ASPECTE PRIVIND INFRASTRUCTURA ECOLOGICĂ URBANĂ ȘI FURNIZAREA SERVICIILOR ECOSISTEMICE

ASPECTS REGARDING URBAN ECOLOGICAL INFRASTRUCTURE AND PROVISION OF ECOSYSTEM SERVICES

Andrian ȚUGULEA, ORCID: 0000-0002-7106-8921
Vladimir MOGÎLDEA, ORCID: 0000-0001-8544-1742
Iurii BEJAN, ORCID: 0000-0001-5141-0315
Institutul de Ecologie și Geografie, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

CZU: 502.1:711.4

e-mail: andrusha_tugulea@yahoo.com
e-mail: vl.mogildea@yahoo.com
e-mail: iurie.bejan@gmail.com

The present paper presents the results regarding the role of the ecological infrastructure in the Balti urban ecosystem in the provision of ecosystem services. Modern methods of land use analysis were used, followed by the quantification of ecosystem services (air purification, carbon storage, water retention). It was established that in the municipality of Balti, agricultural land predominates - 51% (4001.44 ha), followed by construction and courtyards - 28% (2138.25 ha), forests -9% (722.75 ha) , lands occupied by water and lands for streets and markets with 4% each, roads - 3%, and other lands including degraded. In the rural area, agricultural land predominates, and in the urban area - buildings and yards. The urban green infrastructure in the Balti urban ecosystem can remove approximately 51.6 t/year of particles from the air, store 116.5 thousand tons of carbon and retain rainwater in case of 10 mm precipitation - 289.8 thousand t/ year.

Keywords: *urban ecosystem, ecological infrastructure, ecosystem services, land use.*

INTRODUCERE

În Uniunea Europeană tendința spre urbanizare din ultimele decenii a dus la extinderea zonelor urbane. Se estimează că aproximativ 1000 km^2 pe an sunt transformate în suprafețe artificiale [1], ocupate în mare parte din teren arabil. Problemele includ pierderea resurselor de sol prin etanșarea solului, datorită acoperirii permanente a terenului cu material artificial impermeabil precum asfaltul și betonul. Acest lucru afectează producția de alimente, absorbția și filtrarea apei și alte funcții ale solului [2].

Ecosistemul urban este sistemul ecologic situat în interiorul unui oraș. Ca orice alt ecosystem, ecosistemul urban este compus din componente fizice și biologice care interacționează între ele. Zonele urbane includ o combinație de infrastructură construită „gri”, cum ar fi infrastructura rezidențială, industrială, comercială și de transport și infrastructură „verde” și „albastră”.

Conform definiției [3] Ecosistemele urbane sunt sisteme socio-ecologice care sunt compuse din infrastructură ecologică (infrastructură verde + infrastructură albastră) și infrastructură construită.

Infrastructura verde urbană (IVU) din ecosistemele urbane joacă un rol din ce în ce mai important în bunăstarea locuitorilor acestor peisaje extrem de modificate [4, 5, 6]. Deși valoarea lor ecologică a fost adesea considerată limitată datorită dimensiunii și gradului lor de artificialitate [7], IVU pot oferi diverse servicii ecosistemice (ES), adică beneficiile pe care omul le primește de la acestea. Aceste ES reprezintă baza pentru utilizarea lor ca soluție bazată pe natură pentru multiplele probleme de mediu din orașe.

În ultimii ani, au fost dezvoltate metode pentru cuantificarea [5, 8] și evaluarea ES [9, 10]. Majoritatea publicațiilor vizează cuantificarea ES la nivel regional sau la scară națională, cu accent pe peisajele naturale și rurale. Mai puțin de 10% din toate publicațiile se referă la ecosistemele urbane [5, 11]. Modificarea utilizării terenurilor și ecosistemelelor se datorează urbanizării [12] provocând probleme tipice ale orașului, cum ar fi poluarea aerului, zgomot, stres termic ș.a. care pot fi reglate de IVU. Majoritatea cercetătorilor care studiază în detaliu unul sau mai multe IVU sau mod de acoperire a terenului, se axează de obicei doar pe un singur ES.

Modul de sechestrare a carbonului a fost studiat de către [13, 14], în timp ce [15] s-au concentrat pe biodiversitate, iar [16] au făcut un pas mai departe și au studiat ES furnizate de întreaga infrastructură verde.

Primele cercetări privind rolul infrastructurii verzi în furnizarea serviciilor ecosistemice în ecositemele urbane din Republica Moldova (EU Chișinău, EU Bălți, EU Florești) au fost prezentate în lucrările [17 - 21].

În acest studiu ne propunem să analizăm modul de utilizare a terenurilor dintr-o zonă locativă cu case la sol, unde au fost scoase în evidență infrastructura construită (drumuri, case, curți pavate, etc) și IVU (păduri, grădini, arbori, arbuști, vegetație ierboasă), dar și cuantificarea ES (purificarea aerului, depozitarea carbonului și retenția scurgerilor) .

MATERIALE ȘI METODE

În calitate de obiect de studiu a servit ecosistemul urban Bălți cu zonele periurbane – satele Sadovoe și Elizaveta (Fig. 1). A fost cuantificată infrstructura verde, albastră și construită și stabilite relațiile între aceste infrastructuri. Sursă inițială de date a servit Cadasrtrul funciar [22]. În infrastructura gri au fost incluse terenurile aflate sub drumuri, străzi și piețe, construcții și curți. Infrastructura verde include terenurile agricole (teren arabil, pârloagă, plantații multianuale. fânețe, pășuni), plantațiile forestiere - spații verzi (terenuri silvice, plantații de tufari și arbuști, fâșii forestiere de protecție), iar infrastriuctura albastră însumează terenurile aflate sub apă (mlaștini, iazuri, lacuri, segmente de râuri , râulețe, pârae). Au fost identificate și calculate suprafețele totale a infrastructurilor respective și analizate corelația între ele. Cercetările s-au efectuat la nivelul orașului central și al Zonei Urbane Funcționale (ZUF) ca unitate spațială unificată pentru delimitarea

orașelor din Europa ținând cont de densitatea populației. O zonă urbană funcțională este constituită dintr-un centru urban şi arealul proxim integrat economic orașului central (ex: bazinul de recoltare al forţei de muncă, zona de navetă) [23]. Pentru a stabili influiența schimbării habitatului asupra ES a fost identificată o zonă periferică a ecosistemului urban în proces de extindere. În aria – pilot (Fig. 1) stabilirea tipurilor de infrastructură s-a realizat în baza datelelor obținute din Imaginile satelitare analizate pe platforma Land Viewer, programul Qgis și tehnicile de teledetecție.

Pentru cuantificarea seviciilor ecosistemice (Tab. 1) au fost folosiți coeficienții a 3 tipuri de ES (purificarea aerului, depozitarea carbonului, retenția scurgerilor) conform [24]

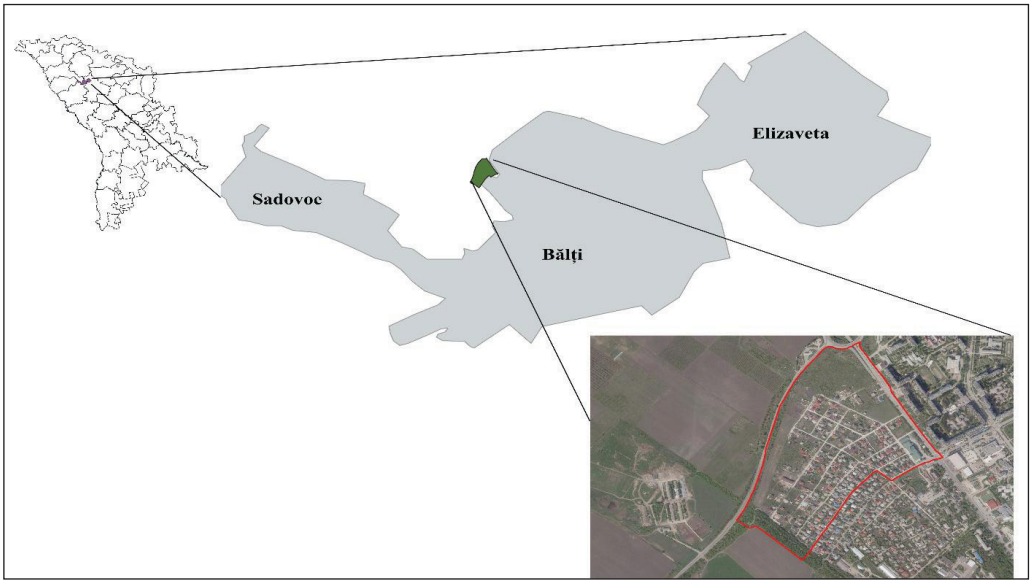


Fig. 1. Shema-plan a ariei de cercetare

Tabelul 1

Rolul unor tipuri de infrastructură verde în furnizarea diferitor servicii ecosistemice [24]

Tipul de IVU	Purificarea aerului*, g/m²/an	Depozitarea carbonului, kg/m²	Retenția scurgerilor, l/m²
Pădure	2,69	15,62	8,7
Arbori	3,97	10,64	8,4
Arbuști	2,05	5,51	7,3
Vegetație ierboasă	0,9	0,17	8

Terenuri cultivate	0,82	1,07	6
Grădină	0,82	1,07	6
Ape	0	0	10
Altele	0,82	1,07	6

* Indicatorul depinde de locația IV (rata de purificare a aerului se dublează pentru IV pe o zonă tampon de 50 m de la drum;

Purificarea aerului este calcultă pentru particule PM 10, deoarece sînt cele mai dăunătore pentru sănătate și cele mai eficient capturate de IVU. În cuantificarea stocării carbonului, doi factori sunt importanți, primul fiind volumul biomasei, care este proporțional cu capacitatea de stocare a carbonului de către arbori, iar al doilea factor este tipul de vegetație. Retenția scurgerilor este calculată pentru un eveniment de ploaie de 10 mm.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Municipiul Bălți, inclusiv comunele Sadovoe și Elizaveta, conform Cadastrului funciar, ocupă o suprafață de 7800,57 ha [22].

Terenurile arabile sunt cultivate cu cereale, culturi tehnice, legume și unele culturi furajere. Ele reprezintă principala formă de utilizare a terenurilor în zonele periurbane, deținând în prezent 4001,442 ha (sau 50% din mun.) (Tab. 2).

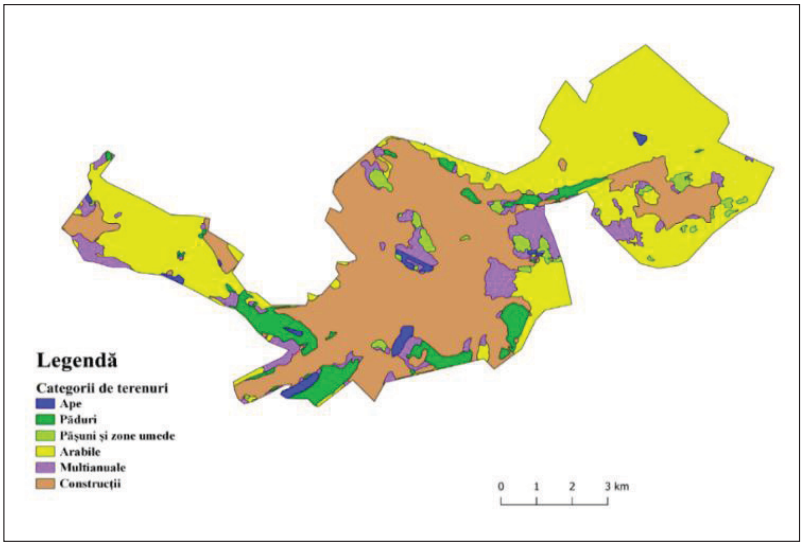


Fig. 2. Modul de utilizare a terenurilor în Municipiul Bălți

Plantațiile multianuale reprezintă suprafețe cultivate cu pomi fructiferi, viță de vie și alte culturi multianuale. În mun. Bălți, această categorie ocupă doar 3% din terenuri (249,63 ha). Dintre acestea, 120,87 ha sunt în satul Sadovoe, 117,35 ha în Bălți și doar

11,41 ha în s. Elizaveta. Predomină livezile (234,28 ha), vii (19 ha), pepiniere pomicole (10 ha) și 1,79 ha de teren ocupate de alte culturi [25].

În municipiul Bălți, suprafața *pădurilor* este de 722,75 ha (inclusiv 312 ha păduri tinere), ceea ce constituie 17% din terenuri. Majoritatea pădurilor sunt amplasate la periferia orașului Bălți (Fig. 2, Tab.2). Resursele forestiere sunt fragmentate și răspândite preponderent pe terenurile degradate.

Terenurile fondului acvatic includ în componența sa albiile cursurilor de apă, cuvetele lacurilor, a iazurilor și a rezervoarelor de apă, mlaștinile. Ponderea acestor terenuri în mun. Bălți este de 4 % (298,56 ha) - 178 ha în or. Bălți și 120,6 ha în zonele rurale.

Terenurile aflate sub construcții dețin o pondere de 33%. Aici se includ suprafețele construite, spațiile și legăturile de acces dintre acestea din cadrul orașului și satelor. Cea mai mare suprafață construită o deține or. Bălți, aici sunt 131,44 ha de drumuri, 286,34 ha străzi și piețe și 2017,12 ha de construcții și curți.

Tabelul 2

Modul de utilizare a terenurilor și distribuția infrastructurii ecologice pe tipuri de vegetație în zona urbană și periurbană

Tipul de infrastructură	Bălți		Sadovoe		Elizaveta	
	ha	%	ha	%	ha	%
Păduri	376	9	2,7	0	0	0
Arbori solitari	7	0	15,6	2	4	0
Arbuști	312	8	5,4	1	0	0
Vegetație ierboasă	84	2	105,5	11	513,5	19
Terenuri cultivate	585	14	562,3	57	1880,8	70
Grădini	117	3	141,9	15	11,4	1
Ape	178	4	42,4	4	78,1	3
Infrastructură construită	2435	59	100,9	10	189,2	7
Altele	49	1	3,7	0	0	0
Total	**4143**	**100**	**980,5**	**100**	**2677**	**100**

IVU produc diferite cantități de ES. În ecositemul urban Bălți cea mai mare cantitate de particule este reținută de plantațiile forestiere (Fig. 3). La fel și depozitarea carbonului este determinată de cantitatea de biomasă sintetizată în pădurile din zona orașului (Fig. 4), iar reținerea precipitațiilor atmosferice este determinată de terenurile cultivate (Fig. 5).

Purificarea aerului este definită ca fiind coborîrea concentrației de fond a poluării aerului. IVU îmbunătățesc calitatea aerului prin filtrarea atmosferei de particulele precum dioxid de azot (NO_2), particule în suspensie (PM10) și dioxid de sulf (SO_2) [26].

Chiar dacă ponderea terenurilor acoperite de către către infrastructura construită în or. Bălți este destul de mare 59% (Tab. 2), cantitatea poluanților reținuți este mai înaltă comparativ cu satele Sadovoe și Elizaveta (Fig. 3). Aceasta este determinată de vegetația

forestieră și arbuști care au un coeficient de purificare mai mare de 2 comparativ cu 0,8 al terenurilor cultivate (Tab. 1). Satul Sadovoe are o suprafață mică, iar ponderea terenurilor cultivate și a vegetației ierboase este majoritară. În acest caz, ES oferite de către această localitate sunt reduse.

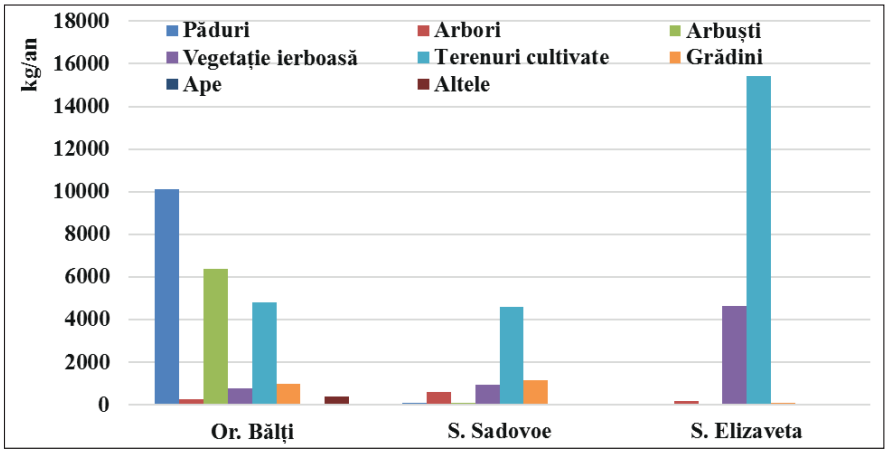


Fig. 3. Cuantificarea ES (purificarea aerului) de către infrastructura verde din ecosistemele urbane și periurbane

Contribuția IVU privind stocarea carbonului este determinat de doi factori esențiali precum volumul biomasei care este proporțional cu capacitatea de stocare al carbonului, cît și tipul de vegetație. Majoritatea cantității stocate de carbon este efectuată de către coronamentul arborilor din păduri, dar și cei solitari și mai puțin de către arbuști și vegetația ierboasă [27]. Volumul ridicat de carbon sechestrat de către oraș comparativ cu celelalte localități din componența mun. Bălți este determinată de suprafața ocupată de pădure, arbori solitari dar și de arbuști (Tab. 2).

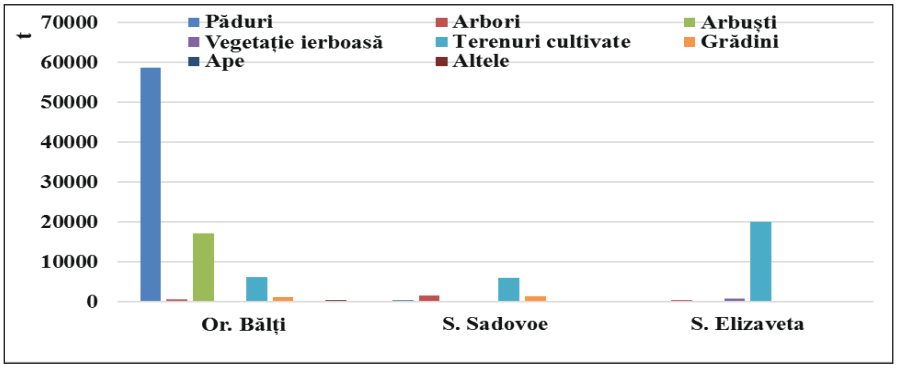


Fig. 4. Cuantificarea ES (depozitarea carbonului) de către infrastructura verde din ecosistemele urbane și periurbane

Factorii care influiențează reglarea scurgerii sunt intensitatea și durata precipitațiilor, clima, panta dar și caracteristicile vegetației. Arborii contribuie în mare parte prin interceptare în timp ce vegetația ierboasă absoarbe în mare parte a apei de ploaie prin infiltrare în sol [29].

Ținînd cont că 90% din suprafața s. Elizaveta este ocupată de terenurile cultivate și vegetație ierboasă, ponderea acestor tipuri de IVU este observată din fig. 5.

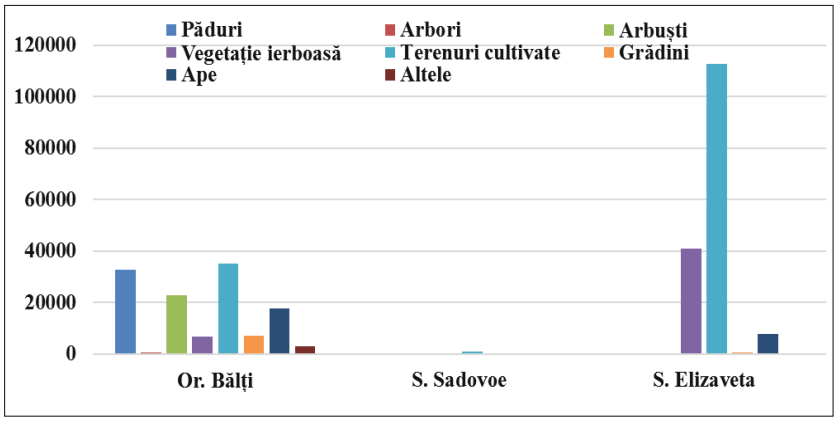


Fig. 5. Cuantificarea ES (retenția scurgerilor) de către infrastructura verde din ecosistemele urbane și periurbane

În zona pilot supusă extinderii urbane, modul de utilizare a terenului (Fig. 6, 7) este caracterizată prin suprafețe acoperite de vegetație erbacee (42% din totalul de 37,73 ha), suprafețe construite – 31%, terenuri cultivate – 18%, pădure – 6%, arbuști – 2% și asociații de arbori – 1%.

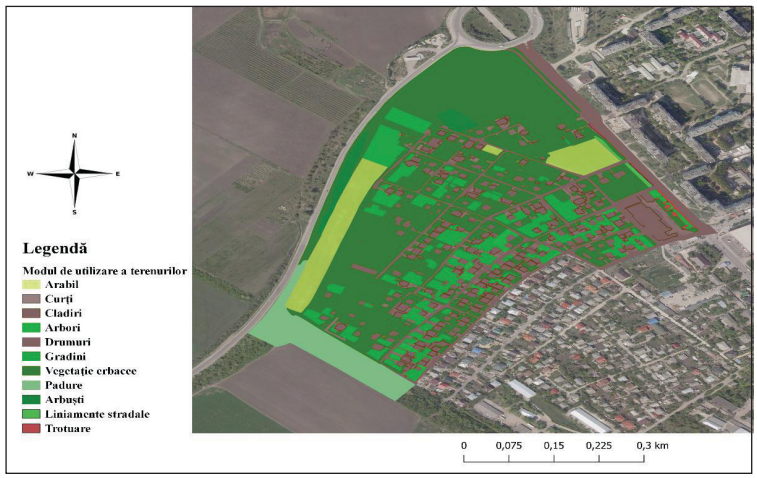


Fig. 6. Configurația spațială a utilizării terenurilor în aria de studiu

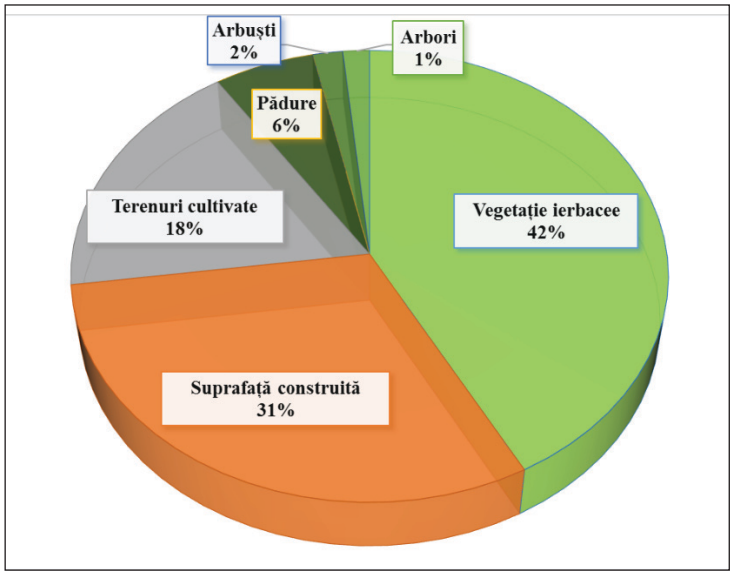


Fig. 7. Compoziția utilizării terenului în zona de studiu

Suprafața acoperită de vegetație erbacee cuprinde flora ruderală cu o valoare ecologică scăzută fiind condiționată de activitățile antropice. Terenul arabil se caracterizează printr-o puternică fragmentare de către proprietari și, în majoritatea cazurilor este reprezentată de mici parcele folosite ca grădini, unde sunt cultivate legume. Suprafață construită este ocupată preponderent de clădiri și drumuri, urmată de pavajul din curțile particulare, drumuri și trotuare.

Atît pădurea cît și arborii solitari au cel mai mare coeficient de purificare a aerului atmosferic, retenția surgerilor, dar și de sechestrare a carbonului. Copacii absorb poluanții gazoși precum oxizii de azot, oxizii de sulf, ozonul ș.a. în procesul de fotosinteză, iar pe suprafața frunzelor se captează PM 2,5, PM10, etc [30]. Terenurile acoperite cu vegetație ierboasă contribuie la retenția scurgerilor și mai puțin la purificarea aerului [31]. Aproape toată stocarea supraterană a carbonului are loc în copaci și doar un mic procent este depozitat în arbuști și vegetația ierboasă. Depozitarea carbonului exprimă cantitatea brută a carbonului stocat la momentul dat și nu ține cont de dinamica lui în timp [32].

Diferitele tipuri de acoperire a terenurilor influiențează scurgerea de suprafață. Terenurile acoperite cu construcții nu sunt capabile să infiltreze apa în sol, astfel sunt necesare investiții în sistemele de scurgere a apelor pluviale. Factorii care influențează funcția de reglare a scurgerii sunt intensitatea și durata precipitațiilor, climă, panta și caracteristicile vegetației. Copacii contribuie în mare măsură prin interceptare, în timp ce iarba absoarbe cea mai mare parte a apei de ploaie prin infiltrare [33]

Infrastructura verde urbană (IVU) în aria cercetată ce cuprinde 69% (suprafețele ierboase, terenurile cultivate, pădurile, arbori și arbuști) îndeplinesc diverse roluri în furnizarea serviciilor ecosistemice. Acestea contribuie la creșterea durabilității orașelor și la rezolvarea multor provocări, cum ar fi poluarea aerului, reducerea zgomotului, impactul schimbărilor climatice, valurile de căldură, inundațiile și problemele de sănătate publică [20, 21].

Cuantificarea ES (Tab. 3) scoate în evidență rolul fiecărui tip de IVU din aria pilot.

Tabelul 3

Prezentare generală a infrastructurii verzi urbane și contribuția acestora la furnizarea serviciilor ecosistemice (ES)*

Tipul de IVU	Purificarea aerului, kg/an	Depozitarea carbonului, t	Retenția scurgerilor, t
Pădure	60,525	351,45	195,75
Arbori	23,82	63,84	189,00
Arbuști	13,735	37,587	164,25
Vegetație ierboasă	143,01	27,013	180,00
Terenuri cultivate	55,186	72,011	135,00
Total	**296,276**	**551,901**	**864,00**

* Serviciile ecosistemice au fost cuantificate conform [24]

Infrastructura verde urbană din aria pilot, stochează 551,9 t de carbon, reține 864,0 t de precipitații la un eveniment de ploaie de 10 mm și au o contribuție semnificativă la purificarea aerului (Tab. 3). În condiții de pășune (până la schimbarea destinației) terenul avea potențialul de a reține mai mult de 3000 t de scurgere, iar în condiții urbane, acest indicator a scăzut de 3,5 ori (Fig. 8).

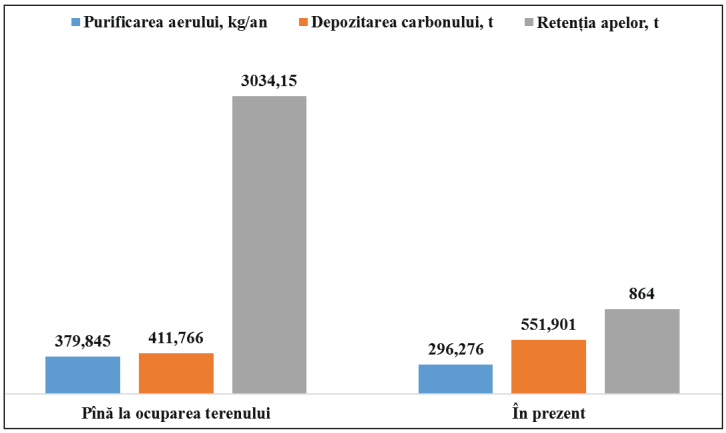


Fig. 8. Evoluția cantității de ES ca urmare a schimbării destinației terenului în aria pilot

CONCLUZII

Compoziția infrastructurii verzi urbane determină în mare parte valoarea serviciilor ecosistemice în ecosistemele urbane. Purificarea aerului și stocarea carbonu lui sunt în mare măsură determinate de densitatea pădurilor, parcurilor, copacii solitari precum și a liniamentelor stradale. Reținerea scurgerilor se realizează mai intens în zonele înierbate.

În condițiile municipiului Bălți, infrastructura verde urbană poate elimina aproximativ 51,6 t/an de particule din aer, poate stoca 116,5 mii tone de carbon și reține apa de ploaie în caz de precipitații de 10 mm - 289,8 mii t/an.

În zonele periurbane (satele Sadovoe și Elizaveta) volumul serviciilor ecosistemice este determinat de specificul utilizării agricole a terenului.

Schimbarea habitatului (de la natural la urban) modifică substanțial cantitatea de servicii ecosistemice, care la rândul său este determinată de compoziția infrastructurii verzi urbane.

Bibliogafie:

1. The European environment: State and outlook 2015' (including European briefings: Agriculture, Biodiversity, Forests, Freshwater, Hydrological systems, Land systems, Marine, Maritime activities, Soil, Urban systems, Natural capital and ecosystem services), European Environment Agency. Disponibil: http://www.eea.europa.eu/soer. [Accesat 02.05.2023].
2. GARDI, C. et al. Land take and food security: Assessment of land take on the agricultural production in Europe. In: *Journal of Environmental Planning and Management.* 2015, (58)5, p. 898-912.
3. Mapping and assessment of ecosystems and their services. Urban ecosystems : 4th report – final, May 2016. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services Disponibil: https://ec.europa.eu › ecosystem_assessment. [Accesat 02.02.2022].
4. CHIESURA, A. The role of urban parks for the sustainable city. In: *Landsc. Urban Plan*. 2004. 68, p. 129-138.
5. GÓMEZ-BAGGETHUN, E., BARTON, D.N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. In: Ecol. Econ. 2013. 86, p. 235-245.
6. PINHO, O. et al. Evaluating green infrastructure in urban environments using a multi-taxa and functional diversity approach. In: *Environ. Res*. 2016. 147, p. 601-610.
7. DAVIES Z.G. et al. Mapping an urban ecosystem service: quantifying aboveground carbon storage at a city-wide scale. In: *J. Appl. Ecol.* 2011. 48, p. 1125-1134,
8. WILLEMEN, L. et al. Spatial characterization of landscape functions. In: *Landscape and Urban Planning*. 2008. 88, p 34–43.

9. BOYD, J., BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. In: *Ecological Economics*. 2007. 63, p. 616–626.
10. JOHNSTON, R.J., RUSSELL, M. An operational structure for clarity in ecosystem service values. In: *Ecological Economics*. 2011. 70, p. 2243–224.
11. HUBACEK, K., KRONENBERG, J. Synthesizing different perspectives on the value of urban ecosystem services. In: *Landscape and Urban Planning*. 2013. 109, p. 1–6.
12. LARONDELLE, N., HAASE, D. Urban ecosystem services assessment along a rural–urban gradient: a cross-analysis of European cities. In: *Ecological Indicators*. 2013. 29, p. 179–190.
13. BAE, J., RYU, Y. Land use and land cover changes explain spatial and temporal variations of the soil organic carbon stocks in a constructed urban park. In: Landsc. Urban Plan. 2015. 136, p. 57-67. 10.1016/j.landurbplan.2014.11.015.
14. GRATANI, L., VARONE, L., BONITO, A. Carbon sequestration of four urban parks in Rome. In: *Urban For. Urban Green*. 2016. 19, p. 184-193. 10.1016/j.ufug.2016.07.007.
15. SPEAK, A.F., MIZGAJSKI, A., BORYSIAK, J. Allotment gardens and parks: provision of ecosystem services with an emphasis on biodiversity. In: *Urban For. Urban Green*. 2015. 14, p. 772-781. 10.1016/j.ufug.2015.07.007.
16. DERKZEN, M.L. et al. Quantifying urban ecosystem services based on high-resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. In: *J. Appl. Ecol.* 2015. 52, pp. 1020-1032. 10.1111/1365-2664.12469.
17. MOGÎLDEA, V., BEJAN, I., ȚUGULEA, A. Infrastructura ecologică în ecosistemele urbane din Regiunea de Dezvoltare Nord (RM) – furnizor de servicii ecosistemice și reziliență ecologică. În: *Materialele Conferinței Științifice Naționale cu participare internațională „Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” (ediția a șasea)*, 20-21 mai 2022, Bălți: S. n. (Indigou Color), p. 382-387.
18. MOGÎLDEA, V., BEJAN, I., ȚUGULEA, A., FLORENȚĂ, V. Rolul spațiilor verzi în furnizarea serviciilor ecosistemice urbane. În: *Materialele Simpozionului tehnico-științific Internațional dedicat aniversării a 30 de ani de la fondarea Întreprinderii municipale „Asociația de Gospodărire a Spațiilor Verzi”: Conservarea biodiversității urbane- premiza dezvoltării durabile a municipiului Chișinău*. 10 noiembrie 2022. Chișinău, p.171-177.
19. MOGÎLDEA, V., BEJAN, I. The role of green and blue infrastructure in the stability and resilience of urban ecosystems. In: *The 17th Edition of the International Conference PESD*. Facultatea de Geografie și Geologie, UAIC, 3-4 iunie 2022. Iași, p. 51-52. Book of Abstracts.
20. MOGÎLDEA, V., BEJAN, I., ȚUGULEA, A. Rolul infrastructurii ecologice în furnizarea serviciilor ecosistemice urbane. În: *Materialele Simpozionului*

internațional „Calitatea Mediului și Utilizarea Terenurilor”. 09-10 iunie 2023. Suceava, p. 33-34. Book of abstract.

21. ȚUGULEA, A., MOGÎLDEA, V., BEJAN, I. Land use in urban ecosystems as support of ecosystem services. Case study: The urban ecosystem Balti. In: *The scientific international conference „The museum and scientific research”*. The 30 th Edition.. 07-09 septembrie. Craiova. România, p.104. Book of abstract.
22. Agenția Relații Funciare și Cadastru. Cadastrul funciar al Republicii Moldova (2004–2019).
23. ROȘU, L.I., BLĂGEANU, A. Arii urbane funcționale și competitivitate teritorială. 2012. Disponibil: https://www.academia.edu/5778588/Arii_urbane_func%C5%A3ionale_si_competitivitate_teritorial%C4%83. [Accesat 02.05.2023].
24. MARTHE, L. et al. Quantifying urban ecosystem services based on high-resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. In: *Journal of Applied Ecology*. 2015, 13p. doi: 10.1111/1365-2664.12469.
25. ȚUGULEA, A., BEJAN, I., MOGÎLDEA, V. Analiza modului de utilizare a terenurilor în municipiul Bălți (Republica Moldova). In: *Ştiinţa în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective.* Ediția 6. 20-21 mai, Bălți. Republica Moldova. 2022, p. 409-412.
26. TALLIS, M., TAYLOR, G., SINNETT, D., FREER-SMITH, P. Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments. In: *Landscape and Urban Planning*. 2011. 103, p. 129-138.
27. JO, H.K., MCPHERSON, G.E. Carbon storage and flux in urban residential greenspace. In: *Journal of Environmental Management*. 1995. 45, p. 109-133. 10.1006/jema.1995.0062.
28. ESCOBEDO, F., SEITZ, J.A., ZIPPERER, W. Carbon Sequestration and Storage by Gainesville’s Urban Forest. University of Florida, Gainesville. 2012. Available online at: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_zipperer004.pdf. [Accessed: 10 Mai 2023].
29. ARMSON, D., STRINGER, P., ENNOS, A.R. The effect of street trees and amenity grass on urban surface water runoff in Manchester, UK. In: *Urban Forestry & Urban Greening*. 2013. 12, p. 282-286.
30. NOWAK, D.J., HIRABAYASHI, S., BODINE, A., HOEHN, R. Modeled PM2.5 removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. In: *Environmental Pollution*. 2013. 178, p. 395–402.
31. ESCOBEDO, F.J. et al. Analyzing the cost effectiveness of Santiago, Chile’s policy of using urban forests to improve air quality. In: *Journal of Environmental Management*. 2008. (86)1, p. 148–157.
32. NOWAK, D.J. , CRANE, D.E. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. In: *Environmental Pollution*. 2002. (116)3, p. 381–389.

33. ARMSON, D., STRINGER, P., ENNOS, A.R. The effect of tree shade and grass on surface and globe temperatures in an urban area. In: *Urban Forestry & Urban Greening*. 2012. 11, p. 245–255.

Notă: *Cercetările au fost efectuate în cadrul proiectelor: 20.80009.7007.11 – „Evaluarea stabilităţii ecosistemelor urbane şi rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile” și 20.80009.7007.08 – „Modelarea spaţio-temporală a factorilor abiotici de mediu pentru estimarea stabilităţii ecologice a peisajelor”.*