

การประเมินอัตราการเกิดและส่วนประกอบของมูลฝอยชุมชน เทศบาลเมืองขอนแก่น



นาย ชัชวาล ปิยะประสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-218-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 16894157

ESTIMATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE GENERATION RATE  
AND COMPOSITION IN KHON KAEN MUNICIPALITY



Chatchaval Piyaprasit

A Thesis Submit in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Environment Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974 -634 - 218 - 5



## พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



ชัชวาล ปิยะประสิทธิ์ : การประเมินอัตราการเกิดและส่วนประกอบของมูลฝอยชุมชน เทศบาลเมือง  
ขอนแก่น (ESTIMATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE GENERATION RATE  
AND COMPOSITION IN KHON KAEN MUNICIPALITY) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.รเชศ ศรีสถิตย์,  
198 หน้า. ISBN 974-634-218-5

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการเกิดและส่วนประกอบของมูลฝอยชุมชน ณ แหล่งกำเนิดมูลฝอยใน  
เขตเทศบาลเมืองขอนแก่น และหาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดมูลฝอย

โดยนำตัวแปรต่างๆ ของแต่ละแหล่งกำเนิดมาวิเคราะห์หาสมการการถดถอย โดยใช้การถดถอยพหุคูณ  
เชิงเส้นในการวิเคราะห์ พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดมูลฝอยของบ้านเรือน ได้แก่ จำนวนคนในบ้านและรายได้ของ  
ครอบครัว ตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดมูลฝอยของร้านค้า ได้แก่ พื้นที่ของร้านค้า จำนวนลูกจ้าง ตัวแปรที่มีผลต่อการเกิด  
มูลฝอยของสำนักงานเอกชน ได้แก่ พื้นที่ และจำนวนพนักงาน ตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดมูลฝอยของโรงแรม ได้แก่  
ระดับของโรงแรม จำนวนห้องพักทั้งหมดของโรงแรม จำนวนพนักงาน และจำนวนหน่วยการใช้ไฟฟ้า ตัวแปรที่มี  
ผลต่อการเกิดมูลฝอยของร้านอาหาร ได้แก่ ขนาดพื้นที่ของร้าน จำนวนที่นั่ง จำนวนลูกจ้างและจำนวนลูกค้า ตัวแปรที่มี  
ผลต่อการเกิดมูลฝอยของโรงเรียนระดับประถมศึกษา ได้แก่ จำนวนนักเรียน และตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดมูลฝอยของ  
สำนักงานหน่วยงานราชการ ได้แก่ พื้นที่อาคารและจำนวนพนักงาน อัตราการเกิดมูลฝอยทั้งหมดของเทศบาลมีค่า  
ประมาณ 162 ตันต่อวัน หรือมีค่าประมาณ 1.10 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน สัดส่วนโดยน้ำหนักเปียกของการเกิดมูลฝอย  
ในแต่ละแหล่ง ต่อมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้น มีค่าดังนี้ ที่พักอาศัย มีค่าเท่ากับ 30.81% พาณิชยกรรม มีค่าเท่ากับ  
55.82% สถาบัน(สถานที่ราชการ โรงพยาบาล สถานศึกษา) มีค่าเท่ากับ 12.59% และสถานที่สาธารณะ (ถนน,  
สวนสาธารณะ) มีค่าเท่ากับ 0.78%

สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลฝอยโดยน้ำหนักเปียก พบว่า มีองค์ประกอบหลัก คือ เศษอาหาร  
(45.28%) พลาสติก (15.11%) กระดาษ (13.12%) เศษไม้และใบไม้ (10.02%) และพบว่า ความชื้นของมูลฝอย มีค่า  
เท่ากับ 52.87% ความหนาแน่นมีค่าเท่ากับ 233.0 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ภาควิชา ..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมโลหการ  
ปีการศึกษา ..... 2555

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C617449 : MAJOR SANITARY ENGINEERING

KEY WORD: SOLID WASTE / GENERATION RATE / COMPOSITION / ESTIMATION / MUNICIPALITY

CHATCHAVAL PIYAPRASIT : ESTIMATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE GENERATION RATE AND COMPOSITION IN KHON KAEN MUNICIPALITY.

THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. THARES SRISATIT, Ph.D.

198 pp. ISBN 974-634-218-5



The objective of this research is find out the generation rate and the composition of municipal solid waste at generation sources in Khon Kaen Municipality, and to investigate the factors that affect the solid waste generation.

In each source , several variables are utilized in developing regression model using multiple linear regression, indicates that residential solid waste generation is affected by number of peoples in the house and income level, store solid waste generation is affected by area and number of employees, private office solid waste generation is affected by area and number of workers, hotel solid waste generation is affected by price level, number of rooms, number of employees and number of electricity consumption units, restaurant solid waste generation is affected by dinning area, number of seats, number of employees and number of clients, primary school solid waste generation is affected by number of pupils, and government office solid waste generation is affected by area and number of officers. The generation rate for the whole municipality is estimated as 162 tons/day or 1.10 kg/capita/day. The portion by wet weight of solid waste generation in waste stream of residential, commercial, institutional and municipal service are 30.81%, 55.82%, 12.59% and 0.78% respectively.

In composition analysis for the municipality the higher component are garbage, plastic, paper and wood which their portion by wet weight are 45.28%, 15.11%, 13.12% and 10.02% respectively.

The moisture content and bulk density of solid waste for the municipality are 52.87% and 233.0 kg/cu.m. respectively.

ภาควิชา..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา..... วิศวกรรมสุขาภิบาล

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา..... 2535

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



## ACKNOWLEDGMENTS

The author wishes to express his special gratitude to a number of people who aided him to accomplish this study. To his adviser, Dr. Thares Srisatit for the valuable advice, criticism, and stimulation he provided throughout this study.

Gratitude is due to the other members of the thesis committee for their valuable suggestions and comments.

Sincerest thanks are also due to Dr. Wanphen Virotkood, Chairman of Department of Environmental Engineering, Khon Kaen University and Dr. Somsak Pithugsanurat Vice-Chairman of Faculty of Public Health, Khon Kaen University for the authorization to use laboratory and instruments.

As for the field survey in Khon Kaen municipality is grateful to Sanitation and Environmental Division of Khon Kaen Municipality Office for the generous assistance.

The author give thanks to Miss Klairung Chumkrajang for the assistance on the documents.

Finally, this thesis is dedicated to his beloved parents and his family, without whose constant moral support and sacrifice, this work would probably never have been completed.



## CONTENTS

	<b>Page</b>
Abstract (Thai) .....	iii
Abstract (English) .....	iv
Acknowledgments .....	v
List of Figures .....	ix
List of Tables .....	x
Abbreviation .....	xiii
 <b>Chapter</b>	
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1 General .....	1
1.2 Objective of the Study .....	2
1.3 Scope and Limitation of the Study.....	2
1.4 Anticipated Benefits .....	2
 <b>2. LITERATURE REVIEW .....</b>	<b>3</b>
2.1 Source of Solid Waste .....	3
2.2 Type of Solid Waste .....	4
2.3 Composition of Solid Waste .....	6
2.3.1 Composition of MSW in Thailand .....	6
2.4 Solid Waste Quantities .....	7
2.4.1 Estimation of Solid Waste Quantities .....	7
2.5 Solid Waste Generation Rate .....	9
2.5.1 Solid Waste Generation Rate in Thailand .....	9
2.6 Factors Affecting Solid Waste Generation .....	13
2.7 The Affecting Factors in Previous Study .....	16
 <b>3. BACKGROUND OF STUDY AREA .....</b>	<b>19</b>
3.1 General .....	19
3.2 Population .....	19
3.3 Economic Activities .....	21
3.4 Land Use .....	21
3.5 Solid Waste Management .....	23
 <b>4. METHODOLOGY .....</b>	<b>27</b>
4.1 Data Collection .....	27
4.2 Field Survey .....	28



## CONTENTS

Chapter	Page
4.3 Equipment .....	32
4.4 Solid Waste Generation Rate .....	32
4.5 Composition Analysis .....	33
4.6 Bulk Density Determination .....	35
4.7 Moisture Content Analysis .....	37
4.8 Data Analysis .....	37
<b>5. RESULTS AND DISCUSSION .....</b>	<b>39</b>
5.1 Estimation of Generation Rate .....	39
5.1.1 Residential .....	39
5.1.2 Commercial .....	43
5.1.3 Institutional .....	55
5.1.4 Municipal service .....	60
5.1.5 Solid Waste Generation Rate in Municipality .....	64
5.2 Composition .....	66
5.2.1 Residential .....	66
5.2.2 Commercial .....	66
5.2.3 Institutional .....	71
5.2.4 Municipal Service .....	73
5.3 Moisture Content and Bulk Density .....	74
5.3.1 Residential .....	74
5.3.2 Commercial .....	75
5.3.3 Institutional .....	76
5.3.4 Municipal Service .....	77
5.4 Solid Waste Quality in Municipality .....	78
<b>6. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS .....</b>	<b>79</b>
<b>REFERENCE .....</b>	<b>82</b>
<b>APPENDIX</b>	
APPENDIX A THE SURVEY RESULTS OF SOLID WASTE GENERATION .....	84
APPENDIX B THE SURVEY RESULTS OF SOLID WASTE COMPOSITION .....	93



## CONTENTS

Chapter	Page
APPENDIX C THE SURVEY RESULTS OF SOLID WASTE MOISTURE CONTENT AND BULK DENSITY .....	115
APPENDIX D VARIABLES IN EACH SOURCE FOR IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS .....	128
APPENDIX E SOLID WASTE GENERATION RATE IN EACH SOURCE .....	137
APPENDIX F QUESTIONNAIRES FOR DATA COLLECTION ....	150
APPENDIX G MULTIPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS BY USING SPSS .....	155

## LIST OF FIGURES

	<b>Page</b>
Figure 2.1 Definition sketched for material balance analysis use to determine solid waste generation rate .....	8
Figure 2.2 Projected Refuse Quantities of municipality in 1992 - 2007 .....	11
Figure 2.3 Projected Refuse Quantities of sanitary in 1992 - 2007 .....	12
Figure 3.1 Study Area .....	20
Figure 3.2 Plan of Land Use Regulation of Khon Kaen Municipality in 1989 .....	22
Figure 3.3 Street Solid Waste Container .....	24
Figure 3.4 Market Solid Waste Container.....	24
Figure 3.5 Transfer Station .....	25
Figure 3.6 Sanitary Land Field Site .....	25
Figure 3.7 Weigh - Station .....	26
Figure 3.8 Weighing Machine .....	26
Figure 4.1 Sampling Zones .....	29
Figure 4.2 Conning and Quartering Technique .....	34
Figure 4.3 Diagram of Physical Composition Analysis .....	36
Figure 5.1 Scheme of Municipal Waste Stream (% in Wet Weight) .....	65

## LIST OF TABLES

	<b>Page</b>
Table 2.1	Composition of Solid Waste in Thailand ..... 7
Table 2.2	Solid Waste Generation Rates of the Municipalities of Thailand (1992) ..... 10
Table 2.3	Solid Waste Generation Rates of the Sanitary Districts of Thailand (1992) ..... 10
Table 3.1	Outline of Khon Kean Municipality ..... 19
Table 4.1	Variables and Sample Size ..... 31
Table 5.1	Regression Correlation Coefficient between Independent Variables of Residential ..... 40
Table 5.2	Low Income Residential Solid Waste Generation Rate Actual Values and Predicted Values ..... 41
Table 5.3	Medium Income Residential Solid Waste Generation Rate Actual Values and Predicted Values ..... 42
Table 5.4	High Income Residential Solid Waste Generation Rate Actual Values and Predicted Values ..... 43
Table 5.5	Factory Solid Waste Generation Rate ..... 44
Table 5.6	Regression Correlation Coefficient between Variables of Store ..... 44
Table 5.7	Store Solid Waste Generation Rate Actual Values and Predicted Values ..... 45
Table 5.8	Regression Correlation Coefficient between Variables of Private Office ..... 46
Table 5.9	Private Office Solid Waste Generation Rate Actual Values and Predicted Values ..... 47
Table 5.10	Regression Correlation Coefficient between Variables of Hotel ..... 49
Table 5.11	Hotel Solid Waste Generation Rate Actual Values and Predicted Values ..... 50
Table 5.12	Regression Correlation Coefficient between Variables of Restaurant ..... 52
Table 5.13	Restaurant Solid Waste Generation Rate Actual Values and Predicted Values ..... 53
Table 5.14	Theater Solid Waste Generation Rate ..... 53
Table 5.15	Market Solid Waste Generation Rate ..... 54

## LIST OF TABLES

	<b>Page</b>
Table 5.16 Large Store Solid Waste Generation Rate .....	54
Table 5.17 Kindergarten Solid Waste Generation Rate .....	55
Table 5.18 Regression Correlation Coefficient between Variables of Primary School .....	56
Table 5.19 Primary School Solid Waste Generation Rate Actual Values and Predicted Values.....	57
Table 5.20 Secondary School & Collage Solid Waste Generation Rate.....	58
Table 5.21 Hospital Solid Waste Generation Rate .....	58
Table 5.22 Regression Correlation Coefficient between Variables of Government Office .....	59
Table 5.23 Government Office Solid Waste Generation Rate Actual Values and Predicted Values .....	60
Table 5.24 Street Solid Waste Generation Rate .....	61
Table 5.25 Park Solid Waste Generation Rate .....	61
Table 5.26 Comparision in Generation Rate with Other Municipalities .....	62
Table 5.27 Solid Waste Generation from Various Sources .....	64
Table 5.28 Average Physical Composition of Residential Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	66
Table 5.29 Average Physical Composition of Factory Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	67
Table 5.30 Average Physical Composition of Store Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	67
Table 5.31 Average Physical Composition of Private Office Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	68
Table 5.32 Average Physical Composition of Hotel Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	68
Table 5.33 Average Physical Composition of Restaurant Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	69
Table 5.34 Average Physical Composition of Theater Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	69
Table 5.35 Average Physical Composition of Market Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	70
Table 5.36 Average Physical Composition of Large Store Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	70

## LIST OF TABLES

	<b>Page</b>
Table 5.37 Average Physical Composition of School Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	71
Table 5.38 Average Physical Composition of Hospital Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	72
Table 5.39 Average Physical Composition of Government Office Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	72
Table 5.40 Average Physical Composition of Street Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	73
Table 5.41 Average Physical Composition of Park Solid Waste ( in Wet & Dry Weight,% ) .....	73
Table 5.42 Average Bulk Density and Moisture Content (%) of Residential Solid Waste .....	74
Table 5.43 Average Moisture Content (%) and Bulk Density of Commercial Solid Waste .....	75
Table 5.44 Average Moisture Content (%) and Bulk Density of Institutional Solid Waste .....	77
Table 5.45 Average Moisture Content (%) and Bulk Density of Municipal Service Solid Waste .....	77
Table 5.46 The Municipality Solid Waste Quality .....	78



## ABBREVIATION

BMA	=	Bangkok Metropolitan Administration
S.D.	=	Sanitary District
EHD	=	Environmental Health Division, Department of Health, Ministry of Public Health
GDP	=	Gross Domestic Product
GPP	=	Gross Provincial Product
JICA	=	Japan International Cooperation Agency
MOPH	=	Ministry of Public Health
MRFs	=	Material Recovery Facilities
MSW	=	Municipal Solid Waste
NESDB	=	National Economic and Social Development Board
ONEB	=	Office of National Environmental Board
AVG.	=	Average
sq.m.	=	Square metre
cu.m.	=	Cubic metre