



Școala Națională de Studii Politice și Administrative  
Facultatea de Administrație Publică

**INTEGRAREA CONCEPTELOR DE ORAȘ INTELIGENT (SMART  
CITY) ÎN PLANIFICAREA URBANĂ: PROVOCĂRI ȘI  
OPORTUNITĂȚI PENTRU ADMINISTRAȚIILE PUBLICE  
LOCALE DIN ROMÂNIA**

- lucrare de disertație, masteratul Managementul Sectorului Public-

**Coordonator**

Conf. Univ. Dr. Cătălin VRABIE

**Absolventă**

Ivanovici Iuliana

**București  
2024**

## Instrucțiuni de redactare (A se citi cu atenție!!)

1. Introduceți titlul lucrării în zona aferentă acestuia – nu modificați mărimea sau tipul fontului;
2. Sub titlul lucrării alegeți dacă aceasta este de licență sau de disertație;
3. Introduceți specializarea sau masteratul absolvit în zona aferentă acestuia de pe prima pagină a lucrării;
4. Introduceți numele dvs. complet în zona aferentă acestuia (sub Absolvent (ă));
5. Introduceți anul în care este susținută lucrarea sub București;

**NB:** Asigurați-vă că ați șters parantezele pătrate din pagina de gardă și cuprins.

6. Trimiteți profesorului coordonator lucrarea doar în format **Microsoft Word** – alte formate nu vor fi procesate;
7. **Nu ștergeți declarația anti-plagiat și nici instrucțiunile** – acestea trebuie să rămână pe lucrare atât în forma tipărită cât și în cea electronică;
8. **Semnați declarația anti-plagiat;**
9. **Cuprinsul este orientativ** – numărul de capitole / subcapitole poate varia de la lucrare la lucrare. **Introducerea, Contextul, Concluziile / Discuțiile și Referințele bibliografice sunt însă obligatorii;**
10. **Este obligatorie folosirea template-ului.** Abaterea de la acesta va cauza întârzieri în depunerea la timp a lucrării.

**NB.** Lucrările vor fi publicate în extenso pe pagina oficială a hub-ului Smart-EDU, secțiunea Smart Cities and Regional Development: <https://scrd.eu/index.php/spr/index>.

**ATENȚIE:** Lucrarea trebuie să fie un produs intelectual propriu. Cazurile de plagiat vor fi analizate în conformitate cu legislația în vigoare.

### Declarație anti-plagiat

1. Cunosc că plagiatul este o formă de furt intelectual și declar pe proprie răspundere că această lucrare este rezultatul propriului meu efort intelectual și creativ și că am citat corect și complet toate informațiile preluate din alte surse bibliografice (de ex: cărți, articole, clipuri audio-video, secțiuni de text și sau imagini / grafice).
2. Declar că nu am permis și nu voi permite nimănui să preia secțiuni din prezenta lucrare pretinzând că este rezultatul propriei sale creații.
3. Sunt de acord cu publicarea on-line *in extenso* a acestei lucrări și verificarea conținutului său în vederea prevenirii cazurilor de plagiat.

Numele și prenumele: Ivanovici Iuliana

Data și semnătura: 21.12.2024

# Cuprins

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Abstract.....</b>                                                                                                     | <b>3</b>  |
| <b>Introducere.....</b>                                                                                                  | <b>3</b>  |
| Întrebările de cercetare.....                                                                                            | 5         |
| Obiective .....                                                                                                          | 5         |
| Metodologia de cercetare.....                                                                                            | 6         |
| <b>Capitolul 1. Fundamente teoretice privind orașele inteligente și utilizarea dronelor în planificarea urbană .....</b> | <b>7</b>  |
| 1.1. Conceptul de oraș inteligent (smart city) – definiție și caracteristici .....                                       | 7         |
| 1.2. Planificarea urbană și integrarea conceptului de smart city.....                                                    | 9         |
| 1.3. Tehnologiile emergente și transformarea digitală în administrația publică.....                                      | 12        |
| 1.4. Utilizarea dronelor în colectarea datelor geospațiale și optimizarea deciziilor administrației publice.....         | 15        |
| <b>Capitolul 2: Impactul dronelor în planificarea urbană inteligentă.....</b>                                            | <b>18</b> |
| 2.1. Metode și tehnologii pentru analiza datelor geospațiale colectate prin drone.....                                   | 18        |
| 2.2. Aplicații ale dronelor în optimizarea infrastructurii urbane.....                                                   | 20        |
| 2.3. Implementarea dronelor în administrația publică locală .....                                                        | 23        |
| <b>Capitolul 3: Studiu de caz – Utilizarea dronelor în planificarea urbană din România .....</b>                         | <b>28</b> |
| 3.1. Metodologia studiului de caz.....                                                                                   | 28        |
| 3.2. Rezultatele cercetării – impactul folosirii dronelor asupra eficienței administrației locale .....                  | 29        |
| 3.3. Propuneri pentru optimizarea utilizării dronelor în planificarea urbană din România .....                           | 35        |
| <b>Concluzii și recomandări.....</b>                                                                                     | <b>37</b> |
| <b>Referințe bibliografice.....</b>                                                                                      | <b>40</b> |

## Abstract

În această lucrare se va analiza integrarea conceptului de oraș inteligent (smart city) în planificarea urbană, cu un accent deosebit pe utilizarea dronelor. Se vor aborda provocările și oportunitățile pe care această tehnologie le aduce administrațiilor publice locale din România. Înainte de a detalia acest subiect, este esențial să înțelegem ce înseamnă conceptul de smart city și modul în care utilizarea dronelor se încadrează în acest context. Scopul integrării acestora constă în dezvoltarea urbană sustenabilă, îmbunătățirea serviciilor publice și creșterea eficienței proceselor decizionale. Lucrarea are la bază concepte și cercetări din domeniul tehnologiilor smart city și se bazează pe o gamă variată de surse, incluzând articole științifice, lucrări de specialitate, baze de date online și platforme acreditate, care contribuie semnificativ la dezvoltarea și susținerea argumentelor din cadrul lucrării. Metodologia va include observații legate de obstacolele legislative și financiare, analize privind aplicabilitatea dronelor în diverse scenarii și un studiu de caz concret care evidențiază impactul dronelor asupra colectării datelor geospațiale și monitorizării infrastructurii urbane. Rezultatele vor fi ilustrate prin rapoarte și analize empirice care evidențiază avantajele implementării acestor tehnologii, dar și provocările care împiedică adoptarea lor rapidă. Integrarea dronelor în planificarea urbană este o soluție inovatoare care poate transforma administrațiile locale din România, oferind cetățenilor acces mai rapid și mai eficient la servicii publice. Lucrarea va sublinia necesitatea unui cadru legislativ adecvat și a unui sprijin financiar continuu, fără de care aceste procese de transformare urbană nu pot fi complet implementate, iar concluziile și recomandările formulate în lucrare contribuie la înțelegerea rolului pe care tehnologiile smart city îl pot juca în dezvoltarea urbană sustenabilă, oferind soluții inovatoare pentru administrațiile publice din România.

**Cuvinte cheie:** transformare digitală, drone, eficientizare, sustenabilitate, cadru legislativ.

## Introducere

Transformarea digitală a administrației publice și a mediului urban este un factor esențial în evoluția orașelor moderne, având un impact direct asupra calității vieții cetățenilor și a eficienței serviciilor publice. Orașele din întreaga lume sunt supuse unor presiuni tot mai mari pentru a gestiona eficient infrastructura, resursele și interacțiunea cu populația, iar tehnologiile în curs de dezvoltare devin soluții necesare pentru optimizarea acestor procese. În acest context, conceptul de oraș inteligent (smart city) a devenit o componentă fundamentală a strategiilor de dezvoltare urbană, integrând digitalizarea, sustenabilitatea și automatizarea proceselor administrative pentru a crea orașe mai eficiente și mai conectate [1].

Un aspect esențial al implementării unui smart city este planificarea urbană inteligentă, care implică utilizarea tehnologiilor avansate pentru a optimiza gestionarea spațiilor urbane, infrastructurii și serviciilor publice. Planificarea urbană tradițională se bazează pe modele statice și procese administrative laborioase, ceea ce face dificilă adaptarea orașelor la cerințele actuale privind mobilitatea, sustenabilitatea și eficiența energetică [2]. Prin integrarea tehnologiilor smart city, administrațiile publice pot adopta o abordare bazată pe date (data-driven planning<sup>1</sup>), care permite luarea unor decizii mai informate și implementarea unor politici urbane eficiente.

În acest context, vehiculele aeriene fără pilot (Unmanned Aerial Vehicles - UAV<sup>2</sup>), cunoscute sub numele de drone, joacă un rol important în colectarea și analiza datelor esențiale pentru gestionarea urbană. Acestea sunt utilizate într-o gamă largă de aplicații, de la cartografiere geospațială și monitorizarea infrastructurii critice, până la gestionarea traficului și prevenirea dezastrelor naturale [3]. Dronele permit autorităților să obțină informații în timp real despre dinamica urbană, oferind o perspectivă detaliată asupra zonelor care necesită intervenție sau modernizare. Prin captarea de imagini aeriene și generarea de modele tridimensionale precise ale orașelor, dronele contribuie la optimizarea procesului decizional al administrațiilor publice, oferind o perspectivă detaliată asupra zonelor urbane care necesită intervenție sau modernizare.

---

<sup>1</sup> Data-driven planning reprezintă un proces de planificare urbană care se bazează pe colectarea, analiza și utilizarea datelor geospațiale și infrastructurale pentru a optimiza dezvoltarea orașelor și luarea deciziilor în administrațiile publice.

<sup>2</sup> Unmanned Aerial Vehicle – UAV sunt vehicule aeriene fără pilot, controlate de la distanță sau autonome, utilizate în diverse domenii, precum planificarea urbană, securitate, gestionarea traficului, gestionarea și intervenții în situațiilor de urgență sau în colectarea datelor geospațiale. UAV - vehicul aerian fără personal uman la bord.

În România, integrarea conceptului de smart city și adoptarea tehnologiilor inovatoare, precum dronele, creează oportunități semnificative pentru modernizarea administrației publice și creșterea eficienței serviciilor urbane. Aceste tehnologii permit o mai bună gestionare a resurselor publice, reducerea costurilor administrative și îmbunătățirea interacțiunii dintre autorități și cetățeni [4]. În planificarea urbană, UAV-urile sunt utile în analiza geospațială a terenului, monitorizarea conformității construcțiilor, optimizarea infrastructurii de transport și modelarea 3D a orașelor pentru o dezvoltare sustenabilă.

Cu toate acestea, implementarea acestor soluții este adesea îngreunată de provocări semnificative, cum ar fi lipsa unui cadru legislativ clar pentru utilizarea dronelor în sectorul public, constrângerile financiare ale administrațiilor locale și necesitatea dezvoltării unor competențe tehnice specifice pentru operarea și analiza datelor colectate de aceste dispozitive [5].

O altă provocare majoră constă în integrarea tehnologiilor smart într-o infrastructură urbană care nu a fost inițial concepută pentru astfel de soluții. Multe orașe din România încă depind de sisteme tradiționale de administrare, iar tranziția către un model bazat pe digitalizare necesită investiții substanțiale și o viziune pe termen lung [6]. În plus, există preocupări privind protecția datelor și securitatea cibernetică, deoarece utilizarea dronelor pentru colectarea informațiilor sensibile impune măsuri stricte pentru a preveni utilizarea necorespunzătoare a acestor date.

Integrarea tehnologiilor smart city în procesul de planificare urbană aduce multiple avantaje, contribuind la optimizarea gestionării orașelor și la creșterea eficienței serviciilor publice.

Unul dintre principalele avantaje ale implementării acestor tehnologii este **creșterea eficienței procesului decizional**. Datele geospațiale colectate de UAV-uri și senzorii IoT (Internet of Things <sup>3</sup>) permit monitorizarea în timp real a infrastructurii urbane, oferind administrațiilor locale o bază solidă pentru luarea unor decizii informate. Aceste tehnologii sunt utilizate pentru supravegherea dezvoltărilor imobiliare, gestionarea traficului și optimizarea rețelelor de utilități, reducând astfel timpul de reacție al autorităților și crescând capacitatea de anticipare a problemelor urbane [7].

Un alt beneficiu major este **optimizarea mobilității urbane**. Prin utilizarea dronelor și a sistemelor inteligente de analiză a fluxurilor de transport, administrațiile publice pot îmbunătăți transportul public și pot reduce ambuteiajele. De exemplu, orașele care au implementat tehnologii de monitorizare a traficului au reușit să optimizeze rutele de transport și să creeze sisteme de mobilitate mai eficiente și mai accesibile [7].

În plus, **sustenabilitatea și eficiența energetică** reprezintă o componentă de bază a orașelor inteligente. Integrarea unor sisteme de gestionare a consumului de energie și utilizarea senzorilor pentru optimizarea iluminatului public au condus la o reducere semnificativă a consumului de energie electrică. Spre exemplu, utilizarea iluminatului stradal inteligent în unele orașe a redus costurile cu până la 50% prin ajustarea automată a intensității luminoase în funcție de necesități [8].

**Managementul riscurilor și siguranța urbană** reprezintă un alt domeniu în care dronele și tehnologiile smart au un impact semnificativ. UAV-urile sunt utilizate pentru monitorizarea zonelor cu risc ridicat, gestionarea dezastrelor naturale și intervențiile de urgență. Acestea oferă autorităților posibilitatea de a răspunde rapid și eficient la situații critice, contribuind astfel la creșterea nivelului de siguranță al populației [8].

Și nu în ultimul rând **planificarea urbană sustenabilă**, care prin utilizarea dronelor pentru cartografiere și analiză geospațială permite autorităților locale să gestioneze mai eficient

---

<sup>3</sup> Internet of Things – IoT sunt dispozitive inteligente echipate cu senzori, software și tehnologii de conectivitate, care le permit să colecteze și să transmită date către alte dispozitive și sisteme prin intermediul internetului. Acești senzori detectează și măsoară diverse schimbări în mediul înconjurător, precum temperatura, umiditatea sau prezența unor obiecte, și transmit aceste informații pentru a facilita monitorizarea și automatizarea proceselor fără intervenție umană directă.

dezvoltarea orașelor, prevenind expansiunea necontrolată și optimizând utilizarea terenurilor. Prin această abordare, se promovează un model urban bazat pe echilibru și sustenabilitate, contribuind la o administrare mai eficientă a resurselor și la crearea unui mediu urban adaptat cerințelor viitorului [7].

În acest context, această lucrare își propune să analizeze impactul utilizării dronelor în planificarea urbană, investigând în ce măsură acestea pot transforma administrațiile locale prin îmbunătățirea serviciilor publice și promovarea sustenabilității urbane. Studiul va explora atât beneficiile, cât și provocările asociate integrării UAV-urilor în strategiile de dezvoltare urbană, punând accent pe bunele practici internaționale și pe soluțiile legislative care ar putea facilita adoptarea acestei tehnologii în România. În final, lucrarea va propune recomandări concrete pentru optimizarea utilizării dronelor în cadrul administrațiilor publice, având ca obiectiv principal crearea unui model urban eficient, sustenabil și adaptat cerințelor societății moderne.

## ***Întrebările de cercetare***

O cercetare academică riguroasă pornește de la formularea unor întrebări clare, care să ghideze demersul științific și să ofere direcții precise de investigare. În cazul acestei lucrări, integrarea conceptului de oraș inteligent în planificarea urbană, cu un accent pe utilizarea dronelor, generează întrebări esențiale privind beneficiile și provocările acestei abordări. Aceste întrebări reflectă atât necesitatea adaptării administrațiilor publice locale la noile realități tehnologice, cât și impactul acestor transformări asupra dezvoltării urbane sustenabile.

Prima întrebare de cercetare vizează impactul direct al utilizării dronelor asupra procesului de planificare urbană: ***În ce mod utilizarea dronelor îmbunătățește procesul decizional și crește acuratețea colectării datelor geospațiale pentru dezvoltarea urbană?*** Această întrebare explorează capacitatea tehnologică a dronelor de a furniza informații precise și actualizate, definitorii pentru proiectele de infrastructură și gestionarea eficientă a resurselor urbane.

O a doua întrebare esențială este: ***Ce obstacole legislative și financiare împiedică implementarea conceptului de oraș inteligent în administrațiile publice locale din România?*** Prin investigarea acestui aspect, lucrarea își propune să identifice problemele structurale și normative care împiedică o adoptare rapidă și eficientă a tehnologiilor inovatoare.

Și o a treia întrebare de cercetare se referă la rezultatele posibile ale implementării tehnologiilor smart city: ***În ce măsură adoptarea tehnologiilor de tip smart city, inclusiv a dronelor, poate îmbunătăți calitatea serviciilor publice și nivelul de trai al cetățenilor?*** Acest aspect pune în evidență corelația dintre inovația tehnologică și îmbunătățirea calității vieții în comunitățile urbane.

Prin formularea acestor întrebări, lucrarea stabilește un cadru analitic clar, care va ghida atât structura, cât și concluziile cercetării. Aceste direcții contribuie la fundamentarea unei analize cuprinzătoare a oportunităților și provocărilor implicate în integrarea conceptului de oraș inteligent în planificarea urbană.

## ***Obiective***

Obiectivul general al acestei cercetări este analiza impactului utilizării dronelor în planificarea urbană și identificarea modului în care aceste tehnologii pot contribui la dezvoltarea sustenabilă a orașelor inteligente și la optimizarea proceselor decizionale din administrațiile publice locale din România.

Un prim obiectiv specific urmărește evaluarea beneficiilor utilizării dronelor în colectarea datelor geospațiale și monitorizarea infrastructurii urbane, precum și impactul acestora asupra procesului decizional în administrațiile locale. Analiza va evidenția modul în care informațiile obținute prin intermediul dronelor pot sprijini dezvoltarea urbană eficientă și sustenabilă.

Un al doilea obiectiv specific constă în identificarea principalelor obstacole legislative și financiare care împiedică adoptarea dronelor și a altor tehnologii smart city în România. Acest demers va include o analiză a barierelor instituționale și a provocărilor asociate implementării acestor soluții în administrațiile publice locale.

Un al treilea obiectiv specific vizează propunerea unor soluții și recomandări pentru optimizarea cadrului legislativ și organizatoric necesar integrării tehnologiilor smart city. Pe baza unor bune practici internaționale și a exemplelor de succes, vor fi formulate direcții concrete care să sprijine administrațiile locale în adoptarea și utilizarea eficientă a dronelor în planificarea urbană.

Stabilirea acestor obiective are rolul de a susține înțelegerea și promovarea conceptului de oraș inteligent în România, evidențiind avantajele oferite de tehnologii în curs de dezvoltare. De asemenea, lucrarea pune accent pe necesitatea adaptării legislației și a mecanismelor de finanțare pentru a facilita implementarea acestor soluții inovatoare în administrațiile publice locale.

## ***Metodologia de cercetare***

Metodologia utilizată în această cercetare a fost concepută pentru a aborda într-un mod detaliat și structurat problematica integrării dronelor în planificarea urbană, cu un accent deosebit pe impactul acestora asupra administrațiilor publice locale din România. Metodele adoptate reflectă o abordare sistematică, menită să asigure validitatea și aplicabilitatea rezultatelor, prin utilizarea unei combinații de metode calitative și cantitative.

***Studiul bibliografic și analiza legislativă:*** O etapă esențială a cercetării a fost realizarea unui studiu bibliografic amplu, axat pe examinarea literaturii de specialitate, a publicațiilor științifice și a rapoartelor tehnice relevante. Scopul acestei analize a fost identificarea celor mai recente direcții în utilizarea dronelor pentru planificarea urbană, oferind astfel o bază teoretică solidă pentru dezvoltarea cercetării. Simultan, a fost efectuată o analiză a cadrului legislativ, atât la nivel european, cât și național, pentru a evidenția provocările și limitările reglementărilor care influențează implementarea acestor tehnologii în administrațiile publice.

***Metode calitative:*** Pentru a obține o perspectivă aprofundată asupra modului în care dronele pot fi integrate în planificarea urbană, cercetarea a inclus metode calitative. Acestea au constatat în analiza documentelor oficiale, a strategiilor de dezvoltare urbană și a politicilor implementate de administrațiile locale. De asemenea, au fost analizate studii de caz relevante din alte țări, cu scopul de a identifica modele de bune practici aplicabile în România. Aceste date calitative oferă o imagine detaliată asupra modului în care dronele sunt utilizate în diferite contexte urbane și permit evidențierea principalelor provocări întâmpinate în procesul de implementare.

***Metode cantitative:*** Pentru consolidarea concluziilor și aprofundarea cunoștințelor din domeniu, cercetarea a inclus o componentă cantitativă, fundamentată pe date provenite din analize statistice și studii de impact privind tehnologiile smart city. Această abordare a vizat determinarea eficienței utilizării dronelor în diverse aplicații urbane, precum supravegherea infrastructurii, optimizarea transportului și gestionarea informațiilor geospațiale. Datele analizate au fost colectate din surse oficiale și baze de date acreditate, permițând evaluarea beneficiilor economice și operaționale ale implementării dronelor în administrațiile publice locale.

***Analiza comparativă:*** Pentru a facilita elaborarea unor recomandări aplicabile, cercetarea a integrat o analiză comparativă a soluțiilor adoptate în diverse state europene. Studiul acestor modele a permis identificarea unor abordări eficiente și adaptarea celor mai bune practici internaționale la specificul administrațiilor locale din România. Rezultatele analizei au contribuit la conturarea unui cadru de referință util pentru autoritățile locale interesate de implementarea tehnologiilor smart city.

În concluzie, metodologia aplicată asigură o îmbinare echilibrată între analiza teoretică și abordările practice, contribuind la identificarea unor soluții fezabile pentru optimizarea planificării urbane prin utilizarea dronelor. Această strategie permite atât evidențierea și

gestionarea provocărilor existente, cât și accelerarea tranziției administrațiilor locale către un model urban inteligent, digitalizat și sustenabil.

Prin adoptarea unei metodologii mixte, care îmbină metode calitative și cantitative, cercetarea oferă un cadru detaliat pentru fundamentarea deciziilor în domeniul orașelor inteligente. Totodată, aceasta sprijină dezvoltarea unor strategii specifice care să faciliteze integrarea dronelor în procesele de administrare și dezvoltare urbană din România.

## **Capitolul 1. Fundamente teoretice privind orașele inteligente și utilizarea dronelor în planificarea urbană**

### ***1.1. Conceptul de oraș inteligent (smart city) – definiție și caracteristici***

Conceptul de oraș inteligent (smart city) a evoluat semnificativ în ultimele decenii, fiind definit de multiple perspective, astfel definiția orașului inteligent variază în funcție de contextul economic, social și tehnologic, fiind influențată de factori precum localizarea geografică, nivelul de industrializare și politicile de dezvoltare urbană [9]. Un oraș inteligent este caracterizat printr-o administrație eficientă, infrastructură digitalizată, mobilitate sustenabilă, protecția mediului și îmbunătățirea calității vieții locuitorilor săi. Conceptul nu se limitează la simpla implementare a tehnologiei, ci presupune integrarea acesteia în domenii esențiale, cum ar fi economia, educația, energia, siguranța publică și participarea cetățenilor la procesele decizionale [8].

În acest context, una dintre cele mai importante componente ale unui oraș inteligent este guvernarea digitală, care joacă un rol esențial în eficientizarea administrației publice și în crearea unui mediu urban interconectat [10]. Implementarea unor soluții de e-guvernare facilitează accesul cetățenilor la servicii publice digitale, crește transparența decizională și îmbunătățește relația dintre administrație și comunitate. De asemenea, utilizarea tehnologiilor avansate permite dezvoltarea unor politici sustenabile care contribuie la reducerea costurilor operaționale și la îmbunătățirea calității vieții [11].

Prin urmare, orașele inteligente nu sunt doar centre urbane dotate cu tehnologie de ultimă generație, ci ecosisteme interconectate, care optimizează infrastructura, resursele și serviciile pentru a asigura o dezvoltare echilibrată și sustenabilă. Aceste orașe devin modele de gestionare urbană, unde inovația și digitalizarea sunt utilizate strategic pentru a răspunde provocărilor moderne și pentru a crea un mediu de viață mai eficient și mai sigur pentru locuitori.

Conceptul de oraș inteligent își are originile în anul 1914, când, pe 5 august, în Cleveland (SUA), la intersecția dintre Euclid Avenue și East 105th Street, a fost instalat primul semafor electric. Această invenție, dezvoltată pentru a îmbunătăți siguranța și gestionarea traficului, a marcat începutul utilizării tehnologiei în optimizarea vieții urbane. În deceniile următoare, progresele tehnologice au condus la integrarea sistematică a soluțiilor digitale în orașe, iar, începând cu anii 2000, mari corporații precum Siemens (2004), Cisco (2005) și IBM (2009) au conturat conceptul modern de oraș inteligent [12]. Acesta a evoluat într-un model urban bazat pe interconectarea infrastructurii, transportului, distribuției energiei și serviciilor publice prin soluții digitale avansate.

Evoluția orașului inteligent poate fi împărțită în **trei etape esențiale**:

- **Smart City 1.0 (1980-2000)** – Această primă etapă a fost dominată de digitalizarea infrastructurii fizice și de primele eforturi de automatizare a serviciilor publice, în special în marile orașe occidentale. Scopul principal era creșterea eficienței operaționale prin utilizarea tehnologiilor informației (IT) în procesele administrative și logistice. Municipality-urile au implementat sisteme informatizate pentru transport, gestiunea energiei sau evidența populației, însă deciziile erau luate în continuare în mod centralizat, fără implicarea reală a cetățenilor. Rolul comunității era unul pasiv – cetățenii erau considerați simpli consumatori de servicii, nu parteneri în procesul decizional. Orașul inteligent era, în această etapă, un proiect tehnologic, nu unul social sau participativ [13].

- **Smart City 2.0 (2000-2015)** – Această etapă marchează trecerea de la tehnologie ca scop în sine la tehnologie ca mijloc de optimizare a gestionării urbane. Apariția și dezvoltarea accelerată a Internet of Things (IoT), a inteligenței artificiale (AI)<sup>4</sup> și a analizei datelor în timp real au permis o viziune integrată asupra orașului – ca un sistem viu, interconectat și adaptabil. Orașele au început să implementeze rețele inteligente de semafoare, sisteme automate de iluminat, platforme de transport urban în timp real și aplicații mobile pentru feedback civic. În această perioadă apare un accent mai clar pe strategii politice de tip smart, iar administrațiile publice încep să includă mecanisme de participare cetățenească, fie prin consultări online, fie prin platforme de date deschise [14].
- **Smart City 3.0 (2015-prezent)** – Integrarea participării cetățenilor, personalizarea serviciilor publice și utilizarea AI pentru decizii urbanistice predictive. Orașele inteligente de generație nouă își propun să creeze sinergii între tehnologie și societate, printr-un model de dezvoltare bazat pe sustenabilitate și implicarea activă a cetățenilor [15]. Aceasta este faza în care orașele nu doar implementează tehnologii avansate, ci și le adaptează în funcție de nevoile reale ale locuitorilor, promovând un model urban centrat pe oameni [16].

Un oraș inteligent este definit printr-un set de **șase dimensiuni fundamentale** [17], care contribuie la dezvoltarea sustenabilă și la creșterea eficienței serviciilor urbane (Fig. 1).

**Economia inteligentă** reprezintă un sistem economic bazat pe inovație, competitivitate și utilizarea eficientă a resurselor digitale. Aceasta încurajează dezvoltarea afacerilor bazate pe tehnologie, atragerea investițiilor și creșterea productivității prin utilizarea soluțiilor de automatizare și analiză a datelor [3].

**Mobilitatea inteligentă** presupune optimizarea sistemelor de transport prin digitalizare și integrarea soluțiilor de mobilitate sustenabilă. Acest aspect include utilizarea vehiculelor electrice, transportul public inteligent și sistemele de gestionare a traficului bazate pe inteligență artificială, având ca obiectiv reducerea congestiei și creșterea accesibilității urbane [18].

**Mediul inteligent** vizează implementarea soluțiilor tehnologice pentru monitorizarea și gestionarea eficientă a resurselor naturale, având un rol esențial în reducerea poluării și promovarea sustenabilității ecologice. Acesta include sisteme de management al deșeurilor, monitorizarea calității aerului și utilizarea surselor regenerabile de energie [17].

**Oamenii inteligenți** sunt un pilon definitoriu al orașului inteligent, întrucât dezvoltarea urbană depinde de educație, cercetare și inovare. Investițiile în formarea competențelor digitale, educația STEM și participarea activă a cetățenilor în procesul decizional sunt esențiale pentru evoluția unui mediu urban sustenabil [17].

**Modul de viață inteligent** implică îmbunătățirea calității vieții prin integrarea tehnologiilor în sănătate, siguranță, cultură și servicii publice. Acesta include digitalizarea sistemului medical, crearea unor platforme pentru implicarea comunității și utilizarea infrastructurii inteligente pentru a facilita accesul la servicii esențiale [12]- [15].

**Guvernarea inteligentă** presupune adoptarea unui model administrativ transparent și participativ, care utilizează tehnologii digitale pentru eficientizarea procesului decizional. Prin implementarea unor soluții precum e-guvernarea, sistemele de date deschise și platformele digitale pentru interacțiunea cu cetățenii, administrațiile publice pot îmbunătăți serviciile oferite și pot crește gradul de implicare civică [19].

---

<sup>4</sup> Inteligența Artificială – AI - este capacitatea unei mașini de a imita funcții umane, cum ar fi raționamentul, învățarea, planificarea și creativitatea

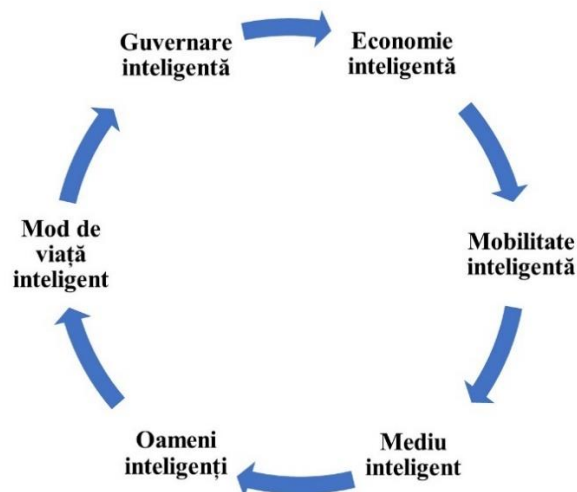


Fig.1. Cele șase caracteristici ale conceptului de smart city  
Sursa: Autorul

Fiecare dintre cele șase caracteristici esențiale ale unui oraș inteligent contribuie la optimizarea infrastructurii și serviciilor publice, având ca obiectiv principal îmbunătățirea calității vieții locuitorilor.

## 1.2. Planificarea urbană și integrarea conceptului de smart city

Planificarea urbană este un proces prin care sunt stabilite direcțiile de dezvoltare ale așezărilor umane, integrând aspecte economice, sociale și ecologice pentru a optimiza utilizarea resurselor și a asigura o dezvoltare echilibrată a teritoriului. Aceasta nu doar că asigură utilizarea eficientă a resurselor, dar creează și un cadru optim pentru integrarea soluțiilor digitale și a tehnologiilor în curs de dezvoltare care definesc conceptul de smart city [20].

Planificarea urbană contemporană se află într-un proces de transformare profundă, datorită integrării tehnologiilor digitale și a conceptului de smart city. Această abordare vizează crearea unor medii urbane mai eficiente, sustenabile și orientate către nevoile cetățenilor.

Smart City se bazează pe soluții digitale, cum ar fi Internet of Things (IoT), inteligența artificială (AI), big data<sup>5</sup> și infrastructuri cloud pentru a spori eficiența administrației publice și pentru a răspunde mai bine nevoilor cetățenilor.

Unul dintre elementele centrale ale transformării digitale în planificarea urbană este utilizarea sistemelor de informații geografice (GIS) pentru analizarea teritoriilor urbane și dezvoltarea unor strategii eficiente de utilizare a spațiului. De asemenea, dronele sunt din ce în ce mai utilizate pentru cartografierea zonelor urbane, monitorizarea infrastructurii și gestionarea resurselor orașului [7].

Prin digitalizare, administrațiile locale pot implementa un model de planificare urbană inteligentă, bazat pe o abordare proactivă, capabilă să anticipeze problemele și să adopte soluții rapide pentru dezvoltarea sustenabilă a orașelor.

Integrarea conceptului de smart city în planificarea urbană se bazează pe mai multe principii de bază, care asigură o dezvoltare echilibrată și sustenabilă a orașelor așa cum se poate vedea în Fig.2.

<sup>5</sup> Big Data reprezintă un concept care se referă la volume mari de date structurate și nestructurate generate rapid din diverse surse, cum ar fi senzori, dispozitive conectate la internet, rețele sociale și tranzacții online. Aceste date sunt analizate utilizând tehnologii avansate pentru a extrage informații valoroase, care pot sprijini luarea deciziilor în timp real și optimizarea proceselor urbane.

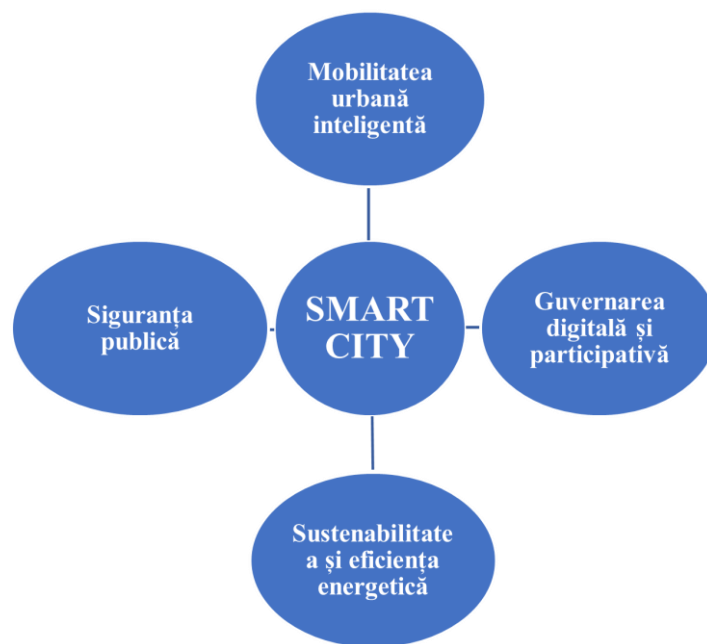


Fig.2. Principiile smart city în planificarea urbană  
Sursa: Autorul

**Mobilitatea urbană inteligentă** joacă un rol important în fluidizarea traficului și reducerea poluării. Dezvoltarea infrastructurii pentru vehicule electrice, implementarea sistemelor de transport autonom, utilizarea soluțiilor de bike-sharing<sup>6</sup> și promovarea transportului verde pentru reducerea emisiilor de carbon și a congestiei urbane sunt inițiative care permit reducerea timpilor de călătorie și crearea unor orașe mai accesibile și mai eficiente [18].

**Guvernarea digitală și participativă** este o altă componentă de bază a orașelor inteligente, facilitând transparența administrativă și implicarea cetățenilor în procesul decizional [15]. Orașele inteligente adoptă soluții digitale pentru a îmbunătăți transparența administrației publice și pentru a facilita participarea cetățenilor în procesul decizional. Implementarea platformelor de e-guvernare, utilizarea aplicațiilor mobile pentru feedback-ul comunității și integrarea serviciilor publice într-o infrastructură digitală sunt elemente esențiale ale acestui pilon [12].

**Sustenabilitatea și eficiența energetică** sunt, de asemenea, elemente esențiale ale unui oraș inteligent. Integrarea tehnologiilor verzi și utilizarea surselor de energie regenerabilă sunt aspecte cheie pentru un Smart City eficient. Iluminatul public inteligent, clădirile eficiente energetic, sistemele de reciclare avansate și utilizarea energiei solare sau eoliene contribuie la reducerea impactului negativ asupra mediului și la îmbunătățirea calității vieții urbane [21].

**Siguranța publică** este o prioritate în orașele inteligente, iar utilizarea tehnologiilor avansate contribuie la protejarea infrastructurii critice și la creșterea nivelului de securitate. Implementarea unor sisteme de supraveghere avansată, monitorizarea în timp real a zonelor cu risc ridicat și utilizarea alertelor pentru dezastre naturale sunt soluții care permit o reacție rapidă și eficientă în situații de urgență. De asemenea, securitatea cibernetică joacă un rol esențial în protecția datelor și a infrastructurilor digitale ale orașelor, prevenind atacurile cibernetice și asigurând un mediu urban sigur pentru cetățeni [22].

<sup>6</sup> Bike-sharing - este un sistem de transport public bazat pe utilizarea bicicletelor partajate, disponibile în mod temporar pentru cetățeni, turiști sau navetiști. Acest sistem permite închirierea unei biciclete de la o stație dedicată și returnarea acesteia într-o altă stație, facilitând mobilitatea urbană într-un mod accesibil, ecologic și eficient.

Aceste patru dimensiuni interconectate contribuie la crearea unui smart city eficient, sigur și sustenabil, care îmbunătățește calitatea vieții cetățenilor prin utilizarea inovațiilor tehnologice și a strategiilor moderne de planificare urbană.

În acest context, numeroase orașe din întreaga lume au adoptat strategii inovatoare pentru a deveni centre urbane inteligente. Analizarea unor exemple internaționale relevante ne oferă o perspectivă asupra modului în care diferite orașe implementează soluții smart pentru a răspunde provocărilor contemporane și pentru a îmbunătăți calitatea vieții locuitorilor

**Amsterdam** este un model de oraș inteligent, recunoscut pentru utilizarea tehnologiei în îmbunătățirea serviciilor urbane și a sustenabilității. În 2016, orașul a câștigat premiul „European Capital of Innovation” datorită inițiativelor sale digitale și ecologice. Prin programul „open data source”, Amsterdam oferă acces liber la datele publice, permițând dezvoltarea de aplicații utile pentru transport, monitorizarea poluării și servicii destinate cetățenilor [23].

Un alt aspect important al orașului este sustenabilitatea. Prin programul City-Zen, Amsterdam își propune reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub> cu 59.000 de tone pe an, modernizând infrastructura energetică și implementând rețele inteligente de energie. În paralel, inițiativele de mobilitate inteligentă, precum Mobypark, facilitează utilizarea eficientă a locurilor de parcare, în timp ce platforma WeGo permite partajarea mașinilor între locuitori, contribuind la reducerea traficului [24].

Amsterdam a fost, de asemenea, pionier în dezvoltarea sistemului de bike-sharing, promovând ciclismul ca alternativă de transport durabilă. În prezent, orașul are una dintre cele mai avansate infrastructuri pentru biciclete, ceea ce îl face un model global pentru mobilitate urbană sustenabilă. Toate aceste inițiative contribuie la transformarea Amsterdamului într-un hub tehnologic inovator, orientat spre dezvoltare sustenabilă și conectivitate inteligentă [24].

**Barcelona** este unul dintre orașele care au implementat cele mai avansate inițiative de tip smart city, având o strategie bine definită care include eficientizarea gestionării deșeurilor, utilizarea Internet of Things (IoT) pentru monitorizarea fluxului de turiști și îmbunătățirea mobilității urbane. Prin platforma Rosmiman Smart Cities, autoritățile locale reușesc să optimizeze colectarea deșeurilor, reducând costurile operaționale și consumul de combustibil. Un alt proiect de referință este monitorizarea turismului prin tehnologia IoT, utilizată pentru a analiza fluxul de vizitatori în zonele aglomerate, precum catedrala Sagrada Família. Aceste date permit autorităților să implementeze soluții pentru gestionarea eficientă a spațiilor publice și a transportului. Planul de Mobilitate Urbană promovează un model de transport sustenabil și echitabil, reducând utilizarea vehiculelor personale și stimulând utilizarea transportului public și a infrastructurii pietonale. În plus, Barcelona dezvoltă servicii open data și infrastructuri digitale care permit un guvern mai transparent și facilitează accesul cetățenilor la informații esențiale despre oraș. [25].

**Viena** este un alt exemplu de oraș care a implementat politici de smart city, având o abordare axată pe mobilitate inteligentă, sustenabilitate energetică și digitalizare. Sistemul de transport public este unul dintre cele mai eficiente din Europa, integrând mijloace de transport diverse și stații de încărcare pentru vehicule electrice. Pe lângă acestea, Viena promovează reducerea emisiilor de carbon și dezvoltarea unor clădiri inteligente cu sisteme automatizate pentru economisirea energiei. Orașul a implementat o infrastructură digitală avansată, care include rețele 5G și Wi-Fi gratuit în spațiile publice, facilitând astfel accesul cetățenilor la servicii digitale moderne. Prin aceste măsuri, Viena își consolidează poziția de oraș inteligent, oferind o calitate ridicată a vieții și un mediu urban optimizat pentru nevoile populației [26].

**Dubai** a adoptat un model ambițios de smart city, având ca obiectiv transformarea digitală completă până în 2030. Proiectul Smart Dubai urmărește integrarea sectoarelor public și privat pentru a facilita accesul cetățenilor la servicii prin intermediul platformelor digitale. Transportul autonom reprezintă o prioritate, fiind implementate sisteme fără șoferi pentru eficientizarea deplasărilor urbane. Digitalizarea serviciilor guvernamentale și dezvoltarea unei infrastructuri digitale moderne sunt esențiale pentru acest model, iar aplicațiile mobile precum mPay și

DubaiNow permit locuitorilor să efectueze plăți și să acceseze diverse servicii într-un mod simplu și eficient. De asemenea, orașul a investit masiv în crearea unei rețele extinse de hotspoturi Wi-Fi, facilitând astfel conectivitatea digitală în spațiile publice. Strategia Dubaiului de a deveni un oraș complet digitalizat reprezintă un exemplu de inovație urbană la scară globală [27].

**Bruxelles** devine un model european de smart city, integrând tehnologia pentru un oraș mai eficient, sustenabil și conectat prin extinderea rețelei Wi-Fi gratuite, platforme open-data și administrație digitală eficientizată, folosirea tehnologiei IoT (semafoare și coșuri de gunoi inteligente care optimizează gestionarea urbană) sau mobilitate inteligentă (Planul Mobil2040 pentru un transport eficient, Smart Parking cu senzori și plăți digitale, precum și reducerea traficului prin Planul Iris 2) [28].

**Seul** promovează politici de incluziune digitală prin platforma sa Smart Seoul, asigurând drepturi digitale de bază precum comunicarea, mobilitatea, educația, siguranța și utilizarea tehnologiei pentru toți cetățenii. Autoritățile din Seul utilizează drone pentru monitorizarea poluării atmosferice, detectând praful fin emis de industrii și șantiere de construcții. Aceste date ajută la intervenții rapide pentru reducerea poluării și protecția sănătății publice [29].

### ***1.3. Tehnologiile emergente și transformarea digitală în administrația publică***

În contextul evoluției rapide a tehnologiilor digitale, administrațiile publice se confruntă cu o tranziție fundamentală către un model de guvernare inteligentă. Conceptul de oraș inteligent (smart city) presupune integrarea soluțiilor inovatoare pentru optimizarea proceselor administrative, eficientizarea serviciilor publice și îmbunătățirea calității vieții cetățenilor [2].

Transformarea digitală a administrației publice reprezintă un proces esențial pentru modernizarea serviciilor guvernamentale, creșterea eficienței instituțiilor și sporirea transparenței decizionale [30]. Această tranziție este susținută de tehnologii emergente precum inteligența artificială (AI), Internet of Things (IoT), Big Data, blockchain și cloud computing, care oferă soluții inovatoare pentru optimizarea proceselor administrative [31]. Digitalizarea administrației nu doar simplifică interacțiunea dintre cetățeni și instituții, ci crește eficiența operațiunilor guvernamentale, reducând birocrăția și optimizând utilizarea resurselor publice.

Inteligența artificială (AI) este una dintre cele mai influente tehnologii în curs de dezvoltare, având aplicații diverse în administrația publică, contribuind la eficientizarea activităților instituțiilor și creșterea calității serviciilor oferite cetățenilor [30]. Automatizarea proceselor administrative, prin intermediul chatbot-urilor și al asistenților virtuali, permite optimizarea relației dintre administrație și cetățeni, reducând timpul de soluționare a cererilor [11].

Analiza predictivă bazată pe AI contribuie la anticiparea nevoilor sociale și economice prin analiza datelor istorice, optimizând cheltuielile publice și prevenind fraudele [4]. Prin utilizarea algoritmilor de machine learning, administrațiile pot evalua tendințele demografice și pot anticipa nevoia cetățenilor [31]. În plus, procesarea automată a documentelor prin intermediul algoritmilor AI facilitează analiza, clasificarea și gestionarea arhivelor instituțiilor publice, reducând volumul de muncă birocratică [3].

Definirea inteligenței artificiale implică o interconectare din ce în ce mai complexă cu diverse abordări științifice interdisciplinare, cu tehnologiile de calcul avansate și cu domeniile specifice de aplicare. În funcție de contextul cercetării și de focalizarea acesteia, inteligența artificială poate fi analizată atât dintr-o perspectivă dependentă, cât și dintr-una autonomă [31].

Percepția asupra inteligenței artificiale rămâne încă neclară pentru majoritatea oamenilor. Cu toate acestea, inteligența artificială câștigă zilnic tot mai multă popularitate în raport cu inteligența umană și potențialul acesteia. Utilizarea frecventă a termenului AI în diverse forme de comunicare, inclusiv în mediul online, reflectă această tendință și evidențiază aplicabilitatea sa

extinsă, adaptată specificului fiecărei activități, tipului de comunicare, sistemului educațional sau domeniului de cercetare.

În primele decenii ale secolului XXI, progresele în puterea de procesare a calculatoarelor, creșterea volumului de date (Big Data) și integrarea informațiilor prin Internet of Things (IoT) au extins utilizarea inteligenței artificiale dincolo de domeniul informaticii, influențând semnificativ educația și cercetarea la nivel global [32].

Internet of Things (IoT) reprezintă o tehnologie esențială pentru dezvoltarea orașelor inteligente, facilitând colectarea și utilizarea datelor în timp real pentru optimizarea serviciilor publice [33]. Dispozitivele IoT, prin rețele de senzori interconectați, oferă informații esențiale despre funcționarea orașului, monitorizând infrastructura, transportul public, consumul de energie și serviciile de urgență [34]. De exemplu, sistemele IoT implementate în orașe precum Singapore și Londra sunt utilizate pentru a îmbunătăți fluxurile de trafic, ajustând semafoarele în funcție de densitatea vehiculelor, ceea ce reduce timpul de așteptare și poluarea urbană [29].

În administrația publică IoT facilitează digitalizarea proceselor și îmbunătățirea serviciilor pentru cetățeni. Utilizarea senzorilor pentru gestionarea resurselor urbane permite monitorizarea și optimizarea consumului, reducând costurile și impactul asupra mediului [20]. De exemplu, un studiu despre reducerea consumului de apă prin dispozitive IoT a demonstrat că aceste tehnologii pot contribui semnificativ la eficiența resurselor, similar cu optimizarea rutelor de colectare a deșeurilor pentru reducerea consumului de combustibil și a cheltuielilor operaționale [35].

În domeniul securității publice, camerele de supraveghere echipate cu inteligență artificială (AI) și IoT detectează activități suspecte și transmit alerte în timp real către autorități. Această tehnologie permite o supraveghere eficientă și reacție rapidă, așa cum este evidențiat în studiile despre monitorizarea și conservarea patrimoniului cultural prin sisteme IoT, unde datele sunt colectate și analizate în timp real pentru prevenirea degradării obiectelor de valoare [36].

Orașe precum Dubai și San Francisco au implementat deja aceste sisteme în strategiile lor de smart policing, integrând AI pentru analiza comportamentală și prevenirea criminalității. Exemple relevante din alte domenii demonstrează cum sistemele IoT permit monitorizarea și intervenția în timp real, cum este cazul senzorilor folosiți pentru protecția artefactelor în muzee, care transmit date despre condițiile de mediu și pot alerta personalul în caz de risc [37].

Astfel, integrarea IoT în administrația publică și în strategiile de securitate urbană contribuie semnificativ la eficientizarea serviciilor și la îmbunătățirea calității vieții în orașele inteligente.

Pe măsură ce tehnologiile emergente continuă să redefinească administrația publică, integrarea acestora într-un cadru legislativ și etic adecvat devine esențială [38]. Progresul rapid al AI și IoT impune necesitatea elaborării unor reglementări clare pentru protejarea datelor cetățenilor și garantarea transparenței în procesul decizional [38]. Dezvoltarea unei administrații publice eficiente și digitale necesită investiții în infrastructură, formarea personalului și o colaborare strânsă între sectorul public și cel privat [19].

Big Data joacă un rol esențial în procesul decizional al administrației publice, oferind acces la volume mari de informații care permit formularea unor politici bazate pe date concrete. Administrațiile pot utiliza analiza Big Data pentru a îmbunătăți serviciile publice, anticipând nevoile cetățenilor și alocând resursele în mod eficient, iar prin analizarea tendințelor economice și sociale, guvernele pot dezvolta strategii eficiente pentru gestionarea serviciilor de sănătate, educație și siguranță publică [32].

Blockchain-ul reprezintă o soluție inovatoare pentru creșterea transparenței și securității în administrația publică. Această tehnologie permite stocarea descentralizată și permanentă a informațiilor, eliminând riscul de fraudă și manipulare a datelor [39]. În sectorul public, blockchain-ul este utilizat pentru gestionarea registrelor de proprietate, autentificarea identităților digitale, care automatizează tranzacțiile administrative și reduc birocrăția. Estonia este un

exemplu de succes, având implementat un sistem de identitate digitală bazat pe blockchain, care permite cetățenilor acces securizat la serviciile guvernamentale.

Adoptarea soluțiilor de cloud computing în administrația publică contribuie la reducerea costurilor operaționale și la îmbunătățirea accesibilității serviciilor pentru cetățeni. Tehnologiile bazate pe cloud permit instituțiilor publice să partajeze date în timp real și să colaboreze eficient, fără a fi limitate de infrastructura fizică. În plus, utilizarea cloud computing sprijină implementarea soluțiilor e-Government, oferind platforme sigure pentru gestionarea documentelor, arhivelor și interacțiunii digitale dintre administrație și cetățeni [40].

Aceste tehnologii nu sunt independente, ci sunt profund interconectate și se influențează reciproc așa cum putem observa în Fig.3.

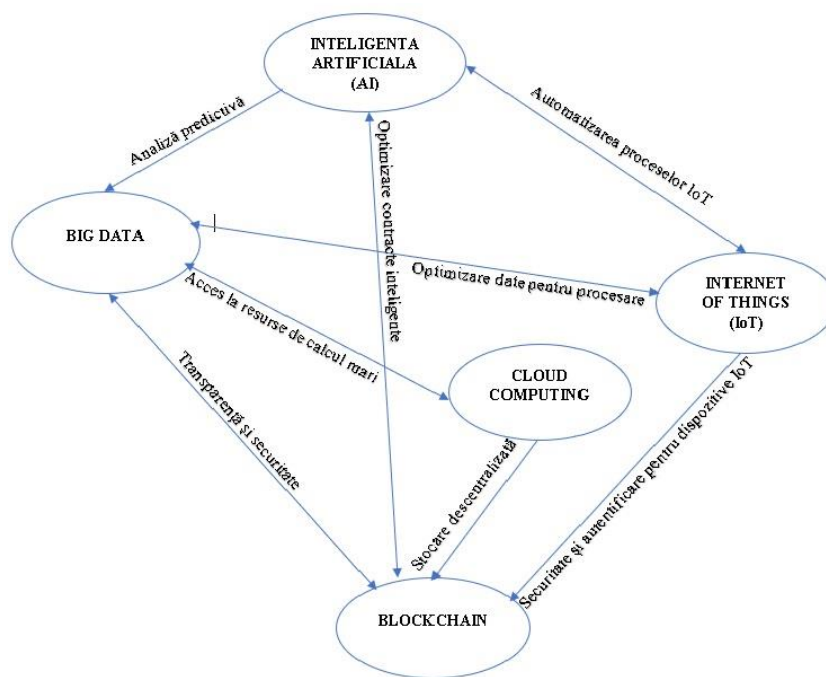


Fig.3. Interdependența tehnologiilor emergente în administrația publică

Sursa: Autorul

Inteligența Artificială (AI) joacă un rol esențial în procesarea și analiza volumelor mari de date generate de sistemele digitale moderne. Big Data alimentează algoritmi de învățare automată cu informații esențiale, permițând AI să efectueze analize predictive și să optimizeze procesele administrative. La rândul său, AI contribuie la îmbunătățirea eficienței infrastructurilor bazate pe date, automatizând interpretarea și corelarea informațiilor din surse diverse [31].

Internet of Things (IoT) generează un flux constant de date prin rețelele de senzori distribuite în infrastructura urbană. Aceste date sunt procesate și analizate prin sisteme de Big Data, oferind administrațiilor informații în timp real despre funcționarea orașului, de la trafic și consum energetic până la condițiile de mediu. De asemenea, AI intervine în interpretarea datelor IoT, optimizând răspunsurile automate ale sistemelor inteligente. Astfel, AI și IoT lucrează împreună pentru a automatiza procesele și pentru a îmbunătăți eficiența serviciilor publice [41].

Big Data și Blockchain sunt interconectate prin nevoia de securitate și transparență. Datele colectate prin infrastructurile IoT și analizate prin Big Data pot fi vulnerabile la manipulări, motiv pentru care Blockchain este utilizat pentru a le asigura integritatea. Prin registrele sale descentralizate, Blockchain oferă un sistem sigur pentru stocarea și verificarea autenticității informațiilor, prevenind fraudă și asigurând trasabilitatea acestora [42].

Cloud Computing joacă un rol esențial în stocarea și procesarea volumelor mari de date generate în sistemele inteligente. În colaborare cu Big Data, infrastructura cloud permite accesul rapid la informații și facilitează analiza acestora prin AI. În același timp, Blockchain îmbunătățește securitatea datelor stocate în cloud, oferind protecție împotriva accesului neautorizat și garantând confidențialitatea informațiilor [43].

Securitatea și autentificarea dispozitivelor IoT sunt asigurate de Blockchain, care previne atacurile cibernetice și controlează accesul la rețelele de senzori. În acest fel, dispozitivele IoT devin mai fiabile și mai sigure, iar datele pe care le generează pot fi utilizate în mod eficient pentru optimizarea serviciilor publice. În plus, prin utilizarea Cloud Computing, aceste date sunt procesate rapid și pot fi accesate în timp real pentru a îmbunătăți funcționarea infrastructurilor urbane.

Această interdependență a tehnologiilor emergente contribuie la digitalizarea administrației publice și la dezvoltarea orașelor inteligente. Integrarea acestor sisteme permite optimizarea proceselor administrative, îmbunătățirea transparenței și creșterea eficienței decizionale. Prin automatizarea și securizarea serviciilor publice, aceste tehnologii sprijină dezvoltarea sustenabilă a orașelor și îmbunătățesc calitatea vieții cetățenilor.

Pe măsură ce tehnologiile în curs de dezvoltare continuă să redefinească administrația publică, integrarea acestora într-un cadru legislativ și etic adecvat devine esențială. Progresul rapid al AI, IoT și Big Data impune necesitatea elaborării unor reglementări clare pentru protejarea datelor cetățenilor și garantarea transparenței în procesul decizional. Dezvoltarea unei administrații publice eficiente și digitale necesită investiții în infrastructură, formarea personalului și o colaborare strânsă între sectorul public și cel privat.

#### ***1.4. Utilizarea dronelor în colectarea datelor geospațiale și optimizarea deciziilor administrației publice***

Într-o eră a progresului tehnologic accelerat, în care inovațiile transformă constant diferite domenii, conceptul de dronă a căpătat o notorietate considerabilă. Aceste dispozitive aeriene fără pilot au evoluat rapid, devenind indispensabile în numeroase sectoare. Dar ce reprezintă, de fapt, o dronă?

Termenul „dronă” provine din limba engleză și este asociat cu expresia Dynamic Remotely Operated Navigation Equipment, făcând referire la echipamente de navigație aeriană controlate de la distanță. În esență, dronele sunt vehicule aeriene care nu necesită un pilot la bord, fiind operate fie autonom, fie prin telecomandă. În literatura de specialitate, acestea sunt întâlnite sub mai multe denumiri, precum UAV (Unmanned Aerial Vehicle) – vehicul aerian fără pilot, UAS (Unmanned Aerial System) – sistem aerian autonom, sau RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) – sistem aerian cu control la distanță [44].

Primele încercări de a construi aeronave fără pilot datează din 1907, când frații Jacques și Louis Bréguet au creat primul quadcopter. În 1915, Nikola Tesla a propus ideea unei flote de UAV-uri pentru uz militar, iar în timpul Primului Război Mondial au fost dezvoltate primele avioane teleghidate, precum Hewitt-Sperry și Ruston Proctor. În perioada interbelică, Marea Britanie a produs drone radiocomandate pentru antrenamente militare, moment în care termenul „drone” ar fi început să fie folosit. În timpul celui de-al Doilea Război Mondial, Germania a dezvoltat Fritz X, prima bombă ghidată radio, considerată strămoșul rachetelor moderne. În anii '60, dronele au fost utilizate intens în războiul din Vietnam pentru recunoaștere și atac. În 1982, Israelul a folosit UAV-uri în războiul cu Siria pentru a spiona și bloca comunicațiile inamicului. Statele Unite au început să investească masiv în această tehnologie, folosind drone în conflicte militare majore. După 11 septembrie 2001, CIA a implementat drone de luptă UCAV în Afganistan. Pe plan civil, în 2006, FAA a emis primele licențe pentru drone comerciale. În 2010, Parrot AR Drone a devenit prima dronă controlabilă prin Wi-Fi, iar Amazon a popularizat ideea livrării prin drone. În 2016, DJI Phantom 4 a revoluționat piața cu algoritmi de inteligență artificială și funcții avansate de urmărire și evitare a obstacolelor [45].

Utilizarea dronelor în administrația publică a început să se dezvolte semnificativ începând cu anii 2000, odată cu avansul tehnologiilor GPS și al altor tehnologii conexe. Aceste progrese au permis integrarea dronelor în diverse activități civile, inclusiv în sectorul public, pentru sarcini precum monitorizarea infrastructurii, gestionarea situațiilor de urgență și colectarea de date geospațiale.

Folosirea dronelor în urbanism și infrastructură a evoluat considerabil, devenind un element esențial în procesele de planificare și dezvoltare a orașelor. Acestea sunt utilizate pentru generarea de hărți detaliate și pentru crearea de modele tridimensionale ale structurilor urbane, facilitând astfel analiza spațiului construit și gestionarea eficientă a patrimoniului arhitectural [46], [47].

Tehnologia UAV contribuie la inspecția și întreținerea infrastructurii esențiale, cum ar fi drumurile, podurile și rețelele de utilități, permițând detectarea rapidă a defecțiunilor și prevenirea degradării infrastructurii critice [48]. Această abordare este sprijinită și de rezultatele studiului realizat la barajul Belci, unde dronele au fost utilizate pentru a monitoriza efectele unei breșe hidrotehnice majore și pentru a genera modele morfometrice precise [49], [47].

Pe lângă monitorizarea infrastructurii existente, UAV-urile sunt folosite pentru planificarea expansiunii urbane și evaluarea impactului noilor dezvoltări asupra mediului înconjurător. Prin integrarea senzorilor avansați și a sistemelor de inteligență artificială, dronele pot furniza date esențiale pentru optimizarea spațiilor verzi și pentru îmbunătățirea strategiilor de gestionare a deșeurilor [50]. Totodată, tehnologia UAV sprijină supravegherea șantierelor de construcție, asigurând respectarea normelor urbanistice și reducerea impactului negativ al dezvoltărilor imobiliare asupra comunităților locale [51].

Implementarea UAV-urilor în monitorizarea teritoriului oferă multiple avantaje care îmbunătățesc capacitatea administrațiilor publice de a gestiona resursele și de a lua decizii informate. În primul rând, utilizarea dronelor reduce semnificativ costurile asociate metodelor tradiționale de colectare a datelor, oferind o alternativă rapidă și eficientă la utilizarea echipamentelor convenționale de cartografiere și inspecție [52] [53]. În plus, UAV-urile pot furniza imagini de înaltă rezoluție și date geospațiale precise, ceea ce contribuie la o mai bună înțelegere a dinamicii urbane și la dezvoltarea unor politici publice fundamentate pe date obiective [47], [49], [54].

Un alt beneficiu major al UAV-urilor constă în capacitatea acestora de a oferi informații în timp real, ceea ce permite intervenții rapide în caz de urgență, inclusiv gestionarea dezastrelor naturale, monitorizarea calității aerului și prevenirea incidentelor de securitate publică [49], [50]. De asemenea, dronele facilitează accesul la zone greu accesibile, cum ar fi terenurile accidentate sau regiunile afectate de calamități, oferind astfel o soluție eficientă pentru monitorizarea continuă a teritoriului [48], [49], [53].

În ciuda avantajelor evidente, utilizarea UAV-urilor în colectarea datelor geospațiale și monitorizarea teritoriului este supusă unor limitări și provocări semnificative. Una dintre principalele dificultăți este reprezentată de reglementările stricte privind utilizarea dronelor, care diferă considerabil în funcție de jurisdicție și impun restricții referitoare la spațiul aerian, confidențialitatea datelor și utilizarea comercială a UAV-urilor [52]. Aceste reglementări pot constitui un obstacol în adoptarea pe scară largă a tehnologiei UAV, în special în zonele urbane dens populate, unde siguranța și protecția datelor personale sunt prioritare.

**Uniunea Europeană** stabilește trei categorii de operare pentru drone: deschisă, specifică și certificată. Orice utilizator trebuie să obțină autorizații specifice pentru zborurile în zone dens populate, iar dronele peste 250 g trebuie să fie înregistrate și identificate electronic. În plus, zborurile în zone sensibile, precum aeroporturi sau instituții guvernamentale, sunt strict reglementate [55], [56]

**Statele Unite** impune restricții asupra utilizării comerciale a dronelor, inclusiv necesitatea unei licențe pentru operatorii UAV, interdicția zborului peste persoane neimplicate și limitarea altitudinii la 400 de picioare (aprox. 120 metri). În plus, există zone de no-fly zone, precum Washington D.C. și alte locații sensibile [57].

În **România** utilizarea dronelor este reglementată de legislația europeană și națională [58], unde dronele trebuie să fie înregistrate, iar zborurile în zonele urbane necesită permisiuni speciale. UAV-urile comerciale necesită licențiere, iar utilizarea în scopuri de supraveghere este limitată de Regulamentul General privind Protecția Datelor (GDPR<sup>7</sup>).

Pe lângă aspectele legislative, UAV-urile prezintă și limitări tehnice, cum ar fi autonomia redusă a bateriilor, capacitatea limitată de transport a echipamentelor și sensibilitatea la condițiile meteorologice nefavorabile [51]. Aceste factori pot influența eficiența operațională a dronelor și pot limita utilizarea acestora în misiuni de lungă durată sau în condiții extreme de mediu. În plus, integrarea UAV-urilor cu sistemele existente de management al datelor necesită investiții semnificative în infrastructură și în formarea personalului, ceea ce poate constitui o barieră pentru multe administrații publice [46].

Un alt aspect critic îl reprezintă preocupările legate de securitatea și confidențialitatea datelor colectate de drone. Captarea și stocarea imaginilor aeriene ridică probleme etice și juridice legate de utilizarea și distribuirea acestor informații, mai ales în contextul în care tehnologiile de recunoaștere facială și de analiză a datelor devin tot mai avansate [52]. Pentru a depăși aceste provocări, este necesară dezvoltarea unor cadre legislative clare și implementarea unor măsuri stricte de protecție a datelor, astfel încât utilizarea UAV-urilor să fie realizată în mod responsabil și conform normelor internaționale.

Incidentul Google Street View este cel mai bun exemplu în acest sens. Între 2008 și 2010, vehiculele Google Street View au colectat, fără permisiune, date de la rețele Wi-Fi nesecurizate, stocând aproximativ 600 de gigaocteți de informații din peste 30 de țări. Această colectare a inclus nu doar date tehnice despre rețele, ci și fragmente de comunicații personale, cum ar fi e-mailuri și parole.

Inițial, Google a negat aceste acuzații, susținând că nu era conștientă de colectarea acestor date până când autoritățile germane de protecție a datelor au început să investigheze practicile companiei. Ulterior, Google a recunoscut că vehiculele sale au interceptat și stocat date de la rețele Wi-Fi necriptate, afirmând că această colectare a fost neintenționată și rezultatul unui cod experimental introdus în mod eronat în sistemele Street View.

Acest incident a declanșat investigații în multiple țări și a ridicat semne de întrebare privind practicile de colectare a datelor ale Google. Compania a fost acuzată de încălcarea legislațiilor naționale și internaționale privind confidențialitatea și protecția datelor. În Statele Unite, mai multe procese colective au fost inițiate împotriva Google, culminând cu cazul "Joffe v. Google, Inc.", în care instanțele au decis că interceptarea comunicațiilor Wi-Fi necriptate fără consimțământ încalcă legislația federală privind interceptările.

În urma acestor evenimente, Google a încetat colectarea de date Wi-Fi prin intermediul vehiculelor Street View și a implementat măsuri pentru a preveni repetarea unor astfel de incidente, subliniind importanța protejării confidențialității în era digitală [59].

În acest context, dronele se impun ca un element esențial în arhitectura orașelor inteligente, oferind soluții eficiente pentru planificarea urbană, monitorizarea infrastructurii și gestionarea sustenabilă a resurselor. Capacitatea lor de a captura date precise în timp real, de a optimiza

---

<sup>7</sup> Regulamentul General privind Protecția Datelor (GDPR) este Regulamentul (UE) 2016/679 al Parlamentului European și al Consiliului din 27 aprilie 2016 privind protecția persoanelor fizice în ceea ce privește prelucrarea datelor cu caracter personal și privind libera circulație a acestor date, aplicabil în toate statele membre ale Uniunii Europene. Acesta stabilește norme pentru colectarea, stocarea și utilizarea datelor personale, garantând drepturile utilizatorilor asupra propriilor informații.

inspecțiile teritoriale și de a sprijini dezvoltarea urbană sustenabilă transformă UAV-urile într-un instrument indispensabil pentru administrațiile moderne.

## Capitolul 2: Impactul dronelor în planificarea urbană inteligentă

### 2.1. Metode și tehnologii pentru analiza datelor geospațiale colectate prin drone

În ultimii ani, utilizarea dronelor pentru colectarea și analiza datelor geospațiale a devenit o soluție tot mai frecvent adoptată în domeniul planificării urbane. Acestea oferă o metodă rapidă și eficientă de obținere a informațiilor spațiale detaliate, esențiale pentru gestionarea și dezvoltarea sustenabilă a orașelor inteligente [60].

**Teledetecția**<sup>8</sup> și **fotogrammetria**<sup>9</sup> au evoluat semnificativ în ultimele decenii, devenind instrumente esențiale pentru colectarea și analiza datelor geospațiale, utilizate pe scară largă în planificarea urbană, infrastructură și protecția mediului.

Dronele utilizate pentru colectarea datelor geospațiale sunt echipate cu o varietate de senzori care permit obținerea unor informații detaliate despre teren și infrastructură. Printre cele mai utilizate tehnologii se numără:

- **Senzori multispectrali și hiperspectrali** – UAV-urile echipate cu camere multispectrale și hiperspectrale sunt utilizate pentru analiza mediului, agricultură de precizie și detectarea modificărilor de teren. Aceste senzori permit colectarea de imagini în mai multe spectre de lumină, facilitând identificarea tipurilor de vegetație, a umidității solului și a poluării.
- **Senzori termici cu infraroșu** – aceste tehnologii sunt utilizate pentru detectarea pierderilor de căldură din infrastructură, monitorizarea vegetației și inspecția sistemelor energetice. Senzorii termici montați pe drone permit identificarea zonelor cu temperaturi anormale, ajutând la prevenirea incendiilor sau la evaluarea eficienței energetice a clădirilor [61].
- **LIDAR (Light Detection and Ranging)** – este o tehnologie activă de teledetecție care folosește lasere pentru a măsura distanțele dintre dronă și suprafața terestră. Acest sistem oferă date foarte precise despre topografie, fiind utilizat în crearea modelelor digitale ale terenului și în reconstrucția 3D a orașelor. UAV-urile echipate cu LIDAR sunt extrem de eficiente pentru monitorizarea infrastructurilor și a mediului urban.
- **GNSS și IMU pentru georeferențiere** – UAV-urile sunt echipate cu sisteme de poziționare globală prin satelit (GNSS) și unități de măsurare inerțială (IMU) pentru a îmbunătăți precizia georeferențierii imaginilor capturate. Aceste tehnologii permit corectarea erorilor de poziționare și îmbunătățirea calității modelării [50].

Fotogrammetria bazată pe UAV utilizează camere montate pe drone pentru a capta serii de imagini suprapuse ale terenului sau a obiectelor de interes. Aceste imagini sunt apoi procesate utilizând algoritmi de calcul fotogrammetric pentru a genera modele tridimensionale detaliate. Este o tehnologie revoluționară care permite colectarea rapidă și eficientă a datelor geospațiale,

---

<sup>8</sup> Teledetecția este o tehnologie avansată care permite colectarea, procesarea și analiza informațiilor despre obiecte, terenuri și fenomene fără a fi necesar un contact direct cu acestea. Aceasta se bazează pe utilizarea senzorilor specializați, montați pe platforme aeriene sau spațiale, care captează și interpretează radiațiile electromagnetice reflectate sau emise de suprafețele analizate. Prin integrarea acestor date cu algoritmi de prelucrare și sisteme informatice avansate, teledetecția oferă o perspectivă detaliată asupra mediului înconjurător, fiind aplicată în domenii precum cartografie, monitorizarea mediului, urbanism, agricultură de precizie și gestionarea resurselor naturale.

<sup>9</sup> Fotogrammetria este tehnica de măsurare și reconstrucție tridimensională a suprafețelor prin analiza imaginilor capturate din diferite perspective, utilizată în cartografie, geodezie și modelare digitală a terenului, inclusiv în urbanism, arhitectură și conservarea monumentelor istorice.

având aplicații variate în cartografiere și topografie, monitorizarea construcțiilor, arheologie și conservarea patrimoniului, agricultură de precizie sau gestionarea riscurilor naturale [61].

Pentru a înțelege mai bine etapele esențiale ale acestui proces, Fig.4 ilustrează fluxul operațional al fotogrammetriei UAV. Aceasta evidențiază cele patru etape esențiale: planificarea zborului, unde se stabilesc traseul și parametrii misiunii UAV, captarea imaginilor, în care drona colectează date aeriene cu senzori specializați, procesarea datelor, unde imaginile sunt analizate și convertite în modele digitale, și generarea modelului 3D, etapa finală în care sunt create modele precise ale terenului sau infrastructurilor. Această schemă vizuală oferă o perspectivă clară asupra modului în care UAV-urile sunt integrate în fluxul fotogrammetric pentru a furniza rezultate precise și detaliate [61].

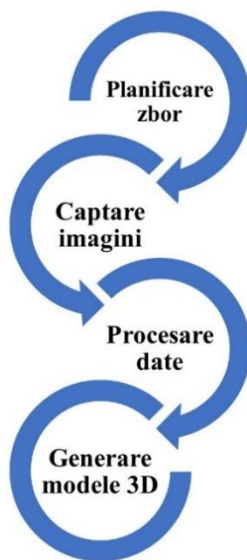


Fig.4. Procesul de fotogrammetrie bazată pe UAV  
Sursa: Autorul

Utilizarea UAV-uri pentru colectarea datelor geospațiale oferă numeroase avantaje față de metodele tradiționale.

Datorită dimensiunilor reduse și manevrabilității sporite, UAV-urile sunt utilizate în zone greu accesibile, unde metodele convenționale ar fi impracticabile sau riscante. Astfel, terenurile accidentate, zonele urbane dens populate sau regiunile expuse unor pericole naturale pot fi cartografiate cu precizie, fără a fi necesară expunerea operatorilor la condiții periculoase. Această capacitate extinsă de accesibilitate permite o colectare de date mai detaliată și actualizată, facilitând procesele de analiză și intervenție în timp real [52], [62].

Un alt avantaj semnificativ al utilizării UAV-urilor în colectarea datelor geospațiale constă în reducerea costurilor operaționale. Comparativ cu metodele tradiționale, cum ar fi fotogrammetria aeriană realizată cu avioane pilotate sau utilizarea imaginilor satelitare comerciale, dronele oferă o alternativă economică, fără a compromite calitatea datelor obținute. Eficiența acestora este susținută de reducerea resurselor necesare pentru desfășurarea misiunilor de cartografiere, ceea ce permite utilizarea lor pe scară largă în proiecte de infrastructură, agricultură de precizie și gestionarea ecosistemelor naturale [52], [62].

Datele colectate cu ajutorul UAV-urilor sunt caracterizate de o precizie ridicată, fiind esențiale în realizarea modelelor digitale detaliate ale terenului și infrastructurii. Integrarea senzorilor avansați, cum ar fi camerele RGB de înaltă rezoluție, tehnologia LiDAR și camerele multispectrale, permite obținerea unor măsurători precise, utilizate ulterior în procese de analiză geospațială avansată. Aceste date sunt fundamentale pentru monitorizarea schimbărilor în

structura mediului construit și natural, facilitând implementarea unor soluții bazate pe informații actualizate și fiabile [52], [62].

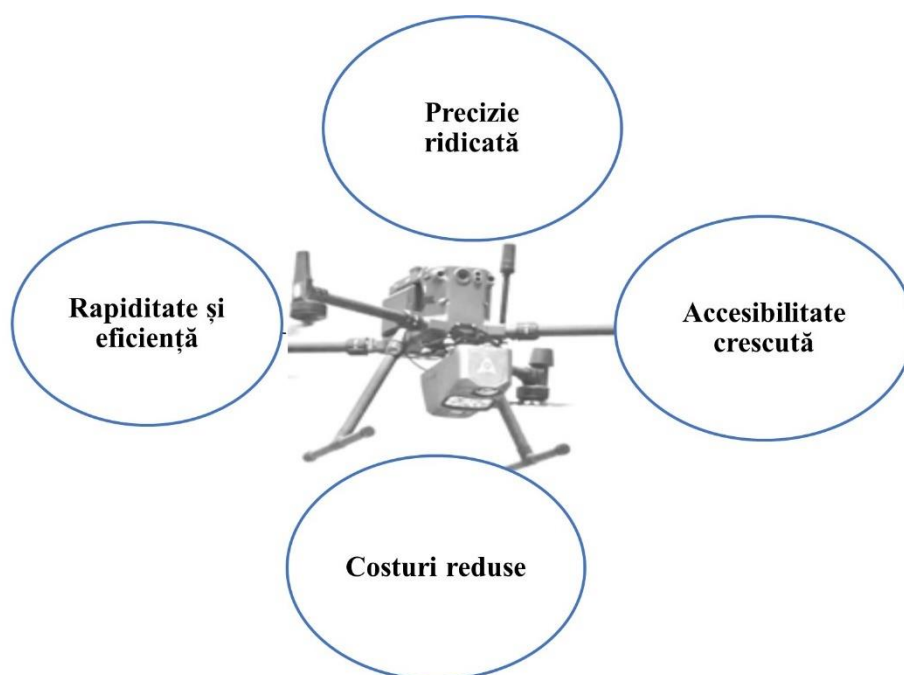


Fig.5. Principalele avantaje ale utilizării UAV-urilor pentru colectarea datelor geospațiale  
*Sursa: Autorul*

Prin combinația dintre rapiditate, accesibilitate, costuri reduse și precizie ridicată, UAV-urile contribuie semnificativ la optimizarea procesului de colectare și analiză a datelor geospațiale. Evoluția constantă a tehnologiei dronelor și integrarea acestora cu inteligența artificială și sistemele GIS vor amplifica și mai mult utilitatea lor în domenii precum planificarea urbană, conservarea mediului și securitatea infrastructurilor critice.

## ***2.2. Aplicații ale dronelor în optimizarea infrastructurii urbane***

Infrastructura urbană reprezintă totalitatea rețelelor, structurilor și serviciilor esențiale care susțin funcționarea, dezvoltarea și sustenabilitatea unui oraș. Aceasta include rețelele de transport (drumuri, poduri, căi ferate, transport public), utilitățile publice (apă, canalizare, electricitate, telecomunicații), clădirile administrative și sociale, spațiile verzi și sistemele de gestionare a deșeurilor [7]. O infrastructură urbană bine concepută și administrată eficient contribuie la îmbunătățirea calității vieții locuitorilor, la dezvoltarea economică sustenabilă și la reducerea impactului asupra mediului. În acest context, utilizarea dronelor reprezintă o soluție inovatoare care poate optimiza gestionarea și întreținerea infrastructurii urbane prin colectarea rapidă și precisă a datelor necesare procesului decizional [4].

### ***Cartografiere și modelare 3D***

Dronele, datorită capacității lor de a colecta date aeriene, sunt utilizate într-o gamă variată de aplicații, inclusiv studii de teren, fotogrammetrie, cartografiere tridimensională și topografie. Aceste tehnologii permit obținerea rapidă și precisă a informațiilor necesare pentru analiză și planificare, contribuind astfel la optimizarea proceselor de monitorizare și gestionare a spațiilor urbane și naturale.

Dronele echipate cu senzori avansați și camere multispectrale, sunt utilizate pentru cartografierea detaliată a zonelor urbane și crearea de modele tridimensionale precise. Aceste tehnologii permit obținerea unor imagini de înaltă rezoluție și a unor hărți topografice exacte, esențiale pentru dezvoltarea urbană sustenabilă.

Modelarea 3D facilitează o înțelegere profundă a peisajului urban, oferind administrațiilor locale și dezvoltatorilor imobiliari un instrument esențial pentru planificarea infrastructurii. Prin intermediul dronelor, se pot analiza elemente precum înălțimea clădirilor, structura drumurilor și distribuția spațiilor verzi, permițând o organizare optimă a teritoriului. De asemenea, aceste modele sunt utilizate în simulările de impact ambiental și pentru elaborarea strategiilor de reducere a riscurilor asociate construcțiilor neautorizate sau degradării infrastructurii existente [46].

Un beneficiu semnificativ al modelării 3D bazate pe UAV-uri este capacitatea de a evalua și proiecta extinderea orașelor într-un mod inteligent. Datele colectate sunt integrate în sisteme GIS (Geographic Information System) [52], unde sunt analizate pentru a optimiza utilizarea terenului, a eficientiza rețelele de transport și a îmbunătăți accesul la resurse esențiale. În plus, acest proces ajută la identificarea zonelor predispuse la alunecări de teren, inundații sau alte fenomene naturale care ar putea afecta stabilitatea infrastructurii urbane [46].

Această tehnologie joacă un rol esențial în strategiile de dezvoltare urbană, contribuind la eficientizarea procesului decizional și la implementarea unor soluții inovatoare pentru orașele inteligente ale viitorului.

### ***Monitorizarea construcțiilor și a spațiilor publice***

Utilizarea dronelor în domeniul construcțiilor și al monitorizării spațiilor publice a devenit o metodă eficientă de optimizare a supravegherii și gestionării infrastructurii urbane. UAV-urile oferă o perspectivă aeriană detaliată asupra șantierelor de construcții și a zonelor publice, contribuind la îmbunătățirea siguranței, eficienței și transparenței în procesul de dezvoltare urbană.

Dronele echipate cu camere de înaltă rezoluție și senzori multispectrali permit monitorizarea continuă a progresului construcțiilor, identificarea eventualelor întârzieri și optimizarea resurselor. Imaginile și datele colectate pot fi comparate cu planurile inițiale pentru a asigura conformitatea cu proiectul și respectarea normelor de siguranță [63]. De asemenea, UAV-urile sunt utilizate pentru detectarea deficiențelor structurale, prevenind astfel probleme majore înainte ca acestea să devină critice sau dronele pot îmbunătăți gestionarea infrastructurii și optimiza conservarea structurilor istorice prin monitorizarea detaliată a acestora [46].

### ***Gestionarea traficului și siguranța rutieră***

Pe lângă monitorizarea construcțiilor, dronele sunt utilizate și pentru supravegherea infrastructurii publice, precum drumurile, podurile, spațiile verzi și zonele pietonale. UAV-urile pot detecta rapid semne de uzură, deteriorări sau riscuri pentru siguranța publică, permițând autorităților să intervină prompt pentru întreținerea și reabilitarea infrastructurii urbane.

Un exemplu de aplicare este utilizarea UAV-urilor pentru inspecția podurilor, reducând necesitatea închiderii traficului și a inspecțiilor manuale costisitoare. Studiile recente arată că integrarea senzorilor LiDAR și a camerelor termice pe UAV-uri permite o analiză detaliată a stării structurale a podurilor. Senzorii LiDAR oferă modele 3D precise ale structurii [52], facilitând identificarea deformărilor sau a altor anomalii, în timp ce camerele termice pot detecta variații de temperatură asociate cu probleme structurale, cum ar fi fisurile sau infiltrările de apă. Astfel, utilizarea UAV-urilor echipate cu aceste tehnologii reduce necesitatea închiderii traficului și a inspecțiilor manuale costisitoare, oferind în același timp o evaluare mai precisă și mai rapidă a stării podurilor [63].

### ***Monitorizarea mediului și promovarea urbanismului sustenabil***

În ceea ce privește protecția mediului, UAV-urile sunt utilizate pentru monitorizarea ecosistemelor naturale, oferind o metodă eficientă de cartografiere a habitatelor și evaluare a biodiversității. De asemenea, acestea pot detecta specii invazive și analiza modificările de mediu,

contribuind astfel la conservarea resurselor naturale. Datorită preciziei ridicate a senzorilor multispectrali și hiperspectrali, dronele sunt utilizate pe scară largă în agricultura de precizie. Prin analiza spectrală, acestea pot identifica deficiențele nutriționale ale culturilor, detecta boli și optimiza utilizarea resurselor, reducând astfel impactul negativ asupra mediului [64]

În domeniul urbanismului sustenabil, UAV-urile facilitează colectarea de date esențiale pentru planificarea și gestionarea terenurilor. Dronele furnizează autorităților informații precise privind utilizarea terenurilor, permițând o mai bună organizare a spațiului urban și dezvoltarea infrastructurii într-un mod eficient și sustenabil. În plus, utilizarea UAV-urilor în monitorizarea calității aerului reprezintă o metodă inovatoare de combatere a poluării. Echipate cu senzori specializați, aceste drone pot măsura nivelurile de poluanți atmosferici în timp real, oferind date esențiale pentru implementarea politicilor de reducere a emisiilor și îmbunătățirea calității vieții în mediul urban [63].

Fig.6 prezintă principalele beneficii ale utilizării UAV-urilor în optimizarea infrastructurii urbane, subliniind rolul acestora în creșterea eficienței operaționale, îmbunătățirea siguranței și protejarea mediului. Prin integrarea acestor tehnologii, administrațiile publice pot adopta soluții inovatoare pentru monitorizarea și gestionarea inteligentă a orașelor. Urmează, apoi, descrierea acestor avantaje, analizând aplicabilitatea dronelor în diverse domenii și impactul lor asupra dezvoltării urbane sustenabile.

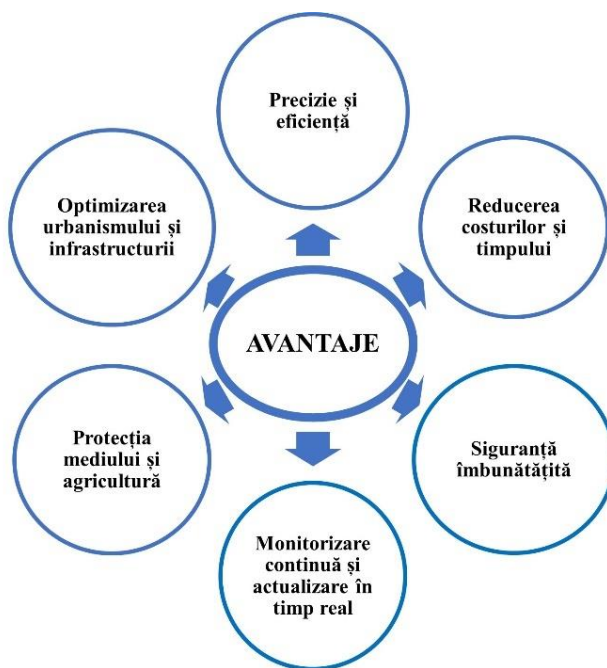


Fig.6. Avantajele utilizării dronelor în optimizarea infrastructurii urbane  
Sursa: Autorul

**Precizie și eficiență în colectarea datelor** - UAV-urile permit obținerea unor imagini de înaltă rezoluție și modele tridimensionale precise, facilitând analiza detaliată a mediului construit și natural. În cartografiere și modelare 3D, dronele echipate cu senzori multispectrali și LiDAR oferă date topografice exacte, esențiale pentru dezvoltarea urbană sustenabilă și gestionarea resurselor naturale. Aceste tehnologii asigură o reprezentare clară a peisajului urban, permițând autorităților să planifice infrastructura într-un mod optimizat.

**Reducerea costurilor și a timpului necesar pentru inspecții** - Monitorizarea construcțiilor și a spațiilor publice cu ajutorul dronelor reduce semnificativ costurile asociate inspecțiilor tradiționale. UAV-urile pot survola rapid șantierele și infrastructura urbană, colectând date detaliate fără a întrerupe activitățile umane. Spre exemplu, inspecția podurilor cu drone echipate cu senzori LiDAR și camere termice elimină necesitatea închiderii traficului, economisind timp și resurse financiare.

***Siguranță îmbunătățită pentru muncitori și infrastructură*** - Utilizarea UAV-urilor în inspecția structurilor reduce riscurile pentru personalul uman, eliminând necesitatea accesului fizic în zone periculoase. Dronele pot detecta fisuri, defecțiuni structurale și infiltrații de apă, prevenind accidente prin intervenții rapide. De asemenea, supravegherea aeriană a șantierelor îmbunătățește siguranța lucrătorilor, asigurând conformitatea cu normele de construcție.

***Monitorizare continuă și actualizare în timp real*** - UAV-urile sunt capabile să ofere actualizări constante privind starea infrastructurii și a mediului. Această caracteristică este esențială pentru gestionarea traficului, monitorizarea calității aerului și analiza impactului urbanistic. Datele colectate pot fi integrate în sisteme GIS (Geographic Information System), unde sunt analizate pentru optimizarea utilizării terenului și îmbunătățirea rețelelor de transport.

***Aplicabilitate extinsă în protecția mediului și agricultură*** - În domeniul protecției mediului, UAV-urile sunt utilizate pentru cartografierea habitatelor naturale și monitorizarea biodiversității. Dronele pot detecta schimbările climatice, speciile invazive și poluarea, facilitând intervențiile rapide pentru conservarea resurselor naturale. În agricultură, senzorii multispectrali ai dronelor identifică deficiențele solului și sănătatea culturilor, permițând optimizarea utilizării resurselor și reducerea impactului ecologic.

***Optimizarea dezvoltării urbane și a infrastructurii*** - Datorită capacității lor de a genera modele 3D precise, UAV-urile sunt utilizate pentru extinderea inteligentă a orașelor. Datele colectate ajută la identificarea zonelor cu risc de alunecări de teren sau inundații, contribuind la reducerea dezastrelor naturale. De asemenea, monitorizarea continuă a spațiilor verzi și a zonelor pietonale permite îmbunătățirea calității vieții urbane.

Utilizarea UAV-urilor aduce avantaje în domeniul urbanismului, agriculturii și protecției mediului, optimizând infrastructura și îmbunătățind calitatea vieții. Cu toate acestea, beneficiile acestor tehnologii pot fi maximizate doar printr-o integrare eficientă a dronelor în procesele administrative locale.

Astfel, o componentă esențială a adoptării acestor tehnologii este implementarea lor în administrația publică locală, unde UAV-urile pot contribui la monitorizarea și gestionarea orașelor, facilitând luarea deciziilor bazate pe date în timp real. De la supravegherea construcțiilor și inspecția infrastructurii, până la monitorizarea mediului și gestionarea traficului, administrațiile locale pot valorifica UAV-urile pentru o mai bună eficiență operațională și un management urban sustenabil.

### ***2.3. Implementarea dronelor în administrația publică locală***

Integrarea dronelor în administrația publică locală reprezintă o oportunitate semnificativă pentru modernizarea proceselor administrative și creșterea eficienței decizionale. Utilizarea acestor tehnologii oferă multiple avantaje, dar cu toate acestea, implementarea UAV-urilor implică o serie de provocări tehnologice, legislative și organizatorice care trebuie luate în considerare pentru a asigura o adoptare eficientă și sustenabilă.

Implementarea dronelor în administrația publică locală este influențată de cadrul legislativ european și național, care reglementează utilizarea acestora în spațiul aerian urban. Deși Uniunea Europeană oferă un cadru general prin Regulamentul Delegat (UE) 2019/945 și Regulamentul de punere în aplicare (UE) 2019/947 privind utilizarea UAV-urilor (EUR-Lex 2019/945, EUR-Lex 2019/947) [56] - [55], România a adoptat propriile reglementări [58] prin Autoritatea Aeronautică Civilă Română (AACR)<sup>10</sup>, care supraveghează utilizarea dronelor pe teritoriul național.

---

<sup>10</sup> Autoritatea Aeronautică Civilă Română (AACR) – instituția națională responsabilă cu reglementarea și supravegherea siguranței aviației civile în România, inclusiv autorizarea și monitorizarea utilizării dronelor.

Regulamentele Uniunii Europene stabilesc trei categorii de operare pentru drone, în funcție de nivelul de risc:

- Categoria „deschisă” – pentru operațiuni cu risc redus, care nu necesită autorizație prealabilă.
- Categoria „specifică” – pentru operațiuni cu risc moderat, care necesită autorizație bazată pe analiza riscurilor.
- Categoria „certificată” – pentru operațiuni cu risc ridicat, care impun certificarea aeronavei și a operatorului [56].

Regulamentele europene impun și alte cerințe esențiale, cum ar fi: înregistrarea obligatorie a operatorilor de drone dacă aeronava cântărește peste 250 g sau este echipată cu senzori capabili să colecteze date, obligativitatea păstrării unui contact vizual direct cu drona în timpul zborului, restricțiile de altitudine – maxim 120 metri deasupra solului, cu excepția cazurilor autorizate sau obligația respectării zonelor geografice UVS, statele membre având dreptul să definească zone interzise sau restricționate pentru drone [55] - [56].

România a preluat reglementările europene și le-a implementat prin normele emise de Autoritatea Aeronautică Civilă Română (AACR). Principalele măsuri adoptate la nivel național includ înregistrarea operatorilor de drone pe platforma AACR, conform cerințelor europene. De asemenea, piloții de drone trebuie să obțină o certificare corespunzătoare categoriei de operare, conform art. 8 din Regulamentul 2019/947 transpus prin procedurile AACR. Pe lângă aceste măsuri, legislația națională impune și restricții specifice privind operarea dronelor în România. Printre acestea se numără interdicția zborurilor la o distanță mai mică de 500 m de baze militare fără aprobare specială, necesitatea unei autorizații pentru operarea în zonele urbane dense, chiar și pentru drone din categoria „deschisă”, precum și interzicerea zborurilor la mai puțin de 5 km de aeroporturi fără aprobarea autorităților aviatice.

Utilizarea dronelor în România este limitată prin mai multe restricții de siguranță și protecție:

- **Zone interzise** – dronele nu pot zbura peste baze militare, instalații nucleare, centre guvernamentale sau zone de securitate națională, în apropierea aeroporturilor, aerodromurilor, etc
- **Geofencing**<sup>11</sup> – unele drone comerciale sunt echipate cu tehnologie care împiedică zborul în numite zone sensibile definite de AACR, ca de exemplu parcuri naționale sau arii protejate, zone restricționate sau interzise trebuie să respecte reglementările specifice și să obțină aprobările necesare
- **Zborurile pe timp de noapte** – permise doar pentru drone cu echipamente speciale de semnalizare luminoasă și cu aprobare prealabilă
- **Zborul deasupra mulțimilor** – interzis pentru majoritatea dronelor, cu excepția celor care respectă cerințele stricte de siguranță [58], [65]

Legislația existentă poate crea probleme legate de protecția datelor. Dronele pot colecta și stoca date personale, ceea ce ridică probleme legate de Regulamentul General privind Protecția Datelor (GDPR)<sup>12</sup>. Colectarea imaginilor și înregistrărilor necesită fie consimțământul persoanelor filmate, fie o justificare legală pentru utilizarea datelor. Stocarea și protecția acestor informații trebuie realizate prin măsuri de securitate adecvate, astfel încât să fie prevenită utilizarea neautorizată a datelor. Operatorii de drone sunt responsabili pentru conformitatea cu GDPR și pot fi trași la răspundere în cazul în care încalcă dreptul la viață privată al persoanelor filmate [58].

---

<sup>11</sup> Geofencing este o tehnologie care utilizează GPS (Global Positioning System), RFID (Radio Frequency Identification), Wi-Fi sau date mobile pentru a crea o graniță virtuală în jurul unei zone geografice predefinite. Aceasta permite declanșarea unor acțiuni automate atunci când un dispozitiv sau un obiect intră sau iese din acea zonă.

<sup>12</sup> GDPR (Regulamentul General privind Protecția Datelor) este un act legislativ al Uniunii Europene, adoptat în 2016 și aplicabil din 2018, care reglementează modul în care datele personale ale cetățenilor UE sunt colectate, procesate și protejate, impunând cerințe stricte privind consimțământul, transparența și securitatea datelor.

În plus, România prin Legea nr.21/2020 privind Codul aerian prevede sancțiuni pentru operarea neautorizată a dronelor și acordă autorităților dreptul de a interveni împotriva aeronavelor neidentificate.

Pentru o mai bună înțelegere a diferențelor dintre între regulile UE și cele impuse la nivel național în România, am realizat o analiză comparativă prezentată în tabelul de mai jos.

Tabel 1 Diferențe dintre regulile UE și cele impuse la nivel național în România

| Cerință                      | Regulament UE                                      | Reglementări AACR                                             |
|------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Înregistrarea operatorilor   | Obligatorie pentru drone >250 g                    | Obligatorie pentru toate dronele                              |
| Autorizarea zborurilor       | Doar pentru categoriile „specific” și „certificat” | Necesită aprobări și în unele cazuri din categoria „deschisă” |
| Certificarea piloților       | Obligatorie pentru categoria „specifică”           | Necesară și pentru unele operațiuni din categoria „deschisă”  |
| Altitudine maximă            | 120 m                                              | 120 m                                                         |
| Distanța față de aeroporturi | Definite la nivel național                         | AACR stabilește zonele restricționate suplimentare            |
| Zbor în zone urbane          | Posibil conform legislației naționale              | Necesită autorizație în multe cazuri                          |
| Interdicții suplimentare     | Nu sunt specificate                                | Restricții pentru zborul în apropierea bazelor militare       |

România a transpus reglementările Uniunii Europene în legislația națională, dar a adăugat restricții suplimentare pentru siguranță națională. În timp ce UE permite un cadru relativ flexibil pentru operarea dronelor, legislația românească impune reguli mai stricte în privința zonelor sensibile, protecției datelor și autorizărilor de zbor, așadar deși reglementările oferă un cadru clar pentru utilizarea dronelor, acestea impun administrațiilor locale costuri suplimentare și obligații birocratice, care pot încetini procesul de achiziție a dronelor.

Respectarea normelor privind siguranța, protecția datelor și autorizarea zborurilor presupune investiții considerabile în infrastructură și instruirea personalului. Astfel, costurile ridicate și provocările tehnologice devin factori esențiali în analiza fezabilității utilizării UAV-urilor în administrația publică locală. Utilizarea dronelor în administrația publică locală aduce numeroase beneficii, însă adoptarea acestei tehnologii este adesea împiedicată de costuri ridicate și bariere tehnologice. Pentru ca UAV-urile să fie implementate eficient, administrațiile locale trebuie să aloce resurse financiare, să dezvolte infrastructuri adecvate și să asigure pregătirea personalului.

Achiziționarea și întreținerea unei ”flote” de drone reprezintă una dintre principalele provocări pentru administrațiile locale. Costurile inițiale includ prețul dronelor, echipamentele auxiliare (stații de control, senzori avansați, baterii de rezervă), dar și licențele pentru software specializat de analiză și procesare a datelor. Pe lângă aceste investiții, sunt necesare și fonduri pentru întreținerea periodică, înlocuirea componentelor uzate și actualizarea sistemelor de operare [48].

Pentru dronele utilizate în scopuri avansate, precum supravegherea infrastructurii sau cartografierea terenurilor, este necesară integrarea unor senzori specializați (camere multispectrale, LiDAR), care cresc semnificativ costurile echipamentelor. Acest aspect poate descuraja administrațiile locale cu bugete limitate să investească în astfel de tehnologii [61].

Pentru a opera UAV-urile în conformitate cu reglementările naționale și europene, personalul administrativ trebuie să fie instruit corespunzător. Aceasta implică organizarea de cursuri de certificare pentru piloții de drone, care trebuie să respecte standardele impuse de Autoritatea Aeronautică Civilă Română (AACR). Instruirea presupune cunoașterea reglementărilor, astfel încât personalul să fie familiarizat cu cerințele legale privind utilizarea dronelor, zonele restricționate și normele de siguranță [51].

De asemenea, este necesară dezvoltarea competențelor tehnice pentru operarea echipamentului, incluzând manevrarea UAV-urilor, interpretarea datelor colectate și gestionarea eventualelor incidente tehnice. Un alt aspect important este analiza și utilizarea datelor, având în vedere că dronele generează volume mari de informații vizuale și topografice, iar personalul trebuie să știe cum să le integreze și să le interpreteze în scop administrativ. Această nevoie de pregătire specializată crește costurile și poate întârzia achiziționarea dronelor în administrațiile locale, mai ales acolo unde resursele umane și financiare sunt limitate.

Un alt obstacol major în utilizarea UAV-urilor este necesitatea de a integra datele colectate în sistemele IT ale administrației publice. Dronile sunt utilizate pentru cartografiere, inspecția infrastructurii, supravegherea zonelor verzi și alte activități care generează cantități mari de date geospațiale. Aceste informații trebuie să fie compatibile cu platformele GIS (Geographic Information System) și bazele de date utilizate de administrațiile locale [54]. Dificultățile apar din mai multe motive. Compatibilitatea software reprezintă o problemă, deoarece unele administrații utilizează sisteme IT mai vechi care nu suportă formatele avansate de date generate de drone. De asemenea, este necesară existența unor servere performante, deoarece datele captate de UAV-uri ocupă mult spațiu de stocare și necesită infrastructuri robuste pentru procesare și analiză. Automatizarea fluxurilor de lucru este esențială pentru a crește eficiența operațională, ceea ce înseamnă că administrațiile trebuie să implementeze soluții care să permită procesarea automată a imaginilor și integrarea acestora în deciziile administrative.

Deși tehnologia dronelor a avansat considerabil, există încă limitări tehnice care pot afecta implementarea acestora în administrația publică. Autonomia redusă a bateriilor reprezintă o problemă, deoarece majoritatea dronelor comerciale pot zbura între 20 și 60 de minute, ceea ce limitează operațiunile de lungă durată. Administrațiile care utilizează UAV-uri pentru monitorizarea unor suprafețe extinse trebuie să investească în drone cu autonomie ridicată sau în stații mobile de încărcare.

Sensibilitatea la condițiile meteorologice este un alt factor limitativ, deoarece vântul puternic, ploaia și temperaturile extreme pot afecta stabilitatea și performanța dronelor. În zonele cu climă variabilă, utilizarea UAV-urilor poate fi restrictivă. Capacitatea limitată de stocare a datelor poate crea dificultăți în utilizarea dronelor care capturează imagini de înaltă rezoluție sau videoclipuri în format 4K, necesitând medii de stocare mari, iar transferul datelor în timp real poate fi problematic dacă nu există o infrastructură adecvată. De asemenea, interferențele electromagnetice pot afecta performanța dronelor, acestea fiind vulnerabile la semnalele provenite de la antenele de telecomunicații sau de la alte dispozitive electronice, ceea ce poate duce la pierderea semnalului și, în unele cazuri, la prăbușirea aeronavei [48].

Deși costurile ridicate, necesitatea instruirii personalului și limitările tehnologice reprezintă provocări majore în utilizarea UAV-urilor la nivel administrativ, există soluții care pot optimiza procesul de implementare. Prin dezvoltarea unor **strategii** bine definite, administrațiile locale pot reduce costurile, crește eficiența operațională și asigura integrarea dronelor într-un mod sustenabil.

Pentru o reprezentare schematică a acestor soluții, Fig. 7 sintetizează strategiile esențiale care pot facilita integrarea dronelor în administrațiile locale.

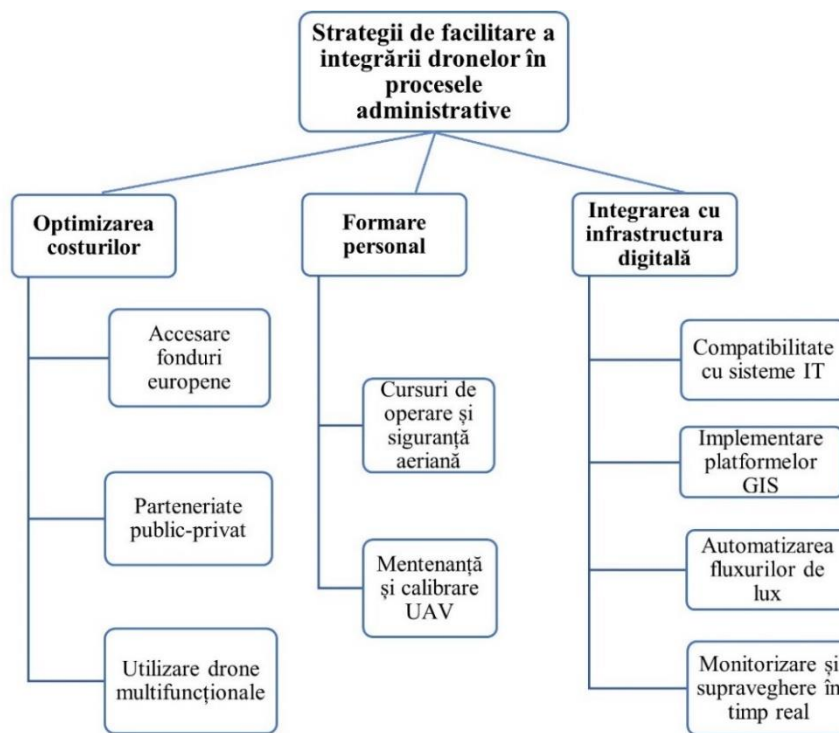


Fig.7. Strategii de facilitare a integrării dronelor în procesele administrative  
Sursa: Autorul

Așa cum se observă în figură, succesul adoptării UAV-urilor depinde de corelarea factorilor tehnologici, instituționali și financiari. Integrarea acestor dimensiuni creează premisele unei administrații moderne, capabile să răspundă eficient provocărilor urbane.

Pentru a depăși provocările asociate adoptării UAV-urilor în administrația publică, este necesară aplicarea unor strategii eficiente care să faciliteze integrarea acestei tehnologii în procesele administrative. O astfel de abordare presupune optimizarea costurilor, formarea și certificarea personalului implicat, precum și integrarea dronelor cu infrastructura digitală existentă.

Un aspect esențial în implementarea UAV-urilor îl reprezintă identificarea unor metode de reducere a costurilor fără a compromite eficiența operațională. O soluție viabilă constă în accesarea fondurilor europene și a granturilor destinate digitalizării administrației publice, ceea ce poate diminua povara financiară asupra autorităților locale [7].

De asemenea, parteneriatele public-private cu organizații specializate în tehnologii UAV oferă o alternativă sustenabilă, permițând administrațiilor să beneficieze de expertiza companiilor din domeniu, fără a suporta integral costurile achiziției și mentenanței echipamentelor. O altă strategie eficientă constă în utilizarea dronelor multifuncționale, capabile să îndeplinească diverse tipuri de sarcini, maximizând astfel rentabilitatea investiției și reducând necesitatea achiziției unor echipamente specializate pentru fiecare activitate distinctă.

Pe lângă aspectele financiare, o implementare eficientă a dronelor necesită o pregătire adecvată a personalului administrativ. Formarea și certificarea operatorilor de UAV-uri reprezintă un element esențial pentru asigurarea unei utilizări conforme cu reglementările impuse de Autoritatea Aeronautică Civilă Română. Programele de instruire trebuie să includă atât cursuri de operare și siguranță aeriană, cât și sesiuni dedicate mentenanței și calibrării echipamentului, pentru a minimiza riscul defecțiunilor tehnice. În plus, este esențială dezvoltarea competențelor privind procesarea și analiza datelor colectate, având în vedere volumul mare de informații geospațiale generate de UAV-uri. Aceste cunoștințe permit administrațiilor să valorifice datele într-un mod eficient și să le integreze în procesele decizionale.

Un alt factor determinant pentru succesul utilizării dronelor în administrația publică îl constituie compatibilitatea acestora cu infrastructura digitală existentă. Integrarea UAV-urilor cu sistemele IT deja utilizate de autoritățile locale este esențială pentru o gestionare eficientă a datelor colectate. Implementarea platformelor GIS facilitează analiza informațiilor geospațiale, contribuind la o mai bună înțelegere a dinamicii teritoriale și la optimizarea proceselor de planificare urbană. În același timp, automatizarea fluxurilor de lucru pentru procesarea și interpretarea imaginilor aeriene permite reducerea timpului necesar luării deciziilor și îmbunătățirea reacției administrației la diverse situații de interes public. În final, integrarea dronelor cu sistemele de monitorizare a infrastructurii oferă posibilitatea unei supravegheri în timp real, sporind eficiența intervențiilor și reducând costurile asociate inspecțiilor tradiționale.

Adoptarea UAV-urilor în administrația publică necesită o strategie bine definită, bazată pe optimizarea costurilor, instruirea corespunzătoare a personalului și integrarea tehnologică eficientă. Aplicarea unor soluții inovatoare în aceste domenii nu doar că facilitează implementarea dronelor, dar contribuie și la creșterea eficienței operaționale și la modernizarea proceselor administrative.

Integrarea dronelor în administrația publică locală oferă beneficii semnificative, însă succesul implementării depinde de depășirea provocărilor legislative, tehnologice și financiare. Reglementările stricte impun administrațiilor locale obligații suplimentare, iar costurile ridicate ale echipamentelor și formării personalului pot constitui bariere. Cu toate acestea, prin accesarea fondurilor europene, optimizarea proceselor de instruire și integrarea dronelor cu infrastructura digitală existentă, UAV-urile pot deveni un instrument esențial în modernizarea serviciilor publice.

### **Capitolul 3: Studiu de caz – Utilizarea dronelor în planificarea urbană din România**

Într-o perioadă în care orașele se confruntă cu presiuni crescute asupra infrastructurii, a resurselor și a spațiului urban, introducerea tehnologiilor UAV o necesitate, nu doar o inovație. România, aflată într-un proces continuu de modernizare urbană, oferă un context complex, dar și oportun pentru integrarea dronelor în planificarea spațială.

Analiza documentară realizată în primele capitole a arătat că utilizarea dronelor este nu doar fezabilă, ci și eficientă, mai ales în domenii precum: cartografiere, monitorizarea lucrărilor publice, regenerare urbană, intervenții rapide în situații de risc, și susținerea deciziei administrative prin modele 3D.

#### **3.1. Metodologia studiului de caz**

Integrarea dronelor în planificarea urbană implică nu doar o componentă tehnologică, ci și una strategică, în care administrațiile locale trebuie să se adapteze rapid unui context european digitalizat [51]. Studiul de caz din această lucrare se concentrează pe utilizarea dronelor în administrația publică locală, cu accent pe relevanța acestora în contextul conceptului de smart city, dar și în raport cu cerințele de conformitate și siguranță digitală impuse de cadrul european [47], [49], [53].

România, ca stat membru, este obligată să transpună aceste cerințe, iar autoritățile locale trebuie să integreze drona ca parte a unui ecosistem digital securizat [55], [56]. Acest lucru implică:

- formularea unor politici publice coerente privind utilizarea datelor colectate prin drone;
- asigurarea interoperabilității între platformele GIS, bazele de date urbane și aplicațiile mobile ale cetățenilor;
- adoptarea unor standarde europene privind infrastructura de date spațiale.

Acest capitol urmărește aplicarea practică a obiectivelor lucrării și a întrebărilor de cercetare enunțate în introducere, prin dezvoltarea unui studiu de caz centrat pe utilizarea dronelor în procesele de planificare urbană din România. Demersul se bazează pe o analiză riguroasă a unor

exemple concrete și validate, care pun în evidență atât capacitățile tehnologice, cât și relevanța strategică a utilizării UAV-urilor în cadrul conceptului de oraș inteligent.

Metodologia utilizată în această etapă a cercetării este de tip mixt, combinând metode calitative (analiza documentară, studii de caz, cercetare bibliografică) cu elemente cantitative (evaluări comparative, interpretarea datelor geospațiale și a rapoartelor statistice urbane). Această abordare asigură un cadru complex de analiză, necesar pentru fundamentarea deciziilor în contextul integrării dronelor în administrația urbană..

Etapele cercetării sunt următoarele:

- documentare inițială privind reglementările europene și naționale referitoare la utilizarea dronelor în administrație;
- selectarea studiilor de caz relevante și justificarea alegerii acestora;
- aplicarea metodei comparative asupra fiecărui caz;
- extracția indicatorilor de performanță pentru fiecare proiect analizat;
- validarea rezultatelor prin corelare cu literatura de specialitate și cu obiectivele cercetării.

Studiile au fost analizate comparativ, iar datele au fost sistematizate în funcție de impactul observat asupra administrației locale, gradul de integrare digitală, costuri și beneficii, precum și obstacolele întâmpinate în procesul de implementare

Această abordare a permis formularea unor concluzii relevante pentru contextul românesc, precum și elaborarea unor propuneri strategice pentru extinderea utilizării dronelor în procesul de planificare urbană.

### ***3.2. Rezultatele cercetării – impactul folosirii dronelor asupra eficienței administrației locale***

Această secțiune își propune să ofere un răspuns practic și structurat la întrebările de cercetare formulate în introducere, prin prezentarea unor exemple relevante și a potențialului identificat în cadrul studiilor de caz analizate. Fiecare direcție este tratată distinct, pentru a corespunde obiectivelor lucrării și a evidenția corelațiile dintre utilizarea dronelor și funcționarea eficientă a administrației publice locale.

Îmbunătățirea procesului decizional și a colectării de date geospațiale răspunde la întrebarea ”În ce mod utilizarea dronelor îmbunătățește procesul decizional și colectarea de date geospațiale?”

Studiul de caz din Cluj-Napoca, documentat științific în revista Land, arată modul în care dronele pot îmbunătăți semnificativ procesele decizionale urbane. Prin modelarea 3D a unei zone brownfield, obținută cu ajutorul UAV-urilor, autoritățile au putut analiza mai eficient potențialul de reconversie și au comunicat mai clar cu cetățenii prin simulări vizuale realiste [47]. În mod similar, proiectul REMMAR din Vâlcea a evidențiat că datele geospațiale precise pot fi folosite în evaluarea solului, planificarea funcțiunilor turistice și crearea unor hărți detaliate pentru decizie strategică. Studiul de la Belci demonstrează, la rândul său, cum dronele pot contribui la înțelegerea detaliată a riscurilor naturale și la sprijinirea intervențiilor rapide, ceea ce influențează pozitiv decizia administrativă în situații de urgență .

Obstacole legislative și financiare răspunde la întrebarea: „Ce obstacole legislative și financiare împiedică implementarea UAV-urilor în administrația publică?”

O provocare majoră identificată în toate cazurile analizate este lipsa unui cadru legislativ coerent și adaptat pentru utilizarea UAV-urilor în zone urbane sau periurbane. Reglementările aeriene existente sunt generale și nu oferă suficientă claritate pentru administrațiile locale. În cazul municipiului Oradea, deși există o strategie clară de digitalizare urbană, lipsa fondurilor dedicate, a echipamentelor specializate și a personalului instruit face ca utilizarea dronelor să rămână, deocamdată, o intenție strategică, nu o practică. La aceasta se adaugă dificultăți legate de costurile de achiziție, mentenanță, licențierea software-urilor GIS și lipsa de personal tehnic capabil să

proceseze și să interpreteze datele colectate. Aceste limitări sunt comune în majoritatea administrațiilor locale din România, mai ales în cele cu resurse reduse.

Calitatea serviciilor publice și viața cetățenilor răspunde la întrebarea „În ce măsură adoptarea UAV-urilor poate îmbunătăți calitatea serviciilor publice și viața cetățenilor?”

Tehnologiile UAV au demonstrat în mod clar un potențial ridicat de a contribui la îmbunătățirea calității serviciilor publice și, indirect, la creșterea calității vieții urbane. În proiectul REMMAR din Vâlcea, integrarea dronelor a sprijinit turismul local și agricultura sustenabilă, cu beneficii socio-economice directe asupra comunității. Studiul asupra barajului Belci a evidențiat contribuția UAV-urilor în evaluarea riscurilor naturale, ceea ce ajută autoritățile să intervină mai rapid și eficient în situații critice.

Aceste exemple confirmă legătura între digitalizare, eficiență administrativă și binele public, conturând o imagine realistă a modului în care dronele pot fi integrate în ecosistemele urbane inteligente, așa cum vom prezenta mai departe.

### **Studiu de caz privind regenerarea urbană a unei zone industriale dezafectate prin utilizarea tehnologiei UAV**

Un exemplu relevant pentru aplicabilitatea tehnologiei UAV în planificarea urbană este oferit de studiul realizat de Sîrbu și colaboratorii, publicat în revista Land (2023). Cercetarea analizează modul în care dronele pot fi utilizate ca instrument strategic în procesul de reconversie urbană a unui sit brownfield – fosta fabrică de cărămidă din Cluj-Napoca – aflat într-un amplu proces de regenerare [47].

Scopul cercetării a fost să evidențieze modul în care tehnologia UAV poate contribui la procesul de planificare teritorială prin oferirea de date geospațiale precise, esențiale în fazele de analiză și proiectare a reutilizării unui teren brownfield.

În cadrul studiului, echipa a utilizat drone pentru realizarea de zboruri fotogrammetrice cu acoperire completă a sitului. Imaginile aeriene obținute au fost procesate cu software specializat pentru a genera ortofotoplanuri, modele digitale de elevație (DEM) și reconstrucții 3D ale reliefului și clădirilor existente. Aceste date au fost integrate într-un sistem GIS pentru a efectua analize spațiale detaliate privind accesibilitatea, înălțimea construcțiilor, utilizarea actuală a terenului și relația cu zonele urbane învecinate. Integrarea datelor în sistemele GIS s-a realizat în conformitate cu directivele europene INSPIRE privind infrastructura pentru informații spațiale în Uniunea Europeană, oferind astfel posibilitatea de interoperabilitate cu alte baze de date teritoriale.

Precizia obținută – o eroare medie planimetrică de 8 cm – a fost considerată suficientă pentru planificarea preliminară, având în vedere că datele au fost comparate cu măsurători clasice realizate cu stație totală și GNSS. Deși nu permit încă proiectarea constructivă finală, imaginile ortorectificate și DEM-ul au fost fundamentale în informarea echipelor de arhitecți și în simulările 3D pentru consultarea comunității. Acest fapt este ilustrat în Fig.8.

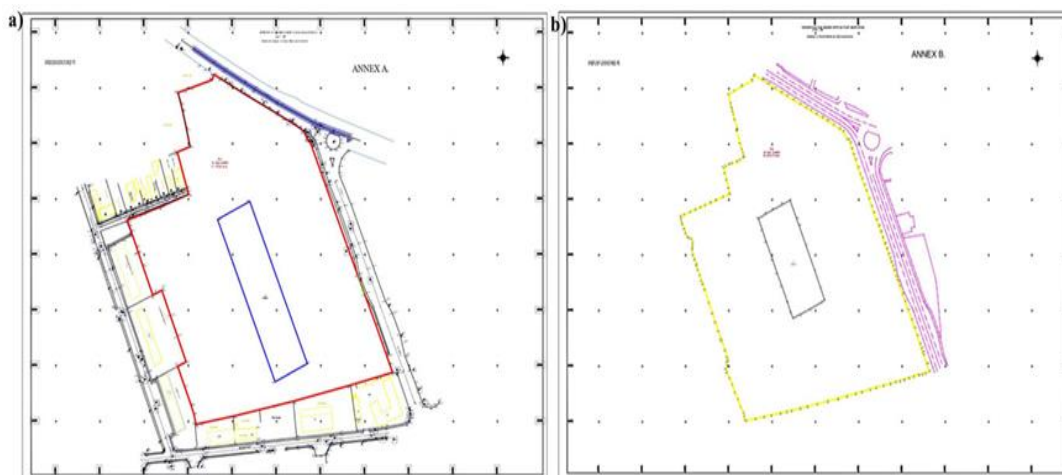


Fig.8. (a) Planul topografic realizat clasic

(b) Plan topografic realizat cu drona

Sursa: S. M. Nas, M. V. Bondrea, V. M. Radulescu, R. Gălgău, I. S. Veres, R. Bondrea and A. T. Radulescu, "The Use of UAVs for Land Use Planning of Brownfield," *Land*, vol. 12, no. 2, pp. 1-20, 2023

Pe lângă beneficiile tehnice evidente (precizie, viteză, cost redus), cercetarea subliniază și rolul dronelor în sprijinirea participării publice. Vizualizările 3D și hărțile interactive au fost folosite pentru a comunica mai eficient cu comunitatea și pentru a colecta feedback în procesul decizional. În plus, studiul propune o metodologie replicabilă, care poate fi extinsă în alte proiecte de reconversie urbană din România, subliniind potențialul UAV ca instrument strategic în urbanismul participativ și sustenabil

Regenerarea unui sit brownfield a fost ghidată prin modelare 3D obținută prin UAV și software GIS. A fost primul exemplu urban românesc de integrare UAV în procesul de reconversie industrială .

Tehnologia UAV (Unmanned Aerial Vehicle) s-a dovedit a fi un instrument eficient și versatil în realizarea planurilor topografice necesare pentru proiectarea arhitecturală și regenerarea urbană, oferind rapiditate, un nivel ridicat de detalii și posibilitatea integrării armonioase a noilor proiecte în contextul existent. Chiar și în condiții minime de control, cu un singur zbor și verificări GCP limitate, rezultatele obținute au demonstrat o acuratețe suficientă pentru activitățile de proiectare și simulare

Studiul confirmă că dronile pot deveni o alternativă viabilă și rentabilă la metodele tradiționale, mai ales în zone urbane complexe și dezafectate. Prin integrarea cu tehnologii precum GNSS, stații totale, fotogrammetrie terestră și 3D scanning, UAV-urile pot susține dezvoltarea unei metodologii de bună practică în regenerarea urbană durabilă.

Acest exemplu demonstrează aplicabilitatea reală a dronelor în contextul planificării urbane inteligente, unde colectarea rapidă și precisă a datelor geospațiale devine esențială în luarea deciziilor. Tehnologia UAV sprijină trecerea de la un urbanism reactiv la unul predictiv, bazat pe simulări 3D și analize GIS, în acord cu principiile smart city promovate la nivel european.

Metodologia descrisă în acest studiu oferă un cadru replicabil, aplicabil în multiple contexte urbane din România, și reprezintă un exemplu de bună practică pentru integrarea tehnologiilor în curs de dezvoltare în politicile locale de regenerare urbană.

### **Studiu de caz privind contribuția tehnologiilor GIS și UAV la regenerarea teritoriului rural**

Proiectul REMMAR (Rural Environment Mapping and Management for Agritourism Revitalization), implementat într-o zonă rurală din județul Vâlcea, mai exact localitatea Mălaia, reprezintă un exemplu remarcabil de aplicare a tehnologiilor UAV în sprijinul dezvoltării

teritoriale durabile. Studiul, publicat în revista Sustainability de către Călina și colaboratorii, analizează extinderea unei ferme agroturistice din Mălaia, județul Vâlcea, prin integrarea tehnologiilor moderne de tip GIS și UAV, într-un context în care preferințele turiștilor se îndreaptă tot mai mult spre zone naturale, cu activități recreative și agricole autentice. Pandemia de COVID-19 a accelerat această tendință, stimulând interesul pentru turismul rural și sustenabil [53].

Studiul pornește de la premisa că performanța managerială a unei entități depinde de calitatea deciziilor, susținută de accesul la date relevante. Astfel, este proiectat și implementat un sistem informațional geografic (GIS), adaptat specificului fermei agroturistice, capabil să colecteze, prelucraze și analizeze date geospațiale și descriptive. Datele au fost obținute prin metode fotogrammetrice moderne, inclusiv drone, cu generarea de ortofotoplanuri detaliate (~2 cm/pixel), modele de date non-relaționale și componente webgis.

UAV-urile au fost utilizate pentru captarea unor imagini aeriene de înaltă rezoluție, care ulterior au fost prelucrate pentru a genera ortofotoplanuri, modele digitale de elevație (DEM) și hărți tematice relevante pentru agricultura de precizie. Aceste produse geospațiale au fost introduse într-un sistem GIS performant, care a permis analiza terenurilor pe multiple paliere: topografie, tipuri de sol, accesibilitate, orientare și potențial de dezvoltare turistică.

Pe baza acestor date, au fost elaborate scenarii de dezvoltare adaptate specificului local, care au contribuit la optimizarea amplasării unor noi funcțiuni (cazare, servicii, activități turistice) în cadrul fermei. De asemenea, proiectul a generat o bază de date digitală completă, utilă atât în administrarea internă a proprietății, cât și în promovarea acesteia prin platforme online interactive. Prin integrarea componentelor WebGIS, turiștii pot accesa informații vizuale și descriptive despre fermă, facilitând planificarea călătoriei, alegerea activităților și accesarea serviciilor personalizate.

Prin combinarea tehnologiei UAV cu instrumente de analiză geospațială, REMMAR a demonstrat nu doar eficiența acestei abordări în mediul rural, ci și potențialul său de extindere în contexte urbane. Integrarea unei astfel de metodologii în strategiile locale de planificare spațială poate contribui semnificativ la creșterea calității serviciilor publice, la o gestionare sustenabilă a resurselor și la atragerea de investiții în zonele periferice sau subdezvoltate

Proiectul REMMAR a demonstrat că dronele pot fi utilizate eficient în mediul rural pentru extinderea și promovarea turismului agricol. Lucrarea propune soluții practice și poate fi replicată la nivel regional sau național, susținând dezvoltarea durabilă a agroturismului românesc. Metodologia propusă poate fi standardizată și transpusă într-un ghid de bune practici pentru fermele agroturistice din România.

Așadar, proiectul REMMAR evidențiază contribuția esențială a tehnologiilor geospațiale la revitalizarea mediului rural. Aplicarea integrată a sistemelor UAV și GIS nu doar optimizează planificarea spațială, ci și creează premisele pentru dezvoltarea economică și turistică sustenabilă, constituind un model de bune practici, ușor de adaptat și implementat la scară națională în strategiile de dezvoltare rurală durabilă.

### **Studiul de caz privind monitorizarea geomorfologică a zonelor cu risc hidrologic**

În contextul schimbărilor climatice și al frecvenței crescute a fenomenelor extreme, capacitatea autorităților locale de a anticipa și gestiona riscurile hidrologice devine o prioritate strategică.

Studiul se încadrează în obiectivele generale ale lucrării prin evidențierea potențialului dronelor în procesul de planificare și intervenție strategică în zonele urbane vulnerabile la riscuri hidrologice. Acesta aduce o perspectivă aplicativă asupra modului în care noile tehnologii pot susține administrațiile locale în gestionarea teritoriului și anticiparea dezastrelor naturale.

Cercetarea prezintă o metodologie inovatoare, bazată pe drone, pentru analiza morfometrică a unei breșe de baraj – un caz real de risc hidrologic major în zona Belci, județul Bacău. Obiectivul cercetării a fost să evalueze eficiența unei abordări UAV low-cost pentru colectarea datelor topografice esențiale în evaluarea post-dezastru. Această abordare poate fi utilizată de administrațiile publice locale pentru elaborarea planurilor de intervenție rapidă, dezvoltarea hărților de risc actualizate și fundamentarea deciziilor strategice privind siguranța hidrologică [49].

Prin utilizarea unui sistem UAV echipat cu o cameră RGB, echipa de cercetare a realizat zboruri fotogrammetrice deasupra zonei afectate, generând ortofotoplanuri și modele digitale de elevație (DEM). Aceste date au fost comparate cu măsurători clasice de teren pentru a valida precizia metodei. Rezultatele au demonstrat că această tehnică UAV este nu doar precisă, dar și accesibilă financiar pentru autoritățile locale sau entitățile de mediu care doresc să monitorizeze riscurile hidrologice așa cum puteți vedea în Fig.9.

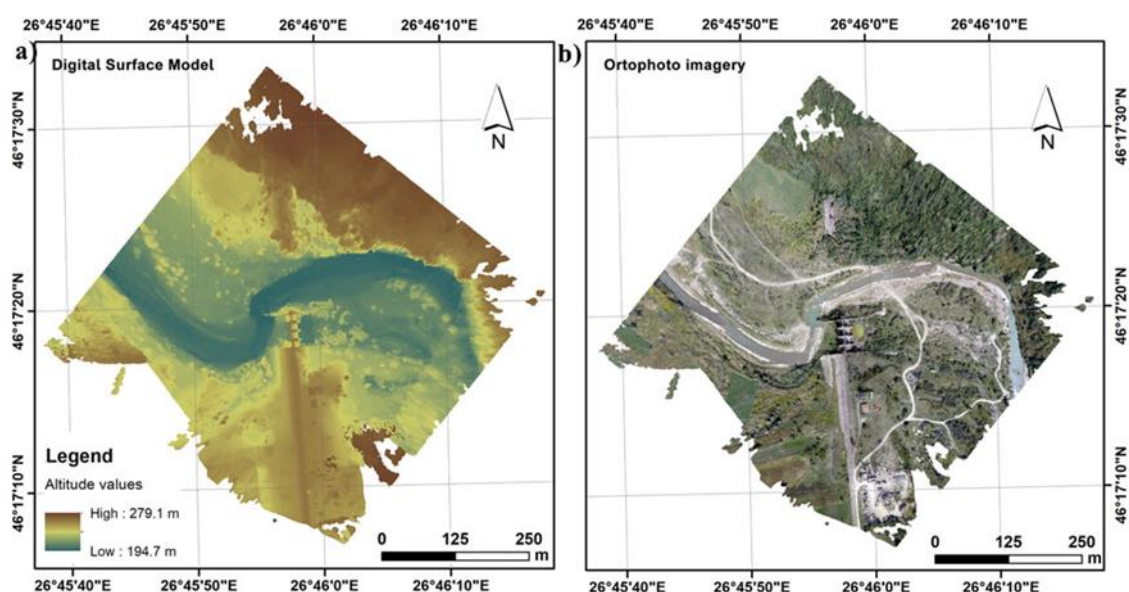


Fig.9. Straturi generate în Agisoft PhotoScan Professional (a) DSM (b) Ortofo

Sursa: A. Enea, M. Iosub and C. C. Stoleriu, "A Low-Cost, UAV-Based, Methodological Approach for Morphometric Analysis of Belci Lake Dam Breach, Romania," *Water*, vol. 15, no. 9, pp. 1-18, 2023

Studiul subliniază, de asemenea, valoarea dronelor în elaborarea de modele morfometrice, esențiale în anticiparea eroziunii, a mișcărilor de teren sau a viitoarelor intervenții ingineresti. În context urban, o astfel de abordare poate fi adaptată pentru monitorizarea zonelor expuse la inundații, controlul lucrărilor hidrotehnice sau managementul spațiilor verzi din proximitatea bazinelor hidrografice urbane.

Prin demonstrarea eficienței și flexibilității metodei, cercetarea din Belci devine un exemplu valoros de utilizare strategică a dronelor în gestionarea riscurilor teritoriale, cu potențial clar de replicare în planificarea urbană inteligentă.

Rezultatele obținute pot contribui la dezvoltarea de strategii conforme cu directivele europene privind managementul riscului de inundații și utilizarea datelor geospațiale, în acord cu cerințele Digital Europe și Horizon Europe, care promovează digitalizarea și sustenabilitatea urbană.

Metodologia aplicată în cazul barajului Belci este transferabilă către contexte urbane și periurbane, în special pentru cartografierea zonelor de risc, actualizarea planurilor de urbanism și evaluarea infrastructurii verzi. Astfel, studiul susține ideea că dronele pot deveni un instrument-cheie în arhitectura digitală a orașelor inteligente.

Astfel, integrarea tehnologiilor UAV în procesele de guvernare urbană inteligentă nu reprezintă doar o opțiune inovatoare, ci o necesitate în arhitectura digitală a orașelor reziliente și sustenabile.

### **Limitările implementării tehnologiilor UAV și GIS în administrația urbană**

Planul de Mobilitate Urbană Durabilă (PMUD) Oradea 2023–2030 [66] include în mod explicit obiective legate de digitalizarea proceselor de mobilitate și de implementarea soluțiilor informatice bazate pe platforme GIS. Astfel, chiar dacă documentul nu menționează în mod direct utilizarea dronelor (UAV) pentru cartografiere urbană, orientarea strategică spre integrarea datelor geospațiale și adoptarea unor sisteme inteligente de analiză spațială susține ideea că aceste tehnologii vor deveni parte integrantă a dezvoltării urbane în viitorul apropiat. Această deschidere creează premise favorabile pentru testarea și aplicarea dronelor în planificarea urbană inteligentă a municipiului Oradea.

Planul de mobilitate pune accent pe integrarea instrumentelor moderne de analiză spațială, dar în același timp reflectă și realitățile financiare ale administrației locale. Implementarea unor sisteme avansate, precum cele bazate pe drone, presupune costuri inițiale ridicate legate de achiziția echipamentelor, licențierea software-urilor de procesare geospațială și formarea personalului tehnic specializat. În lipsa unor linii clare de finanțare la nivel național sau european dedicate tehnologiilor UAV în administrația publică, multe dintre orașele medii din România, inclusiv Oradea, sunt nevoite să prioritizeze proiecte deja eligibile prin programe precum PNRR sau POR, lăsând inovația tehnologică într-un plan secundar.

Deși barierele de ordin economic și logistic sunt evidente, există premise reale pentru implementarea graduală a acestor tehnologii. În același timp, infrastructura digitală existentă, deschiderea față de soluții smart city și participarea activă în proiecte europene poziționează Oradea ca un potențial candidat ideal pentru testarea și integrarea dronelor în viitorul apropiat, odată cu apariția unor instrumente de finanțare sustenabilă și cu sprijin metodologic din partea structurilor guvernamentale sau universitare.

Rezultatele obținute au evidențiat bariere legislative și administrative semnificative care frânează implementarea la scară largă, dar și efecte pozitive clare asupra calității serviciilor publice și implicării comunităților locale în procesele de planificare urbană.

În raport cu metodele clasice de planificare urbană – precum ridicările topografice convenționale, utilizarea hărților analogice sau monitorizarea in situ a lucrărilor – tehnologiile UAV s-au dovedit a fi semnificativ mai eficiente în ceea ce privește acuratețea, frecvența actualizării și costurile operaționale. De exemplu, în proiectul REMMAR, captarea datelor geospațiale prin drone a redus cu peste 40% durata estimată a procesului de cartografiere față de metodele tradiționale, iar în cazul reconversiei brownfield din Cluj, vizualizările 3D au oferit un sprijin participativ care nu era posibil anterior. În plus, metodele clasice implică un grad mai mare de intervenție umană, logistică extinsă și riscuri de eroare în prelucrarea datelor. Prin contrast, UAV-urile asigură o colectare non-invazivă, precisă și replicabilă, esențială pentru dinamica urbană actuală.

Pe baza celor patru studii de caz analizate în această cercetare, se conturează o imagine echilibrată a beneficiilor și limitărilor utilizării dronelor în contextul administrației locale din România. Aceste elemente oferă nu doar un cadru de înțelegere a stadiului actual al implementării tehnologiilor UAV, ci și direcții clare pentru dezvoltări viitoare. Având în vedere rezultatele obținute din studiile de caz analizate, tabelul de mai jos sintetizează principalele avantaje observate și obstacolele întâlnite în procesul de implementare a tehnologiilor UAV în administrația urbană.

Tabel 2 Avantaje și obstacole identificate în utilizarea tehnologiilor UAV în administrația urbană

| Avantaje observate                                                        | Obstacole întâmpinate                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precizie ridicată și actualizare rapidă a datelor geospațiale             | Lipsa unui cadru legislativ clar pentru zborurile UAV în zone urbane                                     |
| Suport pentru intervenții rapide în situații de urgență                   | Deficit de personal tehnic instruit pentru procesarea și analiza datelor geospațiale                     |
| Creșterea transparenței și a participării publice prin vizualizări 3D     | Costuri inițiale ridicate pentru echipamente UAV și software-uri specializate                            |
| Integrare eficientă cu sisteme GIS și analiză spațială completă           | Lipsa unor linii de finanțare dedicate în cadrul programelor naționale                                   |
| Costuri operaționale reduse pe termen lung comparativ cu metodele clasice | Îngrijorări privind protecția datelor și securitatea informațională în absența reglementărilor specifice |

Printre avantajele remarcate se numără capacitatea dronelor de a furniza date geospațiale de înaltă precizie, într-un timp redus și cu un cost mai mic decât metodele clasice. Studiile realizate în Cluj-Napoca și Vâlcea au evidențiat că aceste date au fost esențiale pentru modelarea 3D, analiza terenurilor și planificarea funcțiunilor urbane și rurale. În cazul Belci, utilizarea UAV-urilor a permis intervenția rapidă și evaluarea riscurilor într-un context de urgență, demonstrând aplicabilitatea acestor tehnologii și în domeniul protecției civile. De asemenea, vizualizările 3D și integrarea cu sisteme GIS contribuie la o mai bună comunicare cu cetățenii și sprijină luarea deciziilor informate de către autorități.

Pe lângă aceste beneficii, analiza a scos la iveală și o serie de limitări importante. Cea mai frecvent menționată barieră este lipsa unui cadru legislativ clar privind zborurile UAV în zonele urbane. De asemenea, lipsa resurselor financiare și a personalului calificat în cadrul administrațiilor locale îngreunează achiziția, operarea și interpretarea datelor obținute prin drone. Cazul Oradea a ilustrat foarte bine acest dezechilibru între deschiderea strategică față de digitalizare și dificultățile de implementare efectivă, cauzate în principal de constrângeri bugetare și lipsa de finanțare dedicată pentru astfel de inovații.

În concluzie, lecțiile învățate din analiza acestor exemple arată că, pentru a valorifica întregul potențial al tehnologiilor UAV în planificarea urbană și rurală, este necesară o abordare integrată la nivel național. Aceasta ar trebui să includă reglementări clare, mecanisme de finanțare accesibile, formare profesională specifică și parteneriate solide între autorități locale, universități și mediul privat. Astfel, dronele pot deveni un instrument standard în arsenalul administrațiilor publice locale orientate spre inovație și sustenabilitate.

### ***3.3. Propuneri pentru optimizarea utilizării dronelor în planificarea urbană din România***

Integrarea tehnologiilor UAV în procesele administrative urbane reprezintă una dintre direcțiile esențiale ale transformării digitale din administrația publică locală. Dronelor li se atribuie un rol strategic în modernizarea planificării teritoriale, în eficientizarea gestionării resurselor și în stimularea participării cetățenești în actul decizional. Această abordare presupune însă nu doar achiziția de echipamente performante, ci și dezvoltarea unui cadru normativ, instituțional și financiar care să susțină aplicarea coerentă, sustenabilă și scalabilă a acestor tehnologii în spațiul administrativ românesc.

Analiza realizată în cadrul prezentei lucrări, fundamentată pe studii de caz relevante la nivel național (Oradea, Cluj-Napoca, Belci, Vâlcea), corelată cu bunele practici din spațiul european, a evidențiat un set de provocări structurale – lipsa cadrului legislativ specific, insuficiența resurselor financiare, deficitul de competențe digitale în administrație – dar și oportunități clare, în special în contextul finanțărilor europene, al politicilor de digitalizare și al dezvoltării urbane sustenabile. Plecând de la aceste constatări, se conturează o serie de direcții strategice care pot ghida procesul de integrare eficientă a dronelor în planificarea urbană din România, într-un cadru instituțional modern, interconectat și orientat spre rezultate.

Figura de mai jos (Fig.10) prezintă schematic principalele direcții strategice propuse pentru integrarea dronelor în planificarea urbană. Fiecare dintre aceste direcții va fi detaliată în continuare.



Fig.10. Model conceptual al direcțiilor strategice de integrare UAV în planificarea urbană din România  
Sursa: Autorul

### **Standardizarea națională a utilizării UAV în urbanism și planificare teritorială**

Una dintre condițiile de bază pentru integrarea eficientă a dronelor în administrația urbană constă în elaborarea unui cadru metodologic și normativ unitar, care să reglementeze pașii operaționali și juridici privind utilizarea datelor geospațiale colectate prin UAV în documentațiile de urbanism și amenajare a teritoriului. În prezent, în România lipsește o legislație clară în acest sens, ceea ce generează incertitudine juridică și limitează aplicabilitatea tehnologiilor în procesele de tip PUG (Plan Urbanistic General), PUZ (Plan Urbanistic Zonal) sau autorizare a construcțiilor. Implementarea unui astfel de cadru ar duce la profesionalizarea procesului de planificare urbană și la reducerea semnificativă a timpului de elaborare a documentațiilor tehnice, favorizând totodată interoperabilitatea cu sistemele informatice teritoriale existente.

### **Consolidarea securității datelor și asigurarea conformității cu normele europene**

Utilizarea dronelor în zone urbane implică, în mod inevitabil, colectarea și procesarea unor volume semnificative de date, dintre care multe pot avea caracter personal sau sensibil. În acest context, devine imperativă implementarea unor mecanisme solide de protecție a datelor, în deplin acord cu Regulamentul General privind Protecția Datelor (GDPR) și cu reglementările naționale în vigoare. Se recomandă elaborarea unor protocoale de criptare și transmisie securizată a informațiilor, precum și efectuarea de audituri cibernetice periodice, în special pentru proiectele de mare anvergură.

## **Dezvoltarea capitalului uman și a rețelilor colaborative interinstituționale**

Integrarea tehnologiilor UAV nu poate fi realizată în absența unui capital uman pregătit să opereze, să interpreteze și să valorifice datele generate. Se propune astfel includerea modulelor de pregătire profesională privind UAV, GIS și securitatea informațiilor în programele de formare continuă pentru personalul administrativ, cu accent pe funcționarii implicați în urbanism, infrastructură, mediu și protecție civilă. De asemenea, se recomandă constituirea unor rețele de orașe inteligente (smart city clusters), prin care municipiile și orașele de dimensiuni medii să poată coopera în schimbul de bune practici, resurse digitale și soluții operaționale.

## **Facilitarea accesului la finanțare europeană pentru proiecte UAV**

Pentru ca aceste direcții strategice să devină operaționale, este necesară identificarea și valorificarea surselor de finanțare europeană disponibile. Se impune ca România să alinieze programele naționale (PNRR, POR) și strategiile sectoriale la obiectivele europene privind digitalizarea serviciilor publice, transformarea urbană și tranziția verde. Fonduri precum Horizon Europe sau CEF Digital pot fi utilizate pentru achiziționarea de echipamente UAV, dezvoltarea infrastructurii IT, instruirea personalului și implementarea de proiecte pilot în domeniul urbanismului digital.

## **Înființarea centrelor regionale de excelență în tehnologii UAV**

O altă măsură strategică esențială constă în dezvoltarea unor centre regionale de competență în domeniul dronelor, sub egida universităților tehnice sau a consiliilor județene. Aceste centre ar putea funcționa ca hub-uri tehnologice care să ofere suport tehnic, consultanță pentru administrații locale, stagii de formare, testare de echipamente și elaborare de proiecte eligibile.

## **Integrarea UAV cu ecosistemele digitale urbane: IoT, senzori și inteligență artificială**

Pentru a valorifica pe deplin potențialul dronelor în planificarea urbană, este necesară integrarea acestora în arhitectura mai largă a orașelor inteligente. Dronelor li se poate atribui un rol activ în colectarea datelor de mediu, în monitorizarea infrastructurii, în supravegherea construcțiilor sau în detectarea riscurilor naturale, dacă sunt corelate cu senzori IoT, rețele de date și algoritmi de inteligență artificială.

Implementarea acestor măsuri presupune însă depășirea unor provocări sistemice precum deficitul de cadre specializate, fragmentarea competențelor instituționale și reticenta la schimbare. Prin urmare, o abordare etapizată, susținută prin pilotări locale și parteneriate public-private, poate spori fezabilitatea acestor propuneri și gradul lor de acceptare.

Recomandările prezentate urmăresc fundamentarea unui cadru strategic bine consolidat, flexibil și adaptabil, capabil să faciliteze integrarea dronelor în administrația urbană locală din România. Aceste orientări pot sta la baza formulării unor politici publice moderne, care să sprijine creșterea eficienței instituționale, îmbunătățirea calității serviciilor oferite cetățenilor și intensificarea participării comunităților la procesele decizionale. Astfel, digitalizarea administrației urbane cu ajutorul tehnologiilor UAV nu mai poate fi privită ca un demers opțional pentru viitor, ci ca o necesitate imediată ce impune dezvoltarea unor mecanisme solide, resurse umane specializate și structuri instituționale performante.

Aceste direcții strategice, corelate cu lecțiile învățate din studiile de caz analizate, pot sta la baza unor recomandări de politici publice integrate, prezentate în concluziile generale ale lucrării.

## **Concluzii și recomandări**

Lucrarea de față a analizat integrarea conceptelor de oraș inteligent (smart city) în planificarea urbană, cu un accent deosebit pe utilizarea dronelor ca tehnologie emergentă în serviciul administrației publice locale. Într-un context marcat de transformări digitale accelerate, utilizarea

acestor tehnologii a fost evaluată atât prin prisma oportunităților pe care le oferă administrațiilor, cât și prin identificarea obstacolelor ce stau în calea implementării eficiente.

Prin raportare la obiectivele și întrebările formulate în introducere, concluziile formulate în această secțiune sintetizează principalele contribuții ale cercetării, subliniind în ce măsură tehnologiile smart, în special dronele, pot contribui la crearea unui model de guvernare urbană mai eficient, transparent și sustenabil.

Rezultatele obținute din cercetare și studiul de caz permit articularea unor răspunsuri clare la întrebările de cercetare și formularea unor direcții strategice pentru administrațiile publice locale.

### **Utilizarea dronelor îmbunătățește semnificativ procesul decizional și acuratețea datelor geospațiale**

În raport cu prima întrebare de cercetare, s-a constatat că dronele pot transforma fundamental modul în care autoritățile locale colectează și procesează informațiile necesare pentru luarea deciziilor urbanistice. UAV-urile oferă o capacitate remarcabilă de colectare rapidă și precisă a datelor geospațiale, ceea ce permite generarea de modele tridimensionale ale teritoriului, supravegherea în timp real a lucrărilor de infrastructură și identificarea proactivă a problemelor de ordin structural sau ambiental.

Aceste avantaje se traduc printr-o creștere substanțială a capacității de analiză și intervenție a administrațiilor publice, care dispun astfel de instrumente moderne pentru fundamentarea politicilor urbane. Studiul de caz integrat în lucrare a evidențiat faptul că adoptarea acestor tehnologii conduce nu doar la un management mai eficient al resurselor, ci și la un proces decizional bazat pe date concrete, obiective și actualizate, reducând semnificativ dependența de estimări subiective sau de proceduri birocratice lente.

### **Obstacolele legislative și financiare frânează procesul de implementare a orașelor inteligente**

Rezultatele cercetării indică faptul că bariera principală în calea extinderii dronelor în sectorul public nu este de ordin tehnic, ci structural și instituțional. Lipsa unui cadru legislativ coerent, capabil să reglementeze clar utilizarea UAV-urilor în domeniul public, generează incertitudine juridică și dificultăți de aplicare practică. Ambiguitățile privind autorizarea zborurilor, protecția datelor cu caracter personal și responsabilitatea operațională a operatorilor sunt doar câteva dintre elementele care inhibă inițiativele locale.

Pe lângă acestea, limitările bugetare constituie un obstacol major, în special în cazul administrațiilor mici sau medii, care dispun de resurse reduse pentru investiții în infrastructură digitală și formare profesională. Lipsa personalului calificat în operarea dronelor, coroborată cu dificultatea accesării fondurilor europene sau naționale pentru digitalizare, întârzie procesul de transformare digitală și accentuează disparitățile între comunitățile locale.

### **Tehnologiile smart city contribuie la creșterea calității vieții și eficienței serviciilor publice**

Cea de-a treia întrebare de cercetare vizează impactul concret al tehnologiilor smart asupra vieții urbane, iar concluziile lucrării confirmă că integrarea acestora – în special a UAV-urilor – are potențialul de a transforma fundamental relația dintre administrație și cetățeni. Dronele pot fi utilizate în diverse domenii, de la monitorizarea traficului și cartografierea terenurilor, până la gestionarea situațiilor de urgență, contribuind la o administrație proactivă, orientată spre prevenție și adaptabilitate.

Prin facilitarea accesului la date și creșterea transparenței proceselor administrative, orașele devin mai inclusiv orientate către cetățean, oferind servicii publice mai eficiente, mai rapide și mai personalizate. De asemenea, impactul pozitiv asupra mediului și sustenabilității este semnificativ,

având în vedere capacitatea dronelor de a reduce costurile operaționale și amprenta ecologică a administrației.

În urma cercetării realizate, au fost conturate o serie de **recomandări**, menite să sprijine administrațiile publice locale din România în procesul de integrare eficientă a tehnologiilor smart city, cu un accent special pe utilizarea dronelor.

Un prim pas important îl reprezintă **dezvoltarea unui cadru legislativ clar și bine adaptat evoluției tehnologice**. Este necesară stabilirea unor reglementări precise privind utilizarea UAV-urilor în sectorul public, cu accent pe simplificarea procedurilor de autorizare, garantarea securității datelor și clarificarea responsabilităților instituționale.

În plus, pentru a reduce dependența de furnizori externi și a spori autonomia administrativă, se poate **investiții în formarea profesională a funcționarilor publici** prin dezvoltarea de programe de instruire în competențe digitale, operarea echipamentelor UAV și analiza datelor geospațiale,

O altă recomandare vizează susținerea financiară a proiectelor smart city prin utilizarea **fondurilor europene** disponibile și încurajarea colaborărilor cu mediul privat. Astfel, se pot mobiliza resurse suplimentare pentru achiziția de echipamente, dezvoltarea infrastructurii și profesionalizarea personalului.

În același timp, dronele ar trebui **integrate în mod sistematic în activitățile** curente ale **administrațiilor** urbane. Cartografierea digitală, supravegherea lucrărilor de infrastructură, monitorizarea riscurilor naturale sau evaluarea terenurilor sunt doar câteva dintre aplicațiile cu impact direct asupra eficienței administrative.

O ultimă propunere se axează pe **promovarea schimbului de bune practici între administrații** prin crearea unor rețele de colaborare între orașele din România și alte centre urbane europene care au implementat deja tehnologii similare. Schimbul de bune practici, expertiză și soluții testate poate accelera procesul de transformare digitală și poate contribui la dezvoltarea unei administrații publice moderne, deschise și eficiente.

Concluziile generale ale lucrării demonstrează că integrarea tehnologiilor smart city – cu accent pe drone – reprezintă nu doar o oportunitate, ci o necesitate strategică pentru transformarea administrației publice locale. Succesul acestor procese nu depinde doar de voința politică sau de resursele tehnice disponibile, ci și de capacitatea instituțională de a formula politici coerente, de a forma capital uman adaptabil și de a încuraja participarea activă a cetățenilor în viața comunității. Într-o societate dinamică, orașele care vor ști să îmbine inovația tehnologică cu sustenabilitatea socială vor deveni lideri ai dezvoltării urbane durabile în secolul XXI.

## References

- [1] C. Vrabie, "Promisiunile Inteligenței Artificiale (AI) Administrației Publice și Orașelor Inteligente," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 11, p. 9–46, 2023.
- [2] C. Vrabie, "Smart Cities 2.0 – Connected city, or how to use technologic infrastructure for improving the quality of life," *Central and Eastern European eDem and eGov Days*, vol. 335, pp. 411-424, 2022.
- [3] C. Savulescu and C. G. Antonovici, "Orașul inteligent – ecosistem de inovare și adaptare," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 2, pp. 11-21, 2023.
- [4] V. Baltac, "Orașul inteligent și infrastructura digitală," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 2, pp. 105-111, 2023.
- [5] C. Vrabie, "Convergența securității digitale," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 3, pp. 267-277, 2023.
- [6] C. Vrabie, C. Antonie, L. Iordache and L. Brosner, "E-guvernarea în municipiile României," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 1, pp. 51-78, 2023.
- [7] E. Dumitrascu and C. Vrabie, "Smart cities: de la idee la implementare, sau despre cum tehnologia poate da strălucire mediului urban", București: Universul Academic, 2018.
- [8] V. Baltac, "Orașul inteligent și decalajele digitale," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 3, pp. 11-17, 2023.
- [9] C. Savulescu and C. G. Antonovici, "The smart city as dynamic digital ecosystem," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 6, pp. 195-205, 2023.
- [10] D. Kumar, "The Conception and Discourse of Smart City," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 7, no. 1, pp. 71-84, 2023.
- [11] S. Myeong, J. Park and M. Lee, "Research Models and Methodologies on the Smart City: A Systematic Literature Review," *Sustainability*, vol. 14, no. 3, p. 1687, 2022.
- [12] M. G. Mihaila, "E-guvernarea, România 2000-2030. Orașe inteligente și dezvoltare urbană," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 6, pp. 267-277, 2023.
- [13] K. Radchenko, "The economic and social impacts of smart cities: multi-stakeholder pre-study results," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 7, no. 2, pp. 25-38, 2023.
- [14] V. Logvinov and N. Lebid, "Is the Smart cities of hybrid model of local government - The type III cities: Four possible answers," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 2, no. 1, pp. 9-30, 2018.
- [15] A. Basu, "Engage citizens to smarten city governance," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 9, no. 2, pp. 31-41, 2025.

- [16] K. Feher and B. Istvan, "Recommendations, best practices and key factors of smart city and smart citizenship," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 4, no. 1, pp. 37-55, 2020.
- [17] S. Carboni, "Smart City - A new concept of green and technological city -," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 5, no. 1, pp. 53-68, 2021.
- [18] D. Dinca, "Mobilitate pentru durabilitate," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 4, pp. 223-230, 2023.
- [19] C. Vrabie, "Smart Urban Governance. Administrația Publică în era Smart: Tehnologie, Date și Cetățeni," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 1, no. 1, pp. 1-30, 2024.
- [20] D. Dinca and C. Dumitrica, "Dezvoltare și planificare urbană", București: Pro Universitaria, 2010.
- [21] M. Höjer and J. Wangel, "Smart Sustainable Cities: Definition and Challenges," *ICT Innovations for Sustainability. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 310, pp. 333-349, 2015.
- [22] A. V. Baluta and E. Dumitrascu, "Smart city – o etapa noua in evolutia vietii, societatii si afacerilor," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 5, pp. 45-54, 2023.
- [23] A. V. Vevera, "Hyperconnected horizons: decoding the digital sovereignty of european smart cities," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 11, pp. 393-400, 2023.
- [24] "Smart City Magazine," iunie-septembrie 2017. [Online]. Available: <https://smartcitymagazine.ro/wp-content/uploads/2020/09/Smart-City-Magazine-3.pdf>. [Accessed 02 03 2025].
- [25] "Smart City Magazine," septembrie-noiembrie 2017. [Online]. Available: <https://smartcitymagazine.ro/wp-content/uploads/2020/09/Smart-City-Magazine-4.pdf>. [Accessed 02 03 2025].
- [26] "Smart City Magazine," 2016. [Online]. Available: <https://smartcitymagazine.ro/wp-content/uploads/2020/09/Smart-City-Magazine-1.pdf>. [Accessed 02 03 2025].
- [27] "Smart City Magazine," iulie-septembrie 2021. [Online]. Available: [https://smartcitymagazine.ro/wp-content/uploads/2021/09/Smart\\_City\\_Magazine\\_Nr.\\_17.pdf](https://smartcitymagazine.ro/wp-content/uploads/2021/09/Smart_City_Magazine_Nr._17.pdf). [Accessed 02 03 2025].
- [28] "Smart City Magazine," martie 2017. [Online]. Available: <https://smartcitymagazine.ro/wp-content/uploads/2020/09/Smart-City-Magazine-2.pdf>. [Accessed 02 03 2025].
- [29] A. Hill, "ITS International," Award at Smart City Expo World Congress focused on digital inclusion and mobility, 17 noiembrie 2022. [Online]. Available: <https://www.itsinternational.com/its5/its8/news/seoul-smart-city-2022> . [Accessed 02 03 2025].

- [30] S. Carboni, "Smart Cities in comparison: An analysis of the best Smart Cities," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 8, no. 3, pp. 65-78, 2024.
- [31] C. Vrabie, „Deep Learning. Viitorul inteligenței artificiale și impactul acesteia asupra dezvoltării tehnologiei”, București: Școala Națională de Studii Politice și Administrative (SNSPA), 2023.
- [32] L. Beh, M. J. Lee, N. H. A. Rahman and S. L. Lai, "Smart Cities and Digitalisation: A Research Agenda of Public Administration," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 6, no. 3, pp. 41-58, 2022.
- [33] P. Neirotti, A. D. Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano and F. Scorrano, "Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts," *Cities*, vol. 38, pp. 25-36, 2014.
- [34] C. Săvulescu and G. A. C, "Fostering the digital change in a smart city," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 1, no. 2, pp. 81-91, 2017.
- [35] I. F. Voicu and S. Diaconu, "Reducing city household water consumption with internet of things devices," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 9, pp. 367-377, 2023.
- [36] A. Danila, R. A. Streche, F. E. Osiac, A. M. Sterea, C. Dobre and G. Suci, "IoT systems for efficient preservation of cultural heritage," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 11, pp. 515-526, 2024.
- [37] C. Balaceanu, R. Roscaneanu, R. A. Streche, F. E. Osiac and G. Suci, "Artefacts conservation using an IoT system," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 9, pp. 475-484, 2023.
- [38] C. Li and I. Virtosu, "Competition Law in the Age of AI: Confronting Algorithmic Collusion in the Smart Economy," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 9, no. 2, pp. 41-54, 2025.
- [39] A. Meijer and M. P. R. Bolívar, "Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance," *International Review of Administrative Sciences*, vol. 82, no. 2, pp. 392-408, 2016.
- [40] J. O. Fayomi and Z. A. Sani, "Application and Challenges of Web 3.0 in Smart Cities," *Smart Cities and Regional Development Journal (SCRD)*, vol. 7, no. 1, pp. 31-42, 2023.
- [41] A. A. Tirziu and C. Vrabie, The role of Internet of Things in developing smart cities, vol. 343, *Information Systems: Research, Development, Applications, Education. SIGSAND/PLAIS 2018. Lecture Notes in Business Information Processing*, 2018, pp. 138-144.
- [42] S. Almarri and A. Aljughaiman, "Blockchain Technology for IoT Security and Trust: A Comprehensive SLR," *Sustainability*, vol. 16, no. 23, pp. 1-35, 2023.
- [43] M. Iorgu, "Cum este construit „cloud” și cum funcționează acesta?," [Online]. Available: <https://courses.minnlearn.com/ro/courses/digital-revolution/the-cloud-computing-revolution/how-is-the-cloud-built-and-how-does-it-work/>. [Accessed 04 03 2025].

- [44] E. Cebotaru, "Aplicarea dronelor în administrația publică," *Teoria și practica administrării publice*, pp. 549-555, 2019.
- [45] A. P. Manolea, "Pregătiri pentru cyber warfare. Cursa înarmării cu arme dotate cu inteligență artificială," *Revista GeoPolitica*, p. 136, Ediția anul XIX 2021.
- [46] D. Hu and J. Minner, "UAVs and 3D City Modeling to Aid Urban Planning and Historic Preservation: A Systematic Review," *Remote Sens*, vol. 15, no. 23, pp. 1-27, 2023.
- [47] S. M. Nas, M. V. Bondrea, V. M. Radulescu, R. Gâlgău, I. S. Veres, R. Bondrea and A. T. Radulescu, "The Use of UAVs for Land Use Planning of Brownfield," *Land*, vol. 12, no. 2, pp. 1-20, 2023.
- [48] A. M. M. Kamarulzaman, W. S. W. M. Jaafar, M. M. Said, S. N. M. Saad and M. Mohan, "UAV Implementations in Urban Planning and Related Sectors of Rapidly Developing Nations: A Review and Future Perspectives for Malaysia," *Remote Sens*, vol. 15, no. 11, pp. 1-37, 2023.
- [49] A. Enea, M. Iosub and C. C. Stoleriu, "A Low-Cost, UAV-Based, Methodological Approach for Morphometric Analysis of Belci Lake Dam Breach, Romania," *Water*, vol. 15, no. 9, pp. 1-18, 2023.
- [50] A. M. Yunus, A. H. Hamzah and F. A. M. Azmi, "Drone Technology as A Modern Tool in Monitoring the Rural-Urban Development," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES)*, vol. 540, pp. 1-10, 2020.
- [51] B. E. Mdaopa, T. Gumbo, T. Moyo and I. Musonda, "Functional Applications of Unmanned Aerial Vehicle Technology in Urban Planning Practice: A PRISMA Systematic Review," *Proceedings of REAL CORP 2023, 28th International Conference on Urban Development, Regional Planning and Information Society*, pp. 305-314, 2023.
- [52] S. F. A. Shah, T. Mazhar, T. A. Shloul, T. Shahzad, Y. Hu, F. Mallek and H. Haman, "Applications, challenges, and solutions of unmanned aerial vehicles in smart city using blockchain," *PeerJ Computer Science*, no. 10, pp. 1-35, 2024.
- [53] J. Calina, A. Calina and T. Iancu, "Research on the Use of Aerial Scanning and Gis in the Design," *Sustainability*, vol. 14, no. 21, pp. 1-32, 2022.
- [54] K. Alkaabi and A. Abuelgasim, "Applications of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology for Research and Education in UAE," *International Journal of Social Sciences Arts and Humanities*, vol. 5, no. 1, pp. 4-11, 2017.
- [55] EUR-Lex, "Regulamentul delegat (UE) 2019/945 privind sistemele de aeronave fără pilot la bord și operatorii de sisteme de aeronave fără pilot la bord din țări terțe," Comisia Europeană, 12 martie 2019. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0945>. [Accessed 04 03 2025].
- [56] EUR-Lex, "Regulamentul de punere în aplicare (UE) 2019/947 privind normele și procedurile de operare a aeronavelor fără pilot la bord," Comisia Europeană, 24 mai 2019. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX:32019R0947>. [Accessed 04 03 2025].

- [57] F. A. Administration, "Certificated Remote Pilots including Commercial Operators," [Online]. Available: [https://www.faa.gov/uas/commercial\\_operators](https://www.faa.gov/uas/commercial_operators). [Accessed 04 03 2025].
- [58] Guvernul României - Hotărâre nr. 859 din 11 august 2021 pentru aprobarea procedurii de autorizare a zborurilor cu aeronave în spațiul aerian național, România: Monitorul Oficial nr. 797 din 19 august 2021.
- [59] M. Burdon and A. McKillop, "The Google Street View Wi-Fi scandal and its repercussions for privacy regulation," *Monash University Law Review*, vol. 39, no. 3, pp. 703-738, 2013.
- [60] A. M. Stancu, "Rolul Machine Learning în Smart Cities," *Smart Cities and Regional Development Preprints (SCRD)*, vol. 1, no. 1, pp. 1-12, 2024.
- [61] T. Z. Xiang, G. S. Xia and L. Zhang, "Mini-Unmanned Aerial Vehicle-Based Remote Sensing: Techniques, applications, and prospects," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, vol. 7, no. 3, pp. 29-63, 2019.
- [62] A. C. Badea and G. Badea, "GIS solutions for smart city development," *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 9, pp. 179-190, 2023.
- [63] Z. Zhang and L. Zhu, "A Review on Unmanned Aerial Vehicle Remote Sensing: Platforms, Sensors, Data Processing Methods, and Applications," *Drones*, vol. 7, no. 6, pp. 368-398, 2023.
- [64] D. Olson and J. V. Anderson, "Review on unmanned aerial vehicles, remote sensors, imagery processing, and their applications in agriculture," *Agronomy Journal*, vol. 113, no. 2, pp. 971-992, 2021.
- [65] Parlamentul României - Legea nr. 21 din 18 martie 2020 privind Codul aerian, România: Monitorul Oficial din nr. 222 din 19 martie 2020.
- [66] "Plan de mobilitate urbană durabilă - Oradea," [Online]. Available: <https://oradea.ro/wp-content/uploads/2023/12/Planul-de-Mobilitate-Urbana-Durabila-Oradea.pdf>. [Accessed 08 04 2025].