



ALEXANDRU IOAN CUZA
UNIVERSITY OF IAȘI

Pagina jurnalului
<http://www.geomatica.uaic.ro>



UTILIZAREA S.I.G. ÎN PLANIFICAREA RUTELOR OPTIME DE TRANSPORT A MATERIALELOR PERICULOASE ÎN MUNICIPIUL IAȘI

Adrian Ursu^a, Tarhon Alexandru

^a *Universitatea Alexandru Ioan Cuza Iași, România*

INFORMAȚII ARTICOL

Keywords:
materiale periculoase
rute transport
municipiul Iași
Sisteme Informaționale
Geografice

ABSTRACT

Scopul principal al acestei lucrări a fost dezvoltarea unui Sistem Informațional Geografic urban (GIS) care să permită analiza multicriterială, ca suport decizional, pentru autorități, în planificarea rutelor optime de transport a substanțelor periculoase în Municipiul Iași. Am ales această temă deoarece materialele folosite astăzi, în cadrul economiei globalizate, sunt din ce în ce mai variate și uneori mai periculoase, indiferent dacă vorbim de materie primă, produs finit sau deșeuri. Am realizat un model pentru orașul Iași, deoarece în ultimii 27 de ani orașul s-a dezvoltat și transformat rapid, respectând regulile de planificare urbană doar parțial.

Introducere

În ultimii ani, la nivelul țărilor în curs de dezvoltare, numărul accidentelor tehnologice a fost în creștere. O dată cu creșterea complexității socio-economice a unei așezări, crește și riscul producerii unui accident tehnologic.

Această lucrare a venit ca o necesitate în urma faptului că legislația României are reglementări ce privesc în mod exclusiv pregătirea șoferilor în situația producerii unui accident. Traseele care sunt totuși conturate pentru anumite transporturi de autoritatea competentă, iau în calcul prea puțini parametri și nu au studiu de impact asupra factorilor care ar determina gravitatea accidentului și intervenția unităților competente. În aceste condiții,

am creat un sistem informațional geografic care ne permite în orice moment să realizăm un traseu optim pentru transportul materialelor periculoase pe întreaga rază a municipiului Iași.

De-a lungul istoriei, orașul Iași s-a dezvoltat într-o locație strategică, fiind localizat într-o regiune deluroasă, ceea ce i-a oferit o personalitate urbană particulară. Acesta este localizat în Nord-Estul României, în regiunea istorică Moldova, ajungând o metropolă regională, fiind cel mai important centru urban al regiunii, cu o populație de peste 350.000 de locuitori, conform recensământului din 2011. În urma analizelor de laborator, bazate pe materialele cartografice existente și pe studiile din teren, s-au identificat tipare evolutive ce au schimbat funcționalitatea

zonei. Cele mai importante schimbări identificate la nivel local, sunt corelate cu transformarea fostelor zone industriale în zone comerciale, imobiliare sau prin densificarea acestor zone urbane (Ursu et al., 2016). Din cauza criteriilor enumerate anterior importantă realizarea unui studiu pe Iași, care să ia în considerare toate schimbările produse în ultimii ani.

Metodologie

Societatea de astăzi beneficiază de industrii chimice, nucleare, electrice și petoliere. Aceste industrii, necesită materiale periculoase (Hazmat) în procesul lor de producție și, de asemenea, produc ca deșeuri, reziduuri periculoase. O dată cu dezvoltarea industriilor se accelerează și cererea de materiale periculoase ca materii prime pentru producerea de diverse bunuri comerciale. Acest lucru poate duce la creșterea cantităților de deșeuri periculoase, ceea ce reprezintă o preocupare majoră, în special când vine vorba de gestionarea corectă și sigură a acestor deșeuri. Atât Hazmatul cât și deșeurile periculoase trebuie transportate de la furnizori la producători în scopuri de producție și depozitare a deșeurilor. Deși probabilitatea producerii unui accident în timpul transportului acestor materiale este foarte scăzută, este esențial ca materialele periculoase să fie transportate în cel mai sigur mod posibil, dat fiind faptul că un accident poate fi catastrofal pentru comunitate și mediu. (Monprapussorn et al., 2009).

Categoria materialelor periculoase include, explozivi, materiale inflamabile gazoase, lichide și solide, substanțe oxidante, otrăvitoare și infecțioase, substanțe corozive și deșeuri periculoase. Acestea trebuie transportate în condiții de

siguranță și prin interiorul orașului și din acest motiv este necesară minimizarea riscurilor.

Jenning și Scholars au fost primii care au luat în considerare riscul în transportul materialelor periculoase. Ei au formulat un sistem regional de gestionare a materialelor periculoase (RHWMS), ca o problemă de rulare a vehiculelor în încercarea de a atinge ca obiectiv, un cost minim sau un risc minim. (Monprapussorn et al., 2009).

Pentru a răspunde nevoilor societății în ceea ce privește transportul materialelor periculoase, cercetătorii din diferite zone au conceput metodologii proprii. Dintre aceste au fost selectate două metodologii ce sunt prezentate în lucrarea științifică realizată de către T.S. Glickman, Samina T. Panhwar, Robert Pitt și Michael D. Anderson pentru Statul Alabama din Statele Unite ale Americii (2000) și cea realizată de către Sathaporn Monprapussorn, Daniel J. Watts și Ruth Banomyong pentru regiunea Chiang Mai, Thailanda (2009).

Metodologia de calcul e preluată de la Monprapussorn et al., 2009 privind factorii ce trebuie luați în considerare când se transportă materiale periculoase și modul de calcul. Metodologia propusă de Monprapussorn et al. are ca rezultat hărți separate pentru rute alternative în funcție de parametrul luat în considerare. Lucrarea de față își propune realizarea unei hărți unice care să ia în calcul toții parametrii, un sistem care să integreze toți factorii într-un strat vectorial.

Astfel, am conceput o nouă metodologie care integrează cele două metode și le completează cu o serie de alții parametri precum panta reliefului și concentrarea populației. Scopul principal este acela de a realiza un strat vectorial cu

rețeaua de drumuri, care să conțină atribute referitoare la favorabilitatea pentru transportul a substanțelor periculoase, pe fiecare sector de drum. În acest sens am decis crearea unui sistem de bonitare a tronsoanelor de drum, oferind note de la 1 la 7, unde 7 reprezintă zone favorabile, iar nota 1 zone de evitat.

Acordarea notelor pe tronsoane de drum s-a realizat, luând în seamă o serie de factori precum:

a) cei care descriu zone ce trebuie evitate, precum cele aflate în imediata apropiere a unităților de învățământ sau a unităților sanitare, precum și zonele cele mai intens populate, sau cele cu potențial agravant precum stațiile de alimentare cu carburant.

b) cei care descriu zone prin apropierea cărora este indicat să treacă vehiculele ce transportă materiale periculoase, pentru ca instituțiile specializate să poată interveni într-un timp cât mai scurt și cu eficacitate maximă (secții de poliție, stații de pompieri, stații ISU).

c) cei care pot îngreuna deplasarea precum înclinarea versanților.

Într-o primă etapă am realizat straturilor vectoriale de bază: rețeaua de drumuri, clădirile, harta pantelor, distribuția spațială a unităților de învățământ, a celor de sănătate, a benzinăriilor etc.

După identificarea locațiilor aferente parametrilor, am creat zone buffer pentru fiecare în parte, iar în funcție de categoria din care fac parte și de distanță, le-am oferit note de la 1 la 7.

În lucrare prezentă am utilizat pentru trasarea rutei de transport a materialelor periculoase 7 parametri: instituții de învățământ, benzinării + depozite pentru combustibil, spitale, secții de poliție, stații de pompieri, densitatea populației pe sectoare de drum și pante.

Tabelul 1 prezintă notele de bonitare acordate fiecărei zone. Cu cât segmentul de drum are punctaj mai mare, cu atât este mai sigur pentru transportul materialelor periculoase.

Tabel 1 Parametri utilizați și valorile acestora

	NOTĂ						
	1	2	3	4	5	6	7
Economic							
Pante	>35%	25-35%	15-25%	5-15%	0-5%		
Expunerea societății (factori negativi)	Distanța dintre parametrul ales și rută						
Densitatea populației pe sector de drum (m)	50	100	150	200	250	300	350
Instituții de învățământ / cămine stud. (m)	50	100	150	200	250	300	350
Benzinării (m)	50	100	150	200	250	300	350
Spitale (m)	50	100	150	200	250	300	350
Siguranța societății (factori pozitivi)	Distanța dintre instituție și rută						
Apropierea de secțiile de poliție (m)	350	300	250	200	150	100	50
Apropierea de stații de pompieri (Km)	>2	1.5-2	1-1.5	0.5-1	0.1-0.5	0-0.1	

Zonele tampon în jurul punctelor de interes au fost calculate conform datelor din tabel. Astfel, pentru spitale am dat buffere de 50, 100, 150, 200, 250, 300 și respectiv 350 de metri pentru a delimita zonele de risc minim și maxim din jurul acestora. Am ales să includem spitalele în categoria zonelor ce trebuie evitate, datorită dificultății cu care ar putea fi evacuați pacienții în caz de catastrofă, dar

și pierderea unui loc în care ar putea fi îngrijite eventualele victime. Densitatea mare a spitalelor din zona Copou – Centru face ca acest sector să intre în categoria celor care ar trebui evitate, în restul orașului, spitalele având o densitate mai mică sunt mai ușor de evitat. Excepție face zona Socola – Bucium unde nu există rute alternative pentru vehicule (Figura. 1).

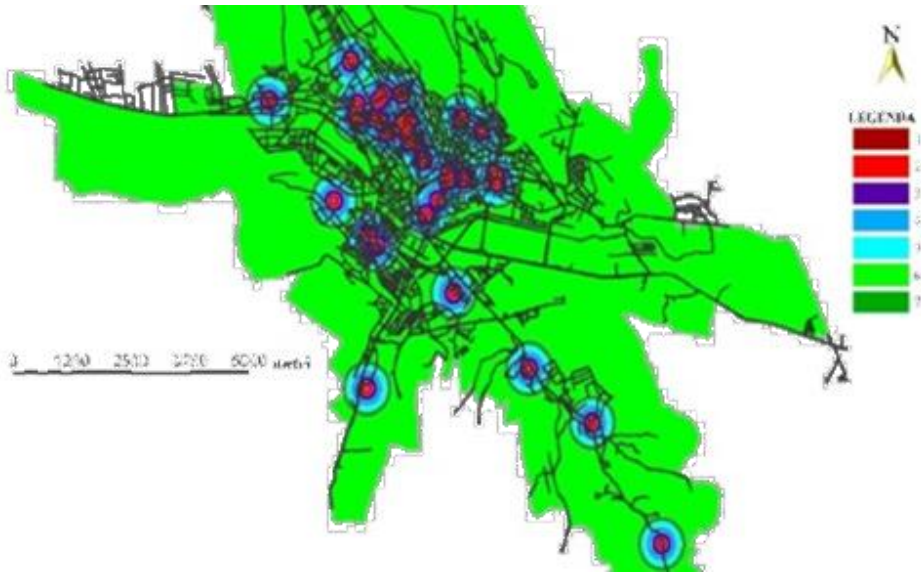


Figura 1. Harta buffere spitale

Al doilea parametru utilizat a fost dat de stațiile de benzină și depozitele de carburant de pe teritoriul orașului. Acest parametru a fost inclus în categoria factorilor negativi pentru a minimiza riscul propagării unei explozii. După identificarea poziției geografice, am delimitat zona din jurul lor prin buffere de 50, 100, 150, 200, 250, 300 și 350 de metri (Figura. 2). După analizarea acestui parametru s-au evidențiat trei zone în care densitatea benzinăriilor pe o arie relativ mică este foarte mare. Aceste zone sunt Păcurari – Canta, Sensul giratoriu din

Podul de Piatră și Bulevardul Socola. Toate aceste trei puncte critice sunt de asemenea puncte rutiere foarte importante pentru municipiul Iași. Zona Păcurari – Canta și Bulevardul Socola nu pot fi evitate pentru că nu au rute alternative.

Cel de-al treilea parametru luat în considerare și care trebuie evitat în conceperea unei rute de transport a materialelor periculoase sunt instituțiile de învățământ. După localizarea spitalelor și a clinicilor, au fost realizate buffere, în jurul acestora (Figura. 3). Numărul mare de instituțiilor de învățământ la care se adaugă

și cele două mari campusuri studențești fac ca acest parametru să fie foarte greu de evitat în planificarea rutelor optime de transport a materialelor periculoase, în special în intervalele orare: 08:00 – 14:00 în cazul școlilor, liceelor și a grădinițelor; în intervalul orar 08:00 – 18:00 în cazul

Universităților. În schimb, în afara acestui interval orar și în cele două zile de weekend acest parametru devine neutru în planificarea rutelor deoarece, numărul celor aflați în aceste instituții poate scădea până aproape de 0.

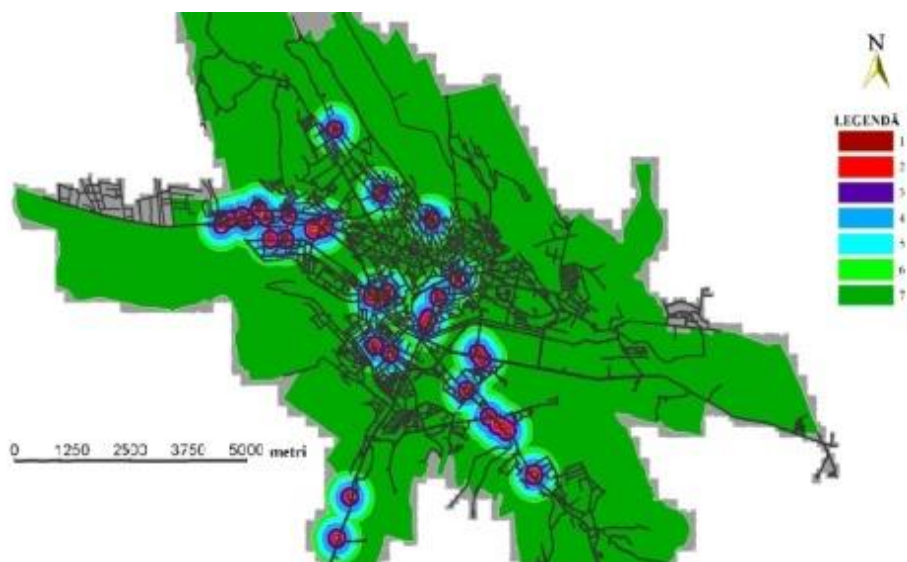


Figura 2. Harta buffere stații de benzină și depozite de carburant

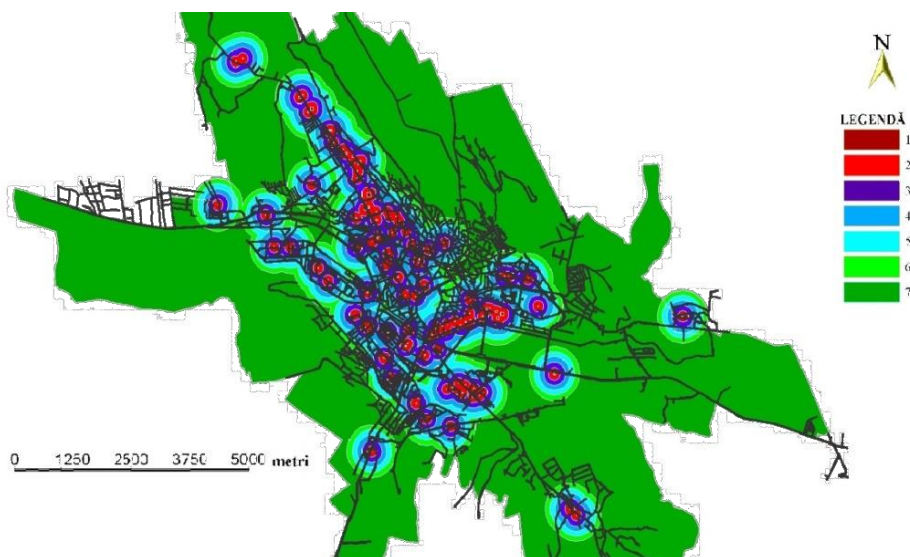


Figura 3. Harta buffere instituții de învățământ

Stațiile de pompieri și secțiile de poliție sunt următorii doi parametri utilizați în conceperea rutelor. Spre deosebire de parametri precedenți, după ce au fost localizați și au fost făcute buffere în jurul lor, le-au fost acordate note de bonitare

invers proporțional. Astfel, au fost date note mari pentru rutelor plasate în apropierea acestor instituții pentru faptul că unitățile competente ar interveni mult mai ușor și într-un timp foarte scurt în cazul unui accident (Figura 4, 5).

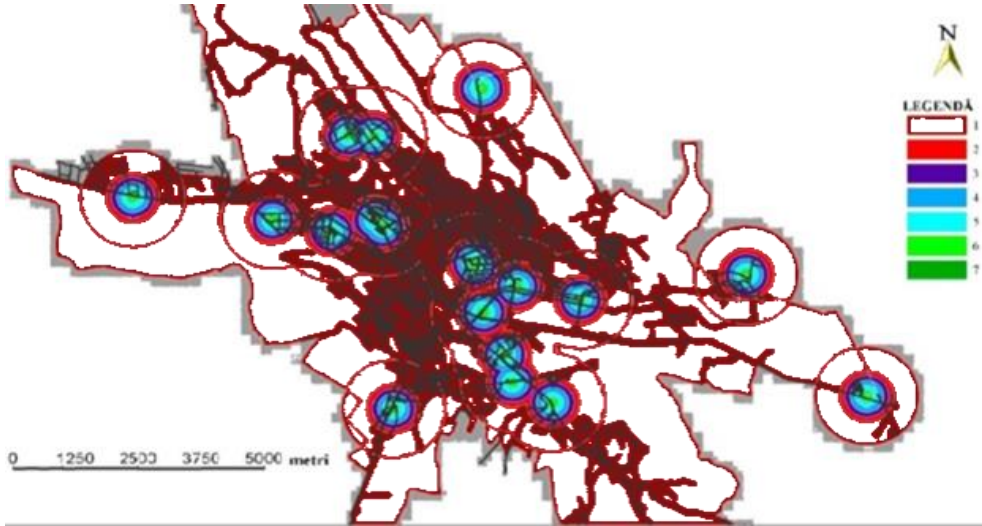


Figura 4 Harta buffere secții de poliție

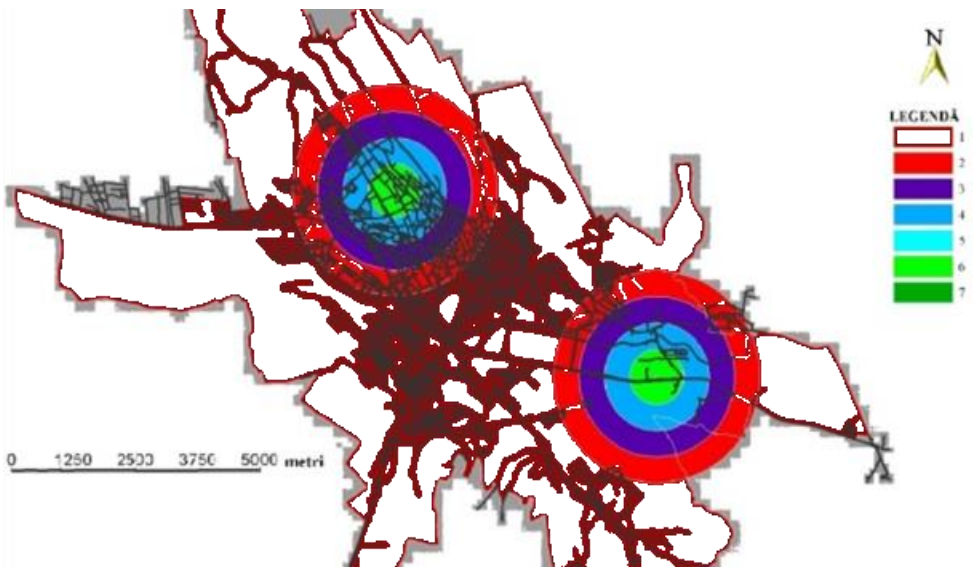


Figura 5. Harta buffere stații de pompieri

În conceperea rutelor pentru transportul materialelor periculoase din Iași nu putea fi ignorată panta, deoarece orașul este dispus pe mai multe dealuri cu fragmentare diferită, iar îngreunarea deplasării vehiculelor este semnificativă pe unele tronsoane din oraș.

Odată finalizată realizarea straturilor derivate, a urmat suprapunerea acestora și însumarea valorilor, pentru a evidenția

zonele cu expunere ridicată în cazul unui accident. Se observă că zona centrului istoric, a cartierele Podu Roș și Mircea cel Bătrân trebuie evitate de mijloacele de transport care au încărcătură periculoasă. Totuși harta finală nu indică ca fiind problematică, zona cartierului Alexandru cel Bun unde trăiesc în jur de 70000 de oameni (Figura 6).

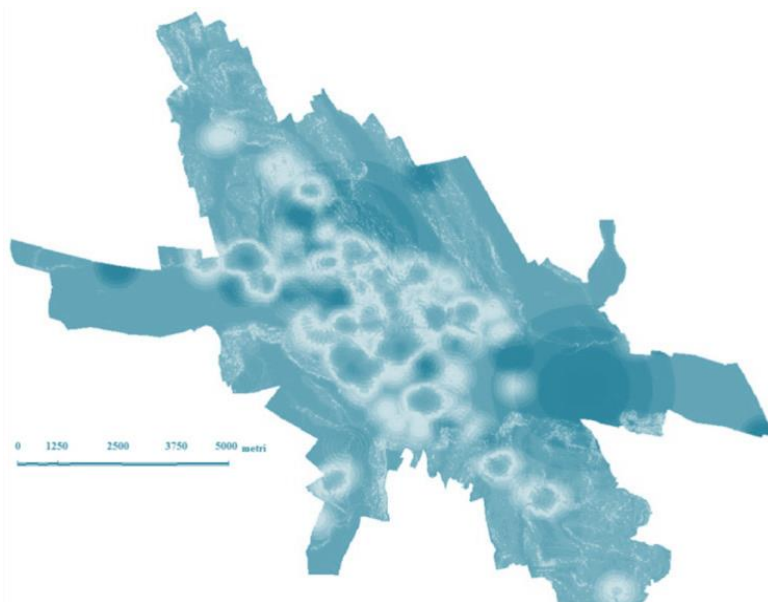


Figura 6. Harta – suma parametrilor pozitivi și negativi

În continuare au fost atribuite valorile rezultate, sectoarelor de drum de pe rețeaua trasată pe baza ortofotoplanurilor, obținând în acest fel o clasificare a sectoarelor de drum numit SUMA (Figura 7).

Următorul pas a constat în adăugarea factorului populație. Pentru determinarea densității populației pe sectoare de drum, s-a realizat harta densității populației pe blocuri de locuințe (Figura 8).

Pornind de la stratul cu clădirile din municipiul Iași, am estimat populația luând în calcul un număr de trei membri per familie. Am estimat numărul de familii, pornind de la numărul de apartamente din bloc, acestea au fost calculate la rândul lor pornind de la numărul de etaje a clădirii și de la numărul de scări. Ulterior am arondat fiecărui sector de drum locuințele individuale sau colective de pe marginile sale și am obținut în acest fel un număr de persoane/sector de drum.

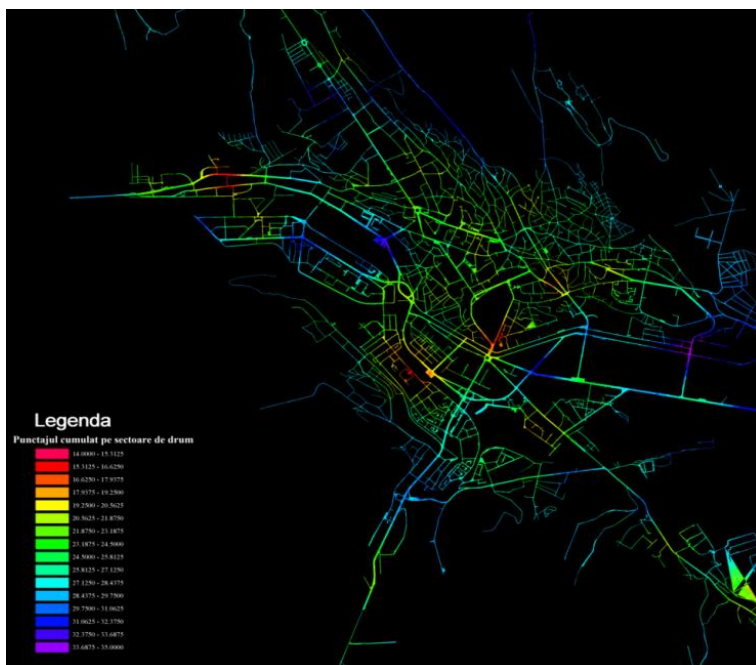


Figura 7. Harta – suma parametrilor atribuiți sectoarelor de drum (fără populație)

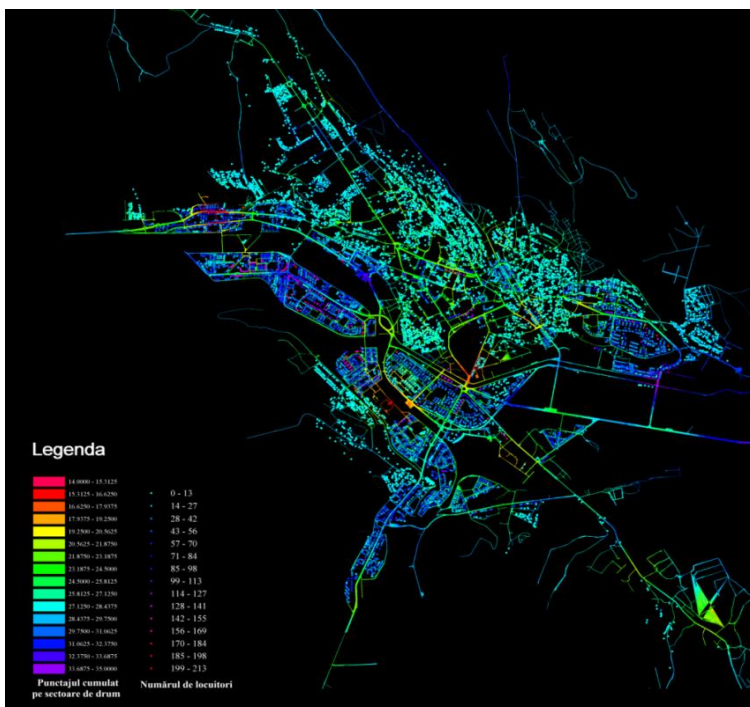


Figura 8. Distribuția populației în Municipiul Iași suprapusă hărții din fig. 7

În final, am combinat valorile de pe rasterul SUMĂ cu parametrul „densitatea populației”, pe fiecare segment de drum, rezultând astfel harta finală. Această hartă finală reprezintă doar o fotografie a

favorabilității pentru rute optime însă transformarea sa într-un sistem interactiv este imperios necesară pentru a putea sprijini deciziile luate de instituțiile publice (Figura 9).

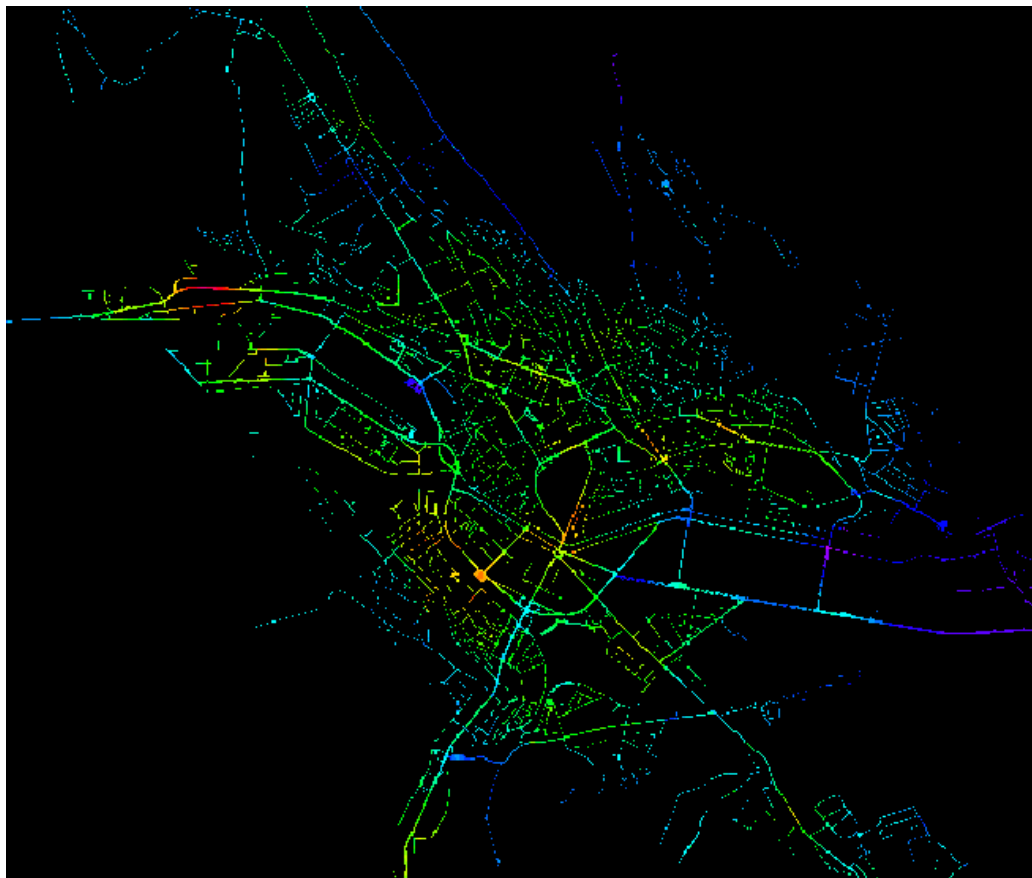


Figura 9 Harta finală

Simularea funcționalităților rețelei rutiere are o importanță critică în zilele noastre pentru că: ne oferă posibilitatea de a înțelege arhitectura rețelelor și accesibilitatea locațiilor într-o manieră rapidă și eficientă (Bulai et al., 2012).

Realizarea unui Sistem informațional Geografic interactiv, care să poate fi folosit de instituții publice a fost posibil prin

utilizarea funcției Network Analysis. Am transferat valorile obținute în urma analizei multicriteriale, de pe rasterul final, pe sectoare de drum în format vectorial. Astfel, notele de bonitare s-au transformat în impedanță (frecare), am acordat impedanța mai mare zonelor cu note de bonitare mai mici și invers (Figura 10).

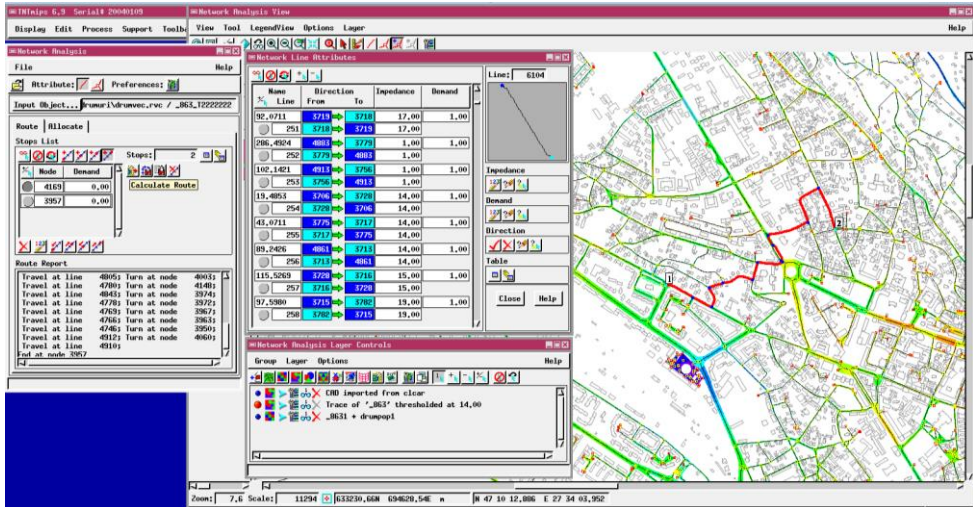


Figura 10. Atribuirea valorilor de impedanță

Testarea modelului propus a fost făcută prin interogarea bazei de date spațiale și tabelare, în sensul indicării traseului cel mai rapid între punctul 1. Canta și punctul 2. Piața Independenței. În primul caz am cerut un traseu pentru un transport normal de produse nepericuloase. După cum putem observa (Figura 11), traseul oferit ca răspuns de model, marcat cu o linie de culoare roșie, este de fapt o linie aproape dreaptă între cele 2 puncte.

În cea de a doua situație am cerut o rută pentru un transport periculos între aceleași 2 puncte, luând în seamă valorile de impedanță (frecare) acordate anterior. Observăm că cel de al doilea traseu oferit este diferit de primul, el evitând zonele cu multe unități spitalicești, școli și cu o densitate mare a populației (Figura 12). Deci modelul oferit se dovedește valid și fiabil, el putând fi îmbunătățit în viitor.

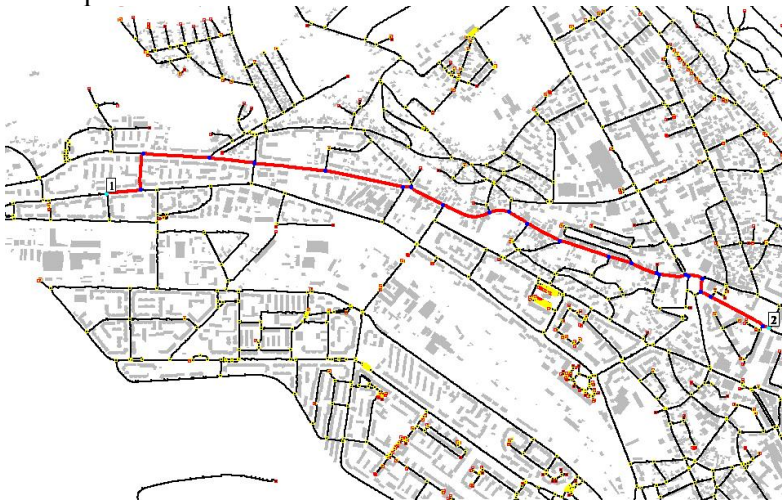


Figura 11. Traseu pentru un transport de mărfuri normale

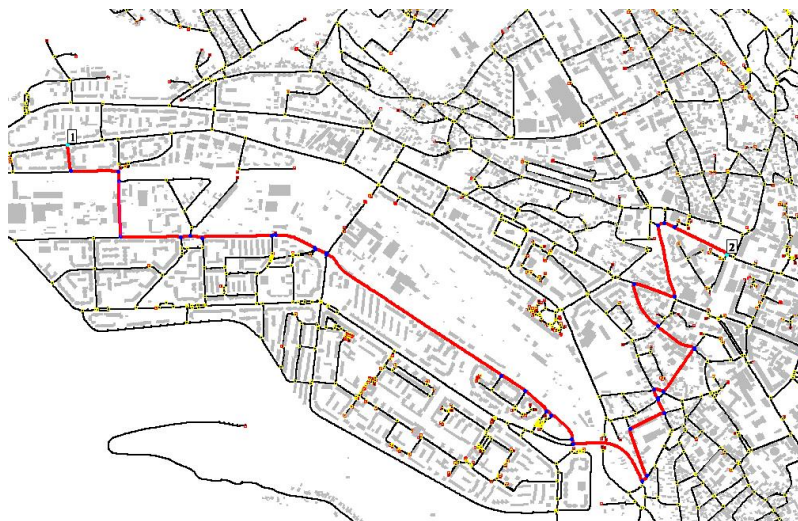


Figura 12. Traseu pentru transporturi periculoase

Concluzii

În timpul transportului de materiale periculoase se pot întâmpla accidente care pot avea consecințe grave pentru populație și pentru mediul înconjurător. Un astfel de risc nu poate fi eliminat, dar poate fi redus prin planificare. Scopul lucrării a fost conceperea unui traseu sigur, pentru materialele periculoase de la locația de origine într-o locație de destinație prin intermediul SIG.

În lucrare au fost testate două obiective diferite: expunerea societății și răspunsul de urgență al autorităților. Valoarea totală în ecuație este maximizată, în scopul de a obține traseul cu cel mai mare punctaj. Rezultatele relevă faptul că buna performanță a unui factor este contrabalansată de un rezultat mai puțin satisfăcător la alți factori

Prin integrarea analizei multicriteriale într-un sistem informațional geografic (GIS) funcțional, am formulat un cadru îmbunătățit de decizie pentru autorități în planificarea transportului acestor tipuri de

materiale, pentru municipiul Iași. Cadrul propus poate fi personalizat și aplicat și altor studii de caz și nu doar la cel prezentat în acest document.

Luarea deciziilor pe baza unui sistem integrat de date și analiza efectivă poate aduce o contribuție utilă în ceea ce privește prevenirea riscurilor.

Modelul propus poate fi îmbunătățit prin luarea în calcul a mai multor factori, prin introducerea variabilei timp și prin schimbarea scării de analiză.

BIBLIOGRAFIE

- Glickman, T. G. (1992). Acts of God and Acts of Man: recent trends in natural disasters and major industrial accidents. Washington, D.C.: Center for Risk Management, Resources for the future. As. J. Energy Env. (2009), 10(02), 122-132.
- Panwhar S. T., Pitt R., Anderson M. (2000). Development of a GIS-based hazardous materials transportation

- management system. UTCA report 99244
- Monprapussorn S., Daniel J. W., Banomyong R. (2009), Sustainable hazardous materials route planning with environmental consideration.
- Monprapussorn, S., Thaitakoo, D., Watts, D. J., Banomyong, R. (2009). Multi criteria decision analysis and geographic information system framework for hazardous waste transport sustainability.
- Radu C. (2011). Transportation of dangerous substances. Substances - risk factors for environment protection and human factor. Presentation of case. Analele Universității din Oradea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie și Tehnologii de Industrie Alimentară, pg. 321,322.
- Lownes N. (2014). Risk assessment of hazardous material transportation routes in the City of New Haven. Connecticut: University of Connecticut.
- Novak T. (1998). "Local Governments Views-Hazardous Materials Transport Legislation," in Proceedings of the National Conference on Hazardous Materials Transportation, American Society of Civil Engineers. New York.
- Bulai M., Ursu A. (2012) Creating, Testing And Applying A GIS Road Travel Cost Model For Romania - Geographia tehnica no. 1, ISSN 2065-4421
- The State of Montana Multi-Hazard Mitigation Plan and Statewide Hazard Assessment, O. 2. (2004). Events. Preluat pe 2014, de pe The Journal of the Wild Rockies: <http://wildrockies.org>
- Journal of Hazardous Materials, 71(1-3): 283-300 (2000). Leonelli, P., Bonvicini, S., & Spadoni, G.. Hazardous materials transportation: a risk-analysis-based routing methodology.
- Ursu A., Burțiță R., Minea V., Marius A., Ichim P. (2015) – Urban public transportation system changes, in post communist period in Iași municipality, 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, Conference Proceedings -Nano, Bio and Green Technologies for Sustainable Future, pp. 615–621, ISBN 978-619-7105-43-8, ISSN 1314-2704.
- Adrian Ursu, Andrei Marius, Chelaru Dan Adrian, Ichim Pavel - Built-Up Area Change Analysis In Iasi City Using Gis, Publication date 2016/06/15, Present Environment and Sustainable Development, VOL. 10, no. 1, Page 201-216, DOI 10.1515/psed-2016-0018