

II 39. 983

„Studii asupra optimizării managementului deșeurilor”

MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI SPORTULUI

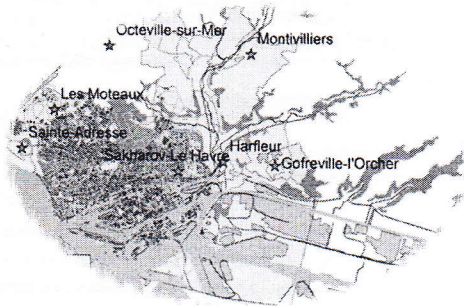
UNIVERSITATEA DUNĂREA DE JOS DIN GALAȚI



*Vlad Aurelian GOGONCEA*

# STUDII ASUPRA OPTIMIZĂRII MANAGEMENTULUI DEȘEURILOR

*Rezumat al tezei de doctorat*



*Conducător științific:*

*Prof. dr. Ing. Lucian P. Georgescu, Universitatea "Dunărea de Jos", Galați,  
România*

GALATI  
2012

3.5  
65

638.5  
665

ROMÂNIA  
MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI SPORTULUI  
UNIVERSITATEA DUNĂREA DE JOS DIN GALAȚI

Strada Domnească nr. 47, cod poștal 800008  
Galați, România  
E-mail: rectorat@ugal.ro



Tel.: (+4) 0336-130.109, 0336-130.108, 336-130.104  
Fax: (+4) 0236 - 461.353  
www.ugal.ro

C 279/09.03.2012

Către

Universitatea “ Dunărea de Jos ” din Galați vă face cunoscut că în data de 09.03.2012, ora 13.30, în sala FORINFO a Facultății de Științe și Mediu, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată: ” STUDII ASUPRA OPTIMIZĂRII MANAGEMENTULUI DESEURILOR”, elaborată de domnul/doamna ing. GOGONCEA VLAD-AURELIAN, în vederea conferirii titlului științific de doctor în Domeniul de doctorat - Inginerie industrială.

Comisia de doctorat are următoarea componență :

- Presedinte:** Prof.univ.dr.fiz. Constantin GHEORGHIES  
Universitatea ”Dunărea de Jos” din Galați
- Conducător de doctorat:** Prof.univ.dr.ing. Lucian-Puiu GEORGESCU  
Universitatea ”Dunărea de Jos” din Galați
- Referent 1:** Prof.univ.dr. Mircea NICOARĂ  
Universitatea ”Alexandru Ioan Cuza” din Iași
- Referent 2:** Prof.univ.dr. Dumitru VULCANOV  
Universitatea de Vest din Timișoara
- Referent 3:** Prof.univ.dr.fiz. Luminița MORARU  
Universitatea ”Dunărea de Jos” din Galați

Cu această ocazie vă transmitem rezumatul tezei de doctorat și vă invităm să participați la susținerea publică. În cazul în care doriți să faceți eventuale aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării, vă rugăm să le transmiteți în scris pe adresa Universității, str. Domnească nr. 47, 800008 - Galați, Fax - 0236 / 461353.



Prof.univ.dr.ing. Lucian Gabriel BIRSAN

SECRETAR DOCTORAT,

Ing. Luiza AXINTE

U 39.983

## Mulțumiri

Suntem mândri și bucuroși să mulțumim personal responsabililor instituțiilor și organismelor reprezentative, care ne-au ajutat să ne documentăm, să pornim, gestionăm și finalizăm această interesantă teză.

Mulțumiri domnului profesor doctor inginer Lucian Puiu Georgescu, decan al Facultății de Științe, profesor coordonator și îndrumător, pentru timpul acordat și consacrat pentru această teză. Știm că în această teză nu am reușit, în totalitate, să integrăm toate studiile pe care am fi dorit să le expunem dar prezenta teză poate fi o piatră de temelie în aplicațiile viitoare.

Mulțumiri domnului Gabriel Murariu, conferențiar la Universitatea ”Dunărea de Jos” din Galați pentru susținerea acestei teze, precum și studiul efectuat în echipă în cadrul laboratorului. Pentru eforturile dumnealui, pentru timpul petrecut cu acest studiu și pentru criticile, sugestiile și modificările aduse la această teză, noi îi mulțumim.

Dorim să mulțumim și echipei de lucru din acordurile de cercetare inter-instituționale, dl. Primar Dumitru Nicolae și dl. Viceprimar Mircea-Răzvan Cristea, dl. Prof. Gabriel Murariu (Universitatea ”Dunărea de Jos”), dl. Viorel Mancaș (Director Serviciul Informatizare, Primăria Galați), dl. Director Ion Ionescu (Serviciul Public ECOSAL), dl. Director tehnic Marin Axente (SP ECOSAL), dl. Costel Hanță, director Direcția de Programe și Proiecte Europene (Primăria Municipiului Galați) și șef serviciul UIP ISPA Deșeuri dl. Mircea Ostache,

Tot în acordurile de cercetare și parteneriate dintre universități și primării dorim să mulțumim și reprezentanților instituțiilor publice din Le Havre, dl. Profesor Cristian Nichita, directorul Serviciului Relații Internaționale, Universitatea din Le Havre, Franța, dl. Christophe Lucas, responsabil Departament Tratare Deșeuri, CODAH (Communauté de l’Agglomération Havraise).

Nu în ultimul rând dorim să mulțumim domnului Dan Lilion Gogoncea, președintele Camerei de Comerț, Industrie și Agricultură, Galați, important pilon al dezvoltării economice a județului Galați, susținător al parteneriatelor publice private și partizan al colaborării internaționale, căruia îi dedicăm acest studiu.



## Cuprins

Introducere .....	5
Lista contribuțiilor personale: .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Capitolul 1: Stadiul actual al cercetării în domeniul managementului deșeurilor</b>	<b>11</b>
1.1. Informații generale .....	11
1.2. Sistemul de management al deșeurilor din Municipiul Galați .....	11
1.3. Sistemul de management al deșeurilor în aglomerația urbană Le Havre .	12
1.4. Avantaje și dezavantaje ale colectării deșeurilor în Municipiul Galați și Aglomerația Urbană Le Havre .....	13
1.5. Metode de optimizare a colectării și transportului .....	14
1.5.1. Optimizarea colectării deșeurilor .....	14
1.5.2. Optimizarea transportului deșeurilor .....	14
1.5.3. Optimizarea depozitării deșeurilor .....	15
<b>Capitolul 2: Metode și modele utilizate în optimizarea managementului deșeurilor</b>	<b>15</b>
Introducere .....	15
2.1. Utilizarea platformei ArcGIS și a extensiilor – Network Analyst în optimizarea managementului deșeurilor .....	15
2.1.1. Program ArcGIS – Network Analyst .....	15
2.1.2. Analiza rețelelor cu ajutorul Network Analyst .....	16
<b>Capitolul 3: Determinări și rezultate experimentale</b> .....	<b>18</b>
Introducere .....	18
3.1. Utilizarea programului ArcGIS în studiul colectării deșeurilor în aglomerațiile urbane – caz Caen .....	18
3.2. Optimizări ale sistemelor de colectare în Le Havre (Haute Normandie, Franța)	19
3.3. Optimizări ale sistemelor de colectare în Galați (Galați, România) .....	21
3.3.1. Prezentarea Municipiului Galați, zona de studiu .....	21
3.3.2. Descrierea locațiilor pentru studiu – Proiect Pilot .....	22
3.3.3. Rezultate obținute în urma implementării optimizării colectării deșeurilor în cele trei zone ale proiectului pilot .....	23
3.4. Optimizarea colectării deșeurilor de la Punctele de Colectare Selectivă la Stația de Sortare .....	24
3.4.1. Repartizarea containerelor de colectare selectivă în zona municipiului Galați	25
3.4.2. Optimizarea rutelor pentru colectarea deșeurilor reciclabile .....	26
<b>Capitolul 4. Analiza statistică și domenii de extindere a aplicațiilor</b> .....	<b>27</b>
4.1. Analiza rezultatelor .....	27
4.2. Concluzii asupra determinărilor și rezultatelor experimentale .....	30
5.1. Avantajele sistemelor de analiză spațială față de analizele clasice existente..	31
Bibliografie: .....	Error! Bookmark not defined.

## Introducere

**Necesitatea optimizării managementului deșeurilor** a apărut ca un obiectiv prioritar după aderarea României la Uniunea Europeană, aderare ce a adus multe obligații privind îmbunătățirea gestionării deșeurilor. În România legea fundamentală de mediu este legea nr. 137/1995 a protecției mediului (cu modificările și completările ulterioare). Legea tratează elemente de dezvoltare durabilă și necesitatea abordării protecției mediului din prisma elementelor și principiilor strategice.

Sistemul de management al deșeurilor este strâns corelat cu aplicații ale managementului deșeurilor cu ajutorul platformelor de programe G.I.S. Aplicarea unui model GIS poate facilita luarea deciziilor la cel mai înalt nivel și stabilirea, enunțarea, monitorizarea și raportarea acestora prin ”Declarația de mediu” din cadrul sistemelor de management. Teza tratează această îmbinare a modelului geografic cu managementul deșeurilor și standardele de mediu (standarde europene) tocmai pentru că acest aspect nu a fost implementat în România și armonizarea acestor științe (geografie spațială și management de mediu) poate duce la rezultate excelente în domeniul protecției mediului. Modelarea ajută la luarea deciziilor și responsabilizează factorii de decizie în privința protecției mediului. Modelele G.I.S. pentru optimizarea în managementul deșeurilor sunt utilizate pentru a studia colectarea și transportul deșeurilor și pentru a implementa un sistem de management ce funcționează eficient și poate fi îmbunătățit continuu.

Odată cu apariția G.I.S., modelele de analiză spațială a elementelor care influențează și condiționează aceste aspecte s-au dezvoltat cu o rapiditate foarte mare datorită modalităților simple și rapide de manipulare și analiză a datelor grafice, stocate sub formă de layere tematice, dezvoltate de programele geo-informaționale.

”**Studii asupra optimizării managementului deșeurilor**” este titlul prezentei teze ce are în vedere o platformă de studii comparative dintre aglomerația urbană din Le Havre, Franța și orașul Galați, România. Aceste studii sunt comparative tocmai datorită asemănării dintre cele două locații, puncte comune ce sunt esențiale în dezvoltarea economică și socială. Aceste puncte comune sunt: zona umedă (înconjurată de mare, râu și lacuri), demografie (număr aproximativ egal de populație), ramuri economice (industria metalurgică și petrolieră), întinderea și mărimea suprafeței (comparativ ca ordin de mărime).

Această teză reprezintă studiul efectuat în două țări, Franța și România, în orașele Le Havre și Galați ca urmare a stagiului în Universitatea din Le Havre, laboratorul C.I.R.T.A.I. (Centre Interdisciplinaire de Recherche en Transports et Affaires Internationales) și cu participarea echipei bilaterale. Următoarele documente au stat la baza studiilor de cercetare: Protocol de cercetare bilateral între Universitatea din Le Havre, Franța și Universitatea ”Dunărea de Jos”, Galați, România, parteneriate dintre Universitatea din Galați și Primăriile din Galați și Brăila. Aceste protocoale și parteneriate au avut menirea să adune o echipă de experți pentru a efectua studii cu privire la monitorizarea și gestiunea deșeurilor prin aplicație de tip G.I.S. (Geographic Information System) pentru colectarea deșeurilor menajere și reciclabile din Municipiul Galați și din Aglomerația urbană Le Havre (CODAH – Communauté de l’Agglomération Havraise). Aceste acorduri și protocoale de cercetare au avut ca finalitate următoarele obiective:

1. Construirea și evaluarea unui sistem software pentru optimizarea sistemului de colectare a deșeurilor (cu posibilitatea extinderii aplicației la nivelul județului, ținând cont de ariile protejate și ecosistemele în tranziție). În cadrul acestei teme, cercetarea desfășurată se va concentra pe elaborarea de algoritmi și aplicații software cu ajutorul Neural Networks, Graph Theory și respectiv Dynamic Programming, cu scopul structurării și dezvoltării unui sistem GIS dedicat.

2. Rezultatele obținute vor putea fi utilizate la întocmirea unui regulament de lucru privind activitatea de măsurare și monitorizare a parametrilor specifici (cantități de deșeuri, reciclarea deșeurilor, etc.) în cadrul Primăriei Municipiului Galați.
3. Popularizarea și dezvoltarea unei baze de date privind gestionarea deșeurilor reciclabile (locații ale containerelor de materiale reciclabile, parametri tehnici: capacitate, grade de umplere și drumuri optime).

Obiectivul principal al tezei este realizarea unei lucrări care să pună la dispoziția utilizatorilor aplicații informaționale geografice, metode și modele de extragere automată a variabilelor de intrare în ecuațiile de calcul și modelelor numerice de calcul al fluxurilor și cantităților depozitate, implementarea acestora în ecuațiile de calcul și modele determinate, studiul factorilor de risc în desfășurarea activităților în arealele determinate. Atât în România, cât mai ales pe plan mondial, s-au realizat sinteze și modele de determinare a principalelor caracteristici legate de gestiunea deșeurilor în aglomerațiile urbane. Studii efectuate pe plan internațional pentru diverse scopuri practice: managementul colectării deșeurilor în aglomerațiile urbane, transportul și depozitarea acestor deșeuri. Odată cu apariția G.I.S., modelele de analiză spațială a elementelor care influențează și condiționează aceste aspecte s-au dezvoltat cu o rapiditate foarte mare datorită modalităților simple și rapide de manipulare și analiză a datelor grafice, stocate sub formă de layere tematice, dezvoltate de programele geo informaționale.

**Scopul principal al lucrării** este de realizare a studiului și implementare GIS în modelarea proceselor și fenomenelor implicate în cadrul colectării deșeurilor în aglomerațiile urbane, transportul și depozitarea acestor deșeuri. Realizarea unei studii sistematic care să pună la dispoziția utilizatorilor de programe informaționale geografice, metode și modele de extragere automată a variabilelor de intrare în ecuațiile de calcul și modelelor numerice de calcul al fluxurilor și cantităților depozitate, implementarea acestora în ecuațiile de calcul și modele determinate, studiul factorilor de risc în desfășurarea activităților în arealele determinate.

Obiectivele acestei teze au în vedere realizarea unei documentări profunde în domeniul de cercetare propus și în special asupra problemei care se dorește a fi rezolvată în cadrul tezei. Documentarea asupra temei a fost demarată în cadrul parteneriatului de desfășurare a cotutelei cu Universitatea din Le Havre. Munca de documentare a fost continuată în perioada stagiului efectuat în laboratorul din Le Havre și continuată în mod sistematic după efectuarea stagiului. Un alt obiectiv a fost conceperea unor algoritmi de modelare, evaluare și îmbunătățire a modelului conceptual. În această teză am stabilit ipotezele de lucru, instrumentele matematice, aplicațiile software și programele care evidențiază caracterul original și noutatea, precum și contribuțiile personale la rezolvarea problemei abordate. Utilizarea modelelor teoretice și informatice, a metodelor matematice și algoritmilor în vederea optimizării colectării și transportului deșeurilor a avut ca rezultat crearea unei baze de date în softul, bază de date utilizată în softul ArcGIS.

**Lista notațiilor, abrevierilor și definițiilor:**

<b>Simbol/abreviere</b>	<b>Semnificație</b>
CODAH	Communauté de l'Agglomération Havraise
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (Puncte Forte, Puncte Slabe, Oportunități, Amenințări)
PET	Polietilena tereftalată, deșeu reciclabil cu formula chimică și nondegradabil
Managementul deșeurilor	Colectarea, transportul, valorificarea și eliminarea deșeurilor, inclusiv supravegherea zonelor de depozitare după închiderea acestora (OUG 78/2000, Anexa 1A)
Deșeu municipal	Amestec de deșeuri menajere, deșeuri din comerț, piețe, parcuri și grădini, stradale sau deșeuri din demolări
Deșeu menajer	Deșeuri provenite din activități casnice sau asimilabile cu acestea și care pot fi preluate cu sistemele de precolectare curente din localități (L. 426/2001)
Reciclare	Operațiunea de reprelucrare într-un proces de producție a deșeurilor pentru scopul original sau pentru alte scopuri (L. 426/2001)
Colectare selectivă	Colectarea deșeurilor pe tipuri de materiale și/sau sortimente de materiale (HG nr. 349/2001)
G.I.S.	Geographic Information System (Sistem Informatic Geografic)
ISPA	Instrumentul pentru politici Structurale Pre-Aderare
CAD	Computer-Aided-Design
G	Graf
G'	Subgraf
$A^*(n \times n)$	Matricea adiacentă
ArcGIS	Soft licențiat utilizat în studiu
VRP/PRV	Vehicule Routing Problem (Problema Rutării Vehiculelor)
PCS/SCP	Punct de Colectare Selectivă/Selective Collection Points
Orders	Puncte de colectare (ArcGIS)
Depots	Depozite și autobaza (ArcGIS)
Routes	Rute de transport (ArcGIS)
Depot visits	Depozitele vizitate (ArcGIS)
Breaks	Pauzele de colectare (ArcGIS)
Route zones	Zonele de rutare (ArcGIS)
Comanda ROUTE	Rutare (ArcGIS)
Ct	Cost total transport
layer	Strat de date cu o anumită caracteristică

### Lista contribuțiilor personale:

Teza de doctorat se bazează pe următoarele publicații:

Publicații ISI, BDI și altele
A. Căldăraru, V. Gogoncea, G. Murariu, L.P. Georgescu, M. Praisler, I. Stoian: "Toward a new software tool for flood assessment GIS system", Anals of "Dunărea de Jos" University of Galați, Year I (XXXII), No.1, pag. 86-95, (2009)
A. Ene, A. Boșneagă, L. Georgescu, V. Gogoncea, "XRF analysis of soils from lower Prut meadow", "Anals of "Dunărea de Jos" University of Galați, Fascicle II, Year I (XXXII), 2009, pag. 55-58, (2009)
Gabriel Murariu, Vlad Gogoncea, L. Georgescu, "Physics models for waste management optimization software approaching", Anals of "Dunărea de Jos" University of Galați, Mathematics, Physics, Chemistry, Informatics (CD-ROM), Fascicle II, Year III, (XXXII), 2009
Gabriel Murariu, Vlad Gogoncea, L. Georgescu, "Software structure using object oriented programming technology for waste management optimization", Anals of "Dunărea de Jos" University of Galați, Mathematics, Physics, Chemistry, Informatics (CD-ROM), Fascicle II, Year III, (XXXII), 2009
Vlad Gogoncea, Gabriel Murariu, Lucian Georgescu, "The use of Dijkstra's algorithm in waste management problem", Anals of "Dunărea de Jos" University of Galați, Fascicle V, Technologies in Machine Buildings, 123-128, Romania, 2010
G. Murariu, G. Pușcașu, V. Gogoncea, "Non-linear flood assessment with neural network", AIP, Conference Proceedings, vol. 1203, pag. 812-819, published: 2010
Vlad Gogoncea, Lucian P. Georgescu, Gabriel Murariu, C. Iticescu, Mimi Dobrea, "Waste management in Galați city area", Anals of "Dunărea de Jos" University of Galați, Fascicle V, Mathematics, Physics, Theoretical Mechanics, Romania, 2011
V. Gogoncea, G. Murariu, L.P. Georgescu, "Dijkstra's algorithm in waste management problem", Anals "Dunărea de Jos" University, Galați, Fascicle V, Technologies in Machine Buildings, Romania, 2010
G. Murariu, L.P. Georgescu, G. Pușcașu, M. Dobrea, V. Gogoncea, "Software approaching for temperature evolution assessment for strawberry cooling process (Fragaria moschata)", Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca, Veterinary Medicine, vol. 67, No. 2, pp. 172-177, 2010



Lucrări comunicate
Vlad Gogoncea, G. Murariu, L.P. Georgescu "Environmental management system applied to sanitation institutions. case study for waste collection in Caen, International Environment Conference, "Environmental Capacity Building", ECB 2011, 11-13 noiembrie 2011, București
Vlad Gogoncea, G. Murariu, L.P. Georgescu, "Waste collection, drop-off centers, optimal and feasible concepts for waste collection in le havre using network analyst extension of ArcGIS", International Environment Conference, "Environmental Capacity Building", ECB 2011, 11-13 noiembrie 2011, București
Vlad Gogoncea, G. Murariu, L.P. Georgescu, "Waste management with service area of green points and Tirighina new landfill in Galați, International Environment Conference, "Environmental Capacity Building", ECB 2011, 11-13 noiembrie 2011, București
Vlad Gogoncea, G. Murariu, L.P. Georgescu, Mancaș "Optimizări în managementul deșeurilor pentru punctele de colectare selectivă în Municipiul Galați, România", Conferința utilizatorilor ESRI, Trimble și Evi, 23 septembrie 2011, București
V. Gogoncea, L. P. Georgescu;(2009) "A study on human activities impact on lower Prut natural park; International Conference Management and sustainable protection of the environment, B.En.A. Association; 6-7 May, Alba Iulia, Romania-Poster Presentation
A Căldăraru, V. Gogoncea, G. Murariu, L. P. Georgescu, M. Voiculescu, Toward a new software tool for flood assesmnet GIS system; Seminar Științific: Metode avansate De analiza și control. Școala Doctorală a Facultății de Științe, 4-5 iunie 2009, SCO02, Galați, Romania, prezentare orală
A. Ene, A. Boșneagă, L.P. Georgescu, A. Cantaragiu, V. Gogoncea; Sem-Xrf analysis of soils from lower Prut meadow; International Symposium on Applied Physics- Materials Science, Environment and Health (ISAP 1), Universitatea Dunărea de Jos, Galați; 28-29 noiembrie 2009; prezentare poster
G. Murariu, V. Gogoncea, L. Georgescu, M. Voiculescu, M. Dobra (2009) "Physics models for waste management optimization software approaching", Universitatea de Vest din Timișoara, Facultatea de Fizică, Physics Conference TIM-09 27-28 Noiembrie 2009 – prezentare poster
Gabriel Murariu, V. Gogoncea, L. Georgescu (2009) "Physics models for waste management optimization software approaching", Universitatea „Dunărea de Jos”, Galați, Facultatea de Științe, Catedra de Fizică, Centrul pentru Analize fizico-chimice și Morfo-

funcționale și Chemometrie, International Symposium Of Applied Physics. Materials Science, Environment and Health, 1th Edition, 28-29 Noiembrie 2009
Gabriel Murariu, V. Gogoncea, L. Georgescu (2009) “Software structure using Object Oriented programming technology for waste management optimization”, Universitatea „Dunărea de Jos”, Galați, Facultatea de Științe, Catedra de Fizică, Centrul pentru Analize fizico-chimice și Morfo-funcționale și Chemometrie, International Symposium Of Applied Physics. Materials Science, Environment and Health, 1th Edition, 28-29 Noiembrie 2009
G. Murariu, L.P. Georgescu, V. Gogoncea, C. Trif." GIS and its use in waste management", International Conference on Fishery and Aquaculture A View Point Upon The Sustainable Management Of The Water Resources In The Balkan Area, Galați, ROMANIA, May 26 th -28th, 2010, poster presentation
G. Murariu, M. Voiculescu, L.P. Georgescu, V. Gogoncea, C. Trif." Specific diffusion using Monte Carlo simulation", International Conference on Fishery and Aquaculture A View Point Upon The Sustainable Management Of The Water Resources In The Balkan Area, Galați, ROMANIA, May 26 th -28th, 2010, poster presentation

## **Capitolul 1: Stadiul actual al cercetării în domeniul managementului deșeurilor**

### **1.1. Informații generale**

În acest capitol am tratat legislația Uniunii Europene și legislația din România cu privire la gestionarea deșeurilor

#### **Legislație de mediu a Uniunii Europene**

Directiva 2008/98/CE privind deșeurile, Directiva nr. 94/62/EC privind ambalajele și deșeurile de ambalaje cu modificările ulterioare (CE nr. 1882/2003 și 2004/12/CE), Directiva Consiliului 1999/31/CE privind depozitarea deșeurilor (Regulamentul CE nr. 1882/2003, Anexa II la Directiva 1999/31/CE, Decizia Comisiei nr. 2000/738/CE). Aceste directive, decizii și regulamente sunt transpuse în legislațiile naționale din România și Franța.

#### **Legislație România**

În România, legislația de mediu din punct de vedere al managementului deșeurilor pornește de la legea nr. 137/1995, a protecției mediului privind regimul deșeurilor, completată prin OUG 91/2002, legea nr. 27/2007 pentru aprobarea Ordonanței de Urgență nr. 61/2006 privind regimul deșeurilor, H.G. nr. 349/2006 privind depozitarea deșeurilor, O.U.G. nr. 195/2005 privind protecția mediului și Legea nr. 211/2011 privind regimul deșeurilor.

### **1.2. Sistemul de management al deșeurilor din Municipiul Galați**

În Municipiul Galați există diferite tipuri de deșeurii: deșeurii municipale solide (deșeurii din gospodăria și unități comerciale, industrie, instituții publice, etc.), deșeurii periculoase, deșeurii medicale, deșeurii din construcții și demolări, industriale, voluminoase, echipamente electrice și electronice și ape reziduale.

Colectarea deșeurilor municipale se face prin puncte de depozitare situate în vecinătatea blocurilor și locuințelor în containere de 1,1 m<sup>3</sup> sau containere de 4 m<sup>3</sup>. În unele cazuri există containere de depozitare în curtea sau sediul generatorului de deșeurii și în vecinătatea drumului de acces pentru vehiculele de colectare a deșeurilor. Deșeurile sunt colectate din casă în casă sau de la punctele de colectare a deșeurilor special amenajate pentru colectare.

**Nivelul actual al cunoașterii în domeniul managementului deșeurilor:** În momentul actual în România există tehnici și tehnologii pentru tratarea, colectarea și valorificarea deșeurilor reciclabile și menajere. Conform Strategiei Naționale de Gestionare a Deșeurilor (Ministerul Mediului și Pădurilor) există principii și obiective strategice.

Colectarea deșeurilor în Galați a suferit modificări substanțiale prin implementarea proiectului ISPA numit ”Sistem Integrat de Management al Deșeurilor Solide Municipale în Galați și zonele învecinate”, sistem ce a introdus în Galați colectarea selectivă.

Colectarea selectivă se realizează în Galați pe două linii din poartă în poartă, colectându-se 80% deșeurii municipale solide din containere de deșeurii municipale și 20% materiale reciclabile.

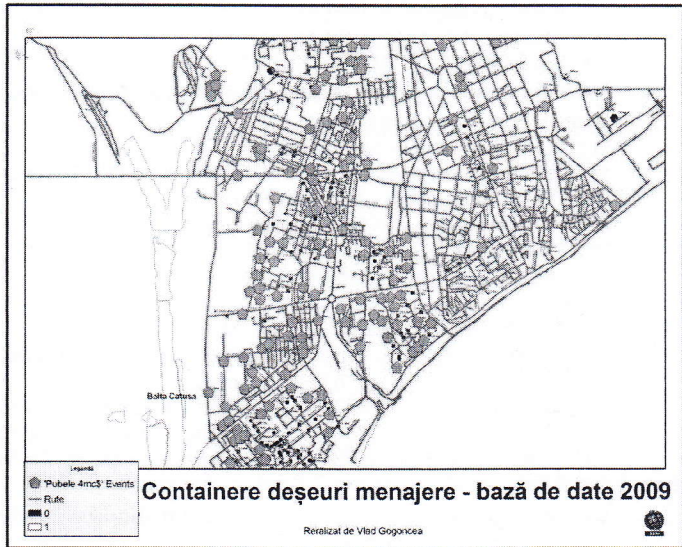


Fig. 1. Localizarea punctelor de colectare a deșeurilor municipale solide (evoluția bazei de date 2008-2011)

În figura 1 s-a construit harta drumurilor din municipiul Galați. În Le Havre Franța, containerele de deșeurii menajere sunt separate strict de containerele de deșeurii reciclabile deoarece containerele de tip iglu pentru deșeurii reciclabile sunt considerate centre de reciclare și nu de depozitare a gunoiului.

### 1.3. Sistemul de management al deșeurilor în aglomerația urbană Le Havre

CODAH (Communauté de l'Agglomération Havraise) este aglomerația urbană ce cuprinde 17 comune (fig. 2) care a fost creată în 2001 și are ca obiectiv: contribuția la ameliorarea calității vieții locuitorilor prin întărirea activităților economice în teritoriul său.

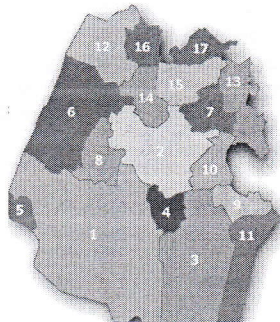


Fig. 2. Aglomerația urbană CODAH

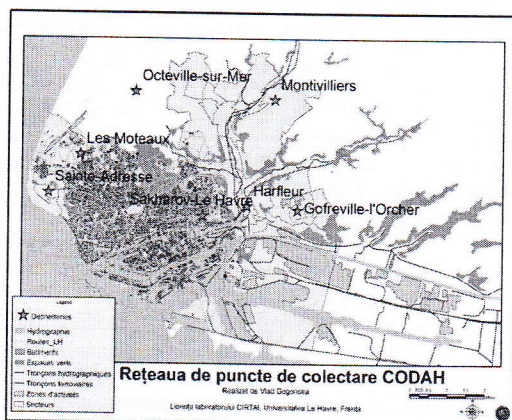


Fig. 3. Rețeaua de puncte de colectare de pe teritoriul CODAH, Le Havre, Franța (ArcGIS – licența laboratorului CIRTAI, Universitatea din Le Havre)

Această aglomerație urbană stimulează integrarea și realizarea de numeroase proiecte comunitare în domeniile proprii de competență: protecția apelor, organizarea transportului public, gestiunea deșeurilor, dezvoltarea echipamentelor sportive, informarea populației asupra riscurilor majore, ajutorul acordat întreprinderilor, vegherea asupra sănătății publice, dezvoltare durabilă, ameliorarea urbană, amenajarea spațiului și învățământ.

În cadrul aglomerației urbane CODAH există direcția de gestiune a deșeurilor care asigură colectarea, tratarea și valorizarea deșeurilor. CODAH are în evidență totalitatea deșeurilor municipale și asimilate produselor în cele 17 comune (246.195 locuitori conform Institutului Național Francez de Statistică, 2006). CODAH are în dotare 8 centre de transfer în care 3 sunt folosite pentru deșeurilor de la entitățile comerciale.

Indicatori tehnici pentru valorizarea deșeurilor: 664 kg/locuitor, adică 163.486 tone de deșeuri colectate și tratate de către CODAH.

#### 1.4. Avantaje și dezavantaje ale colectării deșeurilor în Municipiul Galați și Aglomerația Urbană Le Havre

Analiza SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) determină avantajele și dezavantajele colectării deșeurilor. Analiza are la bază și experiențe din aglomerația urbană Le Havre (CODAH - Communauté de l'Agglomération Havraise)

Aspectele fundamentale necesare a fi rezolvate în gestionarea și managementul deșeurilor în municipiul Galați sunt incluse în analiza SWOT efectuată în urma experienței dobândite prin analiza managementului colectării deșeurilor în Le Havre, Franța.

Un aspect important este planificarea parcului auto pentru colectarea deșeurilor reciclabile și menajere de la noile puncte de colectare. Această planificare poate fi executată având o bază de date solidă și o platformă ce facilitează luarea deciziilor. În CODAH, Le Havre, Franța există o aplicație software dedicată pentru managementului deșeurilor. Acest program planifică și urmărește situația parcului auto la un anumit moment dat. În municipiul Galați, această problemă poate fi rezolvată prin implementarea unui algoritm de calcul al drumului de cost minim pentru parcul auto ce execută colectarea deșeurilor. Acest lucru reprezintă un obiectiv al prezentei teze.

## **1.5. Metode de optimizare a colectării și transportului.**

Există trei compartimente care oferă posibilități de optimizare: etapa de colectare, etapa de transport și etapa de depozitare. Optimizarea colectării transportului deșeurilor se face prin aplicații de tip GIS. Deoarece metoda colectării selective a fost preluată din țările vest europene, cu tot cu metodele de optimizare aferente, atât în Europa occidentală cât și în România există o preocupare importantă în ceea ce privește transportul deșeurilor și optimizarea acestuia. Optimizarea a apărut ca o metodă de îmbunătățire aplicată în rețele de transport datorită influenței factorilor externi asupra acesteia (colectarea deșeurilor în afara orelor de flux maxim de mașini, modernizări ale rețelelor de transport, blocarea temporară a rutelor, probleme de infrastructură și urbanistică, etc.).

### **1.5.1. Optimizarea colectării deșeurilor**

Colectarea deșeurilor în orașul Galați a fost efectuată, până la demararea investiției cu fonduri europene ISPA [Gogoncea -32], prin colectare în amestec, reciclarea efectuându-se în proporții extrem de mici, doar de către unii agenți economici și de către sectorul informal (sectorul numit în termeni populari piața neagră a reciclării deșeurilor). Deșeurile colectate erau depozitate în groapa de gunoi neconformă de la Tirighina, existând numeroase probleme de igienă, incendii datorate emisiilor de gaze, căutătorii prin gunoi incendiau gunoierile pentru a găsi metalele, etc. Cantitățile mici de materiale reciclate erau de o calitate inferioară, amestecate cu deșeuri menajere, umede și murdare. După implementarea Proiectului Pilot de colectare selectivă și prin implementarea colectării selective la nivelul Municipiului Galați cantitățile de materiale reciclabile au crescut foarte mult față de cantitățile colectate înainte de proiect.

Pasul următor pentru optimizarea colectării deșeurilor va fi intervalul de colectare a deșeurilor reciclabile, frecvența precum și aportul voluntar de deșeuri la punctele verzi de depozitare a deșeurilor.

### **1.5.2. Optimizarea transportului deșeurilor**

Transportul deșeurilor în municipiul Galați este efectuat de către serviciul public de salubritate și de către companii de prestare servicii salubritate. În Galați colectarea deșeurilor se efectuează cu o flota formată din camioane gunoier (aproximativ 29) pentru deșeurile menajere. Pentru deșeurile reciclabile se utilizează două camioane cu braț pentru ridicarea containerelor de 5,5 m<sup>3</sup> folosite pentru deșeurile voluminoase și deșeurile din construcții și demolări respectiv 2 camioane cu cârlig ce ridică containere de 30 m<sup>3</sup> pentru deșeurile reciclabile și deșeurile stradale (containere subterane) precum și două camioane cu macara și pâlnie și dispozitiv de comprimare pentru containerele de 1,1 m<sup>3</sup> și 5,5 m<sup>3</sup>.

În cadrul acestei teze, am obținut optimizarea transportului deșeurilor prin stabilirea drumurilor optime astfel încât încărcarea camioanelor să fie plină sau cel puțin cu un grad înalt de umplere. A doua metodă de optimizare abordată în cadrul acestei lucrări este legată de alegerea amplasamentelor punctelor de colectare a deșeurilor reciclabile. Localizare acestor PCS-uri a fost efectuată ținând cont de un set de criterii și condiții care au inclus traseele de transport, de restricțiile legislative precum și, în primul rând, densitatea și planificarea spațială a populației. În total au fost discutate și luate în considerație un set de 20 de criterii care au condus la construirea și popularea unei baze de date cu locațiile care îndeplinesc condițiile impuse. În acest sens, au fost realizate simulări GIS care să prezinte aria de servicii acoperită de fiecare PCS în parte, la diferite distanțe de operare – 100 m, 200 m și 300 m, calculându-se pentru fiecare gradul de deservire a locuitorilor din zonă. Rezultatul acestui studiu și evaluarea gradului de deservire constituie subiectul unui articol aflat în curs de publicare.

### 1.5.3. Optimizarea depozitării deșeurilor

Până în anul 2011 s-au depozitat deșeuri în amestec de la populație la groapa Tirighina, celula inițială, construită și dată în exploatare în anul 1986. Datorită faptului că această groapă este neconformă s-a construit o nouă celulă, celula 1.

Depozitarea deșeurilor în Galați se face în depozitul de deșeuri Tirighina, celula 1 de depozitare. Având o capacitate de 960.000 m<sup>3</sup>, pe o suprafață de 6,4 ha, durata de viață a acestei celule este proiectată la 5 ani. Printr-o optimizare a transportului și colectării deșeurilor și prin reciclarea în proporție mai mare de 75-85% a deșeurilor, optimizarea depozitării deșeurilor poate aduce economii substanțiale. [Planul Județean de Gestionare a deșeurilor – 10].

## Capitolul 2: Metode și modele utilizate în optimizarea managementului deșeurilor

### Introducere

Un sistem informatic permite introducerea, stocarea și prelucrarea informației precum și analiza rezultatelor în mai multe forme: analiză statistică, analiza imaginilor și analiza comparativă. Reprezentarea sistemelor informatice este evidențiată în studiul nostru prin clase de modele informatice: matematice și aplicații software (platforma GIS).

Aplicațiile software sunt utilizate să creeze, gestioneze, analizeze și să vizualizeze datele geografice, datele ce au ca referință locații pe pământ.

**Modelele G.I.S.:** Modelele G.I.S. (Geographical Information System) sunt modele care implementează algoritmi de optimizare într-un sistem bazat pe utilizarea bazelor de date. Analiza rețelelor cu ajutorul modelelor GIS este utilizată în colectarea și transportul deșeurilor pentru a determina rutele optime de colectare și organizarea informației gestionate în formă grafică (repartiție spațială a deșeurilor generate în punctele de colectare) și baze de date (stocarea atributelor asociate elementelor – cantități de deșeuri, tipuri de deșeuri).

### 2.1. Utilizarea platformei ArcGIS și a extensiilor – Network Analyst în optimizarea managementului deșeurilor

#### 2.1.1. Program ArcGIS – Network Analyst

Network Analyst este extensia pentru analiza spațială în ArcGIS. În Network Analyst se poate implementa un algoritm eficient pentru rezolvarea problemei rutării unui vehicul pe un drum de cost minim (Solving a vehicle routing problem - VRP) sau pe scurt Problema Rutării unui Vehicul (PRV).

În managementul deșeurilor o analiză spațială a colectării deșeurilor folosind parcul auto este o necesitate pentru optimizarea colectării. Principalul obiectiv pentru asigurarea unui management eficient și pentru reducerea costurilor de operare este identificarea drumurilor de cost minim între punctele de colectare selectivă (PCS) și Stația de sortare și compostare. Implementarea unui script pentru VRP utilizând extensia Network Analyst este mult mai complexă decât rutarea simplă deoarece gestionează întreg parcul auto, nu numai rutarea unui singur camion. Astfel, cu ajutorul algoritmului conceput și implementat se poate obține simulări eficiente, la fiecare colectare putându-se măsura cantitatea de deșeuri ce este conținută într-un container. Variante perfecționate ale algoritmului și scriptului utilizat pot asigura introducerea în simulare chiar și a timpului în care mașina staționează în timpul operării în PCS, în scopul obținerii unei evaluări cât mai fidele a costului pe ruta optimă.

Elementele utilizate în cadrul extensiei Network Analyst care oferă o serie de atribute esențiale ce sunt utilizate în algoritmul conceput și utilizat în simulări, formează o bază de date aparte. În aceasta bază au fost incluse datele de intrare privind punctele de colectare.

(orders), depozitele și autobaza (depots), rutele de transport (routes), depozitele vizitate (depot visits), pauzele de colectare (breaks), zonele de rutare (route zones), etc.

### 2.1.2. Analiza rețelelor cu ajutorul Network Analyst

Extensia Network Analyst permite o analiză spațială asociată unei rețele de puncte incluse în sistemul GIS utilizat. Folosind bazele de date care au fost structurate și populate în cadrul acestui studiu, s-au putut construi o serie de scripturi care au permis obținerea unor evaluări asupra rețelei formate din PCS-urile. Simulările au avut drept scop: a) analiza și evaluarea duratei traiectoriei; b) determinarea traseelor între puncte PCS prestabilite și identificarea traseelor de cost minim de operare; c) rutarea flotei de vehicule de capacitate prestabilite; d) definirea și stabilirea zonei de deservire pentru fiecare PCS în parte; e) analiza gradului de acoperire a zonelor de deservire și evaluare a nivelului de deservire a populației

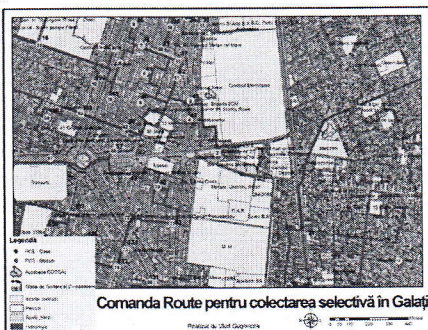


Figura 4. Cel mai bun drum între autobaza vehiculelor de colectare, punctele de colectare selectivă și stația de sortare.

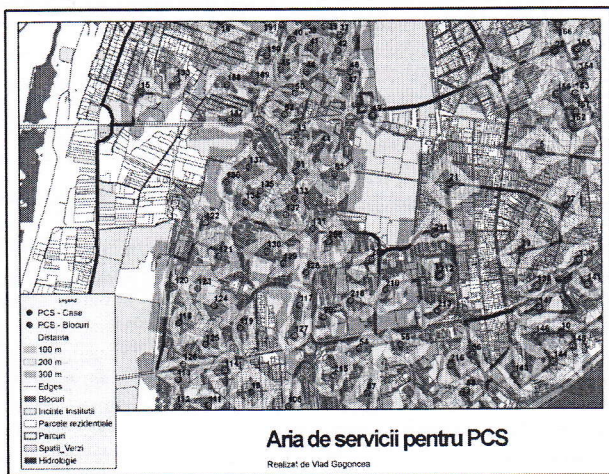


Figura 5. Identificarea ariilor de deservire pentru PCS-uri pentru diferite distanțe



Algoritmul care permite evaluarea traseelor de cost minim în cadrul zonei de implementare a proiectului pilot, a fost prezentat în cadrul unui articol științific [Gogoncea – 30] iar rezultatele obținute în urma simulărilor au fost prezentate în cadrul unor manifestări științifice [Gogoncea – 31].

Astfel, au putut fi evaluate ariile de acoperire pentru fiecare PCS pentru diferite distanțe de operare -100m (zona verde), 200m (zona galbenă) și respectiv 300m (zona roșie) (Fig. 5). Aria de servicii are menirea de a arăta locuitorilor ce beneficiază de noul management al deșeurilor care sunt punctele unde pot recicla deșeurile. Aria de servicii nu ține cont de drumuri optime, rute de transport sau alți parametri.

**Concluzii:** Prin includerea în algoritmi implementați a noțiunilor din teoria grafurilor, matricei adiacente precum și prin utilizarea algoritmilor de calculare a drumurilor de cost minim, am definit baza studiului optimizării colectării deșeurilor. Utilizarea algoritmilor, colectarea datelor și încercările prin simulare cu softul ArcGIS s-au putut determina locațiile punctelor de colectare selectivă, locațiile lor și aria de acoperire a fiecărui PCS pentru tot orașul Galați (fig. 6), precum și repartizarea containerelor pentru fiecare scară de bloc (în soft de tip centroid) (fig. 7).

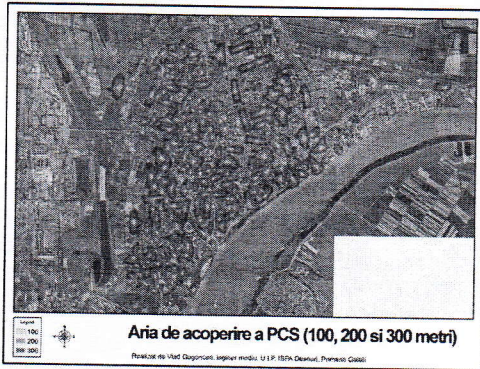


Figura 6. Aria de servicii pentru Punctele de Colectare Selectivă (PCS)

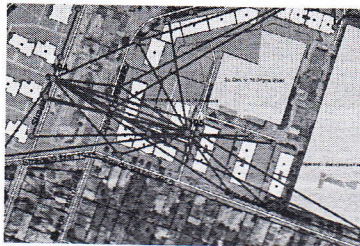


Figura 7. Alegerea punctelor de colectare de la scara blocurilor aflate la o distanță de maxim 300 metri.



Capitolul 3: Determinări și rezultate experimentale

**Introducere**

Un obiectiv impus în cadrul acestui studiu este de construire a unei simulări pentru colectarea și transportul deșeurilor în orașul Galați. Obținerea datelor preliminare pentru realizarea simulării s-a făcut mai întâi prin Proiectul Pilot în trei zone ale orașului apoi s-a extins la tot orașul Galați la cele 220 puncte de colectare selectivă.

**3.1. Utilizarea programului ArcGIS în studiul colectării deșeurilor în aglomerațiile urbane – caz Caen**

Analiza datelor pentru zona Caen a determinat o analiză a serviciilor de colectare pentru comuna Mondeville (Fig. 8), comună ce aparține municipalității Caen.

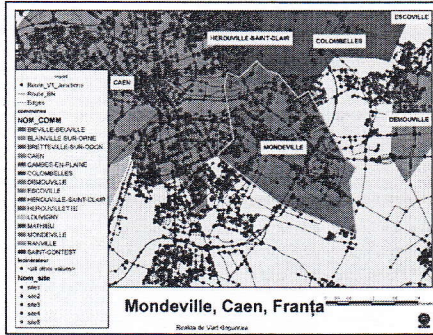


Fig. 8. Selectarea poligonului Mondeville

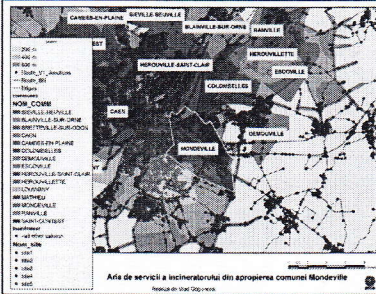


Fig. 9. Aria de serviciilor pentru incineratoarele din aglomerația urbană Caen

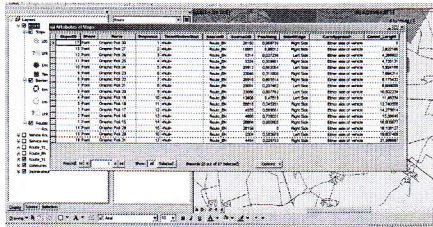


Fig. 10. Drumurile de cost minim de la punctele de colectare către incineratorul Modeville.

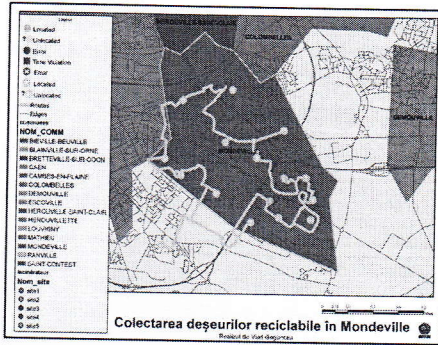


Fig. 11. Selectarea punctelor de colectare din zona Mondeville

Informațiile culese din teren au fost transformate în date: a) cantități de deșeuri, b) locații ale containerelor pentru colectare, c) capacitatea containerelor și pubelelor, d) densitatea populației, e) restricții pe străzi, f) reparații și/sau modernizări

Am determinat drumurile de cost minim (figura 11) pentru colectarea deșeurilor de la punctele de colectare aflate în aria de servicii ale poligonului Mondeville și am determinat costurile pentru fiecare container. În final, în urma simulărilor, am determinat un preț de 146,22 Euro/tona de deșeu menajer (sub prețul obținut în urma raportării din 2009 care avea valoarea de 179 euro/tona de deșeu menajer). Evaluarea a fost obținută pe baza identificării drumul de cost minim, având în vedere un preț calculat de 25 euro pe ora de lucru cu șoferii și 0,2 euro/km costul utilizării vehiculului. Diferența obținută în urma optimizării de 18, 31%, poate fi tradusă prin creșterea ratei de profit și deci eficientizarea economică a acestei activități.

### 3.2. Optimizări ale sistemelor de colectare în Le Havre (Haute Normandie, Franța)

În Le Havre, Franța managementul deșeurilor este gestionat și coordonat de către departamentul de deșeuri din CODAH. În analiza colectării deșeurilor am identificat 5 puncte de colectare numite (dechetteries) unde sunt colectate deșeurile reciclabile. În cadrul colectării deșeurilor din Le Havre există puncte de colectare a deșeurilor menajere dotate cu pubele de 1 m<sup>3</sup> și localizate în zone special amenajate. Pentru optimizarea urmărită, am ales opțiunea selectării punctelor optime, centrozii zonelor de cartier, deoarece acestea se află în apropierea punctelor existente.



Fig. 12. Localizarea centrelor de reciclare în aglomerația urbană Le Havre



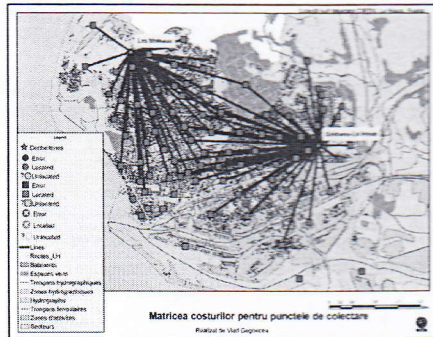


Fig.16. Matricea costurilor pentru punctele de colectare

### 3.3. Optimizări ale sistemelor de colectare în Galați (Galați, România)

#### 3.3.1. Prezentarea Municipiului Galați, zona de studiu

Municipiul Galați este situat în zona estică a României la confluența râurilor Siret (la vest) și Prut (la est), lângă Lacul Brateș - cel mai mare ochi de apă din această parte a țării. În cadrul orașului există zone având caracteristici diferite: pe lângă zona veche a orașului cu străduțe strâmte exista și zone relativ noi, construite în perioada anilor 1970-1990, caracterizate de cvartale cu multe blocuri de locuințe cu o concentrație mare a populației. Aici se poate evidenția existența unor puncte de colectare cu o viteză de umplere foarte mare și cu cheltuieli și costuri de operare mici. O a treia parte este o zonă relativ nouă, cu gospodării individuale și cu drumuri și căi largi ce prezintă un acces mai rapid.

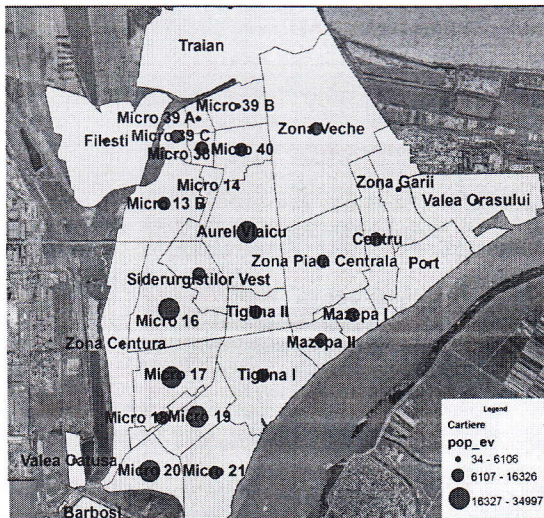


Fig.17. Reprezentarea zonelor în funcție de densitatea populației în Galați

În figura 36 observăm cele trei zone de densitate diferită, cartierele Valea Orașului, Zona Gării, Zona Veche, Piața Centrală și Mazepa I sunt zone cu densitate relativ mică, de

aceea numărul Punctelor de Colectare selectivă este mai mic, unele zone nefind acoperite tocmai din considerentul că există zone cu activitate economică și colectarea deșeurilor nu face obiectul studiului prezentei teze.

### 3.3.2.Descrierea locațiilor pentru studiu – Proiect Pilot

În perioada 2008-2009 în s-a realizat un proiect pilot în colaborare cu Universitatea ”Dunărea de Jos”. Proiectul pilot are ca scop pregătirea introducerii strategiei de colectare selectivă și sortare la sursă în municipiul Galați și prezintă opțiunile de colectare pentru cazurile în care este necesară amplasarea unor noi puncte de depozitare (pentru deșeurile municipale și materialele reciclabile). Activitățile principale ale proiectului pilot au constat în localizarea punctelor de colectare și transport precum și stabilirea procedurilor de operare a noului sistem.

Zonele propuse pentru Proiectul Pilot zona 1: strada Saturn, Țiglina I unde sunt blocurile C7, C8 și C19 (fig. 18)

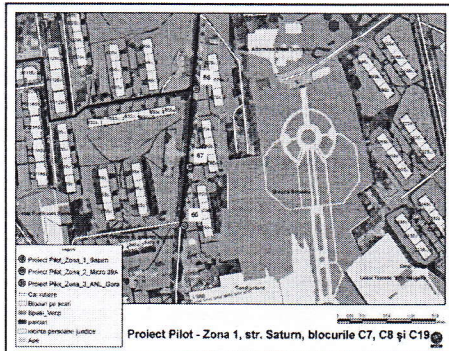


Fig. 18. Zona 1 a proiectului pilot, Strada Saturn, blocurile C7, C8 și C 19

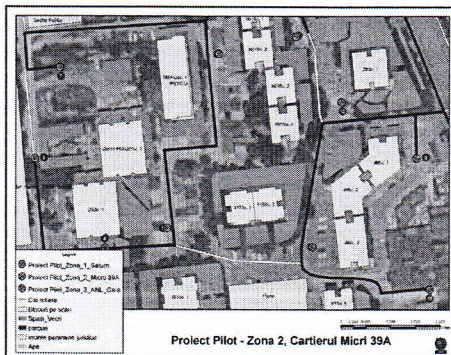


Fig. 19. Zona 2 a proiectului pilot, Cartierul Micri 39A

Zona 2 a proiectului pilot a fost aleasă în Micro 39 A, străzile Traian Vuia și Bulevardul Henry Coandă la est, Petrini Mihail la vest și piața Micro 39 la sud. De menționat că în zona de sud a restaurantului sunt și chioșcuri care au fost luate în considerare în studiul nostru.

Zona 3 a proiectului pilot este localizată la gara centrală, blocurile ANL. Zona conține 4 blocuri cu 8 scări de bloc și un număr de 19 apartamente pe scară (152 de apartamente) (fig. 20).

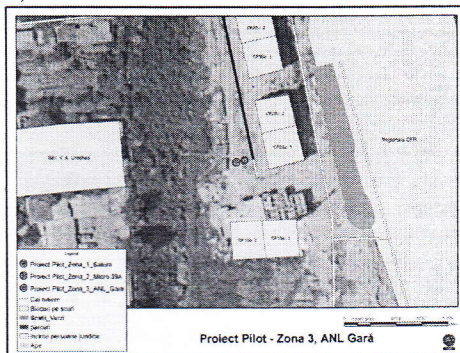


Fig. 20 Zona 3 a proiectului pilot, blocurile ANL de la Gară

Blocurile au propriul punct de depozitare care este supradimensionat și locația conține doar 3 containere de  $1,1 \text{ m}^3$ . Analiza zonei 3 a determinat amplasarea a 10 containere dintre care 2 pentru deșeurile reciclabile.

### 3.3.3. Rezultate obținute în urma implementării optimizării colectării deșeurilor în cele trei zone ale proiectului pilot

În cadrul proiectului pilot s-au monitorizat 14 puncte de colectare selectivă PCS, un venit estimativ realizat pe fiecare cantitate de deșeuri, distanțe optime de colectare și distanța totală de colectare a proiectului. În urma acestor date putem obține și alte date, cum ar fi programarea timpilor de execuție, stabilirea timpilor de staționare în vederea colectării.

Pentru a avea o concordanță între proiectul pilot și rezultatele finale la nivel de oraș am considerat capacitatea containerelor de  $2,5 \text{ m}^3$  și am extrapolat rezultatele de la  $1,1 \text{ m}^3$  astfel încât să putem face o comparație exactă între proiectul pilot și rezultatele la nivel de oraș.

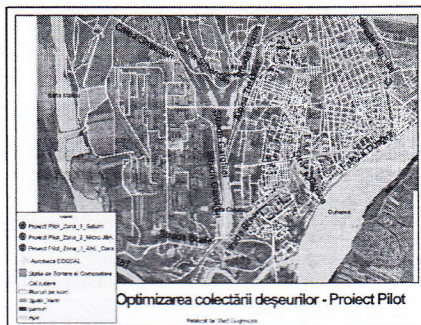


Figura 21. Ruta optimă de colectare pentru cele 3 zone ale proiectului pilot

Monitorizarea a fost desfășurată pe o durată de 122 de zile calendaristice. Media zilnică a umplerii containerelor este calculată ca o variație medie zilnică, lunară și totală (4 luni) Fig. 22.

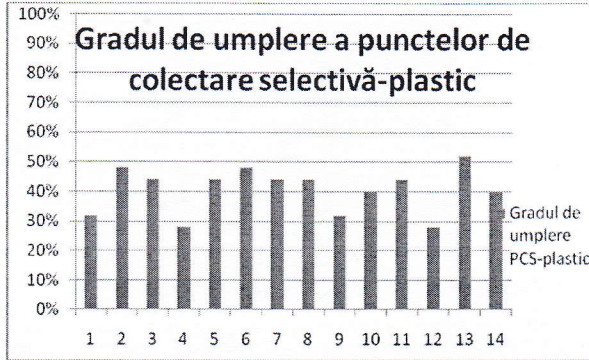


Figura 22. Gradul de umplere al containerelor

Procentul gradelor de umplere a containerelor este util deoarece putem determina gradul de utilitate al containerelor și fezabilitatea amplasării lor. De asemenea pe aceste evaluări vor fi folosite pentru optimizarea rutelor de colectare în sensul că punctele care prezintă o rată de umplere mai mică vor fi vizitate mai rar, iar cele care prezintă o viteză de depunere zilnică mai mare, vor fi vizitate mai des.

Monitorizarea punctelor de colectare a fost extinsă apoi la întregul set de puncte PCS din orașul Galați (fig. 23)

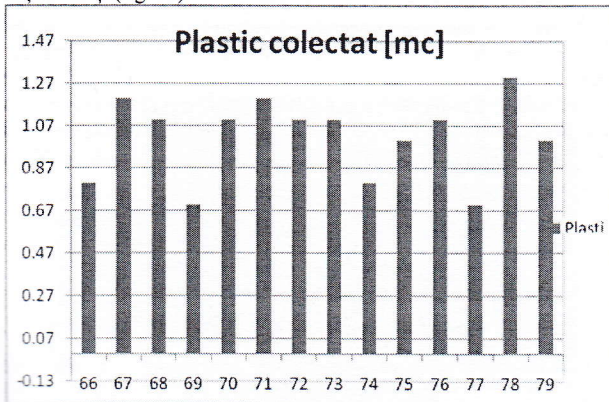


Figura 23. Plastic colectat de la punctele de colectare selectivă (69-79)

### 3.4. Optimizarea colectării deșeurilor de la Punctele de Colectare Selectivă la Stația de Sortare

După implementarea proiectului pilot, am determinat cantitățile de deșuri generate într-o anumită perioadă și în zone determinate. În acest stadiu este posibil să determinăm cantitățile de deșuri pentru fiecare PCS. De aceea am determinat gradele de umplere a containerelor ca o medie zilnică. Gradul de umplere a containerelor în proiectul pilot a fost de 40%, dar în calculul optimizării colectării deșeurilor pentru municipiul Galați am luat



mai multe procente de colectare: 40%, 60% și 80%. Aceste procente sunt menite să ne apropie de situația reală din teren și să optimizăm rutele de colectare pentru fiecare grad de umplere a containerelor.

### 3.4.1. Repartizarea containerelor de colectare selectivă în zona municipiului Galați

Repartizarea spațială a PCS s-a efectuat în perioada 2010 – 2011, perioadă în care s-au analizat cele mai bune tehnici de localizare spațială în funcție de cerințele legislative. Au existat o serie de constrângeri legislative dar și de natură funcțională în ceea ce privește localizarea spațială a PCS: a) minim 6 metri distanță față de clădiri (distanță nu impusă de lege), b) punctele să fie așezate pe platformă betonată, c) PCS să nu se confunde ca și amplasare cu punctele gospodărești, punctele de colectare a deșeurilor menajere și punctele de colectare a altor tipuri de deșeuri, d) Spațiul de manevră pe verticală a macaralei să fie de 14 metri, e) Dotarea PCS se face cu 3 containere, galben – plastic, verde – hârtie/carton, albastru – sticlă.

După stabilirea amplasamentelor PCS-urilor, s-a putut evalua aria de servicii pentru toate PCS –urile, în municipiul Galați (Fig. 24):

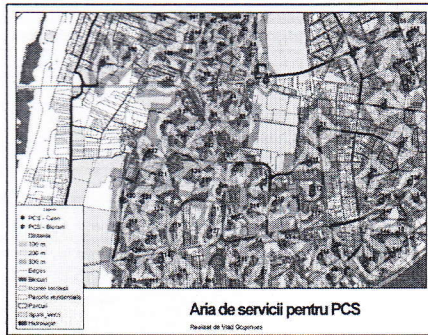


Fig. 24. Aria de servicii pentru Punctele de Colectare Selectivă în Municipiul Galați

După localizarea PCS am efectuat un studiu comparativ între stabilirea unei rute minime pentru un singur camion ce colectează întregul număr de puncte, neținând cont de cantitățile de deșeuri colectate, astfel putem determina drumul minim între containere.

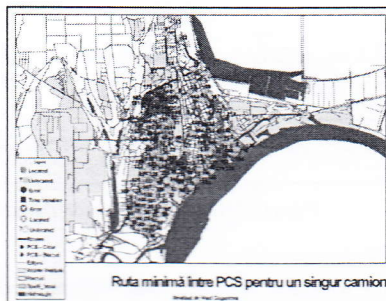


Fig. 25. Ruta minimă între Punctele de Colectare Selectivă

Ruta minimă este calculată plecând de la Autobaza camioanelor de colectare și ajungând la Stația de Sortare. Ruta minimă este utilă pentru stabilirea programului de colectare a parcului auto și pentru determinarea vecinătăților punctelor de colectare. Distanța totală pe care o vor parcurge camioanele de colectare este de 108, 67 km.

### 3.4.2. Optimizarea rutelor pentru colectarea deșeurilor reciclabile

În optimizarea colectării deșeurilor, pe lângă constrângerile de natură funcțională și legislativă am ținut cont de procentul de încărcare al containerelor PCS [Gogoncea 35]. Acest aspect este deosebit de util în calculul generării deșeurilor într-un anumit timp, sezonier, în funcție de creșterea economică, etc.

Am ales trei intervale de umplere a containerelor, 40%, 60% și 80%, primul procent fiind chiar rezultatul proiectului pilot (41,33%).

Simularea rutărilor pentru diferite grade de încărcare a containerelor este utilă pentru variațiile mari de cantități de deșeuri sezoniere, variații în modificarea poziției PCS și în variații ale modificărilor cantităților pentru fiecare PCS. Flota utilizată pentru simulări este descrisă în tabelul de mai jos

Nume camion	Capacitate
Camion nr. 1	2.400 kg
Camion nr. 2	2.400 kg
Camion nr. 3	3.000 kg
Camion nr. 4	3.000 kg
Camion nr. 5	4.500 kg
Camion nr. 6	4.500 kg

Tabel 26. Caracteristicile camioanelor din flota

Pentru fiecare camion s-a determinat ruta optimă, numărul de drumuri pe care trebuie să îl facă fiecare camion și numărul de containere pe care îl poate culege la un drum.

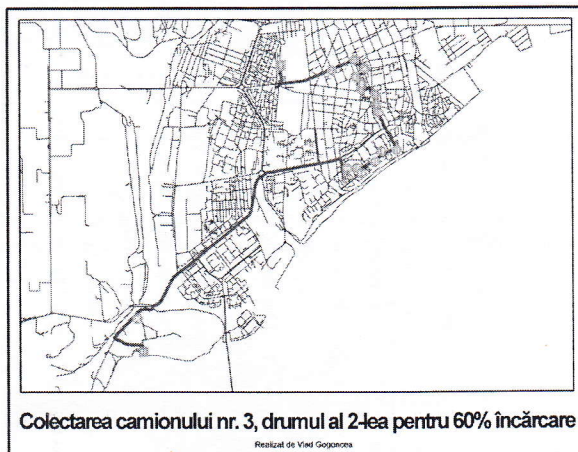


Figura 27. Optimizarea colectării la camionul nr. 3

#### Interpretarea rezultatelor:

În analiza colectării deșeurilor s-au utilizat modele matematice pentru stabilirea costurilor minime. S-au realizat mai multe modele pentru diferite grade de umplere

## Capitolul 4. Analiza statistică și domenii de extindere a aplicațiilor

### 4.1. Analiza rezultatelor

În scopul optimizării procesului de colectare, s-au dezvoltat proceduri de analiză de tip statistic asupra rezultatelor obținute în perioada monitorizării din zona proiectului pilot. În mod tradițional s-a realizat un procedeu de căutare a similitudinilor între seturile de date înregistrate - analiza desfășurată fiind de tip cluster. Au fost cercetate mai multe procedee de evaluare a metricii, studiul fiind în paralel și cu evaluare de tip k-means pentru validarea rezultatelor. S-a studiat posibilitatea obținerii unor modele similare de comportament în timp pentru diferitele seturi de date. Pe baza acestor modele identificate, se poate face o predicție asupra cantităților depuse în diferite PCS-uri și deci se va putea face o planificare mai bună a programului de vizitare a punctelor de colectare.

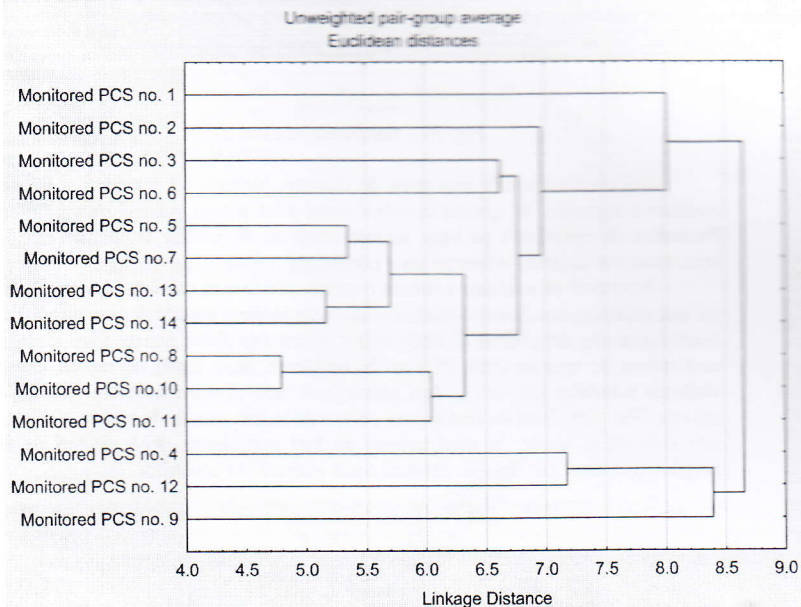


Fig. 28 – evaluarea de tip dendogramă pentru distanța euclidiană

În acest sens, cea mai bună evaluare, după încercări succesive, a fost cea de tipul distanțelor grupate de tip "unweight". În acest sens, s-au făcut evaluări succesive, pentru un set de 3 clustere, 4, 5, 6 și în final 7 clustere.

Aceste rezultate sunt confirmate și de procedura de analiză de tip PCA – mod de evaluare a sistemelor „coerente” relativ. În acest sens, pe baza determinărilor efectuate în cele 122 de zile, se poate realiza o grupare în 7 categorii care prezintă aceeași componentă ca și grupurile identificate anterior [Gogoncea 35]

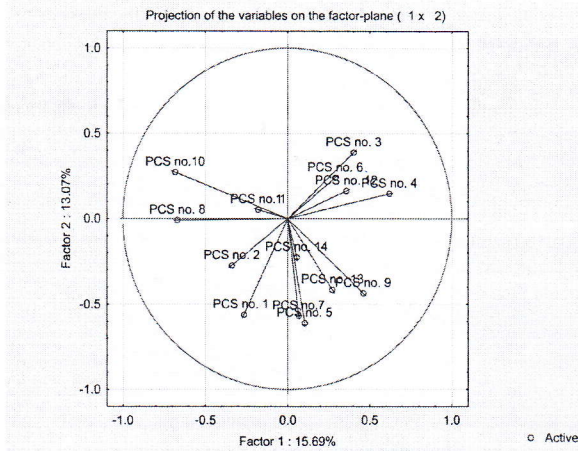


Fig. 29 – rezultatele analizei PGA

Utilizând un număr mai mare de clustere, inclusiv cel maximal – 14, s-a făcut o evaluare a costurilor de operare în cadrul zonei pilot și apoi în cazul întregului municipiu. Procedura de optimizare pe baza acestor categorii de modele temporale este în curs și rezultatele vor constitui subiectul unor comunicări viitoare.

Procedeu de evaluare a permis o primă simulare în cazul în care numărul de PCS-uri este relativ redus. În acest mod, se observa o creștere puternică a costurilor de operare. Acest lucru este determinat de două cauze: a) distanța dintre puncte fiind mare, există un cost ridicat de operare între PCS-uri b) umplerea fiind destul de rapidă, este necesară vizitarea punctelor mai des și deci parcurgerea unei distanțe necesare operării destul de ridicate (Fig. 29). Zona de cost minim pentru un număr minim de puncte și distanță scurtă este colorată în verde. În mod necesar au fost considerate două moduri de formare a prețului și în acest caz, au fost obținute două evaluări ale costurilor.

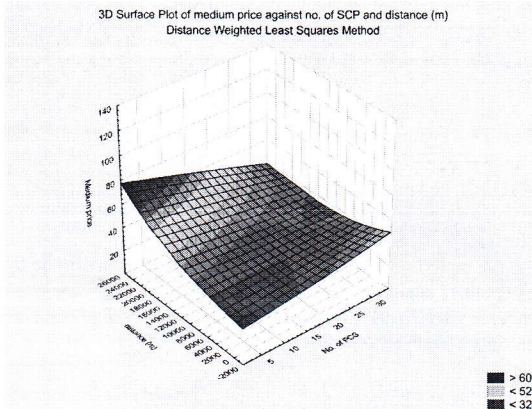


Figura 30. Zona de cost minim folosind algoritmul de calcul al celor mai mici pătrate

Procedeu I: Prețul mediu pentru colectarea deșeurilor este stabilit cu formula:

$$C_{mc} = \frac{C_c}{C_t}$$

$C_{mt}$  - Costul mediu de transport

$C_c$  - Cantitatea colectată [ $m^3$ ]

$C_t$  - Costul de transport

$$C_t = C_{ct} + P_{mct}$$

$C_{ct}$  - consum total combustibil

$P_{mct}$  - preț motorină (5,66 lei/l)

$$C_{ct} = C_{st} + C_{tr}$$

$C_{st}$  - consum staționare

$$C_{tr} = 18 \frac{i}{100km}$$

Viteza medie este de 20 km/h

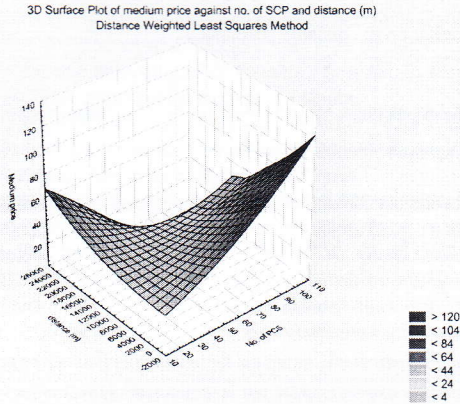


Fig. 31. Zona de cost minim folosind algoritmul de calcul al celor mai mici pătrate

În figura 31 este prezentată evaluarea prețului mediu – pe baza unei metode tip regresiv. Și în cazul în care numărul de puncte de colectare este mare costul mediu crește liniar. Există deci un număr optim de PCS-uri ce trebuie operate astfel încât prețul mediu să fie minim.

În procedeu al doilea am inclus corecția la prețul total prin reflectarea ponderii prețului determinat de timpii de staționare.

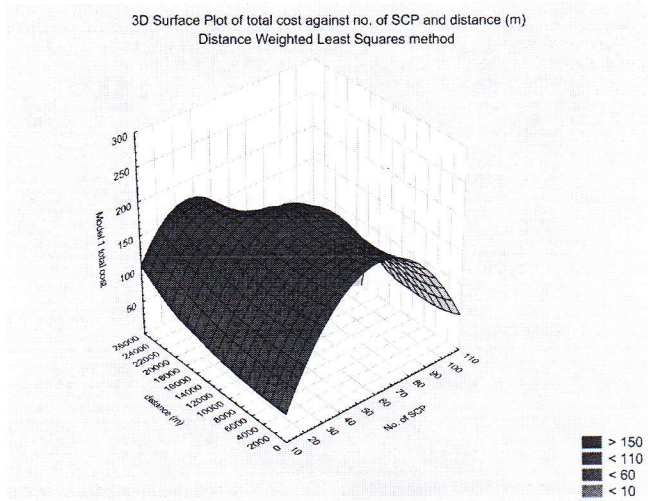


Fig. 32. Variația liniară a prețului total pentru modelul 2 (cost total transport)

$$C_t = 2,6 \cdot d + \frac{25,33 \cdot \frac{d}{t_{st}} \cdot n_{PCS}}{3600}$$

2,6 lei/km pe d – distanța parcursă,

25,33 lei/oră (salariul șoferului) pe  $\frac{d}{t_{st}}$  ( $t_{st}$  - timp staționare) și  $n_{PCS}$  – numărul punctelor de colectare selectivă

În figura 32 observăm variația liniară a costului total în funcție de distanța de deplasare și numărul de PCS. La un număr mic de PCS costul crește foarte mult, la un număr aproximativ de 60 PCS prețul total se stabilizează după care scade. Scăderea costului total este datorată creșterii numărului de PCS astfel încât este mai economic să colectăm mai multe puncte pe o distanță mai mare. Aceste rezultate constituie subiectul unui articol trimis spre publicare.

#### 4.2. Concluzii asupra determinărilor și rezultatelor experimentale

Rezultatele experimentale pot fi evidențiate prin prisma comparării celor două modele de optimizare și din prisma comparării rezultatelor cu aglomerația urbană Le Havre. Chiar dacă există diferențe de cost cu mâna de lucru, distanțele între punctele de colectare sau timpul de manipulare, cele două modele din România și Franța pot ajuta la optimizarea gestionării colectării deșeurilor indiferent de zona geografică.

## Capitolul 5. Concluzii și recomandări. Posibilități de extindere a aplicațiilor

### 5.1. Avantajele sistemelor de analiză spațială față de analizele clasice existente

În cadrul acestei teze s-au prezentat structuri de baze de date concepute în vederea soluționării problemelor de cost minim, într-o comunitate urbană în continuă expansiune.

Analiza spațială a avut ca prim pas, analiza modelării în două orașe din Franța, Caen și Le Havre din regiunea istorică Normandia.

În cadrul acestui studiu:

- s-au prezentat algoritmi de optimizare privind identificarea rutelor de cost minim în activitatea de colectare și transport urban al deșeurilor. Aceste procedee reprezintă o importantă contribuție la atingerea obiectivului lucrării.
- Algoritmii considerați un fost implementați cu succes într-un sistem GIS dezvoltat pentru orașul Galați – fapt care constituie o contribuție importantă
- Au fost incluse funcții de cost diferite și au fost identificate rute de cost minim pe baza acestor funcții de cost. Au fost analizate costuri utilizate în Franța (Caen, Le Havre) dar au fost studiate și funcții de cost mai complexe, care să includă și contribuțiile operațiunilor care sunt desfășurate în această activitate,
- Au fost structurate și populate baze de date specifice acestui studiu – baze de date care au permis alegerea locațiilor pentru PCS-uri în întregul oraș în scopul maximizării ariei de deservire a populației – fapt care constituie o contribuție importantă
- Au fost evaluate prețurile de cost mediu, în urma procedeele de optimizare considerate – și anume influența algoritmilor de identificare a rutelor de cost. Astfel s-a făcut evaluarea costului total și a celui mediu în cazul în care numărul de puncte vizitate este variabil (un număr de PCS-uri prezintă rate de colectare ridicată și deci în urma optimizării, o serie de puncte de colectare cu rate mici fiind eliminate din programul de vizitare). S-a evidențiat diferențele mari între modurile de evoluție a costurilor, în fiecare din cele două moduri de formare a prețului. Și acest aspect trebuie remarcat fiind o contribuție importantă a prezentului studiu.

Modelarea și analiza spațială a managementului deșeurilor poate fi extinsă la nivelul județului Galați prin efectuarea unui studiu privind colectarea deșeurilor din diferite orașe, comune și sate și transferul lor către gropile de gunoi ecologice.

Un exemplu concret privind extinderea modelării managementului deșeurilor reciclabile este analiza spațială privind stabilirea punctelor de colectare a deșeurilor menajere. Studiul de față trebuie continuat pentru a se putea include și celelalte componente ale activității de colectare a deșeurilor din urbe, în vederea construirii unui sistem global.

**Bibliografie:**

1. Abdelkrim Bensaid "Curs inițiere Network Analyst", Laboratoire GEOPHEN (LETG-UMR 6554 CNRS) et Laboratoire GEOSYSCOM (IDEES UMR 6228 CNRS)
2. ADEME Edition, "Techniques de gestion des déchets ménagers", Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, Paris 2000, ISBN 2-86817-493-0 ;
3. ADEME, "Guide des déchets en Haute – Normandie", ISBN 2-86817-744-3, sept. 2004, Délégation régionale de Haute – Normandie ;
4. Alexei Atudorei, "Normativ pentru sortarea deșeurilor urbane solide reciclabile", Normativ Tehnic, Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor
5. Brian Overland, "C++. Ghid pentru începători, conține CD", ed. Corint, ISBN 978-135-247-3
6. Butt, E.P., Morse, G.K, Guy, J.A., Lester, J.N., 1998 "Co-recycling of sludge and municipal solid waste: a cost-benefit analysis. Environmental Technology 19, 1163-1175
7. Căldăraru A., V. **Gogoncea**, G. Murariu, L. P. Georgescu, M. Voiculescu, Toward a new software tool for flood assesmnet GIS system; Seminar științific: "Metode avansate de analiză și control", Școala Doctorală de Științe Aplicate, Facultatea de Științe, 4-5- iunie 2009, SCO02, Galați, România, prezentare orală
8. Căldăraru A., V. **Gogoncea**, G. Murariu, L.P. Georgescu, M. Praisler, I. Stoian: "Toward a new software tool for flood assessment GIS system", Analele Universității "Dunărea de Jos" din Galați, Supliment Anul I(XXII), No.1, pag. 86-95, (2009)
9. Cécile Rechatin, "Indicateurs de performance environnementale de la France", Institut Français de l'Environnement, '96-'97
10. CERTU, "Management environnemental et collectivites territoriales", Territorial editions,
11. Consiliul Județului Galați, "Planul Județean de Gestionare a Deșeurilor – Județul Galați", 2008
12. Consorțiul de consultanță Grontmij | Carl Bro - Iberinsa - Igip – Romair, "Ghid practic pentru activitățile cheie în Managementul Deșeurilor în Județul Galați", 2010
13. Cormen, Thomas H.; Leiserson, Charles E.; Rivest, Ronald L. (1990). Introduction to Algorithms (1st ed.). MIT Press and McGraw-Hill. ISBN 0-262-03141-8.
14. Cormen, Thomas H.; Leiserson, Charles E.; Rivest, Ronald L.; Stein, Clifford (2001). Introduction to Algorithms (2nd ed.). MIT Press and McGraw-Hill. ISBN 0-262-



53196-8.

15. Cormen, Thomas H.; Leiserson, Charles E.; Rivest, Ronald L.; Stein, Clifford (2009). Introduction to Algorithms (3rd ed.). MIT Press. ISBN 0-262-03384-4.
16. Cristian Vasilică SECU, Ovidiu Gabriel IANCU & Nicolae BUZGA, “Lead, zinc and copper in the bioaccumulative horizon of soils from Iași and the surrounding areas”, Revista Carph. J. of Earth and Environmental Sciences, 2008, No.2, ISSN Printed: 1842 – 4090, ISSN Online: 1844 - 1489X
17. Danila E. B., Théorie de la diffusion résonnante multicanaux. Application à la diffusion acoustique par un tube élastique aux parois excentrées, Thèse de Doctorat de l’Université du Havre, 1996.
18. Derem A., Théorie de la matrice S et transformation de Sommerfeld – Watson dans la diffusion acoustiques, La diffusion acoustique, Paris, 1987.
19. Toron Lavei, ”IS the municipal waste recycling economically efficient?”, Environmental Management Volume 40, Number 6, 926-943, DOI:10.1007/s00267-007-9000-7
20. E.W. Dijkstra, “A note on two problems in connexion with graphs”, Numerische Mathematik, vol. 1, pag. 269-271,
21. Ene A., A. Boșneagă, L.P. Georgescu, A. Cantaragiu, V. **Gogoncea**; Sem-Xrf analysis of soils from lower Prut meadow; International Symposium on Applied Physics-Materials Science, Environment and Health (ISAP 1), Universitatea Dunărea de Jos, Galați; 28-29 noiembrie 2009; prezentare poster
22. Eran Feitelson, Erik T. Verhoef, “Transport and Environment: In search of sustainable solutions”, 2001, Edward Elgar Publishing Limited, ISBN 1-84064-105-3
23. Franklin H., Conoir J.-M., Izbicki J.-L., Two-channel resonant scattering theory: Application to an absorbing elastic cylinder, J. Acoust. Soc. Am. 102 (1997) 87-95.
24. G. Bialî, N. Popovici, I.N. Moroza „Folosirea tehnicii GIS în acțiunea de bonitate a unui teren agricol afectat de poluare cu metale grele. Studiu de caz”. Revista Geographia tehnică, No. 1, 2006,ISSN 1842-5135.
25. George Dimitriu, "Sisteme informatice geografice (GIS)", Ed. Albastră, Cluj-Napoca, 2007, ISBN 978-973-650-220-0
26. Gh. Pușcașu, V. Palade, Al. Stancu, ș. a. "*Classical and Smart process leading systems*", București, MATRIX ROM, 2000, pp. 25-30.
27. **Gogoncea Vlad**, G. Murariu, L.P. Georgescu "Environmental management system applied to sanitation institutions. Case study for waste collection in Caen", International Environment Conference, "Environmental Capacity Building", ECB

2011, 11-13 noiembrie 2011, București

28. **Gogonea Vlad**, G. Murariu, L.P. Georgescu ”Waste management with service area of green points and Tirighina new landfill in Galați”, International Environment Conference, "Environmental Capacity Building", ECB 2011, 11-13 noiembrie 2011, București
29. **Gogonea Vlad**, G. Murariu, L.P. Georgescu, "Waste collection, drop-off centers, optimal and feasible concepts for waste collection in Le Havre using network analyst extension of ArcGIS", International Environment Conference, "Environmental Capacity Building", ECB 2011, 11-13 noiembrie 2011, București
30. **Gogonea Vlad**, G. Murariu, L.P. Georgescu, Mancaș "Optimizări în managementul deșeurilor pentru punctele de colectare selectivă în municipiul Galați, România, Conferința utilizatorilor ESRI, Trimble și Evi, 23 septembrie 2011, București
31. **Gogonea Vlad**, Gabriel Murariu, Lucian Georgescu, ” The use of Dijkstra's algorithm in waste management problem", Analele Universității "Dunărea de Jos", Galați, Fascicle V, Technologies in Machine Buildings, 123-128, Romania, 2010
32. **Gogonea Vlad**, L. P. Georgescu;(2009) A Study On Human Activities Impact On Lower Prut Natural Park; International Conference Management And Sustainable Protection Of The Environment, B.En.A. Association; 6-7 May, Alba Iulia, Romania-poster Presentation
33. HG nr. 1807/2006 „Planul strategic al Ministerului Mediului și Dezvoltării Durabile pentru perioada 2007-2009. Componenta 1 – Management”
34. [http://www.ademe.fr/htdocs/presentation/Actionregionale/hnormandie/Guide\\_dechets/Ademe\\_Site/web-content/index.htm](http://www.ademe.fr/htdocs/presentation/Actionregionale/hnormandie/Guide_dechets/Ademe_Site/web-content/index.htm) (consultat la data de 12.02.2011)
35. [http://www.industrie.gouv.fr/techno\\_cles\\_2010/base\\_donnees/index.php](http://www.industrie.gouv.fr/techno_cles_2010/base_donnees/index.php) (consultat la data 09.11.2010)
36. <http://www.parisecologie.com/Nospages/Espacecitoyen/Dechets/Articlesdechets/RepartitiongeographiqueOrdif.htm> (consultat la data de 04.04.2011)
37. J. Jensen, MB Pedersen, „Ecological Risk Assessment of Contaminated Soil”, The National Environmental Research Institute, Department of Terrestrial Ecology, Denmark
38. J. Villeneuve, P. Michel, D. Fournet, C. Lafon, Y. Ménard, P. Wavrer, D. Guyonnet, Waste Management , Volume 29, Issue 1, Pages 2-11, (2009)
39. J.R. Bertrand, F. Laurent, "De la décharge à la déchetterie : questions de géographie des déchets", Ouj 02-348, PU Rennes
40. Jean Gouhier, "Au-delà du déchet, le territoire de qualité", Manuel de rudologie, Press

Universitaires de Rouen et du Havre ;

41. Jilani, S. 2007, "Municipal solid waste composting and its assessment for reuse in plant production. Pakistan Journal of Botany 39, 271-277
42. Khajuria, A., Matsui, T., Machimura, T., Morioka, T., 2010, "Assessment of the challenge of sustainable recycling of municipal solid waste management in India. International Journal of Environmental Technology and Management 171-187
43. La documentation française, "Mobilité, transport et environnement", Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement, ISBN 2-11-006218-5, Paris 2006
44. Legea nr. 137/ 29.12.1995 - Legea protecției mediului (cu modificările și completările ulterioare)
45. Li He, Guo-He Huang, Guang-Ming Zeng, Hong-Wei Lu, Waste Management , Volume 29, Issue 1, Pages 12-20, (2009)
46. Metode și tehnologii de gestionare a deșeurilor. Colectarea și transportul deșeurilor și a materialelor reciclabile", Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Mediului-ICIM București
47. Michel Jonquières, "Management environnemental : ISO 14001 :2004", AFNOR 2005,
48. Michèle Attar, "Les enjeux de la gestion des déchets ménagers et assimilés en France en 2008"
49. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, "Le projet de rapport d'évaluation de la politique du service public des déchets ménagers et assimilés"
50. Mircea Băduț "Sisteme informatice geografice - fundamente practice", Ed. Albastră, Cluj-Napoca, 2007, ISBN 978-973-650-215-6
51. Mircea Băduț, "Sisteme geo-informatic (GIS) pentru administrație și interne", ISBN 10: 973-750-048-2, ISBN 13: 978-973-750-048-2
52. Murariu G., Gheorghe Puscasu, Vlad **Gogoncea**, "Non-linear flood assessment with neural network", AIP, Conference Proceedings, vol. 1203, pag. 812-819, published: 2010
53. Murariu G., L.P. Georgescu, V. **Gogoncea**, C. Trif." GIS and its use in waste management", International Conference on Fishery and Aquaculture A View Point Upon The Sustainable Management Of The Water Resources In The Balkan Area, Galati, ROMANIA, May 26 th -28th, 2010, poster presentation
54. Murariu G., M. Praisler, M. Voiculescu, "Software approaching for the water flows' simulation using neural networks" in The Annals of Duanrea de Jos University,

Fascicle II, edited by A. Ene et al., The 4<sup>th</sup> National Conference on Applied Physics Proceedings, Galati, Romania, 2008, in press

55. Murariu G., M. Voiculescu, L.P. Georgescu, V. **Gogoncea**, C. Trif: "Specific Diffusion Using Monte Carlo Simulation", International Conference on Fishery and Aquaculture A View Point Upon The Sustainable Management Of The Water Resources In The Balkan Area, Galati, ROMANIA, May 26 th -28th, 2010, poster presentation
56. Murariu G., V. **Gogoncea**, L. Georgescu (2009) "Physics models for waste management optimization software approaching", Universitatea „Dunărea de Jos”, Galați, Facultatea de Științe, Catedra de Fizică, Centrul pentru Analize Fizico-Chimice și Morfo-funcționale și Chemometrie, International Symposium Of Applied Physics. Materials Science, Environment and Health, 1th Edition, 28-29 Noiembrie 2009
57. Murariu G., V. **Gogoncea**, L. Georgescu (2009) "Software structure using Object Oriented programming technology for waste management optimization", Universitatea „Dunărea de Jos”, Galați, Facultatea de Științe, Catedra de Fizică, Centrul pentru Analize Fizico-Chimice și Morfo-funcționale și Chemometrie, International Symposium Of Applied Physics. Materials Science, Environment and Health, 1th Edition, 28-29 Noiembrie 2009
58. Murariu G., V. **Gogoncea**, L. Geprgescu, M. Voiculescu, M. Dobra (2009) "Physics models for waste management optimization software approaching", Universitatea de Vest din Timișoara, Facultatea de Fizică, Physics Conference TIM-09 27-28 Noiembrie 2009 – poster presentation
59. Murariu Gabriel, Georgescu Lucian, **Gogoncea** Vlad, "Cluster analysis preliminary results on the optimization of selective waste collection activity. The Galati city study case", The Scientific World Journal, 2012
60. N. V. Karadimas, N. Doukas, M. Kolokathi, G. Defteraiou, "Routing optimisation heuristics algorithms for urban solid waste transportation management", WSEAS Transactions on Computers, ISSN 1109-2750, pag. 2022-2031, issue 23, vol. 7, dec. 2008,
61. Nguyen, P.T., Matsui, Y., Fujiwara, T., 2011. Assessment of plastic waste generation and its potential recycling of household solid waste in Can Tho City, Vietnam. Environmental Monitoring and Assessment 175, 23–35.
62. Nicolas Roussat, Christiane Dujet, Jacques Méhu, Waste Management , Volume 29, Issue 1, Pages 12-20, (2009)
63. Nikolaos V. Karadimas, Maria Kolokathi, Gerasimoula Defteraiou, Vassili Loumos, "Municipal waste collection of large items optimized with Arc GIS analyst", ISBN

978-0-9553018-2-7 / ISBN 978-0-9553018-3-4 (CD)

64. OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique), “Pour des transports écologiquement viables. Les mesures a prendre”, ISBN 92-64-29826-9-No. 52618-2002
65. OCDE, "Mondialisation, transport et environnement" 2011, ISBN 9789264072930,
66. OM nr. 1018/2006 pentru aprobarea Procedurii de înregistrare EMAS (Mof. Nr. 878/27.09.2006)
67. OM nr. 1100/2007 privind modificarea și completarea Regulamentului de organizare și funcționare al Comisiei pentru acreditarea persoanelor fizice și juridice ca verficatori de mediu, aprobat prin OM nr. 1201/2006.
68. OM nr. 1201/2006 privind Regulamentul de organizare și funcționare a Comisiei pentru acreditarea persoanelor fizice și juridice ca verficatori de mediu (Mof nr. 967/04.12.2006) cu modificările și completările ulterioare (Mof nr. 565/16.08.2007)
69. OM nr. 50/2004 privind stabilirea procedurii de organizare și coordonare a schemelor de management de mediu și audit (EMAS) în vederea participării voluntare a organizațiilor la aceste scheme, cu modificările și completările ulterioare (OM nr. 444/2006, Mof. Nr. 424/17.05.06 și OM nr. 1313/2006, MoF. Nr. 1012/20.12.2006, OM nr. 877/2008, Mof. Nr. 584/04.08.2008, OM nr. 355/2009, Mof. Nr. 261/22.04.2009)
70. OM nr. 790/2006 pentru aprobarea Regulamentului de organizare și funcționare a Comitetului Consultativ EMAS și a Biroului EMAS (Mof. Nr. 689/11.08.2006)
71. Pier Paolo Franzese, Giovanni Fulvio Russo, Sergio Ulgiati „Geographical information system (GIS) and emergy synthesis evaluation of urban waste management”, 2008, book: Sustainable Energy Production and Consumption, ISSN 1874-6519
72. Popescu Eugen, E. Boarna, D. Codres, Sofia Vitelar, M. Nicoli, M. Grindeanu ”Metode de programare, Grafuri și Programarea Orientată pe Obiecte - Teorie și aplicații. Varianta C++”, , ed. Else, 2010, ISBN 9789737708984
73. Poscia, A., Pelone, F., Cerabona, V., Marino, M., Basso, D., Di Donato, M., Wachocka, M., De Belvis, A.G., Ricciardi, W., Moscato, U., 2010. Driving forces in the success of municipal solid waste recycling practices: results from a comparative study. European Journal of Public Health 20, 72-72.
74. Rapport annuel 2009 sur le prix et la qualité du service public d'élimination des déchets, Direction Gestion des déchets, CODAH
75. Regulamentul comisiei (CE) nr. 196/2006 din 3 februarie 2006 care modifică Anexa I la Regulamentul (CE) nr. 761/2001 luând în considerare Standardul European EN ISO

14001:2004

76. Regulamentul Parlamentului European și al Consiliului (CE) nr. 761/2001 din 19 martie 2001 care permite participarea voluntară a organizațiilor la schema comunitară de eco-management și audit (EMAS)
77. Sen, M., Kestioglu, K., 2007. Recycling and economical analysis of domestic solid waste in rural municipalities: a case study from Mustafakemalpaşa/Bursa. *Ekoloji* 17, 45–51
78. Shaikh Moiz Ahmed, "Using GIS in Solid Waste Management Planning. A case study for Aurangabad, India", ISRN:LIU-IDA-D20—06/004—SE
79. Sisteme Informatice Geografice”, conf. Dr. A. Imbroane, sef lucr. T. Man, Universitatea Babeş Bolyai, Cluj Napoca, 2007
80. Sisteme informatice geografice - fundamente practice, Mircea Băduț, Ed. Albastră, Cluj-Napoca, 2007, ISBN 978-973-650-215-6
81. Sisteme informatice geografice (GIS), George Dimitriu Ed. Albastră, Cluj-Napoca, 2007, ISBN 978-973-650-220-0
82. SR EN ISO 14001:2005 – Sisteme de management de mediu. Cerințe. ASRO
83. SR EN ISO 9001:2008 – Sisteme de management al calității. Cerințe. ASRO
84. Suttibak, S., Nitivattananon, V., 2008. Assessment of factors influencing the performance of solid waste recycling programs. *Resources Conservation and Recycling* 53, 45–56.
85. Thomas B. G., *Continuous Casting of Steel*, Chapter 15 in: Modeling for Casting and Solidification Processing (O. Yu, editor), Marcel Dekker, New York, NY, pp. 499-540, 2001.
86. Trandafir Romică, ”Modele și algoritmi de optimizare”, ed. AGIR, București, 2004, ISBN 973-8466-76-8
87. Troschinetz, A.M., Mihelcic, J.R., 2009. Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste Management* 29, 915–923
88. W.Reid Lea, Plastic incineration versus recycling: a comparison of energy and landfill cost savings, *Journal of Hazardous Materials Municipal Waste Incineration*, Volume 47, Issues 1–3, May 1996, Pages 295–302

267363



