digurile acestor 2 râuri (inclusiv cele ale lacurilor de acumulare de pe Olt) nu sunt amenajate în scop de relaxare/promenadă/practicare a sporturilor în aer liber decât pe segmente foarte reduse, însă ar putea fi integrate cu succes în coridoare verzi-albastre. De altfel, dezvoltarea unei rețele de coridoare verzi-albastre este o prioritate a dezvoltării municipiului (P.3.1.), realizată prin măsurile M.3.1.1. *Amenajarea de noi spații verzi, inclusiv prin reconversia unor terenuri degradate sau subutilizate*, și M.3.1.2. *Modernizarea spațiilor verzi*. Sursa de finanțare a acestui obiectiv este multiplă: POR 2021-2027, bugetul de stat și cel local.

În portofoliul de proiecte al municipiului se găsește și realizarea de perdele verzi care să minimizeze impactul negativ al transportului asupra mediului – plantarea de arbori în aliniament cu arterele de circulație rutiere și feroviare, cu rol de bariere naturale (5000000 lei, finanțare POR 2021-2027, PNRR, Bugetul local și alte surse). Proiectul este prevăzut a se realiza în perioada 2023-2027.

În ceea ce privește creșterea suprafeței medii a spațiilor verzi/locuitor, dacă pentru anul 2024 ținta Strategiei integrate de dezvoltare urbană a municipiului Râmnicu Vâlcea este de 25 mp/locuitor, în 2029 această valoare ar urma să crească la 30 mp/locuitor.

## *2. Serviciile ecosistemice culturale pe care le oferă infrastructura verde urbană grupurilor vulnerabile*

Este cunoscut faptul că mai mult de jumătate din populația lumii trăiește în mediul urban, iar până în 2050 procentul populației urbane va crește până la 66% (Kano *et al.*, 2018). Dar ceea ce observă este o evidentă tendință de îmbătrânire a populației și de aceea se pune întrebarea cum ar trebui să arate un oraș în acest caz, pentru a fi cât mai aproape de persoanele în vârstă, considerate a fi vulnerabile. Organizația Mondială a Sănătății

(OMS) definește un oraș prietenos cu vârsta „Age-friendly City” ca fiind un mediu comunitar incluziv și accesibil, care optimizează oportunitățile de sănătate, participare și securitate, astfel încât calitatea vieții și demnitatea să fie asigurate pe măsură ce oamenii îmbătrânesc (WHO 2007).

Un oraș prietenos cu vârstele necesită îndeplinirea unor cerințe din domenii diferite. În Fig. 1 se observă domeniile tematice care ar trebui să fie luate în considerare. Acestea sunt:

1. Transportul, care trebuie să fie accesibil, inclusiv ca preț, și care să permită persoanelor în vârstă să se deplaseze în oraș, încurajând astfel o îmbătrânire activă.
2. Locuirea, esențială pentru siguranța persoanelor în vârstă, și care să permită accesul la serviciile sociale.
3. Participarea socială și sprijinul social (în strânsă legătură cu sănătatea și și bunăstarea locuitorilor săi vârstnici), care să permită participarea la activități sociale, culturale, de relaxare, spirituale și exercitarea în continuare a competențelor celor vârstnici.
4. Respectul și incluziunea socială (schimbarea societății și a normelor sale și îmbunătățirea contactului între generații), pentru a îmbunătăți incluziunea persoanelor în vârstă

și participarea la viața socială, civică și economică a societății.

5. Participarea civică și angajarea (continuarea activităților și după pensionare sub diferite forme de muncă). Un oraș prietenos cu vârstele trebuie să ofere opțiuni persoanelor în vârstă pentru a continua să își aducă contribuția în comunitățile lor.

6. Comunicarea și informarea (existența unor informații suficiente pentru oamenii în vârstă), instrumente valoroase pentru evitarea excluderii sociale.

7. Sprijinul comunitar și serviciile de sănătate (un cost adecvat pentru îngrijirea sănătății și sprijin acordat celor în vârstă), și

8. Spațiile din aer liber și din clădiri. Mediul natural și clădirile publice au un impact major asupra mobilității, independenței și calității vieții persoanelor în vârstă. Din acest punct de vedere, într-un astfel de oraș trebuie să se asigure elementele unui oraș prietenos cu vârsta prezentate în Tabelul 1.

Pentru a se minimiza riscurile asociate cu îmbătrânirea populației, trebuie încurajat un stil de viață sănătos precum și planificarea / evaluarea unor politici care să asigure accesibilitatea la serviciile de bază, iar din acest punct de vedere este necesară o bună accesibilitate la spațiul verde.

Tabelul 1. Abordări tematice legate de infrastructura verde urbană.

1	<i>Un mediu înconjurător plăcut și curat, fără zgomote și mirosuri neplăcute. Frumusețile locurilor naturale care înconjoară un oraș reprezintă avantaje.</i>
2	<i>Spații verzi bine întreținute, cu adăposturi, facilități, toalete și scaune ușor de accesat, cu alei pietonale libere.</i>
3	<i>Locuri de relaxare și odihnă, importante pentru oamenii în vârstă.</i>
4	<i>Pavaje prietenoase cu vârsta, importante pentru a se putea face plimbări. Deseori ele sunt menționate ca fiind o problemă.</i>
5	<i>Traversări sigure pentru pietoni.</i>
6	<i>Accesibilitatea.</i>
7	<i>Zonele pietonale și piste de bicicliști (care pot fi periculoase pentru persoanele în vârstă)</i>
8	<i>Clădirile prietenoase cu vârsta. Ele trebuie să aibă lifturi, scări rulante, rampe, uși de acces și pasaje largi, scări adecvate, podele care să nu alunece, zone de odihnă confortabile, toalete publice cu acces pentru persoanele cu handicap.</i>
9	<i>Toalete publice adecvate, curate.</i>
10	<i>Siguranța publică în toate spațiile deschise și clădirile, străzi luminate, patrulare de poliție.</i>
11	<i>Servicii în apropierea casei celor în vârstă, ușor de accesat.</i>



Fig. 1. Domeniile tematice ale orașului prietenos cu vârsta (Sursa: WHO 2007).

### 3. Indicatori de evaluare a echității sociale privind serviciile ecosistemice culturale pe care le oferă infrastructura verde urbană grupurilor vulnerabile (copii și persoane vârstnice)

Printre serviciile ecosistemice pe care le oferă ecosistemele naturale și semi-naturale se numără și cele culturale, oferite de valoarea estetică a peisajelor care văzute ca spații de recreere. Studiile care s-au aplecat asupra accesibilității grupurilor vulnerabile la serviciile ecosistemice culturale oferite de infrastructura verde urbană s-au folosit de indicatori privind relația dintre suprafața de spațiu verde și populația pe diferite grupe de vârstă. Am folosit în lucrarea de față indicatorii care ni s-au părut cei mai relevanți pentru evaluarea echității sociale în ceea ce privește serviciile ecosistemice culturale generate de infrastructura verde urbană pentru grupurile vulnerabile (copii și persoane vârstnice), și anume:

#### A. Indicatori de cerere de spațiu verde

A.1. Procentul de populație sub 19 ani în populația totală la nivel urban.

Planificarea infrastructurii verzi urbane trebuie să țină cont că în ultimii ani tendințele demografice s-au schimbat, fiind nevoie de o protecție socială mai puternică. În ceea ce privește populația sub 19 ani, accesul la serviciile

oferite de infrastructura verde este crucial, și deseori se întâmplă ca deși să existe suficient de multe oferte de calitate, accesul să fie limitat de diferiți factori economici sau sociali. Este nevoie de legislație și politici care să asigure echitatea și nediscriminarea față de copii și familiile lor (UNICEF 2012) inclusiv privind accesul la serviciile oferite de infrastructura verde urbană. Aceste acțiuni se înscriu în cadrul Agendei 2030 pentru dezvoltare durabilă, la Obiectivul 11 - orașe și așezări umane mai incluzive, sigure, rezistente și durabile, sub-obiectivul 11.7 care prevede ca până în 2030, trebuie să se asigure „accesul universal la spații verzi și publice sigure, incluzive și accesibile, în special pentru femei și copii, persoanele în vârstă și persoanele cu dizabilități” (United Nations 2015). Aceste obiective se adaugă altora privind asigurarea unei vieți sănătoase și promovarea bunăstării pentru toți la toate vârstele (Obiectivul 3) și realizarea egalității de gen (Obiectivul 5). Deconectarea copiilor de la natură are efecte negative asupra dezvoltării lor (Mustapa *et al.*, 2015).

A.2. Procentul populației de peste 65 de ani din populația totală

Pentru a fi sustenabile, orașele trebuie să asigure structurile și serviciile care să susțină bunăstarea persoanelor în vârstă (a se vedea și Tabelul 1).

Alături de urbanizare, îmbătrânirea populației la nivel global este un fenomen observat de mai mult timp. Un oraș care să fie prietenos cu vârstele trebuie să optimizeze oportunitățile de sănătate, participare și securitate a persoanelor în vârstă și celor cu diferite nevoi, prin adaptarea structurilor și serviciilor pentru a deveni accesibile și incluzive (World Health Organization 2007).

Mediul exterior și clădirile publice au un impact major asupra mobilității, independenței și calității vieții persoanelor în vârstă, care apreciază un mediu liniștit și curat. Orașele mari și aglomerate sunt mai greu accesibile persoanelor în vârstă. Urbaniștii și arhitecții trebuie să planifice astfel orașul încât să se adreseze și oamenilor în vârstă.

Deși spațiile verzi sunt trăsătura cea mai importantă a unui oraș prietenos cu vârsta, de multe ori acestea nu pot fi utilizate de persoanele în vârstă. Uneori parcurile sunt prost întreținute devenind adevărate gropi de gunoi, altele le lipsesc facilitățile – persoanele în vârstă nu găsesc bănci sau locuri în care se pot relaxa după o plimbare prin parc – sau nu oferă siguranță fie față de oameni (iluminat insuficient sau zone de violență, crime, droguri, persoane fără adăpost), fie față de condițiile atmosferice. Altele aleile și piste pentru biciclete pot și ele deveni o problemă pentru persoanele vârstnice, iar pavajele și trotuarele prea înguste sau înalte, crăpate sau aglomerate pot afecta siguranța acestora. Traficul rutier intens, cu mașini care circulă cu viteză mare reprezintă bariere în deplasarea persoanelor în vârstă, uneori acestea având nevoia să fieacompaniate.

Pentru ocolirea acestor probleme, există soluții de siguranță, precum grădinile speciale sau spațiile verzi marginale și de dimensiuni mai mici decât cele aglomerate folosite de prea multe categorii de vârste și în care desfășoară activități sportive, treceri de

pietoni sigure, semaforizate, cu timp îndelungat de așteptare pentru pietoni.

A.3. Îmbătrânirea populației – tendința populației de peste 65 de ani în ultimii 20 de ani

Îmbătrânirea populației se petrece la nivel global. Conform unor previziuni, până în 2050, pentru prima oară în istoria omenirii, vor fi mai multe persoane în vârstă de peste 60 de ani decât copii (0-14 ani) (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2006). Un studiu mai recent (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2020) arată că și procentul populației în vârstă de 80 de ani și peste, raportat la populația totală continuă să crească (mai rapid în Asia de Sud și Sud-Est).

Pentru a da câteva cifre, dacă în 2019 erau 703 milioane persoane în vârstă de 65 ani și peste, până în 2050 acest număr se va dubla, ajungând la mai mult decât 1,5 miliarde iar acest lucru se va petrece în toate regiunile lumii. În Europa și nordul Americii această creștere se așteaptă a fi ceva mai mică (cu 48%), deoarece aici există deja o populație mult mai îmbătrânită decât în alte părți ale lumii. În ceea ce privește populația de peste 80 de ani, aceasta s-a triplat între 1990 și 2019 (când se înregistrau 143 milioane), fiind preconizat a se tripla încă o dată până în 2050.

Ceea ce se observă este că volumul populației în vârstă de 80 de ani și peste crește mai repede decât al populației de 65 ani și peste.

Țările în curs de dezvoltare îmbătrânesc într-un ritm mult mai rapid decât țările dezvoltate. Studiile (United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2020 a) arată că dacă în 2005 un procent de 60% din populațiile în vârstă, la nivel global, locuiau în țări în curs de dezvoltare, în 2050 acest procent va crește la peste 80%.

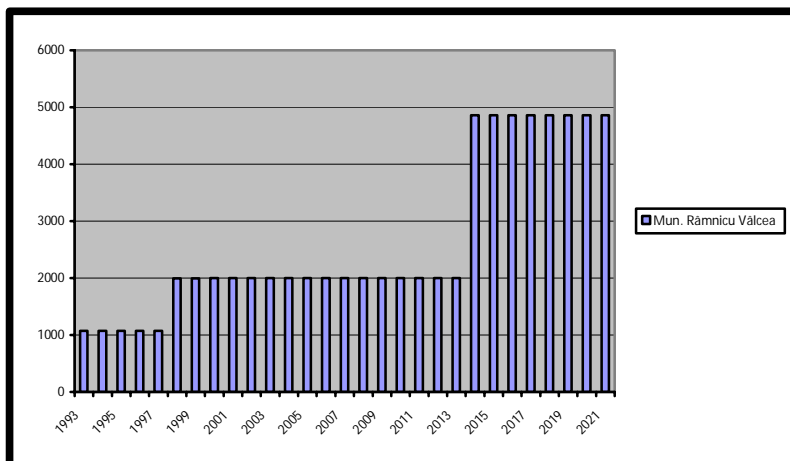


Fig. 2. Suprafața de intravilan a municipiului Râmnicu Vâlcea în perioada 1993-2021.

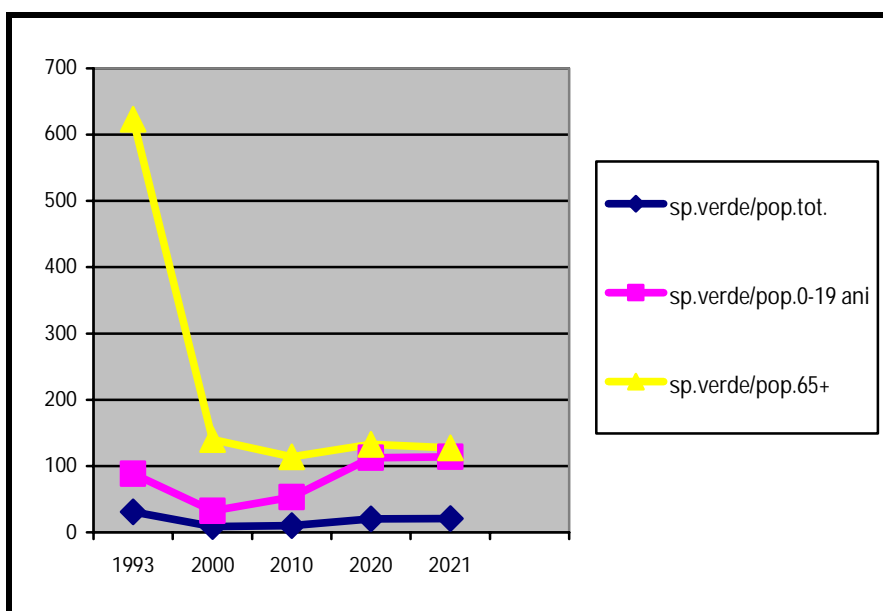


Fig. 3. Suprafața de spațiu verde raportat la populația totală, la populația tânără și la populația vârstnică în municipiul Râmnicu Vâlcea în perioada 1993-2021 (mp/loc).

Tabelul 2. Suprafața spațiilor verzi raportată la populația totală, la populația tânără și la populația vârstnică în municipiul Râmnicu Vâlcea în perioada 1993-2021.

Mun. Râmnicu Vâlcea	Suprafață spații verzi (mp)/locuitor				Supr. spații verzi (mp) din intravilanul urban raportată la pop. tânără (0-19 ani)				Supr. spații verzi (mp) din intravilanul urban raportată la pop. vârstnică (65+ ani)			
	1993	2000	2010	2021	1993	2000	2010	2021	1993	2000	2010	2021
	30,7	8,7	9,9	20,6	88,3	32,2	53,0	114,1	623,4	140,2	113,7	127,4

Tabelul 3. Situri de importanță culturală și naturală în municipiul Râmnicu Vâlcea – (număr/ha).

Mun. Râmnicu Vâlcea	Suprafață intravilan (ha, 2020)	Nr. situri naturale	Nr. situri naturale/supraf. intravilan	Nr. situri culturale	Nr. situri culturale/supraf. intravilan	Total nr. situri	Total nr. situri/suprafață intravilan
	4860	2	0,0004	89	0,018	91	0,018

## B. Indicatori de ofertă de spațiu verde

### B1. Suprafața de spațiu verde raportată la diferite categorii de populație (mp/locuitor)

Cercetările (Badiu et. al., 2016) au arătat că indicatorul cel mai utilizat pentru evaluarea infrastructurii verzi este *suprafața de spațiu verde urban per locuitor*, care ar trebui să fie de 26 mp per locuitor la nivel urban.

### B2. Situri de importanță culturală sau naturală – numărul lor pe unitatea de suprafață.

Este un indicator privind interacțiunile fizice și intelectuale cu ecosistemele și peisajele (Maes et al., 2016), unde siturile de importanță culturală și naturală sunt definite conform Convenției UNESCO din 1972 privind protecția patrimoniului mondial, cultural și natural (Guvernul României 1990).

## 4. Sursa datelor

Rezultatele pe care le-am obținut calculând acești indicatori pentru municipiul Râmnicu Vâlcea și celelalte municipii de gradul I din România au avut următoarele surse de date:

- Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul (Parlamentul României 2001).
- Baza de date Tempo online, INSSE – a fost utilizată pentru calculul indicatorilor de cerere și de ofertă. De aici am folosit următorii indicatori:
  - Populația după domiciliu la 1 ianuarie pe grupe de vârstă și vârste, sexe, județe și localități
  - Suprafața spațiilor verzi din intravilan (ha).
  - Suprafața de intravilan (ha)
- Pentru calculul *numărului siturilor de importanță naturală sau culturală pe unitatea de suprafață* (un alt indicator de ofertă important care poate cuantifica interacțiunile fizice și intelectuale cu ecosistemele și peisajele), am considerat:

- Siturile de importanță naturală și culturală conform Legii nr. 5/2000 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a III-a Zone Protejate. În sensul legii, unde „zonele protejate sunt zonele naturale sau construite, delimitate geografic sau/și topografic, care cuprind valori de patrimoniu natural și/sau cultural” (Parlamentul României, 2000)
- HG nr. 1284/2007 (actualizată) privind declararea ariilor de protecție specială avifaunistică ca parte integrantă a rețelei Natura 2000 în România (Guvernul României, 2007).
- Ordin (OM) nr. 1964/2007 privind instituirea regimului de arie naturală protejată a siturilor de importanță comunitară, ca parte integrantă a rețelei ecologice Natura 2000 în România (Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile, 2008).
- Lista Monumentelor Istorice din România (actualizată 2015) (Ministerul Culturii și Cultelor, 2004).

## 5. Rezultate și discuții

Accesul la serviciile oferite de infrastructura verde urbană este crucial atât pentru persoanele tinere (0-18 ani) cât și cele vârstnice (65 ani și peste).

Analiza cererii și ofertei de infrastructură verde urbană în rândul persoanelor tinere și al celor în vârstă, la nivelul municipiului Râmnicu Vâlcea (inclusiv comparativ cu alte 12 localități urbane de rangul I și cu municipiul București) permite evaluarea echității sociale în ceea ce privește serviciile ecosistemice culturale generate de infrastructura verde urbană, deoarece cunoașterea tendințelor demografice generale și a celor specifice fiecărei localități constituie premisele unei planificări corecte a infrastructurii verzi urbane.

## Indicatori de cerere

În municipiul Râmnicu Vâlcea procentul populației tinere în populația totală a scăzut de la 35,4% în 1992 la 27,1% în 2000 și la 18,1% în 2010, procent care a rămas constant până în 2022. Trendul descrescător este similar majorității localităților de rang I pe care le-am analizat (municipii reședință de județ). Valorile sunt ceva mai mari decât cele la nivel de județ și mai mari sau apropiate cu cele de la nivel național.

Populația de 65 ani și peste a crescut constant din anul 1992, ca și cea de 85 ani și peste (aceasta din urmă mai rapid chiar). Raportat la populația totală, procentul celor vârstnici a crescut constant, de la 4,8% în 1992 la 6,2% în 2000, 8,7% în 2010, 15,3% în 2020 și 16,9% în 2022. În perioada 1992-2022 numărul populației de peste 65 de ani a crescut în municipiul Râmnicu Vâlcea de 3,6 ori, mult mai mult decât la nivel de județ (unde a crescut de 1,6 ori) și de țară (aici a crescut doar de 0,9 ori). În aceeași perioadă numărul persoanelor de peste 80 de ani a crescut de 3,8 ori în municipiul Râmnicu Vâlcea, mai mult decât la nivel de județ (de 2,9 ori) și de țară (de 2 ori), ceea ce denotă un proces mai accentuat de îmbătrânire în acest municipiu. Acest lucru denotă că orașul are nevoie de spațiu verde pentru ca aceste categorii vulnerabile să poată beneficia de avantajele oferite de spațiul verde urban – parcuri, locuri de joacă, spații de relaxare și plimbare.

## Indicatori de ofertă

Suprafața de intravilan în municipiul Râmnicu Vâlcea a înregistrat o evoluție crescătoare (Fig. 2). Astfel, în perioada 1993-1997 în municipiu datele statistice arată că avea o suprafață de 1074 ha. Începând cu 1998 intravilanul cunoaște o creștere bruscă (cu aproape 86%), ajungând la 1995 ha și apoi 2000 ha până în anul 2013. În anul 2013 se produce din nou o mărire a suprafeței de intravilan, de data aceasta de 2,4 ori, ajungând la 4860 ha, valoare care se

păstrează până în 2021. Între 2011 și 2021, în 10 ani, suprafața de intravilan a municipiului Râmnicu Vâlcea a crescut cu 243%.

În ceea ce privește indicatorul de ofertă *Suprafața de spațiu verde raportată la (diferite categorii de) populație*, se observă din Tabelul 2 și Fig. 3 că valorile sunt extrem de mici, acest lucru fiind cauzat și de suprafața mică de spațiu verde din intravilanul municipiului. Raportat la numărul total de locuitori rezultă o suprafață de spațiu verde mult sub limita minimă recomandată de 26 mp/locuitor (20,6 mp/locuitor în 2021).

Referitor la suprafața de spațiu verde raportată la cele 2 categorii de populație vulnerabilă, se observă că populația vârstnică din municipiu a avut la dispoziție un spațiu verde în scădere între 1993 și 2000, dar apoi a rămas oarecum constant, în timp ce populația tânără a avut la dispoziție suprafețe de spațiu verde în ușoară creștere (lucru explicat mai mult prin scăderea volumului populației tinere). În ultimii 2 ani (2020 și 2021) cele 2 categorii de populație vulnerabilă au avut la dispoziție suprafețe asemănătoare de spațiu verde.

Raportat la populația vulnerabilă, aceasta beneficiază de spațiu verde cu valori mai ridicate decât valorile de spațiu verde raportat la populația totală. Și în cazul municipiului Râmnicu Vâlcea se observă tendința de creștere a suprafeței de spațiu verde ce revine populației tinere (din anul 2000), lucru datorat în special scăderii numerice a acestei categorii de populație. Spațiul verde disponibil populației vârstnice a înregistrat scădere până în 2010, crescând apoi și apropiindu-se ca valori de cele ce revin populației tinere.

Pentru celălalt indicator de ofertă - *numărul siturilor de importanță culturală și naturală* – situația în municipiul Râmnicu Vâlcea este următoarea:

- Siturile de importanță naturală și culturală: conform Legii nr. 5/2000

privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a III-a Zone Protejate, municipiul Râmnicu Vâlcea figurează cu 1 sit natural: Piramidele din Valea Stăncioiului (rezervații și monumente ale naturii) ce acoperă 12% din suprafața municipiului.

- Conform HG nr. 1284/2007, pe teritoriul municipiului Râmnicu Vâlcea se află situl Natura 2000 (SPA) ROSPA0106 Valea Oltului Inferior, Râmnicu Vâlcea (ce acoperă suprafața municipiului 6%).
- Conform OM nr. 1964/2007, pe teritoriul municipiului Râmnicu Vâlcea nu se află nici un sit de importanță comunitară.
- Conform Listei Monumentelor Istorice din România (actualizată 2015): există 89 situri de importanță culturală.

Astfel, municipiul Râmnicu Vâlcea deține un total de 91 de situri, revenind 0,018 situri / hectar de intravilan (Tabelul 3).

#### *5.1. Indicatori de cerere și de ofertă a spațiului verde în municipiul Râmnicu Vâlcea comparativ municipiile de rang 0 și 1 din România*

O analiză a valorilor indicatorilor de cerere și ofertă a spațiului verde în municipiul Râmnicu Vâlcea comparativ cu celelalte municipii de rang I din România (în jurul cărora, conform legii, se pot înființa centuri verzi) se observă că pe primele locuri în ceea ce privește suprafața de spațiu verde raportată la populația totală, populația tânără și cea vârstnică se situează municipiile Craiova și Galați. Acestea dețin peste 30 mp de suprafață verde /locuitor, precum și cele mai mari suprafețe de spațiu verde raportate la cele 2 categorii de populație vulnerabilă. Sunt urmate de municipiile Oradea și Bacău, care dețin și ele între 27 și 28 mp de suprafață de spațiu verde per locuitor urban. Toate celelalte municipii analizate dețin sub 26 mp/locuitor, adică sunt sub media europeană (Tabelul 4).

Observăm din Tabelul 4 că municipiul Râmnicu Vâlcea se situează la jumătatea clasamentului, cu 20,4 mp de spațiu verde/locuitor și aceeași situație se păstrează și la ceilalți indicatori. Pentru toate 3 categoriile de populație, pe ultimele 2 locuri avem municipiile Ploiești și Brașov, care dețin cel mai puțin spațiu verde atât per locuitor cât și raportat la populația tânără și vârstnică.

#### *6. Concluzii*

Deoarece în România numărul populației vârstnice a crescut rapid în ultimii 30 de ani, pentru a se minimiza riscurile asociate cu îmbătrânirea populației, trebuie încurajat un stil de viață sănătos prin planificarea și evaluarea politicilor pentru a se asigura accesibilitatea la serviciile de bază, iar din acest punct de vedere o bună accesibilitate la spațiul verde reprezintă o necesitate.

În România din păcate suprafețele de spații verzi din mediul urban sunt departe de a fi suficiente. Deși în urbanul județului Vâlcea există o valoare acceptabilă a spațiului verde ce revine unui locuitor (26 mp/locuitor), totuși municipiul Râmnicu Vâlcea are un deficit de spațiu verde pe locuitor (abia atinge 20 mp/locuitor). Deoarece aici populația de 65 ani și peste a crescut constant în perioada 1992-2022 (de 3,6 ori), ca și cea de 85 ani și peste (de 3,8 ori), municipiul Râmnicu Vâlcea are nevoie de spațiu verde suficient pentru ca această categorie vulnerabilă să poată beneficia de avantajele oferite de spațiul verde urban – parcuri, locuri de joacă, spații de relaxare și plimbare.

Beneficiile de mediu oferite de o centură verde planificată în jurul municipiului Râmnicu Vâlcea, care să treacă prin localitățile periferice aparținând zonei metropolitane, sunt multiple, putând juca un rol important și la adaptarea la schimbările climatice și îmbunătățirea vieții locuitorilor. O astfel de centură verde poate absorbi gazele nocive,

reduce poluarea aerului și chiar să păstreze identitatea culturală a zonelor urbane și suburbane din jurul municipiului Râmnicu Vâlcea prin menținerea unicității peisajului.

Studiul de față contribuie la identificarea zonelor unde se poate implementa conceptul de infrastructură verde sub formă de coridoare verzi, pene verzi sau centuri verzi în jurul municipiului Râmnicu Vâlcea.

## 6. Mulțumiri

Studiul de față a fost elaborat în cadrul proiectului PN 23 35 06 01 „Sistem integrat informatico-urbanistic de evaluare a infrastructurii verzi-albastre la nivelul municipiilor și orașelor din România în vederea implementării în planurile de dezvoltare urbanistică (PUG-uri). Studiu de caz: Municipiul Râmnicu Vâlcea”, finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării în cadrul Programului Nucleu ECODIGICONS și derulat de INCDC URBAN-INCERC sucursala URBANPROIECT în perioada 2022-2026.

## BIBLIOGRAFIE

- Amati M., Taylor L. (2010), *From green belts to green infrastructure*, Planning Practice & Research 25(2):143-155.
- Badiu D. L., Iojă C. I., Pătroescu M., Breuste J., Armnann M., Niță M. R., Grădinaru S. R., Hossu C. A., Onose D. A. (2016), *Is urban green space per capita a valuable target to achieve cities' sustainability goals? Romanian as a case study*, Ecological Indicators 70:53-66.
- Cristea M., Mare C., Moldovan C., China A., Farole T., Vințan A., Park J., Garrett K. P., Ionescu-Heroiu M. (2017), *Orașe-magnet: Migrație și navetism în România* [in Romanian], Banca Internațională pentru Reconstrucție și Dezvoltare, Washington, DC, SUA.
- The Government of Romania (1990), *Convention of 16 November 1972 concerning the protection of the world cultural and natural heritage* [in Romanian], Official Gazette 46.
- The Government of Romania (2007), *The Government's Decision no. 1284 of October 24, 2007 regarding the declaration of avifaunistic special protection areas as an integral part of the European Natura 2000 ecological network in Romania* [in Romanian], Official Gazette 739.
- Kano M., Rosenberg, P. E., Dalton, S. D. (2018), *A global pilot study of age-friendly city indicators*, Social Indicators Research, 138(3):1205-27.
- Maes J., Zulian G., Thijssen M., Castell C., Baro F., Ferreira A., Melo J., Garret C., David N., Alzetta C., Geneletti D., Cortinovis C., Zwierzchowska I., Louro Alves F., Souto Cruz C., Blasi C., Alós Ortí M., Attore F., Azella M., Caportorti G., Copiz R., Fusaro L., Manes F., Marando F., Marchetti M., Mollo B., Salvatori E., Zavattero L., Zingari P., Giarratano M., Bianchi E., Duprè E., Barton D., Stange E., Perez-Soba M., Van Eupen M., Verweij P., De Vries A., Kruse H., Polce C., Cugny-Seguin M., Erhard M., Nicolau R., Fonseca A., Fritz M., Teller A. (2016), *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services – Urban Ecosystems*, 4h Report, Final May 2016, Publication Office of the European Union, JRC101639, Luxemburg, Luxemburg.
- Ministry of Culture and Cults (2004), *Order no. 2314 of July 8, 2004 on the approval of the updated List of historical monuments and the List of disappeared historical monuments* [in Romanian], Official Gazette 646.
- Ministry of Environment and Sustainable Development (2007), *Order no. 1964 of December 13, 2007 regarding the establishment of the protected natural area regime of sites of community importance, as an integral part of the European ecological network Natura 2000 in Romania* [in Romanian], Official Gazette 98.
- Mustapa N. D., Maliki, N. Z., Hamzah, A. (2015), *Repositioning children's developmental needs in space planning: A review of connection to nature*, Procedia-Social and Behavioral Sciences 170:330-339.
- National Institute of Statistics (2024), *Tempo online database*, <http://statistici.insse.ro:8077/tempo-online/>

- The Parliament of Romania (2000), *Law no. 5 of March 6, 2000 on the approval of the National Spatial Plan – Section III – Protected areas* [in Romanian], Official Gazette 152.
- The Parliament of Romania (2001), *Law no. 350 of June 6, 2001 on spatial planning and urban planning* [in Romanian], Official Gazette 373.
- The Parliament of Romania (2001 a), *Law no. 351 of July 6, 2001 on the approval of the National Spatial Plan – Section IV – the network of settlements* [in Romanian], Official Gazette 408.
- Popescu O.-C. (2021), *Implicare și participare în planificarea infrastructurilor verzi*, Lucrările conferinței de cercetare în construcții economia construcțiilor, urbanism și amenajarea teritoriului 20:55-66.
- Popescu O.-C., Petrișor A.-I. (2021 a), *Planning green infrastructure in EU and Romania: a comparative analysis of legislation*, The 16th edition of Present Environment and Sustainable Development International Symposium. Book of abstracts, Iași, România, pag. 19-20.
- Popescu O.-C., Petrișor A.-I. (2021 b). *Green Infrastructure and Spatial Planning: A legal framework*, Oltenia – Studii și comunicări științele naturii (Oltenia Journal for Studies in Natural Sciences), 37(1):217-24.
- Popescu O. -C., Petrișor, A.-I. (2021 c), *Digital communication tools used in urban green infrastructure planning and governance” / „Instrumente digitale de comunicare utilizate în planificarea și guvernarea infrastructurii verzi urbane”*, Conferința de cercetare în construcții, economia construcțiilor, urbanism și amenajarea teritoriului. Rezumate ale lucrărilor 20:15-16/65-66.
- Primăria municipiului Râmnicu Vâlcea (2022), *Strategia integrată de dezvoltare urbană a municipiului Râmnicu Vâlcea pentru perioada 2021-2027*, proiect co-finanțat din Fondul Social European prin POCA 2014-2020.
- Tache A.-V., Popescu O.-C., Petrișor A.-I. (2020 a), *Ecological networks: A spatial planning concern in Romania*, Lucrările Seminarului Geografic Internațional „Dimitrie Cantemir, Iași, România, pag. 15-16.
- Tache A.-V., Popescu O.-C., Ivana, C. (2020 b), *A method of ensuring ecological connectivity in the Romanian Carpathian Mountains in the context of spatial planning*, Proceedings of the 12-th Edition of EUROINVENT – European Exhibition of Creativity and Innovation, editor A. V. Sandu, Iași, România, pag. 427-28.
- UNICEF (2012), *Integrated Social Protection Systems. Enhancing Equity for Children. UNICEF Social Protection Strategic Framework*, New York, SUA.
- United Nations (2015), *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, General Assembly Resolution A/RES/70/1.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2006), *Population Ageing*, New York, SUA.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2020), *World Population Ageing 2019*, ST/ESA/SER.A/444.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2020 a), *World Population Ageing 2020 Highlights: Living arrangements of older persons*, ST/ESA/SER.A/451.
- Wang R., Wang F. (2023), *Research and Experience Reference on London's Response to Climate Change in the Twenty-first Century*, Journal of Geographical Research 6(1): 54-68.
- World Bank (2023), *Romania - Diagnostic Sistematic de Țară Actualizat (Romanian)*, Washington, D.C, World Bank Group.
- World Health Organization (2007), *Global Age-friendly cities: A Guide*, Geneva, Elveția.

# INTELLIGENT DESIGN STRATEGIES FOR UNIVERSITY BUILDINGS: IMPLEMENTING GREEN ARCHITECTURAL INNOVATIONS

Marwah AL-HELLI

Arch., doctoral student at the Doctoral School of  
Architecture "Ion Mincu" University of Architecture and  
Urbanism, e-mail: marwaalhelly2012@gmail.com

## Abstract

*This study explores the application of systems thinking in green architecture across two leading universities in arid climates: King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) and the American University in Cairo (AUC). Employing a comparative case study methodology, this research delves into the integration of sustainability strategies at multiple levels: individual components, building systems, and broader community and ecosystem interactions. Both universities exhibit robust approaches to material selection, employing advanced, reflective, and locally sourced materials to enhance energy efficiency and reduce environmental impact. Innovations in building design demonstrate significant energy savings through strategic use of natural lighting and state-of-the-art HVAC systems, tailored to the unique desert conditions of each location. Water management and waste reduction strategies reflect a deep commitment to sustainability, featuring advanced recycling systems and designs that support easy material recovery and reuse. The comparative analysis highlights how each university's adoption of local practices and technologies not only minimizes their environmental footprint but also embeds sustainability into the educational culture, influencing faculty and student practices. This research underscores the potential for scalable and*

*adaptable green architecture strategies in similar environmental conditions, offering valuable insights for global applications in sustainable campus design.*

*Key words. green buildings, systems thinking, university buildings.*

## 1. Context

Integration of green architecture with sustainable environmental design has become imperative for every society in order to address environmental challenges arising from fast urbanization and more so for hot climates (McLennan, 2004; UNEP, 2003). From just one more ecologic novelty, green architecture has grown into one of the serious disciplines within the area of architectural design that responds to a whole array of environmental, social, and economic challenges. A core idea in this model is that of system thinking, which views buildings as not standing alone but rather as part of a larger networked ecosystem (Marcos *et al.*, 2022). Systems thinking in green architecture is structured into three axes in order to enhance sustainability in building practices (Fig. 1) (Kibert, 2022):

- Individual Building Components: This area of interest investigates the comprehension and optimization of each building element, like materials, energy, water systems, or even waste management, with sustainability in mind.
- Building as a System: Views the building as an entity by itself, where it ensures all the subsystems, including HVAC and electrical systems, have the ability to work in harmony among them.
- Community and Ecosystem Level: Expands the perspective to include the interaction of the building with its broader environmental, economic, and social context, promoting wider ecological and community integration.

This study investigates the application of systems thinking in green architecture at

King Abdullah University of Science and Technology (KAUST), and The American University in Cairo (AUC), focusing on their innovative approaches to sustainability within arid climates. Opened in 2009 and stretched along the Red Sea coast, KAUST, which encompasses 36 square kilometers in Saudi Arabia, is built in an extreme desert climate and developed by HOK (Fig. 2) (HOK, 2009). On the other hand, the New Campus in Cairo, which was re-established in 2008, is set at 1.0522 square kilometers and integrates modern facilities of education within the traditional Egyptian architectural elements guided by Sasaki Associates (Fig. 3) (Sasaki, 2008). Both institutions are devoted to reducing their environmental impact with an educational framework that increases the sustainability literacy of the community through its sustainability practices. Indeed, while the understanding of systems thinking in green architecture is increasingly appreciated empirically, the little effective practice in hot climates is still present so far. This paper aims to fill this gap by examining how KAUST and AUC systematically think toward the sustainable outcome of reduced energy consumption, efficient water usage, and effective waste management. This will, in turn, highlight exactly where similar strategies can be repeated across the globe.

## 2. Materials and methods

The study uses a qualitative case study as the research method in order to focus on the application of systems thinking in green architecture at and American University in Cairo (AUC).

This choice of universities is informed by advanced sustainable infrastructures that seem to offer solutions to the challenges of arid climates. Data Collection: Data collection sources considered were mainly online materials, which included official

university websites that had an all-inclusive entry on sustainability reports, architectural plans, among others. These sources provide details on design principles, methodologies of construction, and sustainability initiatives carried out on every campus.

Information was retrieved from some architectural websites and online databases, including the case studies and reviews related to campuses, giving an outside evaluation of the strategies about green architecture. Analytical Framework: The present study is undergirded by a conceptual system thinking approach as the framework that helps investigating the level of integration of sustainability practices within KAUST and AUC to their respective larger environmental, economic, and social ecosystems.

It includes identifying relationships between different elements of a building, such as energy efficiency systems, water conservation measures, use of sustainable materials, among others, in order to find their overall benefit for the sustainable objectives of the campuses.

Comparative Analysis: This shall provide a comparison between the sustainability strategies that exist between KAUST and AUC and if they are effective. This comparative analysis sets out to underscore successful practices and the potential for areas of improvement by assessing how the systems thinking within the two universities can handle the peculiar challenges to their environment. Methodological Tools: In the collection of data, this research goes further to synthesize it through thematic analysis by categorizing information into topics related to key aspects of systems thinking in green architecture. In this sense, this methodology allows the articulation of how specific strategies are implemented and interconnected within the operational framework in the light of each university.

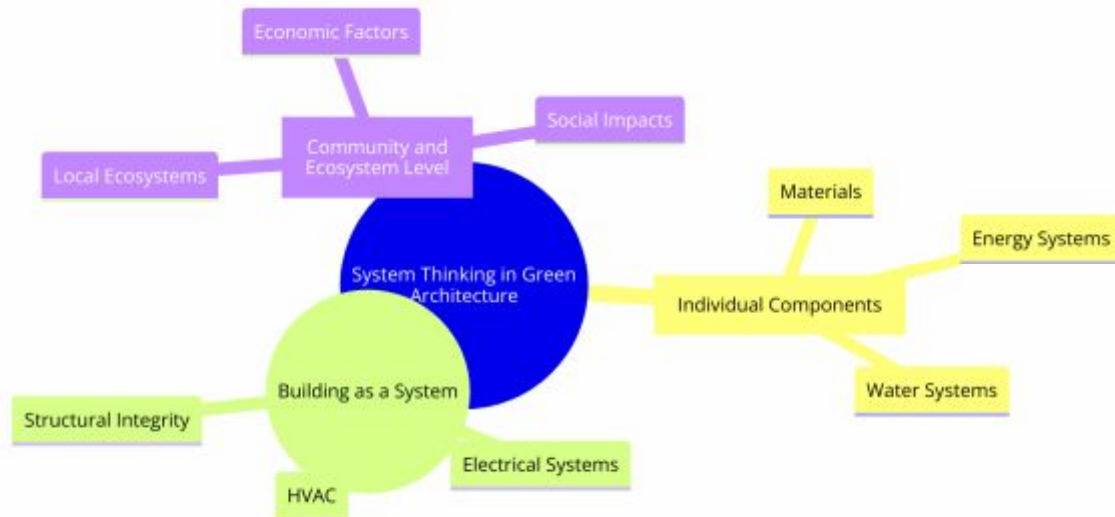


Fig. 1. System Thinking in Green Architecture.



Fig. 2. King Abdullah University of Science and Technology in Saudi Arabia (KAUST).



Fig. 3. The American University in Cairo (AUC).

### 3. Results and discussion

This section, therefore, is a summary of the findings resulting from the comparative case study analysis of King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) and the American University in Cairo (AUC), given a system thinking framework in green architecture. Integration with the current

literature and targeting a similar study against the sustainability strategies across different layers: Individual components, Building as a system, Community, and Ecosystem Level. The effectiveness of these strategies is categorized under Material Selection, Energy Efficiency, Water Management, and Waste Reduction, emphasizing the holistic approach to sustainability of the two institutions (Bucklain, 2020).

### 3.1. Individual components and material

---

Both KAUST and AUC have material selection strategies that have much lower environmental impacts. The university employs advanced building materials that reflect radiation from the sun, hence reducing the absorption of heat that is useful to them in a desert. On the other hand, AUC adopts locally sourced materials in order to minimize production and transportation energy (Koch, 2018; Ruwoko, 2024).

Both universities have followed recycled and reclaimed material approaches in their campuses in such a way that their institutions remain in tandem with the rest of the world on sustainability (Kibert, 2022).

### 3.2. Building as a system and energy efficiency

---

Both institutions have designed their infrastructure to harness natural lighting to the maximum. This significantly reduces their reliance on artificial lighting, thus reducing their indirect energy consumption. KAUST has some of the best HVAC systems, which have been optimized for use in a desert climate and, in turn, save 60% of the energy an ordinary HVAC system could consume (Knoll, 2014; Buildings-mena, 2009).

Similarly, AUC's strategic building orientation and high-performance insulation will significantly cut energy needs. Further campus-wide is the replacement of LED lighting, cutting the electrical consumption by more than 30% (Buildings-mena, 2008).

This level of integration with sustainability goals reflects in the practices in which even local architectural elements improve energy efficiency; for example, using regional construction techniques at KAUST or having green spaces and native landscaping at AUC in order to reduce the urban heat island effect (Architizer, 2008; Ruwoko, 2024).

### 3.3. Community and ecosystem level water management

---

Moreover, innovative water management systems at KAUST incorporate waste-water treatment for irrigation, which is considered an essential requirement in arid areas (Archdaily, 2009; Architizer, 2008). Similarly, AUC focuses on a sustainable water use need for a complete breaking from the impacts on localized water. These stretch beyond the campus to embrace sustainability in order to have an effective integration of the operations of a university with surrounding ecological and community systems (Aucegyp, 2023).

### 3.4. Waste reduction

---

On the other hand, KAUST and AUC have adopted strong policies toward waste reduction, with the promotion of material reuse and recycling. The level of commitment in the practice and sustainability of waste practices is high, as depicted in on-site waste management protocols, e-waste programs at AUC, and electronic waste programs at KAUST. Deconstruction design is more for ease in material recovery, a practice that underscores the life-cycle approach in building and construction materials (Hegazy *et al.*, 2021; Archdaily, 2009).

### 3.5. Comparative analysis

---

KAUST will more often take advantage of the most recent technological solutions since they have a larger budget, and their infrastructures are newer. For instance, in architecture, AUC combines modern efficiencies with traditional regional practice (Koch, 2018). An example of this nature of systems thinking approaches is that each institution will conform and scale their strategies in ways uniquely identified with their sustainability goals to the local conditions and resources. This highlights the ways of architectural strategies KAUST and

AUC are very efficient with detailed insight and numerical data. This is advanced integration that sees KAUST high-performance envelopes and smart HVAC systems, with 50% less energy use (HOK, 2009; Architizer, 2008). AUC integrates both the modern and traditional practices that include the heavy use of thermal mass materials and strategic orientation that is a temperature control practice in order to minimize the use of energy (Ruwoko, 2024; Sasaki, 2008). These examples are clear proof of systems thinking applied in architecture. They are an indication of how sustainability is nested in every corner of campus design and operation, allowing great savings in energy, and making this model of sustainability adaptable in various regions facing similar environmental challenges.

#### 4. Conclusions

---

This research has effectively been synthesized from the application of systems thinking in green architecture at two most eminent universities, King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) and American University in Cairo (AUC). It is expected that some strong findings in relation to sustainability strategies across individual components, integration of building systems, and broader community and ecosystem impacts holistically framed within both layers of systematic thinking emerge from such a comparative and analytic exercise. It provides deep analysis of the sustainability with detailed specifics of material selection, energy efficiency, water management, and waste reduction that underscore both universities' strong commitment toward sustainability catered to own particular environmental and cultural contexts as described below:

- **Material Selection and Use:** Both KAUST and AUC have adopted innovative and sensitive approaches for minimizing significant environmental impacts through the use of local materials. Sandstone is the building material used in the AUC from

local sources (Aucegypt, 2024) and on the other hand use of advanced materials designed for the harsh desert climate at KAUST (Architizer, 2008) are both adaptive strategies that equally support sustainable building practices worldwide.

- **Energy Efficiency:** The institutions have, in fact, exhibited serious energy efficiency due to architectural and system designs that allow in much natural lighting and reduce consumption. Systems like KAUST's Smart HVAC or AUC's insulated buildings with strategic orientation are just underlying high efficiency regarding the management of energy consumption within respective arid climates (Buildings-mena, 2008, 2009).
- **Water and Waste Management:** The latest in water management systems and waste reduction has been introduced by both KAUST and AUC. They depicted the best proactive approach towards resource conservation and reduction in the environmental footprints (Architizer, 2008; Aucegypt, 2023).
- **It is more human in their strategy:** a commitment to sustainability that ranges beyond the campus and extends into communities and ecosystems within its reach. This shall be integrated into the local architectural and construction practices, with modern sustainable technologies being harmonized with traditional practices, so that modern sustainable technologies are enhanced and popular among the local community. This approach not only enhances sustainability but also fosters a sense of community involvement and responsibility.
- **Comparative Insights and Scalability:** A brief comparison of KAUST and AUC confirms that, although both deploy modern advances in sustainable technologies, deployment itself stands witness to their diverse environmental, budgetary, and sometimes even cultural environments. This shows that the strategies for sustainability with similar models can be emulated in another

region where there is a similar challenge. The following discussion explores the reflective role that systems thinking plays in green architecture; particularly, the architectural setup of educational institutions located within difficult climatic regions. These are evident in KAUST and AUC, where through the application of systems thinking in architectural designs, both institutions have managed to align sustainability goals with a vision to further reduce the environmental footprint while enhancing educational and community well-being. Further studies may look toward exploring the implementation of these practices in other climatic zones and may be implemented by other types of institutions to further validate their adaptability and efficacy of systems thinking in the global sustainability effort.

#### REFERENCES

- Archdaily (2009), *King Abdullah University of Science and Technology / HOK*, [https://www.archdaily.com/36505/king-abdullah-university-of-science-and-technology-hok?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/36505/king-abdullah-university-of-science-and-technology-hok?ad_source=search&ad_medium=projects_tab)
- Architizer (2008), *King Abdullah University of Science and Technology (KAUST)*, <https://architizer.com/projects/king-abdullah-university-of-science-and-technology-kaust/>
- Aucegypt (2023), *Sustainability: Campus initiatives*, <https://www.aucegypt.edu/sustainability/campus-initiatives>
- Aucegypt (2024), *AUC New Cairo Campus Facts and Figures*, <https://www.aucegypt.edu/about/new-cairo-campus/facts-and-figures>
- Bucklain F. (2020), *The Future of Green Architecture in Saudi Arabia*, *Global Journal of Human-Social Science* 20(10): 15-22.
- Buildings-mena (2008), *American University in Cairo*, <https://www.buildings-mena.com/project/cairo-american-university-in-cairo-4>
- Buildings-mena (2009), *King Abdullah University of Science and Technology / HOK*, <https://www.buildings-mena.com/project/jeddah-king-abdullah-university-of-science-and-technology-kaust-campus>
- Hegazy I., Helmi M., Qurnfulah E., Maddah R., Ibrahim H. (2021), *Global trends in sustainability rating assessment systems and their role in achieving sustainable urban communities in Saudi Arabia*, *International Journal of Low-Carbon Technologies* 16(3): 882-893.
- HOK (2010), *King Abdullah University of Science and Technology | Thuwal, Saudi Arabia*, <https://www.hok.com/projects/view/king-abdullah-university-of-science-and-technology-2/>
- Kibert C. J. (2022), *Sustainable Construction: Green Building Design and delivery*, Wiley, New Jersey, USA.
- Knoll (2014), *Case Study: KAUST*, <https://www.knoll.com/knollnewsdetail/kaust-case-study>
- Koch N. (2018), *Green laboratories: University campuses as sustainability "exemplars" in the Arabian Peninsula*, *Society and Natural Resources* 31(5): 525-540.
- Marcos R., Ferrández D., Morón C. (2022), *Systems Thinking for Sustainability Education in Building and Business Administration and Management Degrees*, *Sustainability* 14(19): 11812.
- McLennan J. F. (2004), *The Philosophy of Sustainable Design*, Ecotone publishing, Kansas, USA.
- Ruwoko E. (2024), *University plays a pioneering role in campus sustainability*, <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20230613044507279>
- Sasaki (2008), *The American University in Cairo New Campus*, <https://www.sasaki.com/projects/the-american-university-in-cairo-new-campus/>
- UNEP (2003), *Sustainable Building Construction: Facts and Figures*, *UNEP Industry and Environment* 26(2): 5-8.

# EVOLUȚIA URBANĂ: DE LA ORAȘUL MEDIEVAL LA ORAȘUL SUSTENABIL

Gabriel-Valentin GEORGESCU

Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”,  
București, e-mail: gabrielgeorgescu@gmail.com

## Abstract

*Major climate changes, the growth of the world population to almost 8 billion, urban agglomerations, the ever-increasing need for housing and living space, are just a few elements that have led worldwide to the identification of urban policies aimed at solving, if not totally, at least partially, the problems facing the world today. Our study has as main goal to envisage the necessary transformations in medieval cities in order to adapt them to the new sustainability standards, with an emphasis laid on the need for an integrated and balanced approach in the ongoing process of transformation of medieval cities into sustainable cities. Starting from various bibliographic sources specialized in urban planning, architectural history and sustainable development, we intend to stress the importance of preserving urban identity in the present and future development process, by approaching several works regarding historic buildings, areas of cultural value and local traditions, essential to maintaining the link with the past and enriching the urban experience of residents and visitors. By implementing the right strategies and involving local communities, it is possible to create modern cities that provide a healthy and prosperous living environment for both current and future generations.*

*Key words. urbanization, climate change, medieval cities, patrimony, sustainability.*

## 1. Context

Lumea de azi se află într-o dramatică tranziție de la familiar la ceea ce este încă la nivel de

experiment mondial; o lume a viitorului insuficient cunoscută, în care urbanizarea este în continuă expansiune, iar realitatea dură a schimbărilor climatice necesită o abordare inedită, susținută în mare măsură de planificatorii urbani, dar și de membrii comunităților din întreaga lume (Rosenzweig et al., 2011). Creșterea populației urbane duce la o presiune constantă în ceea ce privește consumul exacerb al resurselor naturale, fără o gândire de ansamblu a menținerii unui echilibru durabil între OM și nevoile sale și NATURĂ și nevoile acesteia. O atitudine responsabilă și conștientă este cerința momentului. Trăim și ne dezvoltăm într-o lume aflată în degradingoladă ecologică, iar misiunea noastră este, fără urmă de îndoială, să găsim metodele și tehnicile cele mai adecvate pentru a răspunde rapid acestor cerințe (Fig. 1).

Până în anul 2020, aproximativ 80% dintre europeni vor locui în zonele urbane. În șapte țări, această proporție va ajunge la 90% sau chiar mai mult. Această situație duce la o cerere acută de teren intravilan. Observăm zilnic schimbări rapide, vizibile și contradictorii în utilizarea teritoriului, schimbări care transformă peisajul și afectează condițiile de mediu din orașe și din împrejurimile acestora mai mult ca niciodată.

În acest context, ce se întâmplă cu orașele medievale? Ce se întâmplă cu toată acea moștenire istorică, cu monumentele specifice epocii? Cum păstrăm identitatea istorică a unei cetăți vechi de sute de ani? Ne putem inspira din istoria acestor orașe? Dacă da, în ce mod? Tehnicile de construcție din epoca medievală erau, evident, sustenabile.

Materialele de construcție proveneau din natură și se puteau întoarce în natură după ce structura nu mai exista. Este dificil să ne imaginăm azi un oraș construit cu metodele, materialele și tehnica de atunci. Dar ne putem inspira și putem adapta parțial aceste materiale sustenabile la construcțiile de azi

(Rasoolimanesh *et al.*, 2011). Ceea ce înseamnă un pas înainte către atingerea unui nivel de durabilitate care să contribuie la echilibrul ecologic preconizat. Prin urmare,

vechile tehnici pot reprezenta azi lecții valoroase în dezvoltarea urbană sustenabilă în secolul XXI (Brenner, 2013) (Brenner *et al.*, 2011) (Brenner și Schmid, 2014).

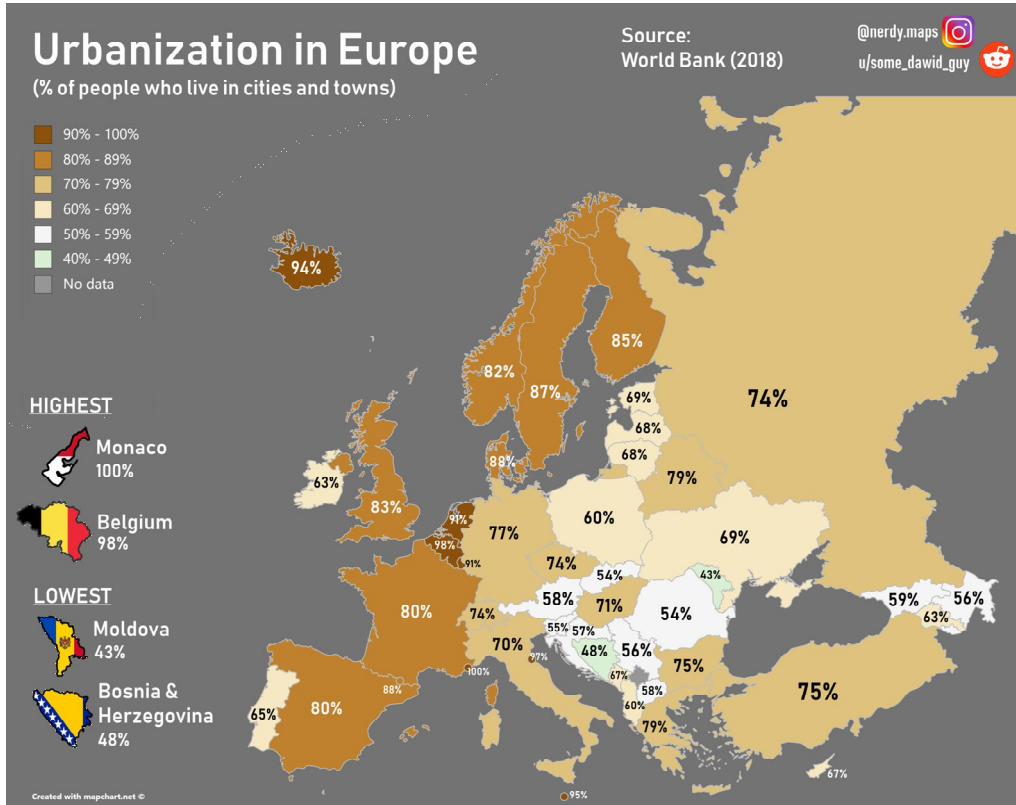


Fig. 1. Urbanizarea în Europa.



Fig. 2. Clădiri verzi în Europa.

Dacă realizarea unei densități moderate în orașe este un deziderat greu de atins, se poate construi, în schimb, în zona adiacentă orașelor, dacă există spațiul necesar și se pot alege tehnici, materiale și modalități de a construi sustenabil și ecologic. Există alternativa utilizării eficiente a spațiului constructibil intra-urban prin integrarea armonioasă a elementului nou construit în peisajul vechi existent, deja construit, cu valoare de patrimoniu. Se ajunge astfel la un dialog eficient și armonios între trecut și prezent, între vechi și nou. Speranța unui viitor urban durabil și echilibrat din punct de vedere ecologic deschide noi perspective în relația omului cu mediul său construit și natural.

### *1.1. Creșterea continuă a populației urbane*

În 2011, aproape 50,5% din populația lumii trăia în zona urbană. Acest procent este azi cu siguranță mai mare. În urmă cu un secol procentul era de numai 5%. Astăzi, zilnic peste 180000 de oameni migrează spre orașe. Se adaugă aici și cele aproximativ 60 de milioane de locuitori pe an care se nasc în zona urbană, conform datelor furnizate de Organizația Națiunilor Unite din anul 2018. Această tendință este rezultatul unei migrații masive a populației de la mediul rural la mediul urban, determinată de factori multipli, printre care se numără oportunitățile economice, accesul la servicii și infrastructură urbană și schimbările sociale și culturale (Castells, 2011). Extinderea orașelor determină un consum crescut de energie, necesită dezvoltarea unei infrastructuri de transport suplimentare și ocupă suprafețe mai mari de teren (Cerin *et al.*, 2007). Aceste aspecte afectează mediul natural și duc la creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră, care, la rândul lor, provoacă schimbări climatice și niveluri ridicate de poluare atmosferică și fonică. Ca rezultat, expansiunea urbană influențează direct calitatea vieții locuitorilor din orașe și din zonele pre-urbane.

Previțiunile indică o creștere a populației urbane susținută și în deceniile următoare. România a atins un prag critic de urbanizare de 53% în 1989, în special datorită politicii de încurajare și susținere a strămutării de la sat la oraș, promovată de conducerea comunistă de atunci (Derickson, 2016) (Dwyer, 1979).

Această creștere continuă a populației urbane ridică, de asemenea, probleme semnificative în ceea ce privește gestionarea resurselor și a mediului înconjurător. Orașele trebuie să facă față cerințelor de energie, apă și alimente ale unei populații în creștere, în timp ce se confruntă cu amenințări precum poluarea aerului și apei, problema gestionării ecologice a deșeurilor, degradarea solului și schimbările climatice.

### *1.2. Orașul sustenabil – ce presupune acesta*

Putem afirma că un oraș devine sustenabil în momentul în care își gestionează resursele și infrastructura într-un mod care să asigure echilibrul între necesitățile actuale și cele viitoare. Trebuie evitată compromiterea capacității generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi (Beatley, 2019). În acest scop, o abordare integrată presupune diverse elemente constitutive și anume: mediu, economie, considerente demografice și sociale. Un principiu fundamental îl reprezintă utilizarea eficientă a resurselor naturale, reducerea emisiilor de carbon, promovarea mobilității durabile și a transportului public (Handy, 2002), protejarea biodiversității, gestionarea adecvată a deșeurilor (Gehl, 2010). Schimbările climatice care vor surveni în viitor nu trebuie să afecteze mediul sănătos și sigur obținut într-un oraș sustenabil. Concret, vorbim despre promovarea construcțiilor eficiente din punct de vedere energetic, realizarea unui transport alternativ și susținerea mobilității populației urbane prin proiecte de care privesc zonele pietonale, benzile pentru biciclete și/sau pentru transport special al persoanelor în

vârstă sau cu deficit locomotor. Nu trebuie uitate spațiile verzi, destinate relaxării dar și scăderii temperaturii ambientale în timpul verii. Modelul blocurilor grădina apărute în diverse orașe poate fi recreat în majoritatea zonelor urbane (Fig. 2).

Implementarea conceptului de oraș sustenabil necesită o colaborare strânsă între autoritățile locale, comunitatea locală, sectorul privat și alte organizații interesate într-o planificare urbană durabilă. Intervin aici politici și reglementări adecvate, precum și implicarea activă a cetățenilor. Putem da un exemplu pozitiv: acțiunea de „înverzire” a orașului Marsilia prin cooptarea locuitorilor în proiectul „străzilor verzi” (Rissel și Curac, 2015).

## 2. Materiale și metode

### 2.1. Materiale bibliografice axate pe acest subiect

„Pentru cercetarea urbană, studiile globale par cu atât mai importante cu cât lumea devine, la începutul secolului XXI și pentru prima dată în istoria sa, predominant urbană” (Fauveaud, 2016). În efortul de a înțelege mai bine evoluția urbană și transformarea orașelor medievale în orașe sustenabile, s-au consultat o serie de surse bibliografice specializate în planificare urbană, istorie arhitecturală și dezvoltare durabilă. Printre aceste surse putem enumera lucrări de referință precum "Green Urbanism: Learning from European Cities" de Timothy Beatley (Beatley, 2019), care examinează exemplele de bune practici în planificarea urbană durabilă din orașe europene. Această carte oferă o perspectivă amplă asupra modului în care orașele pot integra principiile de sustenabilitate în planificarea lor urbană și dezvoltarea lor pe termen lung. Linii directoare excelente ne oferă cartea lui Gustavo Giovannoni, „Orașele vechi și noul urbanism” (Gustavo, 2016). Deși scrisă în 1931, Giovannoni

anticipează surprinzător situația de criză urbanistică și problema orașelor vechi în noul context. De asemenea, „Cities for People” de Jan Gehl (Gehl, 2010) reprezintă o resursă valoroasă în înțelegerea modului în care proiectarea urbană poate fi orientată către nevoile și experiențele umane. Cartea explorează modalități practice de creare a unor orașe mai accesibile, vibrante și prietenoase pentru locuitori. În plus, „World Urbanization Prospects: The 2018 Revision” realizat de Departamentul de Afaceri Economice și Sociale al Organizației Națiunilor Unite oferă date și analize detaliate privind tendințele de urbanizare la nivel global, precum și implicațiile acestora asupra mediului urban și a dezvoltării durabile.

### 2.2. Metode de adaptare ale unui oraș medieval locuit la cerințele actuale

Revenind la orașul medieval, obiectul de drept al acestui articol, nu putem să nu observăm că adaptarea unui oraș medieval la cerințele actuale de sustenabilitate implică o serie de metode și strategii complexe care vizează diverse aspecte ale vieții urbane moderne (Eriksen și Naumann, 2023). Aceste metode și strategii sunt esențiale pentru transformarea orașului într-un mediu urban sustenabil și rezilient (Sassen, 2014) (Walter, 2002). Dar, scopul acestui articol nu este de a trece în revistă metodele și tehnicile tradiționale utilizate în epoci trecute pentru construcția caselor. Ne gândim mai ales să atragem atenția asupra posibilităților actuale de revenire la aceste tehnici în reconstrucția și restaurarea clădirilor medievale existente, dar și adaptarea acestor tehnici tradiționale la noile cerințe ale secolului XXI. Efortul de a identifica modalități ecologice, sustenabile pentru transformarea orașului medieval într-un oraș modern, cu un viitor durabil, a fost dublat de studierea acestor tehnici tradiționale, care pot fi regândite pentru timpurile moderne și care vor face obiectul unui studiu ulterior (Ferencuhova, 2016).

În final, imaginea de urbe veche și modernă în același timp ar recăpăta unitate, orașul și-ar păstra neștirbit farmecul medieval, dar ar intra cu fruntea sus și cu șanse mult sporite într-un viitor competitiv, care să nu mai constituie neapărat o permanentă provocare urbanistică.

### 3. Rezultate și discuții

#### 3.1. Rezolvarea problemei locuințelor

Printre nemulțumirile actuale, cea a unui sentiment de declasare, mai ales în cazul orașelor monument, devine tot mai prezentă. Întrucât societatea se confruntă cu o criză generală de identitate subiacentă, ar putea oare dirijorii orașului să recreeze un sentiment de apartenență la teritoriu? Multe orașe vechi ale Europei sunt ceea ce s-ar numi orașe monument, cetăți și burguri medievale, dintre care unele sunt în continuare locuite, extinse și reorganizate de-a lungul timpului, pe criterii de multe ori aleatorii, care au dăunat atât moștenirii culturale (Jacobs, 2006), cât și naturii înconjurătoare, fără a veni cu un beneficiu real pentru locuitori. Ultimul deceniu a pus acut problema mediului urban, ca spațiu comun sănătos pentru locuitori și mediu (Frank și Engelke, 2001).

Una dintre principalele provocări în transformarea unui oraș medieval într-un oraș sustenabil este rezolvarea problemei locuințelor. Orașele medievale sunt adesea caracterizate de structuri construite în jurul unor piețe centrale și străzi înguste, ceea ce poate face dificilă extinderea și modernizarea locuințelor în conformitate cu standardele actuale. Totuși, prin intermediul planificării urbane inteligente și a investițiilor în reabilitarea și reconstrucția infrastructurii urbane, este posibilă crearea de locuințe sustenabile și accesibile pentru locuitorii orașului (Parnell și Robinson, 2012) (Barnett și Parnell, 2016). În unele cazuri, soluțiile pot include reabilitarea și modernizarea clădirilor

istorice pentru a oferi locuințe la standarde moderne, sau construirea de noi locuințe în zonele periferice ale orașului ținând cont că aceste proiecte trebuie să fie durabile din punct de vedere economic și să reducă impactul asupra mediului înconjurător. Intra-urban, spațiile rămase libere între structurile deja construite pot fi umplute respectând arhitectura locală, sau venind cu propuneri îndrăzețe care să completeze armonios existentul (Giles-Corti și Donovan, 2003).

#### 3.2. Integrarea elementului verde

Extinderea și protejarea spațiilor verzi, precum și crearea de noi zone verzi în cadrul orașelor medievale, pot contribui la reducerea poluării aerului și a efectului insulei de căldură, îmbunătățind în același timp calitatea vieții locuitorilor (Beatley, 2019). La cele menționate mai sus putem adăuga faptul că există soluții viabile deja în curs de aplicare în diverse orașe din Europa, mai vechi sau mai noi. Putem enumera malurile verzi ale Rinului la Strasbourg, sau centura verde a orașului datând din 1929 și aflată acum în curs de extindere și reamenajare, sau insulele de verdeață, sau podurile verzi pentru traversarea șoselelor din sudul Germaniei, sau micro-pădurile urbane după modelul Miyawaki (Anguelovski *et al.*, 2018). Toate aceste elemente își pot găsi locul și într-un oraș-cetate medieval (Fig. 3).

În concluzie, integrarea elementului verde în planificarea urbană este esențială pentru realizarea unui mediu urban sănătos și plăcut pentru toți locuitorii săi.

#### 3.3. Promovarea transportului sustenabil

Reducerea dependenței de transportul individual și promovarea mijloacelor de transport ecologice reprezintă un aspect important în transformarea unui oraș medieval într-unul sustenabil. Dezvoltarea rețelelor de transport public electric, precum și crearea de

infrastructură prietenoasă pentru bicicliști și pietoni, pot contribui semnificativ la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și la îmbunătățirea calității aerului în orașe (Litman, 2013). Orașelor medievale le sunt specifice străzile înguste și aglomerate, ceea ce face dificilă circulația și promovarea transportului public și a transportului alternativ. Aici se poate interveni cu proiecte de planificare urbană inteligentă și investiții în infrastructură.

În concluzie, promovarea transportului ecologic reprezintă un aspect esențial în transformarea orașelor medievale în orașe sustenabile și reziliente, care să ofere o alternativă viabilă la transportul individual și să reducă impactul negativ asupra mediului înconjurător.

#### 3.4. Păstrarea identității orașului

Orașul medieval nu a apărut „grație unei culturi spontane, înafara normelor (...); din contră, în traseul străzilor, în conformarea piețelor, în variata grupare a monumentelor, în organismul logic și armonios al întregului habitat se regăsesc criterii constante ce nu pot fi luate drept cazuri fortuite” (Gustavo, 2016). Ceea ce înseamnă că orașul medieval are o personalitate a sa, o identitate ce trebuie păstrată integrată și promovată în noul prezent. Protejarea și conservarea patrimoniului construit, și nu numai, contribuie la menținerea unei legături necesare cu trecutul și la îmbogățirea experienței urbane a locuitorilor și vizitatorilor (Marszał *et al.*, 2011). Păstrarea identității orașului (Hampton, 2005) (Jokilehto, 2017) este crucială pentru întărirea sentimentului de apartenență al comunității locale și pentru promovarea turismului cultural (Ashworth și Bruce 2009) (Maro *et al.*, 2018). Prin intermediul restaurării și revitalizării clădirilor istorice și a zonelor tradiționale, orașele pot să-și pună în valoare moștenirea culturală și să atragă turiști interesați de istorie și arhitectură veche. Planificarea urbană și reglementările aferente

trebuie să fie concepute astfel încât să protejeze și să promoveze caracteristicile distinctive ale orașului medieval, în timp ce se asigură o dezvoltare urbană durabilă și rezilientă (Ginting și Rahman, 2016).

În concluzie, păstrarea identității orașului reprezintă un aspect esențial în transformarea orașelor medievale în orașe sustenabile și atrăgătoare, care să ofere o experiență urbană autentică și memorabilă pentru locuitori și vizitatori.

#### 4. Concluzii

Protecția, punerea în valoare și transmiterea moștenirii culturale, reflectă identitatea unei societăți, a unei comunități care poate fi astfel văzută dintr-o perspectivă nouă a dezvoltării durabile. Este însă necesar să existe un proces dinamic, astfel încât bunurile de patrimoniu să nu rămână obiecte înghețate în timp. Fluxul vieții urbane trebuie să le înglobeze într-un proces de adaptare și integrare în restul mediului construit. În acest fel, mediul construit, de patrimoniu, va participa activ la evoluția orașului. Orașele medievale, cu moștenirea lor istorică și caracterul distinctiv, oferă oportunități unice pentru dezvoltarea unor medii urbane sustenabile și reziliente. Arhitectura minoră – concept inventat de Giovannoni încă din 1913 cu referire la arhitectura orașelor vechi, trebuie să se articuleze flexibil în ansambluri citadine moderne în virtutea unei evoluții urbane necesare și inevitabile care să conducă la medii mai sănătoase, echilibrate și armonioase pentru viitor.

#### BIBLIOGRAFIE

Anguelovski I., Connolly J. J. T., Masip L., Pearsall H., Shokry G. (2018), *Assessing green gentrification in historically disenfranchised neighborhoods: A longitudinal and spatial analysis of Barcelona*, *Urban Geography* 39(3):458-491.

- Ashworth G., Bruce D. M. (2009), *Town Walls, Walled Towns and Tourism: Paradoxes and paradigms*, Journal of Heritage Tourism 4(4):299-313.
- Barnett C., Parnell S. (2016), *Ideas, implementation and indicators: epistemologies of the post-2015 urban agenda*, Environment and Urbanization 28(1):87-98.
- Beatley T. (2019), *Green Urbanism: Learning from European Cities*, Island Press, Washington D.C., USA.
- Brenner N. (2013), *Theses on urbanization*, Public Culture 25(1):85-114.
- Brenner N., Madden D., Wachsmuth D. (2011), *Assemblage urbanism and the challenges of critical urban theory*, City 15(2):255-240.
- Brenner N., Schmid C. (2014), *The "Urban age" in question*, International Journal of Urban and Regional Research 38(3):731-755.
- Castells M. (2010), *The Rise of the Network Society*, Wiley-Blackwell, Pondicherry, India.
- Cerin E., Leslie E., Owen N., Bauman A., Anaya D. (2007), *Walking for transport and recreation: a comparison of city, neighborhood, and precinct scales*, American Journal of Preventive Medicine 33(5):387-395.
- Derickson K. (2016), *On the politics of recognition in critical urban scholarship*, Urban Geography 37(6):824-829.
- Dwyer D.J. (1979), *Urban Geography and the Urban Future*, Taylor & Francis 64(2):86-95.
- Eriksen G., Naumann E. (2023), *Nature and Culture in Medieval Towns*, Taylor&Francis Journals 28(1):1-2.
- Fauveaud G. (2016), *Residential Enclosure, Power and Relationality: Rethinking Sociopolitical Relations in Southeast Asian Cities: Residential Enclosure, Power and Relationality*, International Journal of Urban and Regional Research 40(4):1468-2427.
- Ferencuhova S. (2016), *Accounts from behind the curtain: history and geography in the critical analysis of urban theory*, International Journal of Urban and Regional Research 40(1):113-131.
- Frank L. D., Engelke P. O. (2001), *The built environment and human activity patterns: Exploring the impacts of urban form on public health*, Journal of Planning Literature 16(2):202-218.
- Gehl J. (2010), *Cities for people*, Island Press, Washington D.C., USA.
- Giles-Corti B., Donovan, R. J. (2003), *The relative influence of individual, social and physical environment determinants of physical activity*, Social Science & Medicine 54(12):1793-1812.
- Ginting N., Rahman N. V., (2016), *Preserve Urban Heritage District based on Place Identity*, Asian Journal of Environment-Behaviour Studies 1(1):67-77.
- Gustavo G. (2016), *Orașele vechi și noul urbanism*, Gemma, București, Romania.
- Hampton M. P. (2005), *Heritage, local communities and economic development*, Annals of Tourism Research 32(3):735-759.
- Handy S. (2002), *Accessibility-vs mobility-enhancing strategies for addressing automobile dependence in the US*, Journal of Transport Geography 10(1):61-70.
- Hülsemann J. (2014), *Casa taraneasca saseasca din Transilvania*, Simetria, Sibiu, Romania.
- Jacobs J. (2006), *A geography of big thngs*, Cultural Geographies 13(1):1-27.
- Jokilehto J. (2017), *A History of Architectural Conservation*, Routledge, Londra, Anglia.
- Kizilhan T., Kizilhan S. B. (2016), *The Rise of the Network Society - The Information Age: Economy, Society, and Culture*, Contemporary Educational Technology 7(3):277-280.
- Litman T. (2013), *Transportation and Public Health*, Annual Preview of Public Health 34(1):217-233.
- Maro R., Pascale F., Coday A. (2018), *The Conservation of Historic Built Heritage in Europe: Regulations and Guidelines in Italy and England*, Rehabend, Caceres, Spain.
- Marszal A. J., Heiselberg P., Bourelle J. S., Musall E., Voss K., Sartori I., Napolitano A. (2011), *Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies*, Energy and Buildings 43(4):971-979.
- Parnell S., Robinson J. (2012), *(Re)theorizing Cities from the Global South: Looking Beyond Neoliberalism*, Urban Geography 33(4):593-617.
- Rasoolimanesh S. M., Jaafar M., Badarulzaman N. (2011), *Achievement to Sustainable Urban Development using City Development Strategies: A Comparison between Cities*

- Alliance and the World Bank definitions*,  
Journal of Sustainable Development  
4(5):151-166.
- Rissel C., Curac N. (2015), *Green space and health benefits: A review of case studies*,  
Australian and New Zealand Journal of  
Public Health 39(3):232-237.
- Rosenzweig C., Solecki W. D., Hammer S. A.,  
Mehrotra S. (2011), *Climate Change and  
Cities: First Assessment Report of the  
Urban Climate Change Research Network*,  
Cambridge University Press, Cambridge,  
Anglia.
- Sassen S. (2014), *Expulsions: Brutality and  
Complexity in the Global Economy*,  
Harvard University Press, Londra,  
Anglia.
- Walter G. R. (2002), *Economics, Ecology-Based  
Communities, and Sustainability*,  
Ecological Economics 42(1-2):81-87.

# PLANIFICAREA AREALULUI RIVERAN, BENEFICIILE INTEGRĂRII RÂURILOR ÎN ȚESUTUL URBAN

Ana Maria RUSU

Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”,  
București, e-mail: anarusu.arh@gmail.com

## Abstract

*Urban rivers have historically played crucial roles in the development of cities, serving as transportation routes, sources of water and centres of economic activity. However, rapid urbanization and industrialization have led to the degradation of these vital water bodies. This paper aims to explore the benefits of integrating urban rivers into the fabric of cities through comprehensive planning and effective management strategies. Drawing on a thorough review of pertinent literature and insightful case studies, we delve into the potential advantages of such integration, including ecological restoration, enhancement of water quality, provision of recreational opportunities, and fostering community revitalization.*

*Key words. urban rivers, integration, planning, benefits, sustainability.*

## 1. Context

### 1.1. Introducere

În mediul urban, râurile au jucat întotdeauna roluri esențiale în evoluția orașelor, fiind artere de transport, surse de apă potabilă și sursă de energie pentru activități economice. Cu toate acestea, urbanizarea rapidă și expansiunea orașelor au adus cu sine provocări majore în gestionarea resurselor naturale și a infrastructurii. În acest context, râurile urbane devin atât elemente cruciale ale peisajului, cât și unele dintre cele mai

vulnerabile. Pentru a înțelege mai bine rolul și importanța integrării râurilor în planificarea urbană, este esențial să ne îndreptăm atenția către literatura de specialitate relevantă.

Pentru domeniul urbanismului și al managementului resurselor naturale, literatura de specialitate furnizează o bogată sursă de concepte și teorii esențiale pentru înțelegerea interacțiunilor dintre râuri și mediul urban. Teoriile ecologice ale urbanismului ne oferă perspective ample asupra modului în care râurile se integrează în țesătura urbană și asupra impactului lor asupra calității mediului și a vieții în oraș (Booth și Roy, 2008).

### 1.2. Teorii ale urbanismului riveran

Ecologia peisajului urban are ca fundament teoria ecologică generală, adaptând principiile ecologiei peisajului la condițiile specifice mediilor urbane. Peisajul urban este considerat un mozaic de habitate naturale și seminaturale încorporate într-o matrice de structuri urbane și infrastructuri. Această perspectivă este esențială pentru înțelegerea distribuției și fluxurilor de specii, materiale și energie.

De asemenea, sunt abordate aspecte legate de planificarea și managementul resurselor hidrice în mediul urban (Paul și Meyer, 2001). Aceste studii subliniază importanța gestionării durabile a resurselor de apă și protejării ecosistemelor fluviale pentru a asigura calitatea apei, biodiversitatea și funcțiile ecosistemelor în mediul urban. Autorii discută despre integrarea considerațiilor de sustenabilitate a resurselor de apă în planificarea urbană și dezvoltare (Pickett *et al.*, 2011). Totodată, se subliniază necesitatea unei planificări care să anticipeze și să diminueze impacturile negative ale urbanizării asupra ciclurilor hidrologice și ecosistemelor acvatice.

Alături de aceste teorii, există și concepte precum infrastructura verde, teorie ce promovează utilizarea sistemelor naturale și

seminaturale ca elemente de infrastructură pentru gestionarea apei și reglarea climatului în orașe (Benedict și McMahon, 2006), planificarea urbană durabilă, teorie care se concentrează pe integrarea aspectelor sociale, economice și ecologice în procesul de planificare urbană pentru a crea orașe mai echitabile și mai sustenabile din punct de vedere ambiental (Beatley, 2012), adaptarea la schimbările climatice, teorie ce exploatează strategiile și politicile necesare pentru adaptarea orașelor la impactul schimbărilor climatice asupra resurselor de apă și ecosistemelor acvatice (Gupta *et al.*, 2009).

### 1.3. Politici în planificarea urbană riverană

Politica pentru planificarea arealului riveran reprezintă un aspect crucial în gestionarea resurselor hidrice și a mediului urban. Aceste politici se axează pe implementarea unor regulamente și norme stricte pentru protejarea și restaurarea ecosistemelor fluviale, având ca scop principal menținerea și îmbunătățirea calității apei, biodiversității și funcțiilor ecologice în mediul urban (Ahern, 2013). Pentru a atinge acest obiectiv, prin politici se promovează colaborarea intersectorială între autoritățile locale, organizațiile neguvernamentale și comunitatea locală, recunoscând importanța gestionării integrate a resurselor de apă și teren pentru o dezvoltare urbană sustenabilă (Buijs *et al.*, 2016; Jiang *et al.*, 2018). Aceste politici sunt integrate în practica urbană sub forma normativelor și a reglementărilor generale sau locale, prin integrarea lor în planurile de dezvoltare urbană sau prin inițiative locale prin colaborarea autorităților locale și comunităților locale, a ONG-urilor sau a altor părți interesate.

Pe lângă aspectele teoretice, este crucial să analizăm și studiile de caz relevante care demonstrează aplicarea practică a conceptelor teoretice în planificarea urbană. Studii de caz precum restaurarea râurilor în orașe ca Seoul, Antwerp sau Los Angeles oferă

exemple concrete despre modul în care astfel de intervenții pot influența pozitiv sau negativ mediul urban și calitatea vieții locuitorilor. Este important să înțelegem că fiecare râu și fiecare oraș are un context și o evoluție aparte, iar soluțiile de intervenție sunt adaptate la nivelul fiecărui caz. În continuare, ne vom concentra pe situația râului Cheonggyecheon din Seul, acesta fiind unul dintre proiectele de excepție pentru domeniul studiat.

## 2. Materiale și metode

Lucrarea abordează integrarea râurilor în planificarea urbană ca un domeniu emergent și crucial al cercetării și practicii urbane. Prin explorarea teoriilor, politicilor și practicilor actuale a fost evidențiată o perspectivă cuprinzătoare asupra beneficiilor și provocărilor asociate cu această abordare însă analiza empirică a unui exemplu concret ar putea să releve multidisciplinartatea acestui domeniu la întreaga sa anvergură.

### 2.1. Scurt istoric al râului Cheonggyecheon

Râul Cheonggyecheon este un curs de apă urban situat în inima orașului Seul, capitala Coreei de Sud. Cu o lungime totală de aproximativ 11 kilometri, Cheonggyecheon străbate mai multe zone ale orașului, începând din nordul districtului Jongno-gu și curgând spre sud, până la confluența sa cu râul Han, unul dintre cele mai mari râuri din Coreea de Sud. Istoria sa începe în anul 1918 când administrația colonială japoneză a inițiat lucrările de deviere a râului Cheonggyecheon, având în vedere acoperirea acestuia, deoarece era perceput ca o amenințare pentru igienă și un risc pentru inundații. În timpul celui de-al Doilea Război Mondial și al războiului din Coreea, toate lucrările de conversie și întreținere au fost suspendate, iar populațiile refugiate și cele care se întorceau au început să se stabilească în comunități de locuințe temporare de-a lungul malurilor râului. Între anii 1958 și 1961, râul a fost

complet acoperit, iar în 1971 s-a construit un pasaj rutier cu patru benzi. Cu toate acestea, zonele adiacente pasajului găzduiau o mare densitate de peste 100.000 de afaceri locale. Pasajul a avut un impact semnificativ asupra competitivității acestora. La sfârșitul secolului al XX-lea, clădirile erau în stare de degradare, zona era poluată, exista puțin spațiu verde, iar pasajul îmbătrânea. Era necesară revitalizarea zonei.

## 2.2. Principalele metode de operare

În cadrul proiectului de revitalizare a râului Cheonggyecheon (Fig. 1), principalele modalități de operare sunt concepute să reactiveze zonele adiacente râului oferind noi facilități de agrement mai sustenabile, orientate către societate și refacerea peisajului natural.

Demolarea și renovarea infrastructurii existente: acest proces implică demolarea autostrăzii (Fig. 2) și a altor structuri existente care acoperă cursul râului, urmată de renovarea și reconstrucția zonelor afectate (Fig. 3). În acord cu teoriile enunțate mai sus, sunt utilizate tehnici și materiale de construcție durabile și ecologice pentru a asigura durabilitatea și compatibilitatea cu mediul înconjurător (Kim *et al.*, 2006).

Reconstrucția cursului râului: acest aspect implică modelarea și reamenajarea cursului râului pentru a restaura aspectul și funcționalitatea sa naturală. Sunt utilizate tehnici de inginerie hidraulică și de amenajare peisagistică pentru a crea un mediu favorabil pentru dezvoltarea biodiversității și a habitatelor naturale (Kang *et al.*, 2010).

Introducerea și gestionarea apei: deoarece apa nu este prezentă în mod natural în Cheonggyecheon pentru o mare parte a anului, proiectul trebuie să abordeze modurile de a furniza și gestiona apa în mod sustenabil. Aceasta include utilizarea apei reciclate, a apelor pluviale și a altor surse alternative

pentru a menține debitul de apă necesar în râu (Kim și Lee, 2011).

Crearea zonelor verzi și a spațiilor publice: crearea zonelor verzi și a spațiilor publice a fost un aspect esențial al proiectului, având ca scop promovarea interacțiunii umane cu mediul natural și îmbunătățirea vieții în orașul Seul. Aceste zone au inclus promenade pietonale, parcuri și facilități culturale, contribuind la crearea unui mediu urban mai prietenos și mai accesibil (Lee *et al.*, 2008).

Una dintre provocările majore a fost dată de congestionarea traficului și nemulțumirile antreprenorilor locali. Rezolvarea acestor litigii a presupus un efort semnificativ din partea organelor competente astfel: autoritățile metropolitane din Seul au luat decizia de a demonta autostrada suspendată și platforma de beton care acoperea cursul râului Cheonggyecheon, încadrând această acțiune într-un efort mai amplu de revitalizare urbană. În vederea consolidării conexiunilor între sectoarele nordic și sudic ale orașului, s-a propus un plan bine întocmit care include construcția a nu mai puțin de 22 de poduri - dintre care 12 sunt destinate exclusiv pietonilor și 10 pentru circulația mixtă a vehiculelor și a pietonilor - menite să faciliteze traversarea și integrarea zonală. În paralel, pentru a contracara amploarea congestiei rutiere și a încuraja mobilitatea sustenabilă, s-au adoptat măsuri de descurajare a utilizării autovehiculelor în centrul urban, alături de implementarea unor sisteme avansate de transport public, inclusiv linii de autobuz rapid și facilități de încărcare/descărcare îmbunătățite.

În timp ce proiectul avansa, au fost organizate numeroase ședințe de consultare cu proprietarii de afaceri și comunitatea locală pentru a identifica și aborda preocupările acestora legate de impactul proiectului asupra mediului de afaceri și a vieții de zi cu zi. Astfel, s-a acordat sprijin financiar și ajutor special pentru afacerile afectate, iar autoritățile au încheiat acorduri personalizate cu comercianții care au fost nevoiți să-și mute

activitatea în urma lucrărilor de construcție. Mai mult decât atât, pentru a gestiona eficient variabilitatea debitului de apă în Cheonggyecheon, s-a implementat un sistem complex de gestionare hidrologică care implică tratarea și canalizarea apei din râul Han și din mai multe stații de pompare ale metroului, asigurând astfel un flux consistent

și o adâncime medie de 40 de centimetri în râu.

Aceste modalități de operare sunt parte integrantă a unui plan complex de revitalizare urbană și ecologică, contribuind la îmbunătățirea calității vieții și a mediului înconjurător pentru întregul oraș Seul.



Fig. 1. Masterplan conceptual râul Cheonggyecheon.



Fig. 2. Cheonggyecheon înainte de restaurare.



Fig. 3. Cheonggyecheon după restaurare.

### 3. Rezultate și discuții

#### 3.1. Beneficiile înregistrate

Intervențiile asupra râului din Seul se bazează pe două teorii ecologice ale urbanismului: ecologia peisajului urban și planificarea durabilă a resurselor hidrice. Beneficiile proiectului au fost măsurate printr-o serie de studii care au evidențiat creșteri în domenii sociale, culturale, economice și de mediu. Iată cele mai importante beneficii înregistrate:

Beneficii pentru mediu:

- Biodiversitatea generală a crescut semnificativ cu 639% până în 2008 (Fig. 4, 5) față de perioada de pre-restaurare din 2003. Numărul de specii de plante a crescut de la 62 la 308, speciile de păsări de la 6 la 36, speciile de pești de la 4 la 25, speciile de nevertebrate acvatice de la 5 la 53, speciile de insecte de la 15 la 192, mamiferele de la 2 la 4, iar amfibienii s-au dublat de la 4 la 8 specii (Kim *et al.*, 2009).
- Protecție împotriva inundațiilor cu un debit de până la 118 mm/oră (Hwang, 2004; Park, 2007).



Fig. 4. Restaurarea vegetației.



Fig. 5. Restaurarea habitatului natural.

- Poluarea aerului cu particule mici a fost redusă cu 35% de la 74 la 48 micrograme pe metru cub. Astfel, a fost redus riscul de apariție a bolilor respiratorii cu 50% după intervenție față de perioada de dinainte de intervenție (Yang, 2004).

- A fost redus efectul de insulă urbană, temperaturile din proximitatea râului fiind cu 3,3°C și 5,9°C mai scăzute decât temperaturile înregistrate pe alte străzi. Intervențiile care au facilitat acest lucru au fost legate de eliminarea pavajelor, a traficului auto din zonă, creșterea vegetației și a vitezei vântului de 2,2-7,8% în coridor (Kim *et al.*, 2009).

Beneficii sociale:

- În prezent numărul mediu de vizitatori zilnic este de 64 000 de persoane dintre care 1408 sunt reprezentați de turiști străini, aceștia contribuind cu până la 2,1 miliarde de woni (\$1,9 milioane USD) la economia orașului (Kim *et al.*, 2009).

- Numărul de călători care optează pentru transportul în comun cu autobuzul a crescut cu 15,1% iar cu metroul cu 3,3% (Kim *et al.*, 2009).

Beneficii economice:

- Costul terenurilor situate în apropierea râului a crescut semnificativ cu 30-50% pe o rază de 50 metri. În nicio altă zonă din Seul nu s-a înregistrat o creștere atât de pronunțată (Kim *et al.*, 2009).

- În 2002-2003, în stadiul incipient al proiectului, numărul de afaceri în zona râului

a crescut cu 3,5%, aproape dublul ratei de creștere din zonele centrale ale orașului (Kim *et al.*, 2009).

### 3.2. Costurile și eficiența intervențiilor

Costurile intervenției au fost evaluate în contextul restaurării infrastructurii rutiere și a podului sau demolării acestuia pentru redarea râului orașului. Restaurarea râului Cheonggyecheon a fost mai costisitoare decât repararea podului. Dacă podul Cheonggyecheon ar fi rămas, ar fi fost necesari 100 de miliarde de woni (\$90 milioane USD) și 3 ani de reparații pentru a asigura siguranța structurii îmbătrânite. În schimb, costul restaurării râului Cheonggyecheon a fost mai mare, dar a servit drept catalizator pentru o investiție capitală estimată la 22 trilioane de woni (\$1,98 miliarde USD) în reamenajarea zonei Cheonggyecheon, care altfel nu ar fi fost investită. Chiar dacă această alegere a impus costuri mai ridicate inițiale, ea a avut efecte pozitive mai mari pe termen lung asupra mediului înconjurător și a comunității locale.

### 3.3. Alte exemple și practici

Restaurarea râurilor din cadrul orașelor este un aspect crucial în gestionarea mediului urban, având în vedere riscurile de inundații și degradarea morfologică a acestor cursuri de apă. În cazurile studiate ale râurilor din Seul,

Los Angeles și Antwerp, s-au evidențiat diferite aspecte relevante privind beneficiile și provocările restaurării râurilor.

În ceea ce privește râul din Seul, restaurarea sa a avut ca rezultat îmbunătățirea calității mediului înconjurător, creșterea biodiversității și revitalizarea zonelor adiacente. Datele concrete au arătat că proiectul a dus la o creștere semnificativă a numărului de specii de păsări și de pești, contribuind astfel la restaurarea habitatelor naturale și la îmbunătățirea calității vieții pentru comunitățile locale.

În cazul râului din Los Angeles, restaurarea sa a avut ca scop principal restabilirea habitatelor naturale și a biodiversității, întrucât peste 90% din habitatele naturale din bazinul hidrografic al râului fuseseră pierdute din cauza urbanizării și a canalizării. Proiectele de restaurare au dus la îmbunătățirea calității apei, la creșterea numărului de specii de păsări și la revitalizarea zonelor adiacente, oferind în același timp oportunități recreative și estetice pentru locuitorii din Los Angeles.

În ceea ce privește proiectul Scheldet Queys, restaurarea râului a avut un impact semnificativ asupra calității apei, contribuind la îmbunătățirea biodiversității și la revitalizarea zonelor rurale și urbane adiacente. Datele concrete au arătat o creștere semnificativă a calității apei, o recuperare a habitatelor naturale și o creștere a valorii terenurilor din zonă. De asemenea, restaurarea râului a avut beneficii semnificative asupra sănătății populației locale, contribuind la creșterea calității vieții și reducerea riscurilor asociate inundațiilor și poluării.

În general, restaurarea râurilor urbane a demonstrat că, deși pot apărea o serie de provocări și situații imprevizibile, întreaga operațiune aduce numeroase beneficii pentru mediul urban și comunitățile locale, inclusiv îmbunătățirea calității mediului înconjurător, creșterea biodiversității, revitalizarea zonelor adiacente și creșterea valorii terenurilor. Cu

toate acestea, este important să se ia în considerare particularitățile fiecărui proiect și să se adopte abordări adaptate la nevoile și cerințele specifice ale fiecărui sit urban. Prin continuarea eforturilor de restaurare a râurilor urbane și implementarea unor strategii inovatoare, putem contribui la construirea unor orașe mai durabile, reziliente și atractive atât pentru locuitori cât și pentru turiști.

### 3.4. Practici uzuale

Făcând o evaluare a celor prezentate putem sublinia câteva din practicile cele mai întâlnite și eficiente pentru intervențiile riverane urbane:

- Rezidențializarea și reconectarea râurilor: această practică se bazează pe eliminarea infrastructurii de canalizare și betonare a râurilor, permițându-le să își recapete cursul natural și să se reconecteze cu habitatele naturale adiacente (Brabec *et al.*, 2002; Brown și Troy, 2004).
- Restaurarea habitatelor naturale: implementarea unor măsuri eficiente de restaurare a zonelor umede, a malurilor naturale și a vegetației indigene contribuie la creșterea biodiversității și la îmbunătățirea calității mediului înconjurător (Palmer *et al.*, 2005; Alberti *et al.*, 2017).
- Gestionarea durabilă a apelor: adoptarea unor strategii de gestionare a apelor pluviale și de gestionare a apelor subterane poate reduce riscul de inundații și îmbunătăți calitatea apei, asigurând o utilizare sustenabilă a resurselor hidrice (Fletcher *et al.*, 2015; Grimm *et al.*, 2008; Surian și Rinaldi, 2003).
- Crearea de spații verzi și spații publice: integrarea zonelor verzi și a spațiilor publice pe malurile râurilor oferă oportunități recreative și estetice comunităților urbane, contribuind la îmbunătățirea calității vieții și la coeziunea socială (Voigt *et al.*, 2017; Kabisch *et al.*, 2015).
- Angajarea comunității: implicarea activă a comunității în procesul de restaurare a râurilor poate asigura susținerea și implicarea pe termen lung, promovând utilizarea

durabilă a resurselor și menținerea ecosistemelor restaurate (Garmestani *et al.*, 2019; Leach *et al.*, 2016).

- Abordarea integrată: o abordare integrată care combină soluțiile de infrastructură verde, măsurile de conservare a apei și planificarea urbană durabilă, poate maximiza beneficiile restaurării râurilor și a zonelor riverane urbane, asigurând un echilibru între nevoile sociale, economice și de mediu (Graf, 2006; Pickett *et al.*, 2016).

#### 4. Concluzii

Restaurarea râurilor în mediul urban reprezintă o provocare complexă și captivantă în peisajul contemporan al dezvoltării urbane. În lumina unei analize atente a practicilor și rezultatelor din diverse contexte, se conturează concluzii fundamentale, cu potențialul de a orienta și de a inspira intervențiile viitoare:

- Integrarea și interdisciplinaritatea ca piloni fundamentali: restaurarea râurilor în mediul urban necesită o abordare holistică, care să integreze expertiza din domenii diverse precum ecologia, hidrologia, urbanismul, sociologia și economia. Abordarea interdisciplinară permite o înțelegere mai profundă a complexității sistemelor riverane urbane și promovează dezvoltarea soluțiilor sustenabile și adaptabile.

- Flexibilitatea și adaptabilitatea ca elemente cheie: în fața dinamismului și incertitudinii caracteristice mediului urban, restaurarea râurilor trebuie să fie marcată de flexibilitate și adaptabilitate. Capacitatea de a ajusta strategiile și acțiunile în funcție de schimbările de mediu și de necesitățile comunității locale este esențială pentru asigurarea succesului pe termen lung al proiectelor.

- Rolul esențial al tehnologiei și monitorizării: utilizarea tehnologiilor avansate și a sistemelor de monitorizare poate spori eficiența și eficacitatea proiectelor de restaurare a râurilor în mediul urban. Monitorizarea continuă și evaluarea impactului sunt cruciale pentru înțelegerea

evoluției habitatelor riverane și pentru luarea deciziilor informate.

- Sensibilizarea și educația ca instrumente de schimbare: sensibilizarea și educația comunității locale sunt cheia pentru promovarea conștientizării și implicării active în conservarea și restaurarea râurilor urbane. Campaniile de informare pot contribui la schimbarea mentalităților și la creșterea gradului de responsabilitate față de mediul înconjurător.

- Evaluarea și diseminarea rezultatelor ca pași importanți: evaluarea constantă a rezultatelor și diseminarea acestora către toate părțile interesate sunt esențiale pentru îmbunătățirea practicilor și strategiilor de restaurare a râurilor în mediul urban. Identificarea lecțiilor învățate și promovarea schimbului de experiență pot contribui la dezvoltarea unei abordări mai sustenabile în gestionarea resurselor de apă.

În final, restaurarea râurilor în mediul urban reprezintă nu doar o necesitate ecologică, ci și o oportunitate de a crea comunități mai sănătoase, mai reziliente și mai conectate cu mediul înconjurător. Prin adoptarea unei abordări integrate și inovatoare, putem transforma râurile urbane în spații vii și durabile, care să servească drept sursă de inspirație și bucurie pentru generațiile viitoare.

#### BIBLIOGRAFIE

- Ahern J. (2013), *Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design*, *Landscape Ecology* 28(6): 1203-1212.
- Booth D. B., Roy A. H. (2008), *Spatial and temporal variability in stream hydrology: Methodological lessons from urbanizing basins*, *Journal of the American Water Resources Association* 44(2): 406-419.
- Buijs A. E., Fischer A., Rink D., Young J. C. (2016), *Looking beyond superficial participation: the importance of effective involvement in environmental and conservation policy*, *Environment and Planning C: Government and Policy* 34(5): 981-998.

- Gupta J., Termeer C., Klostermann J., Meijerink S. (2009), *The adaptive capacity wheel: A method to assess the inherent characteristics of institutions to enable the adaptive capacity of society*, Environmental Science and Policy 12(6): 756-766.
- Paul M. J., Meyer J. L. (2001), *Streams in the urban landscape*, Annual Review of Ecology and Systematics 32(1): 333-365.
- Pickett S. T., Cadenasso M. L., Grove J. M., Boone C. G., Groffman P. M., Irwin E., Wei L. (2011), *Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress*, Journal of Environmental Management 92(3): 331-362.
- Surian N., Rinaldi M. (2003), *Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy*, Geomorphology 50(3-4): 307-326.
- Beatley T. (2012), *Green urbanism: Learning from European cities*, Island Press.
- Benedict M. A., McMahon E. T. (2006), *Green infrastructure: Smart conservation for the 21st century*, Renewable Resources Journal 24(2): 12-17.
- Jiang L., Bulkeley H., Yang L. (2018), *Carbon governance in Chinese cities: Lessons from the low-carbon city pilots*, Urban Studies 55(6): 1248-1265.
- Alberti M., Correa H., Marzluff J. M., Hendry A. P., Palkovacs E. P., Gotanda, K. M., Zhou Y. (2017), *Global urban signatures of phenotypic change in animal and plant populations*, Proceedings of the National Academy of Sciences 114(34): 8951-8956.
- Brabec E., Schulte S., Richards P. (2002), *Impervious surfaces and water quality: A review of current literature and its implications for watershed planning*, Journal of Planning Literature 17(1): 99-114.
- Brown R. D., Troy A. (2004), *Making the most of emerging data sources: The advantages of municipal and industry GIS*, Urban Geography 25(3): 268-297.
- Fletcher T. D., Shuster W., Hunt W. F., Ashley R., Butler D., Arthur S., Bertrand -K. J. L. (2015), *SUDS, LID, BMPs, WSUD and more-The evolution and application of terminology surrounding urban drainage*, Urban Water Journal 12(7): 525-542.
- Grimm N. B., Faeth S. H., Golubiewski N. E., Redman C. L., Wu J., Bai X., Briggs J. M. (2008), *Global change and the ecology of cities*, Science 319(5864): 756-760.
- Hwang H. J. (2004), *Case Study on Seung-dong, Cheonggyecheon Flood Control Facilities, Seoul, Korea*, Research 14(40): 95-109.
- Kabisch N., van den Bosch M., Laforteza R. (2015), *The health benefits of nature-based solutions to urbanization challenges for children and the elderly: A systematic review*, Environmental Research 159: 362-373.
- Kang H. M., Chang H. W., Park S. S. (2010), *Analysis of temperature changes of Cheonggyecheon, Seoul, during summer and winter*, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 38(3): 77-85.
- Kim Y. H., Lee H. S. (2011), *Water quality modeling for TMDL development of Cheonggyecheon restoration project*, Journal of Korea Water Resources Association 44(8): 663-674.
- Kim D. H., Koh, D. H., Kwon H. W. (2009), *A Study on the influence of Cheonggyecheon stream restoration on urban environment and local economic*, Environmental Research 13(1): 47-56.
- Lee S. G., Han D. S., Kim K. Y., Kim Y. H. (2008), *Water quality analysis for the effect of Cheonggyecheon restoration project using hydrological model (SWMM)*, Journal of Korea Water Resources Association 41(7): 567-579.
- Palmer M. A., Bernhardt E. S., Allan J. D., Lake P. S., Alexander G., Brooks S., Carr J. (2005), *Standards for ecologically successful river restoration*, Journal of Applied Ecology 42(2): 208-217.
- Park S. C. (2007), *A study on the effects of Cheonggyecheon stream and Jeong-dong stream flooding after the restoration of Cheonggyecheon stream*, Journal of the Korean Association of Regional Geographers 13(1): 64-77.
- Yang D. J. (2004), *Study on the urban heat island effect of Cheonggyecheon stream and Jangchungdan-ro areas after Cheonggyecheon restoration*, Research 14(32): 37-46.
- Voigt A., Kabisch N., Wurster D., Haase D. (2017), *Structural diversity: A multi-dimensional approach to assess recreational services in urban parks*, Landscape Ecology 32(5): 1025-1038.

# OPTIMIZAREA CONSTRUCȚIILOR DIN ARGILĂ: ROLUL ȘI INFLUENȚA ADAOSURILOR ORGANICI

Ștefania Mădălina RUSU, Marius MĂRȚ, Aurelia  
BRADU, Adrian Alexandru CIOBANU, Ionel PUȘCAȘU  
INCERC URBAN-INCERC, Sucursala Iași

## Abstract

Clay, as a natural material formed from fine particles of minerals and sediments, has been utilized throughout human history in various domains, ranging from pottery and construction to medicine and cosmetics. This versatile and abundant substance has played a crucial role in the development of ancient civilizations, being shaped not only for functional needs but also for artistic expression. The article focuses on the use of clay in construction and the benefits of incorporating organic materials such as straw, hemp, and wood shavings into clay compositions to enhance structural and thermal properties. The experiments mentioned explore various mixture recipes combining clay with different proportions of organic materials. These mixtures are subjected to tests to evaluate density, thermal conductivity, and compressive strength. The results indicate that adding wood shavings to the mix increases compressive strength, although it may lead to a slight increase in thermal conductivity. At the same time, the thermal resistance of mixtures containing wood shavings is lower compared to those containing straw or hemp. In conclusion, integrating organic materials into clay compositions can improve certain characteristics of construction materials, such as compressive strength, but may variably affect thermal properties. Therefore, a thorough assessment is necessary to optimize material performance according to the specific requirements of each

construction project.

Key words. clay, organic additives, thermal properties, compressive strength, thermal conductivity.

## 1. Context

Argila este un material de origine sedimentară, ce se caracterizează prin prezența particulelor de minerale argiloase cu o dimensiune medie sub 0,002 mm. Deși argila este compusă în cea mai mare parte din minerale argiloase, conține, de asemenea, cuarț, feldspați, carbonați, compuși cu fier și alți compuși. Argila (nearsă) este, alături de piatră sau lemn, unul din materialele naturale utilizate din cele mai vechi timpuri la construcția locuințelor. Construcțiile care utilizează acest material au dovedit că sunt durabile, argila fiind și astăzi utilizată, o treime din populația globului trăind în case din pământ (Minke, 2008).

În natură, se găsesc numeroase varietăți de argile, ceea ce face dificilă definirea termenului "argilă". Totuși, s-a convenit că termenul "argila" se referă la un concept colectiv pentru o mare varietate de roci sedimentare care au ca componente principale mineralele argiloase cu granulație fină. Aceste roci se caracterizează prin capacitatea lor comună de a forma paste plastice atunci când sunt amestecate cu apă, de a fi ușor modelate, de a-și păstra forma după uscare și de a furniza produse inalterabile după ardere (Abramovici, 1978).

Pământul este cel mai important material de construcție natural, fiind la îndemână în aproape toate regiunile. Atunci când își construiesc casele, oamenii doresc un climat interior sănătos, cu consum redus de energie și costuri mici.

Pământul are diferite denumiri atunci când este folosit în construcții. "Lutul" este un amestec de argilă, nisip foarte fin (măl), nisip

și eventual componente mai mari cum sunt pietrele sau pietrișul.

Pentru cărămizile nearse se folosesc termenii "cărămizi de lut" sau "chirpici", iar pentru cărămizile comprimate nearse, se folosește termenul de "blocuri de pământ". Când sunt compactate într-un cofraj au denumirea de "pământ bătătorit" (Minke, 2008).

Materialele de construcție din argilă sunt sănătoase, stabile și oferă protecție termică. Astfel, structurile realizate din aceste materiale pot avea o durată de viață de peste 100 de ani. Ele au o cantitate redusă de carbon încapsulat, fiind astfel mai puțin dăunătoare decât alte materiale de construcții și oferind costuri reduse de întreținere pe durata vieții clădirilor. De asemenea, lutul stochează căldură în timpul iernii și răcoare în timpul verii, contribuind în mod semnificativ la economiile de energie (Muntari *et al.*, 2021).

Caracteristica principală a argilei este capacitatea de absorbție a apei în cantități mari, transformându-se astfel într-o masă păstoasă, ductilă, ușor de modelat în orice formă. Cu cât pământul conține mai multă argilă grasă, cu atât este mai modelabil. Cu cât argila este mai nisipoasă (slabă), cu atât pământul este mai inadecvat modelării. Cantitatea de argilă dintr-un pământ determină adecvarea la fabricarea unui anumit tip de material de construcție. Materialele nearse păstrează caracteristicile materiei prime, în timp ce materialele arse își schimbă proprietățile (Duda, 2015).

Argila, unul dintre cele mai vechi materiale de construcție folosite de omenire, reprezintă un element fundamental în diversele procese constructive datorită versatilității sale remarcabile. Cu toate acestea, în timp ce argila pură este folosită în construcții, introducerea de adaosuri precum paie, cânepă sau rumeguș a reprezentat o evoluție semnificativă în ceea ce privește calitatea, durabilitatea și sustenabilitatea structurilor.

Adăugarea acestor materiale naturale în compoziția argilei aduce beneficii remarcabile. De exemplu, paiele sau rumegușul pot funcționa ca materiale de îmbunătățire a rezistenței la tracțiune și compresiune, crescând astfel rezistența compusului (Bendapudi, 2012). Cânepa, cunoscută pentru proprietățile sale izolatoare și durabile, poate îmbunătăți izolarea termică și acustică a structurii (Bruijn *et al.*, 2009; Ahlberg *et al.*, 2014).

În plus, adaosurile de materiale organice în argilă pot contribui la reducerea impactului asupra mediului. Utilizarea acestor materiale naturale în locul aditivilor sintetici sau a altor materiale prelucrate reduce amprenta de carbon a construcțiilor și promovează un proces de construcție mai sustenabil.

S-au analizat rețete pe baza de var-argilă și materiale vegetale de tip paie, cânepă și rumeguș, în care proporția de var-argilă a fost într-un procent de 50-50%. Astfel, a fost supusă analizei, o rețetă ce are ca și componentă, argila în proporție de 50% (20 kg), în completare venind varul (20 kg) și adaosul de paie (2 kg), iar apa în cantitate de 6l.

Pentru rețeta ce cuprinde materie vegetală tip cânepă, procentul argilei este același (20 kg), egal cu cel al varului, însă cânepa cântărește 4 kg, cantitatea de apă crescând la 9l, rețeta fiind identică numeric și pentru adaosul tip rumeguș.

## 2. Materiale și metode

Etapele de pregătire a materialelor constau în procesele de omogenizare, turnarea probelor, pregătirea cofrajelor, uscarea și condiționarea, iar legătura dintre fibrele de material izolant natural și stabilizarea împotriva degradării biologice, s-a realizat prin înglobarea acestora (paie, cânepă, rumeguș) în soluții de argilă, var și apă, în cantitățile menționate mai sus, având rol de

liant, de bactericid, de bio-conservare, de protejare și stabilizare la umiditate. Toate aceste probe, au fost turnate în sisteme de cofraje din pal, pentru a determina densitatea, conductivitatea termică și comportarea la compresiune.

În prima fază, după ce s-au efectuat măsurători (cu ajutorul unui șubler cu o exactitate de 0,01 mm) pe minim 5 probe, s-a determinat densitatea aparentă conform SR EN 1602. Acesta constă în aflarea raportului între masa și volumul epruvetei, ce ulterior urmează să fie supusă încercărilor. Probele, au fost condiționate timp de 36 h la temperatura de  $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$  și umiditatea relativă de  $(50\pm 5)\%$ , după care materialul a fost adus la o masă constantă, prin uscare la  $(80\pm 5)^{\circ}\text{C}$  în etuva ventilată (Fig. 2) pentru cel puțin 36 ore.

Încercarea privind conductivitatea termică și rezistența termică, determinate prin metoda termofluxmetrică, constă în generarea la nivelul unui material omogen cu fețe plan paralele a unei densități de flux termic unidirecțională constantă și uniformă prin plasarea sa între două medii cu temperaturi diferite.

După stabilirea stării de echilibru în secțiunea de măsurare, aparatul de testare Hesto Lambda Control A 90 (Fig. 1 și Fig. 3)

semnalează atingerea stării de echilibru termic și determină densitatea de flux  $q$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) prin măsurarea fluxului termic  $\Phi$  (W) care traversează secțiunea de măsurare  $A$  ( $\text{m}^2$ ). Conform SR EN 12667, testul se aplică pe un număr de 5 epruvete, de dimensiuni de minim 280mm x 280mm și maximum 300mm x 300mm.

În ceea ce privește rezistența la compresiune a argilei, aceasta poate varia semnificativ în funcție de compoziția și structura sa, precum și de alți factori, cum ar fi gradul de umiditate și procedura de compactare. De regulă, argila compactată are o rezistență la compresiune mai mare decât cea necompactată. De asemenea, compoziția mineralogică a argilei poate influența rezistența sa la compresiune.

În general, argila este considerată un material relativ moale și poate avea o rezistență la compresiune mai mică în comparație cu alte materiale de construcție, cum ar fi betonul sau cărămizile. Cu toate acestea, argila poate fi întărită prin diverse tehnici de prelucrare și poate fi utilizată eficient în construcții în funcție de cerințele specifice ale fiecărui proiect. Principiul acestui test, constă în aplicarea unei sarcini uniform distribuite și mărită în mod continuu până la rupere, pe o serie de 6 epruvete.



Fig. 1. Probe A-V-P. Probe testate la conductivitate.



Fig. 2. Probe A-V-C. Uscare la masa constantă în etuvă la  $(80\pm 5)^{\circ}\text{C}$ .



Fig. 3. Probe A-V-R. Probe testate la conductivitate.



Fig. 4. Probe A-V-P. 150 x 150 x 150 (mm). Condiționare: uscarea în laborator.



Fig. 5. Probe A-V-C. 150 x 150 x 150 (mm). Condiționare: uscarea în laborator.



Fig. 6. Probe A-V-R. 150x 150 x 150 (mm). Măsurare dimensiuni cu șubler digital.



Fig. 7. Probe A-V-P. După încercarea la compresiune.



Fig. 8. Probe A-V-C. După încercarea la compresiune.

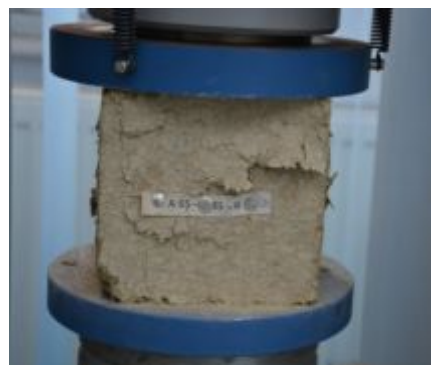


Fig. 9. Probe A-V-R. După încercarea la compresiune.

Tabelul 1. Media densității aparente.

Epruvetă	Lungime L (mm)	Lățime l (mm)	Grosime d (mm)	Volum V (m <sup>3</sup> )	Masa m (kg)	$\rho_a$ (Kg/m <sup>3</sup> )
A-V-P	144,75	145,40	144,72	0,0030456	2,534	832
A-V-C	143,15	142,39	138,58	0,0028247	2,199	778
A-V-R	142,96	142,59	136,32	0,0027788	2,457	884

Tabelul 2. Determinarea conductivității și a rezistenței termice.

Epruvetă	Grosime (m)	Conductivitatea termică (W/mK)	Conductivitatea termică (W/mK)	Rezistența termică (m <sup>2</sup> K/W)	Rezistența termică (m <sup>2</sup> K/W)	Grosime (m)
	d	$\lambda_{23}$	$\lambda_{10}$	R <sub>23</sub>	R <sub>10</sub>	d
A-V-P	0,0618	0,1432	0,1390	0,435	0,445	0,0618
A-V-C	0,0615	0,1525	0,1467	0,405	0,420	0,0615
A-V-R	0,0623	0,1644	0,1601	0,380	0,390	0,0623

Tabelul 3. Determinarea rezistenței la compresiune.

Cod epruvetă	Lungime	Lățime	Grosime	Secțiunea transversală a probei	Forța maximă la cedare	Rezistența la compresiune
	L (mm)	l (mm)	d (mm)	A <sub>c</sub> (mm <sup>2</sup> )	F(kN)	f <sub>b</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
A-V-P	145,60	146,35	146,35	21308,6	18,1	0,82
A-V-C	145,48	145,35	145,44	21145,5	22,7	0,86
A-V-R	143,66	143,21	138,52	20573,5	19,1	0,79

### 3. Rezultate și discuții

#### 3.1. Determinarea densității

În urma încercării s-au constatat diferențe între cele trei tipuri de rețete, diferite prin adaosul de materii vegetale. Așadar, pentru compozitul termoizolant pe baza de argilă, var și paie (Fig. 4) media densității aparente a fost de  $832 \text{ kg/m}^3$ . În cazul argilei cu conținut de cânepă (Fig. 6) se observă o descreștere a densității, ajungând la o medie de  $778 \text{ kg/m}^3$ , iar în cazul compoziției cu rumeguș (Fig. 5), sesizăm o densitate de  $884 \text{ kg/m}^3$ , așa cum se observa și în Tabelul 1. Deci, în privința densității aparente specifice a materialelor pe bază de cânepă, rumeguș și paie, se observă diferențe între cele trei amestecuri. Aceste diferențe sunt evidențiate în variantele standard ale acestor materiale.

#### 3.2. Determinarea conductivității și a rezistenței termice

În Tabelul 2 este prezentată sinteza rezultatelor experimentale pentru cele trei tipuri de rețete studiate, unde:

- $\lambda_{23}$  - Conductivitatea termică, (W/mK) la temperatura de  $23^\circ\text{C}$ .
- $\lambda_{10}$  - Conductivitatea termică(W/mK) la temperatura de  $10^\circ\text{C}$ .
- $R_{23}$  - Rezistența termică  $R_{23}$  ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ) specifică grosimii  $d$  a probei, la temperatura de  $23^\circ\text{C}$ .
- $R_{10}$  - Rezistența termică  $R_{10}$  ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ) specifică grosimii  $d$  a probei, la temperatura de  $10^\circ\text{C}$ .

În analiza datelor pentru cele trei amestecuri, putem observa că ultimul amestec și anume cel pe bază de rumeguș are o conductivitate termică mai mare, înregistrând o valoare de  $0,1601$  (W/mK). În același timp, rezistența termică pentru acest amestec este cea mai mică dintre cele trei, măsurând  $0,390$  ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ). Aceste date indică faptul că amestecul A-V-R are o capacitate mai mare de a permite transferul de căldură în comparație cu primele două. Prin urmare, putem spune

că amestecul pe bază de paie și respectiv amestecul pe bază de cânepă pot fi considerate izolatoare mai bune decât amestecul de rumeguș.

#### 3.3. Determinarea rezistenței la compresiune

Conform SR EN 772-1, determinarea rezistenței la compresiune a celor 3 tipuri de rețete a fost realizată după ce acestea au fost uscate în aer prin păstrarea epruvetelor timp de cel puțin 14 zile în laborator (Temperatura  $\geq 15^\circ\text{C}$ , umiditate relativă  $\leq 65\%$ ), rezultatele fiind prezentate în Tabelul 3.

Observăm că materialele cu bază de cânepă (Fig. 8) prezintă valori mai mari ale rezistenței la compresiune în comparație cu cele pe bază de paie (Fig. 7) și rumeguș (Fig. 9). Aceste valori crescute ale rezistenței la compresiune sunt evidente în toate soluțiile din matricea A50 – V50, în care cantitatea de argilă și var este aceeași.

Această constatare sugerează că amestecul pe bază de cânepă este mai eficient în consolidarea structurii și în creșterea rezistenței la compresiune în comparație cu paiele și rumegușul în cadrul soluțiilor testate. Acest lucru poate fi atribuit probabil proprietăților fizice și chimice specifice ale cânepii, care îl fac mai adecvat pentru consolidarea compozițiilor materialelor și pentru îmbunătățirea performanțelor lor mecanice în comparație cu paiele și cânepa.

### 6. Concluzii

Pământul este cel mai important material de construcție natural, fiind la îndemână în aproape toate regiunile. Atunci când își construiesc casele, oamenii doresc un climat interior sănătos, cu consum redus de energie și costuri mici. Introducerea de materiale naturale precum paiele, cânepa sau rumegușul în compoziția argilei reprezintă o evoluție semnificativă în domeniul

construcțiilor, având multiple beneficii pentru calitatea, durabilitatea și sustenabilitatea structurilor.

Prin adăugarea acestor adaosuri naturale se îmbunătățește stabilitatea structurii compoziției și poate conferi o mai mare rezistență la solicitările mecanice. Prin urmare, materialele rezultate din aceste compoziții sunt mai puțin susceptibile la fisuri și deformări, oferind o durabilitate sporită în timp. Rezistența la compresiune, așa cum este evidențiată în probele analizate, indică faptul că amestecul pe bază de argilă-var-câneapă, prezintă un grad mai mare de eficiență în consolidarea structurii și în îmbunătățirea rezistenței la compresiune în comparație cu paiele și rumegușul, în contextul soluțiilor testate.

În al doilea rând, introducerea acestor materiale naturale îmbunătățește izolația termică a structurilor. Paiele, cânepa și rumegușul sunt materiale cu proprietăți izolatoare, care pot reduce transferul de căldură între interiorul și exteriorul unei construcții. Astfel, aceste materiale contribuie la menținerea unui climat interior confortabil și la reducerea consumului de energie necesar pentru încălzire sau răcire.

## 6. Mulțumiri

Această lucrare a fost realizată prin Programul-NUCLEU din cadrul Planului Național de Cercetare Dezvoltare și Inovare 2022-2027, derulat cu sprijinul MCID, proiect nr. PN 23 35 03 01 - Sistem integrat de dezvoltare și cercetare științifică a construcțiilor și a infrastructurilor vitale la acțiuni extreme de mediu, seismice și climatice și valorificarea resurselor sustenabile de materiale și energie.

## BIBLIOGRAFIE

- Ahlberg J., Georges E., Norlén M. (2014), *The potential of hemp buildings in different climates. A comparison between a common passive house and the hempcrete building system*, Universitatea din Uppsala, Suedia.
- ASRO (2002), *SR EN 12667:2002 Performanța termică a materialelor și produselor de construcție. Determinarea rezistenței termice prin metoda plăcii calde gardate și prin metoda cu termofluxmetru. Produse cu rezistență termică mare și medie*, Asociația de Standardizare din România, București, România.
- ASRO (2013), *SR EN 1602:2013 Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea densității aparente*, Asociația de Standardizare din România, București, România.
- ASRO (2016), *SR EN 772-1+A1:2016 Metode de încercare a elementelor pentru zidărie. Partea 1: Determinare a rezistenței la compresiune*, Asociația de Standardizare din România, București, România.
- Bendapudi S. C. K., Potnuru A., Varanasi K., Saha P. (2012), *Straw Bale as Sustainable Material*, International Journal of Earth Sciences and Engineering 5(4):628-634.
- Bruijn P. B., Jeppson K. H., Sandin K., Nilson C. (2009), *Mechanical properties of lime-hemp concrete containing shives and fibres*, Biosystems Engineering 103(4):474-479.
- Duda M. (2015), *Arhitectura și materialele de construcții*, Suport de curs, Editura Fundației „România de Măine”, București, România.
- Minke G. (2008), *Construind cu pământ. Proiectare și tehnologii pentru o arhitectură durabilă*, Editura Simetria, București, România.
- Muntari M. Y., Windapo A. O., (2021), *Clay as Sustainable Building Material and its Benefits for Protection in the Built Environment*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1144: 012044.