

Mecanismul cauzal al rețelei spațiale și enunțurile teoretice ale acestuia: un model cauzal experimental pentru Constanța și zona sa periurbană / The spatial network's causal mechanism and its theoretical propositions: a causal test model of Constanța and its periurban area

Simona Dolana (1)

(1) Doctorand, Școala Doctorală de Urbanism, Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București, România

Abstract. In mathematics, nodes and edges compose the network. In spatial planning, space can be defined as a network. To be able to write an operational definition of spatial network, I need to identify and explain all types of spatial network's components, groups of mechanisms and casual links. Thus, in this article, I propose a causal test model, written in Python and other compatible modules, and tested in Constanța and its periurban area (Romania). The long-term aim of my research is to formulate a stable causal model, which will be presented in my doctoral thesis. This model will reconfirm all the identified spatial network's theorems¹ for a better understanding of them. Spatial network's definition and theorems lay the foundation for a future Spatial Network Theory. This theory will explain and predict the general causal mechanism of the entire spatial network.

Key words: spatial planning, causal links, groups of mechanisms, spatial network theory, spatial network's theorems, spatial network's definition

1. Introducere

1.1. Problematică

Mulți teoreticieni au urmărit să înțeleagă și să definească spațiul în care trăim. Aceștia au realizat numeroase analize, de la nivelul cel mai larg, precum universul, la nivel mediu, precum orașele, până la cel mai mic, precum atomul. Pentru fiecare nivel de analiză și domeniu științific în parte, cercetătorii au interpretat rezultatele analizelor, au observat tipare apărute la toate nivelurile de analiză și au creat diferite modele de simulare. Problema este că, în momentul de față, nu există formulată o teorie unificatoare², general valabilă, care îndeplinește următoarele criterii:

- să fie alcătuită din enunțuri explicative și predictive;
- să fie dinamică, astfel încât să indice, prin intermediul unui manual de testare, ce instrucțiuni trebuie urmate de către cercetătorii interesați să o testeze și să o modifice acolo unde este falsificată³;
- să fie un întreg alcătuit din niveluri diferite de abstractizare ierarhizate cauzal⁴ (Fig. 1).

¹ Hypotheses demonstrated to be true by various scientists concerned to understand the spatial reality.

² Yeung afirmă că aproape toate teoriile publicate abstractizează realități empirice. În plus, sunt puține care chiar explică realitatea și foarte puține care oferă o explicație cauzală a realității. De asemenea, teoriile mici, construite pe baza unor evenimente empirice, nu sunt destul de credibile și nu oferă suficiente informații despre adevăratele caracteristici fundamentale care se află în spatele evenimentelor analizate. (Yeung, 2019: 283-292)

³ Popper 1981: 82-88

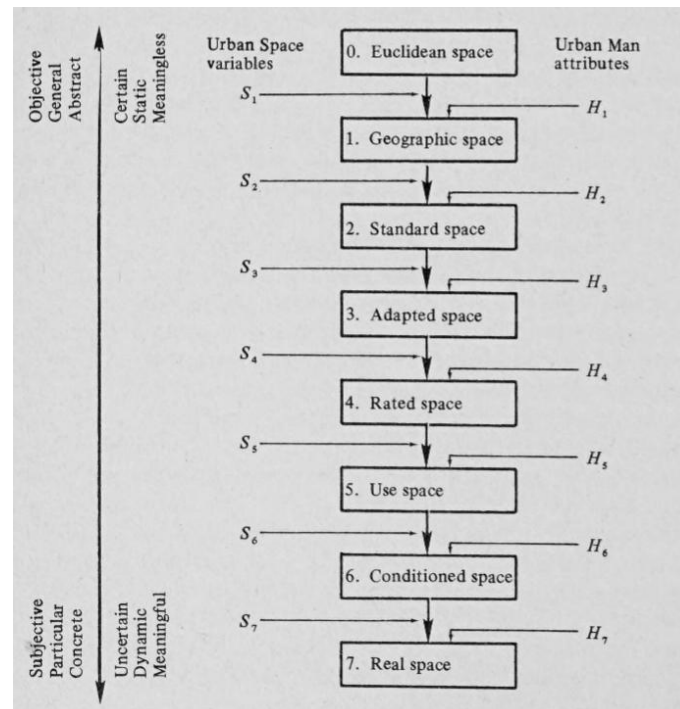


Fig. 1. Nivelurile diferite de abstractizare, ierarhizate cauzal⁵.

Enunțurile teoriei unificatoare trebuie să aibă următoarele caracteristici⁶:

- să fie sintetice;
- să cuprindă noțiuni abstracte astfel încât să descrie un număr nelimitat de componente ale spațiului;
- să fie falsificabile, adică să poată fi falsificate de către enunțurile singulare formulate în cadrul unei testări;
- să fie interrelaționate, adică dacă un cercetător falsifică cel puțin un enunț al teoriei, acesta știe și ce alte enunțuri sunt afectate de către această falsificare;
- sistemul de enunțuri să fie deci unul axiomatizat, în care enunțurile sunt (1) necontradictorii, (2) independente, (3) suficiente și (4) necesare.

În teoria unificatoare, spațiul ar putea fi definit prin intermediul rețelei⁷, implicit al grafului, care este un instrument matematic⁸ și abstract alcătuit din noduri și muchii⁹. Nu ar fi prima oară când s-ar încerca definirea spațiului prin intermediul rețelei. Sunt numeroase astfel de cercetări. Un exemplu foarte bun, care are potențialul de a fundamenta definiția rețelei spațiale, este cartea scrisă de Haggett, în care spațiul este înțeles ca o rețea formată din noduri, interacțiuni ale acestora și regiuni de noduri¹⁰ (Fig. 2). Desigur, pentru a formula o definiție cât mai exactă va fi nevoie și de celelalte teorii care au vizat înțelegerea lumii, de

⁴ Couclelis 1982: 110

⁵ Figură „Figure 5. The urban system” identificată în Couclelis 1982: 110

⁶ Popper 1981: 97-110

⁷ Barabási 2002: 12

⁸ Fiind un instrument matematic, spațiul poate fi mai bine măsurat, cercetătorii pot identifica modele matematice ale fenomenelor spațiale, care pot fi utilizate mai departe în instrumentele digitale.

⁹ Barrat *et al* 2008: 1

¹⁰ Haggett 1977: 7

exemplu teoria difuziunii spațiale, teoria sistemelor complexe, teoria locurilor centrale și teoria localizării așezărilor.

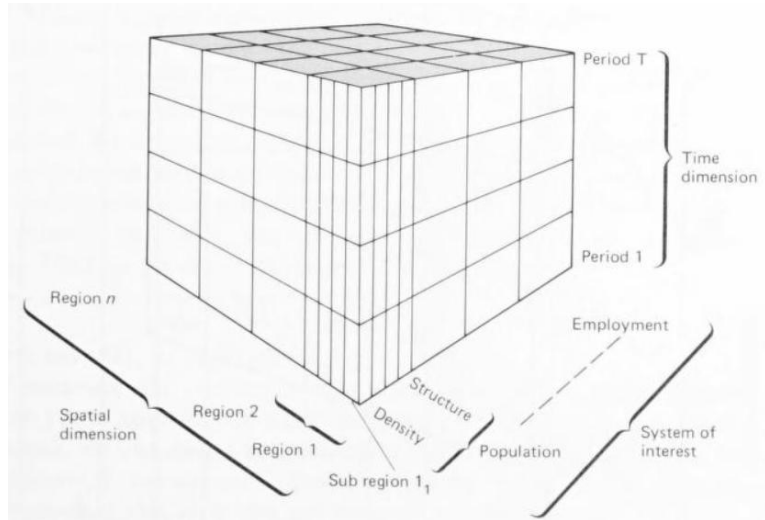


Fig. 2. Regiunile de noduri în rețeaua spațială¹¹

O definiție corectă și operațională ne-ar oferi, evident, o înțelegere mult mai bună a spațiului¹². Pe baza acesteia, profesioniștii din planificarea și proiectarea spațială vor putea identifica mai bine problemele unui teritoriu și soluțiile pentru rezolvarea acestor probleme. Aceștia vor dezvolta astfel un proces de planificare și proiectare mult mai eficient.

MECANISMUL CAUZAL GENERAL AL REȚELEI SPAȚIALE

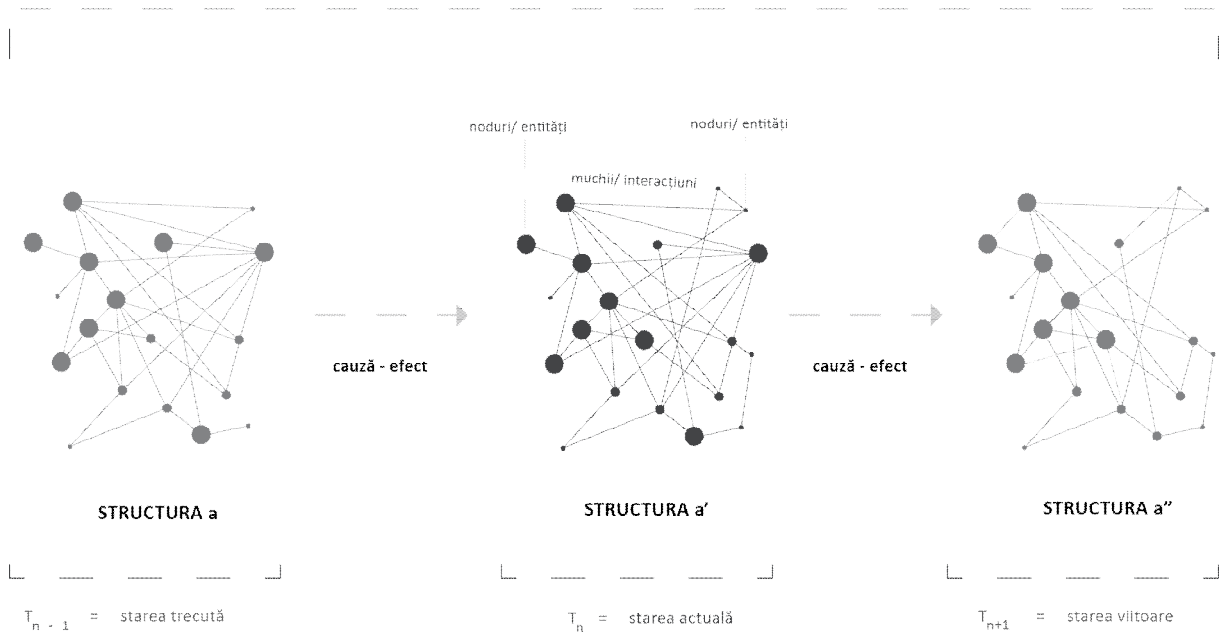


Fig. 3. Mecanismul causal general al rețelei spațiale¹³

¹¹ Figură „Figure 1.6 Approaches to the geographical data matrix” identificată în Haggett 1977: 15

¹² Frank 1998: 20

¹³ Prelucrare proprie

Pentru definirea rețelei spațiale va fi nevoie de explicarea mecanismului cauzal¹⁴ general al rețelei spațiale, care este unul foarte complex și dinamic. Aceste caracteristici sunt de fapt rezultatul numeroaselor interacțiuni¹⁵ ale diferitelor grupări de mecanisme cauzale¹⁶, de exemplu mecanismul de difuziune spațială, mecanismul de creștere accelerată, mecanismul de migrație etc. În aceste grupări de mecanisme participă entitățile (adică nodurile rețelei), fizice și non-fizice¹⁷, care alcătuiesc structura spațiului, la un anumit moment de timp T_n . Această structură a fost efectul cauzat¹⁸ de structura de la T_{n-1} , apoi devine la rândul ei cauză pentru următoarea structură de la T_{n+1} și tot așa, formându-se diferite combinații de lanțuri cauzale¹⁹ (Fig. 3).

1.2. Scopul, obiectivul și întrebările de cercetare

Toate aceste informații m-au condus la următoarele întrebări generale de cercetare:

Întrebarea generală principală:

Cum funcționează rețeaua spațială?

Întrebările generale secundare ale celei principale:

- Câte componente are rețeaua (instrumentul matematic)? Care sunt componentele? Ce proprietăți au acestea?
- Câte componente are rețeaua spațială? Care sunt componentele rețelei spațiale? Ce proprietăți au acestea?
- Câte mecanisme cauzale apar la nivelul rețelei spațiale? Care sunt mecanismele cauzale? Ce proprietăți au acestea?
- Care dintre mecanismele cauzale ale rețelei spațiale apar ca efecte ale altor mecanisme cauzale? Când apar? Ce efecte au acestea la rândul lor?

Dacă voi avea destul timp, Teoria Rețelei Spațiale va fi produsul anticipat al lucrării mele de doctorat. În caz contrar, produsul va fi o metodologie pentru construcția Teoriei Rețelei Spațiale, teorie pe care o voi construi în cercetarea post-doctorală. Indiferent care va fi produsul final al cercetării doctorale, va fi nevoie să fundamentez teoria prin (1) formularea definiției rețelei spațiale și (2) formularea tuturor teoremelor rețelei spațiale.

În acest articol prezint primii pași către dezvoltarea unui model cauzal: un model cauzal experimental pentru o zonă studiată. Obiectivul intermediar este să găsesc o metodă eficientă de dezvoltare a unui model cauzal final, pe care să-l pot folosi mai departe în cercetare, mai exact în etapa de reconfirmare a teoremelor rețelei spațiale.

¹⁴ Yeung 2019: 226-255; Yeung 2019: 283-292

¹⁵ Newman *et al* 2006: 1-8

¹⁶ Teza de doctorat, Albert și Barabási 2001, este una din puținele lucrări științifice în care autorii explică câteva dintre mecanismele cauzale identificate cu ajutorul unor simulări.

¹⁷ Callon *et al* 2009: 20

¹⁸ Loose 2011: 161

¹⁹ Această metodă ar fi o rezolvare pentru afirmația lui Gould 1969: 11. Acesta a scris că societatea din timpurile noastre va avea nevoie urgentă de o explicație cauzală a utilizării spațiului, de către om, în relație constantă cu timpul.

2. Metodă

Am analizat teritoriul UAT Constanța și zona periurbană alcătuită din UAT-urile urbane, Năvodari și Ovidiu, și rurale, Agigea, Cumpăna, Lumina și Valu lui Traian. Teritoriul este destul de complex, ceea ce înseamnă că generează rezultate interesante despre relațiile spațiale dintre urban și rural.

Pentru analiză, am utilizat limbajul de programare Python și alte module necesare pe care le-am importat²⁰ în program. Programul creat este alcătuit din șase faze. În prima fază am deschis cele 10 variabile²¹ salvate în format .csv, de pe website-ul Institutului Național de Statistică²². Am ales variabilele astfel încât să aflu mai multe informații despre forma urbană (cu accent pe suprafața locuibilă) în relație cu populația teritoriului. Acestea au fost doar 10, deoarece a fost prima oară când am creat un model cauzal și prima oară când am efectuat analize spațiale scrise cu ajutorul unui limbaj de programare. De aceea îl consider un model cauzal de tip experimental. Din păcate, nu toate variabilele selectate conțin date pentru întreaga perioadă, 1990-2020. Așadar, este posibil ca rezultatele modelului cauzal să nu fie foarte exacte.

Înainte de a începe analiza, a fost nevoie, în a doua fază a programului, să editez aceste variabile, pentru a le omogeniza²³. Am alipit variabilele editate, am creat deci un singur tabel cu acestea, iar în următoarele două faze, am explorat datele acestor variabile, în principiu corelațiile dintre variabile și intensitatea acestora pentru fiecare UAT în parte.

Pentru a înțelege și mai bine aceste corelații, în faza 5, am dezvoltat modele predictive de regresie liniară multiplă. Abia în faza 6, pe baza rezultatelor și interpretărilor acestor analize, am dezvoltat modelul cauzal²⁴, alcătuit din 4 componente (adică ipoteza modelului cauzal): (1) rezultatul, (2) tratamentul, (3) cauzele comune și (4) instrumentul. Cu ajutorul acestuia, am putut să identific efectul cauzal, să îl estimez, să verific cât de bine este estimat și dacă ipoteza de la care am plecat este destul de probabilă.

3. Rezultate

3.1. Rezultatele fazei de explorare a variabilelor

Pe scurt, în faza de explorare a celor 10 variabile (Fig. 4., Fig. 5., Fig. 6. și Fig. 7.), am constatat că:

- cele 10 variabile sunt corelate cel mai puternic între ele în UAT-urile Constanța, Cumpăna, Lumina și Valu lui Traian;
- cele 10 variabile sunt corelate puternic spre mediu în UAT-urile Ovidiu și Năvodari;
- cele 10 variabile sunt corelate mediu spre scăzut în UAT-ul Agigea;
- în cele 4 UAT-uri Constanța, Ovidiu, Năvodari și Agigea suprafața locuibilă și numărul de locuințe sunt variabilele cele mai puternic corelate cu aproape toate celelalte variabile;

²⁰ Celelalte module importate: Pandas, DoWhy, NumPy, Seaborn, Matplotlib, Statsmodels și Scikit-learn.

²¹ Cele 10 variabile utilizate sunt (1) numărul de locuințe, (2) suprafața locuibilă, (3) numărul de persoane stabilite cu domiciliul, (4) numărul de stabiliri cu domiciliul, (5) numărul de turiști, (6) suprafața intravilană, (7) suprafața de construcții, (8) numărul de șomeri, (9) numărul de salariați și (10) numărul de școlari.

²² INS 2020

²³ Variabilele prezentau coloane similare denumite diferit etc.

²⁴ Am dezvoltat modelul cauzal experimental cu ajutorul modulului importat DoWhy.

- în cele 2 UAT-uri Lumina și Valu lui Traian sunt corelate mai multe variabile cu aproape toate celelalte, și anume: suprafața locuibilă, numărul de locuințe, stabilirile cu domiciliu, numărul de șomeri, numărul de salariați și populația școlară;
- în UAT-ul Cumpăna este la fel ca în cazul precedent, dar apare în plus și numărul de șomeri;
- numărul persoanelor stabilite cu domiciliul din UAT-ul Constanța este singurul din zona testată care are un trend negativ;

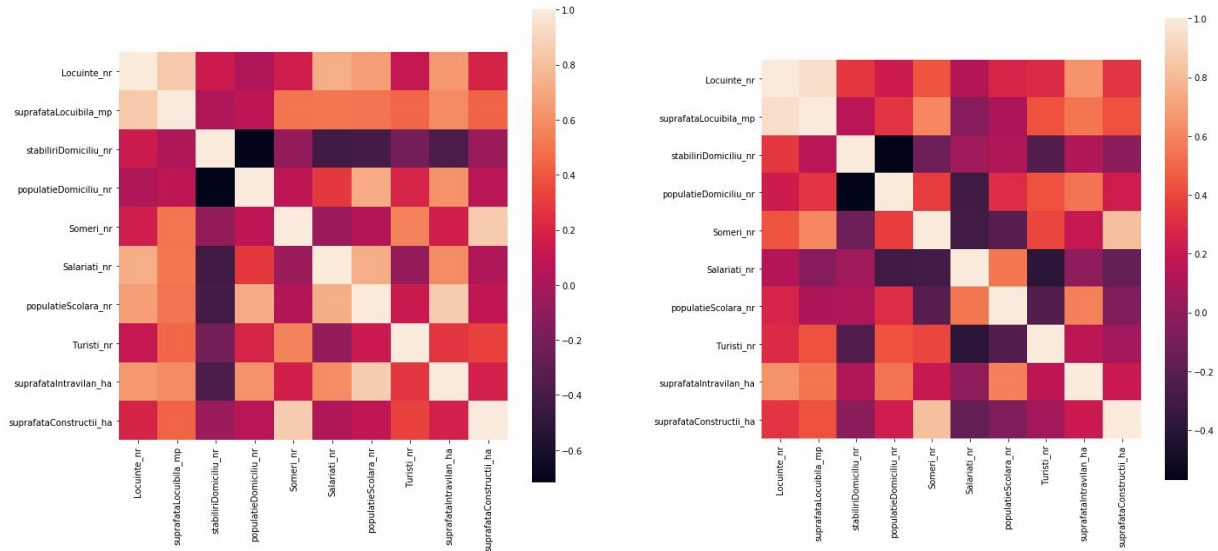


Fig. 4. Stânga, variabilele corelate pentru UAT-ul Constanța. De la 1.0 (foarte corelat) până la -0.6 (mai puțin corelat). Dreapta, variabilele corelate pentru UAT-ul Năvodari. De la 1.0 (foarte corelat) până la -0.4 (mai puțin corelat)²⁵.

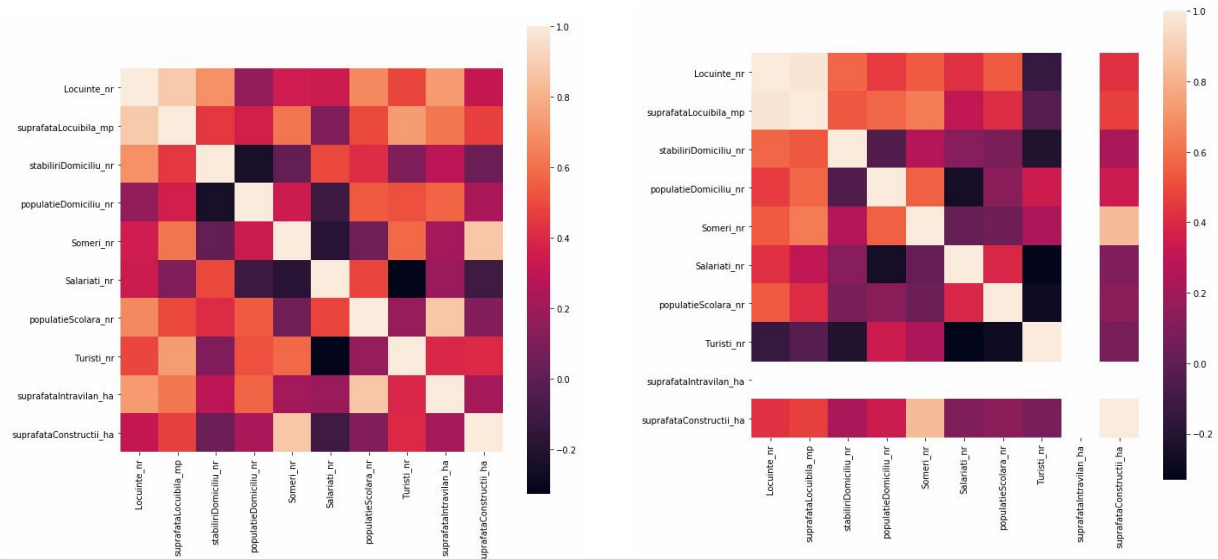


Fig. 5. Stânga, variabilele corelate pentru UAT-ul Ovidiu. De la 1.0 (foarte corelat) până la -0.2 (mai puțin corelat). Dreapta, variabilele corelate pentru UAT-ul Agigea. Unde există coloane albe înseamnă că nu am găsit variabilele pentru acest UAT. De la 1.0 (foarte corelat) până la -0.2 (mai puțin corelat)²⁶.

²⁵ Prelucrare proprie

²⁶ Prelucrare proprie

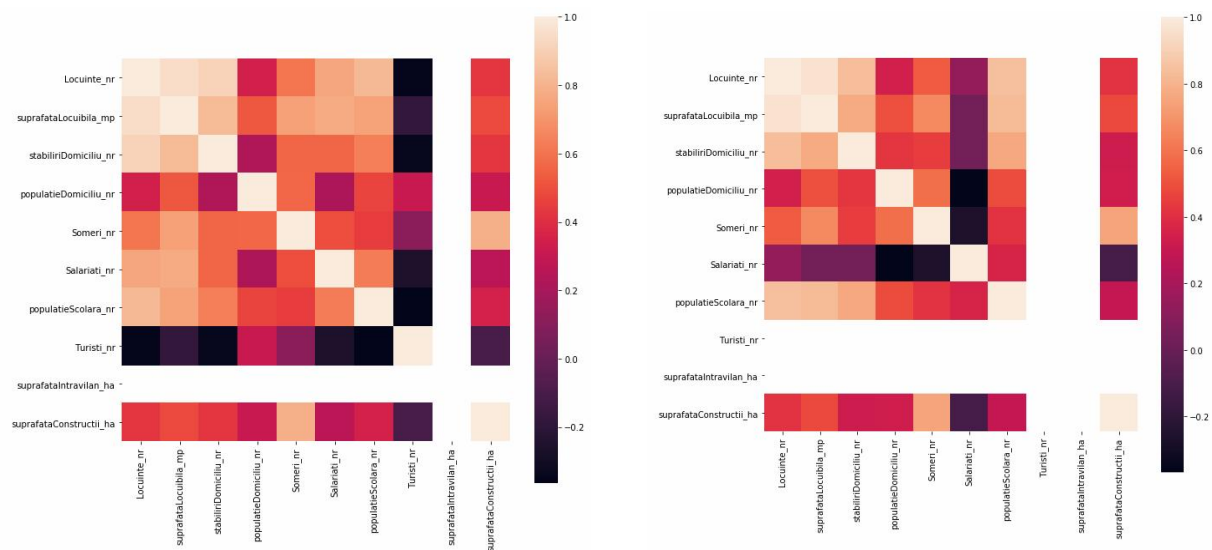


Fig. 6. Stânga, variabilele corelate pentru UAT-ul Cumpăna. Unde există coloane albe înseamnă că nu am găsit variabilele pentru aceste UAT-uri. De la 1.0 (foarte corelat) până la -0.2 (mai puțin corelat). Dreapta, variabilele corelate pentru UAT-ul Lumina. De la 1.0 (foarte corelat) până la -0.2 (mai puțin corelat)²⁷.

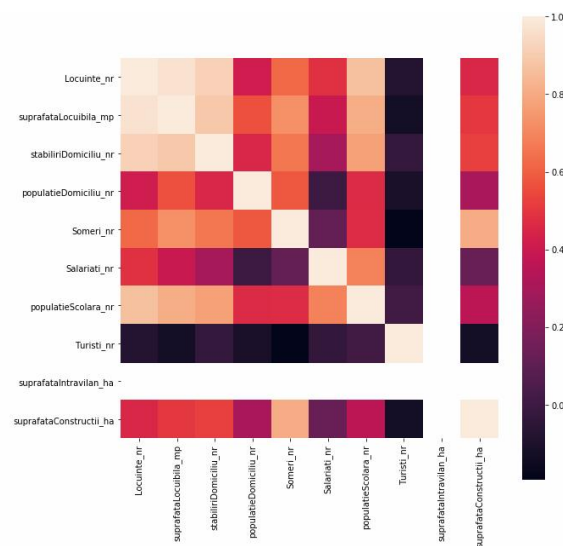


Fig. 7. Variabilele corelate pentru UAT-ul Valu Lui Traian. Unde există coloane albe înseamnă că nu am găsit variabilele pentru acest UAT. De la 1.0 (foarte corelat) până la 0.0 (mai puțin corelat)²⁸.

- în UAT-urile rurale, Cumpăna, Lumina și Valu lui Traian numărul stabilirilor cu domiciliul este puternic corelat cu celelalte variabile;
- variabilele suprafața locuibilă și numărul de locuințe sunt prezente în toate corelațiile puternice.

²⁷ Prelucrare proprie

²⁸ Prelucrare proprie

3.2. Rezultatele fazei de dezvoltare a modelului de regresie liniară multiplă

Am constatat că suprafața locuibilă reprezintă o variabilă importantă în zona testată, aceasta fiind corelată puternic cu toate celelalte variabile. Este foarte importantă, și pentru că oferă informații despre forma urbană, atât ca amprentă, cât și ca volumetrie. De aceea, în faza de dezvoltare a modelului de regresie liniară multiplă, am declarat-o variabilă dependentă, iar pe celelalte 9 le-am declarat variabile independente. Aici, am obținut următoarele rezultate:

- în toate UAT-urile, fără UAT-ul Constanța, coeficienții variabilei independente, număr de șomeri, reprezintă cele mai mari modificări ale variabilei dependente, în urma unei schimbări de unitate;
- de asemenea, variabila independentă, număr de șomeri, este importantă din punct de vedere statistic ($p < 0.05$) în majoritatea UAT-urilor de mai sus;
- și alte variabile independente sunt importante din punct de vedere statistic, precum: număr de locuințe, număr stabiliri cu domiciliu, număr de școlari și suprafața de construcții;
- conform intervalelor, coeficientul variabilei independente, număr de șomeri, are cea mai mare probabilitate să crească, dar și să scadă, comparativ cu celelalte;
- UAT-ul Constanța este singurul în care coeficienții variabilelor independente, suprafața de construcții și numărul persoanelor stabilite cu domiciliul, reprezintă cele mai mari modificări ale variabilei dependente, în urma unei schimbări de unitate;
- în toate UAT-urile, alături de variabilele menționate mai sus, apare și variabila independentă, număr de locuințe. Coeficientul acestei variabile reprezintă modificări mari ale variabilei dependente, în urma unei schimbări de unitate.

3.3. Rezultatele fazei de dezvoltare a modelului causal experimental

După ce am obținut rezultatele de mai sus, am constatat că variabila importantă dependentă, suprafața locuibilă, este relaționată puternic cu variabilele importante independente, și anume: numărul de șomeri, numărul de locuințe, numărul de persoane stabilite cu domiciliul, numărul de stabiliri cu domiciliu, numărul de școlari și suprafața de construcții. Aceste variabile par a fi de fapt cauze comune pentru suprafața locuibilă. Așadar, în ultima etapă, de dezvoltare a modelului causal, am declarat aceste variabile independente, alături de celelalte mai puțin importante statistic, cauzele comune. Doar variabilele independente, număr de locuințe și număr de stabiliri cu domiciliul le-am tratat diferit, și anume: am declarat instrumentul ca număr de locuințe și tratamentul ca număr de stabiliri cu domiciliul. Instrumentul este numărul de locuințe, pentru că prin construirea/ demolarea locuințelor crește/ descrește suprafața locuibilă, iar tratamentul este numărul de stabiliri cu domiciliul, pentru că prin creșterea/ descreșterea numărului de stabiliri cu domiciliul este folosit, de cele mai multe ori, instrumentul. Această ipoteză a modelului causal experimental a fost testată, iar rezultatele sunt următoarele:

- efectele cauzale estimate sunt foarte ridicate în UAT-urile Constanța (de 1,03) și Năvodari (de 0,8);
- efectele cauzale estimate sunt medii ca importanță în UAT-urile Agigea (de 0,56), Cumpăna (de 0,47) și Valu lui Traian (de 0,45);
- acestea sunt importante din punct de vedere statistic ($p < 0.05$);

- cele mai puțin importante efecte cauzale estimate sunt în UAT-urile Ovidiu (de 0,01) și Lumina (de 0,09);
- acestea nu sunt foarte importante din punct de vedere statistic (p aprox. = 0.5);
- în urma primei verificări, toate noile efecte cauzale estimate au fost apropiate de cele testate, ceea ce înseamnă că ipoteza este una foarte probabilă;
- în urma celei de-a doua verificări, în care s-a înlocuit tratamentul modelului causal cu o variabilă oarecare, toate UAT-urile, mai puțin Cumpăna, au obținut valori mult mai mici, chiar negative, ceea ce înseamnă că ipoteza este una foarte probabilă;
- în urma ultimei verificări, în care s-a șters un sub-set de date, toate efectele noi estimate au fost apropiate de cele testate, ceea ce înseamnă că ipoteza încă este una foarte probabilă;
- efectele estimate în cele trei verificări nu sunt foarte importante din punct de vedere statistic (p a crescut la 0.5).

4. Concluzii

Rezultatele modelului causal experimental au fost destul de mulțumitoare, ipoteza acestuia fiind una foarte probabilă. Pe viitor, pentru dezvoltarea unui model causal final, va fi nevoie, în primul rând, să identific toate teoremele rețelei spațiale formulate direct, dar și cele formulate indirect, să le ierarhizez și să le interrelaționez. În funcție de acestea, voi alege variabilele zonei pe care o voi testa. Cel mai probabil, aceste variabile vor fi mai multe decât cele alese pentru modelul causal experimental prezentat în cadrul acestui articol științific.

Deocamdată, închei articolul cu patru ipoteze, formulate pe baza rezultatelor obținute, referitoare la relațiile spațiale dintre urban și rural:

- o parte din persoanele, care au domiciliul într-o așezare urbană de mari dimensiuni, au locuințe în așezările rurale din zona periurbană, în special în cele în care efectul causal estimat este mai mare în cea de-a doua verificare a modelului causal (posibil cazul UAT Constanța în relație cu UAT Cumpăna);
- o parte din persoanele, care au avut domiciliul într-o așezare urbană de mari dimensiuni, s-au stabilit cu domiciliul în așezările rurale sau urbane din zona periurbană, în special în cele în care efectul causal estimat este mai mare decât cel din a doua verificare a modelului causal (posibil cazul UAT Constanța în relație cu celelalte UAT-uri din zona periurbană, fără UAT Cumpăna);
- în așezările urbanizate care atrag mulți turiști, multe locuințe sunt construite doar pentru a-i caza, iar proprietarii nu sunt neapărat stabiliți cu domiciliul în aceste UAT-uri (posibil cazurile UAT Constanța și UAT Năvodari, în care numărul de locuințe crește, iar populația cu domiciliul scade);
- o parte din persoanele, care au domiciliul într-o așezare urbană de mari dimensiuni, și au locuințe în așezările rurale din zona periurbană, lucrează în așezarea urbană de mari dimensiuni (s-ar explica astfel influența numărului de șomeri doar pentru UAT-urile din zona periurbană și a numărului de persoane cu domiciliu doar pentru UAT Constanța, asupra suprafeței locuibile).

5. Bibliografie

- Albert, R. Z., Barabasi, A.-L. (2001), *Statistical mechanics of complex networks*, teză de doctorat, Universitatea Notre Dame, Notre Dame, Statele Unite ale Americii.
- Barabási, A. L. (2002), *Linked. The New Science of Networks*, Editura Perseus Publishing, Cambridge, Anglia.
- Barrat, A., Barthelemy, M., Vespignani, A. (2008), *Dynamical Processes on Complex Networks*, Editura Cambridge University Press, New York, Statele Unite ale Americii.
- Callon, M., Lascoumes, P., Barthe, Y. (2009), *Acting in an Uncertain World. An Essay on Technical Democracy* (traducător G. Burchell, lucrare inițială apărută în 2001), Editura The MIT Press, Cambridge, Anglia.
- Couclelis, H. (1982), „Philosophy in the construction of geographic reality”, în *A search for common ground*, editori P. Gould, Gunnarr Olsson, Editura Pion Limited, Londra, Anglia, pag. 105-140.
- Frank, P. (1998), *The Law of Causality and its limits* (traducători M. Neurath și R. S. Cohen, lucrare inițială apărută în 1932), Editura Springer, Dordrecht, Olanda.
- Gould, P. (1969), *Spatial Diffusion* (lucrarea nr. 4), Editura Association of American Geographers, Washington, D.C., Statele Unite ale Americii.
- Haggett, P. (1977), *Locational Analysis in Human Geography*, Editura Edward Arnold, Londra.
- Institutul Național de Statistică, INS. (2020), *Baze de date statistice*, [Online], Disponibil la: <http://statistici.insse.ro:8077/tempo-online/>, [Accesat 22 octombrie 2020].
- Loose, J. (2011), *Theories of causality: From antiquity to the present*, Editura Transaction Publishers, New Brunswick, Canada.
- Newman, M., Barabási, A.-L., Watts, D. J. (2006), „Introduction”, în *The Structure and Dynamics of Networks*, editori M. Newman, A.-L. Barabási, D. J. Watts, Editura Princeton University Press, Princeton, Statele Unite ale Americii, pag. 1-8.
- Popper, K. R. (1981), *Logica Cercetării* (traducători M. Flonta, A. Surdu, E. Tivig, lucrare inițială apărută în 1934), Editura Științifică și Enciclopedică, București, România.
- Yeung, H. W.-C. (2019). „Rethinking mechanism and process in the geographical analysis of uneven development” *Dialogues in Human Geography*, 9 (3), 226-255.
- Yeung, H. W.-C. (2019). „What kind of theory for what kind of human geography?” *Dialogues in Human Geography*, 9 (3), 283-292.

Articol distribuit sub licență „Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License” (CC BY-NC-ND)

