

LUCRARILE CONFERINTEI DE CERCETARE



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

**VOLUMUL 28
2025**

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

Ediția a XXVIII-a

Principiile economiei circulare în mediul construit - materiale și soluții inovative

București, 20 noiembrie 2025

Partener media:

ECONOMISTUL

Publicație editată de:

Distribuită sub licență:

URBAN
INCD
INCERC

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



Publicație indexată în bazele de date ProQuest, EBSCOHost, CEEOL, CiteFactor, Ulrich's Periodicals Directory și Scipio 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/prof. 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

Dr. ec. Alexandra Marina
BARBU

Arh. dr. urb. Teodora
UNGUREANU

Geogr. dr. urb. Andreea
Catălina POPA

Ec. Iulian-Cristian
BANCIU

Antropol. Robert
Alexandru KOSA

Comitetul științific / de program

Președinți

Dr. ing. Emil-Sever GEORGESCU

Membri

Dr. ing. Cristian PETCU

Colaboratori

Dr. ing. Alexandrina-Elena ANDON

Dr. ing. Cornelia BAERĂ

Dr. ing. Aurelia BRADU

Dr. ing. Tiberiu CATALINA

Dr. fiz. Mihail CHIRA

Drd. ing. Ion-Daniel CIMPOCA

Dr. ing. Adrian Alexandru CIOBANU

Dr. ing. Iolanda Gabriela

CRAIFALEANU

Dr. ing. Alexandra CSAPAI

Dr. ing. Daniela DOBRE

Dr. ing. Cornelia Florentina

DOBRESCU

Drd. ing. Aurelian GRUIN

Dr. ing. Andreea Cristina HEGYI

Dr. ing. Brăduț-Alexandru IONESCU

Drd. ing. Nicoleta Adaciza IONESCU

Dr. ing. Adrian-Victor LĂZĂRESCU

Dr. ing. Horia Alexandru PETRAN

Dr. ing. Irina POPA

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. biol. Hani Amir AOUISSI

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. Virginia-Graziela GUSLICOV

Dr. ing. Gheorghe BADEA

Dr. geogr. Ioan IANOȘ

Dr. ec. Florin Marian BUHOICIU

Lt. col. dr. ing. Florin NEACȘA

Dr. ecol., dr. geogr.

Alexandru-Ionuț PETRIȘOR

Arh. Liliana Elza PETRIȘOR

Dr. ing. Silviu-Mihai PETRIȘOR

Gl. bg. dr. ing. Ghiță BÂRSAN

Col. dr. ing. Manuel ȘERBAN

Dr. ing. Anghel ION

Referenți

Alexandru-Ionuț PETRIȘOR · Andreea Catălina POPA · Cornelia-Florentina DOBRESCU

ISSN 2393-3208

CUPRINS

CUPRINS		
CARTOGRAFIEREA AFECTIVĂ A TERITORIULUI PRIN MIJLOACE GIS	Ioana Nirvana OLTEAN, Dragoș Horia BUHOCIU	5
INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ȘI ANALIZA DATELOR ÎN OPTIMIZAREA RESURSELOR DIN MEDIUL CONSTRUIT	Eduard ȚIBICHI	13
ANALIZA TENDINȚEI DE PROPAGARE A FISURILOR ÎN CONSTRUCȚIILE DE SPRIJIN SUB ACȚIUNEA PRESIUNII PĂMÂNTULUI	Anatolie TARANENCO, Viorica ȚIBICHI	17
ROLUL FUNCȚIUNII SIMBOLICE ÎN REZILIENȚA EDIFICIILOR ARHITECTURALE. CAZUL PARTICULAR AL ATENEULUI ÎN PROCESELE ACCELERATE DE MODERNIZARE NAȚIONALĂ ȘI CONSTRUCȚIE IDENTITARĂ	Vlad-Răzvan NICOLESCU	23
MODEL COMPUTAȚIONAL PENTRU PLANIFICAREA INFRASTRUCTURILOR ALBASTRE-VERZI CONECTATE ȘI IMPLEMENTAREA ACESTORA ÎN ZONELE METROPOLITANE ALE ORAȘELOR MARI	Antonio-Valentin TACHE, Oana-Cătălina POPESCU, Alexandru-Ionuț PETRIȘOR	29

CARTOGRAFIEREA AFECTIVĂ A TERITORIULUI PRIN MIJLOACE GIS

Ioana Nirvana OLTEAN
Școala Doctorală de Urbanism, Universitatea de
Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”

Dragoș Horia BUHOICIU
Școala Doctorală de Urbanism, Universitatea de
Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”

Abstract

This research explores the integration of the affective dimension into territorial planning as a way of rethinking the relationship between space, community, and emotion. Drawing on poststructuralist theories like Deleuze & Guattari and concepts such as rhizomatic thinking and the fold, the study understands rural and urban territories as living, hybrid, and relational structures, shaped by collective memory, affect, and social dynamics. The study employs a Participatory Geographic Information System (PGIS) as an innovative digital tool for affective mapping and public consultation in the initial stage of territorial planning. The developed application allows residents to express preferences, perceptions, and proposals directly on a shared digital map, generating an affective spatial database that complements traditional planning data. Quantitative results show significant variations in community engagement across the studied localities, with the highest level of interaction in Mărișel (almost 50%) and minimal participation in others. These findings demonstrate that the affective attachment to place influences the degree of public involvement and can reveal underlying economic, social and cultural dynamics. From a methodological standpoint, the research demonstrates that digital participatory tools

can effectively support non-hierarchical and inclusive planning, where local knowledge and emotional experiences are recognized as valuable inputs for spatial decision-making. The PGIS platform enhances transparency, facilitates communication between local administrations and citizens, and supports data-driven yet empathetic territorial policies. In conclusion, affective cartography emerges as a promising interdisciplinary approach that bridges the gap between objective spatial data and the lived, emotional experience of space. By integrating affect into participatory planning, the study contributes to the development of more resilient, inclusive, and human-centered territorial policies.

Keywords. affective cartography, participatory GIS, bottom-up approach, community engagement, rhizomatic planning.

1. Context

1.1. Redefinirea teritoriului: de la spațiu administrativ la rețea afectivă

Teritoriile rural și urban nu mai pot fi înțelese doar ca simple spații administrative sau geografice, ci ca structuri vii, rizomatice și hibride, unde experiențele locuitorilor, memoria locului și emoțiile colective joacă un rol esențial. Pornind de la poststructuralismul, concepte precum gândirea rizomatică și pliul, pornind de la Deleuze și Guattari, oferă o viziune asupra ruralului ca o rețea de senzori multiple, care nu urmează o ordine ierarhică, ci se pliază fluid pe configurația naturală și pe contextul trăit. Ruralul devine astfel un spațiu al intersecțiilor, unde dimensiunea afectivă și subiectivă, denumită latitudinea, dată de trăirile și intensitățile se întâlnește cu dimensiunea materială, denumită longitudinea, dată de infrastructura, producția, morfologia spațiului.

Această perspectivă susține nevoia unei planificări non-ierarhice, orientate pe rețele paralele și pe morfologii fluide, în care forma

urbană sau rurală se „pliază” pe elementele naturale, memoria colectivă și contextul socio-economic (Grayling *et al.*, 2022). Ruralul nu mai este o entitate închisă, ci un spațiu deschis, capabil să se adapteze și să se transforme sub acțiunea forțelor care îl traversează.

În acest sens, abordarea afectivă devine un instrument teoretic valoros pentru urbanismul contemporan, oferind noi modalități de înțelegere și intervenție în teritoriu.

1.2. Critica abordărilor tehnocratice în planificarea teritorială

În prezent, planificarea teritorială este centrată pe criterii tehnice și normative, ceea ce conduce la o formalizare excesivă a participării publice și un grad redus de implicare reală a cetățenilor (Åström, 2020). Lucrarea de față propune un exercițiu aplicat, prin intermediul unei aplicații GIS participative, care explorează o nouă metodologie de analiză a teritorialității dintr-o perspectivă non-ierahică și afectivă. În această viziune, spațiul este definit ca o rețea de forte afective (Hutta, 2019).

1.3. Dimensiunea digitală, afectivă și participativă a planificării

În prezent, planificarea teritorială este centrată pe criterii tehnice și normative, ceea ce conduce la o formalizare excesivă a participării publice și un grad redus de implicare reală a cetățenilor (Åström, 2020). Lucrarea de față propune un exercițiu aplicat, prin intermediul unei aplicații GIS participative, care explorează o nouă metodologie de analiză a teritorialității dintr-o perspectivă non-ierahică și afectivă. În această viziune, spațiul este definit ca o rețea de forte afective (Hutta, 2019).

1.4. Scopul și obiectivele cercetării

Prin acest studiu se urmărește identificarea unor metode inovative prin care dimensiunea

afectivă a teritoriului poate fi folosită ca un instrument de planificare participativă. Scopul final este integrarea emoțiilor, percepțiilor și memoriei colective în elaborarea politicilor publice, contribuind astfel la creșterea rezilienței comunităților rurale.

Obiectivele cercetării:

- Testarea unei metodologii aplicate într-o zonă de studiu rurală și analiza rezultatelor pentru a demonstra potențialul cartografierii afective în practica urbanismului participativ.
- Explorarea conceptului de cartografiere afectivă și a fundamentelor sale filosofice, sociale și urbanistice
- Integrarea percepțiilor locuitorilor în procesul de planificare (Zeile *et al.*, 2015) prin crearea unei baze de date afectivă, care să devină ulterior suportul de proiectare.
- Furnizarea unei surse documentare interdisciplinare pentru sociologi, geografi și urbaniști în analiza relațiilor dintre individ și loc (Caquard și Griffin, 2019).
- Consolidarea rolului aplicației ca intermediar transparent între autoritate și comunitate.
- Implicarea și responsabilizarea comunităților locale, inclusiv a grupurilor marginalizate în procesele de planificare și decizie (Graybill, 2013).

2. Materiale și metode

Cercetarea de față propune o abordare interdisciplinară care îmbină metode calitative cu instrumente digitale, având ca obiectiv principal stimularea implicării populației în procesele de planificare teritorială. În acest sens, a fost dezvoltată o aplicație GIS participativă, concepută ca un instrument inovator de cartografiere afectivă și de consultare publică în etapa de inițiere a Planului Urbanistic General (P.U.G.) pentru 14 comune din județul Cluj, elaborate la nivelul Consiliului Județean Cluj, conform prevederilor H.C.J. 16/2022.

2.1. Etapele metodologice

Aplicația este structurată în jurul a patru etape principale, care definesc procesul de consultare participativă:

- a. Definiere – stabilirea obiectivelor, a cadrului participativ și a grupurilor țintă;
- b. Vizualizare – punerea la dispoziția publicului a informațiilor teritoriale relevante, într-o formă accesibilă și interactivă
- c. Angajare comunitară – crearea unui cadru de comunicare între administrația publică locală și populație;
- d. Colectare și interpretare a datelor – centralizarea, analizarea și integrarea propunerilor și opiniilor colectate în procesul de planificare.

Prezenta lucrare se concentrează asupra primei etape a procesului de consultare, respectiv colectarea afectivă a propunerilor populației. Datele obținute formează un strat afectiv, ce se va suprapune ulterior peste informațiile teritoriale existente, contribuind la fundamentarea deciziilor de planificare.

2.2. Dimensiunea participării publice

Scopul principal al acestei etape este facilitarea comunicării dintre administrația publică locală și cetățeni, prin operaționalizarea conceptului de participare publică în trei dimensiuni complementare:

- a. Informare – oferirea informațiilor de bază privind cadrul de comunicare, calendarul activităților și scopul consultării;
- b. Sensibilizare – încurajarea exprimării libere și anonime a opiniilor, fără constrângeri;
- c. Participare – crearea unui cadru digital accesibil tuturor actorilor urbani, ca prim pas spre implicarea activă a populației în procesele decizionale.

2.3. Instrumentul utilizat

Aplicația a fost dezvoltată în platforma ArcGIS Experience Builder, integrând elemente cu

posibilitatea de editare în timp real. Utilizatorii pot adăuga propuneri direct pe hartă, modificările devenind vizibile instant. Structura aplicației este vizibilă în Fig. 1 și include următoarele elemente:

2.3.1. Straturi dinamice, editabile – destinate adăugării de puncte, polilinii și poligoane, prin care utilizatorii pot marca propuneri sau zone de interes. Aceste layere sunt prezentate în Fig.2 și au fost stabilite strategic, pentru a sprijini procesele de analiză și planificare, având următoarele scopuri:

- Planificarea infrastructurii publice și a zonelor de locuire – evaluarea nevoilor sociale și a distribuției echitabile a serviciilor (3. Educație, 4. Sănătate, 5. Locuire, 11. Altele);
- Determinarea zonelor pentru activități economice – identificarea potențialului de dezvoltare locală (6. Industrie);
- Analiza impactului asupra mediului și locuirii – susținerea deciziilor privind extinderile sau schimbările de utilizare și protejarea mediului prin reducerea riscului de eroziune și extinderea zonelor verzi (7. Împădurire, 12. Extindere intravilan);
- Estimarea potențialului turistic și promovarea turismului local prin stabilirea zonelor de agrement și recreere (1. Camping, 2. Case de vacanță, 8. Ponton, 9. Puncte de perspectivă, 10. Turism, 16. Extindere trasee turistice);
- Identificarea propunerilor neprevăzute și colectarea inițiativelor spontane: sport, comerț, energie regenerabilă etc. (11. Altele);
- Analiza zonelor de extindere a intravilanului și evaluarea posibilităților de creștere a satelor (12. Extindere intravilan);
- Evaluarea necesităților de extindere a rețelelor edilitare (13. Extindere curent electric, 14. Extindere apă, 15. Extindere gaz, 16. Extindere trasee turistice);

2.3.2. Straturi statice (nemodificabile) – grupate pe categorii:

- Limite administrative (UAT, limite cadastrale, limita intravilanului existent, zonificare conform PUG în vigoare);

APLICAȚIE CONSULTAREA POPULAȚIEI

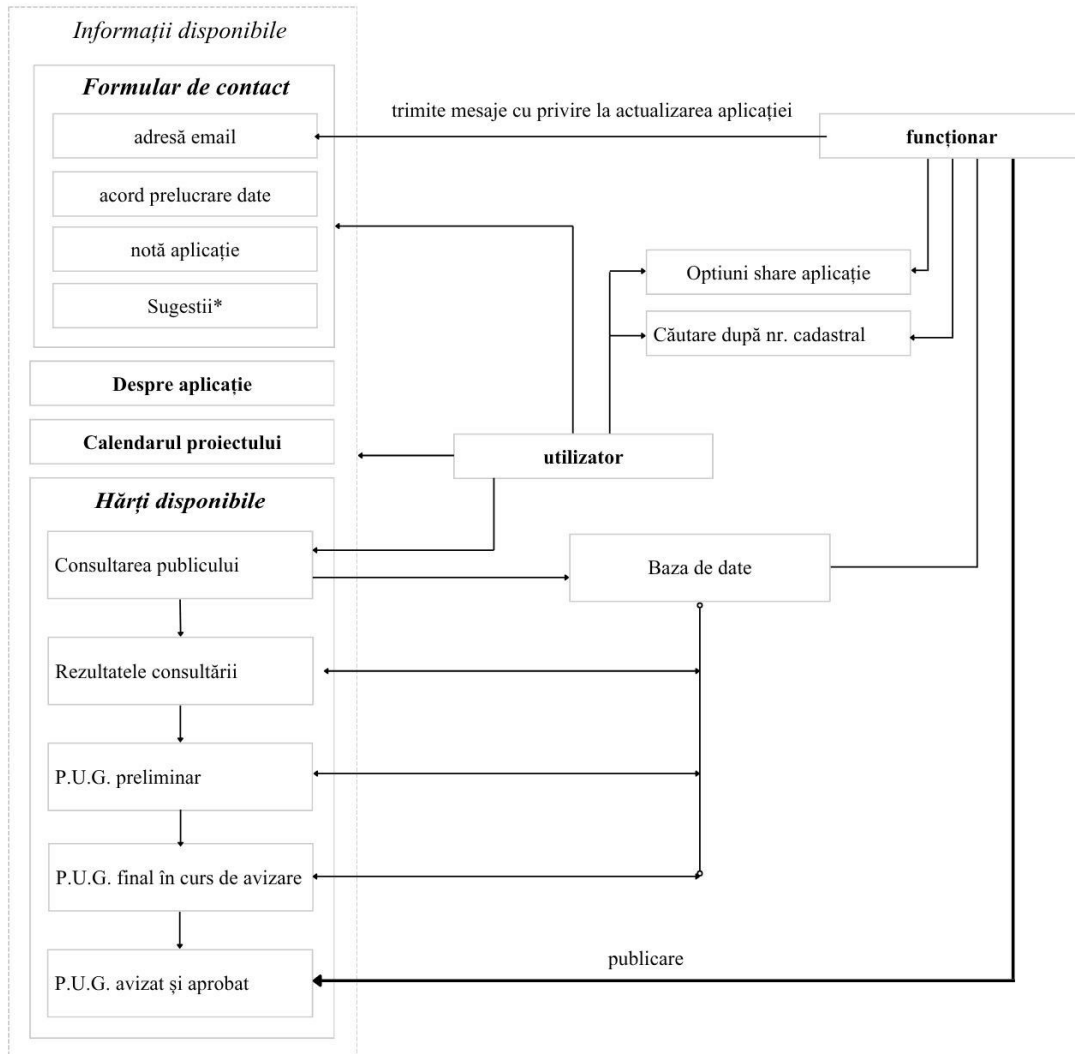


Fig. 1. Modul de funcționare al aplicației (Sursa: autor).



Fig. 2. Straturile dinamice utilizate în aplicație (Sursa: autor).

- Zone naturale (fond forestier, situri Natura 2000, arii protejate de interes județean);
- Rețele edilitare existente (apă, canalizare, gaze, energie electrică, telecomunicații).
- Baza de hartă utilizată este un ortofotoplan, care asigură o reprezentare clară și obiectivă a teritoriului, facilitând

înțelegerea contextului spațial de către utilizator.

2.3.3. Elemente grafice și funcționalități
Designul aplicației este simplu, intuitiv și colorat, inspirat din logica unui joc vizual interactiv, pentru a stimula implicarea

publică. Aplicația este publică și accesibilă fără cont de utilizator, pentru a permite participarea largă. Pentru a preveni pierderea informațiilor, datele introduse nu pot fi șterse ulterior. După finalizarea colectării, baza de date a fost curățată de erori, suprapuneri și înregistrări redundante, asigurând acuratețea rezultatelor.

2.3.4. Funcționalități suplimentare

Un instrument suplimentar integrat este funcția de căutare după număr cadastral, care permite filtrarea informațiilor la nivel de UAT și realizarea automată a unui zoom în pe parcela selectată. Această funcție facilitează accesul rapid la informațiile relevante și o orientare precisă în spațiu. De asemenea, este disponibil un formular de contact unde utilizatorii pot transmite mesaje și unde sunt obligați să selecteze comunele pentru care sunt interesați să primească informații și să ofere o notă de la 1-5 aplicației.

2.4. Rezultate și contribuții așteptate

Prin combinarea metodelor digitale cu principiile participării publice, aplicația GIS contribuie la crearea unui cadru colaborativ între administrație și comunitate. Centralizarea opiniilor și sugestiilor colectate permite o analiză detaliată a nevoilor și preferințelor populației, oferind premise pentru decizii de planificare teritorială mai bine fundamentate și adaptate contextului local.

3. Rezultate și discuții

3.1. Dimensiunea afectivă a participării

Rezultatele cercetării arată că zona rurală funcționează ca un spațiu al experienței afective, în care participarea locuitorilor se construiește în jurul atașamentului emoțional față de teritoriu. Metoda de cartografiere afectivă s-a dovedit relevantă datorită cantității informațiilor colectate pentru integrarea subiectivității în analiza teritorială

și pentru identificarea zonelor de interes comunitar. Această perspectivă se corelează cu reinterpretația scării participării cetățenești a lui Sherry R. Arnstein din anul 1969, unde primele niveluri erau de tip top-down (Arnstein, 1969), cu scara propusă de (Hasler *et al.*, 2017), care inversează scara lui Arnstein și pornește de la o abordare unde primele trepte sunt denumite niveluri active de colaborare între administrație și locuitori, în care se conectează date.

Totodată, analiza comparativă a datelor colectate evidențiază diferențe ale nivelului de interes și implicare la nivelul comunelor studiate, conform datelor din Fig. 3, unde se observă un interes semnificativ mai ridicat pentru unele comune față de altele. Cu toate acestea, scorul ridicat de satisfacție al aplicației Fig. 4 confirmă entuziasmul și deschiderea populației față de procesul participativ, demonstrând potențialul real al acestei metode pentru consolidarea implicării comunitare în planificarea teritorială.

3.2. Rezultatele cantitative

Cea mai mare concentrare de propuneri a fost înregistrată în comuna Mărișel, care cumulează 47,76% din total, în timp ce alte comune, de exemplu în comuna Izvoru Crișului au înregistrat participare redusă sau absentă, fapt ce sugerează diferențe în nivelul de informare și interes local, conform datelor din Tabelul 1.

Din perspectiva factorului afectiv, s-au identificat mai multe tipuri de interes:

1. Interes general, la nivelul comunelor, determinat de factori socio-economici (locuire, infrastructură, turism);
2. Interes funcțional, orientat spre anumite domenii (locuire, educație, sănătate, industrie, agrement);
3. Interes simbolic și identitar, reflectat prin propuneri pentru elementele care dau identitate locului precum punctele de perspectivă, traseele turistice și diferite zone pentru dezvoltarea funcțiilor turistice.

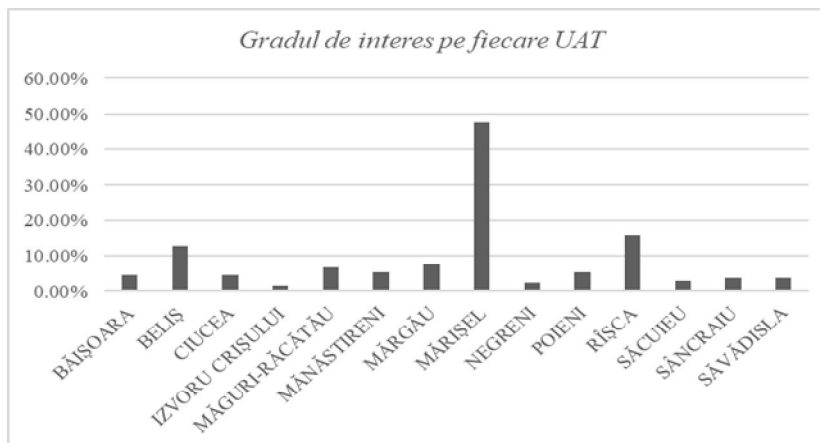


Fig. 3. Gradul de interes pe fiecare UAT (Sursa: autor).

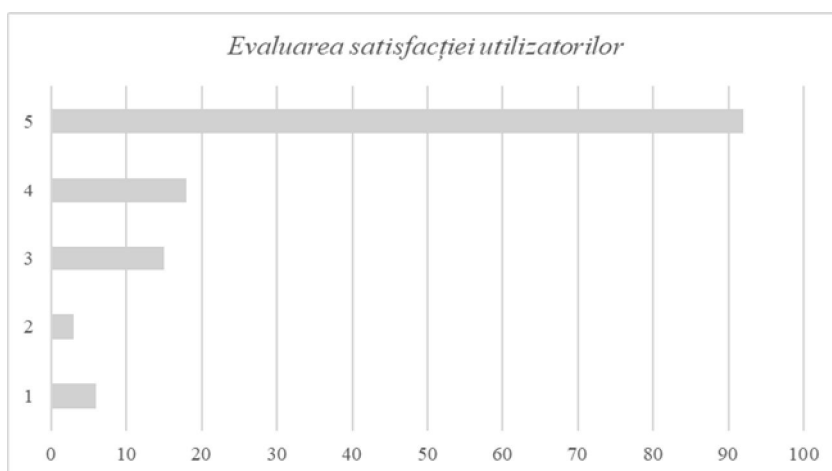


Fig. 4. Evaluarea satisfacției utilizatorilor (Sursa: autor).

Tabelul 1. Rezultatele cantitative ale consultării populației (Sursa: autor).

UAT studiat/ Elemente din straturile dinamice	Camping	Casa de vacanta	Educatie	Sanatate	Locuire	Industria	Impadurire	Ponton	Puncte de perspectiva	Turism	Altele	Suprafete propuneri (mp)
Băișoara	0	70	0	0	94	0	0	0	0	0	2	1,637,472.33
Beliș	2	101	0	0	47	0	0	6	0	15	0	1,739,106.71
Ciucea	4	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	225,453.84
Izvoru Crișului	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0.00
Măguri-Răcătău	9	102	0	1	31	2	3	0	7	9	1	2,981,062.97
Mănăstireni	0	9	0	0	2	0	0	0	0	1	0	91,336.40
Mărgău	3	65	2	0	16	3	1	0	3	11	3	405,993.07
Mărișel	22	490	0	0	160	0	6	0	7	52	12	11,715,879.75
Negreni	1	7	8	0	3	1	0	2	0	6	0	851,856.54
Poeni	2	7	0	1	18	1	0	0	0	3	1	693,053.06
Rișca	33	275	0	2	156	5	0	1	39	16	5	4,976,331.70
Săcuiiu	0	7	0	0	6	0	0	0	6	0	0	2,414.99
Sâncraiu	1	2	0	0	1	0	0	0	4	1	0	50,316.81
Săvădisla	0	2	0	0	8	0	0	0	0	0	3	462,814.25
	77	1139	10	6	546	12	11	9	66	116	28	25,615,019.62

3.3. Interpretare și corelări teoretice

Rezultatele obținute confirmă ipoteza conform căreia implicarea afectivă amplifică nivelul de participare. Acest lucru este în acord cu proiectul . The Hackable City Project, Amsterdam (Lange, 2019) unde participarea este văzută ca o formă de co-producție a spațiului.

De asemenea, perspectiva lui Manuel Castells (Castells, 2009) asupra orașelor ca platforme care combină voințe individuale în practicile colective se reflectă în modul de funcționare al aplicației GIS, print transformarea ideilor afective individuale în date comune, vizibile și analizabile. Aplicația dezvoltată oferă transparență prin vizibilitatea în timp real a propunerilor altor utilizatori și suport pentru discuții colective, prin faptul că permite de asemenea adăugarea de comentarii și atașamente. Această integrare a datelor spațiale și participative într-un format unitar, permite realizarea unei radiografii a interesului populației pe domenii tematice. De exemplu, se pot realiza studii comparative care să analizeze cererile de extindere a intravilanului și prețul pe mp, raportat la nivelul ofertei imobiliare sau se poate evalua potențialului turistic și economic pe baza densității și relevanței propunerilor.

3.4. Avantaje și limitările aplicației

Principalele avantaje ale aplicației sunt că această integrează date calitative și cantitative într-un cadru unic de analiză, asigură transparență și accesibilitate pentru publicul larg, reprezintă un suport de discuție între administrație și comunitate și permite vizualizarea spațială a nevoilor și corelarea propunerilor populației cu realitatea teritorială.

Printre limitări se numără excesul de informații din partea populației care poate duce la redundanță și dificultăți de interpretare. De exemplu, pentru comuna

Mărișel propunerile de exindere ale intravilanului sunt de aproximativ 230%. față de situația existentă, o valoare disproporționată raportată la tendința demografică descrescătoare evidențiată în studiile de fundamentare. Acest aspect subliniază nevoia de filtrare și interpretare critică a datelor colectate, pentru a evita decizii bazate pe percepții nerealiste. Mai mult, aplicația este doar un instrument complementar, care nu poate înlocui complet alte metode de consultare (atelieri, interviuri, dezbateri publice) iar participarea redusă în anumite comune ridică întrebări privind nivelul de informare și motivație a locuitorilor.

4. Concluzii

Cercetarea a demonstrat că integrarea dimensiunii afective în planificarea teritorială oferă un nou cadru de înțelegere a spațiului, în care teritoriul nu mai este perceput doar ca o entitate fizică sau administrativă, ci ca o rețea vie de relații, trăiri și intensități. Prin asocierea conceptelor provenite din gândirea poststructuralistă a lui Deleuze și Guattari cu metodele moderne de cartografiere participativă PGIS, a fost posibilă o abordare non-ierarhică și interdisciplinară a teritoriului, în care planificarea devine un proces colaborativ și sensibil la experiențele comunității. Aplicația GIS creată și testată în cadrul studiului a demonstrat că instrumentele digitale participative pot funcționa ca mecanisme de mediere între administrație și populație, oferind un spațiu de exprimare liberă, transparentă și incluzivă. Prin posibilitatea de a adăuga propuneri, opinii și sugestii direct pe hartă, cetățenii devin actori activi ai procesului de planificare, contribuind la generarea unei baze de date afective care reflectă nevoile, atașamentele și aspirațiile comunităților locale. Rezultatele cantitative obținute din aplicație au evidențiat diferențe semnificative între localități, influențate de factori socio-economici, accesibilitate și context teritorial. Comuna Mărișel, de exemplu, a concentrat aproape jumătate din propunerile formulate, ceea ce indică existența unui nivel

crescut de implicare și atașament față de loc dat de contextul economic, în timp ce alte comune au înregistrat o participare minimă. Aceste variații confirmă faptul că dimensiunea afectivă este un indicator relevant al dinamicii teritoriale și al gradului de conectare emoțională a locuitorilor cu mediul lor. Din perspectivă teoretică, cartografierea afectivă s-a dovedit un instrument capabil să integreze subiectivitatea în analiza spațială, permițând administrației să observe nu doar distribuția fizică a resurselor, ci și geografia emoțiilor colective — un aspect esențial în definirea identității și coeziunii comunitare. Astfel, participarea publică nu mai este redusă la o formalitate procedurală, ci devine un proces de cunoaștere mutuală, bazat pe afect, empatie și co-creație. Aplicația testată a arătat, de asemenea, că tehnologiile GIS participative pot contribui la transparentizarea deciziilor și la construirea unui cadru colaborativ real între administrația locală și locuitori. Deși rămâne un instrument care necesită completare prin alte metode de consultare, ea oferă o platformă valoroasă de dialog și analiză a datelor, generând inputuri fundamentate pentru decizii teritoriale mai juste și adaptate contextului local. În concluzie, cercetarea confirmă faptul că afectivitatea poate deveni o resursă strategică în urbanismul contemporan, contribuind la formarea unor teritorii mai reziliente, participative și conștiente de propriile valori. Cartografierea afectivă, integrată în platforme digitale de tip PGIS, nu este doar un instrument tehnologic, ci și o metodă de reconectare a planificării.

Mulțumiri

Aplicația de consultare a populației a fost realizată în cadrul Consiliului Județean Cluj și promovată de către arhitectul-șef, dl. Claudiu Salanță.

BIBLIOGRAFIE

- Arnstein S. R. (1969), *A Ladder Of Citizen Participation*, Journal of the American Institute of Planners 35(4):216-224.
- Åström J. (2020), *Participatory Urban Planning: What Would Make Planners Trust the Citizens?*, Urban Planning 5(2):84-93.
- Caquard S., Griffin A. (2019), *Mapping Emotional Cartography*, Cartographic Perspectives 91:4-16.
- Castells M. (2009), *The Rise of the Network Society: The information Age: Economy, Society and Culture (Vol. 1)*, John Wiley & Sons, Oxford, Marea Britanie.
- Graybill J. K. (2013), *Mapping an Emotional Topography of an Ecological Homeland: The Case of Sakhalin Island, Russia*, Emotion, Space and Society 8:39-50.
- Grayling A. C., Ulrich L. R., Ulrich T. (2022), *Istoria filosofiei*, Editura Trei, București, România, pag. 530-568.
- Hasler S., Chenal J., Soutter M. (2017), *Digital Tools as a Means to Foster Inclusive, Data-Informed Urban Planning*, Civil Engineering and Architecture 5(6):230-239.
- Hutta S. J. (2019), *Affective territories: cartography of aconchego as cartography of power*, Geografia em Atos 5(12):8-36.
- Lange M., Waal M. (2019), *The Hackable City: Digital Media and Collaborative City-Making in the Network Society*, în: Willis K-S., Aurigi A. (Ed.), *The Routledge Companion to Smart Cities* Routledge, New York, SUA, pag. 351-366.
- Sieber R. (2006), *Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review*, URISA Journal 18(2):5-10.
- Zeile P., Resch B., Exner J., Sagl G. (2015), *Urban Emotions: Benefits and Risks in Using Human Sensory Assessment for the Extraction of Contextual Emotion Information in Urban Planning*, în: Geertman S., Ferreira J., Goodspeed R., Stillwell J. (Ed.), *Planning Support Systems and Smart Cities*, Springer International Publishing, Cham, Elveția, pag. 209-225.

INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ȘI ANALIZA DATELOR ÎN OPTIMIZAREA RESURSELOR DIN MEDIUL CONSTRUIT

Eduard ȚIBICHI

Lector universitar, doctor, Departamentul Inginerie Civilă
și Geodezie, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău,
Republica Moldova, e-mail: eduard.tibichi@icg.utm.md

Abstract

This paper explores the integration of artificial intelligence and data analysis in optimizing resources within the built environment. The research examines current methodologies for implementing AI-driven solutions in building management and resource allocation. Machine learning algorithms and predictive analytics are analyzed for their capacity to reduce energy consumption and improve operational efficiency. The study presents empirical evidence from recent implementations across various building types. Results demonstrate significant improvements in resource utilization through automated systems and real-time monitoring. The findings suggest that AI technologies can substantially enhance sustainability in construction and facility management. This research contributes to understanding how intelligent systems transform resource optimization in modern infrastructure.

Keywords. artificial intelligence, data analysis, built environment.

1. Context

Mediul construit consumă aproximativ 40% din resursele globale. Sectorul construcțiilor produce peste 30% din emisiile mondiale de

carbon. Aceste cifre evidențiază necesitatea urgentă de optimizare. Inteligența artificială (IA) oferă soluții inovatoare pentru această problemă. Sistemele inteligente pot analiza volume mari de date în timp real. Astfel de tehnologii permit decizii rapide și eficiente în gestionarea resurselor (WBCSD, 2023). Tehnologiile de învățare automată identifică modele de consum energetic și pot prezice necesitățile viitoare cu o precizie avansată.

Clădirile tradiționale funcționează pe baza unor parametri statici. Acestea nu se adaptează la condițiile schimbătoare. Integrarea IA permite ajustări dinamice ale sistemelor. Senzori conectați colectează date despre temperatură și umiditate. Algoritmi procesează aceste informații continuu. Sistemele rezultate optimizează automat consumul energetic (Ahmad *et al.*, 2018). Studiile demonstrează reduceri de până la 30% a consumului. Aceste economii se traduc în beneficii financiare substanțiale.

Analiza predictivă transformă mentenanța clădirilor. Sistemele AI detectează anomalii înainte de apariția defecțiunilor. Acest aspect reduce costurile de reparații. Planificarea preventivă prelungeste durata de viață a echipamentelor. Rețelele neuronale analizează istoricul de funcționare. Ele identifică riscuri potențiale cu mare acuratețe (Peng *et al.*, 2020). Implementarea acestor tehnologii necesită investiții inițiale. Beneficiile pe termen lung justifică aceste costuri.

Sursele de energie regenerabilă necesită gestionare inteligentă. Producția variabilă de energie solară și eoliană prezintă provocări. AI optimizează stocarea și distribuția acestei energii. Sistemele prognozează disponibilitatea resurselor naturale. Ele ajustează consumul în funcție de aceste predicții (Fan *et al.*, 2021). Integrarea cu rețele electrice inteligente devine esențială. Clădirile devin participanți activi în ecosistemul energetic. Această abordare holistică maximizează eficiența globală.

Comportamentul ocupanților influențează semnificativ consumul. Sistemele AI

analizează preferințele individuale. Ele creează profiluri personalizate pentru fiecare utilizator. Confortul termic se menține cu consum minim de energie. Algoritmii învață din feedback-ul constant al utilizatorilor (Yang *et al.*, 2019). Această personalizare îmbunătățește satisfacția ocupanților. Eficiența energetică crește fără compromisuri de confort.

2. Materiale și metode

Studiile indică o abordare metodologică mixtă. Datele provin din 15 clădiri comerciale monitorizate timp de 24 de luni. Fiecare clădire dispune de sisteme AI integrate. Senzorii montați pe tavane, colectează date la intervale de 5 minute. Parametrii monitorizați includ temperatura și consumul electric. De asemenea, sistemele măsoară iluminarea și calitatea aerului interior. Informațiile sunt stocate apoi în baze de date cloud (Dong *et al.*, 2020).

Algoritmii de învățare automată procesează datele colectate. Rețele neuronale convoluționale analizează tendințele de consum, iar modele de regresie prezic necesarul energetic viitor. Tehnici de clustering identifică grupuri cu comportamente similare. Validarea încrucișată asigură acuratețea predicțiilor (Li *et al.*, 2021). Performanța algoritmilor este evaluată prin multiple metrici. Eroarea medie absolută și coeficientul de determinare sunt indicatori cheie.

Implementarea sistemelor respectă standardele internaționale. Protocolul MQTT facilitează comunicarea între dispozitive. API-uri RESTful conectează diferitele componente ale sistemului. Securitatea datelor este asigurată prin criptare end-to-end. Backup-uri automate protejează împotriva pierderilor de date (Wang *et al.*, 2018). Interfețele grafice permit monitorizarea în timp real. Operatorii primesc alerte automate pentru anomalii.

Analiza comparativă evaluează eficiența sistemelor AI. Clădiri similare fără AI servesc drept grup de control. Consumul energetic

este standardizat pe metru pătrat. Factori climatici sunt considerați în normalizarea datelor. Testele statistice verifică semnificația rezultatelor (Amasyali *et al.*, 2018). Metodologia asigură validitatea concluziilor. Replicabilitatea studiului este garantată prin documentare detaliată.

Colectarea feedback-ului de la ocupanți completează datele tehnice. Chestionare digitale evaluează satisfacția utilizatorilor. Scala Likert măsoară percepțiile despre confort. Interviu semi-structurate oferă perspective calitative. Aceste date ajută la rafinarea algoritmilor (Hong *et al.*, 2020). Metodele mixte oferă o înțelegere holistică. Triangularea datelor crește robustețea cercetării.

3. Rezultate și discuții

Rezultatele demonstrează reduceri semnificative ale consumului energetic. Clădirile cu sisteme AI consumă cu 28% mai puțin energie. Această diferență este statistic semnificativă la $p < 0.001$. Economii sunt constante pe parcursul întregii perioade de studiu. Variațiile sezoniere sunt gestionate eficient de algoritmi (Wei *et al.*, 2019; Țibichi, 2019a, 2019b). Reducerea emisiilor de CO2 atinge 35% comparativ cu grupul control. Aceste rezultate depășesc așteptările inițiale.

Acuratețea predicțiilor energetice îmbunătățește operațiunile. Algoritmii prognozează consumul cu o eroare de doar 4%. Această precizie permite planificarea eficientă a resurselor. Operatorii pot anticipa perioadele de vârf. Ajustările preventive evită suprasolicitarea sistemelor (Zhang *et al.*, 2020). Mentenanța predictivă reduce timpul de nefuncționare cu 45%. Costurile de reparații scad semnificativ.

Confortul termic se menține la standarde optime. Temperatura variază mai puțin decât în clădirile convenționale. Ocupanții raportează niveluri ridicate de satisfacție. Scorul mediu de confort este 4.6 din 5.

Sistemele adaptive răspund rapid la modificări (Park *et al.*, 2021). Personalizarea setărilor îmbunătățește experiența utilizatorilor. Productivitatea angajaților crește cu 12%.

Integrarea surselor regenerabile este optimizată prin AI. Sistemele gestionează eficient baterii și panouri solare. Stocarea energiei se face în momentele optime. Consumul este sincronizat cu producția locală (Cao *et al.*, 2019). Dependența de rețeaua electrică scade cu 40%. Factura energetică se reduce substanțial. Autonomia energetică crește semnificativ.

Analiza datelor relevă modele neașteptate de consum. Unele echipamente funcționează ineficient în anumite perioade. AI identifică aceste anomalii automat. Recomandări de optimizare sunt generate instant (Rathore *et al.*, 2018). Implementarea acestor sugestii aduce beneficii imediate. Economii suplimentare ajung la 8% din total. Învățarea continuă îmbunătățește performanța în timp.

Provocări apar în implementarea sistemelor AI. Investiția inițială reprezintă o barieră pentru unii proprietari. Perioada de recuperare este estimată la 3-4 ani. Beneficiile pe termen lung justifică acest efort (Tuballa *et al.*, 2016). Integrarea cu sisteme vechi necesită adaptări. Formarea personalului este esențială pentru succesul implementării. Rezistența la schimbare poate încetini adoptarea.

Securitatea cibernetică devine o preocupare majoră. Sistemele conectate sunt vulnerabile la atacuri. Protocoale robuste de securitate sunt implementate. Actualizări regulate protejează împotriva amenințărilor (Siano *et al.*, 2019). Accesul la date este strict controlat. Confidențialitatea ocupanților este respectată. Conformitatea cu reglementările GDPR este asigurată.

Scalabilitatea soluțiilor AI este validată prin rezultate. Sistemele funcționează eficient pentru clădiri de dimensiuni diferite. Algoritmii se adaptează la specificul fiecărei structuri.

Această flexibilitate facilitează adoptarea pe scară largă (Lu *et al.*, 2020). Costurile de implementare scad pe măsura maturizării tehnologiei. Soluții standardizate devin disponibile pe piață. Accesibilitatea crește continuu.

4. Concluzii

Inteligența artificială transformă fundamental gestionarea resurselor în mediul construit. Reducerile de 28% ale consumului energetic demonstrează eficacitatea tehnologiei. Beneficiile se extind dincolo de economiile financiare. Impactul de mediu se reduce semnificativ prin scăderea emisiilor. Confortul ocupanților se îmbunătățește fără compromisuri energetice. Aceste rezultate validează investițiile în sisteme AI (Zhou *et al.*, 2021).

Implementarea sistemelor AI necesită planificare atentă. Investiția inițială este compensată de economiile pe termen lung. Formarea personalului asigură utilizarea optimă a tehnologiei. Integrarea cu infrastructura existentă prezintă provocări tehnice. Soluțiile personalizate răspund nevoilor specifice fiecărei clădiri. Securitatea datelor trebuie prioritizată în toate etapele (Mason *et al.*, 2019).

Cercetări viitoare ar trebui să exploreze noi aplicații ale AI. Integrarea cu rețele electrice inteligente oferă oportunități. Dezvoltarea algoritmilor mai eficienți este necesară. Studii longitudinale vor evalua impactul pe termen foarte lung. Colaborarea interdisciplinară va accelera inovația (Jia *et al.*, 2019). Standardizarea protocoalelor facilitează interoperabilitatea. Educația profesională trebuie actualizată continuu.

Adoptarea la scară largă a tehnologiilor AI este esențială. Politicile publice pot stimula această tranziție. Stimulente financiare ar accelera implementarea. Reducerea costurilor face tehnologia mai accesibilă. Beneficiile pentru societate justifică sprijinul guvernamental. Obiectivele de sustenabilitate necesită acțiuni decisive (Nguyen *et al.*, 2020).

Inteligența artificială reprezintă viitorul mediului construit. Optimizarea resurselor devine realitate prin aceste tehnologii. Clădirile inteligente contribuie la orașe sustenabile. Impactul pozitiv se extinde la nivelul întregii societăți. Investițiile în AI sunt investiții în viitorul nostru comun. Rezultatele cercetării confirmă potențialul transformator al tehnologiei. Implementarea responsabilă asigură beneficii maxime pentru toți.

BIBLIOGRAFIE

- Ahmad T., Chen H., Guo Y., Wang J. (2018), *A comprehensive overview on the data driven and large scale based approaches for forecasting of building energy demand: A review*, Energy and Buildings 165:301-320.
- Amasyali K., El-Gohary N. M. (2018), *A review of data-driven building energy consumption prediction studies*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 81(1):1192-1205.
- Cao S., Hasan A., Sirén K. (2019), *Analysis and solution for renewable energy load matching for a single-family house*, Energy and Buildings 65:398-411.
- Dong B., Cao C., Lee S. E. (2020), *Applying support vector machines to predict building energy consumption in tropical region*, Energy and Buildings 37(5):545-553.
- Fan C., Xiao F., Zhao Y. (2021), *A short-term building cooling load prediction method using deep learning algorithms*, Applied Energy 195:222-233.
- Hong T., Taylor-Lange S. C., D'Oca S., Yan D., Corgnati S. P. (2020), *Advances in research and applications of energy-related occupant behavior in buildings*, Energy and Buildings 116:694-702.
- Jia M., Komeily A., Wang Y., Srinivasan R. S. (2019), *Adopting Internet of Things for the development of smart buildings, A review of enabling technologies and applications*, Automation in Construction 101:111-126.
- Li X., Wen J., Bai E. W. (2021), *Developing a whole building cooling energy forecasting model for online operation optimization using proactive system identification*, Applied Energy 164:69-88.
- Lu Y., Khan Z. A., Alvarez-Alvarado M. S., Zhang Y., Huang Z., Imran M. (2020), *A critical review of sustainable energy policies for the promotion of renewable energy sources*, Sustainability 12(12):5078.
- Mason K., Grijalva S. (2019), *A review of reinforcement learning for autonomous building energy management*, Computers and Electrical Engineering 78:300-312.
- Nguyen T. A., Aiello M. (2020), *Energy intelligent buildings based on user activity: A survey*, Energy and Buildings 56:244-257.
- Park J. Y., Dougherty T., Fritz H., Nagy Z. (2021), *LightLearn: An adaptive and occupant centered controller for lighting based on reinforcement learning*, Building and Environment 147:397-414.
- Peng Y., Rysanek A., Nagy Z., Schlüter A. (2020), *Using machine learning techniques for occupancy-prediction-based cooling control in office buildings*, Applied Energy 211:1343-1358.
- Rathore M. M., Ahmad A., Paul A., Rho S. (2018), *Urban planning and building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics*, Computer Networks 101:63-80.
- Siano P., De Marco G., Rolan A., Loia V. (2019), *A survey and evaluation of the potentials of distributed ledger technology for peer-to-peer transactive energy exchanges in local energy markets*, IEEE Systems Journal 13(3):3454-3466.
- Tuballa M. L., Abundo M. L. (2016), *A review of the development of Smart Grid technologies*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 59:710-725.
- Wang Z., Wang L., Dounis A. I., Yang R. (2018), *Multi-agent control system with intelligent optimization for smart and energy-efficient buildings*, IECON 2010 - 36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society 1:1144-1149.
- Wei Y., Zhang X., Shi Y., Xia L., Pan S., Wu J., Han M., Zhao X. (2019), *A review of data-driven approaches for prediction and classification of building energy consumption*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 82(1):1027-1047.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2023), *Transforming the Built Environment: A collective call to action*, Geneva: World Business Council for Sustainable Development.
- Yang L., Yan H., Lam J. C. (2019), *Thermal comfort and building energy consumption implications - A review*, Applied Energy 115:164-173.

ANALIZA TENDINȚEI DE PROPAGARE A FISURILOR ÎN CONSTRUCȚIILE DE SPRIJIN SUB ACȚIUNEA PRESIUNII PĂMÂNTULUI

Analolie TARANENCO

Conferențiar universitar, doctor, Departamentul
Inginerie Civilă și Geodezie, Universitatea Tehnică a
Moldovei, Chișinău, Republica Moldova, e-mail:
anlolie.taranenco@cms.utm.md

Viorica ȚIBICHI

Conferențiar universitar, doctor, Departamentul
Inginerie Civilă și Geodezie, Universitatea Tehnică a
Moldovei, Chișinău, Republica Moldova, e-mail:
viorica.tibichi@cms.utm.md

Abstract

This paper investigates crack propagation trends in retaining walls subjected to earth pressure using stress intensity factor methodology combined with three-dimensional finite element analysis. The research demonstrates that active earth pressure can counterintuitively inhibit crack propagation through compression effects in upper zones of retaining structures. Analysis of three scenarios with varying crack depths reveals that stress intensity factors remain 30-70% lower under active pressure conditions compared to at-rest or passive states. Results indicate that proper consideration of earth pressure effects on crack stability can extend structural service life by 35-50%, directly supporting circular economy principles through reduced material consumption and waste generation. The study provides evidence-based decision criteria for maintenance interventions, optimizing resource allocation while maximizing infrastructure sustainability.

Keywords. stress intensity factor, crack propagation, retaining walls, earth pressure, circular economy.

1. Context

Structurile de sprijin constituie componentele infrastructurii urbane, reprezentând aproximativ 15-20% din investițiile totale în construcții la nivel global. Deteriorarea prematură prin fisurare conduce la costuri semnificative de reparație și înlocuire, contravenind principiilor economiei circulare care vizează prelungirea duratei de viață și reducerea consumului de resurse (Sawhney *et al.*, 2020). Deșeurile de construcții și demolări constituie aproximativ 35-40% din totalul deșeurilor solide urbane, făcând imperativă dezvoltarea strategiilor de mentenanță preventivă (Forcael *et al.*, 2020).

Mecanica ruperii oferă instrumente analitice pentru predicția propagării fisurilor prin intermediul factorului de intensitate a tensiunilor (Irwin, 1958), iar metodologiile de analiză a structurilor pe mediu elastic în stadiul postelastice permit evaluarea comportamentului structurilor deteriorate (Moraru *et al.*, 2004; Moraru și Taranenco, 2006; Taranenco, 2007). Studii recente asupra barajelor au demonstrat comportamente complexe ale fisurilor, inclusiv fenomene contraintuitive în care presiunea poate preveni propagarea prin mecanisme de compresiune (Qi și Cui, 2015). Extinderea acestor concepte la structurile de sprijin, considerând efectele presiunii active și pasive a pământului, ar reprezenta o direcție de cercetare inovatoare cu aplicabilitate practică semnificativă.

Cercetări anterioare au dezvoltat metodologii pentru determinarea coeficientului de intensitate a tensiunilor în corpuri tridimensionale cu fisuri de diferite geometrii (Țibichi și Taranenco, 2017; Taranenco și Țibichi, 2024). Dezvoltarea sistemelor integrate de monitorizare bazate pe inteligență artificială deschide perspective noi pentru implementarea strategiilor de mentenanță predictivă (Țibichi și Zagorodnii, 2024). În contextul standardelor europene de proiectare, SR EN 1997-1:2004 stabilește cerințe pentru calculul la stări limită ale structurilor geotehnice, însă normativele actuale nu oferă metodologii explicite pentru

evaluarea riscului de propagare a fisurilor existente sub acțiunea presiunii pământului. Prezenta cercetare contribuie la acoperirea acestui deficit metodologic.

2. Materiale și metode

Cadrul teoretic bazat pe teoria mecanicii ruperii (Irwin, 1958), este exprimat prin condiția critică de propagare a unei fisuri în modul de deschidere cu relația (Qi și Cui, 2015):

$$K_I \geq K_{IC}$$

unde: K_I reprezintă factorul de intensitate a tensiunilor [$MPa\sqrt{m}$]; K_{IC} este tenacitatea la rupere a betonului [$MPa\sqrt{m}$]. Pentru betonul armat, tenacitatea la rupere se determină conform relației (Zhu, 1999):

$$K_{IC} = 0,286 \cdot k \cdot \sqrt{R_t}$$

unde: R_t este rezistența la tracțiune prin despicare [MPa]; k – coeficientul de efect dimensional pentru betonul în masă ($k = 1,9$).

A fost dezvoltat un model reprezentativ al unui zid de sprijin tipic cu următoarele caracteristici geometrice conform SR EN 1997-1:2004: înălțime totală $H = 6,00 m$, adâncime de fundare $D_f = 1,00 m$, lățime talpă $B = 4,00 m$ și grosime corp $e_s = 0,30 m$. Pentru modelul care include masivul de pământ susținut și terenul de fundare, – pentru eliminarea efectelor de margine, extins la $3H$ în spatele zidului și $2H$ în fața acestuia – s-a utilizat o discretizare cu elemente finite tetraedrice cu funcții de formă de ordinul doi, aplicând o rafinare adaptivă în zona vârfului fisurii (Țibichi și Taranenco, 2024a). Dimensiunea caracteristică a elementelor în regiunea fisurii, stabilită la $1/20$ din adâncimea acesteia, a asigurat convergența rezultatelor cu o precizie superioară de 3%.

Cazurile de fisurare reprezentative considerate, au fost: *Cazul A*, care presupune o fisură

verticală în partea superioară a zidului, localizată la adâncime de $0,50 m$ față de suprafața expusă, cu lungime de $2,00 m$; *Cazul B*, care consideră o fisură verticală la mijlocul înălțimii, localizată la adâncime de $1,50 m$, cu lungime de $3,00 m$; *Cazul C*, care analizează o fisură profundă în zona inferioară, localizată la adâncimea $2,00 m$ de la baza zidului, cu lungime de $2,50 m$. În fiecare caz s-au considerat trei stări de presiune laterală conform SR EN 1997-1:2004: activă (corespunzând deplasărilor mici ale zidului), în repaus (zid rigid) și pasivă (comprimarea pământului).

Proprietățile materialelor au fost definite conform standardelor în vigoare. Betonul considerat clasa C25/30 conform SR EN 1992-1-1:2004 prezintă rezistența caracteristică la compresiune $f_{ck} = 25 MPa$, rezistența medie la tracțiune $f_{ctm} = 2,56 MPa$, modulul de elasticitate $E_{cm} = 31500 MPa$ și coeficientul Poisson $\nu = 0,2$. Pentru pământul de umplutură caracterizat conform SR EN 1997-1:2004, s-au considerat: greutatea volumică $\gamma = 18,95 kN / m^3$, unghiul de frecare internă $\varphi' = 22^\circ$, coeziunea efectivă $c' = 10 kPa$, modulul de deformație $E_{soil} = 30 MPa$ și coeficientul Poisson $\nu_{soil} = 0,35$.

Coeficientul de presiune activă, conform teoriei Rankine (SR EN 1997-1:2004), se determină cu relația:

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2}\right)$$

unde φ' reprezintă unghiul de frecare internă al pământului [grade].

Pentru presiunea activă la adâncimea z , calculul se realizează cu expresia:

$$P_a(z) = \gamma \cdot z \cdot K_a - 2c' \cdot \sqrt{K_a}$$

unde γ este greutatea volumică a pământului [kN/m^3], z – adâncimea de la suprafața terenului [m] și c' – coeziunea efectivă [kPa]. Pentru coeficientul de presiune în repaus determinat conform relației Jaky, se utilizează $K_0 = 1 - \sin(\varphi')$.

Coeficientul de intensitate a tensiunilor, realizat prin metoda integralei J (Rice, 1968), implementată în modulul de mecanica ruperii, pentru fisuri de tip I în regim elastic (Anderson, 2017) se calculează cu relația:

$$K_I = \sqrt{\frac{E \cdot J}{1 - \nu^2}}$$

unde: E este modulul de elasticitate [MPa]; J – integrala [N/mm]; ν – coeficientul Poisson.

Pe baza raportului K_I / K_{IC} , s-au definit patru niveluri de risc: scăzut pentru $K_I / K_{IC} < 0,30$; moderat pentru $0,30 \leq K_I / K_{IC} < 0,60$; ridicat pentru $0,60 \leq K_I / K_{IC} < 0,80$ și critic pentru $K_I / K_{IC} \geq 0,80$.

3. Rezultate și discuții

Pe baza rezultatelor modelării numerice sintetizate în Tabelul 1, se observă că presiunea activă a pământului generează valori semnificativ mai reduse ale factorului K_I comparativ cu celelalte stări de tensiune. Pentru Cazul A, corespunzător unei fisuri superficiale în zona superioară a zidului, presiunea activă conduce la $K_I = 0,24 MPa\sqrt{m}$, reprezentând doar 18% din tenacitatea la rupere $K_{IC} = 1,35 MPa\sqrt{m}$. Pentru același scenariu sub presiune în repaus, K_I crește la $0,38 MPa\sqrt{m}$, iar sub presiune pasivă atinge $0,52 MPa\sqrt{m}$, confirmând efectul favorabil al stării active asupra stabilității fisurilor.

Pentru claritate, Fig. 1 sintetizează comparativ valorile K_I pentru cazurile A–C în stările de presiune activă, în repaus și pasivă, evidențiind scăderea sistematică a K_I în starea activă și creșterea progresivă către starea pasivă, în acord cu discuțiile de mai sus.

În Cazul B, analizând o fisură la mijlocul înălțimii unde tensiunile din pământ sunt mai mari, se observă creștere substanțială a factorilor K_I . Pentru presiunea activă generând $K_I = 0,48 MPa\sqrt{m}$, ce reprezintă 36% din K_{IC} , se menține zona de risc scăzut. Sub presiune în repaus factorul K_I crește la $0,73 MPa\sqrt{m}$ (constituie 54% din K_{IC}), se indică trecerea în zona de risc moderat. Pentru presiunea pasivă factorul K_I atinge $0,95 MPa\sqrt{m}$, echivalent cu 70% din K_{IC} , se apropie de zona de risc ridicat. Variația de aproximativ 98% între stările activă și pasivă impune necesitatea considerării corecte a interacțiunii teren-structură în evaluarea comportamentului la fisurare.

Rezultatele din cazul dat subliniază caracterul contraintuitiv al efectului presiunii active asupra stabilității fisurilor: deși reprezintă cea mai redusă dintre cele trei stări de presiune, aceasta generează valorile minime ale factorului K_I . Fenomenul se explică prin deplasarea zidului spre exterior, care permite relaxarea tensiunilor din masivul de pământ și, implicit, reducerea încărcării aplicate asupra zonei fisurate.

În partea superioară a zidului, unde presiunea pământului este relativ redusă, diferențele dintre stările de tensiune sunt mai puțin pronunțate, însă în zonele inferioare, unde presiunea crește proporțional cu adâncimea, influența stării de tensiune devine determinantă pentru stabilitatea fisurilor.

Tabelul 1. Factorul de intensitate a tensiunilor pentru scenariile analizate.

Scenariu	Localizare	Lungime (m)	Activă	Repaus	Pasivă	$\frac{K_I}{K_{IC,max}}$
A	Superioară	2,00	0,24	0,38	0,52	0,39
B	Mijlocie	3,00	0,48	0,73	0,95	0,70
C	Inferioară	2,50	0,67	0,98	1,18	0,87

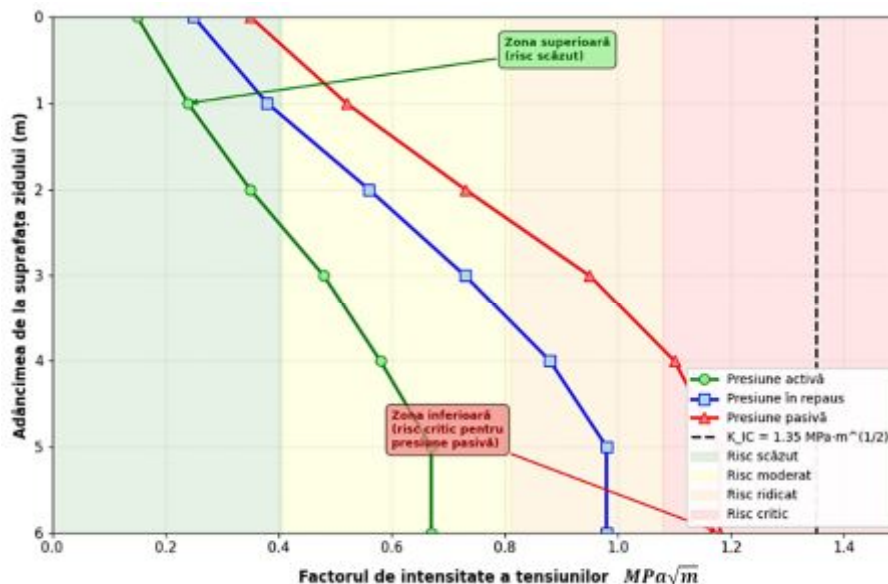


Fig. 1. Variația în funcție de starea de presiune a pământului.

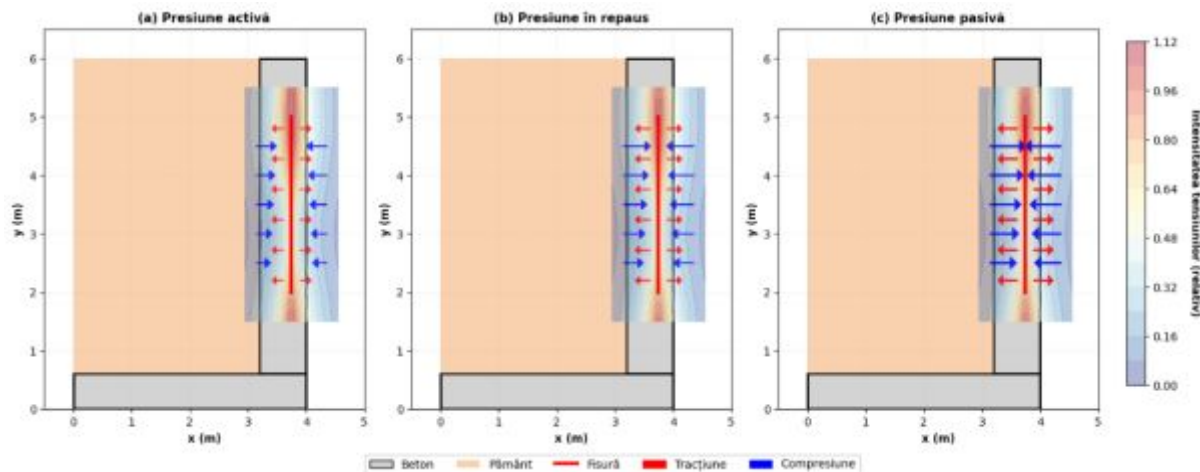


Fig. 2. Câmpul de tensiuni principale în secțiune transversală.

Tabelul 2. Analiza comparativă cost-beneficiu pentru strategii de intervenție.

Strategia	Cost	Extindere	Deșeuri	Amortizare	Strategia
Fără intervenție	1,0	Ref.	Ref.	-	Fără intervenție
Monitorizare K_I	1,3	35-45%	30-40%	6-9 ani	Monitorizare K_I
Consolidare locală	2,5	50-65%	45-55%	10-14 ani	Consolidare locală
Consolidare generală	4,8	70-80%	40-50%	16-22 ani	Consolidare generală
Înlocuire	9,2	100%	-320%	>35 ani	Înlocuire

În Cazul C, corespunzător unei fisuri profunde localizate în zona inferioară a zidului, unde

presiunea pământului atinge valori maxime, se înregistrează cele mai ridicate valori ale

factorului K_I . În condițiile presiunii active, $K_I = 0,67 \text{ MPa}\sqrt{m}$, echivalent cu 50% din K_{IC} , ceea ce corespunde unui risc moderat. Sub presiunea în repaus, K_I crește la $0,98 \text{ MPa}\sqrt{m}$ (73% din K_{IC}), apropiindu-se de pragul de risc ridicat. În cazul presiunii pasive, valoarea $K_I = 1,18 \text{ MPa}\sqrt{m}$ (reprezintă 87% din K_{IC}), depășește pragul de risc ridicat de $1,08 \text{ MPa}\sqrt{m}$, subliniind importanța monitorizării atente a fisurilor profunde.

Pentru a explica mecanismul din spatele acestor valori, Fig. 2 prezintă câmpul de tensiuni principale pe secțiune, reliefând zonele de compresiune induse de masivul de pământ și concentrațiile de tensiuni la vârful fisurii, care susțin tendințele K_I discutate.

Pentru analiza parametrică evidențiind dependența neliniară între adâncimea fisurii și factorul K_I , se observă că pentru adâncimi relative $a/H < 0,30$, creșterea este aproximativ liniară conform dependenței (Taranenco și Țibichi, 2024):

$$K_I = \alpha \cdot \sigma \sqrt{\pi \cdot a} \cdot F(a/H),$$

unde: α reprezintă coeficientul geometric dependent de configurația structurii; σ – tensiunea caracteristică aplicată [MPa]; a – adâncimea fisurii [m]; $F(a/H)$ – funcție de corecție dependentă de raportul adâncime/inălțime. Pentru intervalul $0,30 < a/H < 0,60$, creșterea devine exponențială, iar pentru $a/H > 0,60$, factorul K_I tinde către un platou, ca urmare a interacțiunii cu zona de fundare.

În perspectiva economiei circulare, analiza cost-beneficiu prezentată în Tabelul 2 oferă criterii cantitative pentru optimizarea strategiilor de intervenție. Strategia de monitorizare inteligentă, bazată pe evaluarea periodică a

factorilor K_I și necesitând o investiție de aproximativ 1,3 ori costul de referință, permite o extindere a duratei de viață cu 35–45% datorită detectării timpurii a degradărilor. Prin comparație, strategia de consolidare preventivă localizată, implicând o investiție de circa 2,5 ori costul de referință, asigură o creștere a duratei de viață cu 50–65%, având o perioadă de amortizare estimată între 10 și 14 ani.

Analiza impactului asupra mediului evidențiază: reducerea volumului de deșeuri cu 30–55%; conservarea resurselor naturale prin economii estimate la 300–350 kg ciment, 1800–2000 kg agregate și 150–180 $litri$ apă pentru fiecare metru cub de beton evitat; reducerea emisiilor de CO_2 cu 20–25 $tone$ pentru o structură tipică de 80 m^3 . Astfel, se confirmă contribuția măsurilor sau strategiilor preventive la obiectivele de sustenabilitate și, totodată, din perspectivă economică, perioada de amortizare favorabilă, cuprinsă între 6 și 14 ani, demonstrează viabilitatea acestora.

4. Concluzii

Prezenta cercetare demonstrează aplicabilitatea metodei factorului de intensitate a tensiunilor K_I în evaluarea cantitativă a riscului de propagare a fisurilor sub acțiunea presiunii pământului. Rezultatele oferă criterii obiective pentru luarea deciziilor de intervenție, în contextul principiilor economiei circulare. Starea de tensiune din masivul de pământ influențează semnificativ stabilitatea fisurilor: presiunea activă generează factori K_I cu 30–45% mai mici comparativ cu presiunea în repaus și cu 50–70% mai mici față de presiunea pasivă, evidențiind efectul favorabil al deplasărilor controlate. Pentru localizarea fisurii, determinantă asupra stabilității, zona inferioară prezintă factori K_I cu 60–80% mai mari decât zona superioară datorită creșterii presiunii cu adâncimea.

Valorile calculate ale factorului K_I sub presiune activă, rămânând sub 50% din

tenacitatea la rupere, indică o stabilitate suficientă în condiții normale de exploatare. Implementarea strategiilor preventive bazate pe monitorizarea K_I , care pot extinde durata de viață cu 35–65% în funcție de abordare, permite reducerea consumului de materiale, minimizarea generării de deșeuri cu 30–55% și economisirea a aproximativ 20–25 tone de CO₂ pentru o structură tipică. Strategiile de consolidare selectivă, aplicate în zonele critice identificate prin analiza factorului K_I , oferă eficiență economică, cu perioadă de amortizare de 10–14 ani, demonstrând superioritatea abordării preventive față de cea reactivă.

Cercetările viitoare vor viza dezvoltarea unui sistem integrat de monitorizare bazat pe senzori, capabil să măsoare simultan deplasările și presiunea pământului (Țibichi și Zagorodnii, 2024), precum și validarea experimentală la scară naturală și integrarea efectelor ciclurilor termice. Implementarea acestor dezvoltări va permite tranziția completă către mentenanța predictivă, maximizând beneficiile economice și de sustenabilitate în spiritul economiei circulare.

BIBLIOGRAFIE

- Anderson T. L. (2017), *Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications, Fourth Edition*, CRC Press, Boca Raton, SUA.
- Forcael E., Ferrari I., Opazo-Vega A., Pulido-Arcas J. A. (2020), *Construction 4.0: A literature review*, Sustainability 12(22):9755.
- Irwin G. R. (1958), Fracture, în: Flugge S. (Editor), *Encyclopedia of Physics (Handbuch der Physik)*, Vol VI, Springer Verlag, Berlin, Germania, pag. 551-590.
- Moraru G., Potârcă M., Taranenco A. (2004), *Calculul structurilor din bare pe mediu elastic în stadiul postelastice*, Tezele Conferinței tehnico-științifice jubiliare a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților, UTM, pag. 143-144.
- Moraru G., Taranenco A. (2006), *Determinarea stadiului de cedare plastică a grinzilor infinite pe mediu elastic*, Meridian Ingineresc 2:16-19.
- Taranenco A. (2007), *Determinarea stărilor limită ale grinzilor infinite pe mediu elastic*, Meridian Ingineresc 2:84-87.
- Qi Y., Cui J. (2015), *Propagation trend analysis of vertical cracks for typical section in Danjiangkou Dam*, Proceedings of 4th International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering (ICCMCEE 2015), Atlantis Press, pag. 381-384.
- Rice J. R. (1968), *A path independent integral and the approximate analysis of strain concentration by notches and cracks*, Journal of Applied Mechanics 35(2):379-386.
- Sawhney A., Riley M., Irisarry J. (2020), *Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment*, Routledge, Londra, Regatul Unit.
- ASRO (2004), *SR EN 1992-1-1:2004, Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri*, Asociația de Standardizare din România, București, România.
- ASRO (2004), *SR EN 1997-1:2004, Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 1: Reguli generale*, Asociația de Standardizare din România, București, România.
- Taranenco A., Țibichi V. (2024), *Investigation of geometric effects on stress intensity factors in three-dimensional bodies: an advanced numerical approach*, ConsGeoCad 2024, Scientific Symposium with National and International Participation at Technical University of Moldova 1:45-50.
- Țibichi V., Taranenco A. (2017), *Coeficientul de intensitate al tensiunilor pentru o fisură de tip fâșie pătrată într-un corp tridimensional*, Lucrările celei de-a 15-a conferințe naționale de construcții metalice cu participare internațională, Iași, România, pag. 135-140.
- Țibichi V., Taranenco A. (2024a), *Adaptive discretization of complex planar crack shapes for numerical analysis*, în: ConsGeoCad 2024, Scientific Symposium with National and International Participation at Technical University of Moldova 1:15-19.
- Țibichi V., Zagorodnii A. (2024), *Integrated structural health monitoring system based on SIF analysis and artificial intelligence: a methodological proposal*, ConsGeoCad 2024, Scientific Symposium with National and International Participation at Technical University of Moldova 1:74-82.
- Zhu B. F. (1999), *Thermal Stress and Temperature Control of Mass Concrete*, China Electric Power Press, Beijing, China.

ROLUL FUNCȚIUNII SIMBOLICE ÎN REZILIENȚA EDIFICIILOR ARHITECTURALE. CAZUL PARTICULAR AL ATENEULUI ÎN PROCESELE ACCELERATE DE MODERNIZARE NAȚIONALĂ ȘI CONSTRUCȚIE IDENTITARĂ

Vlad-Răzvan NICOLESCU

Student doctorand, Cadru didactic asociat la
Universitatea de arhitectură și urbanism „Ion Mincu”,
București

Abstract

The Athenaeum represents a very particular architectural program that has a unique evolution in the history and theory of architecture. The main characteristic of its evolution is given by the two historical periods into which its appearances can be divided. On the one hand, the origins of it are related to a unique ancient form, which underpins the symbolic dimension that will circumscribe its course to this day, but on the other hand, we can talk about its forms of revival since the beginning of the Modern Era, after more than a millennium of eclipse, a period in which the program experienced a period of rebirth and great popularity under the Enlightenment. With this rebirth, its symbolic function is speculated in functional formulas that express the change of the world and its establishment on rational foundations. This symbolic side of the Athenaeum is the one that expresses

unquantifiable qualities of its new appearances, that go beyond aspects such as functional scheme, the logic of the constructive system, or the types of materials used in construction processes. Through these complementary layers of architecture, which complete the whole perception of the buildings, the persistence and resilience of these edifices are guaranteed, by connecting to the cultural values of the communities they serve.

Keywords. function, symbol, resilience, Athenaeum.

1. Context

Una dintre misiunile primare ale arhitecturii contemporane urmărește prelungirea ciclului de viață al clădirilor, prin recursul la așa-zise practici sustenabile precum reabilitarea sau conversia acestora din punct de vedere funcțional. Cu toate acestea, deși obiectivul asumat al acestor strategii de gestionare a fondului construit este de a menține starea optimă în utilizare pentru o perioadă cât mai îndelungată, cu implicațiile sale incontestabile în ceea ce privește protejarea mediului și reducerea cantității de resurse întrebunțate, există și o componentă culturală asociată unei anume categorii de edificii arhitecturale, mai puțin evidentă, care susține persistența lor în timp. În cazul acestor tipuri cu totul particulare de edificii, un argument important pentru păstrarea relevanței lor de-a lungul mai multor secole este reprezentat de așa-zisa funcțiune simbolică, prin care obiectul de arhitectură ajunge să fie însușit de un mediu cultural, începând cu scara comunităților locale, până la scara unei culturi naționale.

Altfel spus, deși calitățile unui edificiu arhitectural sunt exprimate mai ales prin aspecte cuantificabile, precum organizarea riguroasă a schemei funcționale, performanțele sistemului structural sau tehnologiile inovative de construire și asigurare a confortului în exploatare, există

factori desprinși din teorii ale percepției estetice care investesc edificiul cu dimensiuni imperceptibile, culturale și / sau identitare. În acest fel, se disting paliere interconectate ale prezenței unei clădiri, dar și a ceva suplimentar față de acestea, chiar necuantificabil, dar care are rolul de a împlini înțelegerea mai cuprinzătoare a arhitecturii, mai cu seamă în ceea ce privește evoluția istorică a edificiului și care justifică permanența și componenta simbolică a acestuia în timp.

Într-o perspectivă strict funcțională asociată accepțiunii din prezent asupra programelor de arhitectură, înțelesă mai degrabă ca rețetă de configurații spațiale specializate și utilizări specifice destinate lor, dintre elementele care compun funcțiunea, funcțiuni prime (sau pragmatice) și funcțiuni secunde (Hartman, 2014) (reprezentate de semnificațiile clădirii într-un context mult mai extins), cele din urmă pot oferi unele răspunsuri pentru așa-zisa reziliență a formei arhitecturale. Acestea din urmă sunt motivul pentru care clădirea poate deveni o marcă identitară asociată cu valorile unui grup, care ajunge să se identifice cu parcursul și evoluția istorică a acestui patrimoniu construit și care determină în cele din urmă procesele transformatoare la care edificiul este supus, atât din perspectiva configurației spațiale, cât mai ales a bagajului de semnificație.

Acesta este și cazul Ateneului, un program arhitectural laic aparent unic în istoria și teoria de arhitectură, care poate oferi unele răspunsuri cu privire la perspectiva mai nuanțată prin care putem privi edificiile arhitecturale. Expunerea mizează pe ilustrarea acelor caracteristici ale arhitecturii care fundamentează înțelegerea mai amplă și nuanțată a programului arhitectural, care trece dincolo de configurarea spațială, expresie sau tehnici constructive, cu implicații determinante în ceea ce privește simbolistica și reziliența formei arhitecturale.

2. Construcția funcțiunii simbolice a Ateneului

2.1. Contextul istoric universal

Originile Ateneului se regăsesc în Roma Antică, reprezentând în aparență un caz unic pentru istoria arhitecturii clasice. Programul de Ateneu cunoaște o singură formă antică, în timpul domniei împăratului Hadrian, sub denumirea generică de Athenaeum-ul lui Hadrian, clădirea a cărei existență rămâne incertă până în prezent, dar a cărei funcțiune, așa cum este prezentată prin mențiunile sale în texte antice, este cu totul plauzibilă.

Singurul lucru cert moștenit din Antichitatea clasică cu privire la Athenaeum este însăși denumirea acestuia, care ajunge să înmagazineze dimensiunea simbolică a acestui program arhitectural prin însăși componenta etimologică, cu trimitere evidentă către orașul și zeița Atena. Din acest punct de vedere, sub forma unei simple conjeturi, putem deduce că Athenaeum-ul s-a dorit un tribut față de culmile de cunoaștere ale Greciei Antice, fiind binecunoscut faptul că împăratul Hadrian a fost un filoelen învederat care face din exemplul Athenaeum-ului un pol semnificativ al vieții culturale și intelectuale a Imperiului Roman.

Singura definiție pe care o avem cu privire la destinația originară a Athenaeum-ului ne este oferită din mențiunea sa în pasaje descriptive ale textelor antice, mai cu seamă în lucrarea *Carte despre împărați*, a lui Victor Aurelius, în care ne este prezentat Athenaeum-ul sub forma unei școli de „arte liberale” (Aurelius, 2006).

Trebuie precizat că ceea ce se înțelege prin „artă” în Antichitatea clasică, mergând până chiar spre sfârșitul Evului Mediu, desemnează mai degrabă o abilitate, însă accepțiunea termenului este cu mult mai cuprinzătoare decât cea din prezent, făcând referire atât la artele frumoase, dar și la profesii sau meserii.

Pentru antici, diferența nu se făcea precum se întâmplă în prezent, între artele frumoase și aplicate, ci între cele care presupuneau un oarecare efort intelectual, așa-zisele „arte liberale”, și cele care solicitau și un efort fizic, care erau denumite „vulgares” și care vor fi cunoscute în Evul Mediu sub denumirea de „arte mecanice” (Tatarkiewicz, 1981).

Noi preocupări pentru forma antică a Ateneului au fost declanșate de descoperirea a noi vestigii arheologice despre care s-au emis ipoteze conform cărora ar reprezenta cu adevărat forma originară a Athenaeum-ului lui Hadrian. În urma săpăturilor întreprinse pentru construcția unei noi linii de metrou între anii 2007 și 2011, la Roma, a fost descoperită o grupare de trei aule în cadrul ansamblului urban al Forumurilor Imperiale, în piața Madonna di Loreto, în proximitatea Columnei lui Traian.

Particular pentru programul arhitectural al Athenaeum-ului este că dispăre din intențiile constructive ale spațiului culturii și civilizației occidentale odată cu apusul Antichității, după această unică formă documentată a Athenaeum-ului lui Hadrian, dar cunoaște o perioadă semnificativă de reviriment, forme ale sale cunoscând o mare popularitate, începând cu secolul al XVII-lea sub Lumini.

Dintre resorturile care par să stea la baza acestei noi vieți a Ateneului sub Lumini, progresul științific și dezvoltarea tehnologiei par să reprezinte principalul argument prin care se schimbă raportarea omului la lume și percepția asupra acesteia, din lumea ordonată, închisă și controlată a creștinismului medieval, către lumea deschisă aflată într-o permanentă dezvoltare și avânt expansionist (Chaunu, 1971).

Cu privire la revirimentul Ateneului sub Lumini, este foarte posibil ca acesta să fie de fapt un construct al modernității, care sub denumirea antică a programului găsește o formulă de exprimare a transformărilor fundamentale petrecute în viața socială și

culturală a Occidentului din această perioadă. Deși există un transfer de sensuri dinspre ipostaza antică către recurențele moderne ale Ateneului, în mod cert, noi fațete ale simbolisticii acestuia sunt concepute sub Lumini și întregesc astfel însemnătatea formei antice pentru spațiul cultural occidental.

Prin ilustrarea contextului istoric general al Ateneului, acesta dobândește valențe metaforice născute din spațiul incert dintre cele două perioade caracteristice, cea originară și cea de reviriment. Metafora astfel constituită este perpetuată la nivelul denumirii programului, prin atribuirea sa recurențelor moderne sau unor forme hibride ale programului, mai mult sau mai puțin apropiate de semnificațiile sale originare, ca analogie la idealul cultural formulat încă în antichitatea clasică. Aparițiile moderne ale Ateneului devin forme culturale înalte ale mediilor particulare în care are loc recuperarea sa, dar denumirea sa cunoaște asocieri și cu alte programe arhitecturale din rândul celor educaționale sau culturale (precum biblioteci, teatre, muzee) tocmai prin acest statut înalt pe care o implică asocierea cu valorile umaniste antice.

Metafora Ateneului ajunge mai departe de straturile funcționale sau ale percepției estetice a edificiului și vorbește despre ceea ce reprezintă o perspectivă sensibilă, chiar poetică, mult mai profundă, totalizatoare, de a compune și înțelege programele de arhitectură, care să acordeze nevoile individuale la spiritul epocii (Vianu, 2024).

2.2. Contextul istoric autohton

Apariția Ateneului în spațiul românesc are loc în cadrul procesului accelerat de modernizare a țării de la sfârșitul secolului al XIX-lea. În acest context, modernizarea se înfăptuiește printr-un amplu proces de aculturație, prin intermediul căruia sunt importate forme instituționale și programe arhitecturale ale Occidentului prin care se urmărește

recuperarea decalajului considerabil de dezvoltare față de acesta.

În perioada premergătoare Marii Uniri de la 1918, peisajul cultural românesc cunoaște o singură formă de Ateneu prin exemplul deja clasicizat al Ateneului Român, prima și cea mai importantă apariție până în prezent a acestui tip de program arhitectural, devenită efigie a Bucureștiului și una dintre cele mai semnificative clădiri la nivel național.

Povestea Ateneului începe de la societatea cu același nume, cu destinație culturală, menită să aducă în atenția locuitorilor capitalei cursuri, conferințe sau dezbateri publice, pe teme științifice sau artistice, marcând astfel începutul dialogului dintre intelectualitatea română, formată cu precădere în străinătate, și publicul larg (Tatomir, 1974).

Cu toate că parcursul Ateneului pare să devină o poveste de succes în spațiul românesc în contextul celei de-a doua jumătăți a secolului al XIX-lea, există totuși voci care contestă adopția acestor forme de împrumut, argumentând incompatibilitatea dintre valorile occidentale și fondul cultural autohton.

Conform spuselor lui Titu Maiorescu, formele împrumutate din Vest, și care iau parte la modernizarea substanțială a statului și societății prin intermediul valorilor cu care sunt investite la origini, nu sunt considerate în toată dimensiunea lor istorică și nu sunt racordate la profilul cultural românesc, devenind așa-zise „forme fără fond” (Maiorescu, 1868).

În pofida acestor critici, Ateneul Român devine un simbol cultural național, la așa-zisa funcțiune simbolică contribuind artele decorative asociate edificiului. Începând cu marea frescă din sala mare a Ateneului, prin care sunt ilustrate evenimente și personalități marcante ale istoriei naționale, până la mențiuni ale altor nume importante din domeniul de cultură și știință, precum și a

disciplinelor în care s-au afirmat, toate fac din clădirea Ateneului Român un adevărat „templu al culturii”.

Deși scopul declarat al Ateneului era contactul cu publicul larg, acesta nu reușește prin statutul înalt pe care se clădește să se coboare prea mult în popor, și lasă loc unei forme alternative de program întâlnită sub forma Ateneelor Populare, care joacă un rol activ în procesul de construcție națională din perioada interbelică.

Spre deosebire de reperul singular central al Ateneului Român, aceste forme alternative proliferază, fiind antrenate de politicile de ofensivă culturală prin care se dorea unificarea națională prin școală (Livezeanu, 1998).

Prin Ateneele Populare se încheie recurența programului de Ateneu în spațiul românesc, în prezent existând încă active, pe lângă cazul Ateneului Român, doar câteva dintre formele sale care au reușit să traverseze vicisitudinile ideologice ale perioadei comuniste, tocmai prin caracteristicile conferite de funcțiunea simbolică, ca particularitate de racordare la contextul cultural în care are loc apariția.

3. Metafora Ateneului și reziliența sa în timp

Prin urmărirea parcursului istoric al Ateneului, deopotrivă în planul culturii și civilizației occidentale, dar și în limitele spațiului cultural românesc, reiese că pentru înțelegerea sa un rol determinant îl joacă simbolistica programului, care trimite către cele mai înalte idealuri culturale și educaționale, precum și către valori umaniste clasice. Statutul Ateneului în acest parcurs evolutiv se rezumă la modul în care funcțiunea simbolică a acestuia este interpretată și adaptată în mediile culturale în care au loc aparițiile sale.

Dată fiind relativa ambiguitate a Ateneului, se poate deduce o altă funcție a programului, metaforică, care este circumscrisă de însăși

denumirea acestuia. Metafora astfel formulată nu trebuie privită ca pe o aluzie, ci ca instrument de interpretare a idealurilor antice. Prin aceasta are loc o tălmăcire permanentă a sensurilor Ateneului, prin care este îmbogățită și reevaluată încărcătura simbolică a acestuia.

Metafora Ateneului este construită mai cu seamă de către Lumini, prin comparația cu forma antică pe care recuperarea o implică, însă analogia nu se întemeiază pe paralela dintre formele arhitecturale ale acestor perioade, ci mai degrabă pe raportul dintre arhitectură și o idee, iar raportarea permanentă la aceste idealuri se traduce prin formele arhitecturale înalte pe care le cunoaște programul de Ateneu.

Deși înțelegerea acestui tip de clădire, cu toate semnificațiile sale mai profunde, se dovedește a fi dificilă, dată fiind relativa sa ambiguitate, aceasta din urmă devine și principalul atribut în ceea ce privește reziliența sa, prin capacitatea de adaptare la nevoi și medii culturale dintre cele mai particulare și la diverse profiluri de utilizatori. Aceasta reprezintă o trăsătură prin care se exprimă funcțiunea sa simbolică universală, ideatică, înscrisă în limitele cuprinse de generalitate și particularitatea interpretărilor sale.

4. Concluzii

Surprinderea evoluției istorice a Ateneului și a construcției simbolisticii sale are implicații pentru ceea ce înseamnă reevaluare continuă a resurselor trecutului, fără a disocia în mod explicit expresia arhitecturală de simbolismul asociat. Această linie de investigație a rezilienței formei arhitecturale poate oferi unele răspunsuri cu privire la întrebările formulate de contemporaneitate față de problematica sustenabilității edificiului autonom, independent de orice sistem de referință.

Prin exemplul Ateneului, un program arhitectural ce pare unic în istoria și teoria de arhitectură, perspectiva asupra arhitecturii devine mult mai cuprinzătoare, depășește aspectele ce țin de configurație spațială, expresie sau tehnologie constructivă, și înglobează o dimensiune culturală ce pare a fi determinantă pentru persistența acestor fenomene arhitecturale.

Permanența edificiului arhitectural este asigurată prin racordul fin la un anumit profil cultural, în speța Ateneului fiind vorba de spațiul cultural occidental, iar nuanțele pe care le dobândește înțelegerea sa în timp, prin adaptările la particularități locale, nu aduce niciun fel de prejudiciu interogației sale prin instrumentele specifice istoriei și teoriei de arhitectură.

Deși atunci când este vorba de principii sustenabile în arhitectură tindem să ne uităm la elemente cuantificabile menite să dea naștere unui ciclu durabil de exploatare a clădirilor, așa-zisa funcțiune simbolică a edificiilor arhitecturale se poate materializa într-un argument suficient de solid care să motiveze longevitatea unor clădiri, investite cu sensuri mai profunde prin dimensiunile culturale care le circumscriu.

Povestea Ateneului este fără îndoială mult mai vastă decât a reușit să surprindă această scurtă expunere. Deși pare un subiect minor, reușește să mute perspectiva prin care privim programele arhitecturale către una mult mai nuanțată, care reușește să motiveze reziliența unor forme arhitecturale prin interogarea dimensiunii simbolice din planul secund al percepției lor, înțeleasă mai degrabă ca formă sensibilă de înțelegere a acestora.

BIBLIOGRAFIE

- Aurelius V. (2016), *Carte despre împărați*, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, Iași, Romania.
- Chaunu P. (1971), *La civilisation de l'Europe des Lumières*, Arthaud, Paris, Franța.

Hartmann N. (2014), *Aesthetics*, De Gruyter, Berlin, Germania.

Livezeanu I. (1998), *Cultură și naționalism în România Mare*, Humanitas, București, România.

Maiorescu T. (1868), *În contra direcției de astăzi din cultura română*, Convorbiri literare 19: 301-307.

Tatarkiewicz W. (1981), *Istoria celor șase noțiuni*, Meridiane, București, România.

Tatomir V. (1974), *Ateneul Român Inventar Arhivistic*, Direcția generală a arhivelor statului, București, România.

Vianu Ș. (2024), *Sens interzis: Adevăr, devenire, locuire*, Polirom, București, România.

COMPUTATIONAL MODEL FOR PLANNING CONNECTED BLUE-GREEN INFRASTRUCTURES AND IMPLEMENTING THEM IN METROPOLITAN AREAS OF LARGE CITIES

Antonio-Valentin TACHE

Senior Researcher 3, National Institute for Research and Development in Constructions, Urbanism and Sustainable Spatial Development URBAN-INCERC, 021652 Bucharest, Romania, e-mail: tonytache62@gmail.com

Oana-Cătălina POPESCU

Senior Researcher 3, National Institute for Research and Development in Constructions, Urbanism and Sustainable Spatial Development URBAN-INCERC, 021652 Bucharest, Romania, e-mail: oana_katalina2006@yahoo.com

Alexandru-Ionuț PETRIȘOR

Professor and Director, Doctoral School of Urban Planning, Ion Mincu University of Architecture and Urbanism, 010014 Bucharest, Romania; Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Technical University of Moldova, 2004 Chisinau, Moldova; Senior Researcher 1, National Institute for Research and Development in Constructions, Urbanism and Sustainable Spatial Development URBAN-INCERC, 021652 Bucharest, Romania, e-mail: alexandru_petrisor@yahoo.com

Abstract

Planning a blue-green infrastructure system can prevent uncontrolled urban sprawl and the negative effects resulted from unsustainable land use. The implementation of green-blue solutions in a large city must take into account its spatial development vision, its historical and geographical context, social and economic elements and, last but not least, its local government mechanisms. For this reason, the sound design of green-blue infrastructure elements requires the use of correct and compatible data sets and the application of the best computer tools such as GIS. This article

presents an innovative methodology for identifying and designing the connectivity of green-blue areas in the metropolitan area of Bucharest, the capital of Romania. The methodology is based on a data set compatible with the European environmental databases - Corine 2018 and the Urban Atlas and on two GIS tools - Gnarly Landscape Utilities and Linkage Mapper. The results obtained are both the technical solution for planning the connectivity of the green-blue areas in the Bucharest metropolitan area, as well as the means by which it can be practically implemented. The development and implementation of this methodology had a double purpose: firstly, it is a starting point for planning the green-blue infrastructure of Bucharest metropolitan area and secondly, it represents a good practice model for the integration of green-blue infrastructure in urban and territorial planning. **Keywords.** land cover data, GIS, green-blue infrastructure, green connectivity, spatial planning.

1. Context

Sustainable cities are an essential goal for urban planners (Nowak *et al.*, 2021) and a necessity in curbing climate change. Unfortunately, today the fragmentation of urban green areas is inevitable, decreasing biodiversity and weakening ecosystem services. Urban land is a limited resource due to the constraints imposed by the topography of neighborhoods (UN-HABITAT, 2013). This is why cities must plan to maintain minimum green space coverage providing ecosystem services necessary for the well-being of residents (Tang *et al.*, 2007). A major challenge for urban planners is ensuring sustainable development, which must integrate economic growth, social well-being and environmental conservation, especially at urban/rural borders, through coherent development policies (Gopinath and Jackson, 2010). The coronavirus pandemic highlighted the importance of access to high-quality public

spaces considering people's mental health. However, climate change is felt more and more acutely and accelerated assessments are needed to make urban areas more sustainable and resilient, and revitalize biodiversity.

Urban green spaces can positively affect human well-being and health in different ways (Bertram and Rehdanz, 2015), mentally and physically (Russell *et al.*, 2013). They have the potential to serve multiple ecological and environmental functions, such as protecting water resources, increasing biodiversity, sequestering carbon dioxide, ameliorating microclimate, and providing food. At the same time, urban green spaces are essential in meeting the cultural and health needs of residents by providing recreational spaces, preserving historic landscapes, and improving the aesthetics of neighborhoods. These varied functions, called ecosystem services, must be balanced and accounted for simultaneously (Lovell and Taylor, 2013). Ecosystem services are provided by the natural environment for society and people. These services, essential to life, are supported by the green infrastructure: (1) fundamental services for sustaining life, such as photosynthesis, nutrient cycle and water cycle in nature; (2) product supply services, including food, fuel, medicines and natural pharmaceuticals, drinking water; (3) regulatory services of natural processes, ensuring the quality of air, water, erosion and pollination processes; and (4) services as tools for increasing the quality of life by satisfying spiritual needs in terms of recreation, aesthetic experiences, and education.

Green infrastructure is a planned network that provides viable solutions to urban and climate challenges through a combination of major infrastructure, ecological restoration and urban design to optimize the relationship between man and nature. Urban green-blue infrastructure improves urban biodiversity and provides habitat for wildlife, which can support ecosystem health and help improving the quality of life for residents. The implementation of green-blue infrastructures

becomes absolutely necessary in territorial planning because habitat fragmentation can aggravate the potential impact of climate change and cause negative phenomena such as the greenhouse effect, urban heat islands, soil erosion, landslides, etc. (Kimiti and Ostrysz, 2021).

Historically, the concept of green infrastructure has been implemented since the 19th century by landscape architects designing big cities (New York, London, Paris), aiming to establish a network of urban green spaces to improve comfort in urban environments. During the 20th century, many plans were developed and implemented open spaces and green areas around cities to protect them against urban sprawl. Based on the general recognition of major concepts, three green space planning approaches are used: (1) green belts and wedges, (2) green ways and corridors, and (3) green infrastructure.

One of the main objectives of *Green Infrastructure Strategy* (European Commission, 2013) is to integrate its goals and related objectives into many policy areas, protecting the metropolitan territory of large cities from intense urban development phenomenon and sprawl. Integrating green-blue infrastructure and sustainable development in urban and territorial planning is one of the key actions that must be facilitated and accelerated.

The development of green-blue infrastructure networks is an ambitious initiative that connects green space, road systems and river networks as main components in built urban areas. Within a city and in its peri-urban area, planning and designing green-blue infrastructure networks is a multidisciplinary or even transdisciplinary effort involving creating a wide range of public and recreational open spaces (Lafortezza *et al.*, 2013). Its implementation requires the cooperation of different areas, e.g., landscape architecture, urban planning, forestry, nature conservation, environmental management, etc.

In Romania, urban and peri-urban landscapes are under great pressures caused by

development (Cocheci and Petrișor, 2023; Legutko-Kobus *et al.*, 2023), resulting into the loss and fragmentation of their green infrastructure (Petrișor *et al.*, 2021, 2022, 2023). Appropriate tools for green infrastructure planning and effective methods of territorial cooperation must be found, including those for increasing public participation (Popescu *et al.*, 2022; Slave *et al.*, 2023). By applying the methodology proposed by this work, an innovative green-blue infrastructure planning model will be created for Bucharest, the capital of Romania. The model is designed to be integrated in urban and territorial plans of large cities, and sectoral policies and financial instruments for Romania.

2. Methodology

The methodology has two main components: an IT component for connecting the surface of green-blue infrastructure in the study area, and an urban design component that consists of specific projects aimed to improve ecosystem services. The IT component represents an innovative and original model through its proposed integrated solutions. Thus, the area of land use was evaluated according to the characteristic values of landscape using five categories (zero, low, moderate, high, very high). In order to evaluate the characteristics of landscape in the study area, the following values were taken into account: biodiversity, socio-economics, connectivity, and type of ecosystem services provided. For a more accurate assessment of landscape, we used the European CORINE 2018 database, Urban Atlas data and topographic surveys from the pilot area. Moreover, land use data were identified in existing urban plans.

The first results are represented by a list of cartographic features and a quick assessment of landscape in the study area, including its economic and social values. They were described in a landscape characteristics assessment form. To define *the permeability*

of land, we developed an IT solution based on ARCGIS 10.6 tool *Gnarly Landscape Utilities*. We defined the areas with high connectivity and other areas that constitute barriers for developing green-blue infrastructure. To define *the connections* between areas having high landscape characteristics, we developed an IT solution to assess the area of green-blue infrastructure and connections between different green elements, using ARCGIS 10.6 tool *Linkage Mapper*. Thus, a first version of green-blue infrastructure connections was obtained in the study area. For a realistic delimitation, we overlapped the green-blue infrastructure raster (study areas containing the green-blue infrastructure mapped in the first phase) with property data (using a property raster purchased from the National Agency for Cadastre and Real Estate Advertising). We defined as few connections crossing private properties as possible, taking into account the spatial planning difficulties in privately owned areas. In the last version, which is also realistic, we overlapped the second raster with satellite images (European Copernicus satellite). The schematics of methodology are presented in Fig. 1.

The urban planning component requires field observations, identification of green-blue infrastructure connections and a landscape and urban design focusing on the following main elements of green-blue infrastructure: biodiversity, parks, open and recreational spaces, sustainable water management, archaeological and architectural heritage, and landscape. The green infrastructure analysis model for Bucharest is designed so that it can be used with input data for different scales, since necessary input data is available for different quality levels. The quality of result is based on the homogeneity and quality of input data. The smaller the scale of input data and the more availability of current and cross-disciplinary input data, the more accurate the results are. The maximum required output scale must not be exceeded.

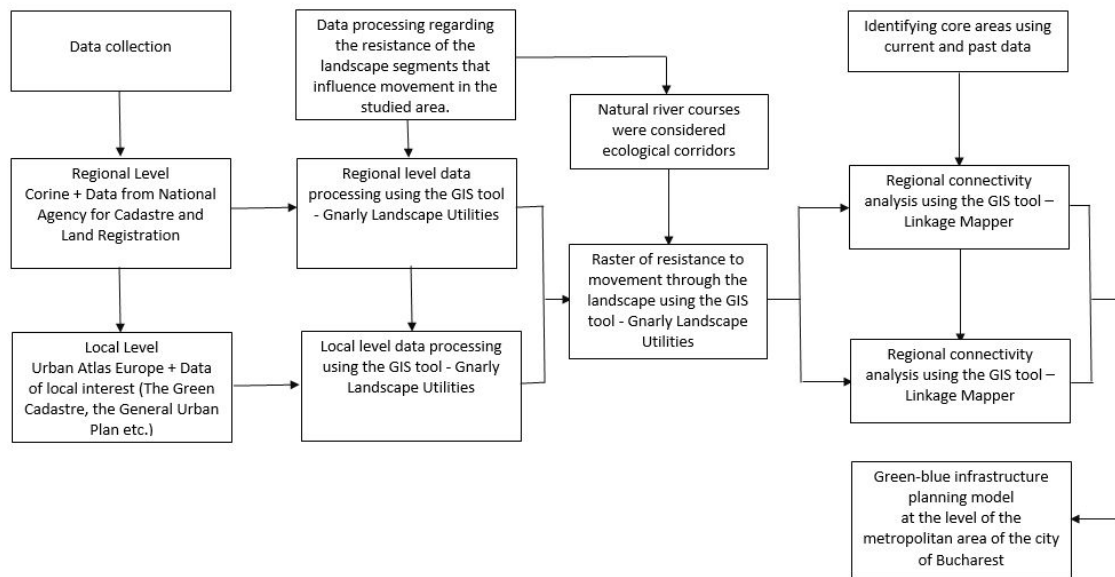


Fig. 1. Schematics of the green-blue infrastructure planning methodology for the Bucharest metropolitan area.

We decided to determine the main components of green infrastructure for this study as landscape units that have the properties of core areas, dispersion connections, green corridors, and matrices. *Core areas* are part of green areas containing the highest recreational, natural and cultural values. They have a wide range of cultural values, and great biodiversity and variability, which ensure good conditions for the reproduction and spread of animals and plants (Regionplanenämnden, 2010; Orveland, 2019). *Dispersion connections* are narrow sections in continuous green wedges. These are essential for linking core areas and green wedges to provide recreational paths, access to larger walking areas and maintain ecological dispersion (Regionplanenämnden, 2010; Orveland, 2019). *Green corridors* are linear open spaces, including green parks, agricultural land, or natural or semi-natural areas existing inside or outside urban areas for environmental and landscape protection. *Matrices* are landscape units whose biodiversity and land cover are not as varied and multifunctional as core areas. The proposed conceptual schematics of green-blue infrastructure for the Bucharest metropolitan area propose that riverbeds, railway protection areas and green spaces along roadways and large boulevards of Bucharest to become ecological corridors. In accordance with

landscape ecology principles and based on an evaluation of existing green spaces, three green wedges and several green corridors going from the suburb to the urban center are proposed (Fig. 2).

3. Results

In a first phase, for evaluating green infrastructure connections, we used CORINE 2018 and Urban Atlas data. Processed data were grouped and weighted according to the criterion related to displacement resistance. These weights were established by specialists in ecology, geography, urban and spatial planning. The raster with weighted data was implemented using ARCGIS 10.6 tool *Gnarly Landscape Utilities* to obtain the raster of movement resistance through each landscape element in Bucharest metropolitan area (Fig. 3).

After implementing GIS tools and assessing connectivity, we overlapped the raster acquired from the National Agency of Cadastre and Real Estate Advertising on the property type, in order to modify ecological corridors, so that they intersect as few privately owned lands as possible. Finally, for a realistic assessment of connectivity in

Bucharest metropolitan area, we overlapped the updated raster with high-resolution satellite images obtained from the Copernicus program. After implementing the GIS tool and assessing the connectivity, we overlaid the obtained raster and identified connections, with the property maps of urban plans for the different parts of the study area, so that the identified connections are modified to intersect as few private properties as possible. According to the methodological schematics, the connectivity analysis was carried out both at regional (metropolitan) level and local level (built area of Bucharest): (1) for the regional connectivity analysis, we used the entire set of geodata representing core areas; (2) for the local connectivity analysis we used as core areas only green areas with an area greater than 5000 m² inside the city and forests adjacent to the core of Bucharest. Connectivity analyses for both cases were developed using ARCGIS 10.6 tool *Linkage*

Mapper, which supports wildlife habitat connectivity analyses.

Finally, by using high-resolution satellite images overlapped with processed geodata, accurate results were obtained in terms of evaluating spatial connectivity and green infrastructure components at regional and local level for Bucharest metropolitan area (Fig. 4 and 5).

Based on analyses carried out at the metropolitan level, a green belt can be created around future A0 highway and a *partial* green belt around the beltline of Bucharest. A full connection cannot be made in the south-west peri-urban area of Bucharest. In the urban area of Bucharest, especially in the city center, but also in some neighborhoods, there are acute conflicts between high-density development and limited land, with insufficient open space for inhabitants.

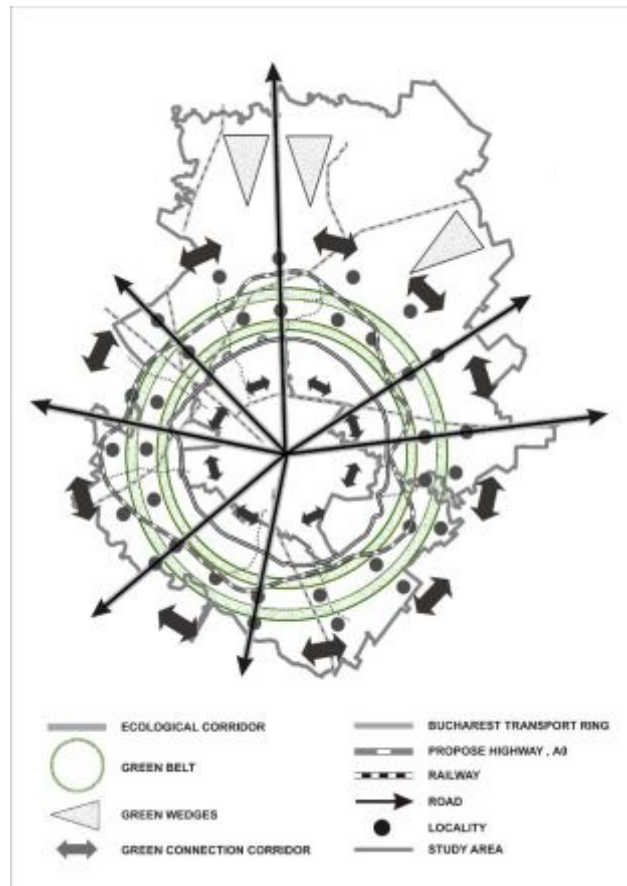


Fig. 2. Conceptual diagram of the green-blue infrastructure of Bucharest metropolitan area.

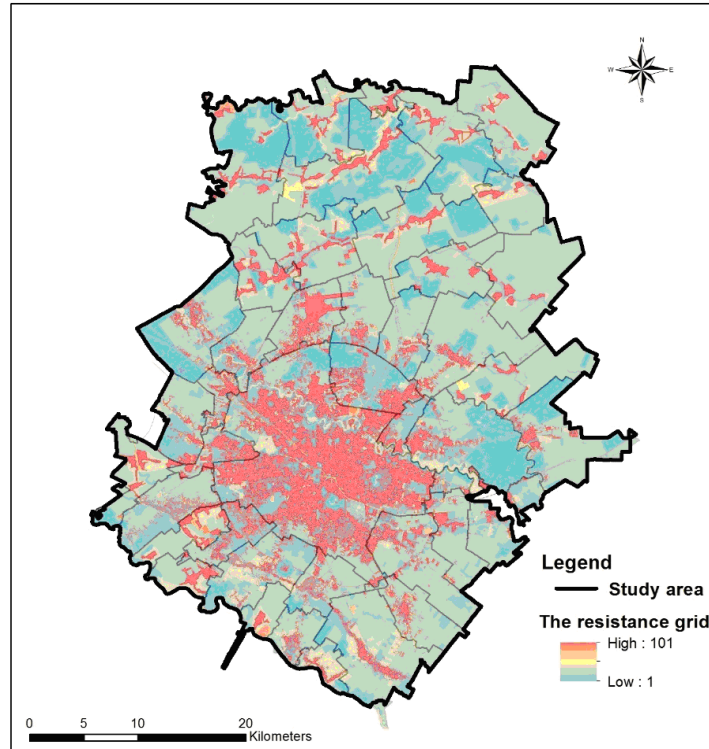


Fig. 3. The resistance raster for moving through each landscape element.

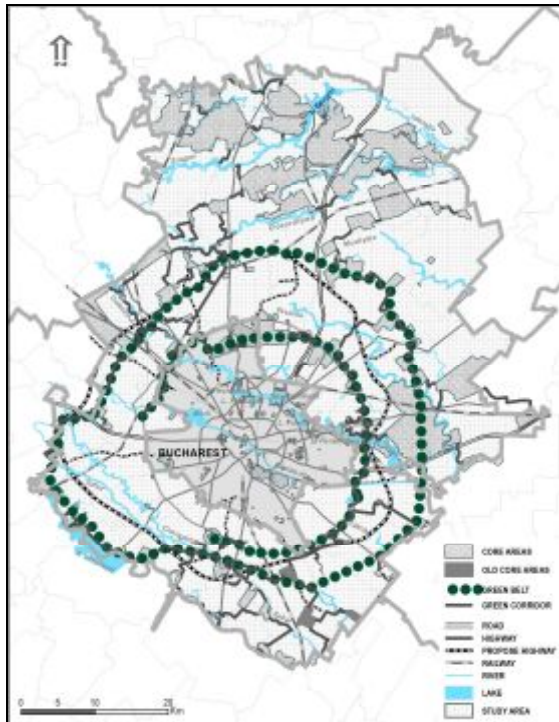


Fig. 4. Regional connectivity.

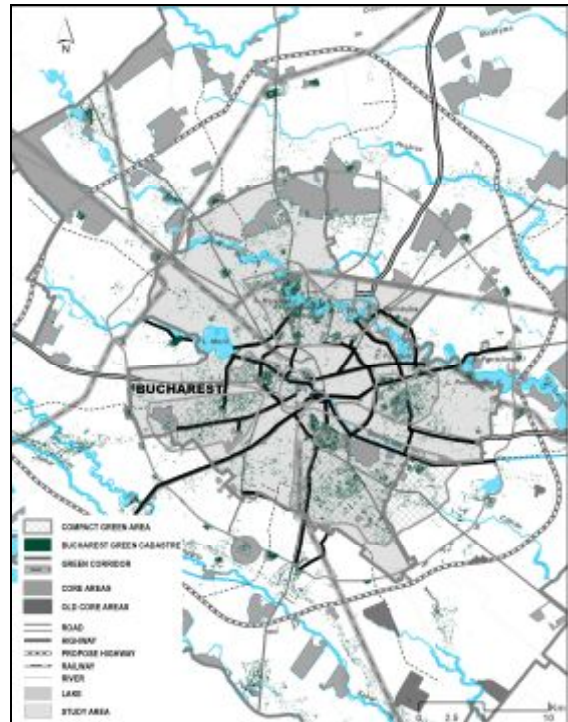


Fig. 5. Local connectivity.

4. Discussions

The success of conserving connectivity lies in designing connectivity using modern methods

and applying the best scientific tools. For this reason, the proposed methodology is innovative, by using very precise GIS tools and making verified datasets operational at local and regional level. The overlap of input data

with geodata obtained from the National Agency for Cadastre and Real Estate Advertising on the type of property, and with high-resolution satellite images (Copernicus satellite data) leads to a real connectivity analysis and creates the premises of a sustainable design of green-blue infrastructure components.

The results obtained constitute a starting point for planning the green-blue infrastructure of Bucharest metropolitan area, taking into account that Romania has assumed the objectives of the European Green Deal, which require urgent measures to curb climate change and increase biodiversity. Specific solutions regarding the process of implementing specific elements of the green-blue infrastructure were identified for Bucharest metropolitan area, and large boulevards and squares. These elements consist mainly of green solutions (roofs and facades) for representative buildings, public spaces (large squares, i.e., planting trees and creating urban green spaces, green paths, rain gardens, permeable paving) in the metropolitan area (rehabilitate and re-nature areas along the rivers with plant species, or ecological restore degraded lands, to be returned to nature).

The limitations of the study relate to the data sets, which were validated only for the core of Bucharest (the built area) and Bucharest metropolitan area. A future qualitative design of green-blue infrastructure elements must be carried out at the neighborhood level involving all stakeholders. This is why, in the future, the administrations of the six districts of Bucharest need a team of specialists, approved by the urban planning department and authorities, with a vision of implementing the green-blue infrastructure. Any local project must take into account a strategy for implementing the green-blue infrastructure of Bucharest.

5. Conclusions

Strategic spatial planning has a key role in reshaping outdoor spaces to become resilient to climate change and extreme weather. Therefore, a

green-blue infrastructure is best designed through an integrated approach to land management and a strategic spatial planning.

One of the most difficult problems for delimiting and managing the green-blue infrastructure of large cities, which can affect the preservation of connectivity and identification of landscape types, is the collection of data and assessment of their quality in order to obtain a correct evaluation of the infrastructure, and the management of large amounts of available data. For this reason, connectivity analyzes require GIS-type tools and a good knowledge of landscape characteristics in the study area, in terms of biodiversity and socio-economic values, connectivity issues and type of ecosystem services provided. Also, property type data is needed for field validation, as green infrastructure design is easier on state-owned land compared to private land. Overlapping connectivity elements with high-resolution satellite or UAV imagery is also required.

The implementation of present methodology is finally aimed at protecting metropolitan territories of large Romanian cities from intense urban development and sprawl through the integration of green-blue infrastructure, and a sustainable view on urban and territorial planning.

Acknowledgement

This work is supported by the project PN-III-P4-PCE-2021-1015 (PCE1) "Green Belt of Bucharest - Integrated intelligent model for the sustainable management of urban green infrastructure - GreenSmartB", funded by the Executive Unit for the Financing of Higher Education, Research, Development and Innovation (UEFISCDI) and carried out under Program 4: Basic and Frontier Research, Exploratory Research Projects.

REFERENCES

Nowak M. J., Petrișor A.-I., Mitrea A., Filepné Kovács K., Lukstina G., Jürgenson E.,

- Ladzianska Z., Simeonova V., Lozyskyy R., Rezac V., Pantyley V., Praneviciene B., Fakeyeva L., Mickiewicz B., Blaszkę M. (2022), *The Role of Spatial Plans Adopted at the Local Level in the Spatial Planning Systems of Central and Eastern European Countries*, Land 11(9): 1599.
- UN-HABITAT (2013), *Annual Report 2012*, Un-Habitat Publisher, Nairobi, Kenya,, <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Annual%20Report%202012.pdf>
- Tang B. S., Wong S. W., Lee A. K. W. (2007), *Green belt in a compact city: A zone for conservation or transition?*, Landscape and Urban Planning 79(3-4): 358-373.
- Gopinath D., Jackson T. (2010), *A pragmatist lens on local planning practices: The case of the St. Andrews community-driven green belt*, Planning Practice & Research 25(2): 183-201.
- Bertram C., Rehdanz K. (2015), *The role of urban green space for human well-being*, Ecological Economics 120: 139-152.
- Russell R., Guerry A. D., Balvanera P., Gould R. K., Basurto X., Chan K. M., Klain S., Levine J., Tam J. (2013), *Humans and nature: how knowing and experiencing nature affect well-being*, Annual Review of Environment and Resources 38: 473-502.
- Lovell S., Taylor J. R. (2013), *Supplying urban ecosystem services through multifunctional green infrastructure in the United States*, Landscape Ecology 28(8): 1447-1463.
- Kimic K., Ostrysz K. (2021), *Assessment of blue and green infrastructure solutions in shaping urban public spaces—spatial and functional, environmental, and social aspects*, Sustainability 13(19): 11041.
- European Commission (2013), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe’s Natural Capital*, Brussels, Belgium, COM (2013) 249 final, https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm
- Lafortezza R., Davies C., Sanesi G., Konijnendijk C. C. (2013), *Green Infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions*, iForest - Biogeosciences and Forestry 6(3): 102-108.
- Cocheci R. M., Petrișor A.-I. (2023), *Assessing the negative effects of suburbanization: the urban sprawl restrictiveness index in Romania’s metropolitan areas*, Land 12(5): 966.
- Legutko-Kobus P., Nowak M. J., Petrișor A.-I., Bărbulescu D., Crăciun C., Gârjoabă A.-I. (2023), *Protection of Environmental and Natural Values of Urban Areas against Investment Pressure: A Case Study of Romania and Poland*, Land 12(1): 245.
- Petrișor A.-I., Mierzejewska L., Mitrea A. (2022), *Mechanisms of Change in Urban Green Infrastructure - Evidence from Romania and Poland*, Land 11(5): 592.
- Petrișor A.-I., Mierzejewska L., Mitrea A., Drachal K., Tache A. V. (2021), *Dynamics of Open Green Areas in Polish and Romanian Cities During 2006-2018: Insights for Spatial Planners*, Remote Sensing 13(20): 4041.
- Petrișor A.-I., Harea O., Tache A. V., Munteanu A., Popescu O.-C., Andronovici D., Petrișor L. E. (2023), *Deciphering green infrastructure patterns in Eastern Europe: focus on Bucharest, Romania and Chisinau, Republic of Moldova*, Present Environment and Sustainable Development 17(1): 321-334.
- Popescu O.-C., Tache A. V., Petrișor A.-I. (2022), *Methodology for Identifying Ecological Corridors: A Spatial Planning Perspective*, Land 11(7): 1013.
- Slave A. R., Iojă I. C., Hossu C. A., Grădinaru S. R., Petrișor A.-I., Hersperger A. M. (2023), *Assessing public opinion using self-organizing maps. Lessons from urban planning in Romania*, Landscape and Urban Planning 231: 104641.
- Regionplanenämnden (2010), *Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen (RUFs 2010)*. (2010:5), Stockholms läns landsting, http://rufs.se/globalassets/d-rufs-2010/rufs-2010-planen/rufs10_hela.pdf
- Orveland F. (2019), *The green wedges of Stockholm-past, present and future: Development over time, changes in distribution and inclusion in urban planning*, Master’s Thesis, Stockholm University, Department of Physical Geography, <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1318294/FULLTEXT01.pdf>