

UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
FACULTATEA DE GEOGRAFIE
ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE

TEZĂ DE DOCTORAT

ANALIZA GIS A ACCIDENTELOR

RUTIERE DIN ROMÂNIA

2010-2019

Coordonator Științific:

Prof.dr. József BENEDEK

Doctorand:

Silviu Marian CIOBANU

CLUJ-NAPOCA

2020

Cuvinte-cheie:

accidente rutiere, gis, densitatea kernel, hotspot spațio-temporal, substrat social

CUPRINS:

I. INTRODUCERE	3
I.1. Structura lucrării	3
I.2. Scopul și obiectivele studiului	5
II. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII.....	6
II.1 Mobilitate.....	6
II.2 Transport rutier	7
II.3 Geographic Information System (GIS) și rolul acestuia în analiza și prevenirea accidentelor rutiere	8
III. BAZA DE DATE ȘI PRINCIPALELE METODE UTILIZATE	11
III.1 Baza de date/Descrierea datelor	11
III.1.1. Înregistrările accidentelor rutiere.....	12
III.1.2 Permise de conducere și parcul auto al României	13
III.1.3 Date demografice și economice	16
III.1.4 Date privind rețeaua de drumuri publice și volume de trafic	17
III.1.5 Rafinarea datelor.....	18
III.2 Metodologie	21
III.2.1 Indicatori statistici ai severității accidentelor rutiere	22
III.2.2 Indicatori statistici privind impactul accidentelor rutiere asupra populației	22
III.2.3 Regresia liniară simplă și coeficientul de corelație Pearson.....	23
III.2.4. Densitatea Kernel.....	24
III.2.5 Analiza spațială de-a lungul unei rețele (SANET)	26
III.2.6 Hotspoturi spațio-temporale (analiză hotspot emergentă).....	28
III.2.7. Substratul social al accidentelor rutiere	31

IV. REZULTATELE CERCETĂRII	33
IV. 1 Caracteristicile spațio-temporale ale accidentelor rutiere din România	33
IV.1.1 Situația actuală și evoluția accidentelor rutiere	34
IV.1.2. Distribuția accidentelor rutiere pe ore, zile ale săptămânii, luni	38
IV.1.3. Cauzele accidentelor rutiere	42
IV.1.4. Persoane străine implicate în accidentele rutiere din România	44
IV.1.5. Rata Accidentelor, Rata Răniților, Rata Fatalității, Rata Hazardului	46
IV.1.6. Rata Accidentelor rutiere și a consecințelor acestora raportate la populație	48
IV.1.7. Distribuția accidentelor rutiere pe principalele drumuri naționale și autostrăzi..	50
IV.1.8 Vehicule implicate	56
IV.2 Corelații între accidentele rutiere și diverși factori care pot influența producerea acestora	60
IV.2.1 Parcul auto	61
IV.2.2 Permise de conducere	63
IV.2.3 Volumul de trafic	65
IV.3 Hotspoturile și blackspoturile accidentelor rutiere	68
IV.3.1 Identificarea hotspoturilor accidentelor rutiere la nivel național – metoda EDKB	69
IV.3.2 Analiza hotspot de-a lungul rețele de străzi - Estimarea densității Kernel pe rețea (EDKR).....	82
IV.3.3 Blackspot	85
IV.3.4 Hotspoturi spațio-temporale	89
IV.4 Substratul social al accidentelor rutiere	100
IV.4.1 Grupele sociale vulnerabile la producerea de accidente rutiere	100
IV.4.2 Costul socio-economic al accidentelor rutiere	109
V. MĂSURI DE PREVENIRE, DISCUȚII ȘI CONCLUZII.....	113
V.1 Măsuri de prevenire ale accidentelor rutiere	113
V.2. Discuții și concluzii	117

BIBLIOGRAFIE.....	121
-------------------	-----

ANEXĂ.....	135
------------	-----

Rezumat:

În ultimele decenii accidentele rutiere au fost și continuă să fie o problemă globală majoră cu efecte uriașe asupra societății. Alături de Statele Unite ale Americii și Canada, țările din Uniunea Europeană au cea mai scăzută rată de mortalitate din accidente rutiere, media pentru anul 2018 fiind de aproximativ 49 de decese la 1 milion de locuitori. Cu toate acestea, în anul 2018, 25.047 de persoane și-au pierdut viața pe drumurile din Uniunea Europeană și peste 1,3 milioane au fost răniți grav.

În România accidentele rutiere reprezintă o reală problemă a societății, cu un impact deosebit asupra sănătății publice, anual înregistrându-se aproximativ 2000 de decese, ceea ce a făcut ca România să aibă în ultimii ani cea mai mare rată a mortalității din Uniunea Europeană. Astfel, în anul 2018, au fost înregistrate 96 de decese din accidente rutiere la 1 milion de locuitori, valoarea păstrându-se și în anul 2019. În fiecare zi 5 oameni mor în accidentele rutiere din România și alți 22 sunt răniți grav, situația fiind cu atât mai dramatică datorită faptului că cea mai afectată grupă socială este reprezentată de tineri cu vârste cuprinse între 18 și 26 de ani.

Scopul principal al acestei lucrări este acela de a contribui în mod eficient la dezvoltarea de soluții pentru prevenirea și combaterea accidentelor de circulație, prin interpretarea statistico-spațială a datelor și informațiilor existente despre acest fenomen, precum și prin expunerea capacităților de analiză a tehnologiei GIS în acest domeniu.

CAPITOLUL I. este un capitol de introducere în care sunt prezentate informații generale referitoare la impactul accidentelor rutiere la nivel mondial, dar și scopul și obiectivele cercetării. Pornind de la scopul lucrării au fost enunțate întrebările de bază ale prezentei cercetării. *“Unde au loc cu regularitate accidentele rutiere?”*, *“Când se produc accidentele rutiere?”*, *“De ce se produc accidente rutiere?”* *“Cine provoacă accidentele rutiere?”* sunt întrebările care guvernează întregul studiu și totodată întrebările ale căror răspuns generează principalele obiective ale lucrării.

CAPITOLUL II. prezintă o sinteză detaliată a literaturii în care se scoate în evidență rolul mobilității și a transportului rutier în ergonomia producerii accidentelor rutiere și de asemenea este evidențiat rolul GIS-ului în analiza acestor evenimente.

În capitolul CAPITOLUL III. este descrisă baza de date și principalele metode utilizate. Baza de date este una complexă și reprezintă nucleul central al prezentei teze, ea fiind formată din mai multe categorii de date, cele mai importante fiind evident, înregistrările accidentelor rutiere pe perioada 2010-2019. Au mai fost utilizate date referitoare la permisele de conducere, parcul auto al României, date demografice și economice, date privind rețeaua de drumuri publice și volume de trafic.

În lucrarea de față au fost utilizate atât metode clasice de analiză statistică cantitativă și calitativă, dar și metode moderne susținute de softurile de prelucrare GIS. Astfel, pornind de la scopul acestei lucrări au fost calculați și interpretați diferiți indicatori statistici ce exprimă efectul accidentelor rutiere asupra populației din România și implicit asupra sănătății publice. De asemenea a fost utilizată metoda cartograferii acestor indicatori și nu numai, pentru a interpreta cu ușurință rezultatele, dar și pentru a scoate în evidență eventuale tenduri regionale.

Pentru a explica relația statistică dintre accidente rutiere și diferiți parametri/factori au fost utilizate metode clasice de stabilire a corelației, precum regresii sau coeficienți de corelație, iar pentru analize spațiale complexe au fost utilizate metode aplicate cu ajutorul tehnologiei GIS, precum metoda estimării densității Kernel, metoda SANET (pentru analiza evenimente lor de-a lungul unei rețele), sau metoda hotspoturilor emergente (spațio-temporale).

CAPITOLUL IV. este dedicat rezultatelor obținute în această teză. Un prim rezultat a constat în stabilirea caracteristicilor spațio-temporale ale accidentelor rutiere. În acest sens a fost analizată evoluția accidentelor și a consecințelor acestora în perioada 2010-2019, observându-se faptul că deși România a înregistrat o scădere a numărului de evenimente rutiere, acestea s-au menținut la un nivel alarmant, plasând țara noastră pe primul loc în topul statelor europene în ceea ce privește numărul de decese în accidente de circulație raportate la 1 milion de locuitori. De asemenea s-a efectuat o distribuție a accidentelor pe ore, zile, luni, rezultând că cele mai multe accidente se produc în luna august, în ziua de vineri, cu precădere în intervalul orar 16:00-19:00. Tot în analiza caracteristicilor spațio-temporale ale accidentelor rutiere au fost investigate cauzele generatoare, precum și o serie de indicatori statistici ai severității accidentelor rutiere: Rata Accidentelor (RA), Rata Răniților (RR), Rata Fatalității (RF), Rata Hazardului (RH). A rezultat faptul că principala cauză specifică de producere a accidentelor este reprezentată de neadaptarea vitezei la condițiile de drum, județe precum Constanța, Prahova, Brașov, Cluj, Iași, Suceava, Timiș și municipiul București înregistrând cele mai ridicate valori ale indicatorilor RA, RR, RF, iar județele Satu Mare și Călărași având cea mai mare valoare a RH.

Distribuția accidentelor pe principalele categorii de drumuri a scos în evidență în primul rând faptul că 82% dintre acestea s-au produs în interiorul localităților, pe rețelele stradale, urmate de drumurile naționale, la polul opus aflându-se autostrăzile. Deși pe drumurile naționale s-au produs doar 26% din totalul numărului de accidente, aici s-au înregistrat cele mai multe persoane decedate (52%).

Un alt rezultat notabil a constat în determinarea hotspoturilor și a blackspoturilor la nivel național dar și la nivel de municipiu (studiu de caz București), însă înainte de această analiză au fost stabilite relațiile statistice între incidentele rutiere și diferiți parametri precum parcul auto, numărul de permise de conducere sau volumul de trafic. Astfel, cu ajutorul regresiei simple liniare și a coeficientului de corelație Pearson, a rezultat că între indicatorii prezentați și accidentele rutiere există o legătură statistică strânsă, valorile fiind direct proporționale.

Identificarea hotspoturilor și blackspoturilor reprezintă un element cheie pentru îmbunătățirea politicilor de siguranță rutieră. De multe ori în literatura de specialitate, cei doi termeni sunt utilizați sub același sens, respectiv de areal/zonă cu o frecvență ridicată a numărului de accidente rutiere. În lucrarea de față definiția aceasta se păstrează doar pentru hotspot, în timp ce blackspoturile sunt definite ca areal/zonă cu o frecvență ridicată a numărului de accidente rutiere mortale. Cu alte cuvinte, în analiza de identificare a hotspoturilor au fost utilizate toate tipurile de accidente rutiere, indiferent de severitatea acestora, în timp ce în cazul blackspoturilor s-au utilizat strict accidentele mortale.

În prezenta lucrare s-a pus accent pe determinarea hotspoturilor și blackspoturilor prin utilizarea celei mai cunoscute metode de identificare a acestora, respectiv estimarea densității Kernel, sub cele două forme, estimarea densității Kernel bidimensională (EDKB) și estimarea densității kernel de rețea (EDKR). A fost demonstrat faptul că, pentru a obține rezultate cu o credibilitate cât mai ridicată, cele două metode trebuie utilizate în funcție de arealul de interes. Astfel atunci când ne raportăm la o suprafață mai mare (de exemplu întreaga rețea de drumuri naționale) metoda EDKB este una eficientă, iar atunci când ne raportăm la o rețea de străzi a unui oraș/municipiu, este indicat să utilizăm metoda EDKR. Deși în lucrarea de față au fost determinate hotspoturile și blackspoturile la nivel național (toate categoriile de accidente), hotspoturile accidentelor produse pe drumurile naționale, precum și hotspoturile și accidentele rutiere din municipiul București, metodologia de determinare a acestora poate fi extrapolată la orice areal, mai mic sau mai mare în funcție de interesul avut (județ, comună, oraș).

În linii mari, rezultatele obținute prin aplicarea metodei EDKB asupra tuturor accidentelor de la nivel național, indică faptul că hotspoturile se mulează pe principalele

localități și împrejurimile acestora. În consecință, de departe, cel mai extins hotspot al accidentelor rutiere din România se suprapune pe arealul regiunii București-Ilfov. Dacă se aplică aceeași metodă, însă de această dată utilizând doar accidentele care au avut loc pe drumurile naționale, se poate afirma faptul că cele mai periculoase sectoare de drum se regăsesc pe principalele drumuri naționale (DN1, DN2, DN3, DN4, DN5, DN6, DN7), în proximitatea intrării/ieșirii din capitală, dar și pe alte segmente de drum național precum cel de pe DN2 între municipiul Focșani și municipiul Râmnicu Sărat¹ sau cel de pe DN1 dintre localitățile Gilău și Cluj-Napoca.

Așa cum s-a putut observa în cazul municipiului București, metoda EDKR are capacitatea de a efectua o clasificare a rețelei stradale în funcție de gradul de pericol, respectiv în funcție de numărul de accidente înregistrate pe fiecare segment în parte. Deși în lucrarea de față nu au fost tratate și alte orașe/municipii, metoda EDKR poate fi utilizată fără probleme pentru determinarea segmentelor periculoase din rețeaua stradală a oricărei localități, mai mică sau mai mare, cu condiția să existe o bază de date spațială a accidentelor rutiere.

Un ultim rezultat notabil al acestei lucrări îl reprezintă explicarea substratului social al accidentelor rutiere și expunerea costului socio-economic al acestora. În acest sens au fost construite piramidele categoriilor sociale predispuse la producerea de accidente rutiere (a persoanelor vinovate de producerea accidentelor), precum și a celor predispuse în a fi victime în accidente de circulație (piramidele negre). Rezultatul acestei analize indică faptul că cea mai vulnerabilă categorie socială la producerea accidentelor este reprezentată de tineri cu vârstă cuprinsă între 18-23 de ani. Atât piramidele grupelor sociale vulnerabile² la producerea de accidente rutiere cât și piramidele negre oferă informații importante pentru factorii decizionali cu rol în siguranță rutieră privitor la structurarea viitoarelor măsurilor pe diferite categorii de public țintă.

Analiza accidentelor rutiere stă la baza conceperii politicilor de siguranță rutieră. Toate politicile pentru siguranța rutieră ar trebui să aibă o strategie pe termen scurt, mediu și lung, strategie ce trebuie întocmită atât în funcție de rezultatele analizei accidentelor rutiere cât și a factorilor tangențiali precum infrastructura rutieră, gradul de educație al populației, nivelul serviciilor medicale de urgență și de tratare post accident.

¹ Cel mai exins hotspot identificat pe drumurile naționale din România, respectiv 38 km

² Persoane care produc accidente rutiere