

## Metode geostatistice de analiză a sistemelor teritoriale

### Rezumat

Candidat: lector universitar doctor (în ecologie) Alexandru-Ionuț Petrișor  
Îndrumător: profesor universitar doctor Ion Ianoș

Lucrarea de față pornește de la ipoteza că transferul metodologic al unor instrumente statistică-matematice folosite în analiza sistemelor ecologice poate fi posibil și benefic în analiza sistemelor teritoriale. Pentru a verifica această ipoteză, procesul de cercetare este organizat în funcție de următoarele obiective: (1) în vederea fundamentării teoretice a transferului metodologic, conceptul de „sistem teritorial” este analizat în detaliu și comparat cu alte concepte cu un conținut analog din ecologie (disciplină din care se va realiza ulterior transferul metodelor statistice) și amenajarea teritoriului; (2) printr-o analiză critică este trecut în revistă instrumentarul existent în analiza sistemelor teritoriale, evidențind lacunele și limitele acestuia; (3) sunt analizate metodele statistice potențial utilizabile în analiza sistemelor teritoriale, cu prioritate cele deja folosite în ecologie; (4) transferul metodologic propriu-zis constă în derularea unor studii de caz cât mai diverse, și pe cât posibil la mai multe scări spațiale, și (5) analiza rezultatelor obținute în toate aceste etape fundamentează concluziile cu un caracter general, dar și o ierarhie a metodelor și un algoritm de utilizare a acestui instrumentar.

Analiza conceptului de „sistem teritorial” arată că acesta reprezintă o realitate obiectivă și nu o construcție teoretică. Sistemele teritoriale sunt definite ca „ansambluri funcționale [...] constituite din elemente și relații, care au ca finalitate atingerea unor teluri comune”<sup>1</sup>. Alți autori pun accentul în definirea sistemelor teritoriale doar pe elementele componente<sup>2</sup>. Elementele pot fi naturale și antropice<sup>3</sup> – Fig. 1.

Alexandru-Ionuț Petrișor

Structura celor două subsisteme, natural și antropic, diferă substanțial. La baza conceptului de sistem teritorial se află noțiunea de teritoriu, definit ca „spațiu geografic gestionat de o persoană, de un grup de persoane sau de către un alt actor economico-social”<sup>4</sup>, sau, din punctul de vedere al geografiei economice, ca „suport material al relațiilor dintre actori, infrastructuri și tehnologii”<sup>5</sup>. Ultima definiție pornește de la acceptiunea potrivit căreia teritorialitatea reprezintă o „expresie geografică primară a puterii sociale”<sup>6</sup>. Conform primei definiții, noțiunea de teritoriu se bazează pe conceptul de spațiu geografic – „întindere determinată, caracterizată printr-un număr mai mare sau mai redus de caractere fizice ale căror diversitate și întrepătrunderi se desfășoară sub ochii noștri pe suprafața pământului”<sup>7</sup>. Cea de-a doua definiție privește teritoriul ca interfață a relației dintre natură și societate<sup>8</sup>.

Termenul de „sistem teritorial” este utilizat și de Christiane Rolland-May în 2000, și definit ca „sistem cu un înalt grad de organizare, complexitate crescută atât în planul structurii interne, relațiilor cu mediul, cât și al articulației cu subsistemele și sistemele integratoare și capacitatea de definire a proprietăților obiective sau a mijloacelor de atingere a acestora”<sup>9</sup>, într-o lucrare ce propune un model de implementare a concepției sistemică în geografia așezărilor umane pentru evaluarea teritoriilor. Datorită orientării preponderent metodologice a lucrării, conceptul este insuficient cristalizat, definiția propusă fiind aplicabilă oricărora sisteme mari și complexe, și nu doar celor teritoriale.

Trebuie remarcată, în acest context, omogenitatea diferită a unui sistem teritorial în funcție de gradul de antropizare, care determină apariția unor diferențe între cele două subsisteme.

– Sistemele teritoriale naturale sunt mai omogene din punct de vedere fizionomic<sup>10</sup> și prezintă relații de interconexiune foarte evidente pe verticală între litosferă, hidrosferă, biosferă și atmosferă, relațiile de compensare, intercondiționare și cooperare în desfășurarea fluxurilor de materie, energie și informație asigurând coerenta sistemului; în plan teritorial, omogenitatea rezultă din

- similaritatea fizionomică și funcțională a componentelor, și nu din interconectarea lor<sup>11</sup>.
- Sistemele teritoriale puternic antropizate sunt eterogene, dar prezintă coerentă și sinergie spațială. Coerența lor funcțională este dată de dezechilibrul teritorial<sup>12</sup>.

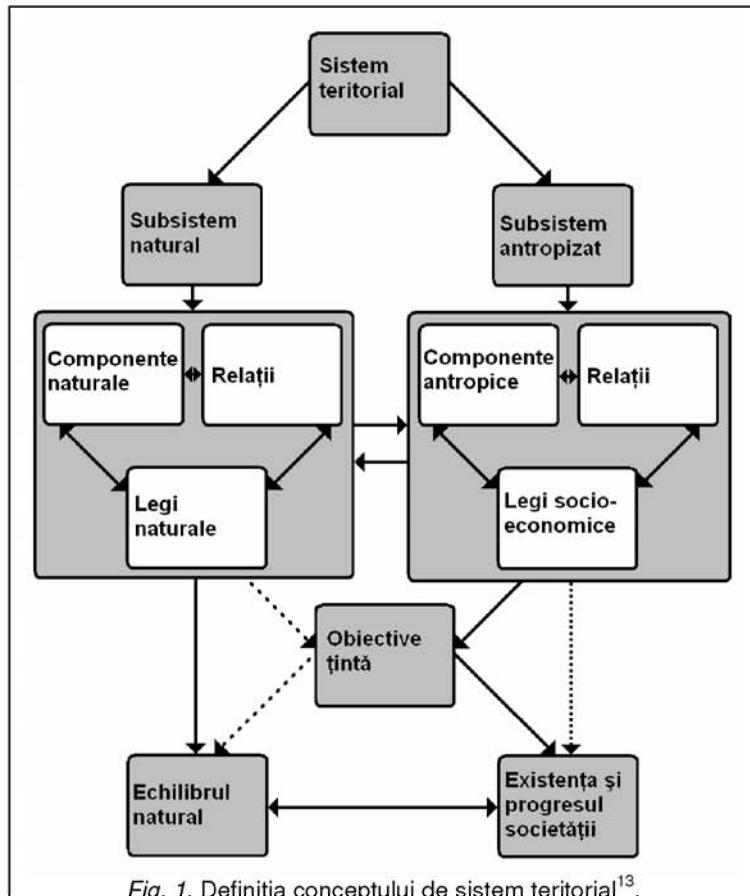


Fig. 1. Definiția conceptului de sistem teritorial<sup>13</sup>.

În pofida acestor diferențe, sistemul teritorial rezultă din interrelațiile dintre cele două subsisteme, fizionomia și funcționalitatea sa depinzând de intensitatea și formele relațiilor dintre acestea<sup>14</sup>.

În final, prin analiza critică de tip comparativ a acestor concepte, este propusă în *Tabelul 1* o corespondență a nivelurilor ierarhice stabilite de cele trei discipline, la care se adaugă și scara spațială de interpretare și analiză a diversității acestor niveluri<sup>15</sup> (*Tabelul 2*).

*Tabelul 1.* Analiza critică a modului de delimitare conceptuală și a proprietăților sistemelor din geografie, ecologie și amenajarea teritoriului.

Conceptul, însușirea	Geografie	Ecologie	Amenajarea teritoriului
Numele sistemului	Teritorial	Ecologic	Socio-spațial
Componentele sistemului	Componente și procese <sup>16</sup>	Structură și funcții <sup>17</sup>	Componente și fluxuri <sup>18</sup>
Diferențe în abordarea componentelor	Geosistemul include ecosistemul	Ecosistemul include geosistemul	Concentrare asupra sistemelor antropice
Componența dominantă	Depinde de gradul de antropizare	Depinde de gradul de antropizare	Specia umană
Ierarhia sistemelor	Teoria fractalilor – replicarea sistemului la diferite scări; geosistem, geofacies, geotop, regiune naturală, regiune geografică, domeniu, zonă <sup>19</sup>	Ecosistem – complex de ecosisteme – ecosferă	Nomenclatorul Unităților Teritoriale Statistice (România: UAT – județ – regiune de dezvoltare)
Unitatea operațională considerată optimă	Geosistemul, deși se poate merge până la nivelul gospodăriei individuale	Ecosistemul, deși se disting și subunități ale acestuia <sup>20</sup>	UAT
Conceptul de diversitate	Geodiversitate (percepță, însă, diferit de biodiversitatea din geologie <sup>21</sup> )	Biodiversitatea <sup>22</sup>	Diversitatea culturală
Diferențe în abordarea diversității	Geodiversitatea include biodiversitatea	Biodiversitatea include geodiversitatea	Concentrare asupra diversității socio-culturale

*Tabelul 1.* Analiza critică a modului de delimitare conceptuală și a proprietăților sistemelor din geografie, ecologie și amenajarea teritoriului.

Conceptul, înșuirea	Geografie	Ecologie	Amenajarea teritoriului
Dinamica	Dinamica teritorială: procese de urbanizare – peri- și sub-urbanizare – gentrificare derulate în spirală <sup>23</sup>	Trecerea de la modelul succesiunii ecologice <sup>24</sup> la cel al ciclurilor adaptive <sup>25</sup>	Dezvoltarea economică
Obiectivul dinamicii sistemelor	Satisfacerea nevoilor umane <sup>26</sup>	Naturale: maximizarea fluxului de energie <sup>27</sup> , dominate de om: satisfacerea nevoilor umane	Satisfacerea nevoilor umane
Limita de colaps	Capacitatea de suport <sup>28</sup> , ecoenergii minime și maximale <sup>8</sup>	Resursele naturale, ecoenergiile <sup>29</sup>	Densitatea populației <sup>30</sup>
Proprietăți-cheie	Complexitatea, coerența, sinergia, geometria variabilă, sisteme termodinamic și informațional optimal deschise cu structură dissipativă, rezistente la schimbare, diversitatea, globalitatea, unicitate, organizarea, integralitatea, funcționalitatea, autoreglare, cauzalitatea, echilibru dinamic <sup>31</sup>	Caracterul istoric, existența programelor, integralitatea, autoreglarea, echilibrul dinamic, caracterul informațional, eterogenitatea <sup>32</sup> , comportamentul neliniar, caracterul autopoietic, fractalitatea, comportamentul anti-entropic <sup>33</sup> , stabilitatea, capacitatea de suport, evoluția <sup>34</sup>	Diversitatea, dominarea de specia umană, caracterul social, controlul eco-social <sup>35</sup> , integralitatea, dinamica predictibilă, fractalitatea <sup>36</sup>
Obiectul disciplinei	Unitate administrativ-teritorială (UAT) – peisaj – global	Complex de ecosisteme	Depinde de scop
Metode de studiu și analiză	Studiu în teren, abordarea multiscalară, harta, descrierea, tipologia, dinamica, organizarea, analiza chorematică <sup>37</sup>	Studii de teren și birou; model izomorf și homomorf <sup>38</sup>	Istoric; rolul predominant al planificării
Integrarea conceptiei sistemice	Abordare mixtă, sistemică și sectorială	Abordare sistemică	Abordare sectorială

*Tabelul 2.* Corespondența dintre nivelurile ierarhiei sistemelor din geografie, ecologie și amenajarea teritoriului și interpretarea spațială a diversității componentelor ierarhiei.

Ierarhia sistemelor ecologice	Ierarhia sistemelor teritoriale	Ierarhia sistemelor socio-spațiale <sup>39</sup>	Diversitatea (spațială) <sup>40</sup>
Subunități structurale și funcționale ale ecosistemului <sup>41</sup>	Nanostructuri și microstructuri, casă/ bloc, întreprindere/ unitate/ secție, stradă/ segment de stradă <sup>42</sup>	-	α, ω
Ecosistem <sup>43</sup>	Geosistem, geofacies, geotop <sup>44</sup> , sistem local <sup>45</sup>	NUTS V (LAU III)	α, ω
Complex regional de ecosisteme <sup>46</sup>	Regiune naturală <sup>47</sup> / regiune geografică <sup>48</sup> , sistem regional <sup>49</sup>	NUTS III	β, γ, ω
Complex macroregional de ecosisteme <sup>50</sup>	Domeniu, zonă <sup>51</sup> , sistem național, supranațional, continental <sup>52</sup>	NUTS II, teritoriu național, continent	γ, δ, ε, ω
Ecosferă <sup>53</sup>	Geosferă, sistem planetar <sup>54</sup>	Glob	ω

Analiza conceptelor de geodiversitate și biodiversitate arată că acestea se suprapun<sup>55</sup>, deși unii autori consideră că geodiversitatea include biodiversitatea<sup>56</sup>, iar alții susțin situația contrară<sup>57</sup>. Această confuzie este în mare măsură alimentată de semantică. Conceptul de „biodiversitate“ este construit din punct de vedere etimologic pornind de la gr. βίος (bios) – viu, așa cum o arată definiția din Convenția privind diversitatea biologică de la Rio de Janeiro: „diversitatea biologică înseamnă variabilitatea **organismelor** și din toate sursele, inclusiv, printre altele, a ecosistemelor terestre, marine și a altor ecosisteme acvatice și a complexelor ecologice din care acestea fac parte; aceasta include diversitatea în cadrul speciilor, dintre specii și a ecosistemelor“<sup>58</sup>. Cu toate acestea, definiția permite extinderea prin adăugarea componentelor lipsite de viață (abiotice) având în vedere includerea diversității ecosistemelor (care includ „nu numai complexul de organisme, dar și pe cel al factorilor fizici“<sup>59</sup>). Această latură a biodiversității a fost numită **ecodiversitate**, fiind etimologic construită în jurul notiunii de **ecosistem**, și incluzând

deopotrivă componente vii și nevii. S-a preferat includerea conceptului de ecodiversitate în cel deja consacrat (biodiversitatea), ca extensie a acestuia, în pofida raportului lor semantic invers. De fapt, această abordare este eronată, deoarece ar trebui ca ecodiversitatea să includă biodiversitatea, tot aşa cum ierarhia sistemelor ecologice include ierarhia sistemelor biologice de rang superior speciei (Fig. 2).

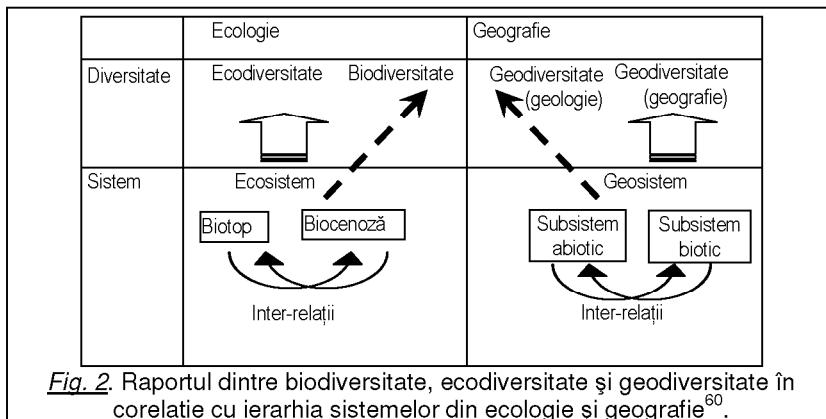


Fig. 2. Raportul dintre biodiversitate, ecodiversitate și geodiversitate în corelație cu ierarhia sistemelor din ecologie și geografie<sup>60</sup>.

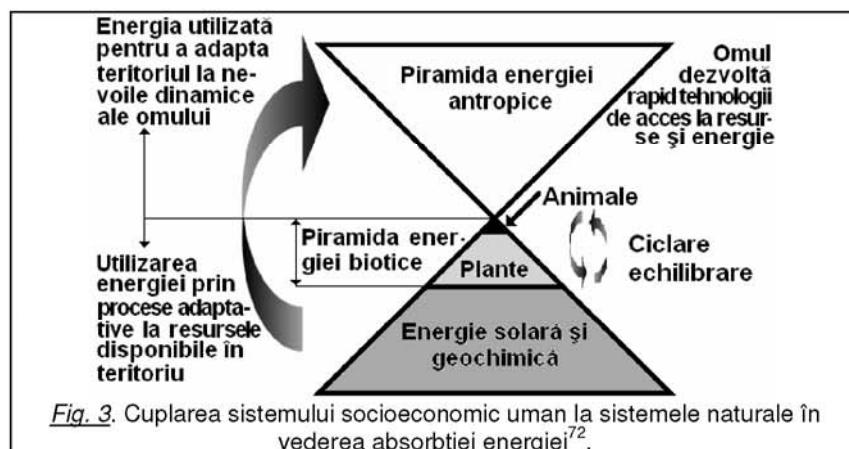
Pentru a înțelege dinamica sistemelor naturale este necesară o prezentare a funcțiilor acestora. Sistemele naturale realizează trei funcții: circuitele sau fluxurile biogeochimice (ale masei și, respectiv, energiei) și autoreglarea<sup>61</sup>. Primele două funcții sunt cuplate prin intermediul lanțurilor, rețelelor, nivelurilor și piramidelor trofice. Lanțurile, rețelele și nivelurile trofice evidențiază componentele circuitelor biogeochimice, în timp ce piramidele trofice cuantifică și raporturile cantitative dintre acestea. Nivelurile trofice trebuie abordate în ansamblu (Tabelul 3), ținând cont de cuplarea sistemului socioeconomic la sistemele ecologice naturale, care poate fi înțeleasă doar prin perspectiva ciclurilor metabolice<sup>62</sup>.

Tabelul 3. Corespondența dintre nivelurile trofice ale sistemelor naturale și cele din sistemele antropice și antropizate.

Nivel trofic	Existența în sistemele naturale	Existența în sistemele antropice și antropizate	Procese caracteristice
Mineralotrofia	Da	Foarte redusă, datorită înlocuirii permanente a stratului superficial	Interacțiunea rocilor cu agentii naturali – eroziune, dezagregare, disoluție – mineralele devin asimilabile <sup>63</sup>
Fitotrofia	Da (în unele sisteme naturale – gropi abisale, peșteri, energia provine din alte sisteme – energie chimică)	Reducă la spațile verzi, modificată, ecosistemele urbane practic nu au producție primară brută; energia este înmagazinată în legăturile chimice (cca. 2%) și dissipată prin procesele metabolice sub formă căldurii (cca. 98% <sup>64</sup> )	Plantele, prin procesul de fotosinteză, transformă mineralele și dioxidul de carbon atmosferic în producția primară brută; energia este înmagazinată în legăturile chimice (cca. 2%) și dissipată prin procesele metabolice sub formă căldurii (cca. 98% <sup>64</sup> )
Zootrofia	Da	Da (din sistemele naturale)	Consumatorii primari (organismele erbivore) preiau de la producătorii primari producția primară brută (cca. 40-85% din producția primară brută <sup>65</sup> ). O mare parte este cheltuită în procesele metabolice și dissipată sub formă calorică, iar o parte este concentrată (de cca. 10 ori <sup>66</sup> ) și transmisă nivelului trofic următor, procesul fiind reluat până la nivelul consumatorilor de vârf. Odată cu energia este concentrată și materia, inclusiv substanțele poluante, de cca. 10 ori.
Tehnotrofia	Nu	Da	Pe baza energiei provenită din sistemele naturale (inclusiv din combustibilii fosili) au loc procese de sedentarizare, practicarea agriculturii, industrializare, urbanizare etc. <sup>67</sup>
Nootrofia	Nu	Da	Cercetare, management, educație, finanțare – în general, procesele-suport ale dezvoltării umane <sup>68</sup>

Cuplarea sistemelor socioeconomice la cele naturale se realizează sub toate aspectele funcționale.

- În ceea ce privește fluxul de materie, acesta este preluat din sistemele naturale, omul intervenind ca un consumator (adesea de vârf) în lanțurile trofice. Prelevarea resurselor se face direct din aceste sisteme sau în urma transformării lor în sisteme antropizate de tipul agroecosistemelor.
- Prelevarea energiei (și a resurselor) se face prin intermediul tehnologiilor dezvoltate de specia umană<sup>69</sup> (Fig. 3). Sub aspect energetic, sistemele socioeconomice disipă energia naturală, pe care o introduc pe diferite căi (îngrășăminte, pesticide, prelucrarea solului, îngrijirea spațiilor verzi, hrana etc.) în cantități ce depășesc cu mult contribuția producătorilor primari<sup>70</sup>. Mărirea cantității absorbite de sistemele antropice se realizează prin creșterea complexității canalelor de absorție a resurselor de către societatea umană, evidențiind caracterul structuator al activităților umane asupra spațiului geografic<sup>71</sup>.
- Modificarea circuitelor biogeochimice și reducerea biodiversității determină o scădere a stabilității sistemelor socioeconomice, a căror autoreglare devine astfel dependentă de intervențiile omului.



Această dinamică este în strânsă relație cu conceptele de ecoenergie și urbanizare. Ecoenergia primară desemnează energia inițială a unui sistem teritorial înainte de intervenția omului ca factor conștient în structurile sale. În procesul de urbanizare, sistemele naturale devin antropizate, apoi antropic, concentrarea de populație și de activități economice determinând un consum diferențiat al resurselor, apreciate ca ecoenergii primare<sup>73</sup>. Evaluarea ecoenergiilor se face în raport cu aprecierea calitativă a nivelului de degradare a geosistemelor inițiale, iar gradul de antropizare este proporțional în intensitate cu distribuția ecoenergiilor primare, dar corelat în mod invers cu aceasta și răspunzător de accentuarea complexității geosistemelor<sup>74</sup>.

Trăsătura comună a metodelor de studiu folosite curent în geografie este **subiectivitatea**. Aceasta se manifestă atât direct (de exemplu, descrierea necantitativă este cât se poate de subiectivă, dar și cea cantitativă este influențată de datele existente, de modalitatea de a interpreta aceste date în absența unei metode „universale“, de tip statistic), cât și indirect (analiza SWOT sau analiza LFA, deși au o derulare secvențială, depind de caracteristicile echipei de cercetare, de informațiile disponibile, de prioritățile contextului în care se realizează analiza). De asemenea, o altă caracteristică a acestor metode este faptul că acestea sunt pur calitative sau semi-cantitative, în sensul că înregistrează tendințe generale ale unui fenomen, dar nu permit o verificare a ipotezelor cauzale.

Pentru **obiectivizarea** instrumentarului metodologic, pornind de la precedentul creat de transferul de concepte, teorii și metode din alte domenii către geografie, lucrarea de față propune completarea acestuia cu metodele statistice.

Analiza tuturor planurilor și definițiilor statistice arată că aceasta poate fi privită ca:

- **Știință fundamentală** (mulți plasând aici statistica matematică, care guvernează laturile sale aplicate) sau **aplicată** (statistică clinică, biostatistică – înțeleasă atât ca

statistică aplicată în biologie, cât și ca statistică aplicată în științele medicale<sup>75</sup>, ecostatistică, statistică economică, statistică socială etc.), ultima categorie inclusând și statistica privită ca mod de gândire și instrument.

- **Activitate** de aplicare a instrumentarului statistic pentru a culege, prelucra și valorifica rezultatele analizei datelor.
- **Rezultat** al activității de aplicare a instrumentarului statistic (sinteză grafică sau numerică<sup>76</sup>), sau al bilanțului unor simple operații de clasare (înțelesă aici ca identificare și alocare a unor entități unor categorii deja definite<sup>77</sup>), altfel spus, numărători.

Progresul științific se realizează prin verificarea ipotezelor și a teoriilor prin studiul (experimental, pe bază de chestionare etc.) în care se folosesc subunități ale populațiilor analizate (eșantioane) și se obțin rezultate incerte. Fără utilizarea metodelor statistice ar fi imposibilă generalizarea rezultatelor, deoarece ar lipsi aprecierea cantitativă (măsurarea) a gradului de incertitudine. De asemenea, utilizarea metodelor statistice asigură posibilitatea de a valida experimentele, deoarece o analiză bazată pe date brute ar fi subiectivă, în timp ce utilizarea aceleiași metodologii statistice permite ca doi cercetători care obțin date similare să obțină și rezultate similare dacă aplică aceleiași metode de analiză statistică și designul experimental se realizează în condiții comparabile.

În literatura de specialitate, influențată de terminologia Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), termenul de **metode geostatistice** se referă strict la tehniciile de predicție spațială prin interpolare și extrapolare bazate pe teoria variabilelor regionale (kriging)<sup>78</sup>. În această lucrare, semnificația este extinsă, prin analogie cu conceptul de biostatistică, pentru a include toate metodele aflate la interreferență tehnicilor statistică-matematice și a celor geografice, de la metode cantitative aplicate datelor geografice la reprezentarea geografică a rezultatelor analizelor statistică-matematice.

Pentru a verifica ipoteza enunțată la început, potrivit căreia *transferul către geografia sistemelor teritoriale al metodelor statistică-matematice utilizate în ecologie este posibil și benefic*, lucrarea de față analizează mai multe studii de caz bazate pe un astfel de transfer.

1. Analiza geostatistică a utilizării terenului este folosită ca instrument de studiu al dinamicii diversității în corelație cu dinamica urbană. Pornind de la structura sistemelor teritoriale și de la una dintre trăsăturile esențiale ale acestora, diversitatea, precum și de la faptul că procesul de antropizare a sistemelor teritoriale este în strânsă legătură cu diversitatea acestora, cu sinergia și coerenta spațiale ale acestora, sunt identificate trei tipuri de procese care afectează acoperirea și utilizarea terenului: extinderea orașelor și reurbanizarea fac ca spații care inițial aparțineau altor categorii de acoperire a terenului să devină urbane sau construite – fenomen denumit urbanizare; în opozиie cu acest proces, prin dezurbanizare terenuri clasificate inițial ca urbane sau construite se transformă în alte categorii de acoperire. Restructurarea urbană nu afectează acoperirea, ci utilizarea terenului, și este caracteristică exclusiv terenurilor clasificate atât inițial, cât și în final ca urbane sau construite. Metodele folosite sunt tehnici de predicție spațială prin kriging obișnuit, care realizează o generalizare la nivelul teritoriului național, permitând identificarea unor regiuni caracterizate prin intensitatea ridicată a proceselor menționate. Pe baza principiului geografic al legăturii cu teritoriul, apariția acestor zone este explicată prin trăsături socioeconomice ale zonelor respective, ceea ce demonstrează că activitățile economice sunt principalele cauze ale proceselor specifice regiunilor antropizate, care, la rândul lor, induc modificări ale acoperirii și utilizării terenului. În plus, analizele au relevat dependența acestor modificări de distribuția spațială a ecoenergiilor primare și a gradului de urbanizare atât la microscara (bazinul hidrografic Sărățel), cât și la macroscara (teritoriul național).

2. Căutarea unui indicator relevant pentru măsurarea disparităților teritoriale în România (analiza la macro-scară) și

zona montană și subcarpatică a bazinei hidrografice Ialomița (analiza la micro-scară) pornește de la analiza teoriilor ce încearcă să explice mecanismele procesului de dezvoltare teritorială pornind de la rolul disparităților teritoriale și de la metodele de măsurare a acestora. Se emite ipoteza, verificată parțial de rezultate, că în afara produsului intern brut într-un astfel de demers trebuie să existe unul sau mai mulți alți indicatori, chiar artificiali, care să țină cont atât elemente care țin de economie, demografie, infrastructură, cât și de calitatea vieții. Cercetarea s-a bazat pe un arsenal metodologic complex bazat pe analiza corelației, regresia multiplă, analiza factorială, predicția prin kriging obișnuit, testul Drane – Aldrich – Creangă, modelarea în Sistem Informațional Geografic și combinații ale acestora, și a condus la rezultate aparent diferite, dar convergente. În cazul teritoriului național, studiul a arătat că un astfel de indicator reprezintă o combinație matematică dintre produsul intern brut, numărul de locuitori/cameră și rata abandonului școlar, iar în cazul analizei la micro-scară, din numărul absolvenților de liceu și populația ocupată din domeniul agriculturii. Deși diferiți, cei doi indici au un element comun – reprezintă o combinație a indicatorilor care reflectă diferite aspecte: economice, sociale sau culturale. Alte concluzii ale studiului privesc metodologia și arată că, odată cu creșterea gradului de abstractizare matematică a analizei, acestea tind să reflecte aproape exclusiv unele aspecte, și doar însumarea rezultatelor parțiale poate oferi o imagine realistă, corespunzătoare cu ceea ce se știe despre sistemul teritorial respectiv.

3. Aplicarea metodelor de studiu al diversității biologice în studiul sistemelor teritoriale a demonstrat, prin calculul și cartarea distribuției spațiale a valorilor indicilor de diversitate, validitatea unui astfel de transfer metodologic chiar în cazul uneia dintre proprietățile-cheie ale sistemelor. În plus, rezultatele au indicat faptul că, prin perspectiva explicării dinamicii sistemelor prin prisma teoriei ciclurilor de succesiune, sistemele antropizate sau antropice pot fi assimilate sistemelor ecologice tinere, fiind caracterizate de o diversitate redusă. În

plus, ca și analiza geostatistică a utilizării terenului, rezultatele au arătat că această dinamică este influențată de factori de natură socioeconomică și/sau politică. Prin faptul că aceste rezultate corespund realității este justificat transferul metodelor statistice din ecologie către geografie.

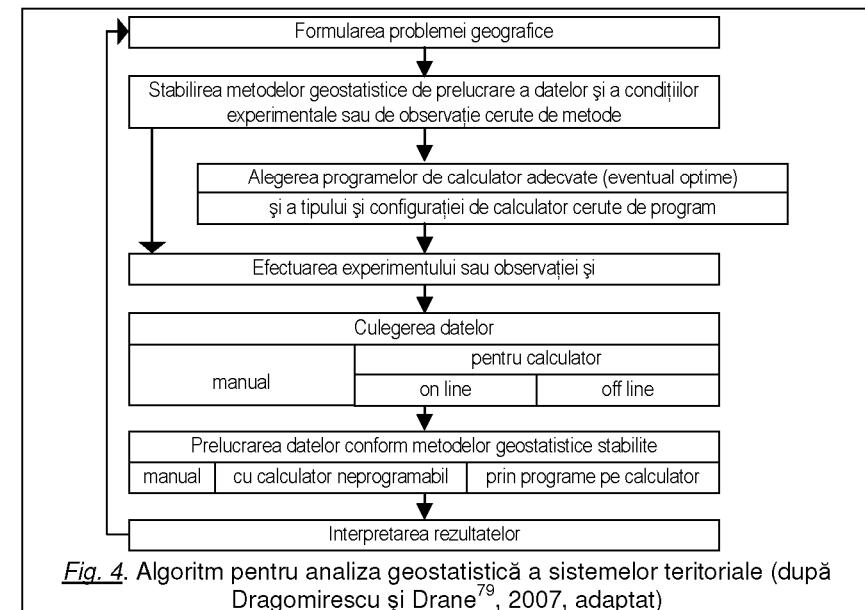
4. Studiul orientării drumurilor județene, naționale, expres, a autostrăzilor și căilor ferate din România a presupus un instrumentar complex reprezentat de folosirea analizei variantei, a regresiei și a altor teste statistice, urmată de cartarea rezultatelor. O astfel de analiză poate fi circumscrisă din punct de vedere teoretic uneia sau tuturor celor două direcții de cercetare: analiza în context geopolitic și strategic a legăturilor rutiere și feroviare ale României cu celelalte state europene, și dezvoltarea policentrică la mai multe niveluri, în analiza căreia accesibilitatea joacă un rol cheie; într-un sens și mai larg, ultima direcție este strâns legată de mecanismele procesului de dezvoltare spațială și de rolul discontinuităților teritoriale în acest proces. Indiferent de perspectiva de analiză a rezultatelor, acestea indică o întrerupere a legăturilor regiunilor României cu restul Europei, datorată în principal configurației reliefului. Limitele acestui studiu de caz sunt legate de faptul că analizele s-au adresat exclusiv orientării. Cercetarea poate continua luând în calcul și alți parametri, cum ar fi fluxul de trafic sau starea rutelor, care pot constitui importante bariere în calea transportului multimodal.

5. Analiza geostatistică a distribuției suprafețelor afectate de schimbări climatice în România conform predicțiilor pentru anul 2100 constituie o revenire la aplicațiile aflate la granița dintre ecologie și geografia sistemelor teritoriale. Bazat pe folosirea tehnicii de kriging obișnuit și modelarea în Sistem Informațional Geografic, studiul arată că schimbările prezise vor afecta mai ales zona montană; rezultatele sunt nuanțate în funcție de metoda utilizată, dar converg în esență către concluzia menționată. Este important de specificat, din punct de vedere al metodologiei, că s-au putut realiza atât analize abstracte, de tipul predicției prin tehnica de kriging obișnuit a localizării zonelor celor mai afectate

de aceste schimbări, cât și unele concrete, cum ar fi o ierarhie a județelor în funcție de posibilul impact al schimbărilor climatice asupra acestora. Cu toate acestea, analizele întreprinse reprezintă doar un prim pas, acela al determinării expunerii. Riscul datorat schimbărilor climatice poate fi evaluat doar după analiza vulnerabilității prin distribuția caracteristicilor fizico-geografice, ecologice și socioeconomice ale acestora.

6. Studiul accesibilității potențiale și optimizarea corridorului național de securitate prin analogie cu metoda celor mai mici pătrate reprezintă o analiză geostrategică asemănătoare studiului orientării drumurilor județene, naționale, expres, a autostrăzilor și căilor ferate din România, însă bazat pe un model statistic-matematic, constând în construcția a doi indici. Primul, denumit accesibilitate potențială, pornește de la definiția universală a accesibilității pe baza izocronelor și constă în însumarea populației localităților potențial accesibile. Cel de-al doilea este construit, prin analogie cu metoda celor mai mici pătrate, astfel încât să cuantifice dacă traseul urmează ruta optimă, minimizând suma pătratelor distanțelor dintre localitățile-geară și cele potențial accesibile, ignorând configurația datorată reliefului. Astfel de indicatori își demonstrează utilitatea în a argumenta alegerea unui traseu sau a unei porțiuni ca rută strategică optimă. Analizele au fost realizate la macro-scară (continentul european) și micro-scară (teritoriul național).

În ansamblu, studiile de caz au confirmat ipoteza de la care pornește lucrarea, permitând totodată stabilirea unei ierarhii a metodelor geostatistice, formularea unor recomandări și restricții privind folosirea acestora, și, în final, a unui algoritm de aplicare format din următoarele etape: (1) stabilirea categoriei de dezvoltare a cunoașterii (studiu sau cercetare), (2) stabilirea ipotezelor și a obiectivelor de dezvoltare a cunoașterii, (3) trecerea în revistă a literaturii de specialitate pentru a identifica lacunele conceptuale și metodologice, (4) alegerea metodelor de cercetare potrivite împreună cu statisticianul, (5) culegerea datelor și (6) analiza datelor și interpretarea rezultatelor prin compararea cu unele similare și cu ipotezele inițiale (*Fig. 4*).

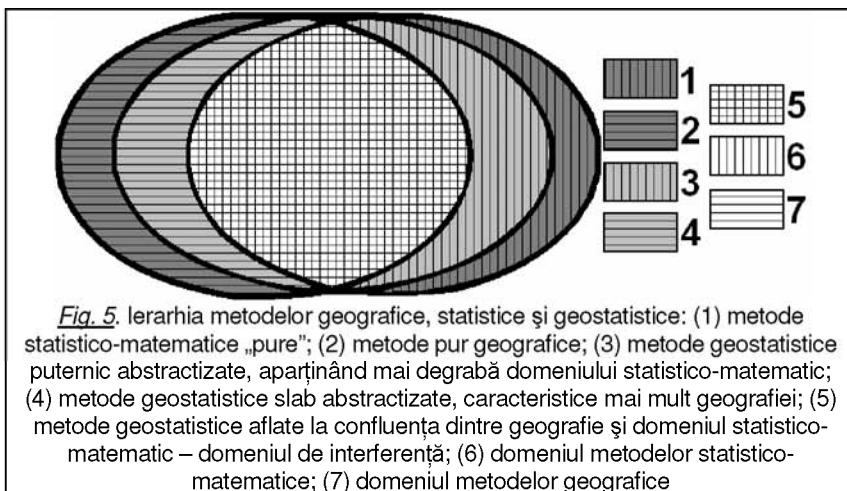


*Fig. 4.* Algoritm pentru analiza geostatistică a sistemelor teritoriale (după Dragomirescu și Drane<sup>79</sup>, 2007, adaptat)

În *Fig. 5* este prezentată o propunere de ierarhie în care se disting cinci zone de interferență: (a) zona metodelor statistic-matematice „pure”, a construcțiilor teoretice; (b) zona metodelor geostatistice puternic abstractizate; (c) zona de interferență pură; (d) zona metodelor geostatistice slab abstractizate, păstrând o legătură strânsă cu realitatea teritorială, și (e) zona metodelor pur geografice, de tip descriptiv.

Situarea unor metode sau algoritmi în aceste zone rezultă din modul în care se realizează transferul metodologic. Dacă se folosesc metode specifice geografiei, acestea se vor situa în zona (e). Dacă pornind de la realitatea hărții se încearcă o abstractizare, fie și sub forma unei simple grupări a datelor pe categorii, metoda produce o abstractizare și intră în zona (d). Dacă se pornește de la datele unei hărți cărora li se aplică diferite analize statistice pentru a produce o nouă hartă, sau se reprezintă rezultatele unei analize statistice, dar întotdeauna analizele se raportează la realitatea din teritoriu, metodele se

situează în zona (c). Dacă această legătură este ignorată și se realizează doar în final, pentru a interpreta rezultatele, se obțin algoritmi din zona (b), iar dacă legătura cu teritoriul se pierde și datele sunt analizate ca și cum ar avea altă natură decât cea geografică se ajunge în zona (a).



*Fig. 5.* Ierarhia metodelor geografice, statistice și geostatistice: (1) metode statistică-matematice „pure”; (2) metode pur geografice; (3) metode geostatistice puternic abstractizate, aparținând mai degrabă domeniului statistică-matematică; (4) metode geostatistice slab abstractizate, caracteristice mai mult geografiei; (5) metode geostatistice aflate la confluența dintre geografie și domeniul statistică-matematică – domeniul de interfență; (6) domeniul metodelor statistică-matematice; (7) domeniul metodelor geografice

## Bibliografie

- [1] Botnariuc N. (1999), *Evoluția sistemelor biologice supraindividuale*, Editura Universității din București, București, 216 pag., ISBN 973-575-365-0.
- [2] Botnariuc N., Vădineanu A. (1982), *Ecologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 438 pag.
- [3] Dragomirescu L. (1998), *Biostatistică pentru începători*, Editura Constelații, București, 216 pag., ISBN 973-97950-8-0.
- [4] Dragomirescu L., Drane J. W. (2007), *Biostatistică pentru începători, Vol. I. Biostatistică descriptivă*, Ediția a IV-a revăzută și adăugită, Editura CREDIS, București, 186 pag., ISBN 978-973-734-191-4.
- [5] Dragomirescu L., Petrișor A.-I. (2009), *Elemente de ecologie numerică și modelare*, Editura Ars Docendi, București, 189 pag., ISBN 978-973-558-457-3.

- [6] Einaux J., Zwanziger H. W., Geiss S. (1997), *Chemometrics in environmental analysis*, Wiley-VCH, Weinheim, Germania, 384 pag., ISBN 978-3527287727.
- [7] Hakala A. (2005), *Paleoenvironmental and paleoclimatic studies on the sediments of Lake Vähä-Pitkusta and observations of meromixis*, Publications of the Department of Geology D3, University of Helsinki, Helsinki, Finlanda, 37 pag., ISBN 952-10-2155-1.
- [8] Ianoș I. (2000), *Sisteme teritoriale. O abordare geografică*, Editura Tehnică, București, 197 pag., ISBN 973-31-1482-0.
- [9] Ianoș I. (2004), *Dinamica urbană. Aplicații la orașul și sistemul urban românesc*, Editura Tehnică, București, 213 pag., ISBN 978-973-312-139-8.
- [10] Ianoș I., Heller W. (2006), *Spațiu, economie și sisteme de așezări*, Editura Tehnică, București, 373 pag., ISBN 978-973-31-2298-2.
- [11] Ianoș I., Humeau J.-B. (2000), *Teoria sistemelor de așezări umane*, Editura Tehnică, București, 174 pag., ISBN 973-31-1563-0.
- [12] Magurran A. E. (1998), *Ecological Diversity and Its Measurement*, Princeton University Press, Princeton, 179 pag., ISBN 978-0691084916.
- [13] Musila W., Todt H., Uster D., Dalitz H. (2005), *Is Geodiversity Correlated to Biodiversity? A Case Study of the Relationship Between Spatial Heterogeneity of Soil Resources and Tree Diversity in a Western Kenyan Rainforest*, în: Huber B. A., Sinclair B. J., Lampe K.-H., *African Biodiversity*, Springer-Verlag, New York, 443 pag., ISBN 978-0387243207, pag. 405-414.
- [14] Parlamentul României (2004), Legea nr. 58 din 13 iulie 1994 pentru ratificarea Convenției privind diversitatea biologică, semnată la Rio de Janeiro la 5 iunie 1992, *Monitorul Oficial* 199(1).
- [15] Petrișor A.-I. (2000), *Studying Public Health Abroad: A Romanian Perspective*, *The Student Diplomat* 5(2):2-3.
- [16] Petrișor A.-I. (2003), *Dezvoltarea durabilă: definiții și istoric*, *Tribuna construcțiilor* 221:19.
- [17] Petrișor A.-I. (2008), *Ecologie urbană, dezvoltare spațială durabilă și legislație. O abordare ecologică a relațiilor dintre om, spațiul construit și mediu*, Editura Fundației România de mâine, București, 272 pag., ISBN 978-973-163-305-3.
- [18] Petrișor A.-I. (2008), *Levels of biological diversity: a spatial approach to assessment methods*, *Romanian Review of Regional Studies* 4(1):41-62.

- [19] **Petrișor A.-I.** (2009), *Teoria și practica de conservare a diversității biologice prin planurile de urbanism și amenajarea teritoriului*, *Amenajarea Teritoriului și Urbanismul* 8(3-4):15-24.
- [20] **Petrișor A.-I., Sârbu C. N.** (2010), *Dynamics of geodiversity and eco-diversity in territorial systems*, *Journal of Urban and Regional Analysis* 2(1):61-70.
- [21] **Popa M. E.** (2007), *Elemente de geologie și paleontologie*, Editura Universității din București, 230 pag., ISBN 978-973-737-298-7.
- [22] **Pusceddu A.** (2008), *Biodiversità*, în: *Fondamenti di Analisi dei Sistemi Ecologici*, Università Politecnica delle Marche, Ancona.
- [23] **Rolland-May C.** (2000), *Evaluation des territoires. Concepts, modeles, methodes*, Hermes Science Publications, Paris, 381 pag., ISBN 978-2746201231.
- [24] **Santucci V. L.** (2005), *Historical Perspectives on Biodiversity and Geodiversity*, *Geodiversity & Geoconservation* 22(3):29-34.
- [25] **Sârbu C. N.** (1999), *Reabilitare urbană și dezvoltare – o dimensiune principală a tranzitiei socio-economice. Un exemplu de abordare: textura urbană*, în: **Vădineanu A.**, *Dezvoltarea durabilă*, Vol. al II-lea. *Mecanisme și instrumente*, Editura Universității din București, 348 pag., ISBN 973-575-333-2.
- [26] **Sârbu C. N.** (2006), *Locuirea în România: o abordare-cadru*, Editura Universitară „Ion Mincu”, București, 138 pag., ISBN 978-973-7999-47-4.
- [27] **Tansley A. G.** (1935), *The use and abuse of vegetational concepts and terms*, *Ecology* 16:284-307.
- [28] **Vădineanu A.** (1998), *Dezvoltarea durabilă*, Vol. I. *Bazele teoretice ale dezvoltării durabile*, Editura Universității din București, București, 248 pag., ISBN 973-975-256-5.
- [29] **Vădineanu A.** (2004), *Bilanțul și eficiența ecologică a sistemelor socio-economice*, în: **Vădineanu A.**, *Managementul dezvoltării: o abordare ecosistemnică*, Editura Ars Docendi, București, 394 pag., ISBN 973-558-070-5, pag. 114-125.
- [30] **Vădineanu A.** (2004), *Dezvoltarea și sustenabilitatea complexelor socio-ecologice*, în: **Vădineanu A.**, *Managementul dezvoltării: o abordare ecosistemnică*, Editura Ars Docendi, București, 394 pag., ISBN 973-558-070-5, pag. 41-51.
- [31] **Wagner R. R. III** (1974), *Environment and man*, W. W. Norton & Company Inc., New York, ISBN 978-0393090666, 491 pag.
- [32] **Wilson A. G.** (2000), *Complex Spatial Systems: The Modelling Foundations of Urban and Regional Analysis*, Pearson Education, Harlow, UK, 184 pag., ISBN 058-2418968.

**Referințe bibliografice**

- <sup>1</sup> [8], pag. 21.
- <sup>2</sup> [32], pag. 6.
- <sup>3</sup> [8], pag. 21.
- <sup>4</sup> [10], pag. 16.
- <sup>5</sup> [10], pag. 43.
- <sup>6</sup> [10], pag. 22.
- <sup>7</sup> [10], pag. 5.
- <sup>8</sup> [10], pag. 19.
- <sup>9</sup> [23], pag. 27.
- <sup>10</sup> [8], pag. 25.
- <sup>11</sup> [8], pag. 29.
- <sup>12</sup> [8], pag. 31.
- <sup>13</sup> [10], pag. 17.
- <sup>14</sup> [8], pag. 24.
- <sup>15</sup> [12], pag. 58; [18]; [19]; [22], pag. 6-7.
- <sup>16</sup> [8].
- <sup>17</sup> [28].
- <sup>18</sup> [25], pag. 314.
- <sup>19</sup> [11], pag. 103.
- <sup>20</sup> [18].
- <sup>21</sup> [21].
- <sup>22</sup> [28].
- <sup>23</sup> [8]; [9].
- <sup>24</sup> [2].
- <sup>25</sup> [30].
- <sup>26</sup> [8].
- <sup>27</sup> [28].
- <sup>28</sup> [28].
- <sup>29</sup> [8].
- <sup>30</sup> [31].
- <sup>31</sup> [8].
- <sup>32</sup> [2].
- <sup>33</sup> [1].
- <sup>34</sup> [28].
- <sup>35</sup> [25].
- <sup>36</sup> [17].
- <sup>37</sup> [8].
- <sup>38</sup> [17]; [28]; [29].
- <sup>39</sup> [17], pag. 132.
- <sup>40</sup> [12], pag. 58; [18]; [19]; [22], pag. 6-7.
- <sup>41</sup> [17], pag. 17.
- <sup>42</sup> [8], pag. 58.
- <sup>43</sup> [28], pag. 35.
- <sup>44</sup> [11], pag. 103.
- <sup>45</sup> [9], pag. 34.
- <sup>46</sup> [28], pag. 35.
- <sup>47</sup> [9], pag. 33.
- <sup>48</sup> [9], pag. 35.
- <sup>49</sup> [11], pag. 103.
- <sup>50</sup> [28], pag. 35.
- <sup>51</sup> [9], pag. 33.
- <sup>52</sup> [11], pag. 106-107.
- <sup>53</sup> [8], pag. 35.
- <sup>54</sup> [11], pag. 110.
- <sup>55</sup> [13]; [24].
- <sup>56</sup> [7].
- <sup>57</sup> [28], pag. 116-117.
- <sup>58</sup> [14].
- <sup>59</sup> [27].
- <sup>60</sup> [20].
- <sup>61</sup> [16]; [17]; [28], pag. 116-117.
- <sup>62</sup> [8].
- <sup>63</sup> [8].
- <sup>64</sup> [17].
- <sup>65</sup> [17].
- <sup>66</sup> [17].
- <sup>67</sup> [8], pag. 35.
- <sup>68</sup> [8], pag. 35.
- <sup>69</sup> [26], pag. 9-10.
- <sup>70</sup> [17].
- <sup>71</sup> [26], pag. 9.
- <sup>72</sup> [26], pag. 9.
- <sup>73</sup> [8].
- <sup>74</sup> [8].
- <sup>75</sup> [15].
- <sup>76</sup> [3].
- <sup>77</sup> [5], pag. 71.
- <sup>78</sup> [6], pag. 113.
- <sup>79</sup> [4], pag. 7.