

ROLUL SPAȚIILOR VERZI URBANE ÎN ADAPTAREA LA SCHIMBĂRILE GLOBALE DE MEDIU

THE ROLE OF URBAN GREEN SPACES IN ADAPTATION TO GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGES

CZU: 551.583:712.252(478-21)

<https://doi.org/10.59295/spd2024n.57>

Natalia CIUBUC,

ORCID: 0000-0002-9007-9300

e-mail: natalia.ciubuc@usm.md

Universitatea de Stat din Moldova

Alexandru COCIN,

e-mail: alexandru.cocin@usm.md

Universitatea de Stat din Moldova

***Summary.** The role of urban green spaces in improving the quality of the urban environment and the cities adaptation to the climate changes was analyzed. An extensive bibliographic study was carried out, the contributions of green spaces in mitigating the effects of global environmental changes were evaluated, principles for the design of sustainable and resilient green spaces were highlighted and plant species capable of mitigating negative effects were recommended. As cities face the challenges of urbanization and climate change, investing in urban green spaces is becoming a strategic imperative. Cities that prioritize green infrastructure not only mitigate the adverse effects of global environmental change, but also promote resilient, vibrant and healthier urban environments for current and future generations.*

Keywords: green spaces, global environmental changes, climate change.

INTRODUCERE

Orașele din întreaga lume sunt din ce în ce mai expuse la intensificarea efectelor schimbărilor climatice. Un rol aparte în atenuarea acestor efecte le revine spațiilor verzi urbane. În literatura de specialitate în ultimii ani au apărut numeroase lucrări, care descriu rolul spațiilor verzi urbane în strategiile de ecologizare și îmbunătățire a mediului urban, de ex. prin creșterea confortului termic și reducerea impactului negativ al valurilor de căldură, reglarea debitului de apă și atenuarea scurgerilor de suprafață, moderarea extremelor de mediu [1-4]. Studiile științifice demonstrează că activitățile antropice sunt cauza a peste 70% din emisiile de dioxid de carbon (CO₂) și alte gaze cu efect de seră [5].

Obiectivele acestui studiu au fost de a analiza sursele bibliografice cu privire la rolul spațiilor verzi urbane în atenuarea efectelor negative ale schimbărilor climatice, evaluarea rolului diverselor specii de plante în atenuarea schimbărilor climatice, investigarea relației dintre diversitatea plantelor și schimbările globale de mediu, inclusiv investigarea contribuției spațiilor verzi urbane la atenuarea schimbărilor climatice în orașul Chișinău.

MATERIALE ȘI METODE

Pentru a evalua rolul spațiilor verzi urbane în atenuarea efectelor cauzate de schimbările climatice a fost realizată o analiză bibliografică amplă dar și observații proprii asupra particularităților de management și a stării ecologice a spațiilor verzi din Moldova .

DISCUȚII ȘI REZULTATE

Rezultatele cercetărilor recunosc infrastructura verde ca o cerință incontestabilă pentru orașe moderne, reziliente [6]. Spațiile verzi urbane și întreaga vegetație din zonele urbane sunt vitale pentru conservarea biodiversității și atenuarea schimbărilor climatice [2,7]. Dincolo de rolul lor de conservare a biodiversității, spațiile verzi urbane îmbunătățesc calitatea aerului, absorb și dispersează poluanții, compensează zgomotul și temperaturile extreme. Vegetația urbană captează și stochează carbonul prin absorbția de CO₂ [4]. Mai mult, vegetația urbană bine gestionată poate capta și absorbi o cantitate considerabilă de CO₂ în comparație cu pădurile naturale. Tipul spațiilor verzi și structura vegetației pot influența condițiile microclimatice locale prin crearea unei varietăți de condiții de insolație și umiditate, determinând performanța spațiilor verzi urbane în reglarea temperaturilor înconjurătoare, transformând căldura percepută în căldură latentă prin răcirea datorată evaporării, acționând ca tampon termic [7, 9-14].

Abundența și structura vegetației urbane, dimensiunea, forma, densitatea și starea plantelor afectează de ex. capacitatea vegetației de a influența microclimatul prin evapotranspirație și umbrire, de a intercepta precipitațiile, de a modifica mișcările aerului și schimbările de căldură cu mediul înconjurător [4-5,8]. Compoziția și diversitatea plantelor pot influența, de asemenea, furnizarea de servicii ecosistemice relevante pentru adaptarea la climă, de ex. prin determinarea tipului de metabolism fotosintetic care influențează potențialul de răcire al vegetației [3,8-9].

Pe lângă elementele naturale, spațiile verzi urbane includ și elemente construite inerte care afectează clima locală. De exemplu, foisoare, pergole și alte dispozitive de umbrire interceptează radiația solară directă și reduc temperatura suprafețelor și ale aerului, în timp ce pavajele care utilizează materiale de culori deschise, permeabile, cu rezistență termică scăzută și porozitate ridicată pot reduce temperatura suprafețelor și pot modifica mediul termic din apropiere [10-12]. Pe măsură ce orașele se extind cu construcții de beton și asfalt, absorbind și reflectând căldura, provocând creșterea temperaturilor, creând puncte fierbinți localizate. Principalii vinovați din spatele insulelor de căldură sunt caracteristicile mediului construit, cum ar fi suprafețele impermeabile, infrastructura densă și spațiile verzi limitate [13]. Spre deosebire de suprafețele impermeabile care absorb și rețin căldura, suprafețele permeabile permit o mai mare disipare a căldurii și reținerea umidității solului. Spațiile verzi au în mod obișnuit suprafețe permeabile, cum ar fi peluzele și solul, care permit căldurii să se disipeze mai eficient în comparație cu betonul sau asfaltul. Plantele, prin procesul de fotosinteză, absorb radiația solară și eliberează oxigen. Acest schimb activ moderează temperaturile, făcând

spațiile verzi instrumentale în reglarea căldurii ambientale. Efectul de răcire generat de spațiile verzi urbane contribuie semnificativ la îmbunătățirea confortului exterior pentru locuitorii urbani. Zonele umbrite cu temperaturi mai scăzute devin spații primitoare pentru recreere, socializare și diverse activități în aer liber, favorizând un mediu de trai plăcut. Suprafețele permeabile din spațiile verzi facilitează o mai bună absorbție a apelor pluviale, reducând riscul de inundații urbane, îmbunătățind managementul general al precipitațiilor [14]. Efectul de răcire generat de umbră, evapotranspirație și temperaturile reduse ale suprafeței arată puterea de transformare a spațiilor verzi în crearea unui mediu de viață urban mai confortabil și durabil [15]. Acești factori contribuie la creșterea absorbției căldurii, la reducerea mecanismelor naturale de răcire și la crearea unor microclimate care intensifică temperaturile. Prevalarea betonului, asfaltului și a altor suprafețe impermeabile în peisajele urbane duce la o absorbție crescută a căldurii, ducând la temperaturi ridicate ale suprafeței. Clădirile înalte și amenajările urbane compacte împiedică circulația naturală a aerului, captând căldura și intensificând nivelurile de temperatură. Lipsa de verdeață în mediile urbane diminuează efectul de răcire asociat vegetației naturale, exacerbând insulele de căldură. Activitățile umane, procesele industriale și emisiile vehiculelor contribuie la producția suplimentară de căldură, crescând și mai mult temperaturile.

Cercetări recente au evidențiat că spațiile verzi urbane devin eficiente printr-un management, proiectare atentă și design durabil. Caracteristici precum asamblarea elementelor într-un model sau configurație specifică, determinată de dimensiunea și forma acestor elemente și tipul de elemente construite, compoziția vegetației influențează foarte mult performanța lor și ar trebui să fie luate în considerare în proiectarea spațiilor verzi pentru a realiza întregul potențial de adaptare la climă [16].

Fitoremedierea este un mecanism cheie prin care plantele din spațiile verzi urbane absorb poluanții gazoși, cum ar fi dioxidul de azot (NO_2), dioxidul de sulf (SO_2) și ozonul (O_3), și atenuează efectul acestora [2]. Această filtrare fizică reduce concentrația de particule poluante din aer. Rădăcinile plantelor, de rând cu aparatul foliar, pot absorbi și acumula anumiți poluanți din sol, împiedicând migrarea acestora în apele subterane sau în aer. Această dublă acțiune – remedierea aerului și a solului – face ca spațiile verzi urbane să fie de neprețuit în atenuarea impactului poluanților asupra mediului [2,6,16].

Datele din literatură demonstrează că succesul maxim poate fi atins prin plantarea în spații verzi a arborilor nativi, capabili mai ușor să se adapteze la condițiile locale, demonstrând astfel un randament înalt în absorbția de carbon. În timp ce copacii și pădurile captează, fără îndoială, CO_2 în timpul fazelor de creștere, lemnul mort, în procesul de descompunere eliberează carbonul stocat. În comparație cu ecosistemele naturale, vegetația din zonele urbane este gestionată, fiind eliminate resturile vegetale care între timp ar fi fost supuse descompunerii, astfel randamentul absorbției gazelor de seră fiind mai înalt comparativ cu zonele naturale, unde vegetația nu este gestionată. Nu trebuie neglijat și faptul că activitățile de management, care includ activități precum îndepărta-

rea lemnului mort, lucrări de conducere a arborilor, fertilizarea, irigarea și îndepărtarea frunzelor moarte toamna duc în continuare la emisii de CO₂ [5,17-20].

În afară de modul de gestionare a spațiilor verzi, un rol important îl are și compoziția specifică a spațiilor verzi. Arborii, în special speciile cu frunze late se dovedesc a fi cele mai efective. Studiile indică că caracteristicile morfologice și fiziologice ale plantelor au un impact major în atenuarea schimbărilor climatice (www.ibimet.cnr.it). Printre plantele testate de cercetători, există specii de arbori foarte eficienți în absorbția de dioxid de carbon, și în același timp prezentând emisii scăzute de compuși organici volatili. Lideri la acest capitol sunt mojdrean (*Fraxinus ornus L.*), păducelul (*Crataegus monogyna Jacq.*) nepretențios la condițiile de climă și sol, teiul (*Tilia cordata Mill.*), mesteacănul (*Betula pendula Roth*) și plopul (*Populus tremula L.*) [22.23].

Deși spațiile verzi urbane și infrastructura verde urbană joacă un rol imperativ în sustenabilitatea mediului în zonele urbane, studiile științifice și informațiile care examinează contribuțiile lor la atenuarea schimbărilor climatice și conservarea biodiversității sunt modeste în Moldova, cu excepția câtorva studii cu referire la parcurile publice din capitala țării, mun. Chișinău [24.25], lipsind studii științifice privind stocarea carbonului și potențialul de atenuare a schimbărilor climatice.

Integrarea spațiilor verzi urbane în planificarea orașului se aliniază cu principiile designului urban durabil. Prin încorporarea infrastructurii verzi, orașele pot atenua impactul schimbărilor globale de mediu, promovând în același timp un echilibru între dezvoltarea urbană și protecția mediului. În planul de dezvoltare strategică a mun. Chișinău a fost menționat rolul deosebit al infrastructurii verde-albastre și a rezistenței acesteia la schimbări climatice [26].

CONCLUZII

În concluzie, putem afirma că spațiile verzi urbane servesc ca agenți dinamici, care contribuie la sănătatea mediului, favorizând o relație simbiotică între dezvoltarea urbană și bunăstarea ecologică. Impactul multidimensional al spațiilor verzi urbane este evident: de la furnizarea de habitate esențiale pentru conservarea biodiversității până la acționarea ca purificatoare naturale de aer, reglatoare de temperatură și îmbunătățirea bunăstării mentale și fizice ale populației. Pe măsură ce orașele din întreaga lume se confruntă cu provocările urbanizării rapide, importanța integrării spațiilor verzi în planificarea urbană nu poate fi exagerată. Ele sunt niște faruri ale durabilității, oferind soluții tangibile la provocările de mediu și de sănătate pe care le reprezintă viața urbană densă. Rolul lor în menținerea echilibrului ecologic în cadrul ecosistemelor urbane devine o piatră de temelie pentru orașe rezistente, adaptabile și mai sănătoase. Atenția continuă și investițiile în spațiile verzi urbane sunt imperative pentru asigurarea unui mediu urban mai sănătos pentru generațiile actuale și viitoare. Această investiție depășește crearea de peisaje plăcute din punct de vedere estetic; este o investiție în sănătatea generală, și reziliența spațiilor urbane.

REFERINȚE

1. EDEIGBA, B., ASHINZE, U.K., et.all. Urban green spaces and their impact on environmental health: A Global Review, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2024, 21(02), 917–927
2. DEMUZERE, M., ORRU, K., HEIDRICH, O., et.all. Mitigating and adapting to climate change: multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure, *J. Environ. Manag.*, 146 (2014), pp. 107-115
3. KOC, C., OSMOND, P., PETERS, A. Evaluating the cooling effects of green infrastructure: a systematic review of methods, indicators and data sources *Sol. Energy*, 166 (2018), pp. 486-508
4. GOMEZ-BAGGETHUN, E., BARTON, D.N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning, *Ecol. Econ.*, 86 (2013), pp. 235-245
5. NOWAK, D.J.; GREENFIELD, E.J.; HOEHN, R.E.; LAPOINT, E. Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States» (). USDA Forest Service / UNL Faculty Publications. 2013, În:<https://digitalcommons.unl.edu/usdafsfacpub/238>
6. CHATZIMENTOR, A., APOSTOLOPOULOU, E., MAZARIS, A.D. A review of green infrastructure research in Europe: challenges and opportunities [Review], *Landsc. Urban Plan.*, 198 (2020),
7. KLEMM, W., LENZHOLZER, S., VAN DEN BRINK, A. Developing green infrastructure design guidelines for urban climate adaptation, *Journal of Landscape Architecture*, 12 (3) (2017), pp. 60-71,
8. GRAÇA, M., CRUZ, S., MONTEIRO, A., NESET, T.-S. Designing urban green spaces for climate adaptation: A critical review of research outputs, *Urban Climate*, Volume 42, March 2022, 101126 ISSN 2212-0955, În:<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101126>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221209552200044X>)
9. GUNAWARDENA, K.R., WELLS, M.J., KERSHAW, T. Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity, *Sci. Total Environ.*, 584-585 (2017), pp. 1040-1055,
10. SHOOSHARIAN, S., RAJAGOPALAN, P., SAGOO, A. A comprehensive review of thermal adaptive strategies in outdoor spaces, *Sustain. Cities Soc.*, 41 (2018), pp. 647-665,
11. LENZHOLZER, S., CARSHJENS, G.-J., et.all. Awareness of urban climate adaptation strategies –an international overview, *Urban Climate*, 34 (2020), Article 100705, 10.1016/j.uclim.2020.100705
12. MATTHEWS, T., LO A.Y., BYRNE, J.A. Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners, *Landsc. Urban Plan.*, 138 (2015), pp. 155-163,
13. MILESI, C., CHURKINA, G., Measuring and monitoring urban impacts on climate change from space. *Remote Sensing*, 2020. 12(21), p.3494.

14. HUANG, Y., TIAN, Z., KE, Q., LIU, J., et.all.. Nature-based solutions for urban pluvial flood risk management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 2020, 7(3), p.e1421.
15. LIU, H.Y., SKANDALOS, N., BRASLINA, L., KAPSALIS, V. AND KARAMANIS, D., Integrating solar energy and naturebased solutions for climate-neutral urban environments. In *Solar*, 2023, (Vol. 3, No. 3, pp. 382-415). MDPI.
16. CIORNEI, L., MUNTEANU, P. Gestionarea durabilă a pădurilor urbane în orașele inteligente, In book: *Smart Cities*, 202, p.165
17. MULUNEH, M., WORKU, B. Contributions of urban green spaces for climate change mitigation and biodiversity conservation in Dessie city, Northeastern Ethiopia, *Urban Climate*, Volume 46, 2022, 101294, ISSN 2212-0955, În: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095522002127
18. AKBARI, H.; DAVIS, S.; DORSANO, S.; HUANG, J.; WINNETT, S. *Cooling our communities: a guidebook on tree planting and light-colored surfacing*, (Report No. 22P-2001). Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. 1992, 217 p.
19. DONOVAN, G.H.; BUTRY, D.. The value of shade: estimating the effect of urban trees on summertime electricity use. *Energy and Buildings*, 2009, 41(6): 662-668.
20. MOURATIDIS, K., *Urban planning and quality of life: A review of pathways linking the built environment to subjective well-being*. *Cities*, 2021, 115, p.103229.
21. HAN, Y., LEE, J., HAIPING, G., et.all *Plant-based remediation of air pollution: a review*. *Journal of Environmental Management*, 2022, 301, p.113860.
22. LUTTER, R, STÅL, G, et.all. Climate Benefit of Different Tree Species on Former Agricultural Land in Northern Europe. *Forests*. 2021; 12(12):1810. În: <https://doi.org/10.3390/f12121810>
23. KIRBY, K.R., POTVIN, C. Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project, *Forest Ecology and Management*, volume 246, Issues 2–3, 31 July 2007, Pages 208-221
24. COVALI, V., PALANCEAN, A., SOCOLOV, V., et.all. Probleme actuale ale spațiilor verzi din R. Moldova. In: *International Conference of Young Researchers* , Ed. 8, 11-12 noiembrie 2010, Chișinău. Chișinău: Tipogr. Simbol-NP SRL, 2010, Ediția 8, p. 82. ISBN 978-9975-9898-4-8..
25. DONICA, A. Tendințe spațiale și temporale în evoluția spațiilor verzi urbane din Republica Moldova. In: *Agronomie și agroecologie*, 1 ianuarie 2018, Chișinău. Chișinău: Centrul editorial UASM, 2018, Vol.52(1), pp. 481-488. CZU: 712.2(478)
26. Chișinău Oraș Verde. Planificare strategică. Chișinău, 2020, 159 p.