การจำลองระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต

SIMULATION OF SOLID WASTE COLLECTION SYSTEM OF PHUKET MUNICIPALITY

มันทิรา นิระโส

MANTIRA NIRASO

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติประยุกต์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-SC-M-050-340

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจำลองระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต

SIMULATION OF SOLID WASTE COLLECTION SYSTEM OF PHUKET MUNICIPALITY

มันทิรา นิระโส

MANTIRA NIRASO

เลขหมู่...
เลขทะเบียน 81367
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2551

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติประยุกต์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-SC-M-050-340

SIMULATION OF SOLID WASTE COLLECTION SYSTEM OF PHUKET MUNICIPALITY

MANTIRA NIRASO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN APPLIED STATISTICS
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2008

KMITL-2008-SC-M-050-340

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจำลองระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต

นักศึกษา นางสาวมันทิรา นิระโส

รหัสประจำตัว 46064201

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถิติประยุกต์

พ.ศ. 2551

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการจำลองระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยในช่วงเวลากลางคืนของเทศบาลนครภูเก็ตในปัจจุบัน เพื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบและจัดเส้นทางในการเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอยบางคัน แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ประกอบในการปรับปรุงและวางแผน การเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ตให้เหมาะสม

การศึกษาเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบเก็บขนขยะมูลฝอย ได้แก่ พื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนของรถแต่ละคัน เส้นทางการเดินรถเก็บขนปัจจุบัน ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถไปยังจุดเก็บขนแรก ประเภทและปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละจุดเก็บขน เวลาที่ใช้ในการเก็บขนในแต่ละจุดเก็บขน ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด เวลาที่ใช้ในสถานที่กำจัด ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ นำมาจำลองระบบ เมื่อได้ระบบจำลองที่เหมือนกับระบบจริงแล้วก็ทดลองจัดเส้นทางการเดินรถใหม่ โดยใช้หลักฮิวริสติก (Heuristic) ช่วยในการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบและจัดเส้นทาง ผลการศึกษาระบบเก็บขนขยะมูลฝอยในช่วงเวลากลางคืนของเทศบาลนครภูเก็ต พบว่า ระบบที่ปรับปรุงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ โดยลดจำนวนเที่ยวในการเก็บขนขยะมูลฝอยลงรวม 2 เที่ยว/วัน และสามารถลดระยะทางและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานลงได้เฉลี่ยร้อยละ 7.42 และ 7.10 ตามลำดับ

Thesis	Simulation of Solid Waste Collection System of Phuket Municipality
Student	Miss Mantira Niraso
Student ID	46064201
Degree	Master of Science
Program	Applied Statistics
Year	2008
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Somsri Banditvilai

ABSTRACT

This research is conducted in order to simulate of night shift solid waste collection system of Phuket Municipality. Then, apply the new assignment zone and new routing. Therefore, the waste management of Phuket Municipality can apply the results to improve and plan the Phuket solid waste collection system more efficiently.

The data is collected from solid waste collection system of Phuket Municipality such as zone, routing, distance and time of truck from station to first collection point, types and quantity of solid waste for each types, time of can to truck, distance and time of truck from house to house, distance and time of truck to disposal point, time of transfer, distance and time of truck from disposal point to station. The simulate system is built and validated. Then, employ the heuristic approach to apply new assignment zone and routing. The results from the study of night shift solid waste collection system of Phuket Municipality showed that the new system work effectively and can decrease total trips of solid waste collection by 2 trips per day and the average distance and time of solid waste collection system are decreased by 7.42 percent and 7.10 percent respectively.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีเนื่องจากได้รับการอนุเคราะห์จากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล ที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่ง ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.จุฑาธิป ตัณสถิตย์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.หัทยา เชี่ยววัฒกี และ ผศ.ดร.รุจิเรข บุศราวงศ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณเทศบาลนครภูเก็ต ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและคำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ดร.กิตติพงศ์ บุญโล่ง เพื่อนที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการจำลองระบบตลอดจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้ตลอดมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่น้อง ของข้าพเจ้าที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่องด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

มันทิรา นิระโส

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..II

กิตติกรรมประกาศ..III

สารบัญ..IV

สารบัญตาราง..VI

สารบัญรูป..VIII

บทที่ 1 บทนำ..1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา..3

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา..3

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา..4

1.6 ประโยชน์ของการศึกษา..5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..6

2.1 ระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย (Solid Waste Collection System)..6

2.1.1 การจัดการขยะมูลฝอย..6

2.1.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมและขนส่งขยะมูลฝอย..6

2.1.3 องค์ประกอบที่สำคัญในการเก็บขนขยะมูลฝอย..8

2.1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย..11

2.2 การจำลองแบบปัญหา (Simulation)..16

2.2.1 ระบบงานและแบบจำลอง (System and Model)..17

2.2.2 ขั้นตอนในการจำลองแบบปัญหา..18

2.2.3 ข้อดีของการใช้การจำลองแบบปัญหา..20

2.2.4 ตัวแปรสุ่ม (Random Variable)..20

2.2.5 การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม..20

2.2.6 เลขสุ่ม (Random Number)..22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.7 การสร้างตัวแปรสุ่ม (Generating Random Variates)........22

2.3 การวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของข้อมูล........25

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง........25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย........29

3.1 การศึกษาระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต........29

3.2 การศึกษาการปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอย........29

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย........32

3.4 การวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล........34

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล........37

4.1 ระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ตในปัจจุบัน........37

4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต........39

4.3 การตรวจสอบความเหมือนจริงของระบบจำลอง (Validation)........42

4.4 นโยบายการปรับปรุงระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต
และผลการทดลองตามนโยบายที่กำหนด........44

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ........49

5.1 สรุปผลการวิจัย........49

5.2 ข้อเสนอแนะ........51

บรรณานุกรม........52

ภาคผนวก........54

ภาคผนวก ก สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครภูเก็ต........55

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล........60

ภาคผนวก ค รายละเอียดเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย........87

ภาคผนวก ง โปรแกรมที่ใช้ในการจำลองระบบ........118

ประวัติผู้เขียน........134

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 จำนวนรถบรรทุกขยะประเภทอัดท้ายของเทศบาลนครภูเก็ตปริมาตรความจุ และจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานแต่ละวัน.......................................37

4.2 จำนวนจุดเก็บขนขยะมูลฝอยและปริมาตรรวมของภาชนะที่รอบรับขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนในความรับผิดชอบของรถเก็บขนขยะมูลฝอย จำแนกตามรหัสรถ....................38

4.3 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถ ไปยังจุดเก็บขนแรก.......................................40

4.4 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปริมาตรขยะมูลฝอยและเวลาที่ใช้ในการเก็บขน แยกตามประเภทของจุดเก็บขน.......................................40

4.5 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถในการบรรทุก แยกตามประเภทของจุดเก็บขน.......................................41

4.6 ระยะทางที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (กิโลเมตร) ของระบบจริงและระบบจำลอง....................43

4.7 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (ชั่วโมง) ของระบบจริงและระบบจำลอง....................43

4.8 ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (ชั่วโมง) ของระบบจริง และระบบจำลอง.......................................44

4.9 การเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวและระยะทางที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (กิโลเมตร) ของระบบเดิมก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 1....................45

4.10 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง) ของระบบเดิม ก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 1....................45

4.11 การเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวและระยะทางที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (กิโลเมตร) ของระบบเดิมก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 2....................46

4.12 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง) ของระบบเดิม ก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 2....................47

4.13 การเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวและระยะทางที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (กิโลเมตร) ของระบบเดิมก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 3....................48

4.14 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง) ของระบบเดิม ก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 3....................48

ค.1 รายละเอียดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยในปัจจุบัน....................114

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค.2 รายละเอียดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1............................117
ค.3 รายละเอียดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2............................118
ค.4 รายละเอียดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3............................119

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ลำดับของการให้บริการในการเก็บขนขยะมูลฝอยชุมชน.....8
2.2 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทธรรมดาเปิดข้าง.....9
2.3 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทมีเครื่องอัดขยะมูลฝอย.....10
2.4 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทบรรทุกคอนเทนเนอร์.....10
2.5 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทบรรทุกเทท้าย.....11
2.6 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทกระบะเล็ก.....11
2.7 การปรับเส้นทางภายในพื้นที่ เพื่อสะดวกแก่การเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย.....14
2.8 แสดงเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยซึ่งมีการเดินรถทางเดียว (ตรงกลาง) การเก็บขนจะเก็บจากด้านซ้ายของถนนเพียงด้านเดียว ยกเว้นในช่วงที่รถเดินทางเดียวเก็บทั้งสองด้าน แต่ถ้าไม่สะดวกที่เก็บสองข้างพร้อมกัน ก็เก็บทีละด้าน โดยต้องวิ่งรถกลับไปเก็บอีกด้านหนึ่งอีกที.....15
2.9 เส้นทางการเก็บขนใน 4 บล็อก โดยเก็บจากด้านซ้ายของถนนเพียงด้านเดียวโดยตลอด ไม่มีการเลี้ยวขวาเลยยกเว้นตอนออกจากสำนักงาน.....16
2.10 การจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย โดยเก็บทั้งสองด้านของถนน มีการเลี้ยวขวา 9 ครั้ง และมีการทับเส้นทางเดิมโดยไม่มีการเก็บขนขยะ 8 ครั้ง.....17
3.1 ขั้นตอนของระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย.....35
3.2 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยของปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ.....36
ก.1 ปริมาตรขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ตประจำปีงบประมาณ 2541-2547.....59
ข.1 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรกของรถ ทบ. 70.....61
ข.2 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรกของรถ ทบ. 71.....61
ข.3 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรกของรถ ทบ. 96.....62
ข.4 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรกของรถ ทบ. 98.....62
ข.5 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรกของรถ ทบ. 99.....63

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ข.6 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 100....63

ข.7 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 101....64

ข.8 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 102....64

ข.9 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 153....65

ข.10 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 160....65

ข.11 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 70....66

ข.12 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 71....66

ข.13 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 96....67

ข.14 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 98....67

ข.15 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 99....68

ข.16 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 100....68

ข.17 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ.101....69

ข.18 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 102....69

ข.19 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรก ของรถ ทบ. 153....70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ข.20 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนแรกของรถ ทบ. 160......70

ข.21 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทอาคารพาณิชย์..........71

ข.22 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทร้านอาหาร...............71

ข.23 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทโรงแรม...................72

ข.24 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทตลาดสด..................72

ข.25 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทสถานที่ราชการ........73

ข.26 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ......73

ข.27 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทศาสนสถาน.............74

ข.28 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทสถานศึกษา..............74

ข.29 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทโรงพยาบาล.............75

ข.30 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทบ้านพักอาศัย...........75

ข.31 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทริมถนน/สวนสาธารณะ......76

ข.32 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทอาคารพาณิชย์.....76

ข.33 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทร้านอาหาร...........77

ข.34 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอยณ จุดเก็บขนประเภทโรงแรม................77

ข.35 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทตลาดสด.............78

ข.36 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทสถานที่ราชการ......78

ข.37 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ......79

ข.38 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทศาสนสถาน.........79

ข.39 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทสถานศึกษา.........80

ข.40 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทโรงพยาบาล........80

ข.41 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทบ้านพักอาศัย.......81

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ข.42 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภท ริมถนน/สวนสาธารณะ....81
ข.43 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน....82
ข.44 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน....82
ข.45 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถที่มีความจุ 8,000 ลิตร....83
ข.46 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถที่มีความจุ 10,000 ลิตร....83
ข.47 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถที่มีความจุ 11,000 ลิตร....84
ข.48 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด....84
ข.49 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด....85
ข.50 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในสถานที่กำจัด....85
ข.51 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ....86
ค.1 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.70 ในปัจจุบัน....91
ค.2 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.71 ในปัจจุบัน....92
ค.3 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.96 ในปัจจุบัน....93
ค.4 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.98 ในปัจจุบัน....94
ค.5 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.99 ในปัจจุบัน....95
ค.6 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.100 ในปัจจุบัน....96
ค.7 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.101 ในปัจจุบัน....97
ค.8 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.102 ในปัจจุบัน....98
ค.9 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.153 ในปัจจุบัน....99
4.10 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.160 ในปัจจุบัน....100
ค.11 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.96 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1....102
ค.12 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.99 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1....103
ค.13 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.101 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1....104
ค14 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.102 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1....105

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.15 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.99 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2............107
ค.16 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.101 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2..........108
ค.17 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.102 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2..........109
ค.18 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.160 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2..........110
ค.19 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.96 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3............112
ค.20 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.98 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3............113
ค.21 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.100 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3..........114
ค.22 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.101 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3..........115
ค.23 พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.153 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3..........116

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเพิ่มขึ้นของประชากร และการพัฒนาประเทศในระยะที่ผ่านมาได้ก่อให้เกิดการขยายตัวของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและชุมชนเมือง เช่น อุตสาหกรรมส่งออก การท่องเที่ยว การคมนาคมขนส่ง การค้าและการบริการ เป็นต้น การขยายตัวที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้ ได้ก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศและเสียง ปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยและสารอันตราย เป็นต้น

ปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยเป็นปัญหาสำคัญของหลาย ๆ ท้องถิ่นเกือบทั่วประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองใหญ่และเมืองท่องเที่ยว ที่มีการพัฒนาและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ในขณะที่การให้บริการเก็บขนและการกำจัดขยะมูลฝอยยังไม่มีประสิทธิภาพ และไม่สามารถดำเนินการได้อย่างทั่วถึง ทำให้มีปัญหาขยะมูลฝอยตกค้างในบางพื้นที่ เนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณ บุคลากร และการจัดหาสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ทำได้ยากเนื่องจากมีการต่อต้านของประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเกรงว่าจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เช่น ปัญหาการส่งกลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนในบริเวณใกล้เคียง เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันและสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรคมาสู่คน ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัย และสูญเสียทัศนียภาพทางธรรมชาติที่สวยงาม ซึ่งเอื้ออำนวยผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจต่อสถานที่ท่องเที่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองท่องเที่ยวหลัก เช่น กรุงเทพมหานคร ชลบุรี เชียงใหม่ ภูเก็ต เป็นต้น

จังหวัดภูเก็ต เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงในระดับนานาชาติ มีสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์และทิวทัศน์ทางธรรมชาติที่สวยงาม ทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวทั้งในประเทศและต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี ส่งผลให้เกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วของสถานประกอบการต่าง ๆ เช่น โรงแรม ภัตตาคาร ร้านอาหาร สถานพยาบาล เป็นต้น ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและเกิดขยะมูลฝอยในปริมาณที่มาก โดยเฉพาะในเทศบาลนครภูเก็ต จากการวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการจัดทำแผนยุทธศาสตร์พัฒนาสามปี (พ.ศ. 2548-2550) ของเทศบาลนครภูเก็ต พบว่า มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี เกินความสามารถในการจัดการขยะมูลฝอย ทำให้มีปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างตามตรอกซอยในชุมชน เนื่องจากการขาดแคลนรถเก็บขนขยะมูลฝอย และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน

ในการจัดการขยะมูลฝอย มีขั้นตอนตั้งแต่ การเก็บรวบรวม การขนส่ง การแปรสภาพและการกำจัดหรือทำลาย โดยขั้นตอนที่ถือว่ามีความสำคัญมากคือ การเก็บรวบรวมและการขนส่ง

ขยะมูลฝอย เป็นขั้นตอนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเก็บและกำจัดขยะออกจากชุมชน และต้องเสียค่าใช้จ่ายประมาณร้อยละ 80 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์. 2531 : 80) ถ้าการจัดการในส่วนนี้ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้ชุมชนนั้นไม่มีขยะมูลฝอยตกค้าง ส่งผลให้เกิดความสะอาด มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย และเป็นผลดีต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชน

ดังนั้นการวางแผนการเก็บขนขยะมูลฝอย จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อให้ได้ระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย ต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่หลายปัจจัย เช่น งบประมาณที่ได้รับ จำนวนรถเก็บขนขยะมูลฝอย สภาพการจราจรที่ติดขัด สภาพของถนน เส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอย ปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มมากขึ้น ความร่วมมือของชุมชน เป็นต้น การวางแผนในการแก้ไขปัญหาจึงไม่มีแบบแผนตายตัวสำหรับสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง หรือท้องถิ่นใดท้องถิ่นหนึ่ง จะต้องกระทำด้วยความรอบคอบและสอดคล้องกับสภาพการณ์ปัจจุบัน ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะออกแบบระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาขยะมูลฝอยที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

จากปัญหาและความสำคัญของระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการขยะมูลฝอยของท้องถิ่น ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อนยุ่งยาก ข้อมูลที่ใช้ต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ เช่น ปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการจำลองแบบปัญหาจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการออกแบบระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย เพื่อให้สามารถกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอย เส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยและจัดสรรจำนวนรถเก็บขนขยะมูลฝอย ให้เกิดความเหมาะสมและเพียงพอต่อการใช้งาน สามารถเก็บขนขยะมูลฝอยได้ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากการจำลองแบบปัญหาเป็นการจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจในการดำเนินงานได้ จากการทดลองแบ่งพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน การปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถ และจัดรถเก็บขนขยะมูลฝอยให้เหมาะสมและเพียงพอ เมื่อปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มมากขึ้น โดยพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นได้โดยไม่จำเป็นต้องทดลองหรือปรับปรุงกับระบบจริงซึ่งอาจจะต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยในช่วงเวลากลางคืนของเทศบาลนครภูเก็ตในปัจจุบัน

1.2.2 เพื่อเสนอแนวทางการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันให้เหมาะสม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 พื้นที่ศึกษา

เทศบาลนครภูเก็ต มีพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนขยะมูลฝอยประมาณ 14 ตารางกิโลเมตร การศึกษานี้ครอบคลุมพื้นที่การเก็บขน และเส้นทางการเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอยกลางคืนในความรับผิดชอบของเทศบาลนครภูเก็ต ไม่รวมถึงการเก็บขนขยะมูลฝอยกลางวันและเอกชนดำเนินการเอง เนื่องจากปริมาณขยะมูลฝอยที่รถเก็บขนขยะมูลฝอยกลางคืนเก็บขนได้ในแต่ละวัน มีประมาณร้อยละ 60 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ทั้งหมดในเขตเทศบาล

1.3.2 การศึกษาระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย

ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากงานรักษาความสะอาดของเทศบาลนครภูเก็ต ประกอบด้วยประเภท จำนวน และขนาดความจุของรถเก็บขนขยะมูลฝอยกลางคืน พื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน จำนวนและที่ตั้งจุดเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละจุด เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ระยะทางระหว่างจุดเก็บขน ปริมาณขยะมูลฝอย และจำนวนเที่ยวในการเก็บขนขยะ เนื่องจากเป็นการเก็บขนในตอนกลางคืน การจราจรไม่ติดขัด ปัจจัยด้านการจราจรจึงไม่มีผลต่อการเก็บขน

1.3.3 การปรับปรุงระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย

แนวทางในการปรับปรุงระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย จะทำการปรับปรุงระบบเพื่อให้จำนวนเที่ยว ระยะทางและเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงานของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันลดลง และรถแต่ละคันมีระยะเวลาในการปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกัน โดยไม่พิจารณาถึงการเพิ่มหรือลดจำนวนพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอย

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา

1.4.1 ศึกษาระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ศึกษาการปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอย โดยใช้แบบสำรวจเวลาและการปฏิบัติงานจัดเก็บขยะมูลฝอยแต่ละจุด บันทึกรายละเอียดการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถแต่ละคัน ตั้งแต่เริ่มออกจากสถานีจอดรถจนกระทั่งปฏิบัติงานแล้วเสร็จ

1.4.3 วิเคราะห์รูปแบบการแจกแจง โดยนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบและวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจง โดยจะนำรูปแบบการแจกแจงที่ได้ไปใช้ในการจำลองระบบต่อไป

1.4.4 ทำการจำลองระบบ

1.4.5 ทดสอบความถูกต้องของระบบจำลองและแก้ไขระบบ

1.4.6 ตรวจสอบความเป็นจริงของระบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากระบบจำลองกับข้อมูลในอดีตของระบบงานจริง

1.4.7 กำหนดนโยบายในการปรับปรุงระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย เพื่อให้จำนวนเที่ยว ระยะทางและเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงานของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันลดลง และรถแต่ละคันมีระยะเวลาในการปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกัน

1.4.8 ทดลองกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอย และเส้นทางการเดินรถแต่ละคันกับระบบจำลอง

1.4.9 เปรียบเทียบผลของการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขน และเส้นทางเดินรถกับระบบเดิมก่อนปรับปรุง

1.4.10 การตัดสินใจเลือกนโยบาย จะพิจารณาจากนโยบายที่มีจำนวนเที่ยว ระยะทางและเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงานของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันน้อยที่สุด

1.4.11 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

1.5.1 ขยะมูลฝอย หมายถึง สิ่งของที่ไม่ต้องการใช้อยู่ในรูปของแข็ง ประกอบด้วยสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ซึ่งอาจมีน้ำหรือความชื้นปะปนมาด้วย อาทิ เศษกระดาษ เศษอาหาร เศษผ้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดซึ่งเก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ บ้านเรือน และเคหะสถานต่าง ๆ (จินต์ อโณทัย และพวงรัตน์ ขจิตวิชยากูล, 2542 : V-3)

1.5.2 การศึกษาการปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอย หมายถึง การศึกษารายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ในระหว่างการปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอย ระยะทาง และเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม รวมทั้งปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้ ของแต่ละเขตการรับผิดชอบในการเก็บขนในการปฏิบัติงานในแต่ละเที่ยว (ฤทธิรงค์ จังโกฎิ, 2541 : 5)

1.5.3 ระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต หมายถึง กระบวนการปฏิบัติงานในเวลากลางคืน ของพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ตในการนำรถเก็บขนขยะ

มูลฝอยไปยังจุดเก็บขน ทำการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากจุดเก็บหนึ่งไปยังจุดเก็บอีกจุดหนึ่ง เมื่อปริมาณขยะมูลฝอยเต็มความสามารถในการบรรทุกหรือครบตามที่กำหนดเรียบร้อยแล้ว นำรถเก็บขนขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด เทขยะ และนำรถเก็บขนขยะมูลฝอยเข้าจอดที่สถานที่จอดรถ

1.5.4 รถเก็บขนขยะมูลฝอย หมายถึง รถบรรทุกที่มีหน้าที่ในการปฏิบัติการจัดเก็บขยะมูลฝอยโดยเฉพาะ มีขนาดประเภทตามที่ได้รับการออกแบบมา (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2541 : 31)

1.5.5 พนักงานเก็บขนขยะมูลฝอย หมายถึง พนักงานทั้งหมดที่ทำหน้าที่ในการเก็บขนขยะมูลฝอย โดยประจำอยู่กับรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์, 2531 : 84)

1.5.6 จำนวนเที่ยวของการเก็บขนขยะมูลฝอย หมายถึง การที่รถเก็บขนขยะมูลฝอยออกไปทำหน้าที่เก็บขนขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่ เมื่อเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยได้เต็มความสามารถในการบรรทุกของรถ แล้วนำไปทิ้งยังสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งจะคิดเป็น 1 เที่ยวของการเก็บขน (พัชรี หอวิจิตร, 2536 : 101)

1.5.7 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ต่อเที่ยว หมายถึง ปริมาตรของขยะมูลฝอยที่รถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันเก็บขนได้เต็มความสามารถในการบรรทุก ในการปฏิบัติงาน 1 เที่ยว (พัชรี หอวิจิตร, 2536 : 101)

1.5.8 เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย หมายถึง ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยระหว่างจุดเก็บขนตั้งแต่จุดแรกถึงจุดสุดท้ายของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน ในการปฏิบัติงาน 1 เที่ยว (พัชรี หอวิจิตร, 2536 : 101)

1.5.9 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน หมายถึง ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมดของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันต่อวัน ตั้งแต่เริ่มปฏิบัติงานจนสิ้นสุดในการปฏิบัติงาน ในแต่ละวัน (พัชรี หอวิจิตร, 2536 : 101)

1.5.10 ประสิทธิภาพ หมายถึง กระบวนการพิจารณาวางแผนจัดเก็บขยะมูลฝอยแต่ละองค์ประกอบให้เหมาะสมและบรรลุเป้าหมาย กล่าวคือ มีพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการจัดเก็บขยะมูลฝอย อัตรากำลังพนักงานจัดเก็บขยะมูลฝอย ภาชนะรองรับขยะมูลฝอย รถจัดเก็บขยะมูลฝอย

วิธีการจัดเก็บและขนถ่ายขยะมูลฝอยที่ได้มาตรฐาน และมีปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างน้อยกว่าร้อยละ 10 (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์, 2531 : 87)

1.6 ประโยชน์ของการศึกษา

1.6.1 เป็นแนวทางในการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันและเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ตที่มีประสิทธิภาพ สามารถเก็บขนขยะมูลฝอยได้ทั้งหมด สามารถกระจายการเก็บขนขยะมูลฝอยในพื้นที่ต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึง โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอยตกค้าง

1.6.2 เป็นแนวทางในการวางแผนการปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอยสำหรับพื้นที่อื่น ๆ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย (Solid Waste Collection System)

2.1.1 การจัดการขยะมูลฝอย เป็นการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอย เริ่มตั้งแต่การทิ้งขยะมูลฝอยจนกระทั่งถึงการกำจัดหรือทำลายขยะมูลฝอย ปรีดา แย้มเจริญวงศ์ (2531 : 65) ได้กำหนดขั้นตอนหลักในการจัดการขยะมูลฝอย ดังนี้

2.1.1.1 การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย (Storage and Collection) เป็นขั้นตอนเก็บขยะมูลฝอยจากบ้านเรือนประชาชน ตลาด สถานที่ราชการ ฯลฯ ทั้งที่เก็บโดยตรงที่หน้าบ้าน หรือจุดวางภาชนะรองรับขยะมูลฝอยรวม นับตั้งแต่การเก็บขยะมูลฝอยใส่ไว้ในภาชนะเพื่อรอรถมาเก็บจนกระทั่งเทขยะมูลฝอยลงในรถ แล้วนำภาชนะนั้นกลับไปไว้ที่เดิม

2.1.1.2 การขนส่งขยะมูลฝอย (Transportation) เป็นขั้นตอนในการนำขยะมูลฝอยที่ได้จากการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากจุดเก็บหนึ่ง ไปยังอีกจุดหนึ่ง รวมทั้งการขนส่งขยะมูลฝอยที่รวบรวมได้ทั้งหมดไปยังสถานที่ขนถ่ายหรือทำประโยชน์อย่างอื่น และจากสถานีขนถ่ายไปยังสถานที่กำจัด หรือจากจุดเก็บขยะมูลฝอยจุดสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัดโดยตรง

2.1.1.3 การแปรสภาพ (Processing) เป็นวิธีการที่ทำให้ขยะมูลฝอยมีสภาพที่ง่ายในการเก็บขนหรือการกำจัดต่อไป โดยการทำให้มีขนาดเล็กลง โดยการบด อัด ตัด หรือตี เป็นต้น หรือทำการคัดแยกมูลฝอยชนิดต่าง ๆ เพื่อการนำกลับไปใช้ประโยชน์ หรือแปรรูปขยะที่ได้ให้เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ เช่น การหมักทำปุ๋ย (Composting) พลังงานความร้อน เป็นต้น

2.1.1.4 การกำจัดหรือทำลาย (Disposal) ขยะมูลฝอยที่ผ่านขั้นตอนการคัดแยกและแปรสภาพ จะทำการกำจัดหรือทำลายโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเผาในเตาเผา (Incineration) การฝังกลบ (Sanitary Landfill) เป็นต้น

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเก็บรวบรวมและการขนส่งขยะมูลฝอย ดังนั้นจะไม่กล่าวถึงขั้นตอนการแปรสภาพและการกำจัดหรือทำลาย

2.1.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมและขนส่งขยะมูลฝอย Aarne, P. et.al. (1981 : 44-57) ได้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.1 ดังนี้

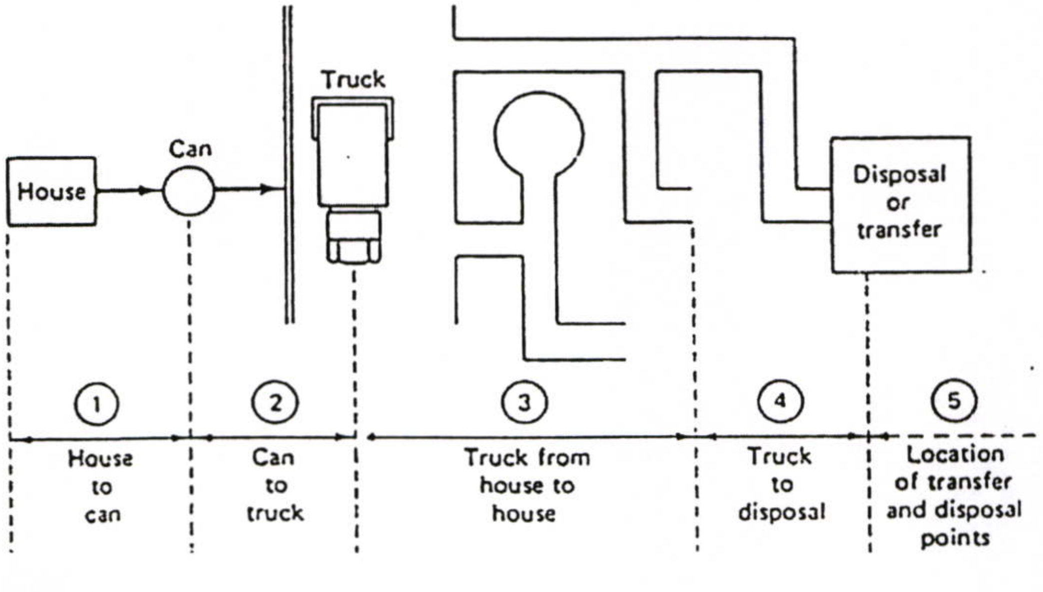
2.1.2.1 การทิ้งขยะมูลฝอยลงถังพัก (House to Can) เป็นการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยของครัวเรือน ที่พักอาศัย หรือสถานที่ทำการต่าง ๆ ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก โดยการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยทั้งหมดมารวมไว้ในถังหรือภาชนะรองรับขยะมูลฝอย

2.1.2.2 การขนถ่ายขยะมูลฝอยจากถังสู่รถเก็บขนขยะมูลฝอย (Can to Truck) เป็นการเคลื่อนย้ายขยะมูลฝอยไปที่รถเก็บขนขยะมูลฝอย โดยเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะมูลฝอยหรือเจ้าของบ้านนำมาเอง

2.1.2.3 การรวบรวมขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดแต่ละแหล่ง (Truck from House to House) เป็นการเก็บขนขยะมูลฝอยโดยรถเก็บขนขยะมูลฝอยจากบ้านหนึ่งไปอีกบ้านหนึ่ง ในการเก็บขนขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ ขึ้นอยู่กับการเลือกเส้นทางในการเก็บขนให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ให้บริการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายมากที่สุด ซึ่งพื้นที่รถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันให้บริการเรียกว่า “Zone” และเส้นทางที่รถเก็บขนขยะมูลฝอยวิ่งเก็บในแต่ละจุดเก็บ เรียกว่า “Microrouting”

2.1.2.4 การขนส่งขยะมูลฝอยสู่สถานีขนถ่ายหรือแหล่งกำจัด (Truck to Transfer or Disposal Points) เป็นช่วงที่รถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้เก็บขนขยะมูลฝอยตามจุดเก็บขยะมูลฝอยที่กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว ทำการเคลื่อนย้ายขยะมูลฝอยที่ได้เก็บขนแล้วไปยังสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เส้นทางที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายจากจุดเก็บขนจุดสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด เรียกว่า “Macrorouting” หรือ “Districling” เส้นทางที่เลือกในนี้ควรเป็นเส้นทางที่มีระยะไม่ไกลนัก โดยจุดเก็บจุดสุดท้ายควรอยู่ใกล้กับสถานที่กำจัด และไม่มีปัญหาด้านการจราจร

2.1.2.5 การกำหนดที่ตั้งของสถานขนถ่ายและสถานที่กำจัด (Location of Transfer and Disposal Points) ในกรณีที่สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยมีมากกว่า 1 แห่ง ควรจะตั้งสถานีขนถ่ายที่อยู่ ณ ตำแหน่งที่สามารถเลือกเส้นทางในการขนถ่ายจากสถานีขนถ่ายไปยังจุดที่ตั้งของสถานีกำจัดขยะมูลฝอยทั้งสองแห่ง และในจุดที่ตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยก็ควรเป็นจุดที่ Zone ต่าง ๆ สามารถเดินทางไปทิ้งขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดด้วย



รูปที่ 2.1 ลำดับของการให้บริการในการเก็บขนขยะมูลฝอยชุมชน

2.1.3 องค์ประกอบที่สำคัญในการเก็บขนขยะมูลฝอย

2.1.3.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์รองรับขยะมูลฝอย มีหลายรูปแบบ อาจเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม ซึ่งภาชนะหรืออุปกรณ์นั้นจะต้องทำด้วยวัสดุที่ป้องกันการรั่วซึมของของเหลวที่อาจอยู่ในขยะมูลฝอย ไม่เป็นสนิม มีความมิดชิดในการเก็บกักเพื่อไม่ให้เกิดความไม่น่าดูและเกิดเป็นที่อยู่อาศัยของพวกแมลงและสัตว์นำโรคเข้าไปอยู่อาศัย เคลื่อนย้ายได้สะดวกเมื่อต้องการขนถ่าย ภาชนะหรืออุปกรณ์ที่นิยมใช้ ได้แก่ ถังโลหะหรือถังพลาสติกขนาดความจุประมาณ 60-200 ลิตร ถุงพลาสติกหรือถุงกระดาษขนาดความจุประมาณ 10-150 ลิตร ถังเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยขนาดใหญ่หรือถังคอนเทนเนอร์ อาจมีขนาดความจุตั้งแต่ประมาณ 10-40 ลูกบาศก์เมตร

2.1.3.2 รถเก็บขนขยะมูลฝอย การกำหนดประเภทของรถเก็บขนขยะมูลฝอยเป็นสิ่งที่สำคัญ เนื่องจากเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย กล่าวคือจะมีผลต่อปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บได้ รวมทั้งจำนวนประชากรและบ้านเรือนที่ได้รับบริการตลอดจนเวลา และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำเนินงาน ดังนั้นประเภทของรถเก็บขนขยะมูลฝอยจึงต้องมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพท้องถิ่น สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2541 : 31) ได้แบ่งประเภทของรถเก็บขนขยะมูลฝอยออกเป็น 5 ประเภทซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

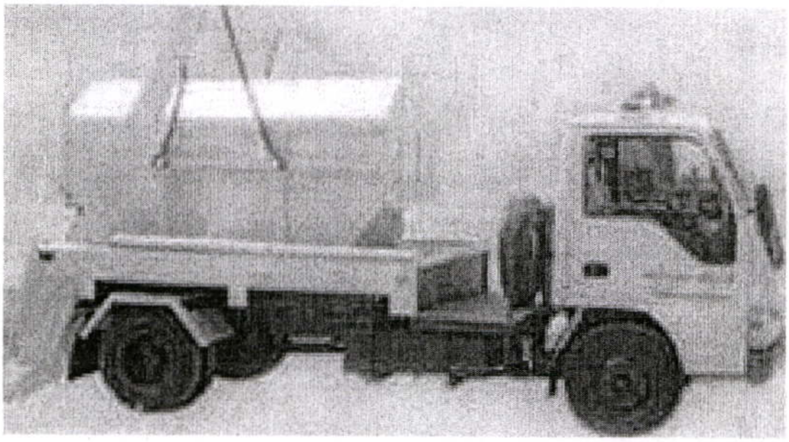
1) รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทธรรมดาเปิดข้าง (Non-compaction Side Loading Truck) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งมีตัวถังสำหรับบรรทุกขยะมูลฝอยที่ไม่มีเครื่องจักรกลใด ๆ ช่วยในการอัดขยะมูลฝอยให้แน่นและด้านข้างตัวถังมีช่องสำหรับเปิด-ปิด เมื่อต้องการนำขยะมูลฝอยเทลงในตัวถังรถ และเมื่อนำขยะมูลฝอยไปกำจัด ก็สามารถเทขยะมูลฝอยจากด้านท้ายของตัวถังรถ (รูปที่ 2.2) โดยทั่วไปขนาดความจุตัวถังที่นิยมใช้ มีตั้งแต่ 7.5-12 ลูกบาศก์เมตร

รูปที่ 2.2 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทธรรมดาเปิดข้าง

2) รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทมีเครื่องอัดขยะมูลฝอย (Compaction Truck) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งมีตัวถังสำหรับบรรทุกขยะมูลฝอยที่มีเครื่องอัดขยะมูลฝอยช่วยอัดให้ขยะมูลฝอยมีความหนาแน่นมากขึ้นกว่าปกติ ทำให้สามารถบรรจุขยะมูลฝอยได้มากขึ้น การเทขยะมูลฝอยเข้าตัวถังมีทั้งที่เทเข้าทางด้านบน หรือด้านข้าง หรือด้านท้ายของตัวถัง โดยอาจติดอุปกรณ์ช่วยในการยกเทภาชนะรองรับขยะมูลฝอยด้วยก็ได้ สำหรับแบบที่มีใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นแบบยกเทเข้าด้านท้าย โดยมีเครื่องอัดติดตั้งอยู่ด้านท้ายรถ (รูปที่ 2.3) ขนาดความจุตัวถังที่นิยมใช้มีขนาดตั้งแต่ 5-12 ลูกบาศก์เมตร

รูปที่ 2.3 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทมีเครื่องอัดขยะมูลฝอย

3) รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทบรรทุกคอนเทนเนอร์ (Container Hauling Truck) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้สำหรับการยกเคลื่อนย้ายถังคอนเทนเนอร์บรรจุขยะมูลฝอยซึ่งนำไปตั้งรองรับขยะมูลฝอยตามจุดต่าง ๆ (รูปที่ 2.4)



รูปที่ 2.4 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทบรรทุกคอนเทนเนอร์

4) รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทบรรทุกเทท้าย (Dumping Truck) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีกระบะบรรทุกเปิดโล่ง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้สำหรับเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ เช่น กิ่งไม้ เศษวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น (รูปที่ 2.5)

รูปที่ 2.5 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทบรรทุกเทท้าย

5) รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทกระบะเล็ก (Pickup Truck) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่นำรถกระบะบรรทุกขนาดเล็ก หรือรถบรรทุกที่ใช้ในการเกษตร (รถอีแต๋น) มาปรับปรุงต่อเติมกระบะให้เป็นตัวถัง ประเภทธรรมดาเปิดข้าง เพื่อใช้บรรทุกขยะมูลฝอย นิยมใช้สำหรับเก็บขนขยะมูลฝอยในซอยแคบและระยะทางขนส่งไม่ไกล (รูปที่ 2.6)

รูปที่ 2.6 รถเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทกระบะเล็ก

2.1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย

การเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตชุมชนเมือง จะมีความแตกต่างกันไปตามสภาพของท้องถิ่น ระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยในท้องถิ่นหนึ่งไม่สามารถที่จะนำไปใช้กับอีกท้องถิ่นหนึ่งได้ทั้งหมด วัตถุประสงค์หนึ่งของการเก็บขนขยะมูลฝอย คือ การจัดระบบการเก็บขนที่มีระเบียบ ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการควบคุม ดังนั้นถ้าทำได้ดีมีประสิทธิภาพจะทำให้ชุมชนไม่มีขยะตกค้างส่งผลให้เกิดความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อย ปรีดา แย้มเจริญวงศ์ (2531 : 80-94) ได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานของระบบเก็บขนขยะมูลฝอย ดังต่อไปนี้

2.1.4.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับพื้นที่ ปริมาณขยะมูลฝอย และเส้นทางเก็บขน ข้อมูลส่วนนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบก่อนการดำเนินงาน ซึ่งได้แก่

1) พื้นที่รับผิดชอบ ได้แก่

- อาณาเขตและพื้นที่ของชุมชนนั้น ๆ ทั้งหมด และแต่ละส่วนมีความกว้าง ยาว และเนื้อที่เท่าใด
- ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละส่วนของพื้นที่นั้น ๆ
- ลักษณะของกิจกรรมของประชาชนในแต่ละส่วนของพื้นที่ เช่น เป็นย่านที่อยู่อาศัย ย่านการค้า หรือย่านอุตสาหกรรม เป็นต้น

2) ลักษณะและปริมาณของขยะมูลฝอย ได้แก่

- ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดที่จะต้องเก็บขน
- จำนวนจุดที่จะต้องเก็บขนในแต่ละพื้นที่ และแต่ละเส้นทาง

3) เส้นทางในการเก็บขน

- ความกว้าง ยาว ของถนนแต่ละเส้นทางที่ต้องไปเก็บขน
- ลักษณะการเดินรถในแต่ละเส้นทาง เช่น ช่วงใดของถนนที่เดินรถทางเดียว ห้ามเข้า ห้ามเลี้ยว เป็นต้น
- ความหนาแน่นของการจราจรในเวลาปกติ และในชั่วโมงเร่งด่วน

2.1.4.2 การกำหนดจุดเก็บขนขยะมูลฝอย เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวแล้วจึงนำมาประกอบการพิจารณากำหนดจุดที่จะต้องเก็บขนขยะมูลฝอยให้แน่นอน โดยกำหนดลงไปว่า ในช่วงใดของถนนที่จะให้ประชาชนนำถังรองรับขยะมูลฝอยมารอไว้ริมถนน ก่อนที่รถเก็บขนขยะมูลฝอยจะไปถึง และส่วนใดที่จะให้พนักงานเก็บขนไปนำถังมาเองจากหน้าบ้านหรือหลังบ้าน ถังรองรับขยะมูลฝอยจะเป็นแบบรวมหรือแบบแยก และมีความจุมากที่สุดเท่าใด ความถี่ห่างของการเก็บขนในแต่ละจุด แต่ละพื้นที่จะให้ถี่ห่างเพียงใด

2.1.4.3 การกำหนดวิธีการเก็บขนขยะมูลฝอย เมื่อได้กำหนดจุดเก็บขนที่แน่นอนแล้ว จะต้องกำหนดวิธีการเก็บขนในแต่ละจุดว่าจะใช้วิธีการอย่างไร สำหรับประเทศแถบเอเชียส่วนใหญ่ใช้วิธีการเก็บขนเป็น 4 แบบ คือ

1) เก็บจากถังรวม ท้องถิ่นจะจัดถังรองรับขยะมูลฝอยรวม ไว้ตามที่ต่าง ๆ ตามความเหมาะสม เช่น ในกรณีที่อาคารร้านค้าอยู่ใกล้ทางแยกไม่สามารถจอดรถเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยได้ จะต้องจัดถังรวมไว้ที่ใดที่หนึ่ง แล้วให้ประชาชนในบริเวณใกล้เคียงนำขยะมูลฝอยมาทิ้ง

2) เก็บจากกลุ่มของบ้านพักอาศัย โดยรถเก็บขนขยะมูลฝอยจะไปจอด ณ จุดใดจุดหนึ่งแล้วทำสัญญาณให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในย่านนั้นนำขยะมูลฝอยมาทิ้งที่รถ วิธีการนี้ทำให้ไม่ต้องมีถังรองรับไว้ตามริมถนน และสะดวกสำหรับพนักงานประจำรถด้วย

3) เก็บจากภาชนะที่ตั้งไว้ริมถนน โดยประชาชนนำเอาถังมาวางรอไว้ที่ริมถนนก่อนเวลารถเก็บขนไปถึง การเก็บขนวิธีนี้ทำให้มีประชาชนนำเอาถังมาตั้งทิ้งไว้ริมถนนตลอดเวลา ทำให้เกิดความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยของชุมชน

4) พนักงานประจำรถไปเก็บจากหลังบ้านของแต่ละบ้าน นำมาเทใส่รถแล้วนำถังนั้นกลับไปวางไว้ที่เดิม จากนั้นจึงไปเก็บบ้านอื่น ๆ ต่อ วิธีนี้ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก แต่ไม่มีปัญหาเรื่องถังรองรับขยะมูลฝอยสูญหาย และการตั้งเกะกะริมถนน

2.1.4.4 การกำหนดเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย

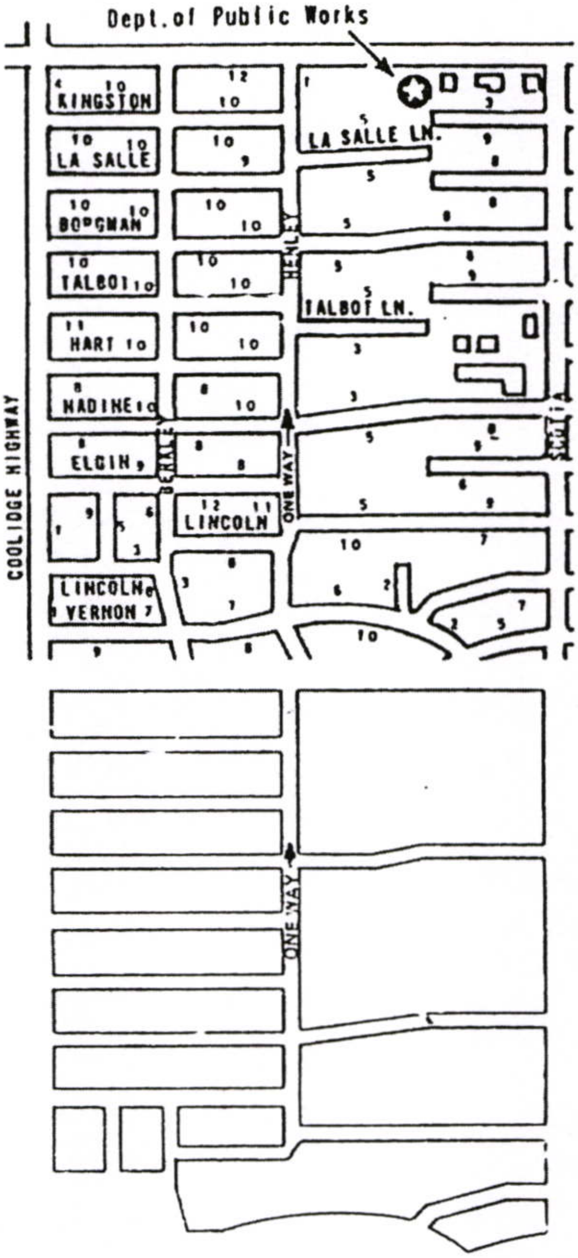
การกำหนดเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ถูกต้องเหมาะสม เป็นขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยทำให้การดำเนินงานของระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การกำหนดเส้นทางกระทำโดยการทดลองกำหนดเส้นทางหลาย ๆ เส้นทาง (Trial and Error) เลือกเส้นทางที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด แล้วปรับเส้นทางต่อไปเรื่อย ๆ จนไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้อีก โดยการกำหนดเส้นทางจะต้องพิจารณาตามหลักฮิวริสติก (Heuristic) ประกอบด้วย คือ

1) นโยบายและกฎข้อบังคับต่าง ๆ ในปัจจุบัน ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บขนขยะมูลฝอย เช่น จุดที่จะทำการเก็บขนขยะมูลฝอย ความถี่ในการเก็บขน กฎจราจร เป็นต้น

2) สภาพของระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น ประเภทของรถเก็บขนที่ใช้ สภาพปัจจุบันของรถเก็บขน จำนวนพนักงาน เป็นต้น

3) เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยไม่ควรแบ่งซอยให้มากเกินไป ถ้ามีเส้นทางย่อย ๆ มากเกินไป หรือไม่สะดวกแก่การเดินรถ เช่น เป็นตรอก ซอย ทางแคบ ทางตัน หรือมีประชาชนอาศัยอยู่จำนวนเล็กน้อย ก็ให้ปรับเส้นทางใหม่ ดังรูปที่ 2.7 รถแต่ละคันควรจะให้รับผิดชอบในการเก็บขนในพื้นที่หนึ่งพื้นที่ใดโดยเฉพาะ ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องเก็บขนในพื้นที่ส่วนอื่นก็ต้องจัดให้ส่วนที่มีพื้นที่อยู่ใกล้ชิดติดกัน ไม่ข้ามไปพื้นที่ส่วนอื่นที่อยู่ไกลออกไปและเส้นทางในการเดินรถไม่ทับกับเส้นทางของรถคันอื่นด้วย

4) เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถแต่ละคัน ควรให้มีกำหนดที่แน่นอนและให้ทัดเทียมกันทุกคัน หรือหากจะแตกต่างกันไปบ้างก็อย่าให้มากนัก



ก. เส้นทางในพื้นที่

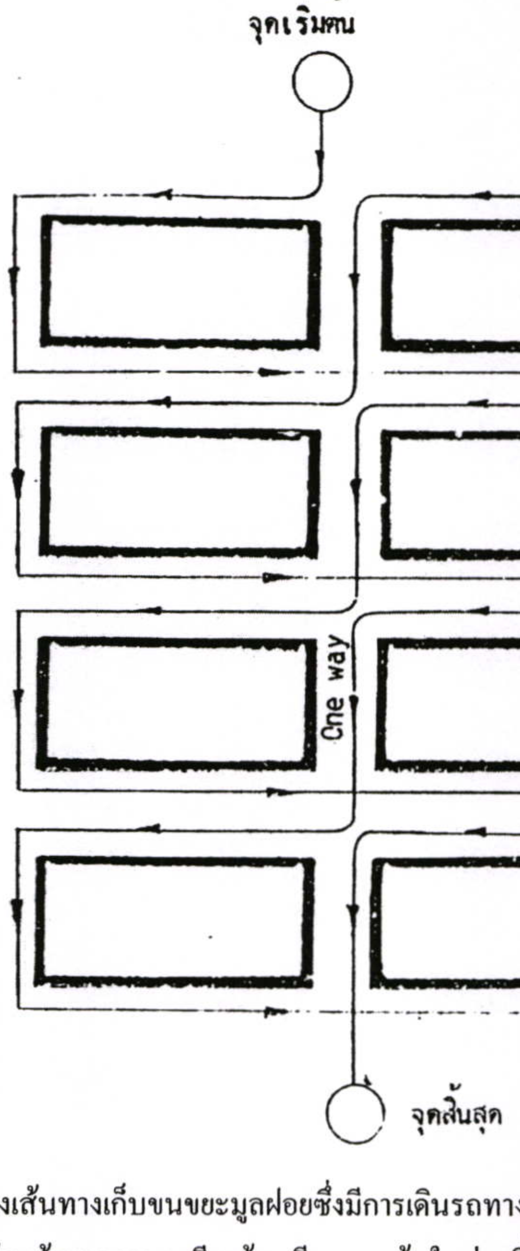
ข. เส้นทางที่ปรับแล้ว

รูปที่ 2.7 การปรับเส้นทางภายในพื้นที่ เพื่อสะดวกแก่การเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย
ก. เส้นทางในพื้นที่ ข. เส้นทางที่ได้ปรับเพื่อให้ง่ายแก่การเดินรถ

5) ในการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนแต่ละเที่ยว ควรให้จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายในการเก็บขนอยู่ใกล้ถนนสายหลัก โดยที่จุดเริ่มต้น ควรให้อยู่ใกล้สำนักงานหรือสถานที่จอดรถให้มากที่สุด และจุดสุดท้าย ควรอยู่ใกล้สถานที่กำจัดหรือสถานีขนถ่าย

6) หลีกเลี่ยงการเก็บขนขยะมูลฝอยสำหรับเส้นทางที่มีการจราจรคับคั่งในชั่วโมงเร่งด่วน เช่น ระหว่างเวลา 07.00-09.00 น. และ 15.00-19.00 น.

7) ในกรณีที่เป็นเส้นทางเดินรถทางเดียว (One Way) ควรเริ่มต้นเก็บขนขยะมูลฝอยจากหัวถนนซึ่งเป็นที่สูง ดังรูปที่ 2.8

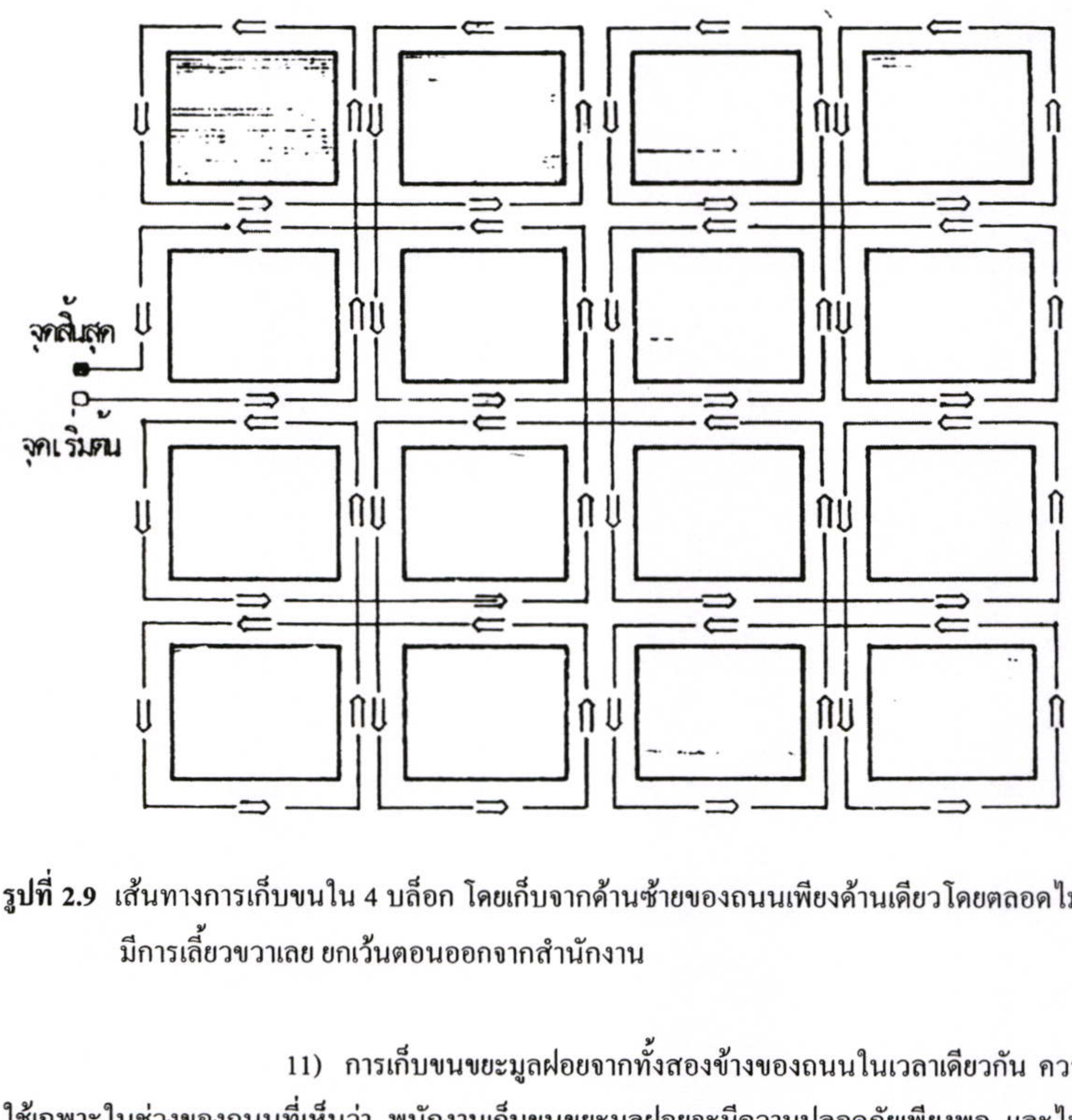


รูปที่ 2.8 แสดงเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยซึ่งมีการเดินรถทางเดียว (ตรงกลาง) การเก็บขนจะเก็บจากด้านซ้ายของถนนเพียงด้านเดียว ยกเว้นในช่วงที่รถเดินทางเดียวเก็บทั้งสองด้าน แต่ถ้าไม่สะดวกที่เก็บสองข้างพร้อมกัน ก็เก็บทีละด้าน โดยต้องวิ่งรถกลับไปเก็บอีกด้านหนึ่งอีกที

8) การเก็บขนขยะมูลฝอยในเส้นทางที่เป็นทางตัน จะต้องพิจารณาก่อนว่า จะเก็บขนโดยวิธีการอย่างไรจึงจะเหมาะสม เช่น อาจให้มีรถเข็นไปเก็บขนขยะออกมารอไว้ที่ทางรถผ่านจุดใดจุดหนึ่ง หรือนำมาใส่ภาชนะรวมไว้ หรือจะให้รถบรรทุกใหญ่เข้าไปเก็บขนถึงสุดถนนแล้วจึงเลี้ยวกลับออกมา วิธีใดจะสะดวกและประหยัดมากกว่าก็ให้ใช้วิธีนั้น

9) ถ้าพื้นที่ในส่วนที่เก็บขนขยะมูลฝอยนั้นเป็นเนินสูง ควรเก็บขนขยะมูลฝอยในขณะที่รถลงเนิน และเก็บทั้งสองข้างถนนไปในเวลาเดียวกัน

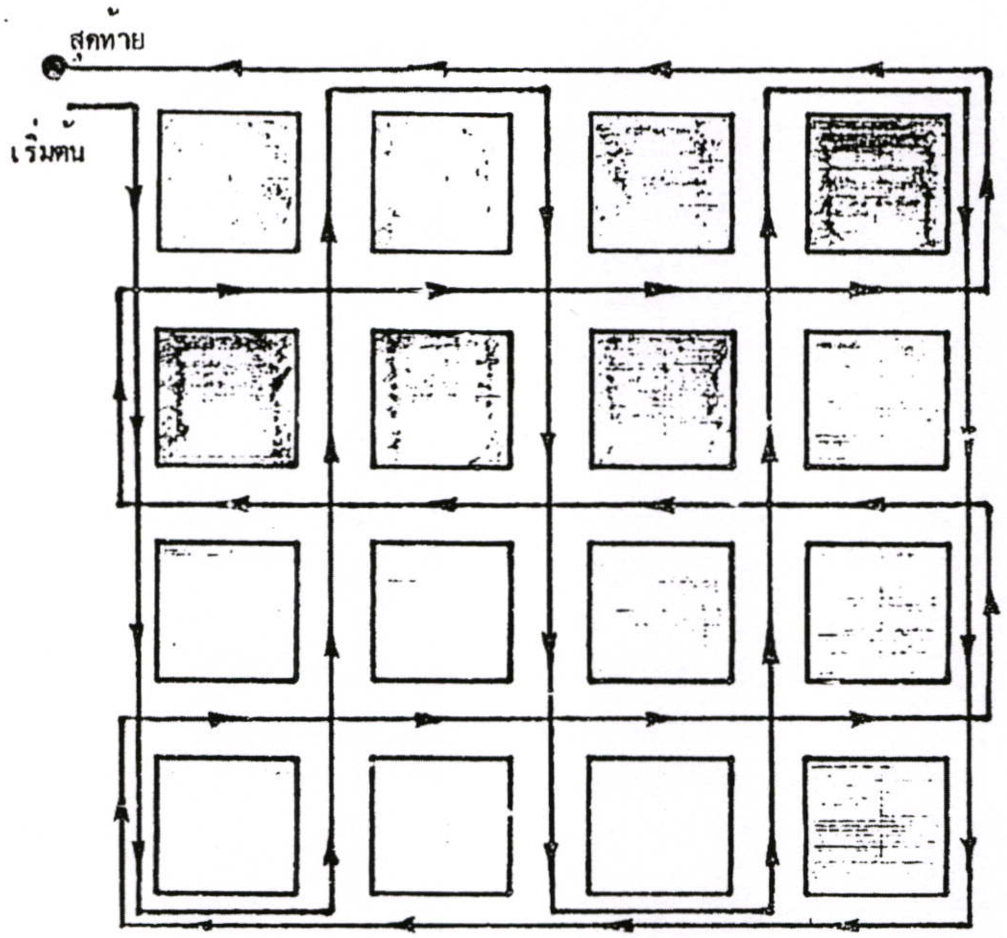
10) ในกรณีที่เก็บขนขยะมูลฝอยจากด้านเดียวของถนน การเดินรถควรเป็นแบบทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งจะได้เก็บขนขยะมูลฝอยจากด้านซ้ายของถนนตลอดไป และหลีกเลี่ยงการที่จะต้องเลี้ยวขวา ซึ่งทำให้ล่าช้าและกีดขวางการจราจร นอกจากนั้นเมื่อขับรถทางด้านซ้ายของถนน การเลี้ยวซ้ายจะมีความปลอดภัยมากกว่าอีกด้วย ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เส้นทางการเก็บขนใน 4 บล็อก โดยเก็บจากด้านซ้ายของถนนเพียงด้านเดียวโดยตลอดไม่มีการเลี้ยวขวาเลย ยกเว้นตอนออกจากสำนักงาน

11) การเก็บขนขยะมูลฝอยจากทั้งสองข้างของถนนในเวลาเดียวกัน ควรใช้เฉพาะในช่วงของถนนที่เห็นว่า พนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยจะมีความปลอดภัยเพียงพอ และไม่ควรให้มีจุดเก็บขนขยะอยู่ใกล้ทางแยกที่ถนนตัดกัน ดังรูปที่ 2.10

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.10 การจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย โดยเก็บทั้งสองด้านของถนน มีการเลี้ยวขวา 9 ครั้ง และมีการทับเส้นทางเดิมโดยไม่มีการเก็บขนขยะ 8 ครั้ง

2.2 การจำลองแบบปัญหา (Simulation)

การจำลองแบบปัญหา เป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพอย่างมากที่นำมาช่วยสำหรับทำการศึกษาและวิเคราะห์หาผลลัพธ์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ ซึ่งมีระบบหรือขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพของธุรกิจในปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูง การจำลองแบบปัญหาจึงกลายเป็นวิธีการหนึ่งที่มีความสำคัญและมีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปใช้งาน เพื่อช่วยในการวิเคราะห์การออกแบบ การวางแผน การควบคุมงาน และอื่น ๆ อีกมากมาย

Banks. et.al. (2005 : 3) ได้ให้ความหมายของการจำลองแบบปัญหาไว้ว่า เป็นการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองสถานการณ์การทำงานของระบบจริง เมื่อได้แบบจำลองที่เป็นตัวแทนของระบบจริงแล้ว จะทำการศึกษา และทดลองนโยบายต่าง ๆ กับระบบจำลอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ

81367

Pegden, Shannon and Sadowski (1995 : 3) ได้ให้ความหมายของการจำลองแบบปัญหาไว้ว่า เป็นกระบวนการออกแบบจำลองของระบบงานจริง แล้วดำเนินการทดลองแบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงาน หรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้

ดังนั้นกระบวนการจำลองแบบปัญหาจึงแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ การสร้างแบบจำลอง และการนำแบบจำลองไปใช้งานในเชิงวิเคราะห์ ดังนั้นกลไกของวิธีการจำลองแบบปัญหาขึ้นอยู่กับแบบจำลองและการใช้แบบจำลอง แบบจำลองที่ใช้ในการการจำลองแบบปัญหาอาจจะเป็นหุ่น เป็นระบบงาน หรือเป็นแนวความคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ซึ่งไม่จำเป็นต้องเหมือนระบบงานจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจระบบงานจริง เพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรม และเพื่อปรับปรุงการทำงานของระบบงานจริงได้

2.2.1 ระบบงานและแบบจำลอง (System and Model)

โดยที่กลไกสำคัญอันหนึ่งในการจำลองแบบปัญหาให้ประสบความสำเร็จอยู่ที่แบบจำลอง การที่จะสามารถสร้างแบบจำลองได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการจำลองแบบปัญหาจำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับระบบงานจริงนั้น ๆ เป็นอย่างดี ความรู้ความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างและใช้งานแบบจำลอง ดังนั้นผู้ที่ไม่มีความรู้ความเข้าใจในระบบงานอย่างแท้จริงจะไม่สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนระบบงานจริงนั้นได้ เหตุผลที่ต้องใช้แบบจำลอง เพราะต้องการที่จะเรียนรู้บางสิ่งเกี่ยวกับระบบงานจริง ซึ่งเราไม่สามารถจะสังเกต หรือทำการทดลองกับระบบงานจริงได้โดยตรง ซึ่งอาจเป็นเพราะระบบยังไม่ได้มีอยู่จริง หรือเป็นการยากลำบากมากที่จะไปปฏิบัติกับระบบจริง แบบจำลองที่ได้ถูกคิดขึ้นมาด้วยความระมัดระวังจะสามารถช่วยลดความซับซ้อนของระบบงานจริงได้

2.2.1.1 ระบบงาน (System) หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความร่วมมือประสานงานกัน เพื่อให้ได้ผลสำเร็จในวัตถุประสงค์บางอย่างของระบบงานนั้น ๆ สิ่งสำคัญในการศึกษาระบบงานคือ การกำหนดขอบเขตของระบบงาน ประกอบด้วย การกำหนดองค์ประกอบของระบบงาน การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และการกำหนดองค์ประกอบอื่น ๆ ที่อยู่นอกระบบงาน แต่ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของระบบงาน ซึ่งเรียกโดยรวมว่า สิ่งแวดล้อมของระบบงาน (System Environment) นอกจากการกำหนดขอบเขตของงานแล้ว ยังจำเป็นต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ขององค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งองค์ประกอบภายในระบบงาน และองค์ประกอบภายนอกระบบงานซึ่งลักษณะเฉพาะตัวนี้จะทำให้เกิดกิจกรรม และกิจกรรมบางอย่างภายใต้เงื่อนไขบางข้อที่อาจจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง Law and Kelton (2000 : 3) ได้แบ่งประเภทของระบบงานออกเป็น 2 ชนิด คือ ระบบไม่ต่อเนื่อง และระบบต่อเนื่อง ซึ่งรายละเอียดของระบบแต่ละชนิด มีดังนี้

1) ระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete System) เป็นระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบเป็นช่วง ๆ ระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งตัวแปรสถานภาพ (State variables) เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วที่จุดเวลาต่าง ๆ ตัวอย่างระบบไม่ต่อเนื่อง คือ ธนาคารเพราะว่าตัวแปรสถานภาพต่าง ๆ เช่น จำนวนลูกค้าที่อยู่ในธนาคารมีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีลูกค้าเข้ามาถึงธนาคาร หรือเมื่อลูกค้าเสร็จจากการใช้บริการและออกไปจากธนาคารเท่านั้น

2) ระบบต่อเนื่อง (Continuous System) เป็นระบบซึ่งสถานภาพของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ตัวอย่างของระบบต่อเนื่องคือ ระดับน้ำภายในเขื่อนซึ่งจะต้องเพิ่ม/ลดตลอดเวลา อันเกิดจากการเปิด/ปิดประตูระบายน้ำออก หรือเมื่อเกิดฝนตกเหนือเขื่อน

งานวิจัยนี้เป็นการจำลองแบบปัญหาของระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete-Event Simulation) เนื่องจากในกระบวนการเก็บขนขยะมูลฝอย ปริมาณขยะมูลฝอยในรถเก็บขนขยะมูลฝอยมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา เช่น เมื่อถึงจุดเก็บขนต่าง ๆ

2.2.1.2 แบบจำลอง (Model) หมายถึง ตัวแทนของลักษณะหรือพฤติกรรมของระบบที่สนใจใช้ในการนำเสนอเพื่อศึกษา หรือเลียนแบบเพื่อใช้งาน โดยในการจำลองมีจุดประสงค์หลัก คือ การศึกษาระบบที่มีอยู่จริงโดยไม่รบกวนหรือทำลายระบบเดิม และเพื่อศึกษาระบบที่จะพัฒนาหรือที่จะเกิดขึ้น

2.2.2 ขั้นตอนในการจำลองแบบปัญหา (Banks. et.al. 2005 :14-30)

2.2.2.1 การกำหนดปัญหา (Problem Formulation) เป็นขั้นตอนแรกของการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ เมื่อทราบถึงปัญหาก็จะสามารถเข้าไปศึกษาและแก้ปัญหาได้

2.2.2.2 การกำหนดวัตถุประสงค์และวางแผนการศึกษา (Setting of Objectives and Overall Project Plan) โดยที่วัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็นการระบุขอบเขต รูปแบบ และองค์ประกอบที่สำคัญของแบบจำลอง เพื่อให้สามารถใช้ในการวิเคราะห์ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ส่วนการวางแผนการศึกษาจะประกอบไปด้วยการกำหนดระยะเวลา จำนวนเงิน บุคลากร เครื่องมือและโปรแกรมที่ต้องใช้ รวมไปถึงการกำหนดกรณีศึกษาที่จะทำการวิเคราะห์เมื่อแบบจำลองสร้างเสร็จแล้ว

2.2.2.3 การกำหนดระบบงานที่ใช้ในการศึกษา (Setting of System) เป็นการกำหนดระบบจำลองที่อาศัยความสัมพันธ์ของตัวแปรนำเข้า (Input Variable) และตัวแปรผลลัพธ์ (Output Variable) โดยที่ตัวแปรนำเข้าประกอบด้วยตัวแปรในการตัดสินใจ (เช่น จำนวนเครื่องจักรในปัญหาการกำหนดการผลิต) ขอบเขตหรือข้อจำกัดต่าง ๆ (เช่น วิธีการทำงานที่เครื่องจักรหนึ่ง ณ เวลาหนึ่ง) และตัวแปรนำออก (เช่น เวลาว่างของเครื่องจักร) ตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ (เช่น

เวลาให้บริการ) ซึ่งแบบจำลองที่ดีควรพิจารณาให้ครอบคลุมถึงส่วนที่เป็นสาระสำคัญของระบบ เพื่อจะได้ผลลัพธ์หรือข้อสนเทศตรงกับความต้องการของผู้ตัดสินใจ

2.2.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) ในการที่จะสร้างแบบจำลองนั้น จะต้องมีข้อมูลที่ใช้ในการจำลอง โดยข้อมูลนั้นจะทำการเก็บมาจากระบบการทำงานจริง เพื่อนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการจำลองสถานการณ์ ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติการทำงานของระบบและปัญหาของระบบ การเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งได้ 3 วิธี คือ

1) โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์นำเข้า

2) หาการแจกแจงของตัวแปรสุ่ม เพื่อกำหนดค่าให้กับตัวแปรสุ่มในแบบจำลอง โดยการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในอดีต นำมาสร้างฮิสโตแกรม และทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม

3) โดยการเก็บรวบรวมผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่ได้จากระบบจริง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในด้านการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบกับระบบจริง

2.2.2.5 การสร้างแบบจำลอง (Model Building) หลังจากที่ได้ข้อมูลต่าง ๆ ของระบบการทำงานจริงที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบจำลองครบแล้ว ก็ทำการสร้างแบบจำลองโดยเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้จะเป็นตัวแทนแบบจำลอง และใช้ในการนำเสนอแบบจำลอง และวิเคราะห์ระบบงาน

2.2.2.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification) เมื่อสร้างแบบจำลองแล้วก็ต้องทำการตรวจสอบว่าแบบจำลองมีข้อผิดพลาดในการสร้างหรือไม่ แบบจำลองโปรแกรมมีความพร้อมที่จะทำการจำลองหรือไม่ ถ้าไม่ก็ทำการแก้ไขจนแบบจำลองพร้อมที่จะใช้ในการจำลองแบบปัญหา โดยทั่วไปแล้วการพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลองจะทำการตรวจสอบโดยการทดสอบความถูกต้องของกลไกภายใน การทดสอบความถูกต้องของตัวแปรและพารามิเตอร์

2.2.2.7 การตรวจสอบความเหมือนจริงของแบบจำลอง (Validation) เมื่อมีแบบจำลองที่พร้อมจะทำการจำลองแบบปัญหาแล้ว ก็ทำการทดลองจำลองสถานการณ์จริงของการทำงาน และทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองกับข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากสถานการณ์จริงภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดเดียวกัน ถ้าผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน และมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 10% หรือเมื่อนำผลลัพธ์ของระบบจริงกับระบบจำลองมาคละกันให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถแยกแยะได้ (Law A.M. , 2007 : 259) แสดงว่าแบบจำลองใช้ได้ ถ้าผลลัพธ์มีค่าแตกต่างกันเกิน 10% ต้องกลับไปตรวจสอบข้อมูลที่ได้เก็บมาและแนวความคิดของแบบจำลอง

2.2.2.8 การออกแบบการทดลอง (Experimental Design) เมื่อแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นเหมือนกับระบบงานจริงแล้ว การออกแบบการทดลองเป็นการนำแนวทางของทางเลือก

ต่าง ๆ ซึ่งก็คือกระบวนการทำงานแบบใหม่ ๆ หรือการปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ตามที่ได้วางแผนเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นและจัดทำเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

2.2.2.9 การจำลองระบบและวิเคราะห์ผล (Production Runs and Analysis) เมื่อได้แบบการทดลองแล้วก็ดำเนินการจำลองระบบ และนำผลการจำลองนั้นมาวิเคราะห์เพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

2.2.2.10 การจัดทำเอกสารและรายงานผล (Documentation and Reporting) เมื่อทำการทดลองจนได้ผลการทดลองที่สามารถวิเคราะห์และทำการสรุปผลได้แล้ว นำผลสรุปที่ได้จัดทำเป็นเอกสาร และทำการรายงานผลเพื่อจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง

2.2.3 ข้อดีของการใช้การจำลองแบบปัญหา

2.2.3.1 การจำลองแบบปัญหาสามารถทำการทดลองปรับเปลี่ยนนโยบายต่าง ๆ ซึ่งไม่สามารถทำได้ในระบบงานจริง เพื่อกำหนดแนวทางเลือกอื่น ๆ แล้วทำการเปรียบเทียบหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดต่อการใช้งาน

2.2.3.2 ประหยัดเวลา และต้นทุน ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ตามแผนการทำงานที่เราสนใจจะปรับเปลี่ยน เพราะเราสามารถควบคุมเวลาได้ โดยการใช้คอมพิวเตอร์สามารถแสดงให้เห็นจุดที่ทำให้ระบบงานเกิดความล่าช้า

2.2.3.3 การจำลองแบบปัญหา ช่วยลดอัตราเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ ที่มีความเสี่ยงสูงในการทำงาน

2.2.3.4 การจำลองแบบปัญหายังเป็นประโยชน์ สำหรับระบบงานที่ยังไม่มีอยู่จริง หรือระบบงานที่เราขาดความรู้และประสบการณ์ การปรับเปลี่ยนสามารถทำได้ตามแผนที่สนใจ

2.2.3.5 ทำให้เราได้มีความเข้าใจที่ถ่องแท้เกี่ยวกับระบบงานว่า ตัวแปรใดในระบบงานที่มีความสำคัญ และส่งผลต่อสมรรถนะของระบบงาน

2.2.4 ตัวแปรสุ่ม (Random Variables)

ตัวแปรสุ่ม (Random Variables) Law and Kelton (2000 : 236-237) ได้กล่าวว่าเป็นตัวแปรที่ใช้สร้างข้อมูลเพื่อการจำลองแบบปัญหา โดยตัวแปรสุ่มแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.2.4.1 ตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง (Discrete Random Variables) คือ ตัวแปรที่ค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปรมีจำนวนจำกัด หรือนับจำนวนได้

2.2.4.2 ตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง (Continuous Random Variables) คือ ตัวแปรที่ไม่สามารถนับจำนวนค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปร ค่าของตัวแปรสุ่มประเภทนี้จะกำหนดเป็นช่วง ๆ

2.2.5 การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม งานวิจัยนี้มีตัวแปรสุ่มที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหาเป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง ซึ่งมีการแจกแจงดังนี้

2.2.5.1 การแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (Uniform Distribution) ในการทดลองสุ่มที่แต่ละผลลัพธ์มีโอกาสเกิดขึ้นเท่า ๆ กันในช่วง (a, b)ใด ๆ ตัวแปรสุ่มที่แทนการเกิดแต่ละผลลัพธ์จะมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ U (a, b) โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่น (Probability Density Function : pdf) ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ a และ b สามารถเขียนฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูป ดังนี้

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{b-a}, & a \le x \le b \\ 0, & \text{ค่าอื่น ๆ}\end{cases}$$

เมื่อ $$E(X)=\frac{a+b}{2}$$

$$V(X)=\frac{(b-a)^2}{12} \qquad (2.1)$$

2.2.5.2 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) เป็นการแจกแจงที่พบได้บ่อย เนื่องจากการแจกแจงแบบปกติเป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มที่เกิดตามธรรมชาติทั่ว ๆ ไป เช่น ราคาขายปลีกของสินค้าแต่ละชนิด คุณภาพของสินค้าแต่ละชนิดที่ผลิตได้ ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าแต่ละชนิดต่อหน่วย เงินเดือนของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เป็นต้น ลักษณะของข้อมูลจะอยู่ในรูประฆังคว่ำ โดยการแจกแจงแบบปกติจะมีฟังก์ชันความหนาแน่นที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะของข้อมูล สามารถเขียนฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูป ดังนี้

$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2} \quad ; -\infty < x < \infty, \quad -\infty < \mu < \infty, \sigma > 0$$

เมื่อ $$E(X)=\mu$$

$$V(X)=\sigma^2 \qquad (2.2)$$

2.2.6 เลขสุ่ม (Random Numbers)

เลขสุ่ม (Random Numbers) มานพ วราภักดิ์ (2547 : 39-43) ได้ให้ความหมายว่า เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบสม่ำเสมอ U(0, 1) หรือเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบสม่ำเสมอ U(0, 1) เมื่อกล่าวในเทอมของตัวแปรสุ่ม เลขสุ่มหรือตัวแปรสุ่ม U(0, 1) เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในการจำลองระบบไม่ต่อเนื่อง และโดยทั่วไปจะใช้เลขสุ่มจำนวนมาก เช่น จำนวนหมื่น จำนวนแสน หรือมากกว่า ดังนั้น จึงได้มีการคิดค้นหาสูตรทางคณิตศาสตร์ที่เรียกกันว่า "ตัวแบบผลิต" (Generators) หรือ "ตัวแบบจำลอง" (Simulators) สำหรับผลิตหรือจำลองเลขสุ่มโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

การผลิตหรือจำลองเลขสุ่มโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการผลิตเลขสุ่มจากความสัมพันธ์ที่ย้อนซ้ำขั้นตอนเดิม (Recurrence Relation) คือ เลขตัวถัดไปเกิดจากการดำเนินการทางเลขคณิตและตรรกศาสตร์ ด้วยเลขตัวปัจจุบันหรือกลุ่มของตัวเลขในอดีต ดังนั้นเลขที่ได้จะไม่ใช่เลขสุ่มแท้จริง ขาดคุณสมบัติความเป็นสุ่มบางประการ เช่น เลขที่ได้อาจมีความสัมพันธ์กัน ด้วยเหตุนี้จึงเรียกเลขสุ่มเหล่านี้ว่า "เลขคล้ายสุ่ม" หรือ "เลขสุ่มเทียม" (Pseudorandom Numbers) ตัวแบบจำลองเลขสุ่มมีมากมาย แต่หลายตัวแบบไม่สามารถใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติได้ เนื่องจากขาดคุณสมบัติที่สำคัญบางประการ ตัวแบบจำลองเลขสุ่มที่ดีควรมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1) ควรให้เลขสุ่มที่มีคุณสมบัติอิสระกันเชิงสถิติ และมีการแจกแจงสม่ำเสมอ U(0, 1)

2) ควรผลิตเลขสุ่มได้รวดเร็ว เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการจำลอง

3) ควรใช้หน่วยความจำภายในเครื่องคอมพิวเตอร์น้อย เพราะอาจจะต้องใช้เนื้อที่หน่วยความจำภายในจำนวนมากสำหรับเก็บโปรแกรมงานจำลอง

4) ควรให้เลขสุ่มต่างกันจำนวนมากพอ ก่อนที่จะเกิดเลขสุ่มซ้ำ ซึ่งหมายความว่า ความยาวรอบหรือความยาววัฏจักร (Cycle Length) หรือคาบ (Period) ของเลขสุ่มควรยาวมาก เพราะในการจำลองจะใช้เลขสุ่มจำนวนมาก

5) สามารถผลิตเลขสุ่มซ้ำชุดเดิมที่ต้องการได้ สำหรับใช้ในการจำลองกรณีต่าง ๆ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลอง ภายใต้สภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์เดียวกัน

2.2.7 การสร้างตัวแปรสุ่ม (Generating Random Variates)

ในการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงในแบบต่าง ๆ จะต้องอาศัยวิธีการในการสร้างตัวแปรสุ่ม Law and Kelton (2000 : 439-459) ได้เสนอวิธีการในการสร้างตัวแปรสุ่ม คือ Inverse Transformation Method, Composition Method, Convolution Method, Acceptance-Rejection Method และ Special Properties Method โดยที่แต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมกับลักษณะการแจกแจงและขนาดของค่าพารามิเตอร์ในแต่ละชนิด ในที่นี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธี Inverse Transformation Method ในการสร้างตัวเลขสุ่ม และ Special Properties Method วิธี Log and Trig

ในการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกและมีความเหมาะสม และง่ายต่อการเขียนโปรแกรมจำลองระบบ โดยที่ขั้นตอนในการผลิตตัวแปรนี้ จะต้องอาศัยเลขสุ่มที่ได้จากการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ ที่อยู่ในช่วง (0, 1) มาช่วยในการสร้างตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.2.7.1 Inverse Transformation Method

การแจกแจงแบบสม่ำเสมอ

จาก

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{1}{b-a}, & a \le x \le b \\ 0, & \text{ค่าอื่น ๆ} \end{cases}$$

$$F(x) = \int_a^x \frac{1}{b-a}\,dx$$

$$= \frac{x-a}{b-a} \qquad \text{สำหรับ } a \le x \le b$$

ให้

$$r = \frac{x-a}{b-a} \qquad \text{สำหรับ } 0 \le r \le 1$$

จะได้

$$x = a + (b-a)r$$

ดังนั้น ตัวแปรสุ่ม $X \sim U(a, b)$ คือ

$$X = a + (b-a)R, \quad R \sim U(0,1) \tag{2.3}$$

2.2.7.2 Special Properties Method โดยวิธี Log and Trig เนื่องจากวิธีนี้สามารถผลิตตัวแปรสุ่มที่มีค่ามากกว่า $\mu \pm 2\sigma$ ได้

การแจกแจงแบบปกติ

จาก

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2} \quad , -\infty < x < \infty,$$

$$-\infty < \mu < \infty, \sigma > 0$$

ให้ Y_1, Y_2 มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน และเป็นอิสระกัน

$$f(y_1, y_2) = \frac{1}{2\pi} e^{-\frac{1}{2}\left(y_1^2 + y_2^2\right)}, \qquad -\infty < y_1 < \infty, -\infty < y_2 < \infty$$

แปลงตัวแปร y_1, y_2 ให้อยู่ในรูปของตัวแปร r, θ โดยใช้หลัก Polar Coordinate จะได้

$$y_1 = r\cos\theta \qquad \text{และ} \qquad y_2 = r\sin\theta$$

โดยเทคนิคของการแปลงในทฤษฎีความน่าจะเป็น จะได้

$$f(r, \theta) = \frac{1}{2\pi} r e^{-\frac{r^2}{2}}, \qquad 0 \le \theta \le 2\pi, r \ge 0$$

$$= f(\theta) f(r)$$

โดยที่ $f(\theta) = \frac{1}{2\pi}, \quad 0 \le \theta \le 2\pi$ และ $f(r) = re^{-\frac{r^2}{2}}, \quad r \ge 0$

ผลิตตัวแปรสุ่ม R ด้วยวิธี Inverse Transformation จะได้

$$R = \sqrt{-2\ln(1 - R_1)}, \qquad R_1 \sim U(0, 1)$$

ผลิตตัวแปรสุ่ม θ ด้วยวิธี Inverse Transformation จะได้

$$\theta = 2\pi R_2, \qquad R_2 \sim U(0, 1)$$

ดังนั้นตัวแปรสุ่ม $Y_1 \sim N(0, 1)$ และ $Y_2 \sim N(0, 1)$ เป็นอิสระกัน คือ

$$Y_1 = \sqrt{-2\ln(1 - R_1)} \cos(2\pi R_2) \tag{2.4}$$

$$Y_2 = \sqrt{-2\ln(1 - R_1)} \sin(2\pi R_2) \tag{2.5}$$

โดยที่ $R_1, R_2 \sim U(0,1)$ และเป็นอิสระกัน

นำสมการ (2.4) และ (2.5) ที่ Y_1, Y_2 มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน มาแปลงให้เป็นตัวแปร X_1, X_2 ที่มีการแจกแจงแบบปกติ พารามิเตอร์ μ และ σ^2 จะได้

$$X_1 = Y_1\sigma + \mu \tag{2.6}$$

$$X_2 = Y_2\sigma + \mu \tag{2.7}$$

2.3 การวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลกับระบบงานจริงมาใช้วิเคราะห์หาการแจกแจงของตัวแปรสุ่ม เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในอดีตมาสร้างฮิสโตแกรม และทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม โดยใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov ในการทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบที่คาดไว้หรือไม่ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548 : 251-253)

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบที่คาดไว้
H_1 : ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงแบบที่คาดไว้

สถิติทดสอบ $D = \max\left[F(x) - S(x)\right]$

โดยที่ $F(x)$ ความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่าง
$S(x)$ ความน่าจะเป็นสะสมเมื่อสมมติฐาน H_0 จริง

การทดสอบจะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่าสถิติทดสอบ D > ค่าวิกฤตของ D ที่ได้จากตาราง Kolmogorov-Smirnov Test หรือ ถ้าค่า P-value มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล (2534) ศึกษาการจัดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันของสำนักงานเขตบางเขน เพื่อเสนอแนวทางการกำหนดหน้าที่ และเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถแต่ละคันให้เหมาะสม ช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยใช้วิธีฮิวริสติก ที่มีค่าใช้จ่ายในการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ต่ำที่สุดเป็นสมการเป้าหมาย และมีความสามารถในการบรรทุกและจำนวนเที่ยวของการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถเก็บขนขยะมูลฝอยเป็นขอบเขต โดยถือว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดเก็บขนเป็นตัวแปรแบบ Deterministic

ผลการวิจัยพบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ โดยลดระยะทางที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมดลง 15.75% และการเพิ่มความถี่ในการให้บริการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถเก็บขนขยะมูลฝอยจำนวน 4 คัน จากการใช้ความถี่ในการเก็บขน 1 ครั้งใน 3 วัน เป็นการใช้ความถี่ในการเก็บขน 1 ครั้งใน 2 วัน และจากการใช้ความถี่ในการเก็บขน 1 ครั้งใน 3 วัน เป็นการใช้ความถี่ในการเก็บขน 1 ครั้งใน 1วัน จำนวน 1 คัน

เกชรัชฎา กลั่นกรอง (2539) ศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยติดเชื้อของกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก โดยอาศัยการวิจัยดำเนินงานเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา มีเป้าหมายคือ หาเส้นทางเดินรถเก็บขนที่เหมาะสมในแต่ละวัน เพื่อที่จะสามารถประหยัดเวลาในการเก็บขนให้มากที่สุด ซึ่งจะทำให้การเก็บขนสามารถให้บริการได้อย่างทั่วถึง ลดขยะมูลฝอยตกค้างและลดค่าใช้จ่าย รวมทั้งสามารถให้บริการแก่สถานพยาบาลได้มากขึ้น ขณะที่มีจำนวนรถเท่าเดิม เนื่องจากมีระยะเวลาในการเดินทางน้อยลง โดยการเก็บขนจะเป็นเฉพาะแบบถังคงที่ (Stationary Container) เท่านั้น การดำเนินงานวิจัยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการหาเส้นทาง ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรม Shortest Time Path, Linear Programming และ Traveling Salesman Problem หลักการจัดเส้นทางจะเริ่มจากการจัดสรรสถานพยาบาลให้กับรถเก็บขนแต่ละคัน ซึ่งก็คือการแบ่งขอบเขตความรับผิดชอบของรถเก็บขน และเมื่อได้สถานพยาบาลที่อยู่ในความรับผิดชอบแล้ว จะนำมาหาสถานพยาบาลที่รถเก็บขนแต่ละคันต้องไปเก็บขนมูลฝอยในแต่ละวัน ผลที่ได้จะนำไปสู่การจัดเส้นทางการเดินรถที่เหมาะสม

สำราญ มีสมจิตร (2540) ศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง ได้นำเอาการวิจัยดำเนินงานและเทคนิคฮิวริสติก (Heuristic Algorithm) มาใช้ มีเป้าหมายคือ หาเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีระยะทางสั้นที่สุด โดยไม่ได้นำปัจจัยด้านการจราจรมาพิจารณาร่วมด้วย หลักการคือการพิจารณาพื้นที่และโครงข่ายคมนาคมโดยรวม (Macro Routing) แล้วแบ่งพื้นที่ออกอย่างคร่าว ๆ และเป็นระเบียบโดยลดความซ้ำซ้อนของโครงข่ายคมนาคม (Districting) และนำแต่ละพื้นที่ที่แบ่งไว้แล้วมาจัดเส้นทางเดินรถที่เหมาะสม (Micro Routing) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล และคณะ (2543) ศึกษาเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลนครอุดรธานี โดยศึกษาจากแผนผังที่มีอยู่ของเทศบาลและสำรวจพื้นที่จริง มีเป้าหมายคือกำหนดเส้นทางในการเดินทางจัดเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลโดยทฤษฎีกราฟ โดยนำข้อมูลที่ได้มาเขียนแผนผังเส้นทางเก็บขยะแล้วจำลองเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยเขียนเป็นกราฟเส้นทางในเขตเทศบาล ให้น้ำหนัก (Weighted Graph) เป็นความยาวของเส้นทางแต่ละเส้น วิเคราะห์กราฟตามทฤษฎีกราฟ แล้วเขียนแผนผังและกำหนดเส้นทางในการเดินทางไปเก็บ-ขนขยะ ผลการวิจัยพบว่าได้เส้นทางเก็บขยะ 15 เขต โดยใช้ขั้นตอนวิธีของฟลูรีย์ (Fleury's Algorithm) ในการหาวงออยเลอร์

เลียนจากกราฟออยเลอร์เลียน เป็นเส้นทางเก็บขยะที่มีทางเดินไม่ซ้ำหรือถ้าจะซ้ำจะซ้ำเส้นทางที่สั้นที่สุด ซึ่งได้ผลรวมระยะทางมีค่าน้อยที่สุดและมีเงื่อนไขไม่ขัดกฎจราจร

กฤษดา ทองอุดม (2544) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลในระบบเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลประชาธิปัตย์ และเสนอวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดเส้นทางเก็บขนมูลฝอย รวมทั้งนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบจัดทำฐานข้อมูล และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการจัดเส้นทาง มีเป้าหมายของการจัดเส้นทางคือ ให้รถแต่ละคันมีพื้นที่ความรับผิดชอบที่สมดุล และมีระยะการเดินทางที่สั้นที่สุด โดยใช้หลักการ Routing และใช้โปรแกรม ArcView Network Analyst และหลัก Heuristic ช่วยในการจัดเส้นทาง ในส่วนของการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ได้ใช้โปรแกรม ArcView GIS เป็นเครื่องมือในการออกแบบจัดทำฐานข้อมูล รวมทั้งออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ พบว่า รถเก็บขนขยะประเภทถังคงที่ (Stationary Container System) สามารถลดจำนวนเที่ยวลงรวม 10 เที่ยว/สัปดาห์ และลดระยะทางลงได้รวม 256.87 กิโลเมตร/สัปดาห์ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ปัจจัยด้านระยะทางเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของเส้นทาง ไม่ได้นำปัจจัยด้านอื่น ๆ เช่น ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน สภาพการจราจร มาให้ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทาง

สุรีย์พร นิพิฐวิทยา (2547) ศึกษาโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ในการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อประเมินสถานภาพในการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองจันทบุรี พบว่า อัตราการผลิตขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองจันทบุรีปี พ.ศ. 2546 มีค่าเท่ากับ 0.934 กิโลกรัม/คน/วัน ประเมินจากปริมาณขยะที่จัดเก็บได้ทั้งปีประมาณ 41,425 กิโลกรัม ช่วงเดือนพฤษภาคมและเดือนกรกฎาคมเป็นช่วงที่มีปริมาณขยะสูงสุดในรอบปี การศึกษาสถานภาพโดยรวมของระบบจัดการขยะมูลฝอยพบว่าอยู่ในระดับเตือนภัย และได้นำโปรแกรม Network Analysis มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนวิเคราะห์เส้นทางในการจัดเก็บขยะที่เหมาะสม พบว่าทำให้ได้ระยะทางสั้นกว่าระยะทางเดิมเท่ากับ 9.11 กิโลเมตร/วัน หรือประมาณ 3,325 กิโลเมตร/ปี และสามารถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงได้อย่างต่ำ 2.28 ลิตร/วัน หรือประมาณ 830 ลิตร/ปี

Thanh, N.C. et.al. (1979) ศึกษาการเก็บรวบรวมและขนส่งขยะมูลฝอยในเอเชีย โดยสร้างรูปแบบสมการเชิงเส้นในการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อจัดจำนวนรถเก็บขนขยะมูลฝอย พนักงานในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย ซึ่งจากสมการทำให้ได้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการเก็บขนขยะมูลฝอย ขนาดประเภทรถเก็บขนขยะมูลฝอย และจำนวนคนงานที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้การจัดการขยะมูลฝอยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

Aung, May Tin (1994) ศึกษาระบบการจัดการขยะมูลฝอยในเมืองย่างกุ้ง โดยการศึกษาพื้นที่การพาณิชย์และชุมชน พบว่าในเมืองมีอัตราการผลิตขยะมูลฝอย 1,513 ตัน/วัน โดยหน่วยงานที่ทำหน้าที่เก็บขนขยะมูลฝอยสามารถเก็บขนได้ 484 ตัน/วัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 32 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด ขยะมูลฝอยที่ตกค้างนี้ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม พบว่าสิ่งที่ทำให้ระบบการจัดการขยะมูลฝอยไม่สมบูรณ์ คือ โครงสร้างขององค์กรที่

ไม่เหมาะสม วิธีการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยที่ไม่มีประสิทธิภาพ รถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ไม่เหมาะสม เส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ไม่เหมาะสม และข้อจำกัดอื่น ๆ โดยพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ต้องมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้อเสนอและระบบที่ได้มา บนพื้นฐานของ Cost Benefit Analysis ระบบที่เสนอควรมีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นในอนาคตและระบบที่เสนอ จะทำให้การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 42 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด โดยระบบการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และมีการประชาสัมพันธ์ให้เกิดความเข้าใจ และร่วมมือในการทิ้งขยะมูลฝอยในภาชนะที่จัดให้ และจำนวนรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่เพียงพอ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต

ศึกษาระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลดังกล่าว ได้แก่ แผนที่โครงข่ายคมนาคม จากสำนักการช่าง เทศบาลนครภูเก็ต การแบ่งเขตพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถเก็บขนขยะมูลฝอยกลางคืน จำนวนรถเก็บขนขยะมูลฝอย ประเภทและขนาดความจุของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน เส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยจากงานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครภูเก็ต

3.2 การศึกษาการปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอย

ศึกษาการปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอยของรถเก็บขนขยะมูลฝอยกลางคืนแต่ละคัน โดยใช้แบบสำรวจเวลาและการปฏิบัติงานจัดเก็บขยะมูลฝอยแต่ละจุด บันทึกรายละเอียดการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถแต่ละคัน ตั้งแต่เริ่มออกจากสถานีจอดรถจนกระทั่งปฏิบัติงานแล้วเสร็จ ซึ่งมีข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

- เส้นทางการวิ่งเก็บขนของรถแต่ละคัน
- ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถไปยังจุดเก็บขนแรก
- ประเภทของจุดเก็บขน
- ชนิดของภาชนะรองรับขยะมูลฝอยแต่ละจุดเก็บขน
- ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ในแต่ละจุดเก็บขน
- เวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยในแต่ละจุดเก็บขน
- ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน
- ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้แต่ละเที่ยวรถของรถแต่ละคัน
- ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด
- เวลาที่ใช้ในสถานที่กำจัด
- ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ
- ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมดของรถแต่ละคัน
- จำนวนเที่ยวในการเก็บขนของรถแต่ละคัน

มีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

3.2.1 ติดตามดูการปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอยของเจ้าหน้าที่ และพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต เพื่อให้เข้าใจระบบงานจริง ก่อนที่จะดำเนินการเก็บข้อมูล

3.2.2 อธิบายวัตถุประสงค์ของงานวิจัยต่อเจ้าหน้าที่ และพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนาม

3.2.3 ดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยใช้แบบสำรวจเวลาและการปฏิบัติงานจัดเก็บขยะมูลฝอยแต่ละจุด ในวันที่ 24-30 พฤศจิกายน 2548 และจะมีการเก็บข้อมูลซ่อม ในวันที่ 16-22 ธันวาคม 2548 โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมมีดังนี้

1) ข้อมูลปริมาตรขยะมูลฝอยแต่ละจุด จะพิจารณาจากจำนวนและชนิดของภาชนะรองรับขยะมูลฝอย

2) ข้อมูลเวลาในการเก็บขนขยะมูลฝอย ประกอบด้วยเวลาเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยและเวลาขนส่งขยะมูลฝอย มีรายละเอียดดังนี้

- เวลาเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย จะเริ่มตั้งแต่การนำภาชนะรองรับขยะมูลฝอยจากจุดที่ตั้งภาชนะ ยกและเทขยะมูลฝอยลงในรถเก็บขน และนำภาชนะเปล่ากลับมาตั้งไว้ยังจุดเดิม ในกรณีที่จุดทิ้งเป็นการกองไว้จะรวมเวลาในการรวบรวมขยะมูลฝอยใส่ภาชนะขนถ่าย ก่อนนำขยะมูลฝอยเทขึ้นรถเก็บขนขยะมูลฝอย

- เวลาขนส่งขยะมูลฝอย ประกอบด้วยเวลาเดินทางระหว่างจุดเก็บขยะมูลฝอย โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่ รถเก็บขนขยะมูลฝอยเคลื่อนที่จากจุดเก็บหนึ่งไปยังอีกจุดเก็บหนึ่ง และเวลาเดินทางภายนอกพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนขยะมูลฝอย เช่น การเดินทางจากสถานที่จอดรถไปยังจุดเก็บจุดแรก จากจุดเก็บสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย จากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ

โดยมีแบบสำรวจ ดังแสดงในหน้า 32

แบบสำรวจเวลาและการปฏิบัติงานจัดเก็บมูลฝอยแต่ละจุด

ผู้บันทึก 1. ....
2. ....

รหัสรถ .... วันที่ .... เที่ยวที่.......

สถานที่รถออก .... เวลาที่ออก.............................. เข็มกิโลเมตร.................................. จุดเก็บสุดท้าย..................................

ถึงสถานที่กำจัดเวลา.................................. เข็มกิโลเมตร.............................. ถึงสถานที่จอดรถเวลา.................................. เข็มกิโลเมตร..............................

น้ำหนักมูลฝอยที่จัดเก็บได้ (น้ำหนักมูลฝอย+รถ) ....ตัน น้ำหนักรถเปล่า.................................. ตัน น้ำหนักมูลฝอยสุทธิ.................................. ตัน

ลำดับที่	จุดจอดรถ	สถานที่	ระยะทางระหว่างจุดจัดเก็บมูลฝอย (เมตร)	เวลา (นาที)		จำนวนภาชนะ														หมายเหตุ
						ถังโลหะ (ลิตร)				ถังพลาสติก (ลิตร)				เข่ง (ลิตร)				ถุง (ลิตร)		
				เดินทาง	เก็บมูลฝอย	200	100	50	<50	200	100	50	<50	150	80	30	<30	>20	<20	
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.3.1 ศึกษาระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

3.3.2 ศึกษาการปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอย โดยใช้แบบสำรวจเวลาและการปฏิบัติงานจัดเก็บขยะมูลฝอยแต่ละจุด บันทึกรายละเอียดการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถแต่ละคัน ตั้งแต่เริ่มออกจากสถานีจอดรถจนกระทั่งปฏิบัติงานแล้วเสร็จ

3.3.3 วิเคราะห์รูปแบบการแจกแจง โดยนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบ และวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็น โดยจะนำรูปแบบการแจกแจงที่ได้ไปใช้ในการจำลองระบบต่อไป ข้อมูลที่นำมาหารูปแบบการแจกแจงมีดังต่อไปนี้

1) ระยะทางและเวลาที่ใช้การเดินทางจากสถานที่จอดรถไปยังจุดเก็บขนจุดแรก

2) ปริมาตรขยะมูลฝอยและเวลาที่ใช้ในการเก็บขนแต่ละจุดเก็บขน แยกตามประเภทของจุดเก็บขน ได้แก่ อาคารพาณิชย์ ร้านอาหาร โรงแรม ตลาดสด สถานที่ราชการ ปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ ศาสนสถาน สถานศึกษา โรงพยาบาล บ้านพักอาศัย ริมถนน/สวนสาธารณะ

3) ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน

4) ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถในการบรรทุกของรถเก็บขนขยะมูลฝอย แยกตามขนาดความจุของรถ

5) ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด

6) เวลาที่ใช้ในการเทขยะ ณ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

7) ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ

3.3.4 ทำการจำลองระบบ โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.1

3.3.5 ทดสอบและแก้ไขระบบ เมื่อจำลองระบบแล้วก็ต้องทำการทดสอบดูว่า ระบบที่จำลองนั้นมีข้อผิดพลาดในการสร้างหรือไม่ มีความถูกต้องและพร้อมที่จะใช้ในการจำลองหรือไม่ ถ้าไม่ก็จะทำการแก้ไขจนระบบพร้อมที่จะใช้ในการจำลอง

3.3.6 ตรวจสอบความเป็นจริงของระบบจำลอง โดยทำการทดลองจำลองสถานการณ์จริงของการทำงาน และทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากระบบจำลองกับข้อมูลในอดีตของระบบงานจริง ถ้าแตกต่างกันก็ตรวจสอบข้อมูลที่ได้เก็บมาและแนวความคิดของการจำลองระบบ

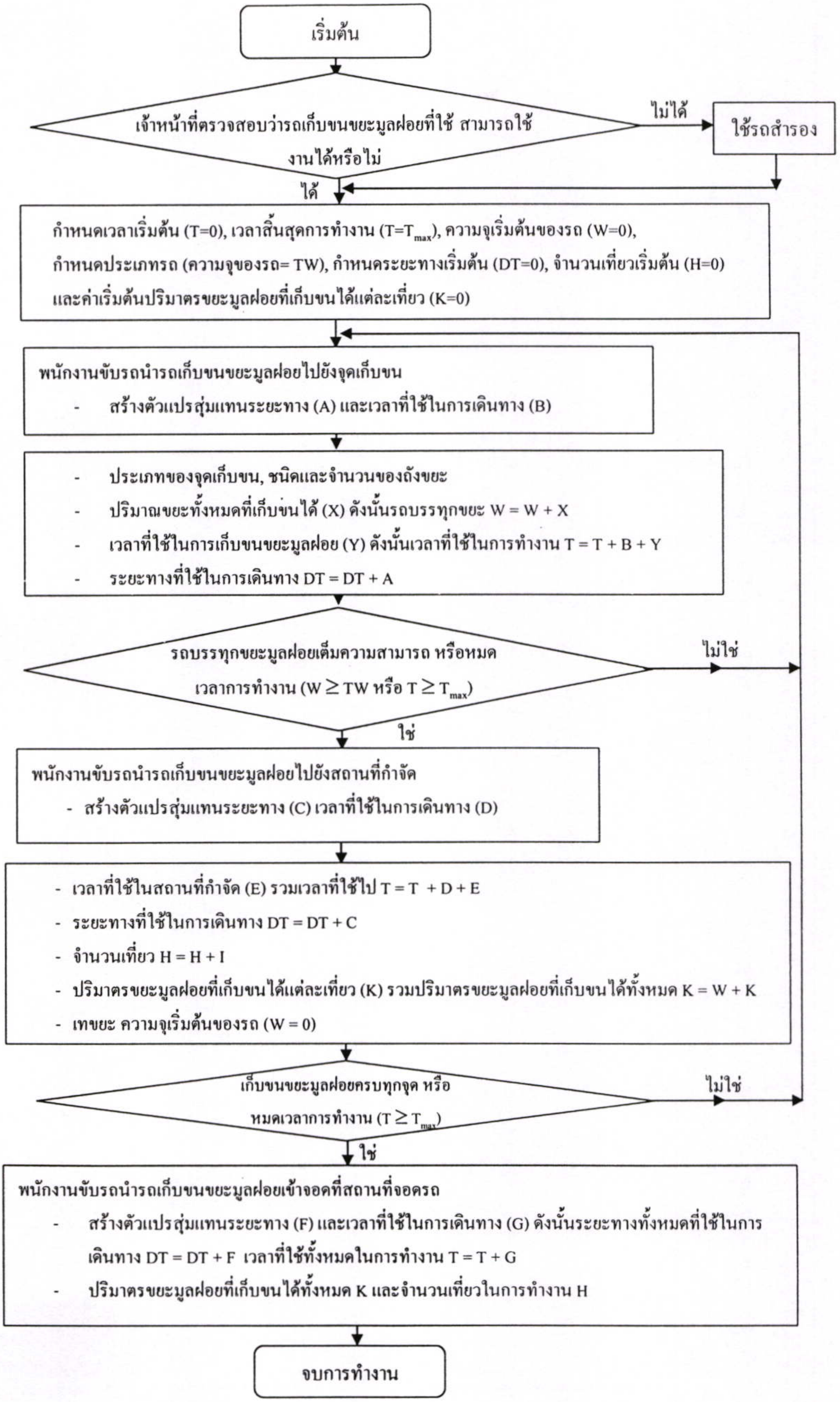
3.3.7 กำหนดนโยบายในการปรับปรุงระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย เพื่อให้จำนวนเที่ยว ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานลดลง และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของรถแต่ละคันใกล้เคียงกัน

3.3.8 ทดลองกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอย และเส้นทางการเดินรถแต่ละคันตามนโยบายในการปรับปรุงกับระบบจำลอง

3.3.9 เปรียบเทียบผลของการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขน และเส้นทางเดินรถกับระบบเดิมก่อนปรับปรุง

3.3.10 การตัดสินใจเลือกนโยบาย จะพิจารณาเลือกนโยบายที่มีจำนวนเที่ยว ระยะทาง และเวลาในการปฏิบัติงานของรถแต่ละคันที่น้อยที่สุด

3.3.11 สรุปผลและข้อเสนอแนะ



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนของระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย

3.4 การวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล

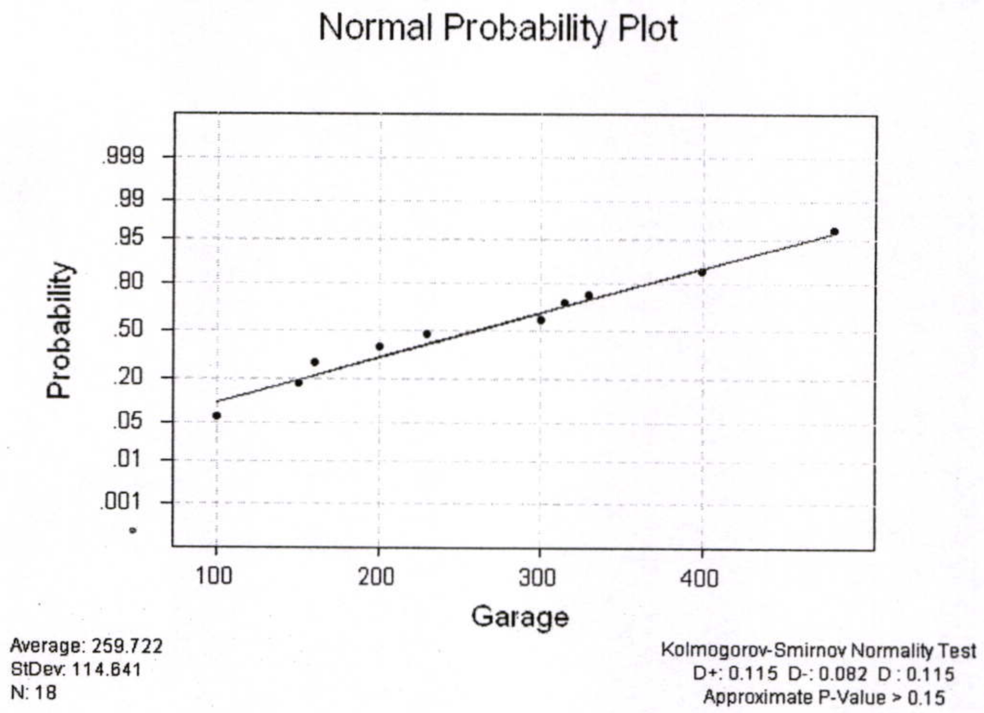
จากข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมได้ จะทำการวิเคราะห์หารูปแบบของการแจกแจงความน่าจะเป็น เพื่อนำไปใช้ในการสร้างตัวแปรสุ่มสำหรับใช้ในการจำลองแบบปัญหาต่อไป การวิเคราะห์จะใช้โปรแกรม MINITAB (เวอร์ชัน 13) โดยทำการทดสอบดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 การทดสอบการแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอย (ลิตร) ของปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ สมมติฐานของการทดสอบคือ

H_0 : ปริมาตรขยะมูลฝอยของปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาตรขยะมูลฝอยของปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

วิเคราะห์การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยของปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ ได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยของปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยของปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถมีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบการแจกแจงของระยะทาง เวลาที่ใช้ในการเดินทาง เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย และอื่น ๆ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยในช่วงเวลากลางคืนของเทศบาลนครภูเก็ตในปัจจุบัน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ของงานรักษาความสะอาด เทศบาลนครภูเก็ต พบว่า หัวหน้างานรักษาความสะอาดจะตัดสินใจในเรื่องพื้นที่รับผิดชอบของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน และความถี่ในการเก็บขน ส่วนเส้นทางการเก็บขน พนักงานขับรถเก็บขนจะเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะเข้าเก็บที่จุดเก็บขนใดก่อน สิ่งเหล่านี้อาจก่อให้เกิดการขับรถย้อนไปมา ทำให้ต้องใช้เวลาและระยะทางในการเก็บขนขยะมูลฝอยมากขึ้น

ปัจจุบันเทศบาลนครภูเก็ต ได้แบ่งพื้นที่ในการเก็บขนขยะมูลฝอยกลางคืน ออกเป็น 10 เขต โดยมีรถบรรทุกขยะประเภทอัดท้าย จำนวน 11 คัน รับผิดชอบในการเก็บขนขยะมูลฝอยจำนวน 10 คัน และเป็นรถสำรองจำนวน 1 คัน ดังตารางที่ 4.1 จะดำเนินเก็บขนทุกวัน ช่วงเวลาในการปฏิบัติงาน เริ่มตั้งแต่ 19.00 น. จนถึง 5.00 น. ของวันใหม่ และจะปฏิบัติงานต่อเนื่องไปจนเก็บขนขยะได้ครบทุกจุด แม้จะเลยเวลาปฏิบัติงานแล้วก็ตาม โดยต้องเก็บขนขยะในพื้นที่รับผิดชอบให้เรียบร้อยภายในวันนั้น

เส้นทางการเก็บขนจะเริ่มต้นจากสถานที่จอดรถของเทศบาลนครภูเก็ต จากนั้นจะวิ่งไปยังจุดเก็บขนจุดแรก และวิ่งเก็บขนขยะมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบจนกระทั่งขยะมูลฝอยเต็มรถ จึงนำขยะมูลฝอยไปเทที่สถานที่กำจัด จากนั้นจะนำรถเข้าเก็บที่สถานที่จอดรถเมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงาน โดยทั่วไปจะเก็บขนวันละ 2-3 เที่ยว สำหรับเส้นทางเดินรถนั้นพนักงานขับรถจะเป็นผู้กำหนดเอง สำหรับพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยของรถแต่ละคันก่อนการจัดเส้นทางใหม่ รายละเอียด อยู่ในภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.1 จำนวนรถบรรทุกขยะประเภทอัดท้ายของเทศบาลนครภูเก็ต ปริมาตรความจุ และจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานแต่ละวัน

ลำดับที่	หมายเลขทะเบียน	รหัสรถ (ทบ.)	ยี่ห้อ/ล้อ	ความจุ (ลิตร)	วัน/เดือน/ปี ที่ซื้อ	จำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานแต่ละวัน
1	80-4876	70	ฮีโน่/6	10,000	28 ก.พ. 2537	2
2	80-4875	71	ฮีโน่/6	10,000	28 ก.พ. 2537	2
3	80-4878	96	นิสสัน/6	8,000	12 ก.พ. 2539	2
4	80-4877	98	นิสสัน/6	8,000	12 ก.พ. 2539	2
5	80-4881	99	นิสสัน/6	11,000	12 ก.พ. 2539	2

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลขทะเบียน	รหัสรถ (ทบ.)	ยี่ห้อ/ล้อ	ความจุ (ลิตร)	วัน/เดือน/ปี ที่ซื้อ	จำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานแต่ละวัน
6	80-4897	100	นิสสัน/6	11,000	12 ก.พ. 2539	2
7	80-4879	101	นิสสัน/6	11,000	12 ก.พ. 2539	3
8	80-4882	102	นิสสัน/6	11,000	12 ก.พ. 2539	3
9	80-4880	103*	นิสสัน/6	11,000	12 ก.พ. 2539	-
10	80-5249	153	มิตซูบิชิ/6	10,000	26 ก.ย. 2544	2
11	80-5423	160	มิตซูบิชิ/6	10,000	9 เม.ย. 2545	2

* รถสำรอง

ที่มา : งานรักษาความสะอาด เทศบาลนครภูเก็ต (2548)

จากการแบบสำรวจเวลาและการปฏิบัติงานจัดเก็บขยะมูลฝอยแต่ละจุด พบว่า มีจำนวนจุดเก็บขนทั้งสิ้น 1,387 จุด และมีภาชนะที่ใช้รองรับขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขน ได้แก่ ถังโลหะและถังพลาสติก มีปริมาตรระหว่าง 20-200 ลิตร เข่ง มีปริมาตรระหว่าง 20-150 ลิตร และถุงต่าง มีปริมาตรระหว่าง 5-100 ลิตร มีปริมาตรรวมของภาชนะรองรับขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนในความรับผิดชอบของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนจุดเก็บขนขยะมูลฝอยและปริมาตรรวมของภาชนะที่รองรับขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนในความรับผิดชอบของรถเก็บขนขยะมูลฝอย จำแนกตามรหัสรถ

รหัสรถ (ทบ.)	จำนวนจุดเก็บ	ปริมาตรรวมของภาชนะรองรับขยะมูลฝอย (ลิตร)
70	195	32,750
71	159	37,520
96	84	34,510
98	125	48,050
99	108	38,480
100	142	32,800
101	153	47,690
102	120	45,020
153	197	38,680
160	104	38,470
รวม	**1,387**	**393,970**

4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต

ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยกลางคืนของเทศบาลนครภูเก็ต ประกอบด้วย

1. ระยะทางและเวลาที่ใช้การเดินทางจากสถานที่จอดรถไปยังจุดเก็บขนจุดแรก
2. ปริมาตรขยะมูลฝอยและเวลาที่ใช้ในการเก็บขนแต่ละจุดเก็บขน แยกตามประเภทของจุดเก็บขน ได้แก่ อาคารพาณิชย์ ร้านอาหาร โรงแรม ตลาดสด สถานที่ราชการ ปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ ศาสนสถาน สถานศึกษา โรงพยาบาล บ้านพักอาศัย ริมถนน/สวนสาธารณะ
3. ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน
4. เวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน
5. ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถในการบรรทุกของรถเก็บขนขยะมูลฝอย แยกตามขนาดความจุของรถ
6. ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด
7. เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด
8. เวลาที่ใช้ในการเทขยะ ณ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย
9. ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ
10. เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ
11. จำนวนเที่ยวในเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดมาตรวจสอบ และวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็น ดังแสดงในภาคผนวก ข โดยข้อมูลที่ตรวจและวิเคราะห์แล้วมีรูปแบบการแจกแจงดังต่อไปนี้

1. ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถไปยังจุดเก็บขนจุดแรก ในเขตพื้นที่รับผิดชอบของรถแต่ละคันจากการสำรวจข้อมูลพบว่ามีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถไปยังจุดเก็บขนแรก

รหัสรถ (ทบ.)	ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางไปยังจุดเก็บขนแรก (เมตร, เมตร^2)	ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปยังจุดเก็บขนแรก (นาที, นาที^{2})
70	(2412.5, 1124.33)	(7.69, 2.50)
71	(2072.5, 660.12)	(9.06, 2.37)
96	(3312.5, 2140.39)	(12.43, 6.81)
98	(2125.0, 992.47)	(8.94, 2.01)
99	(2687.5, 210.02)	(10.95, 4.45)
100	(1237.5, 206.59)	(3.72, 1.05)
101	(1962.5, 998.48)	(6.63, 2.92)
102	(2712.5, 339.91)	(10.44, 1.59)
153	(2725.0, 237.55)	(13.89, 6.42)
160	(1925.0, 895.62)	(6.81, 1.96)

2. ปริมาตรขยะมูลฝอยและเวลาที่ใช้ในการเก็บขน แยกตามประเภทของจุดเก็บขน จากการสำรวจข้อมูลพบว่ามีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปริมาตรขยะมูลฝอยและเวลาที่ใช้ในการเก็บขนแยกตามประเภทของจุดเก็บขน

ประเภทจุดเก็บขน	ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน (ลิตร, ลิตร^2)	ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการเก็บขน ณ จุดเก็บขน (นาที, นาที^{2})
อาคารพาณิชย์	(1218.57, 936.94)	(8.25, 5.92)
ร้านอาหาร	(266.67, 197.52)	(2.68, 2.30)
โรงแรม	(1173.18, 823.33)	(9.94, 11.25)
ตลาดสด	(2035.63, 2804.46)	(12.25, 16.02)
สถานที่ราชการ	(644.17, 356.28)	(2.40, 1.78)
ปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ	(280.67, 132.10)	(3.33, 2.39)
ศาสนสถาน	(441.25, 352.92)	(3.00, 2.45)

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ประเภทจุดเก็บขน	ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน (ลิตร, ลิตร^2)	ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการเก็บขน ณ จุดเก็บขน (นาที, นาที^{2})
สถานศึกษา	(1471.25, 890.47)	(7.66, 6.40)
โรงพยาบาล	(4625.00, 1957.13)	(36.83, 17.71)
บ้านพักอาศัย	(798.49, 460.01)	(4.60, 3.10)
ริมถนน/สวนสาธารณะ	(186.52, 113.00)	(1.61, 1.09)

3. ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน (เมตร) จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 37.67 เมตร และความแปรปรวน 31.26 เมตร^2

4. เวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน (นาที) จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 0.51 นาที และความแปรปรวน 0.24 นาที^{2}

5. ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถในการบรรทุก จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถในการบรรทุก แยกตามความจุของรถเก็บขนขยะมูลฝอย

รถประเภทอัดท้าย ความจุ (ลิตร)	ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถในการบรรทุก (ลิตร, ลิตร^2)
8000	(20743.93, 3714.06)
10000	(24703.75, 2492.10)
11000	(26148.57, 2191.21)

6. ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากจุดสุดท้ายของการเก็บขนไปยังสถานที่กำจัด (เมตร) จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ข้อมูลการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 4478 เมตร และความแปรปรวน 3.06 เมตร^2

7. เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดสุดท้ายของการเก็บขนไปยังสถานที่กำจัด (นาที) จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ข้อมูลมีรูปแบบการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 2.62 นาที และความแปรปรวน 1.69 นาที^{2}

8. เวลาที่ใช้ในการเทขยะ ณ สถานที่กำจัด (นาที) จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 19.31 นาที และความแปรปรวน 8.65 นาที^{2}

9. ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ (เมตร) เท่ากับ 1,000 เมตร

10. เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ (นาที) จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 4.15 นาที และความแปรปรวน 0.78 นาที^{2}

11. จำนวนเที่ยวในเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน พบว่า รถรหัส ทบ. 101 และรถรหัส ทบ. 102 มีการเก็บขนวันละ 3 เที่ยว ส่วนรถรหัสอื่น ๆ เก็บขนวันละ 2 เที่ยว

4.3 การตรวจสอบความเหมือนจริงของระบบจำลอง (Validation)

นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาการแจกแจงแล้วนำไปใช้ในการจำลองระบบตามขั้นตอนของระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย (รูปที่ 3.1) โดยใช้ข้อมูลดังนี้

- ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถไปยังจุดเก็บขนแรก
- ปริมาตรขยะมูลฝอยและเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย แยกตามประเภทของจุดเก็บขน
- ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน
- ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถในการบรรทุก
- ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด
- เวลาที่ใช้ในสถานที่กำจัด
- ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ

ทำการสร้างระบบจำลองด้วยโปรแกรม Microsoft Visual C++ 6.0 (ภาคผนวก ง) เมื่อได้ระบบจำลองแล้วทำการรันโปรแกรมจำนวน 1,000 รอบ นำผลลัพธ์ที่ได้เปรียบเทียบกับระบบงานจริง ผลการเปรียบเทียบระยะทาง เวลา และปริมาตรขยะมูลฝอยในการปฏิบัติงานทั้งหมดจากระบบจริงและระบบจำลอง เป็นดังตาราง 4.6, 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.6 ระยะทางที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (กิโลเมตร) ของระบบจริงและระบบจำลอง

รหัสรถ (ทบ.)	**ระยะทางที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (กิโลเมตร)**		**ผลต่าง (%)**
	ระบบจริง	**ระบบจำลอง**	
70	22.50	21.94181	-2.48
71	28.30	28.1175	-0.64
96	39.00	39.71635	1.84
98	38.70	39.57924	2.27
99	14.50	15.41375	6.30
100	15.80	15.56858	-1.47
101	15.30	14.58553	-4.67
102	20.50	19.92284	-2.82
153	21.20	22.41095	5.71
160	13.90	13.31794	-4.19

ตารางที่ 4.7 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (ชั่วโมง) ของระบบจริงและระบบจำลอง

รหัสรถ (ทบ.)	**เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (ชั่วโมง)**		**ผลต่าง (%)**
	ระบบจริง	**ระบบจำลอง**	
70	7.50	7.098961	-5.35
71	6.95	7.144652	2.80
96	8.00	8.399785	4.99
98	7.97	8.142358	2.16
99	6.61	6.944099	5.05
100	6.80	6.860423	0.89
101	6.51	6.844186	5.13
102	8.05	8.096178	0.57
153	7.75	7.81278	0.81
160	5.78	5.720856	-1.02

ตารางที่ 4.8 ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (ลิตร) ของระบบจริงและระบบจำลอง

รหัสรถ (ทบ.)	ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (ลิตร)		ผลต่าง (%)
	ระบบจริง	ระบบจำลอง	
70	32750	31158.64785	-4.86
71	37520	38949.22775	3.81
96	34510	36014.32444	4.36
98	48050	46255.98421	-3.73
99	38480	39294.1296	2.12
100	32800	34214.03765	4.31
101	47690	49708.41751	4.23
102	45020	47509.08741	5.53
153	38680	37067.51651	-4.17
160	38470	39510.19730	2.70

จากตารางที่ 4.6, 4.7 และ4.8 จะเห็นได้ว่าระบบจริงกับระบบจำลองแตกต่างกันไม่มากนัก มีเปอร์เซ็นต์ผลต่างระหว่าง ± 6.3% อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ ส่วนจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงาน พบว่า ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าระบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้

4.4 นโยบายการปรับปรุงระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต และผลการทดลองตามนโยบายที่กำหนด

แนวทางในการปรับปรุงระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย จะทำการปรับปรุงระบบเพื่อให้รถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันมีจำนวนเที่ยว ระยะทาง และเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงานลดลง และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานใกล้เคียงกัน จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากระบบจริงพบว่า พื้นที่รับผิดชอบที่ 7 (รหัสรถ ทบ. 101) และพื้นที่รับผิดชอบที่ 8 (รหัสรถ ทบ. 102) จะปฏิบัติงานวันละ 3 เที่ยวต่อวัน เพื่อลดจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานของรถรหัส ทบ.101 และ ทบ.102 จึงได้พิจารณาการทำงานในเที่ยวที่ 2 ของรถรหัส ทบ.96 ซึ่งเป็นพื้นที่รับผิดชอบที่ใกล้เคียงกันกับพื้นที่รับผิดชอบที่ 8 (รหัสรถ ทบ.102) และรถรหัส ทบ.99 ซึ่งเป็นพื้นที่รับผิดชอบที่ใกล้เคียงกันกับพื้นที่รับผิดชอบที่ 7 (รหัสรถ ทบ.101) พบว่า มีปริมาตรขยะมูลฝอยน้อย จึงได้กำหนดนโยบายในการปรับปรุงระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต เพื่อให้รถแต่ละคันมีจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานวันละ 2 เที่ยว มีระยะทางและเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงานที่น้อยที่สุด จึงกำหนดนโยบายที่ 1 ดังนี้

นโยบายที่ 1 ทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถ ได้แก่ แบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 8 (รหัสรถ ทบ. 102) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 3 (รหัสรถ ทบ. 96) และแบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 7 (รหัสรถ ทบ. 101) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 5 (รหัสรถ ทบ. 99) โดยมีพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางเดินรถ แสดงดังตารางที่ ค.2 และรูปที่ ค.11 ถึง ค.14 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ค) และผลที่ได้แสดงดังตาราง 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบจำนวนเที่ยว และระยะทางที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (กิโลเมตร) ของระบบเดิมก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 1

รหัสรถ (ทบ.)	จำนวนเที่ยว		ระยะทาง (กิโลเมตร)		ผลต่าง (%) ของระยะทาง
	ระบบเดิมก่อนปรับปรุง	ระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 1	ระบบเดิมก่อนปรับปรุง	ระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 1	
96	2	2	39.0	40.57586	4.04
99	2	2	14.5	15.62723	7.77
101	3	2	15.3	14.68939	-3.99
102	3	2	20.5	13.38494	-34.71
เฉลี่ย					**-6.72**

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าจากการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถตามนโยบายที่ 1 สามารถลดจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานลงจำนวนเที่ยว 2 เที่ยว/วัน และลดระยะทางในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.72

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง) ของระบบเดิมก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 1

รหัสรถ (ทบ.)	เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง)		ผลต่าง (%)
	ระบบเดิมก่อนปรับปรุง	ระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 1	
96	8.00	9.619609	20.25
99	6.61	7.454265	12.77
101	6.51	5.685109	-12.67
102	8.05	6.605922	-17.94
เฉลี่ย			**0.60**

จากตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าจากการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถตามนโยบายที่ 1 มีเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.60

จากผลการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถตามนโยบายที่ 1 พบว่าสามารถลดจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานของพื้นที่รับผิดชอบที่ 7 (รหัสรถ ทบ. 101) และพื้นที่รับผิดชอบที่ 8 (รหัสรถ ทบ. 102) เหลือเพียงวันละ 2 เที่ยว นอกจากนั้นยังสามารถลดระยะทางในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.72 แต่รถรหัส ทบ. 96 ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 9.619609 ชั่วโมง และรถรหัส ทบ.101 ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 5.685109 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่ามีเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันมาก ดังนั้นนโยบายที่ 1 จึงอาจไม่เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ เมื่อพิจารณารถรหัส ทบ. 160 ซึ่งมีพื้นที่ใกล้เคียงกับรถรหัส ทบ. 102 และมีปริมาตรขยะมูลฝอยในเที่ยวที่ 2 น้อย รวมทั้งมีเวลาในการปฏิบัติงานเพียง 5.78 ชั่วโมง จึงได้กำหนดนโยบายที่ 2

นโยบายที่ 2 ทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถ โดยกำหนดพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถของพื้นที่รับผิดชอบที่ 5 (รหัสรถ ทบ. 99) และพื้นที่รับผิดชอบที่ 7 (รหัสรถ ทบ. 101) ตามนโยบายที่ 1 และปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบที่ 8 (รหัสรถ ทบ. 102) บางส่วนมาเพิ่มเติมให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 10 (รหัสรถ ทบ. 160) โดยมีพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถดังตารางที่ ค.3 และรูปที่ ค.15 ถึง ค.18 (รายละเอียดอยู่ใน ภาคผนวก ค) และผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.11 และ 4.12

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบจำนวนเที่ยว และระยะทางที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (กิโลเมตร) ของระบบเดิมก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 2

รหัสรถ (ทบ.)	**จำนวนเที่ยว**		**ระยะทาง (กิโลเมตร)**		**ผลต่าง (%) ของระยะทาง**
	ระบบเดิมก่อนปรับปรุง	**ระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 2**	**ระบบเดิมก่อนปรับปรุง**	**ระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 2**	
99	2	2	14.50	15.62854	7.78
101	2	2	15.30	13.68772	-10.54
102	3	2	20.50	13.38111	-34.73
160	3	2	13.90	16.52221	18.86
เฉลี่ย					**-4.65**

จากตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าจากการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถตามนโยบายที่ 2 รถแต่ละคันมีจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานจำนวน 2 เที่ยว/วัน และสามารถลดระยะทางในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 4.65

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง) ของระบบเดิมก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 2

รหัสรถ (ทบ.)	เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง)		ผลต่าง (%)
	ระบบเดิมก่อนปรับปรุง	ระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 2	
99	6.61	7.385820	11.74
101	6.51	5.702562	-12.40
102	8.05	6.640045	-17.52
160	5.78	6.171211	6.77
เฉลี่ย			**-2.85**

จากตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าจากการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถ ตามนโยบายที่ 2 สามารถลดเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.85

จากผลการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถตามนโยบายที่ 2 พบว่า รถแต่ละคันมีจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงาน เพียงวันละ 2 เที่ยว/วัน สามารถลดระยะทางและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 4.65 และ 2.85 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมดของรถแต่ละคัน พบว่า รถรหัส ทบ. 96 มีเวลาในการปฏิบัติงาน 8.00 ชั่วโมง ส่วนรถรหัส ทบ. 101 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2 มีเวลาในการปฏิบัติงานเพียง 5.702562 ชั่วโมง ซึ่งมีเวลาในการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก เมื่อพิจารณารถรหัส ทบ. 100 และรถรหัส ทบ. 101 ซึ่งมีพื้นที่ใกล้เคียงกับรถรหัส ทบ. 96 และมีปริมาตรขยะมูลฝอยในเที่ยวที่ 2 น้อย รวมทั้งมีเวลาในการปฏิบัติงาน 6.80 และ 5.702562 ชั่วโมง ตามลำดับ นอกจากนี้ รถรหัส ทบ. 98 มีเวลาในการปฏิบัติงาน 7.97 ชั่วโมง ซึ่งมีพื้นที่ใกล้เคียงกับรถรหัส ทบ.153 และมีปริมาตรขยะมูลฝอยในเที่ยวที่ 2 น้อย แต่มีเวลาในการปฏิบัติงาน 7.75 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาพื้นที่รับผิดชอบที่ใกล้เคียงกับรถรหัส ทบ. 153 พบว่า มีพื้นที่ใกล้เคียงกับรถรหัส ทบ. 100 ซึ่งมีปริมาตรขยะมูลฝอยในเที่ยวที่ 2 น้อย รวมทั้งมีเวลาในการปฏิบัติงานน้อยกว่า จึงได้กำหนดนโยบายที่ 3

นโยบายที่ 3 ทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถ ได้แก่ แบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 3 (รหัสรถ ทบ. 96) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 6 (รหัสรถ ทบ. 100) แบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 3 (รหัสรถ ทบ. 96) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 7 (รหัสรถ ทบ. 101) แบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 4 (รหัสรถ ทบ. 98) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 9 (รหัสรถ ทบ. 153) และแบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 9 (รหัสรถ ทบ. 153) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 6 (รหัสรถ ทบ. 100) มีพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางเดินรถ แสดงดังตารางที่ ค.4 และรูปที่ 4.19 ถึง 4.23 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ค) และผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.13 และ 4.14

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบจำนวนเที่ยว และระยะทางที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (กิโลเมตร) ของระบบเดิมก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 3

รหัสรถ (ทบ.)	**จำนวนเที่ยว**		**ระยะทาง (กิโลเมตร)**		**ผลต่าง (%) ของระยะทาง**
	ระบบเดิมก่อนปรับปรุง	**ระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 3**	**ระบบเดิมก่อนปรับปรุง**	**ระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 3**	
96	2	2	39.0	32.332039	-17.10
98	2	2	38.7	34.302233	-11.36
100	2	2	15.8	16.695997	5.67
101	3	2	15.30	15.599377	1.96
153	2	2	21.2	17.750108	-16.27
เฉลี่ย					-7.42

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าจากการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถตามนโยบายที่ 3 รถแต่ละคันมีจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานเท่ากับ 2 เที่ยว/วัน และสามารถลดระยะทางในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.42

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง) ของระบบเดิมก่อนปรับปรุงและระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 3

รหัสรถ (ทบ.)	**เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง)**		**ผลต่าง (%)**
	ระบบเดิมก่อนปรับปรุง	**ระบบปรับปรุงตามนโยบายที่ 3**	
96	8.00	7.231142	-9.61
98	7.97	7.118629	-10.68
100	6.80	7.006875	3.04
101	6.51	6.261157	-3.82
153	7.75	6.632997	-14.41
เฉลี่ย			-7.10

จากตารางที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าจากการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถ ตามนโยบายที่ 3 สามารถลดเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.10

จากผลการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถตามนโยบายที่ 3 พบว่ารถแต่ละคันมีจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงาน จำนวน 2 เที่ยว/วัน สามารถลดระยะทางและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.42 และ 7.10 ตามลำดับ และมีเวลาในการปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกัน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและจำลองระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยในช่วงเวลากลางคืนของเทศบาลนครภูเก็ตในปัจจุบัน เพื่อเสนอแนวทางการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน และเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยให้เหมาะสม โดยจำลองระบบด้วยโปรแกรม Microsoft Visual C ++ 6.0

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยในช่วงเวลากลางคืนของเทศบาลนครภูเก็ต ทำให้ทราบขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงาน ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบกำหนดพื้นที่รับผิดชอบ และจัดเส้นทางการเดินรถ ซึ่งเป้าหมายของการจัดเส้นทาง คือ ให้จำนวนเที่ยว ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานลดลง และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของรถแต่ละคันใกล้เคียงกัน โดยเก็บข้อมูลพื้นฐานจากงานรักษาความสะอาด เทศบาลนครภูเก็ต พบว่า เทศบาลนครภูเก็ต มีพื้นที่รับผิดชอบ 14.7 ตารางกิโลเมตร มีรถเก็บขนขยะมูลฝอยกลางคืนเป็นประเภทอัดท้าย มีขนาดความจุระหว่าง 8,000-11,000 ลิตร จำนวน 11 คัน ใช้งานจริง 10 คัน และสำรอง 1 คัน จะปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอยทุกวัน ช่วงเวลาในการปฏิบัติงานตั้งแต่เวลา 19.00 น. จนถึง 5.00 น. ของวันใหม่ นอกจากนั้นได้เก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ เส้นทางการเดินรถเก็บขนแต่ละคัน ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ข้อมูลจุดเก็บขน ปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้นำมาวิเคราะห์หารูปแบบการแจงแจงความน่าจะเป็น เพื่อนำรูปแบบการแจกแจงที่ได้ไปใช้ในการจำลองระบบ การศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรม Microsoft Visual C ++ 6.0 ในการจำลองระบบ

จากการทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถตามนโยบายทั้ง 3 โดยใช้หลักฮิวริสติก (Heuristic) ได้ผลดังนี้ คือ

1. ทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถ ได้แก่ แบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 8 (รหัสรถ ทบ. 102) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 3 (รหัสรถ ทบ. 96) และแบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 7 (รหัสรถ ทบ. 101) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 5 (รหัสรถ ทบ. 99) พบว่า สามารถลดจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานในพื้นที่รับผิดชอบที่ 7 และ 8 เหลือเพียงวันละ 2 เที่ยว ทำให้จำนวนเที่ยวในการเก็บขนรวมลดลงจาก 22 เที่ยว/วัน เป็น 20 เที่ยว/วัน นั่นคือลดจำนวนเที่ยวในการเก็บขนลงได้รวม 2 เที่ยว/วัน และสามารถลดระยะทางในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.72 มีเวลาในการ

ปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.60 และมีเวลาในการปฏิบัติงานระหว่าง 5.685109-9.619609 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่า รถแต่ละคันมีเวลาในการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันมาก

2. ทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถ โดยกำหนดพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางการเดินรถของพื้นที่รับผิดชอบที่ 5 (รหัสรถ ทบ. 99) และพื้นที่รับผิดชอบที่ 7 (รหัสรถ ทบ. 101) ตามนโยบายที่ 1 และปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบที่ 8 (รหัสรถ ทบ. 102) บางส่วนมาเพิ่มเติมให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 10 (รหัสรถ ทบ. 160) พบว่า รถแต่ละคันมีจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานวันละ 2 เที่ยวเช่นเดียวกับนโยบายที่ 1 โดยสามารถลดระยะทางและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 4.65 และ 2.85 ตามลำดับ และมีเวลาในการปฏิบัติงานระหว่าง 5.702562-8.00 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่า รถแต่ละคันมีเวลาในการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก

3. ทดลองปรับปรุงพื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถ ได้แก่ แบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 3 (รหัสรถ ทบ. 96) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 6 (รหัสรถ ทบ. 100) แบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 3 (รหัสรถ ทบ. 96) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 7 (รหัสรถ ทบ. 101) แบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 4 (รหัสรถ ทบ. 98) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 9 (รหัสรถ ทบ. 153) และแบ่งพื้นที่รับผิดชอบที่ 9 (รหัสรถ ทบ. 153) บางส่วนให้กับพื้นที่รับผิดชอบที่ 6 (รหัสรถ ทบ. 100) พบว่า รถแต่ละคันมีจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงาน จำนวน 2 เที่ยว/วัน สามารถลดระยะทางและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.42 และ 7.10 ตามลำดับ และมีเวลาในการปฏิบัติงานระหว่าง 6.261157-7.231142 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่า รถแต่ละคันมีเวลาในการปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกัน

ในการพิจารณากำหนดนโยบายเพื่อปรับปรุงระบบงานจริง สามารถกำหนดนโยบายอื่น ๆ ได้อีก แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดนโยบายเพียง 3 นโยบาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้จำนวนเที่ยว ระยะทางและเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการปฏิบัติงานของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันลดลง และรถแต่ละคันมีระยะเวลาในการปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกัน

ผลที่ได้จากการกำหนดนโยบายทั้ง 3 หากพิจารณาจำนวนเที่ยวในการเก็บขน พบว่า นโยบายที่ 1, 2 และ 3 สามารถลดจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงานลงจาก 22 เที่ยว/วัน เป็น 20 เที่ยว/วัน นั่นคือลดจำนวนเที่ยวในการเก็บขนลงได้รวม 2 เที่ยว/วัน และเมื่อพิจารณาจากระยะทางที่ใช้ในการปฏิบัติงาน จะเห็นได้ว่า นโยบายที่ 3 สามารถลดระยะทางที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้มากที่สุด ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.42 รองลงมาเป็นนโยบายที่ 1 ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.72 ส่วนนโยบายที่ 2 ลดลงได้น้อยที่สุดโดยเฉลี่ยเพียงร้อยละ 4.65 และเมื่อพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน จะเห็นได้ว่า นโยบายที่ 1 ไม่สามารถลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานลงได้ ในขณะที่นโยบายที่ 2 และ 3 สามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.85 และ 7.10 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของรถแต่ละคัน จะเห็นได้ว่า นโยบายที่ 1 รถแต่ละคันมีเวลาในการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันมาก แต่นโยบายที่ 2 รถแต่ละคันมีเวลาในการปฏิบัติงานที่แตกต่างค่อนข้างมากกัน ในขณะที่นโยบายที่ 3 มีเวลาในการปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงควรใช้

นโยบายที่ 3 ในการปรับปรุงระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยในช่วงเวลากลางคืนของเทศบาลนครภูเก็ต เนื่องจากนโยบายที่ 3 มีจำนวนเที่ยว ระยะทาง และระยะเวลาในการปฏิบัติงานน้อยที่สุด และรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันมีเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้

1. ควรมีการทดสอบผลการจัดเส้นทางเดินรถใหม่โดยให้พนักงานปฏิบัติงานจริง เพื่อดูผลที่เกิดขึ้น ทำให้ทราบปัญหาการดำเนินงานและข้อผิดพลาดในการออกแบบจัดเส้นทาง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งจะเป็นการพัฒนาระบบการทำงานโดยรวม นอกจากนี้ควรให้พนักงานขับรถมีส่วนร่วมในการจัดเส้นทางด้วย

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยควรมีการเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นตัวแทนที่ดีของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด และทราบแนวโน้มปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งจะทำให้การทดลองปรับเปลี่ยนพื้นที่รับผิดชอบและเส้นทางมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

1. ควรวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของข้อมูลระยะทางที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน แยกเป็นแต่ละพื้นที่รับผิดชอบของรถแต่ละคัน

2. ควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลของสภาพการจราจรมาใช้ในการจำลองระบบด้วย โดยทำการจำลองระบบเป็น 3 สภาวะ คือ สภาวะการจราจรติดขัด สภาวะการจราจรปกติ และสภาวะการจราจรไม่ติดขัด

3. ศึกษาและจัดเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมให้กับองค์การบริหารส่วนตำบลต่าง ๆ ในกรณีที่สถานที่จอดรถและสถานที่กำจัดอยู่ไกลกัน และมีหลายแห่ง

บรรณานุกรม

กฤษดา ทองอุดม. 2544. **"การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดเส้นทางเก็บขนมูลฝอย กรณีศึกษา เทศบาลตำบลประชาธิปัตย์ จ.ปทุมธานี."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2548. **สถิติสำหรับงานวิจัย.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกชรัชฎา กลั่นกรอง. 2539. **"การจัดเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมกับรถเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ : กรณีศึกษากรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก."** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จินต์ อโณทัย และพวงรัตน์ ขจิตวิชยากูล. 2542. **วิศวกรรมการประปาและสุขาภิบาล เล่ม 2.** กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์.

เทศบาลนครภูเก็ต. 2548. **แผนยุทธศาสตร์พัฒนาสามปี (พ.ศ. 2548-2550).** [Online]. Available : www.phuketcity.go.th/files/excel/plan/2548/p_48analyse3213.xls

ปรีดา แย้มเจริญวงศ์. 2531. **การจัดการขยะมูลฝอย.** ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พัชรี หอวิจิตร. 2536. **การจัดการขยะมูลฝอย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ฤทธิรงค์ จังโกฏิ. 2541. **"ระบบการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่น."** วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มานพ วราภักดิ์. 2547. **การจำลองเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล และคณะ. 2543. **รายงานการวิจัย การกำหนดเส้นทางการเก็บ-ขนขยะในเทศบาลนครอุดรธานีโดยทฤษฎีกราฟ.** อุดรธานี : สถาบันราชภัฏอุดรธานี.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2541. **การจัดการมูลฝอยและน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1-4.

สำราญ มีสมจิตร. 2540. **"การวางแผนจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนเมืองขนาดเล็กในภาคใต้ กรณีศึกษา : เทศบาลเมืองพัทลุง."** วิทยานิพนธ์การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุรีย์พร นิพิฐวิทยา. 2547. **“การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองจันทบุรี.”** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล. 2534. **“การใช้วิธีฮิวริสติกแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในการเก็บขนมูลฝอยในพื้นที่บางเขน.”** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Aarne, P. , Vesilind, A. and Rimer, E. 1981. **Unit Operation in Resource Recovery Engineering**. New Jersey : Prentice Hall.

Aung, M.T. 1994. **“Cost-Benefit Analysis of Municipal Solid Waste Collection System in Yangon, Myanmar.”** Master of Science. Thesis of Asian Institute of Technology.

Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B.L. and Nicol, D.M. 2005. **Discrete-Event System Simulation.** 4th ed. New Jersey : Prentice Hall.

Law, A.M. 2007. **Simulation Modeling and Analysis**. 4th ed. Singapore : McGraw-Hill.

Law, A.M. and Kelton, W.D. 2000. **Simulation Modeling and Analysis**. 3rd ed. Singapore : McGraw-Hill.

Pegden, C.D., Shannon, R.E. and Sadowski, R.P. 1995. **Introduction to Simulation Using Siman**. New York : McGraw-Hill.

Thanh, N.C., Lohani, B.N. and Gunther, T. 1979. **Waste Disposal and Resource Recovery**. Bangkok : Asian Institute of Technology.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครภูเก็ต

สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครภูเก็ต

สภาพทั่วไป

เทศบาลนครภูเก็ต มีพื้นที่รับผิดชอบ 14.7 ตารางกิโลเมตร จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2478 โดยยกฐานะจากสุขาภิบาลขึ้นเป็นเทศบาล และได้เปลี่ยนแปลงฐานะจากเทศบาลเมืองภูเก็ตเป็นเทศบาลนครภูเก็ต เมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2547 มีเขตการปกครอง 2 ตำบล คือ ตำบลตลาดเหนือ มีพื้นที่ 4 ตารางกิโลเมตร และตำบลตลาดใหญ่ มีพื้นที่ 8 ตารางกิโลเมตร โดยทิศเหนือและทิศตะวันออกจดตำบลรัษฎา ทิศใต้และทิศตะวันตกจดตำบลวิชิต และพื้นที่ที่เทศบาลดำเนินการปรับปรุงพัฒนา คือบริเวณเขารังใน มีเนื้อที่ประมาณ 0.7 ตารางกิโลเมตร และบริเวณสะพานหินและอ่าวภูเก็ตมีเนื้อที่ประมาณ 2.0 ตารางกิโลเมตร โดยทิศเหนือและทิศตะวันออกจดตำบลรัษฎา ทิศใต้และทิศตะวันตกจดตำบลวิชิต

ลักษณะทางกายภาพ

ภูมิประเทศในเขตเทศบาลส่วนใหญ่เป็นที่ลุ่ม ทิศตะวันออกติดชายทะเล ด้านทิศเหนือมีเนินเขาสองลูก คือ เขารังและเขาโต๊ะแซะ มีคลองบางใหญ่จากอำเภอกะทู้ ไหลผ่านตัวเมืองออกสู่ทะเล ในเขตเทศบาลนครภูเก็ตซึ่งเป็นเมืองเก่า พื้นที่ส่วนในจะเป็นบริเวณที่มีประชากรหนาแน่น เป็นย่านธุรกิจการค้า โรงแรม และสถานบันเทิงต่าง ๆ ประมาณร้อยละ 90 ของถนนบริเวณศูนย์กลางเมืองจะมีร้านค้าตั้งอยู่สองข้างทาง และถนนในเขตเทศบาลส่วนใหญ่ค่อนข้างเล็กและแคบ ไม่สามารถขยายออกไปได้

ด้านโครงสร้างพื้นฐาน

ถนน ภายในเขตเทศบาลนครภูเก็ตมีถนน 174 สาย เป็นถนนลาดยาง 141 สาย ถนนคอนกรีต 33 สาย มีสะพาน 26 แห่ง และสะพานลอยคนข้ามอีกจำนวน 3 แห่ง

การจัดการขนส่งมวลชน

จังหวัดภูเก็ต มีเส้นทางคมนาคมติดต่อกับจังหวัดต่างๆ ได้สะดวกทั้ง 3 ทาง ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ โดยมีท่าอากาศยานนานาชาติ 1 แห่ง มีเส้นทางคมนาคมเชื่อมต่อระหว่างหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ และจังหวัดที่สามารถใช้งานได้ดีทุกฤดูกาล มีรถยนต์ประจำทางบริการ ทั้งรถปรับอากาศ รถปรับอากาศพิเศษ และรถธรรมดา วิ่งบริการระหว่างจังหวัด มีทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 402 เป็นถนนสายหลักผ่านสะพานท้าวเทพกระษัตรี และสะพานสารสิน ผ่านอำเภอถลางเข้าสู่เมืองภูเก็ต

สำหรับระบบขนส่งมวลชนในเขตเมือง มีบริการรถโดยสารขนาดเล็ก รถตุ๊ก ๆ ตลอดจนรถมอเตอร์ไซค์รับจ้าง เป็นจำนวนมาก จากบริเวณศูนย์กลางเมืองภูเก็ตไปยังชุมชนต่าง ๆ และสถานที่ท่องเที่ยวภายในจังหวัด และในปัจจุบันองค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ตได้เปิดบริการเส้นทางการเดินรถยนต์โดยสารประจำทาง 2 สาย คือ สายที่ 1 บิ๊กซี - วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต และสายที่ 2 ซุปเปอร์ชีพ – สถานีอนามัยแหลมชั่น

ด้านเศรษฐกิจ

ในเขตเทศบาลนครภูเก็ต บริเวณใจกลางเมืองส่วนใหญ่จะเป็นศูนย์กลางพาณิชยกรรม และธุรกิจต่างๆ และพื้นที่ที่อยู่ต่อเนื่องจะเป็นบริเวณที่เป็นย่านที่อยู่อาศัยเดิม โดยมีลักษณะทางด้านเศรษฐกิจ ดังนี้

การพาณิชยกรรมและบริการ

- สถานีบริการน้ำมัน 11 แห่ง
- ศูนย์การค้า/ห้างสรรพสินค้า 4 แห่ง
- ตลาดสด 3 แห่ง
- ร้านค้าทั่วไป 1,956 แห่ง

สถานประกอบเทศพาณิชย์

- สถานธนานุบาล 1 แห่ง
- โรงฆ่าสัตว์ 1 แห่ง

สถานประกอบการด้านการบริการ

- โรงแรม 46 แห่ง
- ธนาคาร 22 แห่ง
- โรงภาพยนตร์ 1 แห่ง
- สถานที่จำหน่ายอาหาร ตาม พ.ร.บ. สาธารณสุข 406 แห่ง

การอุตสาหกรรม

- ลักษณะการประกอบอุตสาหกรรมในท้องถิ่นมี 2 ประเภท คือ อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก
- โรงงาน 110 แห่ง

การท่องเที่ยว

- จำนวนแหล่งท่องเที่ยว 3 แห่ง ได้แก่ สวนสาธารณะเขารัง สวนสาธารณะสะพานหิน และบริเวณย่านการค้าเมืองเก่าภูเก็ต

ด้านสังคม

ประชากร

จำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครภูเก็ต ณ 24 พฤศจิกายน 2547 (ข้อมูลจากงานทะเบียนราษฎร สำนักปลัดเทศบาล)

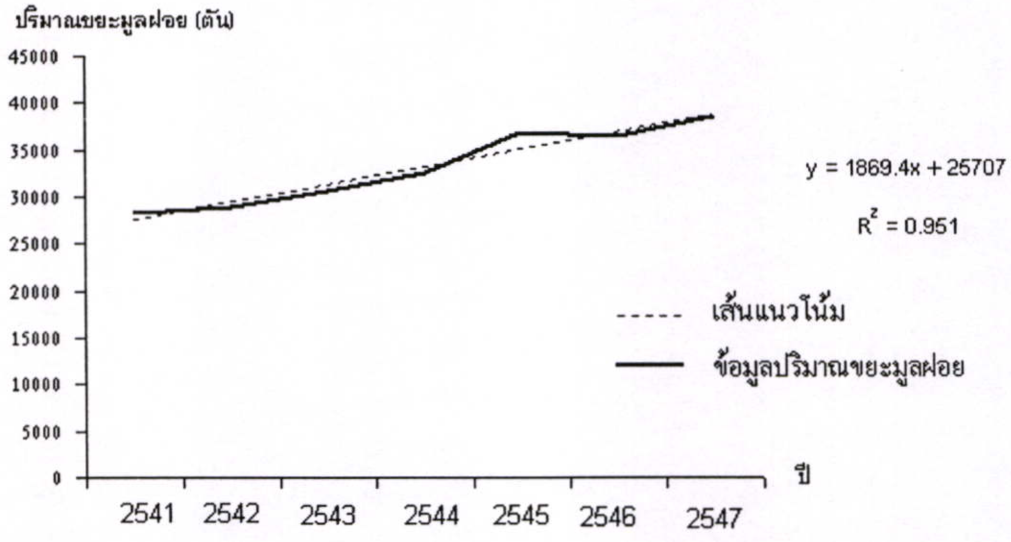
- จำนวนหลังคาเรือนทั้งหมดในเขตพื้นที่รับผิดชอบ 19,330 บ้าน
- มีประชากรทั้งหมด 75,445 คน แบ่งเป็นชาย 35,155 คน และหญิง 40,290 คน
- ความหนาแน่นของประชากร 6,190 คน/ตารางกิโลเมตร
- อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากร ตั้งแต่ปี 2544 - 2545 ร้อยละ 12
- อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากร ตั้งแต่ปี 2545 - 2546 ร้อยละ 4

ด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

การจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล

1. การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยและการขนส่ง อยู่ในความรับผิดชอบของกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม โดยงานรักษาความสะอาด จัดให้มีการรักษาความสะอาด โดยแบ่งเป็นเขต ในด้านการเก็บรวบรวมและขนส่งขยะมูลฝอย การเก็บขนขยะมูลฝอยประจำบ้านปฏิบัติงานเวลา 21.00 น. - 05.00 น. ของวันใหม่ ส่วนขยะกลางวันเป็นเศษไม้ ใบไม้ โคลนเลน เก็บขนในเวลากลางวัน และมีพื้นที่บางส่วนได้จ้างบริษัทเอกชนเข้าดำเนินการบำรุงรักษาพื้นที่ รวมทั้งเก็บขนขยะครอบคลุมพื้นที่ 65,589 ตารางเมตร

2. การกำจัดขยะมูลฝอย เทศบาลนครภูเก็ตได้จัดเป็นศูนย์รวมกำจัดขยะแบบผสมผสาน โดยใช้พื้นที่ขนาด 290 ไร่เศษ ณ ถนนรัตนโกสินทร์ 200 ปี เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2535 ซึ่งเป็นศูนย์รวมกำจัดขยะของจังหวัดภูเก็ต องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดภูเก็ต ประกอบด้วยเทศบาล 6 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล 13 แห่ง องค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต 1 แห่ง และเอกชน ให้ใช้เป็นที่กำจัดขยะมูลฝอย ในระบบกำจัดขยะมูลฝอยและลดปริมาณขยะมูลฝอย เทศบาลนครภูเก็ตซึ่งเป็นหน่วยงานดำเนินการเป็นระบบรวมของทั้งจังหวัดภูเก็ต ปัจจุบันมีรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบโรงเผาขยะขนาด 250 ตัน ระบบฝังกลบขยะมูลฝอยตามหลักสุขาภิบาลพื้นที่ 120 ไร่ โรงงานเผามูลฝอยติดเชื้อ และโรงคัดแยกวัสดุใช้แล้ว ในปี 2545 มีปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ยวันละ 309 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2544 ร้อยละ 9 ต่อปี ซึ่งหากอัตราเพิ่มเป็นเช่นนี้ ในปี 2549 จะมีขยะมูลฝอยที่เข้ามากำจัดประมาณ 436 ตัน/วัน ดังนั้นจึงต้องเพิ่มขนาดของโรงเผาขยะให้รองรับขยะมูลฝอยให้ได้ไม่น้อยกว่า 500 ตัน/วัน ในปี 2549 ต่อไป สำหรับปริมาณขยะมูลฝอยในเทศบาลนครภูเก็ตมีการเปลี่ยนแปลง ดังรูปที่ ก.1



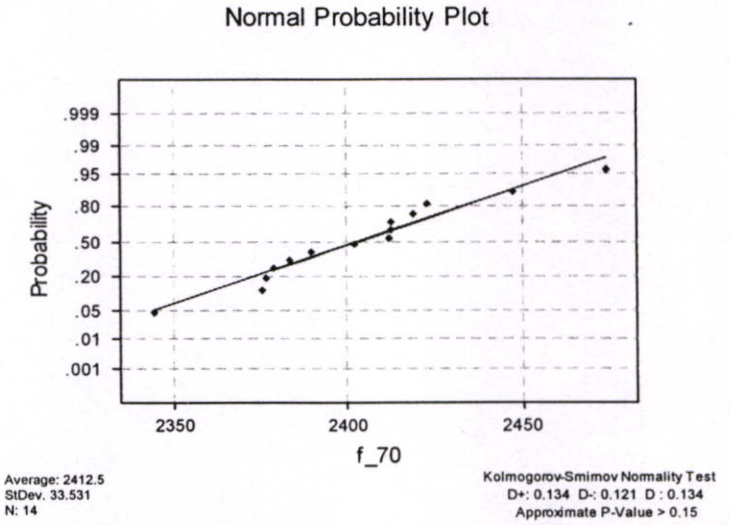
รูปที่ ก.1 ปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ตประจำปีงบประมาณ 2541-2547

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล

การวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล

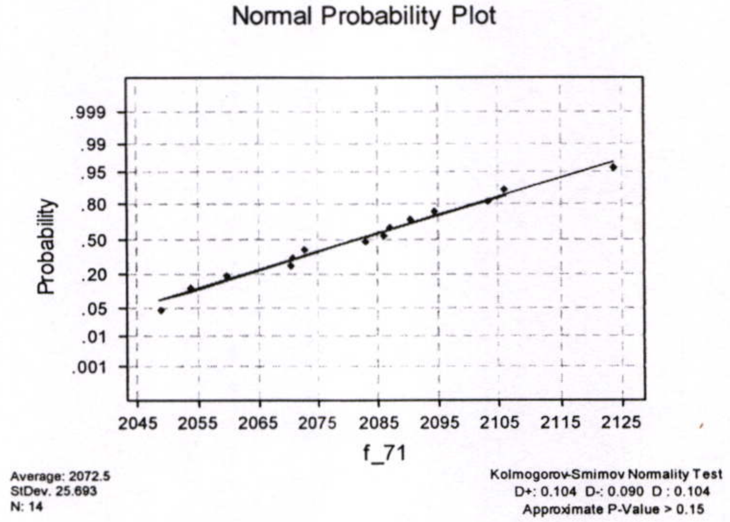
1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 70



รูปที่ ข. 1 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 70

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 70 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2412.5 และ 33.531 ตามลำดับ

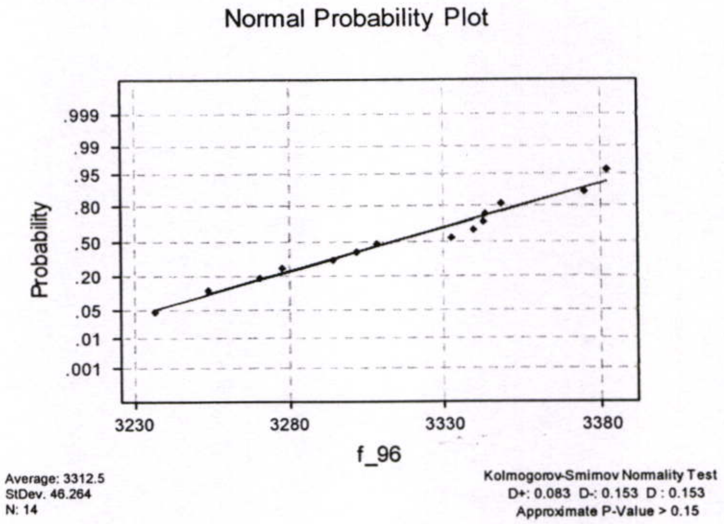
2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 71



รูปที่ ข. 2 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรกของรถ ทบ. 71

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 71 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2072.5 และ 25.693 ตามลำดับ

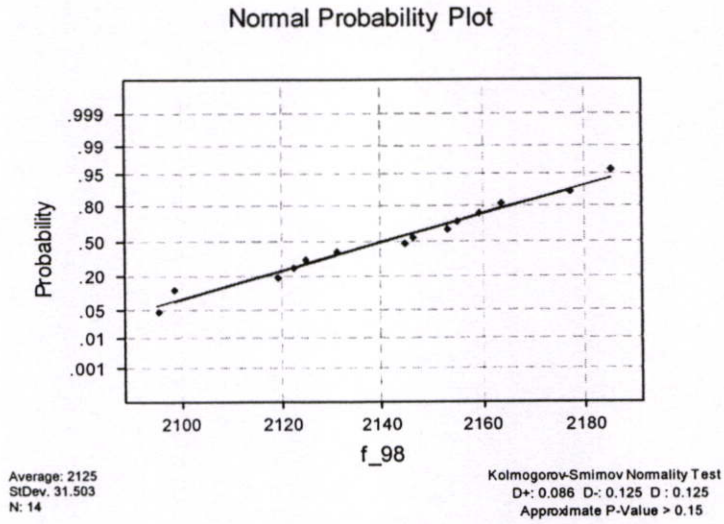
3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 96



รูปที่ ข. 3 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 96

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 96 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3312.5 และ 46.264 ตามลำดับ

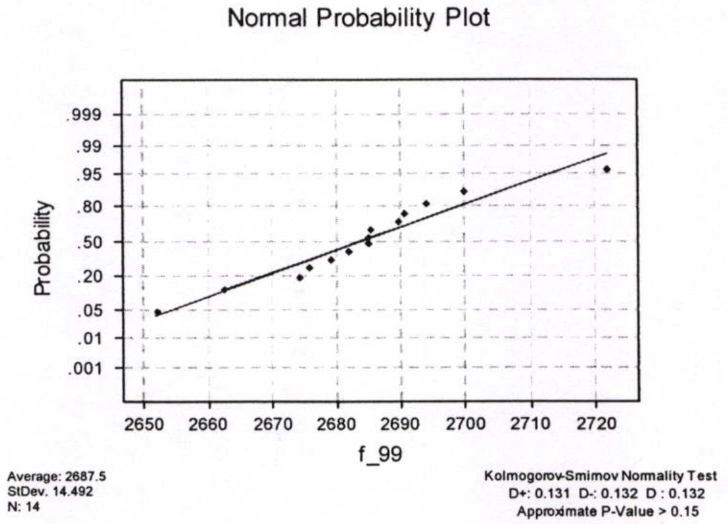
4. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 98



รูปที่ ข. 4 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 98

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 98 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2125 และ 31.503 ตามลำดับ

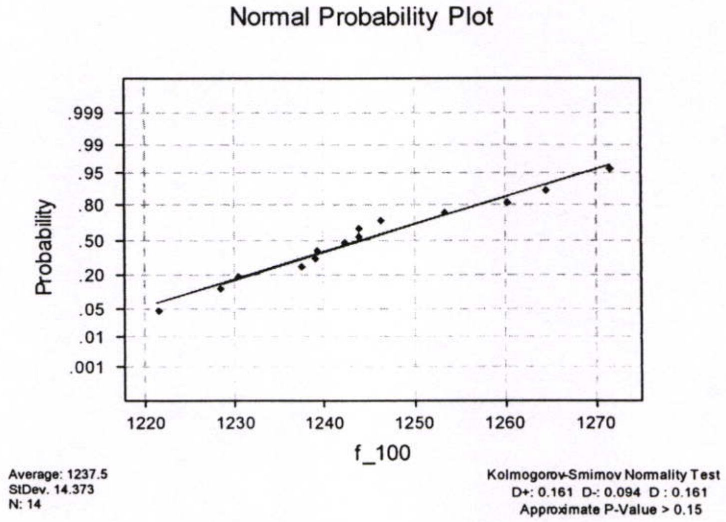
5. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 99



รูปที่ ข. 5 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 99

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 99 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2687.5 และ 14.492 ตามลำดับ

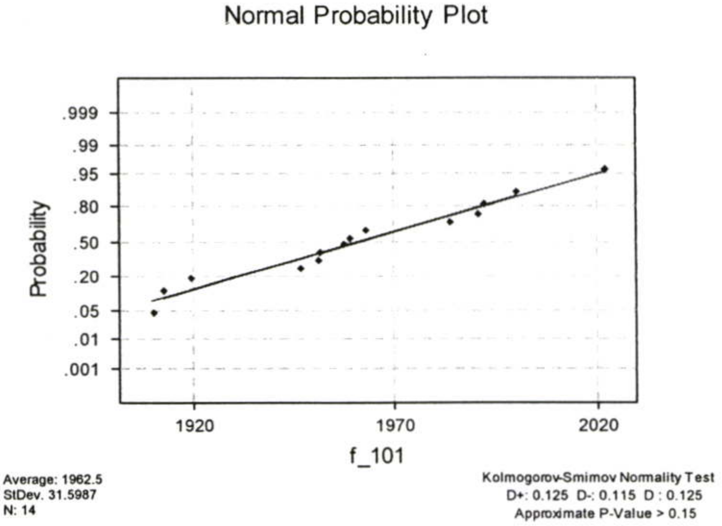
6. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 100



รูปที่ ข. 6 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 100

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 100 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1237.5 และ 14.373 ตามลำดับ

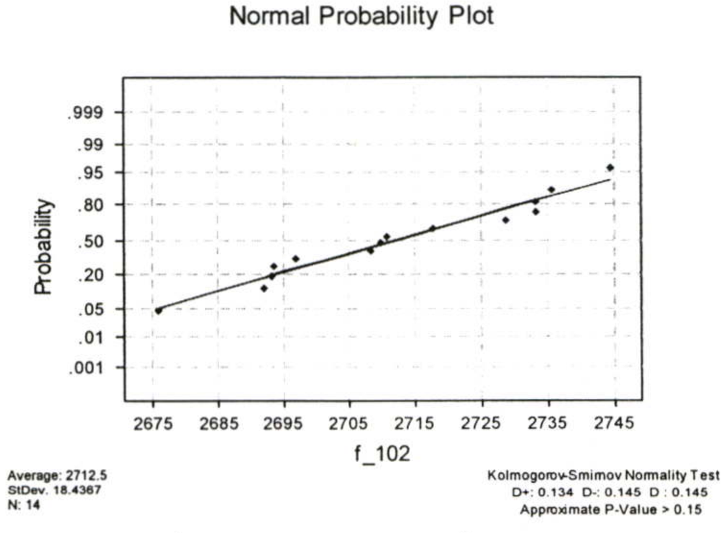
7. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 101



รูปที่ ข. 7 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 101

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 101 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1962.5 และ 31.5987 ตามลำดับ

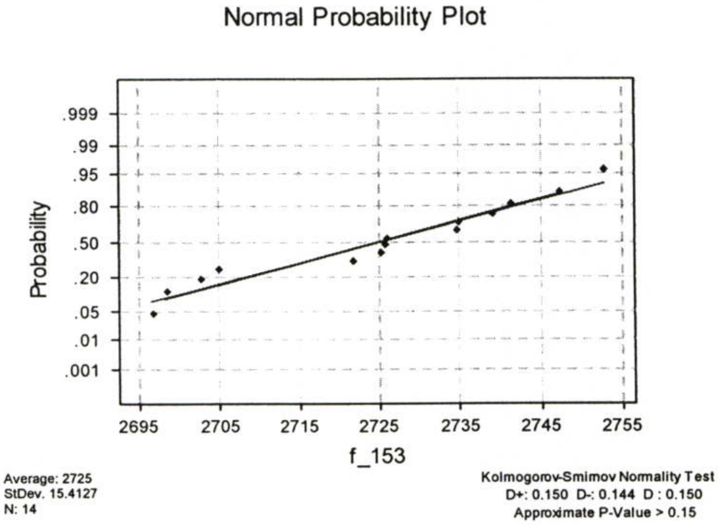
8. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 102



รูปที่ ข. 2 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 102

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 102 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2712.5 และ 18.4367 ตามลำดับ

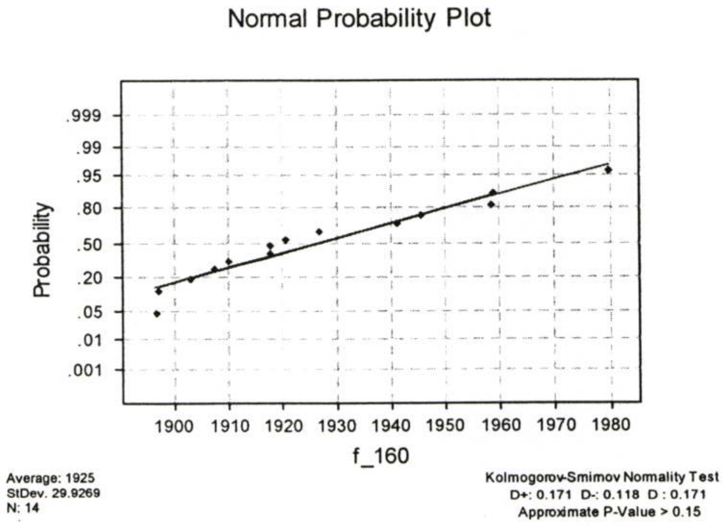
9. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 153



รูปที่ ข. 9 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 153

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 153 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2725 และ 15.4127 ตามลำดับ

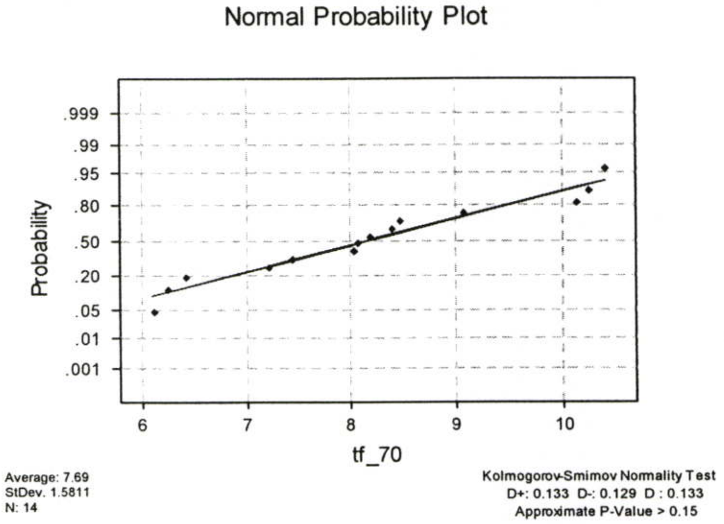
10. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 160



รูปที่ ข. 10 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 160

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 160 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1925 และ 29.9269 ตามลำดับ

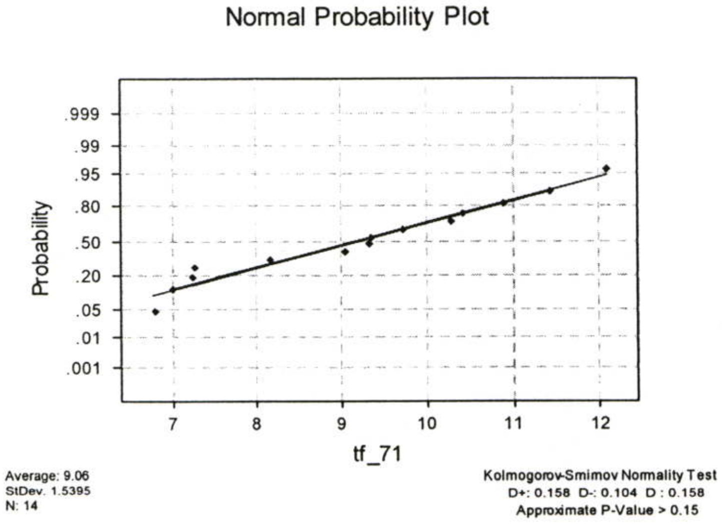
11. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 70



รูปที่ ข. 11 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 70

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 70 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.69 และ 1.5811 ตามลำดับ

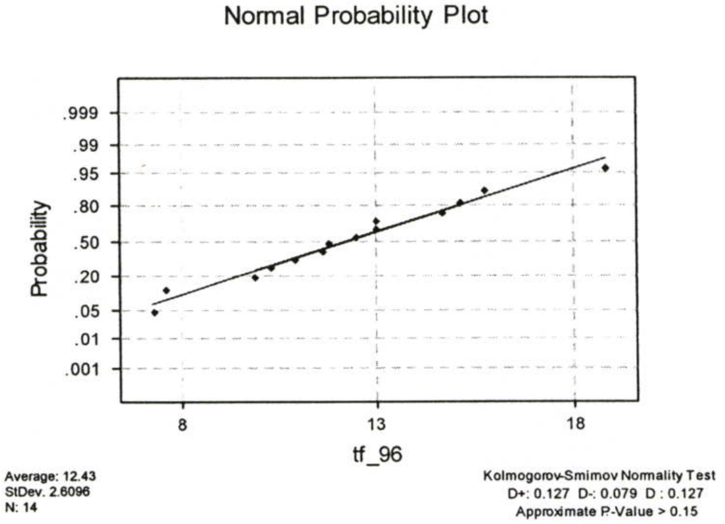
12. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 71



รูปที่ ข. 12 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 71

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 70 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.06 และ 1.5395 ตามลำดับ

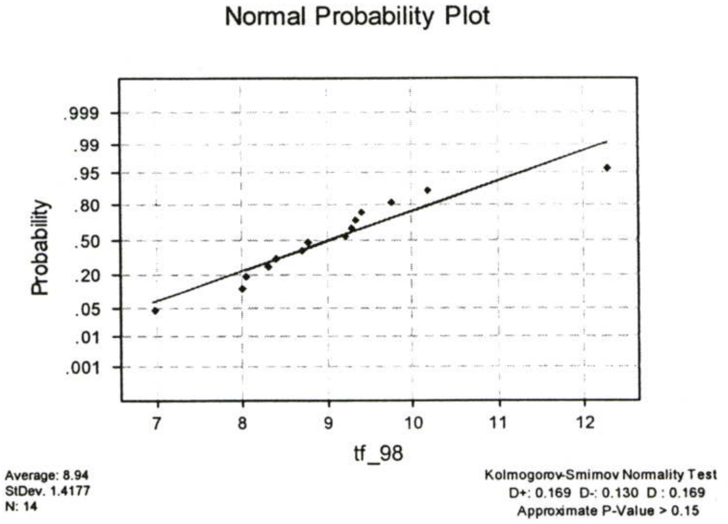
13. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 96



รูปที่ ข. 13 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 96

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ.96 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.43 และ 2.6096 ตามลำดับ

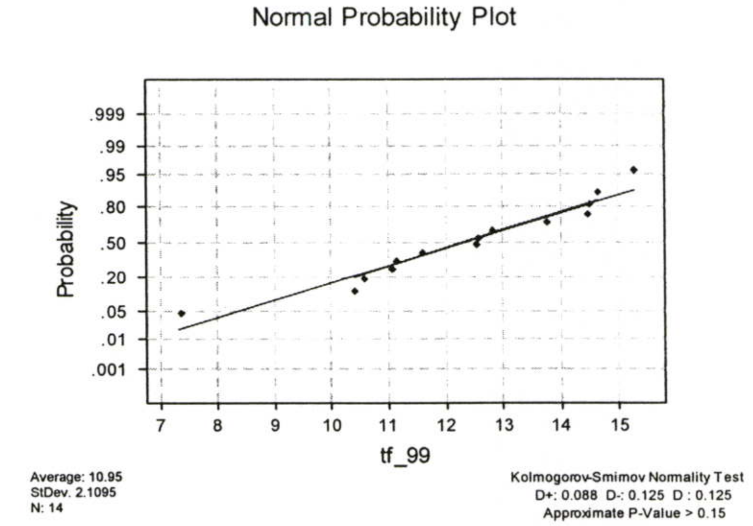
14. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 98



รูปที่ ข. 14 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 98

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 98 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.94 และ 1.4177 ตามลำดับ

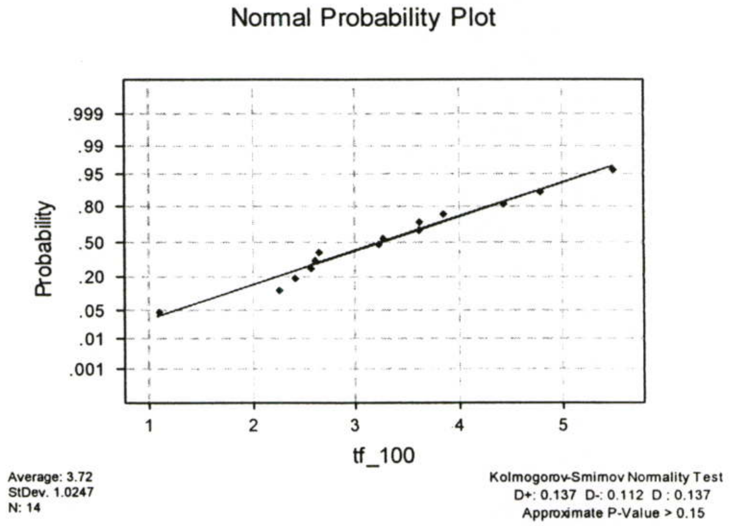
15. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 99



รูปที่ ข. 15 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 99

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ.99 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.95 และ 2.1095 ตามลำดับ

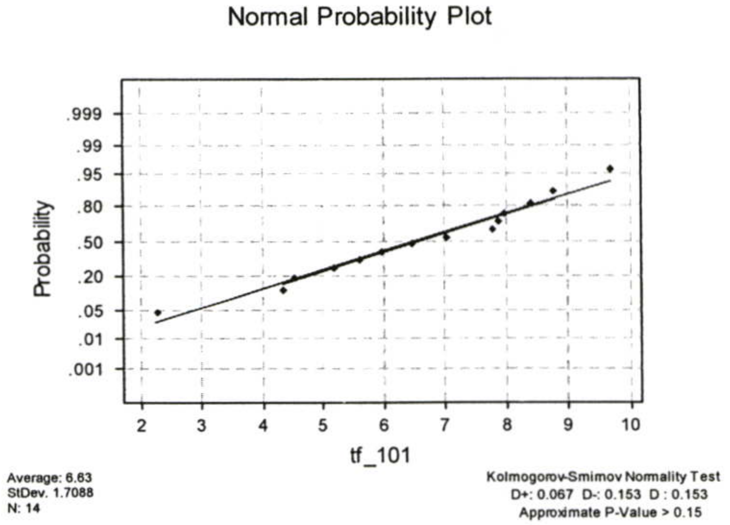
16. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 100



รูปที่ ข. 16 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 100

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 100 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.72 และ 1.0247 ตามลำดับ

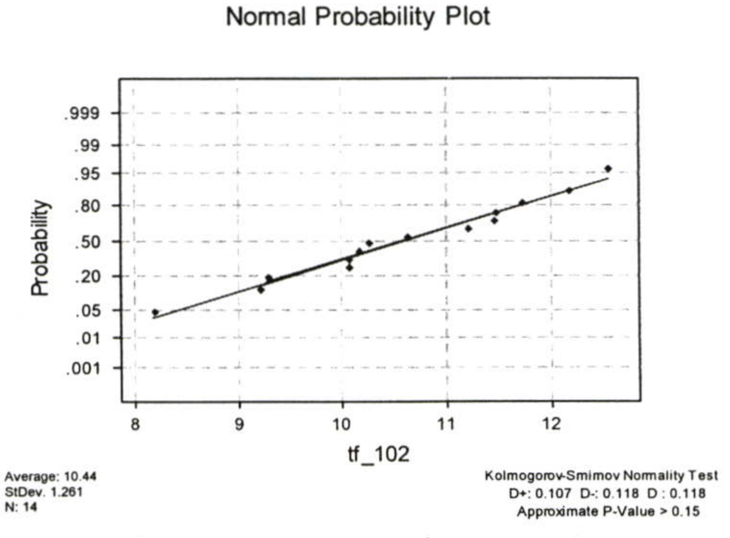
17. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 101



รูปที่ ข. 17 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 101

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 101 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.63 และ 1.7088 ตามลำดับ

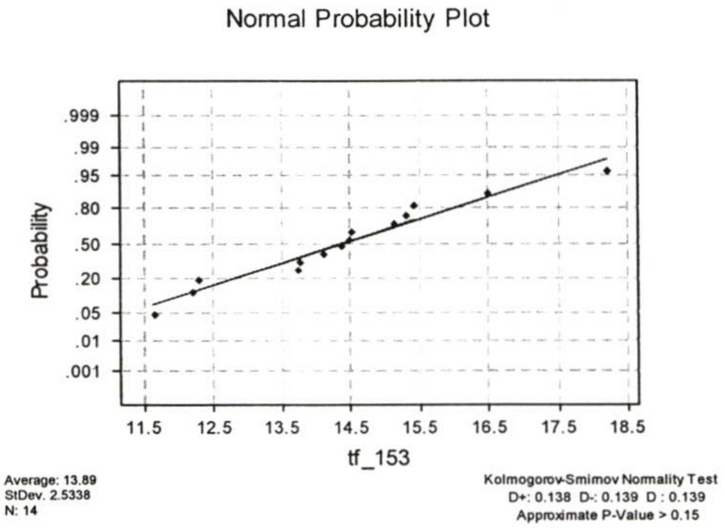
18. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 102



รูปที่ ข. 18 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 102

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ.102 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.44 และ 1.261 ตามลำดับ

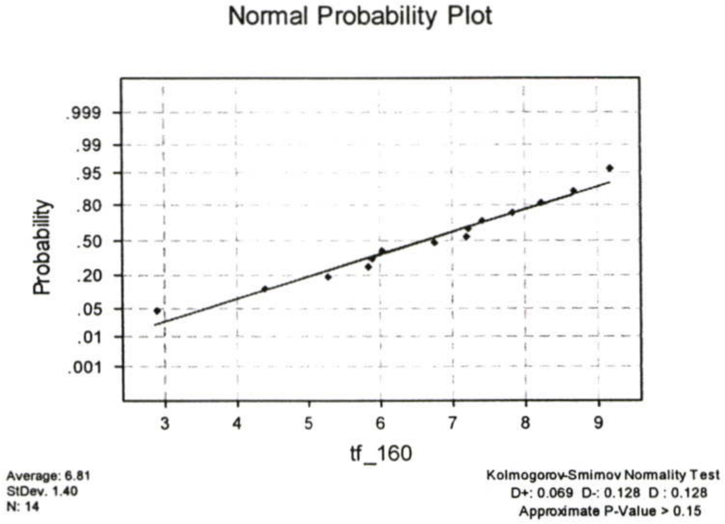
19. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 153



รูปที่ ข. 19 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 153

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ.153 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.89 และ 2.5338 ตามลำดับ

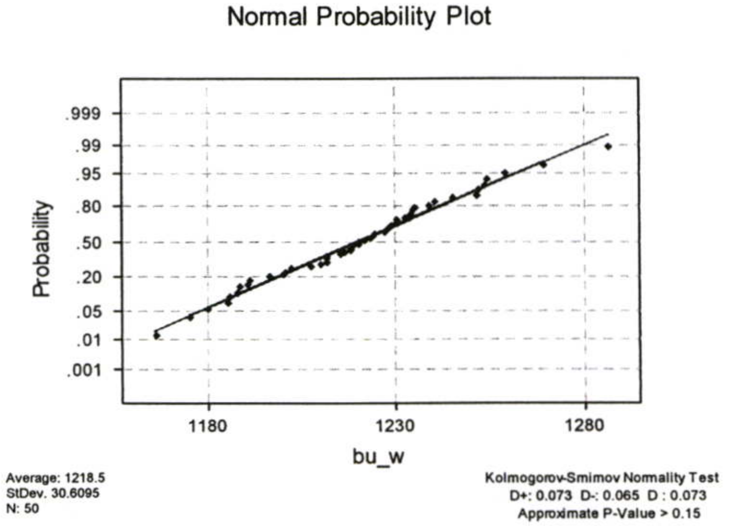
20. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 160



รูปที่ ข. 20 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถ ทบ. 160

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่จอดรถถึงจุดเก็บขนจุดแรก ของรถรหัส ทบ. 160 มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.81 และ 1.40 ตามลำดับ

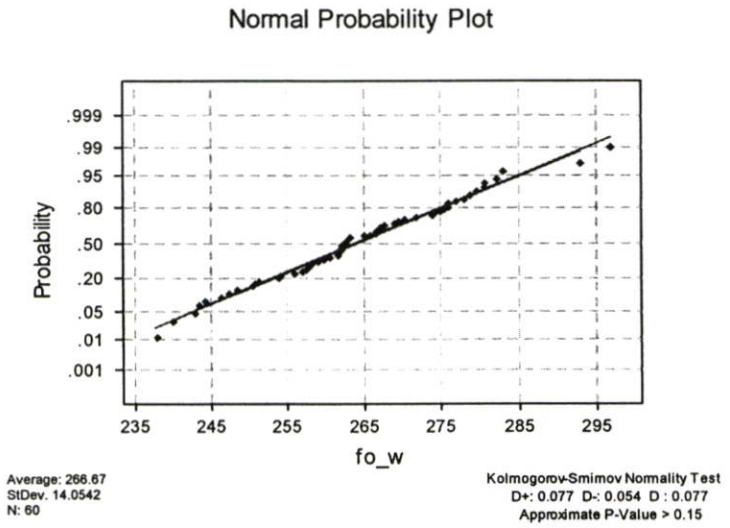
21. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทอาคารพาณิชย์



รูปที่ ข. 21 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทอาคารพาณิชย์

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทอาคารพาณิชย์ มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1218.5 และ 30.6095 ตามลำดับ

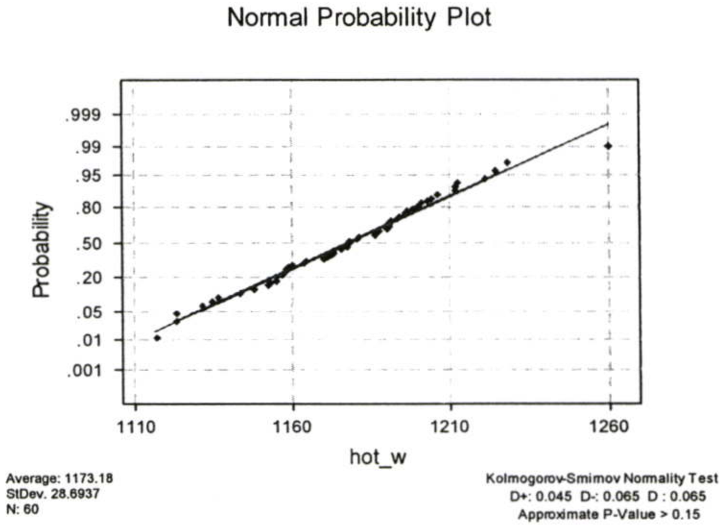
22. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทร้านอาหาร



รูปที่ ข. 22 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทร้านอาหาร

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทตลาดสด มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 266.67 และ 14.0542 ตามลำดับ

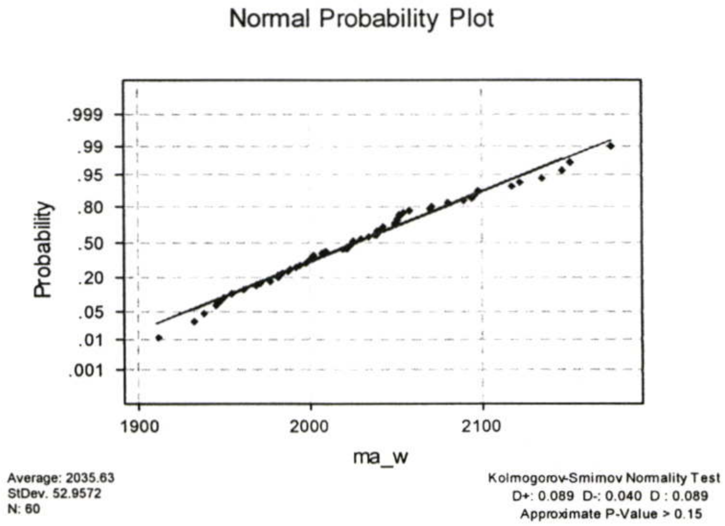
23. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทโรงแรม



รูปที่ ข. 23 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทโรงแรม

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทโรงแรม มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1173.18 และ 28.6937 ตามลำดับ

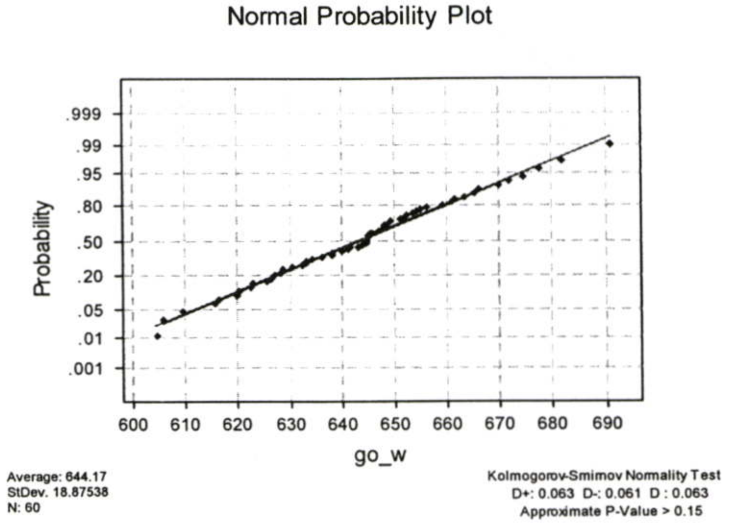
24. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทตลาดสด



รูปที่ ข. 24 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทตลาดสด

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทตลาดสด มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2035.63 และ 52.9572 ตามลำดับ

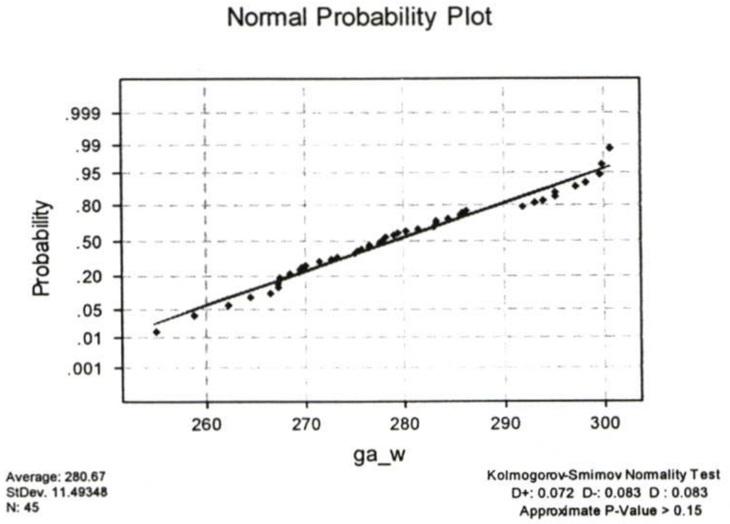
25. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทสถานที่ราชการ



รูปที่ ข. 25 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทสถานที่ราชการ

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทสถานที่ราชการ มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 644.17 และ 18.87538 ตามลำดับ

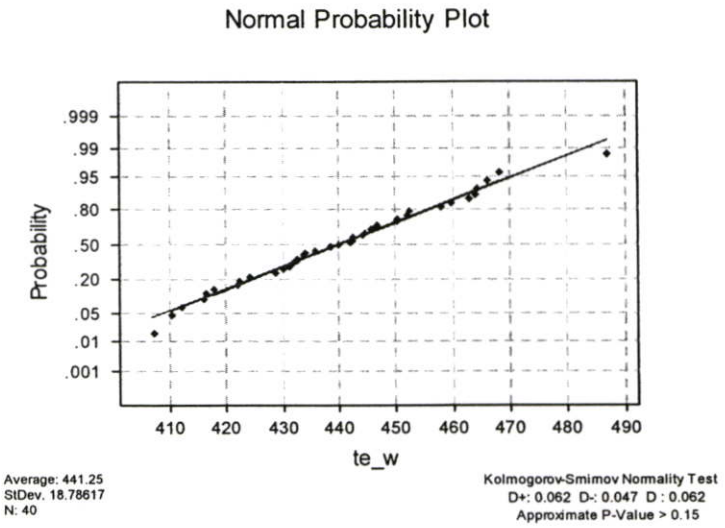
26. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ



รูปที่ ข. 26 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 280.67 และ 11.49348 ตามลำดับ

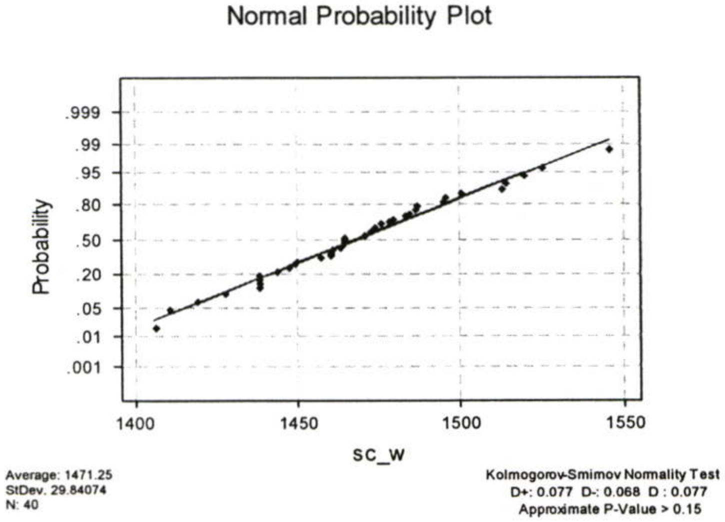
27. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทศาสนสถาน



รูปที่ ข. 27 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทศาสนสถาน

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทศาสนสถาน มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 441.25 และ 18.78617 ตามลำดับ

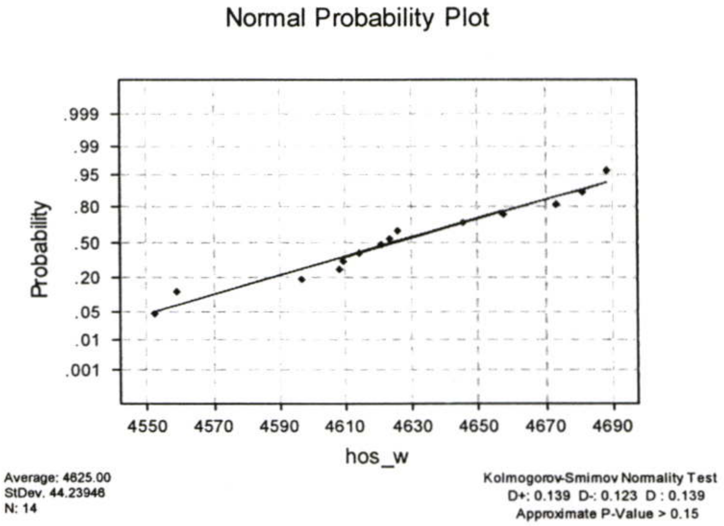
28. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทสถานศึกษา



รูปที่ ข. 28 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทสถานศึกษา

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทสถานศึกษามีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1471.25 และ 29.84074 ตามลำดับ

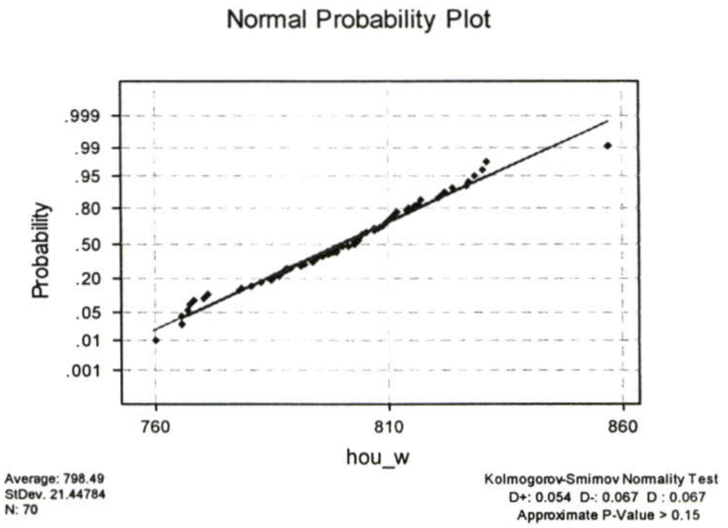
29. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทโรงพยาบาล



รูปที่ ข. 29 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทโรงพยาบาล

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทโรงพยาบาลมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4625.00 และ 44.23946 ตามลำดับ

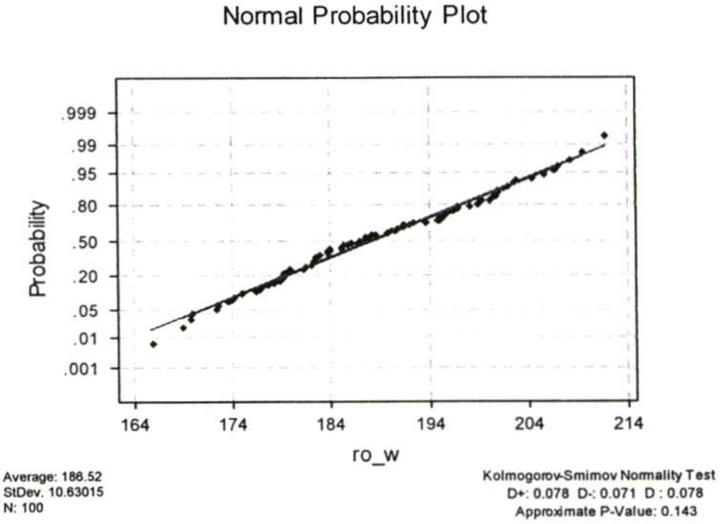
30. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทบ้านพักอาศัย



รูปที่ ข. 30 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทบ้านพักอาศัย

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทบ้านพักอาศัย มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 798.49 และ 21.44784 ตามลำดับ

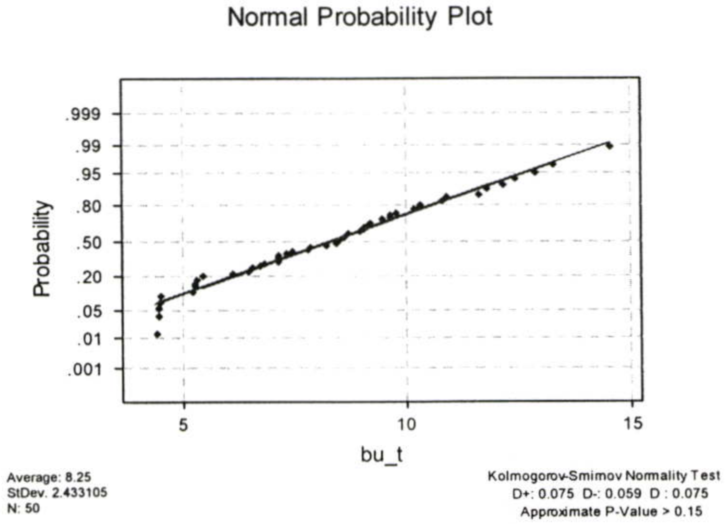
31. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทริมถนน/สวนสาธารณะ



รูปที่ ข. 31 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขนประเภทริมถนน/สวนสาธารณะ

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value = 0.143 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ณ จุดเก็บขน ประเภทริมถนน/สวนสาธารณะมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 186.52 และ 10.63015 ตามลำดับ

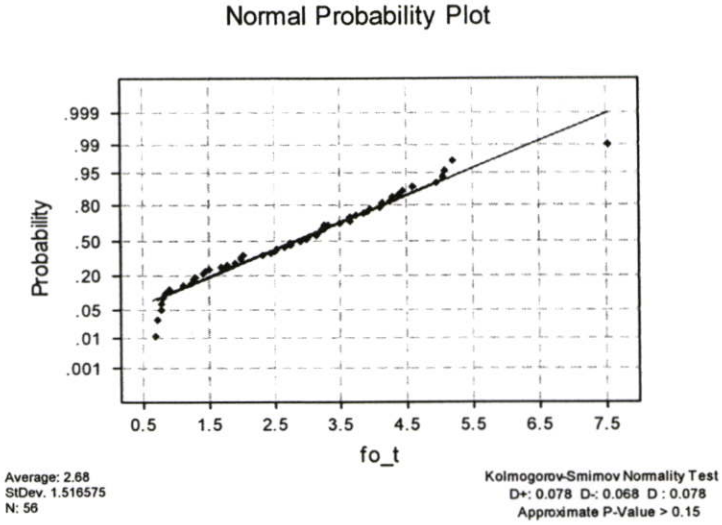
32. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทอาคารพาณิชย์



รูปที่ ข. 32 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทอาคารพาณิชย์

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทอาคารพาณิชย์ มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.25 และ 2.433105 ตามลำดับ

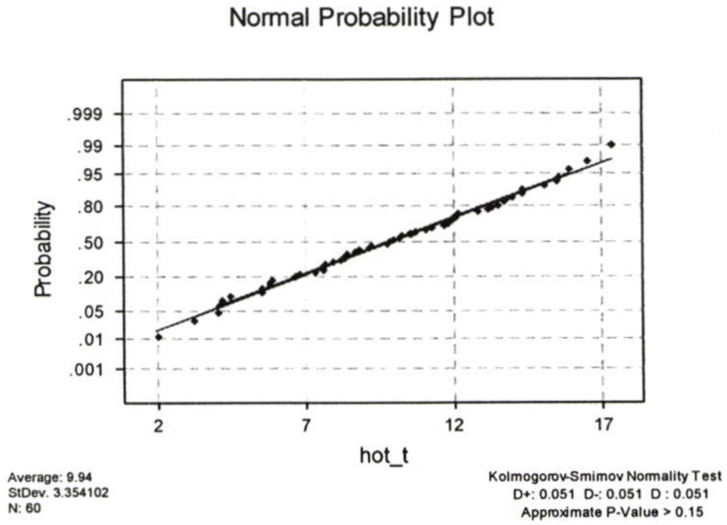
33. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทร้านอาหาร



รูปที่ ข. 33 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทร้านอาหาร

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทร้านอาหารมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.68 และ 1.516575 ตามลำดับ

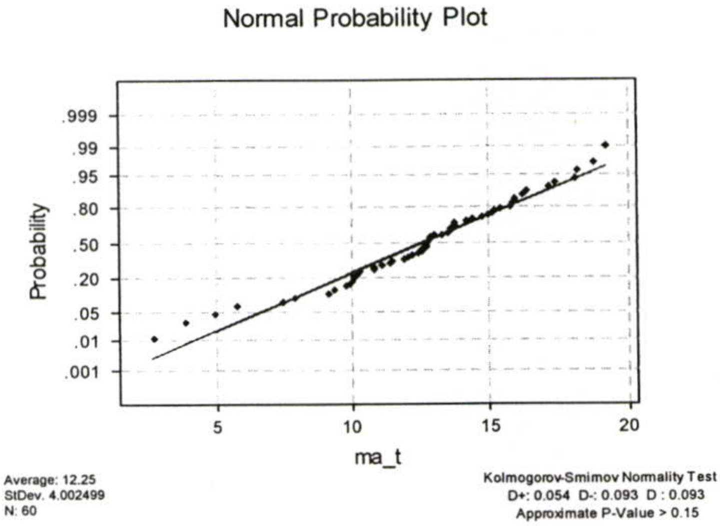
34. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทโรงแรม



รูปที่ ข. 34 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทโรงแรม

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทโรงแรม มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.94 และ 3.354102 ตามลำดับ

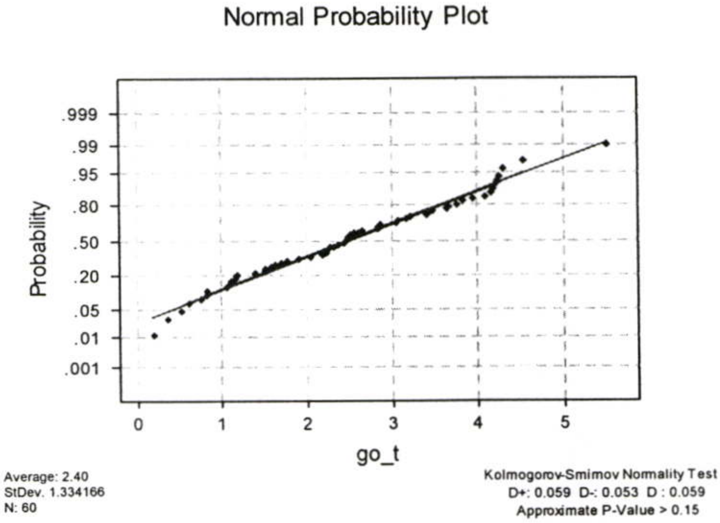
35. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทตลาดสด



รูปที่ ข. 35 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทตลาดสด

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทตลาดสด มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.25 และ 4.002499 ตามลำดับ

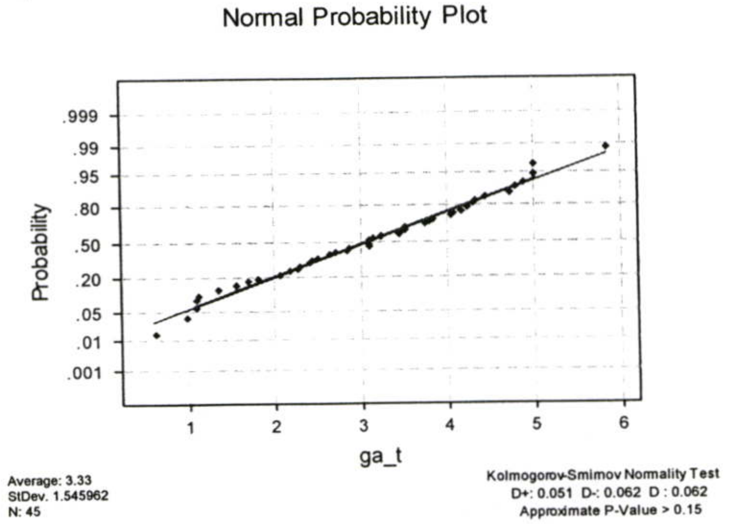
36. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทสถานที่ราชการ



รูปที่ ข. 36 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทสถานที่ราชการ

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทสถานที่ราชการ มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.40 และ 1.334166 ตามลำดับ

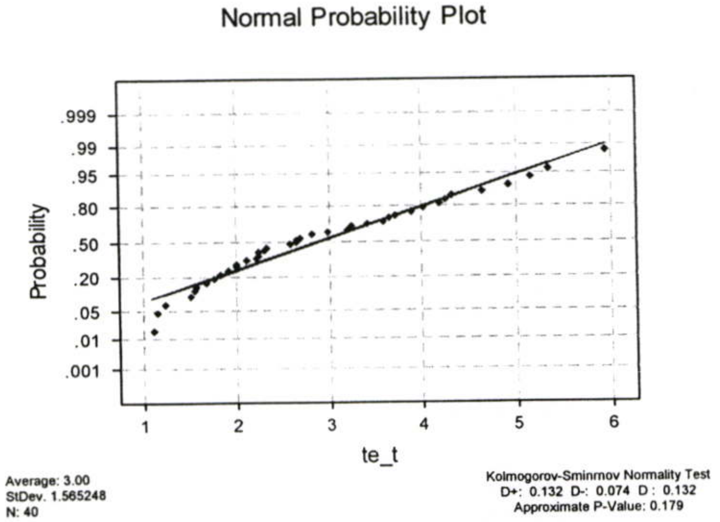
37. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ



รูปที่ ข. 37 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทปั๊มน้ำมันและอู่ซ่อมรถ มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.33 และ 1.545962 ตามลำดับ

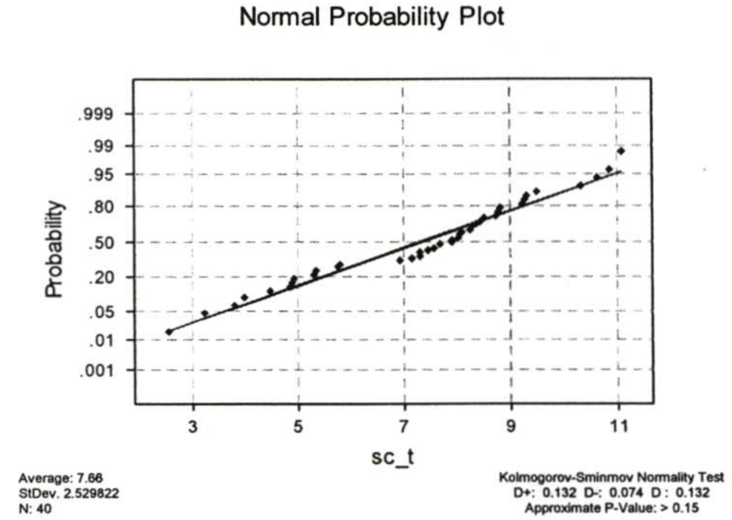
38. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทศาสนสถาน



รูปที่ ข. 38 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทศาสนสถาน

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value = 0.179 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทศาสนสถาน มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.00 และ 1.565248ตามลำดับ

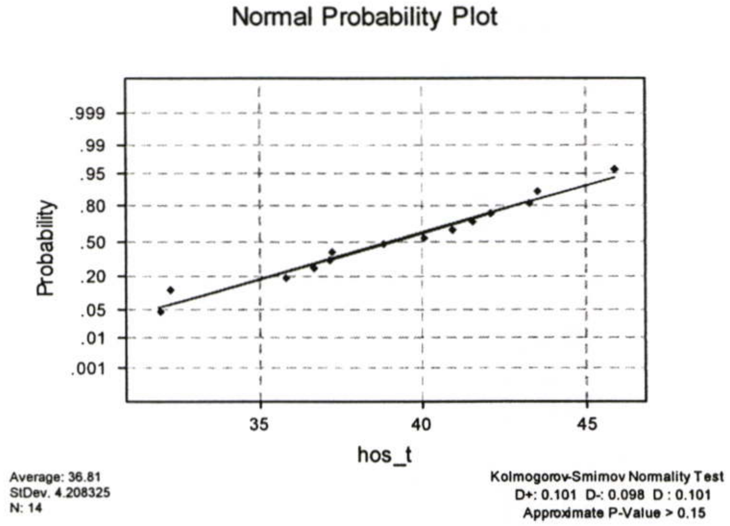
39. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทสถานศึกษา



รูปที่ ข. 39 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทสถานศึกษา

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทสถานศึกษา มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.66 และ 2.529822 ตามลำดับ

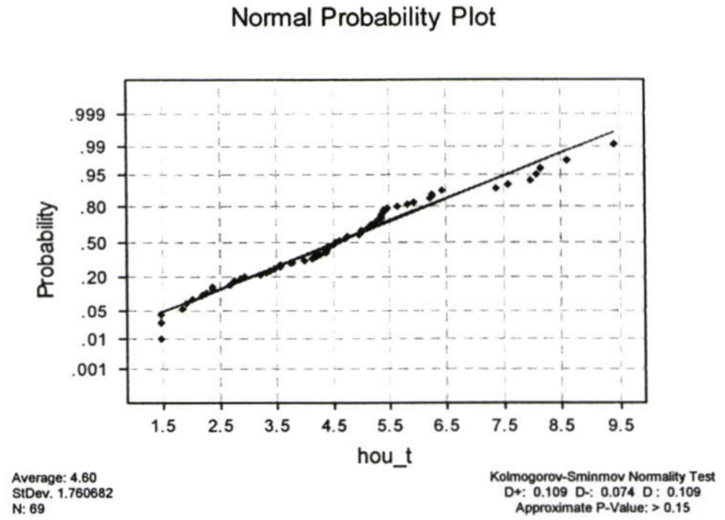
40. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทโรงพยาบาล



รูปที่ ข. 40 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทโรงพยาบาล

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทโรงพยาบาล มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 36.83 และ 4.208325 ตามลำดับ

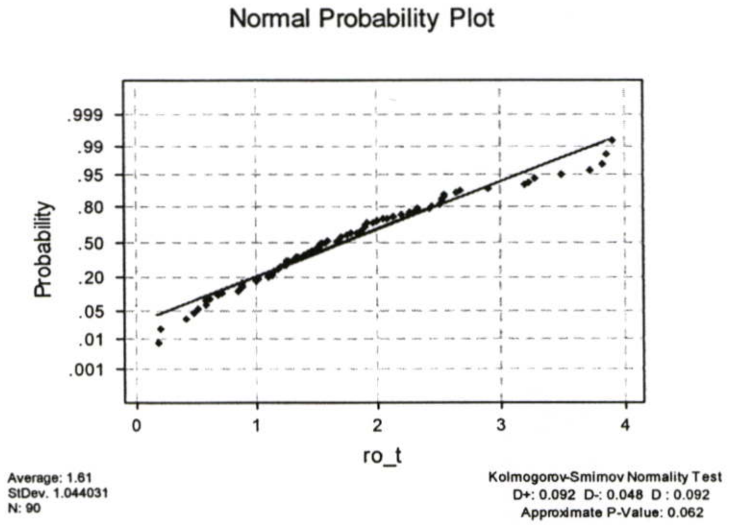
41. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทบ้านพักอาศัย



รูปที่ ข. 41 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทบ้านพักอาศัย

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทบ้านพักอาศัย มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.60 และ 1.760682 ตามลำดับ

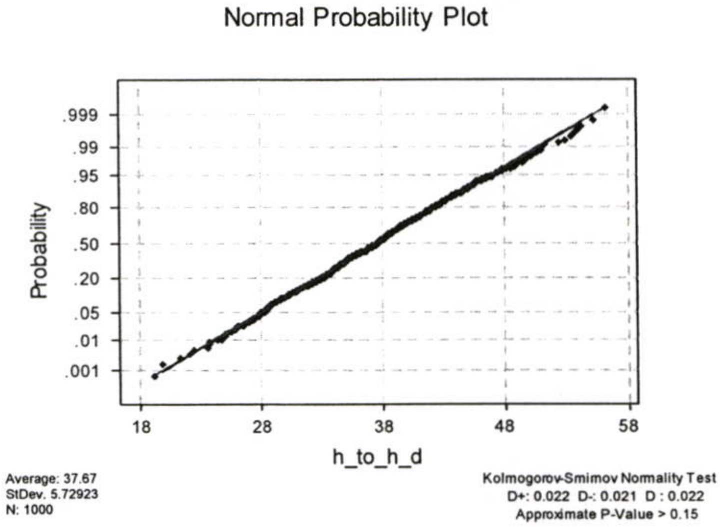
42. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทริมถนน/สวนสาธารณะ



รูปที่ ข. 42 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทริมถนน/สวนสาธารณะ

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value = 0.062 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย ณ จุดเก็บขนประเภทริมถนน/สวนสาธารณะ มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.61 และ 1.044031 ตามลำดับ

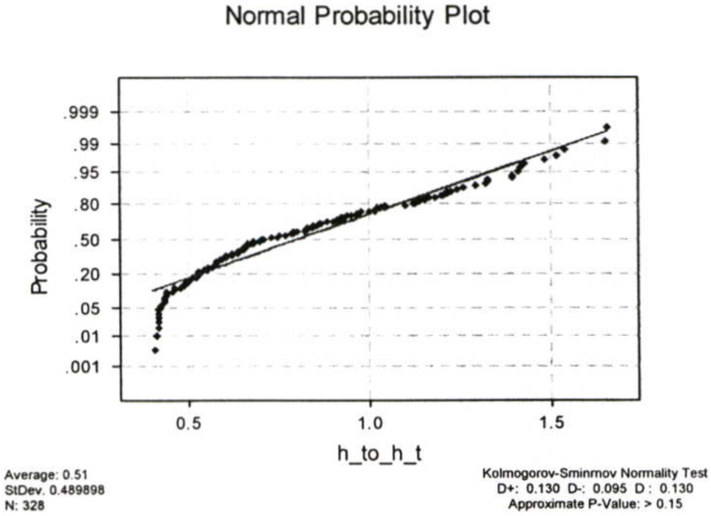
43. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน



รูปที่ ข. 43 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 37.67 และ 5.591064 ตามลำดับ

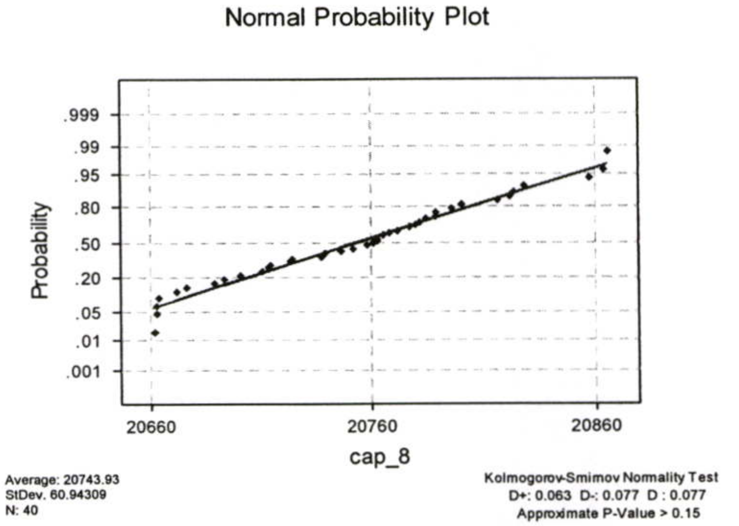
44. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน



รูปที่ ข. 44 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขน มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 และ 0.489898 ตามลำดับ

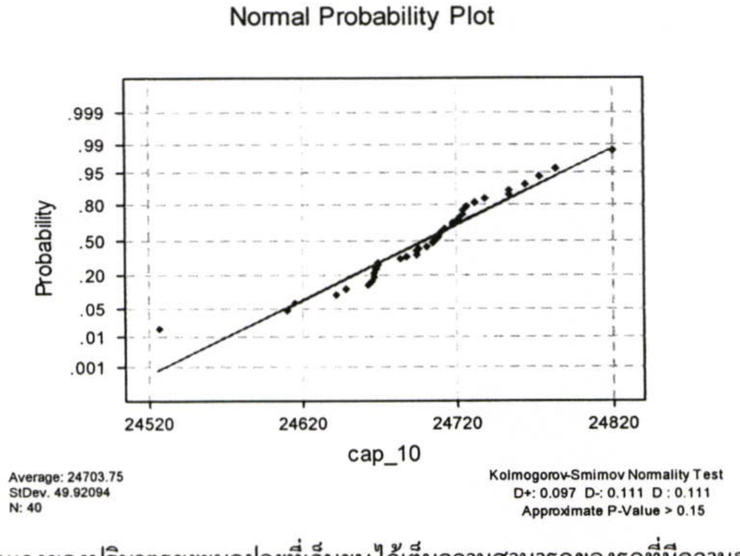
45. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีความจุ 8 ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ ข. 45 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถที่มีความจุ 8 ลูกบาศก์เมตร

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีความจุ 8 ลูกบาศก์เมตร มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 20743.93 และ 60.94309 ตามลำดับ

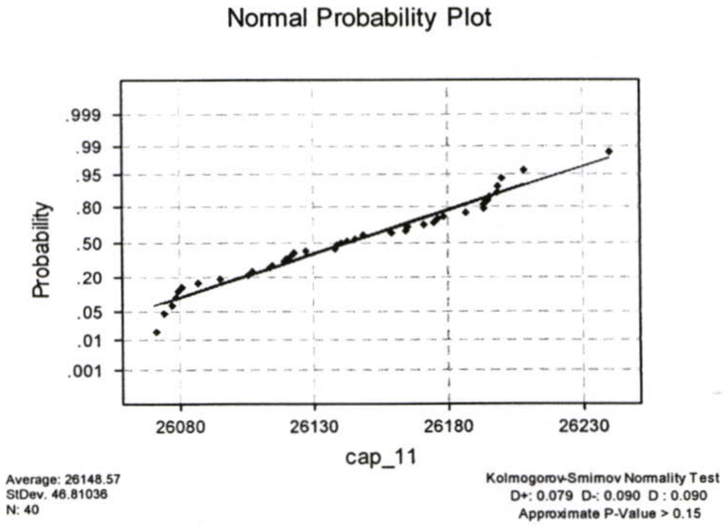
46. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีความจุ 10 ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ ข. 46 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถที่มีความจุ 10 ลูกบาศก์เมตร

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีความจุ 10 ลูกบาศก์เมตร มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 24703.75 และ 49.92094 ตามลำดับ

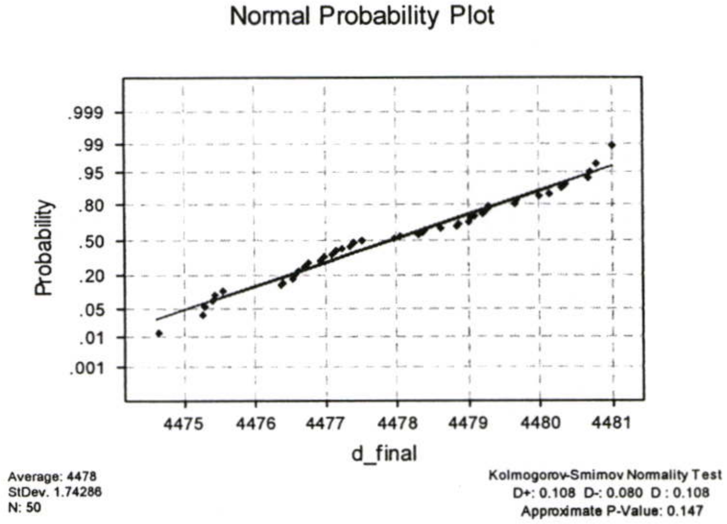
47. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีความจุ 11 ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ ข. 47 การแจกแจงของปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถที่มีความจุ 11 ลูกบาศก์เมตร

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ปริมาตรขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้เต็มความสามารถของรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีความจุ 11 ลูกบาศก์เมตร มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 26148.57 และ 46.81036 ตามลำดับ

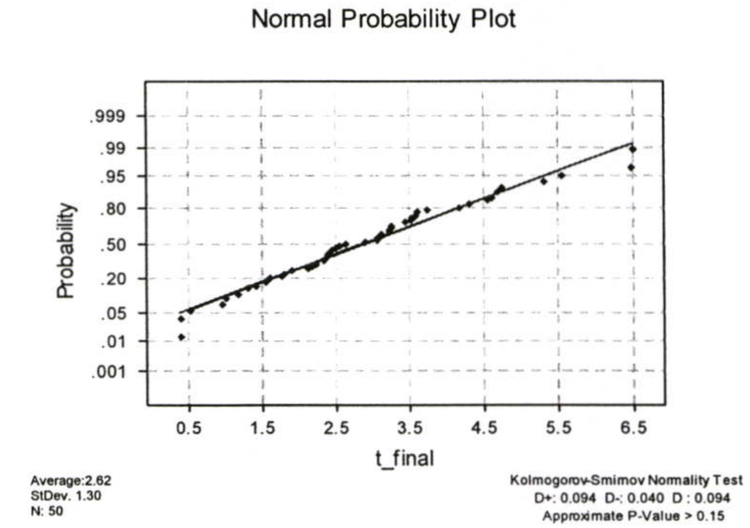
48. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด



รูปที่ ข.48 การแจกแจงของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value = 0.147 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4478 และ 1.749286 ตามลำดับ

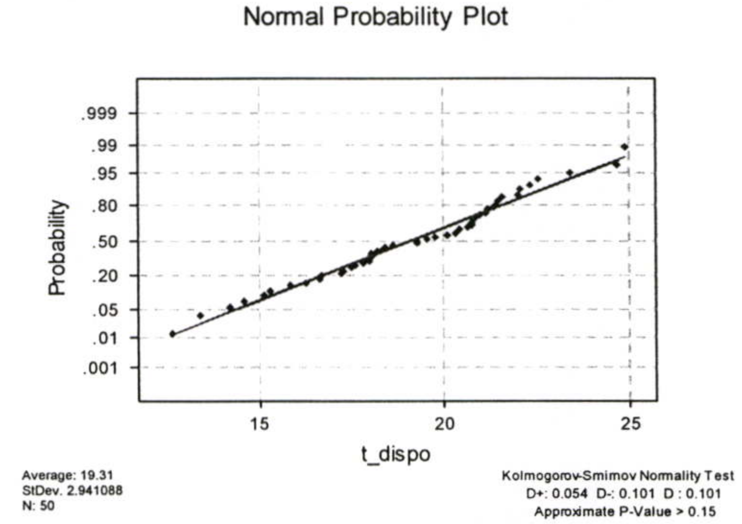
49. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด



รูปที่ ข. 49 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเก็บขนสุดท้ายไปยังสถานที่กำจัด มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.62 และ 1.3 ตามลำดับ

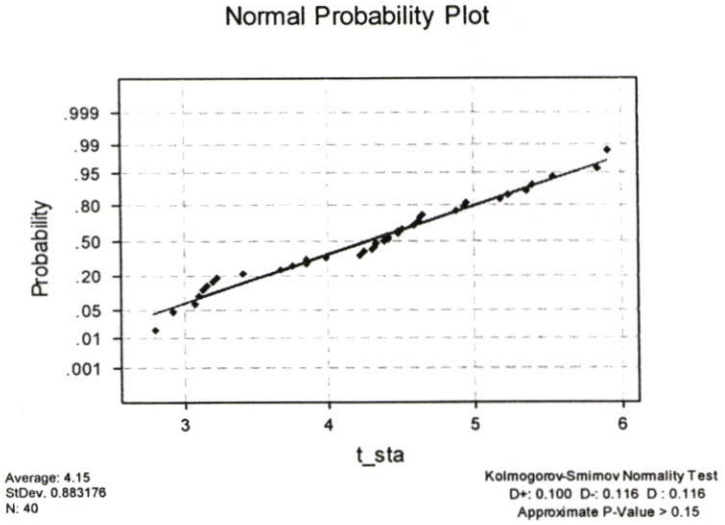
50. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในสถานที่กำจัด



รูปที่ ข. 50 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในสถานที่กำจัด

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในสถานที่กำจัด มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 19.31 และ 2.941088 ตามลำดับ

51. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ



รูปที่ ข. 51 การแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ

การตัดสินใจ พิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่า จุดต่าง ๆ มีลักษณะเรียงกันเป็นเส้นตรง และใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่า ค่า P-Value > 0.15 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่กำจัดไปยังสถานที่จอดรถ มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.15 และ 0.883176 ตามลำดับ

ภาคผนวก ค

รายละเอียดเส้นการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย

ตารางที่ ค.1 รายละเอียดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยในปัจจุบัน

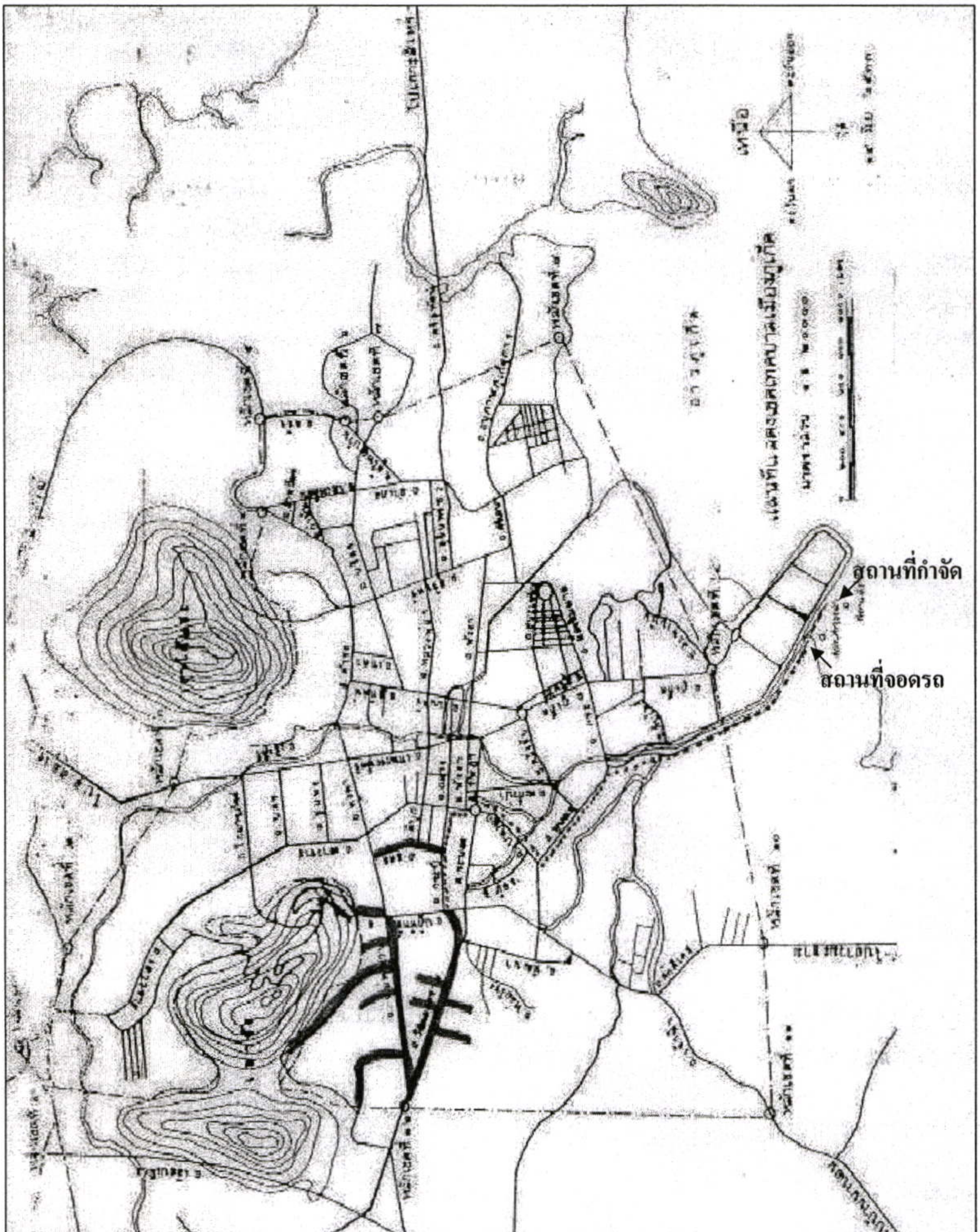
รหัสรถ (ทบ.)	เส้นทาง
70	เริ่มจาก ถ.สตูล–โรงเรียนเทศบาลปลูกปัญญา-ถ.วิชิตสงครามด้านซ้าย-ปั๊มโมบิล-ซอยวิชิตสงคราม 1, 2, 3 และ 4–โรงเรียนภูเก็ตไทยหัว– ถ.วิชิตสงครามด้านขวา-ซอยโป๊กุ่ย–ซอยแป๊ะฉุ้น- ถ.แม่หลวนด้านขวา-หมู่บ้านเอกศิริชัย-ถ.แม่หลวนด้านซ้าย– ซอยพันเทพคอนโดทาวน์ 1, 2 และ 3–ซอยสุสานเขารัง–ซอยเทพณรงค์–ซอยสุสานเขารัง-หมู่บ้านสุวรรณนาคาร-ถ.ฮ่องเหลี่ยงอุทิศ-ถ.แม่หลวน-ถ.วิชิตสงครามด้านขวา-สามแยกไฟแดง
71	เริ่มจาก ถ.เจ้าฟ้า–ปั๊มเอสโซ่– ซอยอิ่มจิตร 1, 2, 3 และ 4–ซอยยุพยงค์อุทิศ 1, 2 และ 3–เข้าสวนหลวง–ถ.เจ้าฟ้า–แยกหยี่เต้ง–เข้าหมู่บ้านจัดสรรสวนหลวงเจ้าฟ้า โครงการ 3–โรงเรียนบ้านตลาดเหนือ-ถ.ศักดิเดช–ซอย-ศักดิเดช 1–โรงแรมเอส ที พลาซ่า-ถ.ศักดิเดช–ซอยศักดิเดช 9-ซอยศักดิเดช 7–ซอยศักดิเดช 5-ซอยศักดิเดช 2, 4 และ 6 -ถ.เจ้าฟ้า–โรงเรียนดาวรุ่งวิทยา–ถ.ศักดิเดชด้านขวา–ถ.เจ้าฟ้าด้านขวา–ซอยผาสุข–ซอยอิ่มจิตร-ถ.บางกอก– หยี่เต้งคอมเพล็กซ์-ถ.บางกอก– ตลาดซีบี
96	เริ่มจาก ถ.โกมารภัจจ์-โรงเรียนวิทยาสาธิต-โรงแรมมโนราห์-โรงแรมสุขใจ-ห้องแถวเทศบาล-ถ.ปฏิพัทธ์ สี่แยกเขารัง-ซอย 131-ซอยนพคุณ – ถ.พูนผล–โรงเรียนเทศบาลเมืองภูเก็ต-ตลาดไนท์พลาซ่า-ซอยพูนผล 7-ซอยพูนผล 13-ซอยพูนผล 11-ออกซอยพูนผล 7-ถ.รัตนโกสินทร์-ตลาด 999-ถ.พูนผล-ซอยพูนผล 1-ถ.พูนผล-ตลาดไนท์พลาซ่า-บ้านพักทหารกองทัพเรือ-บ้านพักอาจารย์วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต-บ้านพักโยธาธิการ–โรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต-โรงพยาบาลสิริโรจน์ 2
98	เริ่มจาก ถ.อำเภอ-ถ.ผู้ใหญ่บ้าน-ซอยผู้ใหญ่บ้าน 5-ถ.ตรัง-ถ.ดำรง- ถ.ปะเหลียน-ซอยการ์ตูน-อัยการจังหวัด-ถ.นริศร-บ้านพักคลังจังหวัด- ถ.อำเภอ-ซอยประกัน-สังคม-ถ.ดำรง-เข้าค่ายลูกเสือ-ชุมชนหลังศาลากลาง-ถ.โต๊ะแซะ-ถ.ดำรง-โรงเรียนพิบูลสวัสดี-ศาลากลาง-ถ.ดำรง-ถ.กำนัน-ถ.นริศร-จวนผู้ว่าราชการ-แขวงการทาง-สาธารณสุขจังหวัด- ถ.สุรินทร์-ชุมชนหลังหอประชุม-สี่แยกสุวรรณน้ำแข็ง-ซอยสุรินทร์ 3-ถ.หลวงพ่อ-โรงแรมภูเก็ตรีโซเทล-อาคารวานิชพลาซ่า-โรงเรียนกาญ-จนวัฒน์-หมู่บ้านกุลวดี-ถ.สุรินทร์-ซอยสุรินทร์ 1, 2 และ 3 – สี่แยกสุวรรณ-ถ.หลวงพ่อ
99	เริ่มจาก ถ.บางกอก แยกพูนผล– ซอยสุ่ยหลง-บางกอก ซอย 6- ซอย 4 – ถ.บางกอก -ถ.ระนอง-ซอยภูธร-ซอยวิบูลย์รังสรรค์-ถ.ระนอง-ถ.พัฒนา- ซอยพัฒนา 4-ซอยหล่อโรง-ซอยพัฒนา 6– ถ.พัฒนา-ซอยภูธร-สี่แยกจุ้ยตุ่ย-ถ.บางกอก-ภูเก็ตช้อป-

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

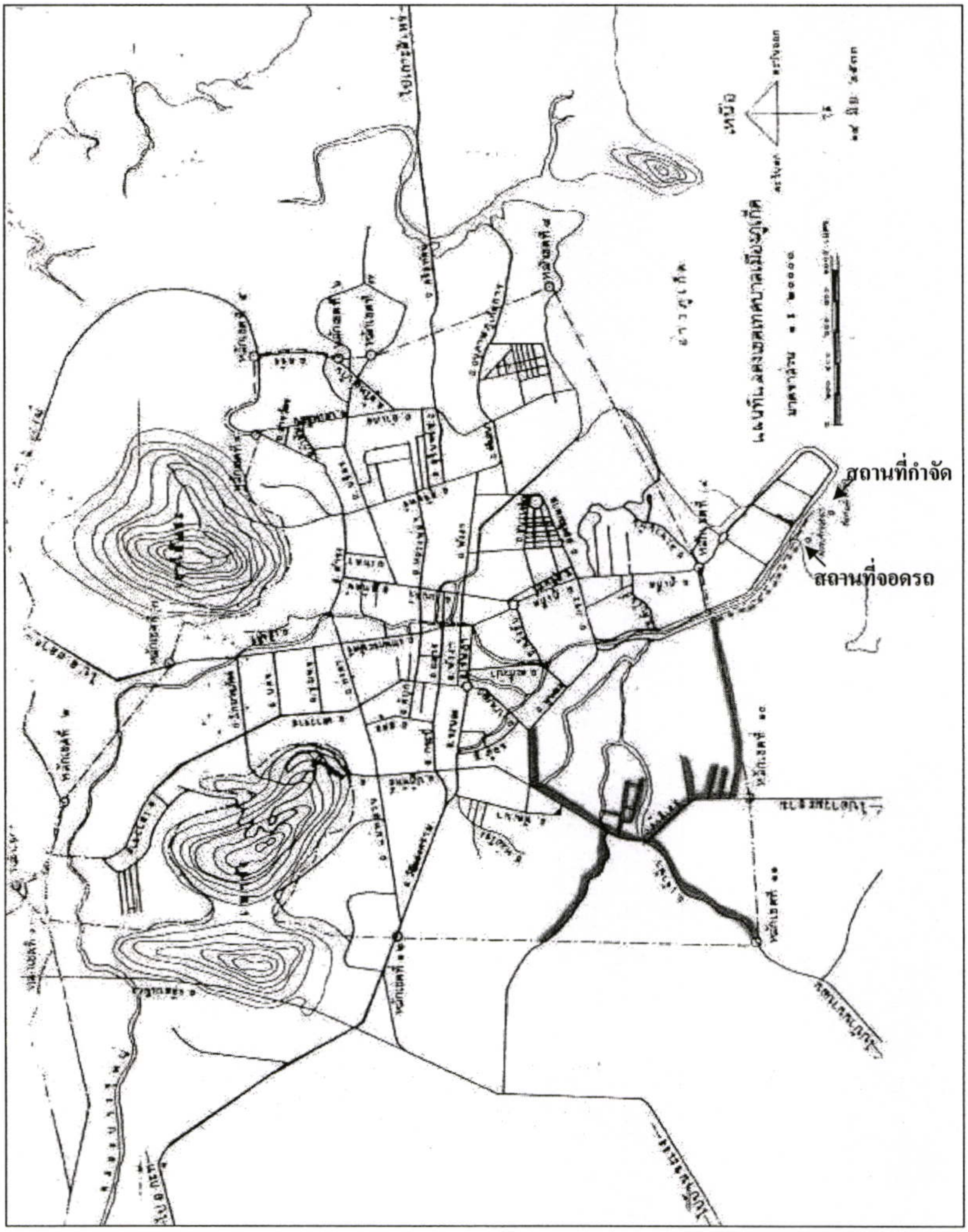
รหัสรถ (ทบ.)	**เส้นทาง**
99 (ต่อ)	ปิ้งเซ็นเตอร์-ถ.ปฏิพัทธ์จากแยกจุ้ยตุ่ย- สี่แยกเขารัง-สี่แยกอำเภอ-ถ.แม่หลวน-หน้าที่ว่าการอำเภอ
100	เริ่มจาก ถ.กระ –ชุมชน 40 ห้อง-สะพานกอจ๊าน-ถ.ตลิ่งชัน-ซอยฮับเอก 1 –ถ.กระ-โรงแรมภูเก็ตอินน์-ซอยดับเพลิง-ชุมชน 40 ห้อง-ซอยต้นโพธิ์-ถ.ภูเก็ต-ซอยกอไผ่-ซอยแสนสุข 2-ซอยแสนสุข 1-ศาลเจ้าบางเหนียว-กองกำกับการตำรวจน้ำ-แยกสะพานหิน-วิทยาลัยชุมชนภูเก็ต-วงเวียนรูปหอย-วังปลาและห้องแถว-เข้าวิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต-ถ.ภูเก็ตหน้าวิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต-โรงเรียนบางเหนียว-ถ.ตะกั่วทุ่ง-ศาลเจ้าพ่อต้อ-ถ.กระ-สี่แยกบางเหนียว-ถ.ภูเก็ต-ซอยฮับเอก 2-วงเวียนหอนาฬิกา-วนกลับ-ถ.ภูเก็ต-หน้าร้านนายอินทร์
101	เริ่มจาก ถ.ภูเก็ต-ซอยธรรมโสภา (ซินฮ่องซุ่ย)-ถ.รัษฎาด้านขวา-ถ.ตะกั่วป่า-ถ.รัษฎา-ซอยประดิษฐ์-วงเวียนน้ำพุ-ถ.เยาวราช-ถ.ถลาง-ถ.เยาวราช-ถ.กระบี่-ถ.เยาวราช-โรงแรมเมอร์ลิน-ถ.ทุ่งคาด้านซ้าย-ถ.ดำรง-โรงเรียนสตรีภูเก็ต-ถ.ดำรงด้านซ้าย-ถ.ดำรงด้านขวา-ซอยตาเป๊-ปั๊มเอสโซ่- ถ.ทุ่งคาด้านขวา-ถ.ดีบุก-วัดมงคลนิมิตร-ซอยข้างวัด-ถ.กระบี่-ซอยวัดขจร-ถ.ภูเก็ตด้านขวา- โรงแรมแดงพลาซ่า-ลานนวมินทร์-ถ.ตลิ่งชันด้านขวา-ซอยใจรักเลเซอร์-ถ.ตะกั่วป่า-ซอยอ่าวเก 1, 2-ถ.ตะกั่วป่าด้านซ้าย-ถ.ตะกั่วป่าด้านขวา-ถ.ตลิ่งชันด้านซ้าย-ถ.ภูเก็ตด้านซ้าย
102	เริ่มจาก ถ.มนตรี-โรงแรมมนตรี-ถ.มนตรี-ถ.นริศร-วัดควน-โรงเรียนอนุบาลภูเก็ต-ซอยนริศร 2-ถ.นริศร-ถ.สุทัศน์-ซอยสุทัศน์ 1–ซอยสุทัศน์ 2-ถ.สุทัศน์- ถ.เทพกษัตรีย์-ซอยโรงไม้เหรียญชัย-ถ.เทพกษัตรีย์-ถ.ภูเก็ต-ถ.พังงา-โรงแรมเพิร์ล- ถ.พังงา-โรงแรมเม้งหมิน-ถ.มนตรี-ถ.ดีบุก-ดีบุกอพาร์ตเมนท์- ถ.มนตรี-ถ.เทพกษัตรีย์-ซอยแม่ติ๋ม-ซอยคริสตจักร-โรงเรียนภูเก็ตเทคโนโลยี-วัดโฆษิต-ถ.ชุมพร-โรงพักสามกอง-บ้านพักครูวิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต-ถ.ชุมพร-ถ.นคร-ถ.ชุมพร-ถ.นคร-โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัย
153	เริ่มจาก ถ.ศรีเสนาด้านซ้าย-ปั๊มคาลเท็กซ์-ถ.ศรีเสนา-สี่แยกนิมิตร 2-ถ.ศรีสุทัศน์ด้านซ้าย-อู่เอราวัญ-ถ.ศรีสุทัศน์ด้านซ้าย-ถ.ศรีสุทัศน์ด้านขวา-ซอยแบคมาจิ้น-ซอยแบคมาจิ้น 1-ซอยแบคมาจิ้น 2-ถ.ศรีสุทัศน์-ซอยศรีสุทัศน์ 4-ถ.อำเภอ-ถ.ศรีเสนา-ตลาดนัดนรหัช-ซอยหัชนา 1/1-ถ.ศรีเสนา-ซอยหัชนา 2/4-ถ.ศรีเสนา-ซอยร่วมน้ำใจ-ชุมชนสะพานร่วม 2-ซอยศรี-เสนา 1 และ 11-ชุมชนสะพานร่วม 1-ซอยศรีเสนา 2, 4 และ 6-ถ.ศรีสุทัศน์-ถ.ศรีเสนา-ซอยขนาบน้ำ-ชุมชนน้ำนรหัช-ตลาด-

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

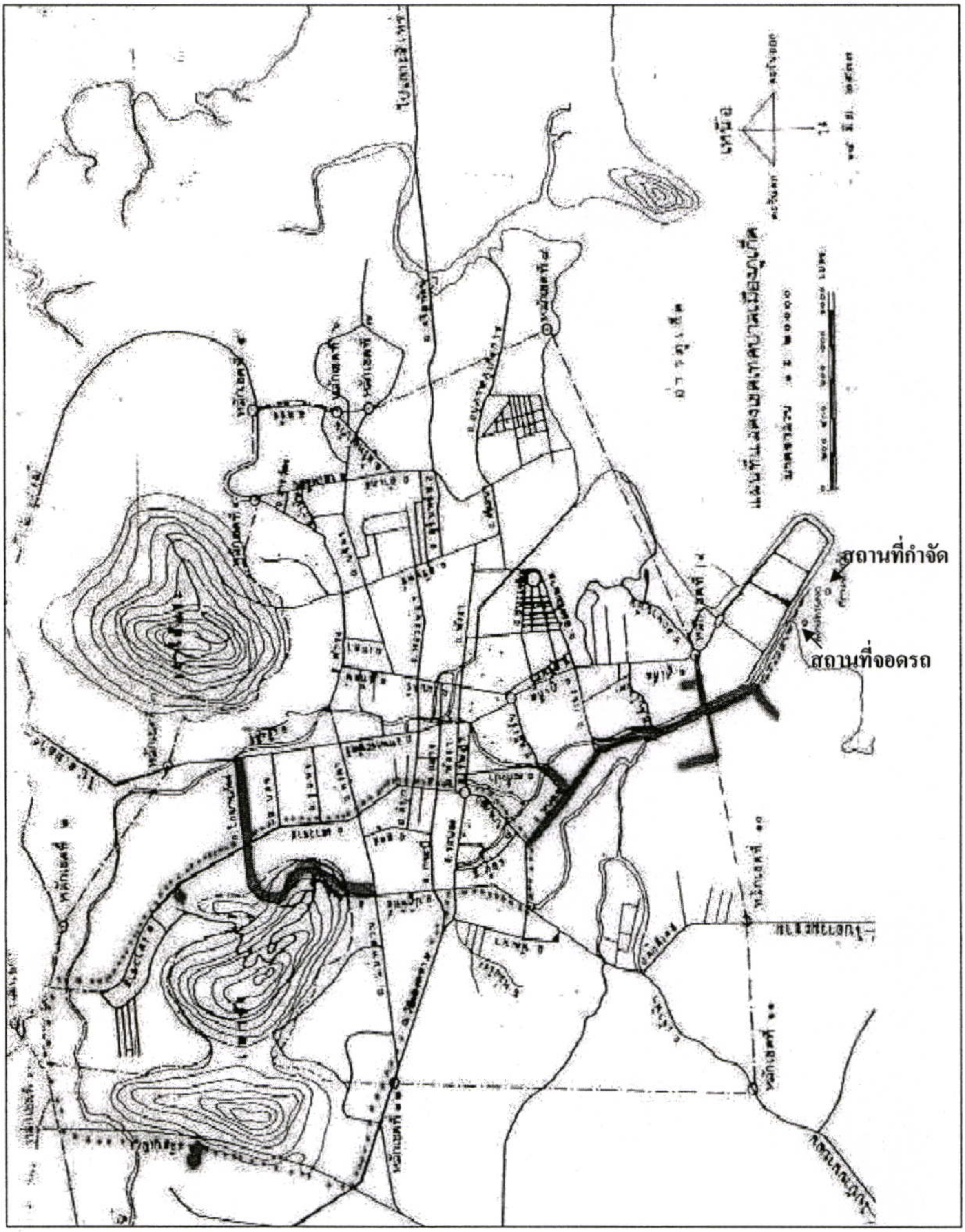
รหัสรถ (ทบ.)	**เส้นทาง**
153 (ต่อ)	ผลไม้-สะพานหิน-สามแยกทางเข้าวังปลา-สนามมวย-ซอยสะพานหิน-หน้าตลาดน้ำ-ชุมชนหาดแสนสุข-ร้านอาหารเรือนแพ-ชุมชนหาดแสนสุข-สระว่ายน้ำ-สนามฟุตบอล-ภูเก็ตซีฟู้ด-สะพานหินแนวริมสน-เวทีกลางสะพานหิน-สะพานหินริมคลอง-ศาลเจ้าเที้ยวเล้ง-สวนสาธารณะเลียบคลองบางใหญ่-สระว่ายน้ำเก่า-ตลาดสะพานหิน-โรงยิม-หลังศาลเจ้า-ศูนย์นันทนาการ-สมาคมกีฬา
160	เริ่มจาก ถ.ชนะเจริญด้านซ้าย-ถ.ดิลกอุทิศ 2-ซอยภูเก็ตการไฟฟ้า-โรงแรมเมโทรโปล-ถ.พังงา-ซอยพังงา 4-ถ.พังงา-เข้าบริษัทขนส่งจังหวัดภูเก็ต-ตลาดนัดท้ายรถเรือง-สุวรรณ-ถ.พังงา –บริษัทฮอนด้า-ถ.สุรินทร์- ถ.ว่องวงศ์-ถ.หลิมซุ่ยจู้-หลังวัดแสนสุข-ถ.อ๋องซิมผ่าย-วัดแสนสุข-ถ.อ๋องซิมผ่าย-หมู่บ้านนิมิตร ซอย 3, 1, 2 และ 4-ถ.ว่อง-วงศ์- ถ.อ๋องซิมผ่าย-สี่แยกบางเหนียว-ถ.มนตรี วงเวียนหอนาฬิกา-ถ.พังงา-ซอยพังงา 2 –หลังโรงแรมเมโทรโปล-ถ.ดิลกอุทิศ 1-โรงแรมรอยัลซิตี้-ถ.ดิลกอุทิศ 1-ถ.ชนะเจริญ-โรงแรมถาวรแกรนด์-ถ.ชนะเจริญด้านขวา-ซอยสุรินทร์-ถ.ดิลกอุทิศ 2-ศูนย์การค้าโอเชี่ยน-โรงหนังพาราไดซ์-ถ.วีระพงศ์หงษ์หยก-ร้านพิซซ่าฮัท



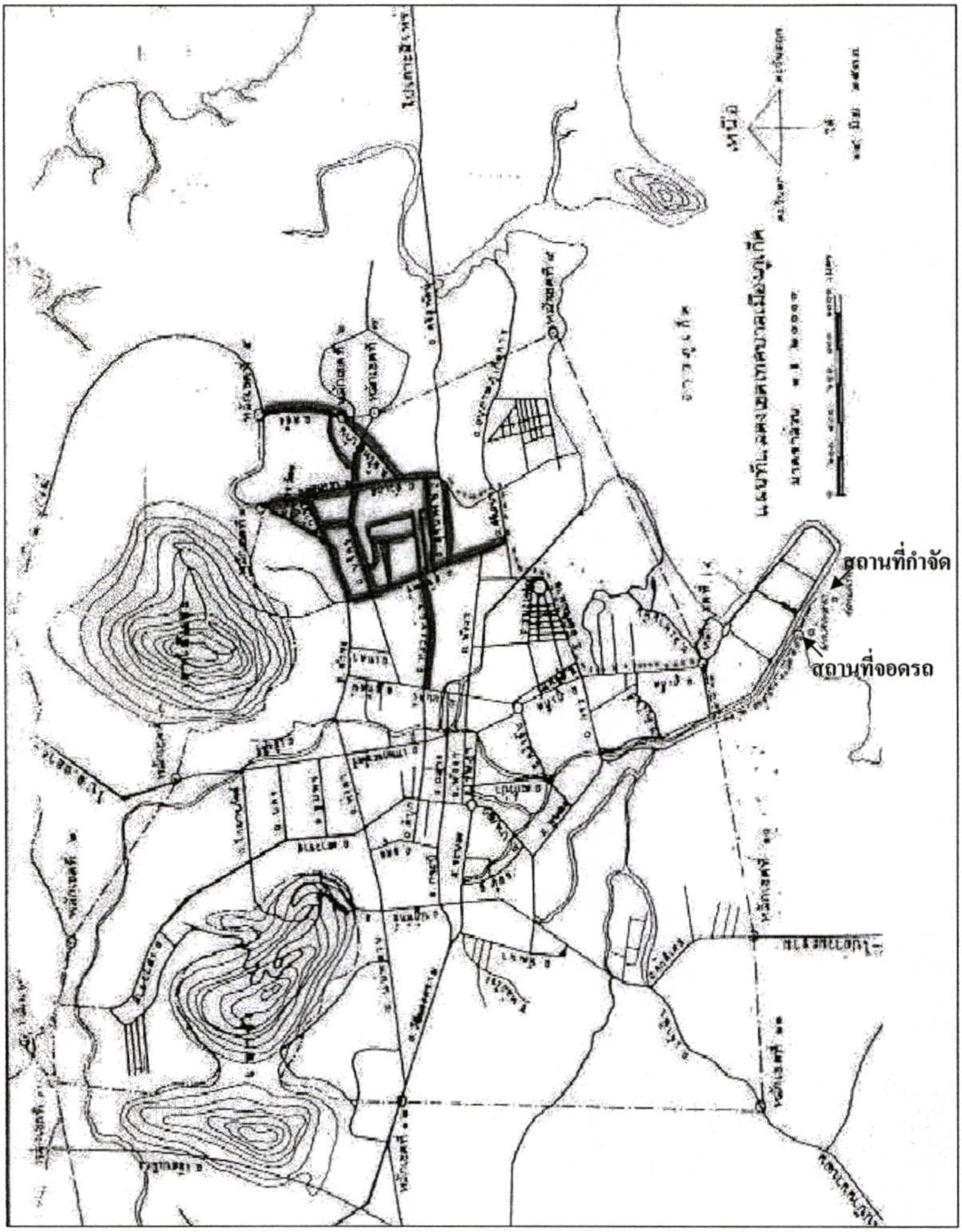
รูปที่ ค.1 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.70 ในปัจจุบัน



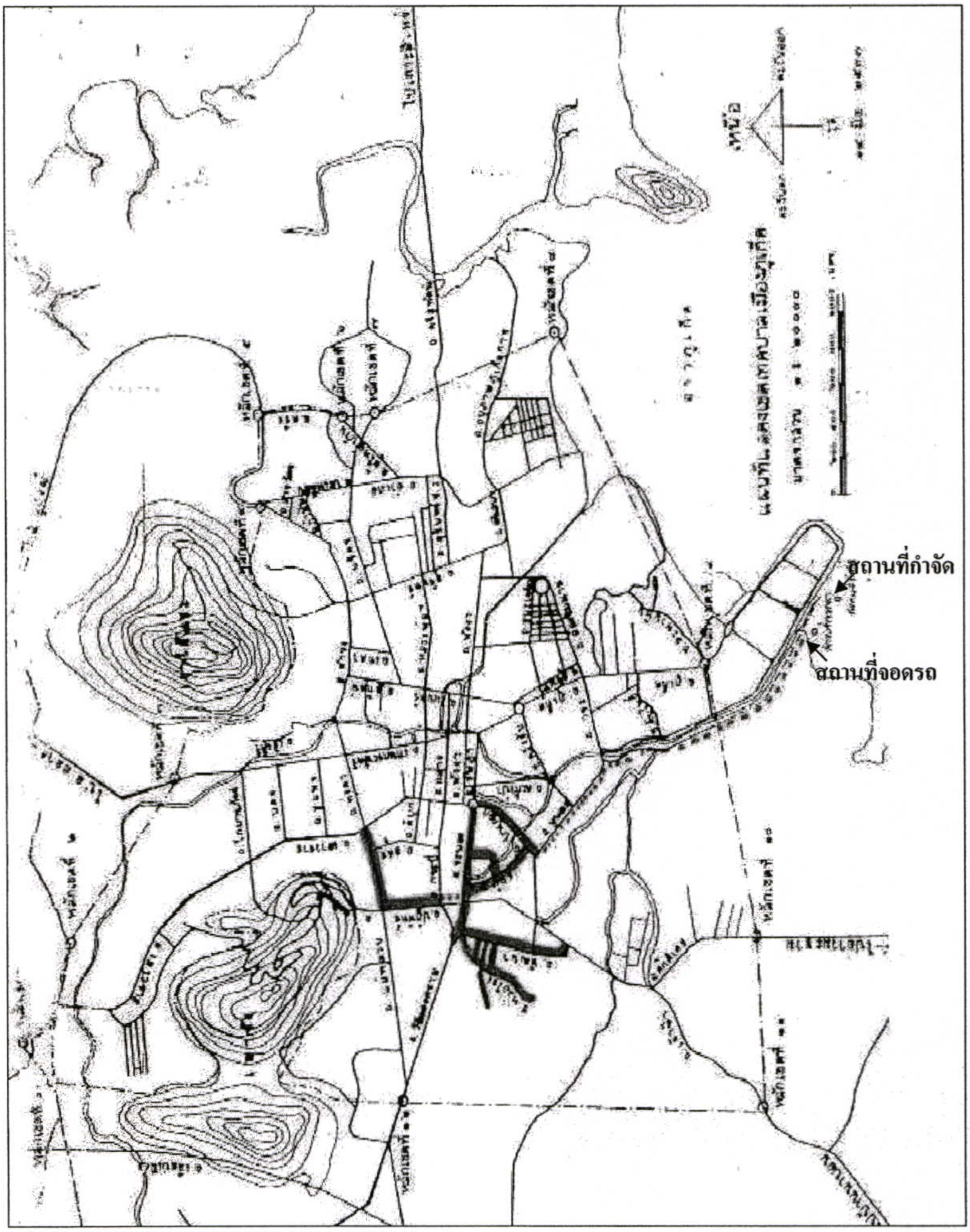
รูปที่ ค.2 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.71 ในปัจจุบัน



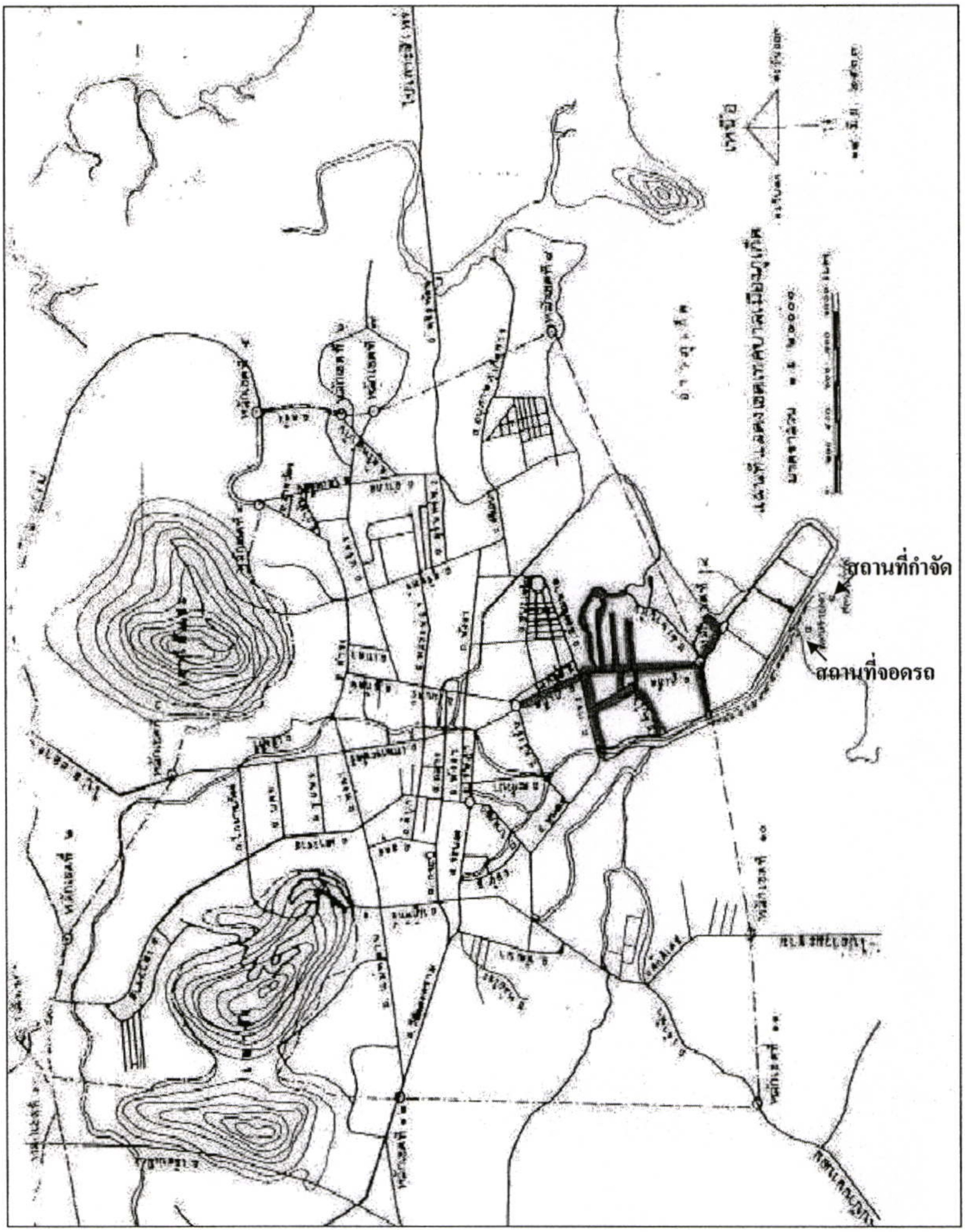
รูปที่ ค.3 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.96 ในปัจจุบัน



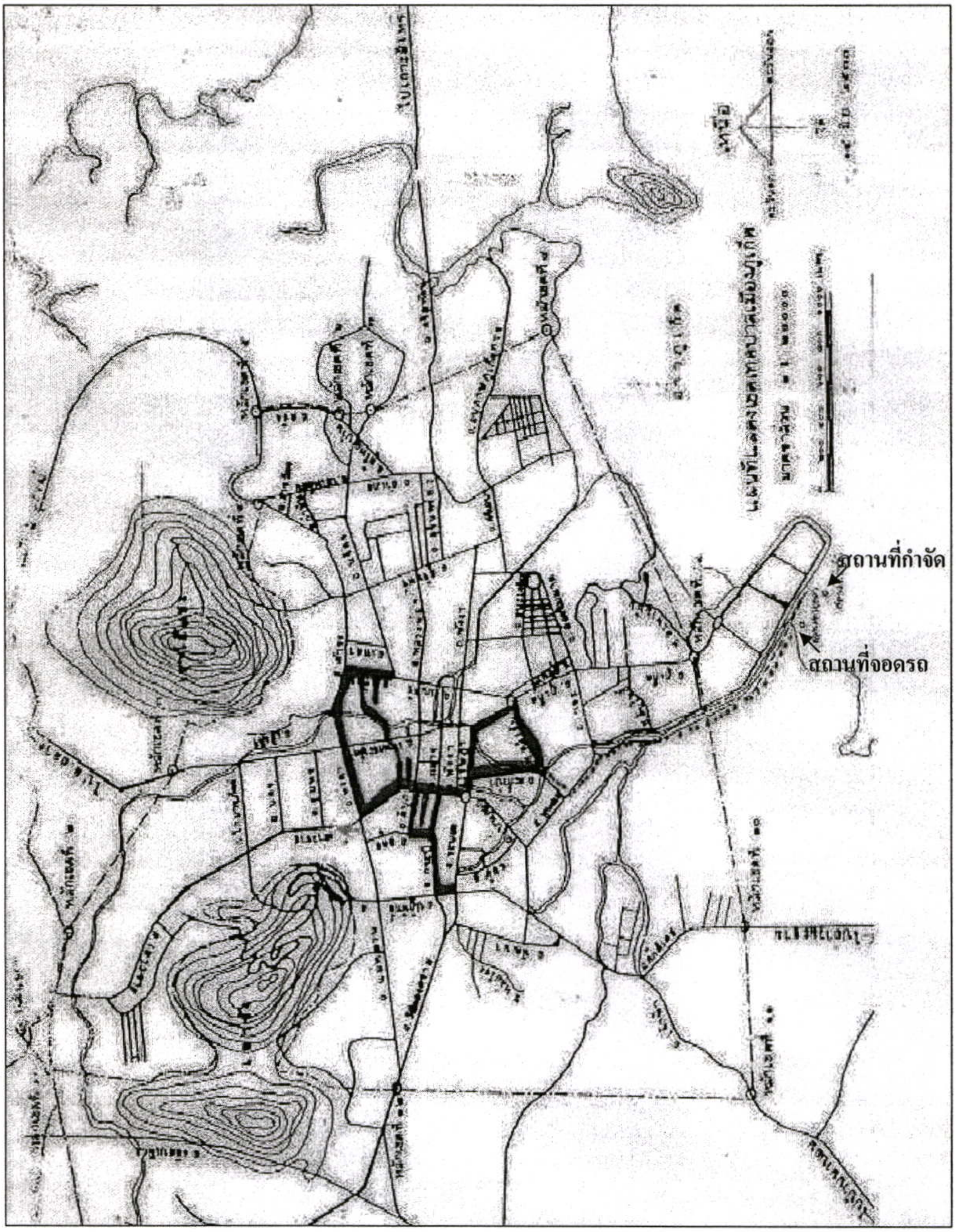
รูปที่ ค.4 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.98 ในปัจจุบัน



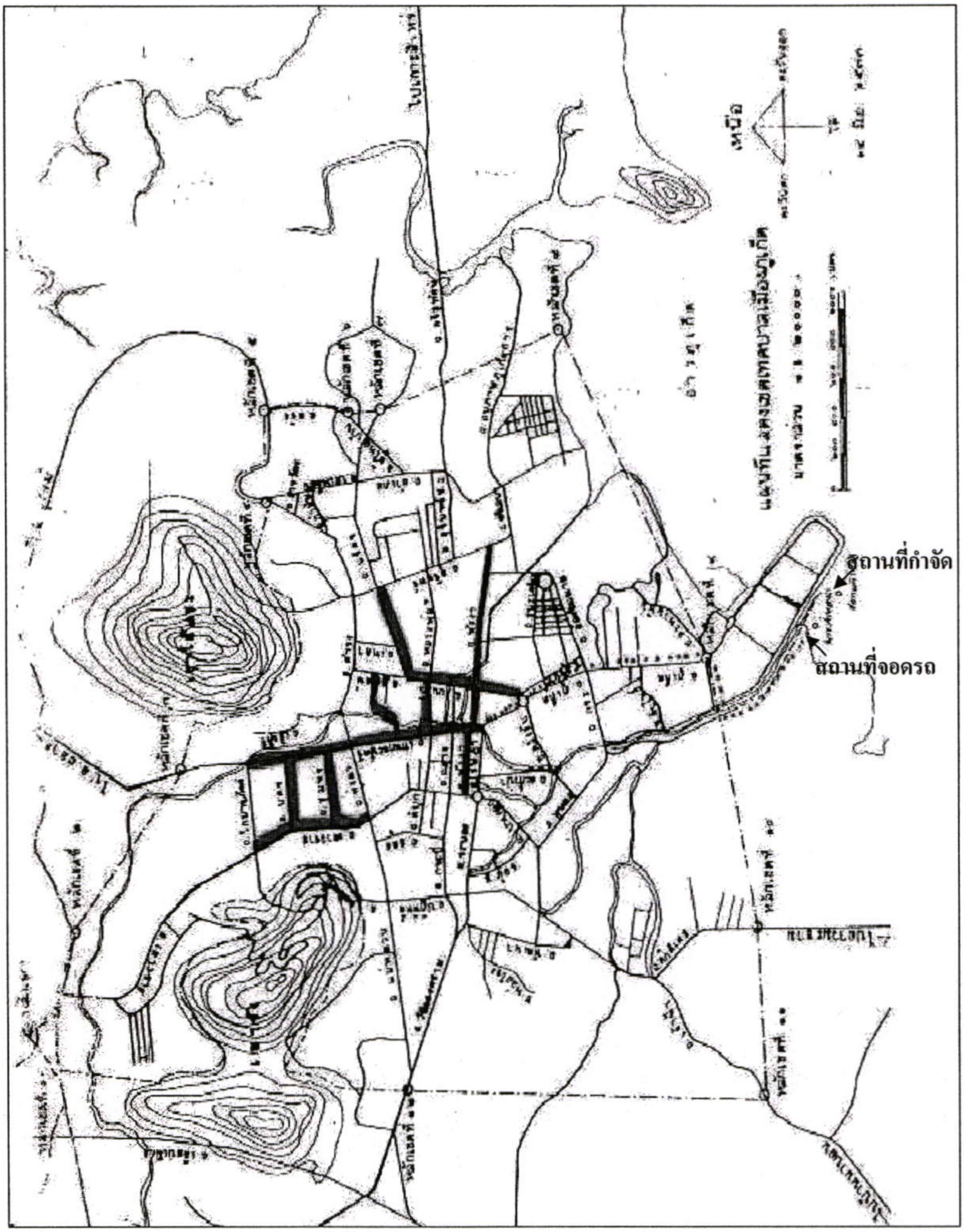
รูปที่ ค.5 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.99 ในปัจจุบัน



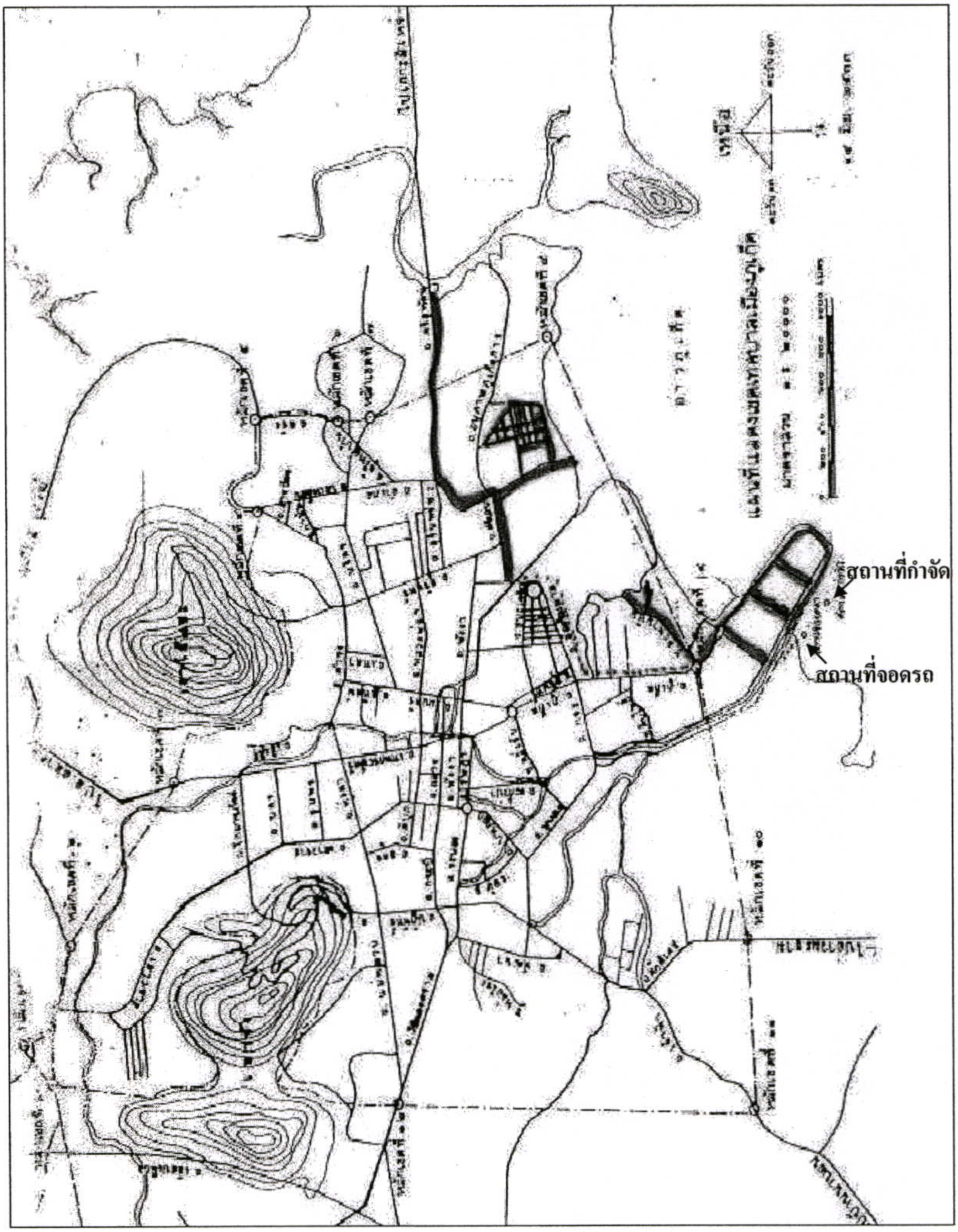
รูปที่ ค.6 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.100 ในปัจจุบัน



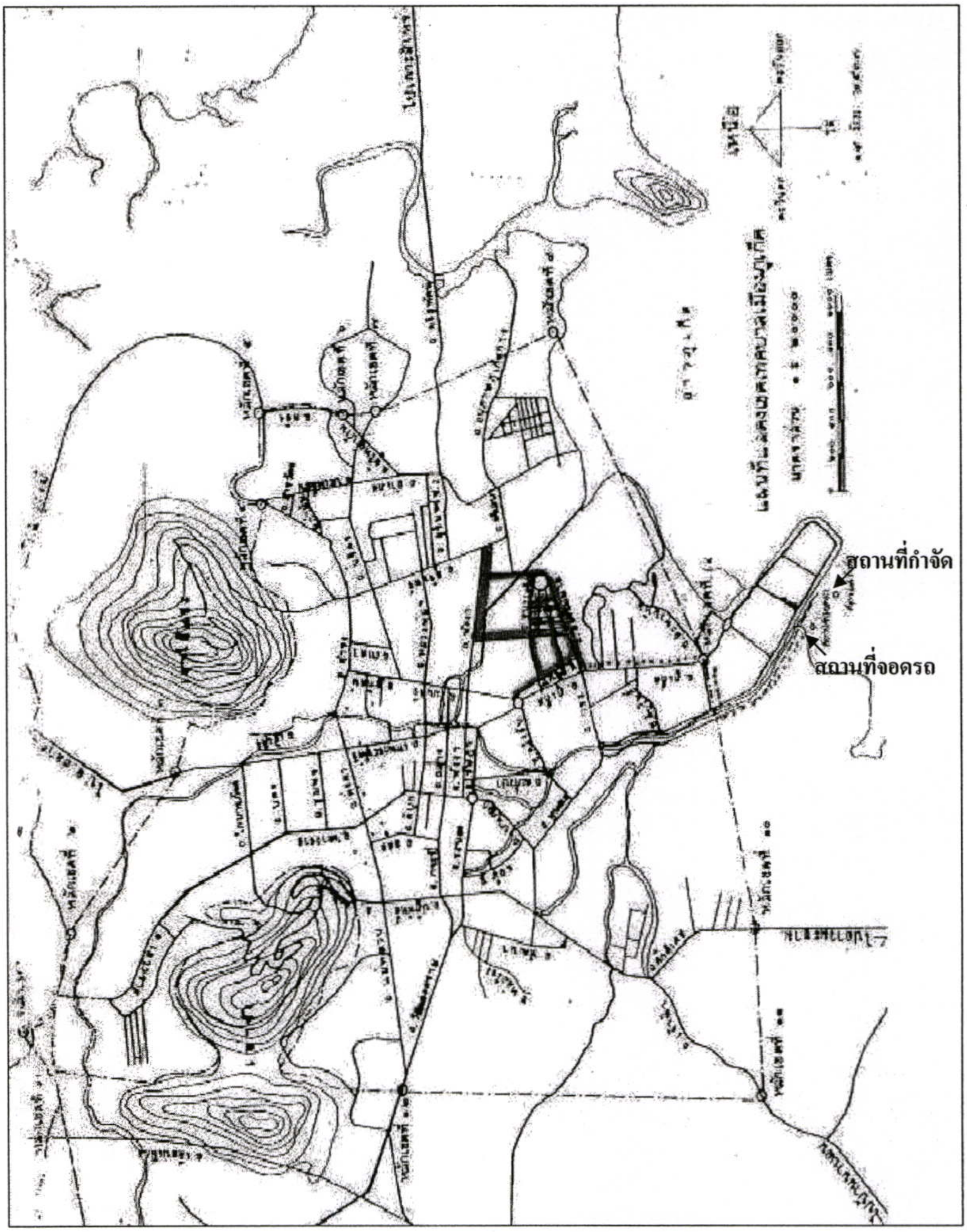
รูปที่ ค.7 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.101 ในปัจจุบัน



รูปที่ ค.8 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.102 ในปัจจุบัน



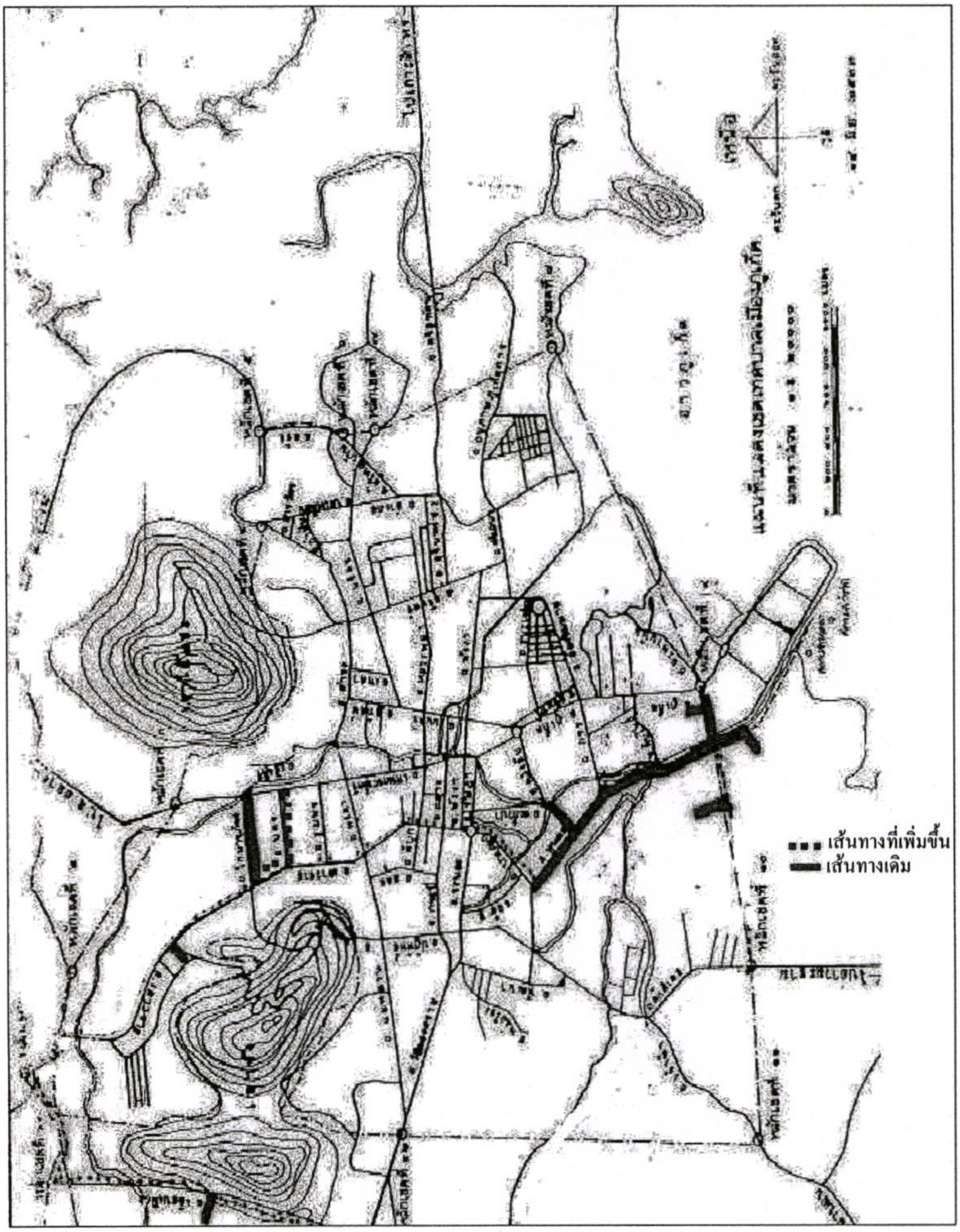
รูปที่ ค.9 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.153 ในปัจจุบัน



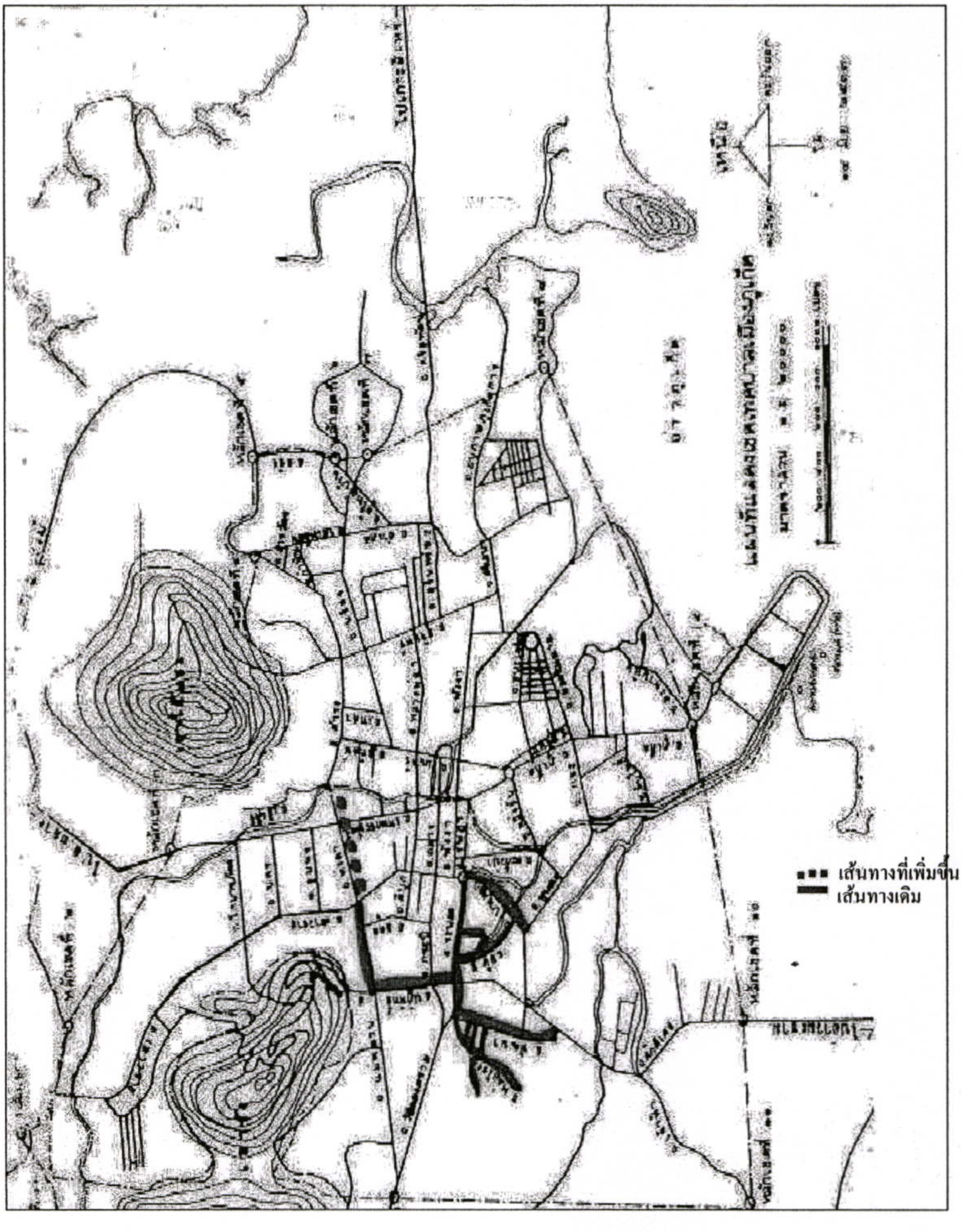
รูปที่ ค.10 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.160 ในปัจจุบัน

ตารางที่ ค.2 รายละเอียดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1

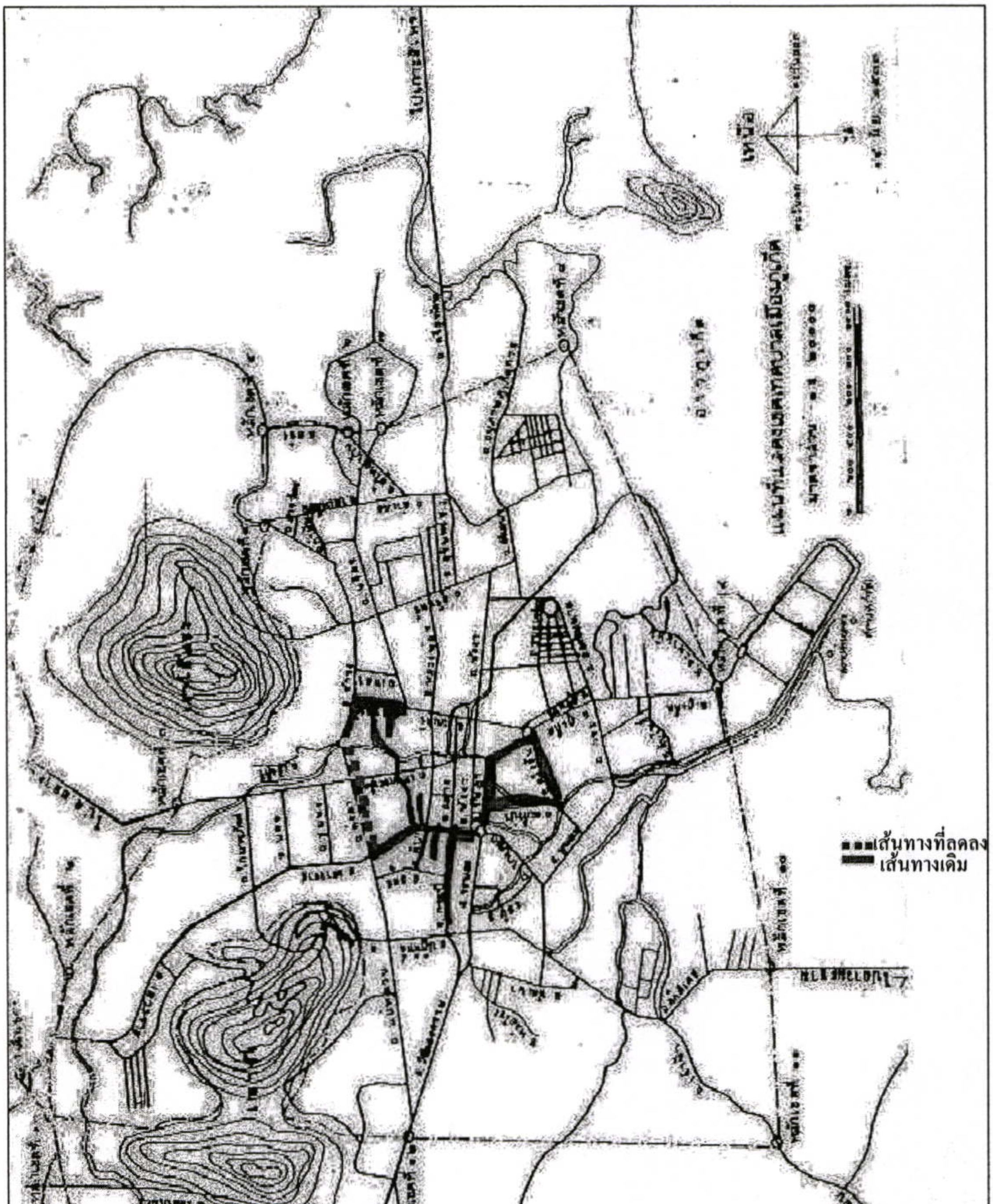
พื้นที่รับผิดชอบที่	รหัสรถ (ทบ.)	เส้นทางที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1
3	96	เริ่มจาก ถ.โกมารภัจจ์-โรงเรียนวิทยาสาธิต-โรงแรมมโนราห์-โรงแรมสุขใจ-ห้องแถวเทศบาล-ถ.ปฏิพัทธ์ สี่แยกเขารัง-ซอย 131-ซอยนพคุณ –ถ.พูนผล–โรงเรียนเทศบาลเมืองภูเก็ต-ซอยพูนผล 7-ซอยพูนผล 13-ซอยพูนผล 11-ออกซอยพูนผล 7-ถ.รัตนโกสินทร์-ตลาด 999-ถ.พูนผล-ซอยพูนผล 1-ถ.พูนผล-ตลาดไนท์พลาซ่า-บ้านพักทหารกองทัพเรือ-บ้านพักอาจารย์วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต-บ้านพักโยธาธิการ–ถ.ชุมพร-โรงพักสามกอง-บ้านพักครูวิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต-ถ.ชุมพร-โรงพยาบาลกรุงเทพ-ภูเก็ต-โรงพยาบาลสิริโรจน์ 2-ถ.พูนผล-ตลาดไนท์พลาซ่า
5	99	เริ่มจาก ถ.บางกอก แยกพูนผล– ซอยสุ่ยหลง-บางกอก ซอย 6- ซอย 4 –ถ.บางกอก-ถ.ระนอง-ซอยภูธร-ซอยวิบูลย์รังสรรค์- ถ.ระนอง-ถ.พัฒนา-ซอยพัฒนา 4-ซอยหล่อโรง-ซอยพัฒนา 6– ถ.พัฒนา-ซอยภูธร-สี่แยกจุ้ยตุ่ย-ถ.บางกอก-ภูเก็ตช้อปปิ้งเซ็นเตอร์-ถ.ปฏิพัทธ์จากแยกจุ้ยตุ่ย- สี่แยกเขารัง-สี่แยกอำเภอ-ถ.แม่หลวน-หน้าที่ว่าการอำเภอ-ถ.ทุ่งคาด้านซ้าย- ถ.ดำรง-โรงเรียนสตรีภูเก็ต-ถ.ดำรงด้านซ้าย-ถ.ดำรงด้านขวา-ซอยตาเป๊-ปั๊มเอสโซ่- ถ.ทุ่งคาด้านขวา-ถ.ดีบุก
7	101	เริ่มจาก ถ.ภูเก็ต-ซอยธรรมโสภา (ซินฮ่องซุ่ย)-ถ.รัษฎาด้านขวา- ถ.ตะกั่วป่า-ถ.รัษฎา-ซอยประดิษฐ์-วงเวียนน้ำพุ-ถ.เยาวราช- ถ.ถลาง- ถ.เยาวราช-ถ.กระบี่-ถ.เยาวราช-โรงแรมภูเก็ตเมอร์ลิน-ถ.เยาวราช-ถ.ดีบุก-วัดมงคลนิมิตร-ซอยข้างวัด-ถ.กระบี่-ซอย วัดขจร-ถ.ภูเก็ตด้านขวา-โรงแรมแดงพลาซ่า-ลานนวมินทร์-ถ.ตลิ่งชันด้านขวา-ซอยใจรักเลเซอร์-ถ.ตะกั่วป่า-ซอยอ่าวเก 1, 2-ถ.ตะกั่วป่าด้านซ้าย- ถ.ตะกั่วป่าด้านขวา-ถ.ตลิ่งชันด้านซ้าย- ถ.ภูเก็ตด้านซ้าย
8	102	เริ่มจาก ถ.มนตรี-โรงแรมมนตรี-ถ.มนตรี-ถ.นริศร-วัดควน-โรงเรียนอนุบาลภูเก็ต-ซอยนริศร 2-ถ.นริศร-ถ.สุทัศน์-ซอยสุทัศน์ 1–ซอยสุทัศน์ 2-ถ.สุทัศน์- ถ.เทพกษัตรีย์-ซอยโรงไม้เหรียญชัย-ถ.เทพกษัตรีย์-ถ.ภูเก็ต-ถ.พังงา-โรงแรมเพิร์ล-ถ.เทพกษัตรีย์-ซอยแม่คิ้ม-ซอยคริสตจักร-โรงเรียนภูเก็ตเทคโนโลยี-วัดโฆษิต-ถ.นคร-ถ.ชุมพร-ถ.นคร-โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัย-ถ.พังงา-โรงแรมเม้งหมิน-ถ.มนตรี-ถ.ดีบุก-ดีบุกอพาร์ตเมนท์- ถ.มนตรี



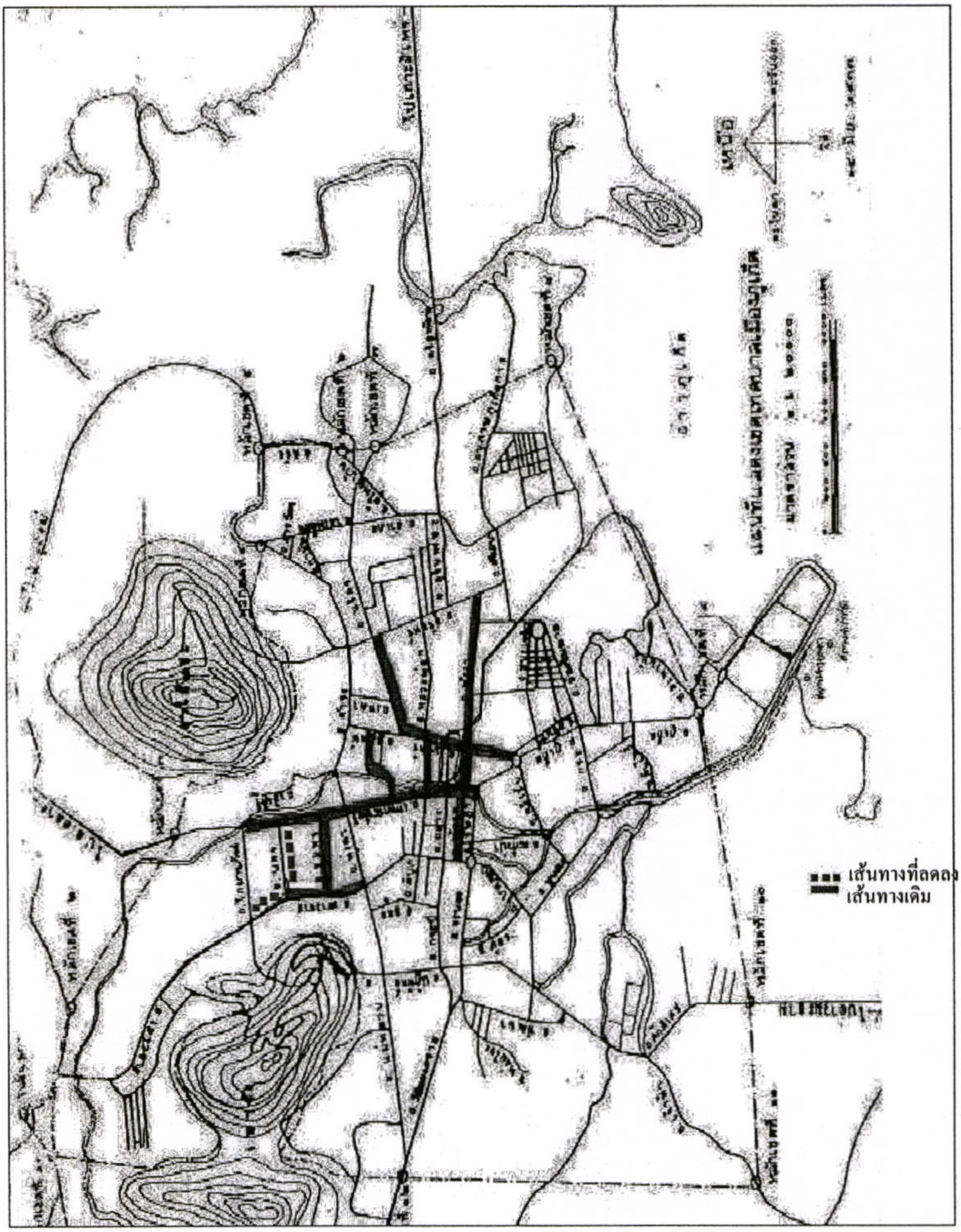
รูปที่ ค.11 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.96 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1



รูปที่ ค.12 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.99 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1



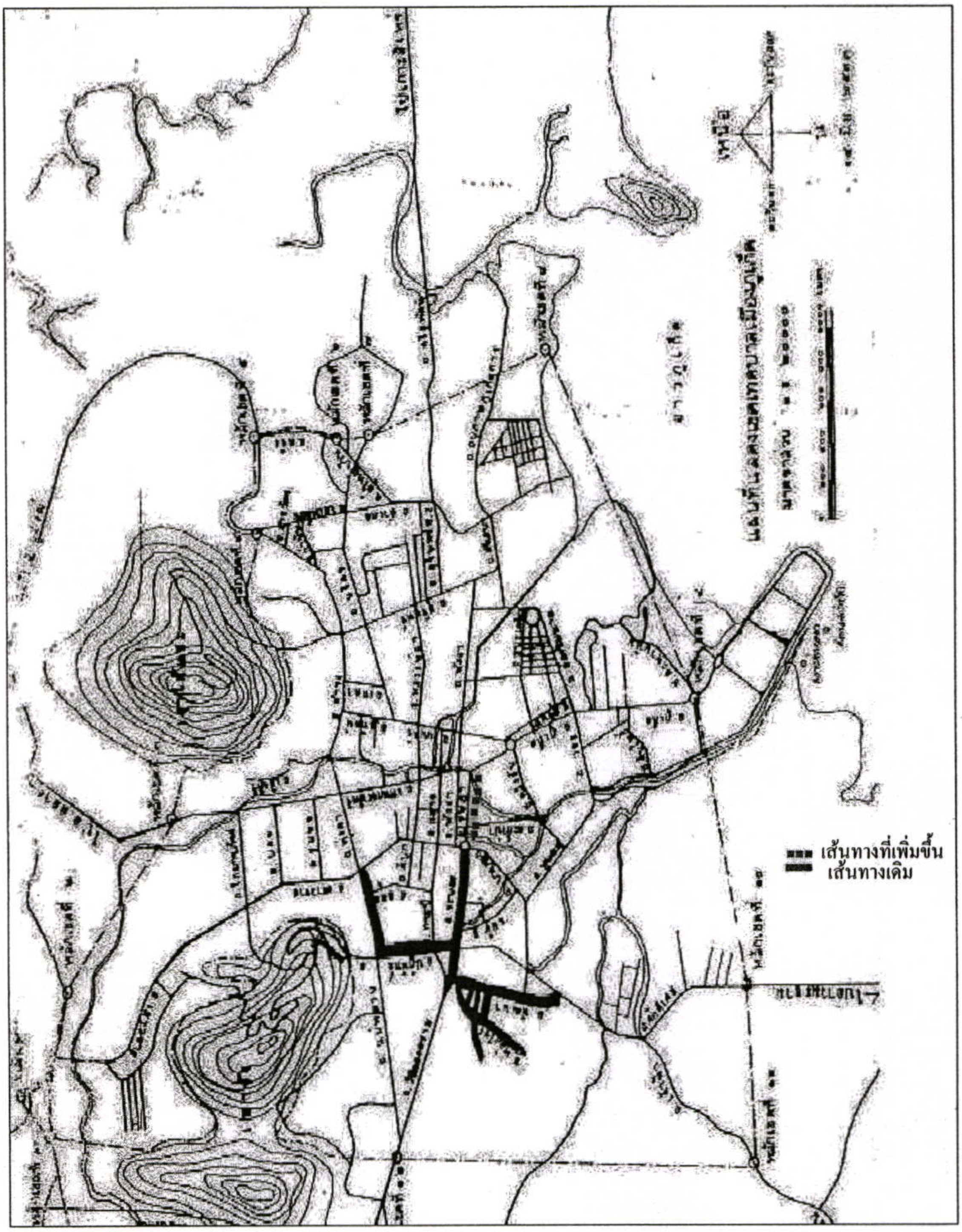
รูปที่ ค.13 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.101 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1



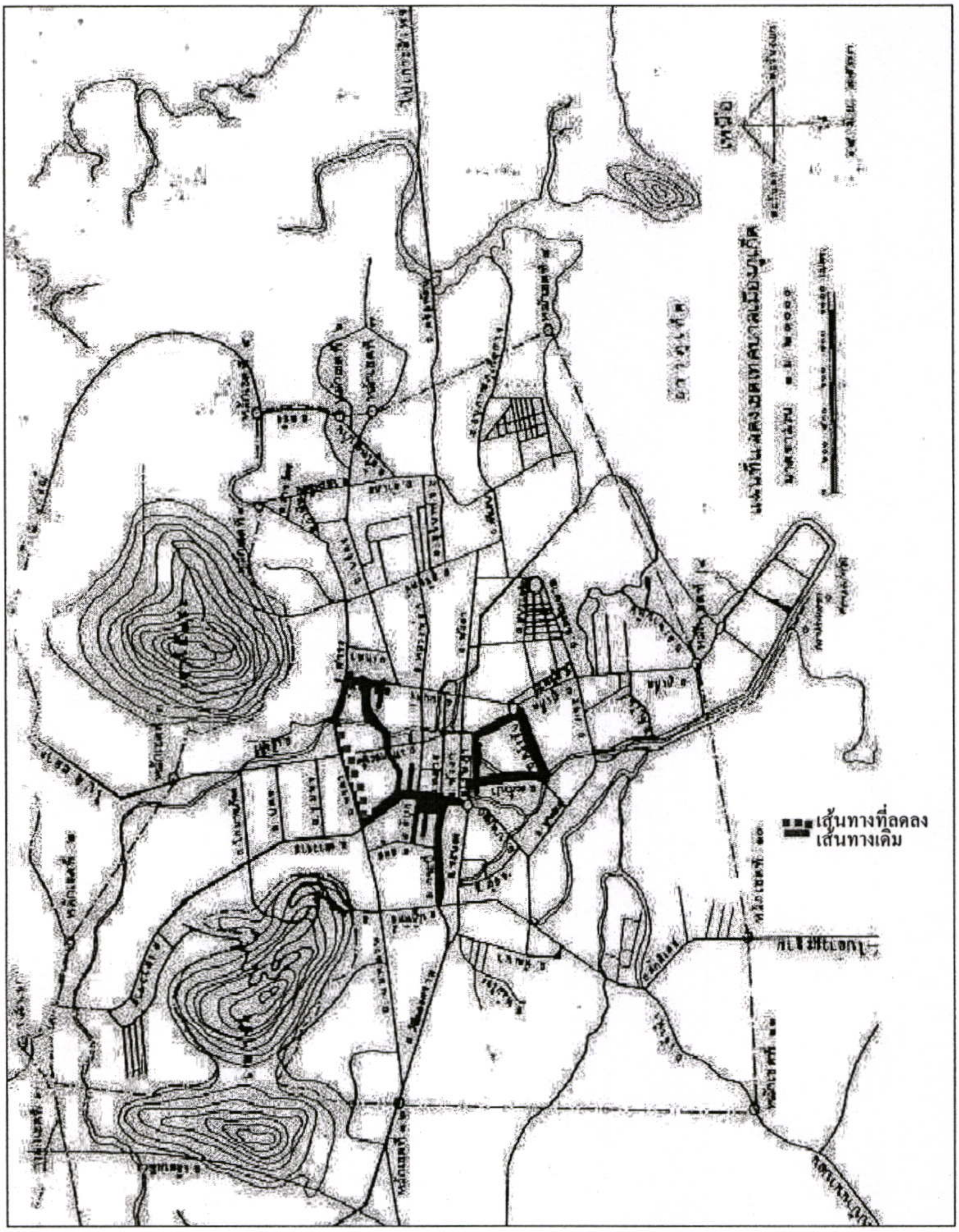
รูปที่ ค.14 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.102 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 1

ตารางที่ ค.3 รายละเอียดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2

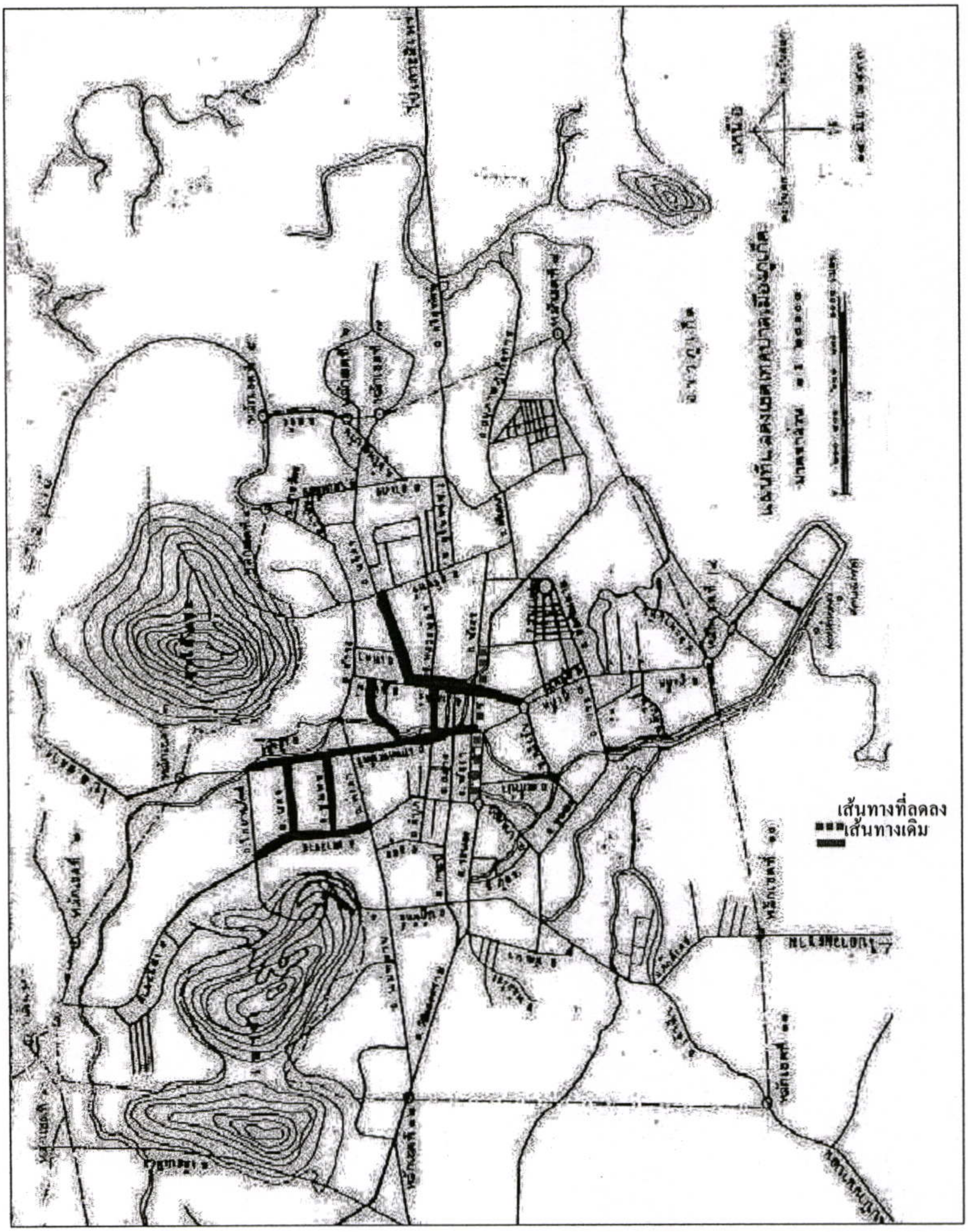
พื้นที่รับผิดชอบที่	รหัสรถ (ทบ.)	เส้นทางที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2
5	99	เริ่มจาก ถ.บางกอก แยกพูนผล– ซอยสุ่ยหลง-บางกอก ซอย 6- ซอย 4- ถ.บางกอก-ถ.ระนอง-ซอยภูธร-ซอยวิบูลย์รังสรรค์-ถ.ระนอง-ถ.พัฒนา- ซอยพัฒนา 4-ซอยหล่อโรง-ซอยพัฒนา 6– ถ.พัฒนา-ซอยภูธร-สี่แยกจุ้ยตุ่ย- ถ.บางกอก-วงเวียนน้ำพุ-ถ.เยาวราช- ถ.ถลาง-ถ.เยาวราช- ถ.กระบี่-ถ.เยาวราช-ภูเก็ตช้อปปิ้งเซ็นเตอร์-ถ.บางกอก-ถ.ปฏิพัทธ์จากแยกจุ้ยตุ่ย-แยกเขารัง-แยกอำเภอ-ถ.แม่หลวน-หน้าที่ว่าการอำเภอ
7	101	เริ่มจาก ถ.ภูเก็ต-ซอยธรรมโสภา(ซินฮ่องซุ่ย)-ถ.รัษฎาด้านขวา- ถ.ตะกั่วป่า-ถ.รัษฎา-ซอยประดิษฐ์-ถ.เยาวราช-โรงแรมเมอร์ลิน-ถ.ทุ่งคาด้านซ้าย-ถ.ดำรง-โรงเรียนสตรีภูเก็ต- ถ.ดำรงด้านซ้าย-ถ.ดำรงด้านขวา-ซอยตาเป๊-ปั๊มเอสโซ่-ถ.ทุ่งคาด้านขวา-ถ.ดีบุก-วัดมงคลนิมิตร-ซอยข้างวัด- ถ.กระบี่- ซอยวัดขจร-ถ.ภูเก็ตด้านขวา-โรงแรมแดงพลาซ่า-ลานนวมินทร์- ถ.ตลิ่งชันด้านขวา-ซอยใจรักเลเซอร์-ถ.ตะกั่วป่า-ซอยอ่าวเก 1, 2- ถ.ตะกั่วป่าด้านซ้าย- ถ.ตะกั่วป่าด้านขวา-ถ.ตลิ่งชันด้านซ้าย- ถ.ภูเก็ตด้านซ้าย
8	102	เริ่มจาก ถ.มนตรี-โรงแรมมนตรี-ถ.มนตรี-ถ.นริศร-วัดควน-โรงเรียนอนุบาลภูเก็ต-ซอยนริศร2-ถ.นริศร-ถ.สุทัศน์-ซอยสุทัศน์1–ซอยสุทัศน์2-ถ.สุทัศน์-ถ.เทพกษัตรีย์-ซอยโรงไม้เหรียญชัย-ถ.เทพกษัตรีย์- ถ.ภูเก็ต-ถ.พังงา-โรงแรมเพิร์ล-ถ.พังงา- ถ.ดีบุก-ดีบุกอพาร์ตเมนท์- ถ.มนตรี - ถ.เทพ-กษัตรีย์- ซอยแม่คิ๋ม-ซอยคริสตจักร-โรงเรียนภูเก็ตเทคโนโลยี-วัดโฆษิต- ถ.ชุมพร-โรงพักสามกอง-บ้านพักครูเทคนิคภูเก็ต- ถ.ชุมพร-ถ.นคร-ถ.ชุมพร-ถ.นคร-โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัย
10	160	เริ่มจาก ถ.ชนะเจริญด้านซ้าย-ถ.ดิลกอุทิศ 2-ซอยภูเก็ตการไฟฟ้า-โรงแรมเมโทรโปล-ถ.พังงา-ซอยพังงา 4-ถ.พังงา-เข้าบริษัทขนส่งจังหวัดภูเก็ต-ตลาดนัดท้ายรถเรืองสุวรรณ-ถ.พังงา –บริษัทฮอนด้า-ถ.สุรินทร์- ถ.ว่องวงศ์-ถ.หลิมซุ่ยจู้-หลังวัดแสนสุข-ถ.อ๋องซิมผ่าย-วัดแสนสุข-ถ.อ๋องซิมผ่าย-หมู่บ้านนิมิตร ซอย 3, 1, 2 และ 4-ถ.ว่องวงศ์- ถ.อ๋องซิมผ่าย-สี่แยกบางเหนียว-ถ.มนตรี วงเวียนหอนาฬิกา-ถ.พังงา-ซอยพังงา 2 –หลังโรงแรมเมโทรโปล-ถ.ดิลกอุทิศ 1-โรงแรมรอยัลซิตี้-ถ.ดิลกอุทิศ 1- ถ.ชนะเจริญ-โรงแรมถาวรแกรนด์-ถ.ชนะเจริญด้านขวา-ซอยสุรินทร์-ถ.ดิลกอุทิศ 2-ศูนย์การค้าโอเชี่ยน-โรงหนังพาราไดซ์-ถ.วีระพงศ์หงษ์หยก-ร้านพิซซ่าฮัท



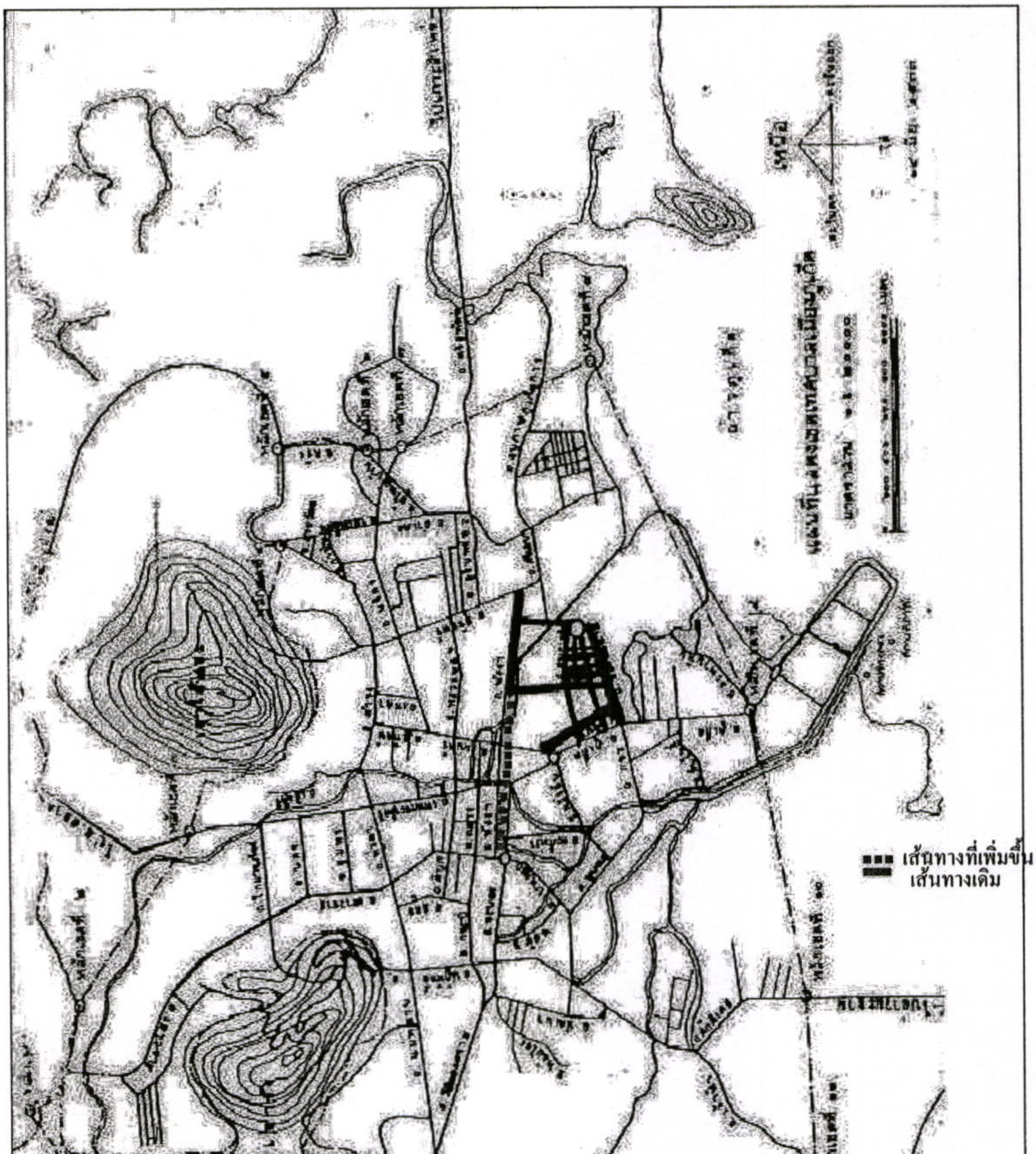
รูปที่ ค.15 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.99 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2



รูปที่ ค.16 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.101 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2



รูปที่ ค.17 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.102 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2



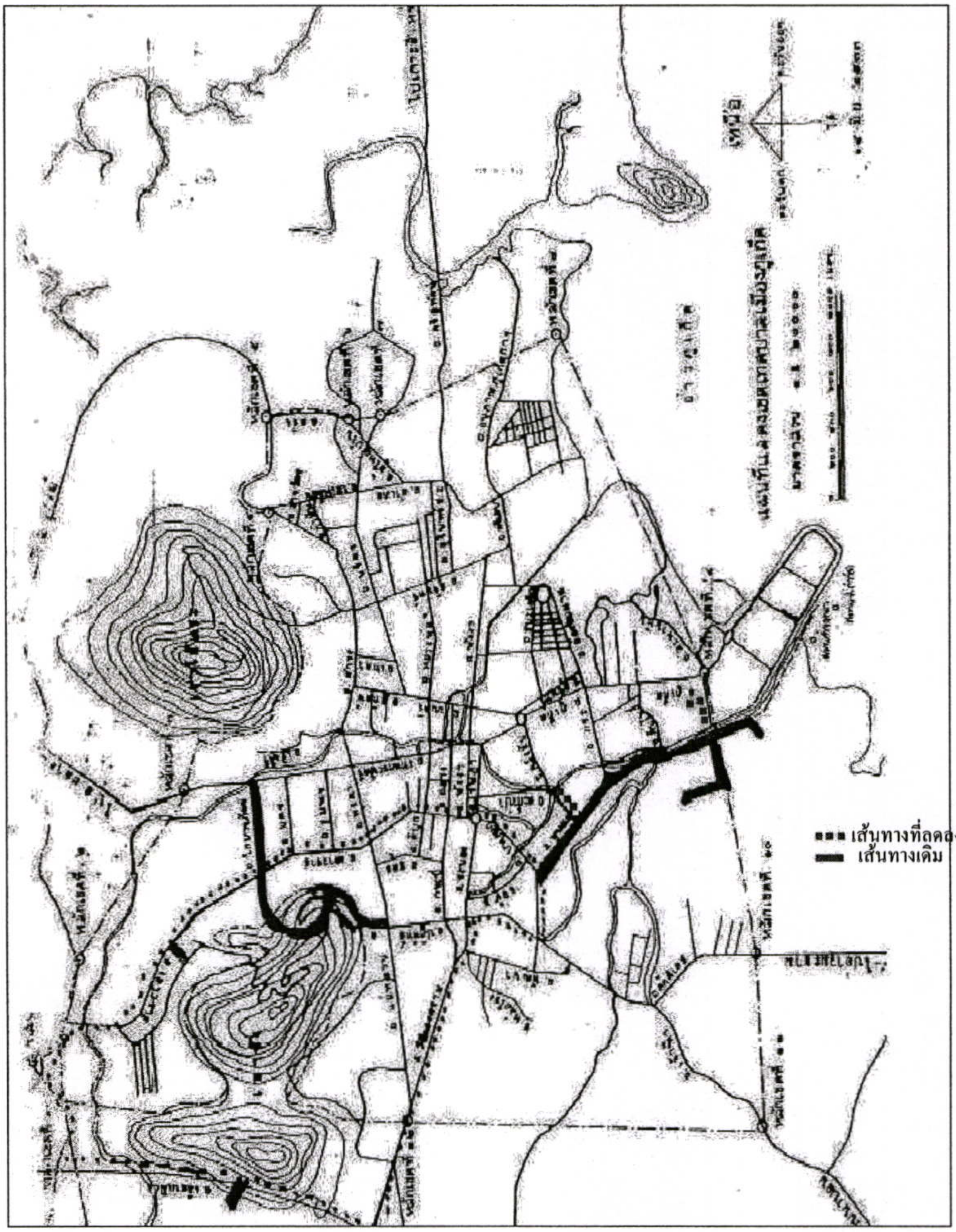
รูปที่ ค.18 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.160 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 2

ตารางที่ ค.4 รายละเอียดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3

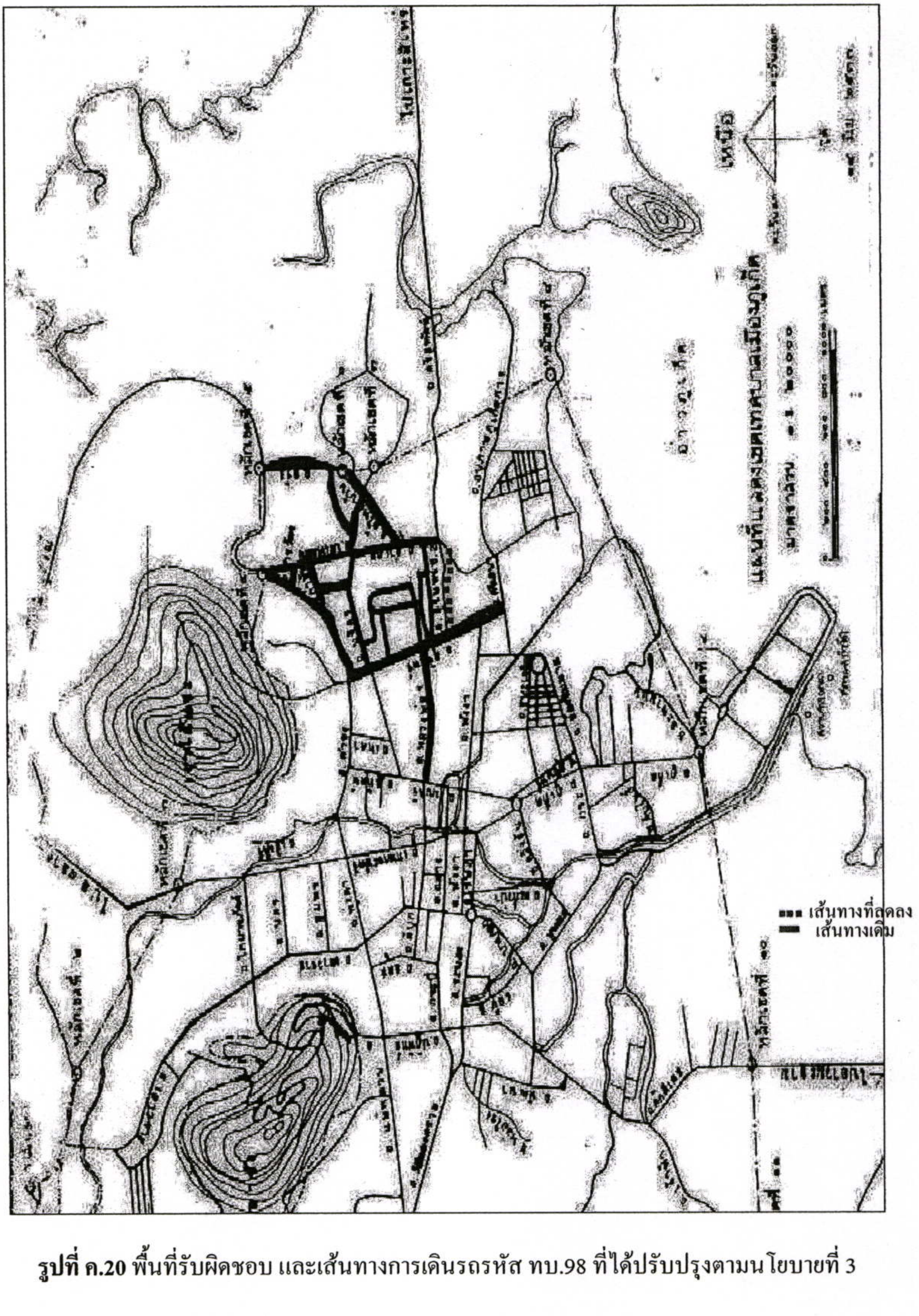
พื้นที่รับผิดชอบที่	**รหัสรถ (ทบ.)**	**เส้นทางที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3**
3	96	เริ่มจาก ถ.โกมารภัจจ์-โรงเรียนวิทยาสาธิต-โรงแรมมโนราห์-โรงแรมสุขใจ-ห้องแถวเทศบาล-ถ.ปฏิพัทธ์ สี่แยกเขารัง-ซอย 131-ซอยนพคุณ – ถ.พูนผล–โรงเรียนเทศบาลเมืองภูเก็ต-ตลาดไนท์พลาซ่า-ซอยพูนผล 7-ซอยพูนผล 13-ซอยพูนผล 11-ออกซอยพูนผล 7-ถ.รัตนโกสินทร์-ตลาด 999-ถ.พูนผล-ซอยพูนผล 1-ถ.พูนผล-ตลาดไนท์พลาซ่า-บ้านพักทหารกองทัพเรือ--บ้านพักโยธาธิการ–โรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต-โรงพยาบาลสิริโรจน์ 2
4	98	เริ่มจาก ถ.อำเภอ-ถ.ผู้ใหญ่บ้าน-ซอยผู้ใหญ่บ้าน 5-ถ.ตรัง-ถ.ดำรง- ถ.ปะเหลียน-ซอยการ์ตูน-อัยการจังหวัด-ถ.นริศร-บ้านพักคลังจังหวัด- ถ.อำเภอ-ซอยประกัน- สังคม-ถ.ดำรง-เข้าค่ายลูกเสือ-ชุมชนหลังศาลากลาง-ถ.โต๊ะแซะ-ถ.ดำรง-โรงเรียนพิบูลสวัสดี-ศาลากลาง-ถ.ดำรง-ถ.กำนัน-ถ.นริศร-จวนผู้ว่าราชการ-แขวงการทาง-สาธารณสุขจังหวัด- ถ.สุรินทร์-ชุมชนหลังหอประชุม-สี่แยกสุวรรณน้ำแข็ง-ซอยสุรินทร์ 3-ถ.หลวงพ่อ-โรงแรมภูเก็ตรีโซเทล-อาคารวานิชพลาซ่า-โรงเรียนกาญจนวัฒน์-หมู่บ้านกุลวดี- สี่แยกสุวรรณ-ถ.หลวงพ่อ
6	100	เริ่มจาก ถ.กระ –ชุมชน 40 ห้อง-สะพานกอจ๊าน-ถ.ตลิ่งชัน-ซอยฮับเอก 1 –ถ.กระ-โรงแรมภูเก็ตอินน์-ซอยดับเพลิง-ชุมชน 40 ห้อง-ซอยต้นโพธิ์-ถ.ภูเก็ต-ซอยกอไผ่-ซอยแสนสุข 2-ซอยแสนสุข 1-ศาลเจ้าบางเหนียว-กองกำกับการตำรวจน้ำ--เข้าวิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต-บ้านพักอาจารย์วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต-ถ.ภูเก็ตหน้าวิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต-โรงเรียนบางเหนียว- ถ.ตะกั่วทุ่ง-ศาลเจ้าพ่อต้อ-ถ.กระ-สี่แยกบางเหนียว-ถ.ภูเก็ต-ซอยสะพานหิน-ซอยฮับเอก 2-วงเวียนหอนาฬิกา-วนกลับ-ถ.ภูเก็ต-หน้าร้านนายอินทร์
7	101	เริ่มจาก ถ.ภูเก็ต-ซอยธรรมโสภา(ซินฮ่องซุ่ย)-ถ.รัษฎาด้านขวา- ถ.ตะกั่วป่า-ถ.รัษฎา-ซอยประดิษฐ์-ถ.เยาวราช- โรงแรมเมอร์ลิน-ถ.ทุ่งคาด้านซ้าย-ถ.ดำรง-โรงเรียนสตรีภูเก็ต- ถ.ดำรงด้านซ้าย-ถ.ดำรงด้านขวา-ซอยตาเป๊-ปั๊มเอสโซ่-ถ.ทุ่งคาด้านขวา-ถ.ดีบุก-วัดมงคลนิมิตร-ซอยข้างวัด- ถ.กระบี่- ซอยวัดขจร-ถ.ภูเก็ตด้านขวา-โรงแรมแดงพลาซ่า-ลานนวมินทร์- ถ.ตลิ่งชันด้านขวา-ซอยใจรักเลเซอร์-ถ.ตะกั่วป่า-ซอยอ่าวเก 1, 2- ถ.ตะกั่วป่าด้านซ้าย- ถ.ตะกั่วป่าด้านขวา-ถ.ตลิ่งชันด้านซ้าย- ถ.ภูเก็ตด้านซ้าย

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

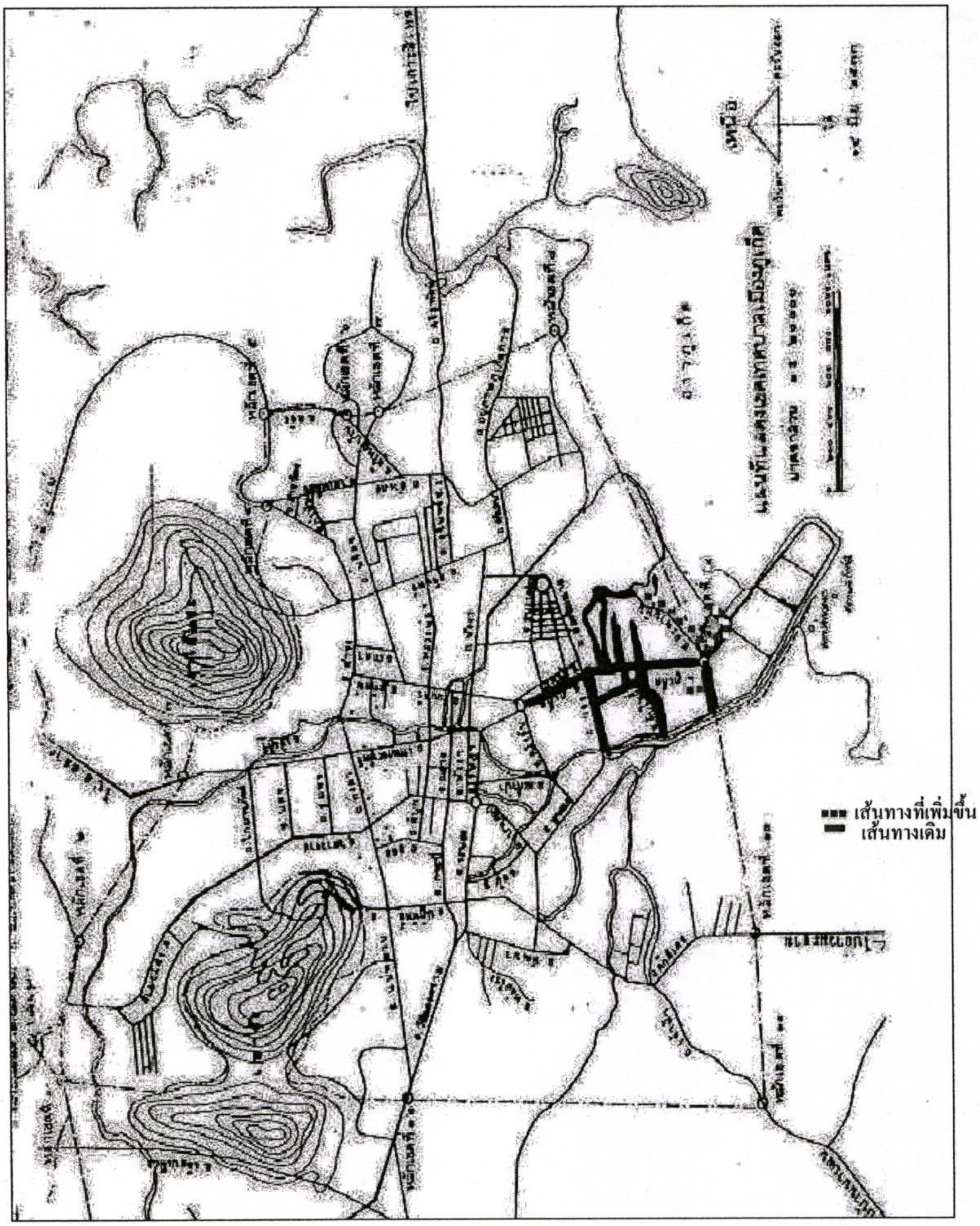
พื้นที่รับผิดชอบที่	รหัสรถ (ทบ.)	เส้นทางที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3
9	153	เริ่มจาก ถ.ศรีเสนาด้านซ้าย-ปั๊มคาลเท็กซ์-ถ.ศรีเสนา-สี่แยกนิมิตร 2-ถ.ศรีสุทัศน์ด้านซ้าย-อู่เอราวัญ-ถ.ศรีสุทัศน์ด้านซ้าย-ถ.ศรีสุทัศน์ด้านขว-ซอยแบคมาจิ้น-ซอยแบคมาจิ้น 1-ซอยแบคมาจิ้น 2-ถ.ศรีสุทัศน์-ซอยศรีสุทัศน์ 4-ถ.สุรินทร์-ซอยสุรินทร์ 1, 2 และ 3 ถ.อำเภอ-ถ.ศรีเสนา-ตลาดนัดนรหัช-ซอยหัชนา 1/1-ถ.ศรีเสนา-ซอยหัชนา 2/4-ถ.ศรีเสนา-ซอยร่วมน้ำใจ-ชุมชนสะพานร่วม 2-ซอยศรีเสนา 1 และ 11-ชุมชนสะพานร่วม 1-ซอยศรีเสนา 2, 4 และ 6-ถ.ศรีสุทัศน์-ถ.ศรีเสนา-ซอยขนาบน้ำ-ชุมชนน้ำนรหัช-ตลาดผลไม้-แยกสะพานหิน-วิทยาลัยชุมชนภูเก็ต-วงเวียนรูปหอย-สามแยกทางเข้าวังปลา-วังปลาและห้องแถว--สนามมวย--หน้าตลาดน้ำ-ชุมชนหาดแสนสุข-ร้านอาหารเรือนแพ-ชุมชนหาดแสนสุข-สระว่ายน้ำ-สนามฟุตบอล-ภูเก็ตซีฟู๊ด-สะพานหินแนวริมสน-เวทีกลางสะพานหิน-สะพานหินริมคลอง-ศาลเจ้าเที้ยวเล้ง-สวนสาธารณะเลียบคลองบางใหญ่-สระว่ายน้ำเก่า-ตลาดสะพานหิน-โรงยิม-หลังศาลเจ้า-ศูนย์นันทนาการ-สมาคมกีฬา



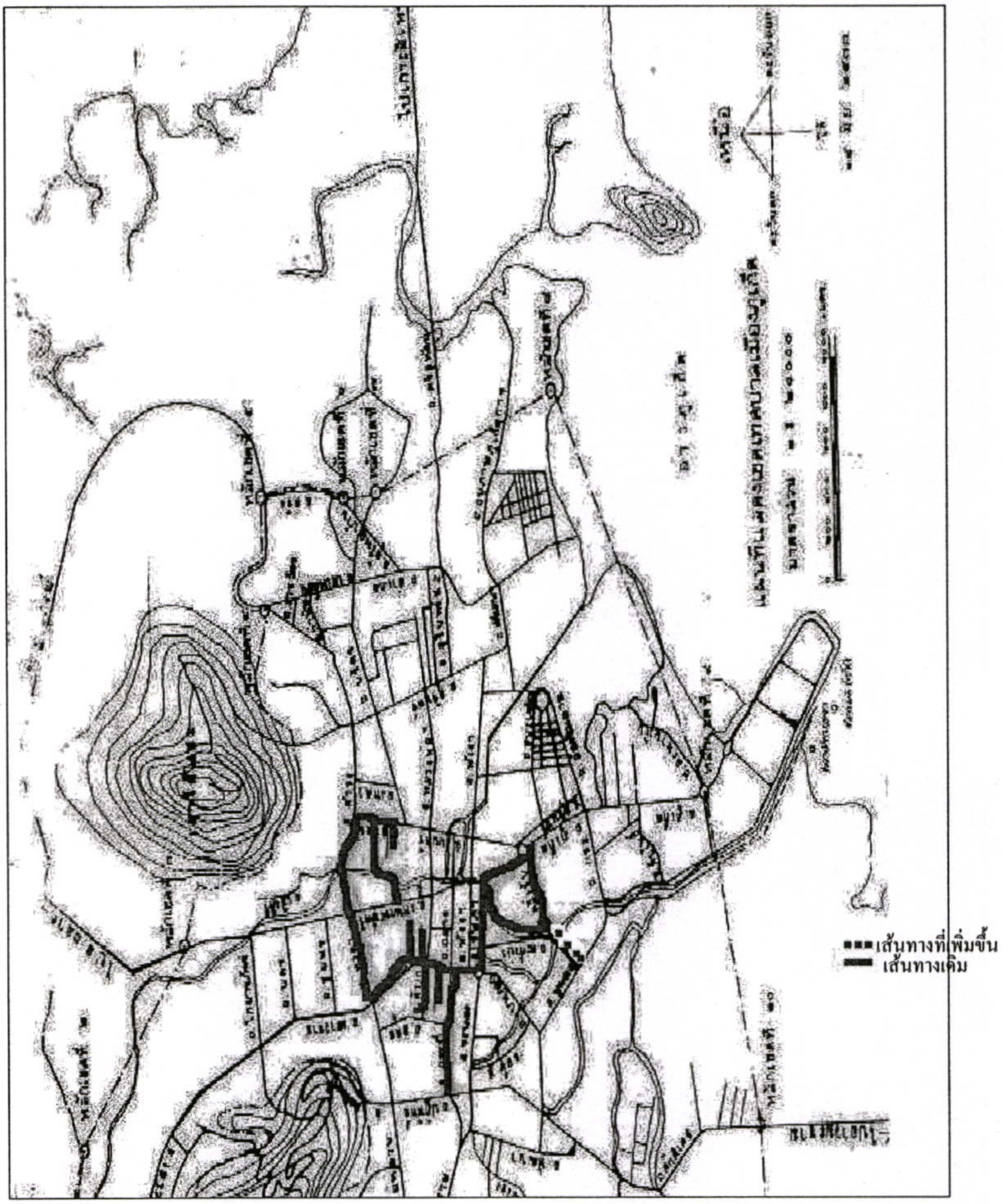
รูปที่ ค.19 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.96 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3



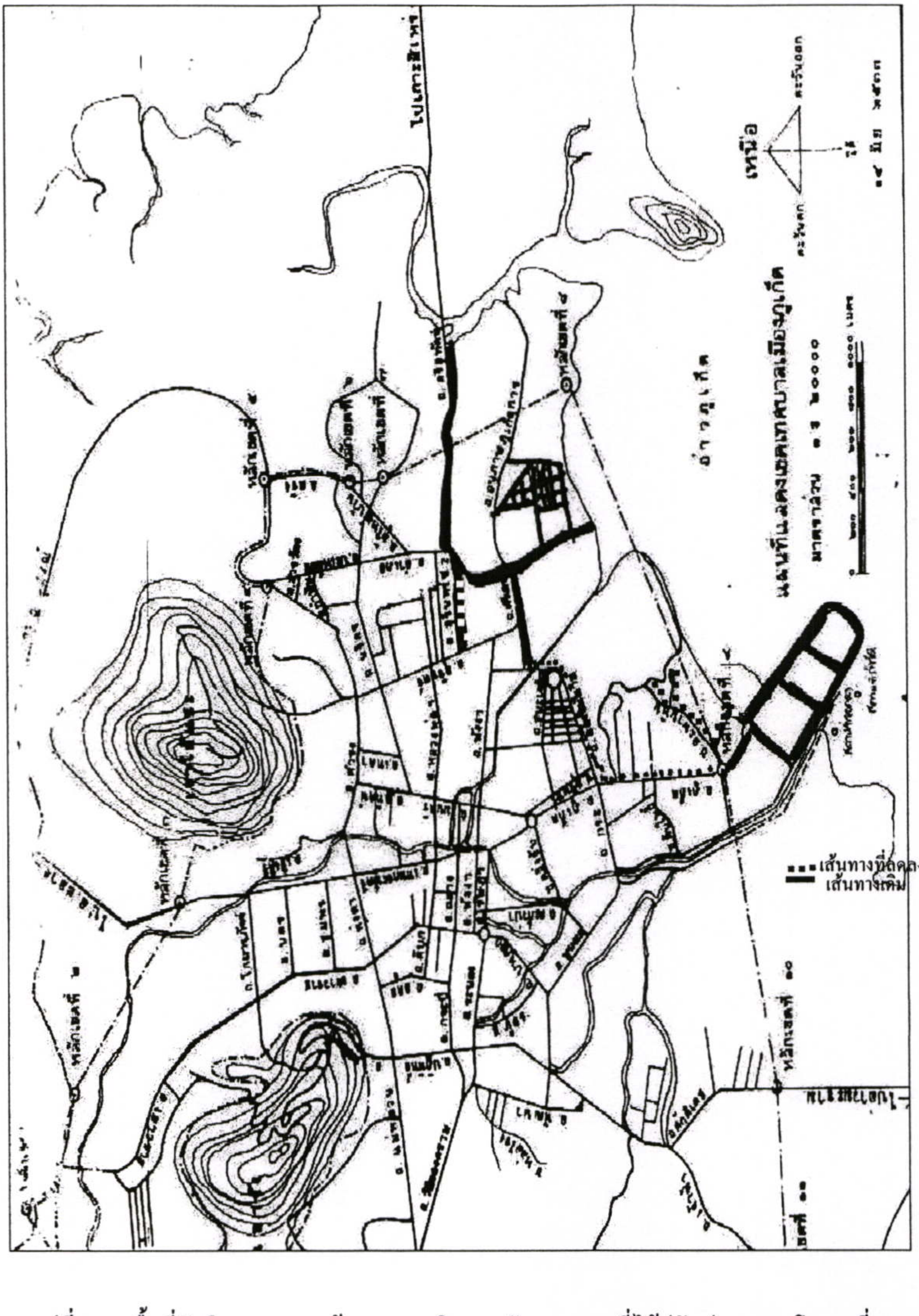
รูปที่ ค.20 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.98 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3



รูปที่ ค.21 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.100 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3



รูปที่ ค.22 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.101 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3



รูปที่ ค.23 พื้นที่รับผิดชอบ และเส้นทางการเดินรถรหัส ทบ.153 ที่ได้ปรับปรุงตามนโยบายที่ 3

ภาคผนวก ง

โปรแกรมและแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการจำลองระบบ

โปรแกรมที่ใช้ในการจำลองระบบ

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#define RANDOMBASE                                              32767
#define HALF_RANDOMBASE                                         16384
#define PI
        3.14159265358979
double Input_Table[20][20][2];
double Current_Table[20][20][2];
int    No_Each_Table[20];
int    No_Total_Table = 12; int No_Bus_Number = 10; int No_Parking_Type = 11;

int    No_Round_Each_Bus[20], No_Data_Each_Route[20][10],
Route_Each_Bus[10][3][40][2];

double Total_Dist_Time_Each_Bus[20][2];

double ***Total_Output; double Ave_SD_Total_Output[10][10][2];

int Run_Index;

/*
 *
 */
double
average_value(int n_data, double *data)
{
        int i; double sum = 0;

        for (i = 0; i < n_data; ++i) sum += data[i];

        return sum/(double)n_data;
}

/*
 *
 */
double
SD_value(int n_data, double *data)
{
        int i; double ave, sum=0;

        ave = average_value(n_data, data);

        for (i = 0; i < n_data; ++i) {

                sum += (data[i]-ave)*(data[i]-ave);
        }
        sum = sum/(double)(n_data-1);
        sum = sqrt(sum); return sum;
}
```

```
/*
 *
 */

double
generated_y(void)
{
        double r1,r2,y1,y2,x1,x2;

        r1 = (double)rand()/(double)RANDOMBASE;

        while (r1 >= 1) r1 = (double)rand()/(double)RANDOMBASE;

        x1 = log(1-r1); x1 *= -2; x1 = sqrt(x1);

        y1 = cos(2*PI*x1);

        return y1;
}

/*
 *
 */
double
generated_x(double u, double SD)
{
        double y;

        y = generated_y();

        return(u+SD*y);
}

/*
 *
 */
double
sum_random_amount(int n_data, double u, double SD)
{
        int   i; double sum;

        sum = 0;
        for (i = 0; i < n_data; ++i) sum += generated_x(u, SD); return sum;
}

/*
 *
 */
void
total_dist_time_evaluation(void)
{

        int   i,j,k,m,n;
```

```
        double total_dist, total_time, total_waste_weight, dist_cur_round, time_cur_round,
waste_weight_cur_round;
        int cur_waste_index, n_point_cur_waste_index;


        // Input table
        // 1. Distance (m) from parking station to its first stop - 10 data point of 10 cars
        // 2. Time (minutes) used from parking station to its first stop - 10 data point of 10
cars
        // 3. Amount of solid waste (litr) sperating at a stopping point - 11 data points of 11
parking point types
        // 4. Time (minutes) used at a stopping point to take solid waste - 11 data points of
11 parking point types
        // 5. Distance (m) from a parking point to another point - 1 data point by
approximating equal amount of distances
        // 6. Time (minutes) from a parking point to another point - 1 data point by
approximating equal amount of distances
        // 7. Amount (litr) of solid waste of full capacity - 3 data points from 3 car capacities
which are 8,10 and 11 cubic meters
        // 8. Distance (m) for final point to destructive point (m) - 1 data point
        // 9. Time (minutes) for final point to destructive point (minutes) - 1 data point
        // 10. Time (minutes) used at the destructive point (minutes) - 1 data point
        // 11. Distance (m) from the destructive point to parking point - 1 data point - equal
to constant 1000 m
        // 12. Time (minutes) from the destructive point to parking point - 1 data point
        /*
        double Input_Table[20][20][2];double Current_Table[20][20][2];
        int    No_Each_Table[20];        int    No_Total_Table = 12; int No_Bus_Number =
10; int No_Parking_Type = 11;
        int    No_Round_Each_Bus[20], No_Data_Each_Route[20][10],
Route_Each_Bus[10][3][40][2];
        double Total_Dist_Time_Each_Bus[20][2];
        */

        for (i = 0; i < 10; ++i) {

                total_dist = total_time = total_waste_weight = 0;

                for (j = 0; j < No_Round_Each_Bus[i]; ++j) {

                        dist_cur_round = time_cur_round = waste_weight_cur_round = 0;

                        dist_cur_round = generated_x(Input_Table[0][i][0],
Input_Table[0][i][1]);
                        time_cur_round = generated_x(Input_Table[1][i][0],
Input_Table[1][i][1]);

                        for (k = 0; k < No_Data_Each_Route[i][j]; ++k) {

                                cur_waste_index = Route_Each_Bus[i][j][k][0]-1;
                                n_point_cur_waste_index = Route_Each_Bus[i][j][k][1];
```

```
                                        waste_weight_cur_round +=
sum_random_amount(n_point_cur_waste_index,
                                                  Input_Table[2][cur_waste_index][0],
Input_Table[2][cur_waste_index][1]);

                                        time_cur_round +=
sum_random_amount(n_point_cur_waste_index,
                                                  Input_Table[3][cur_waste_index][0],
Input_Table[3][cur_waste_index][1]);

                                        dist_cur_round +=
sum_random_amount(n_point_cur_waste_index,
                                                  Input_Table[4][0][0], Input_Table[4][0][1]);

                                        time_cur_round +=
sum_random_amount(n_point_cur_waste_index,
                                                  Input_Table[5][0][0], Input_Table[5][0][1]);

                              }

                              dist_cur_round += generated_x(Input_Table[7][0][0],
Input_Table[7][0][1]);

                              time_cur_round += generated_x(Input_Table[8][0][0],
Input_Table[8][0][1]);

                              time_cur_round += generated_x(Input_Table[9][0][0],
Input_Table[9][0][1]);

                              total_dist += dist_cur_round;
                              total_time += time_cur_round;
                              total_waste_weight += waste_weight_cur_round;

                              printf("I = %d, J = %d Waste_weight = %lf\n",
i+1,j+1,waste_weight_cur_round);
                    }
                    printf("Index = %d, Total time = %lf Hr., dist = %lf km.Wegiht = %lf\n",
i+1, total_time/60, total_dist/1000, total_waste_weight/1000);

                    Total_Output[i][0][Run_Index] = total_dist/1000;
                    Total_Output[i][1][Run_Index] = total_time/60;
                    Total_Output[i][2][Run_Index] = total_waste_weight;

//                  fprintf(out_filep, "%10.4lf  \t%10.4lf\n", total_time/60, total_dist/1000);
          }
//        fclose(out_filep);
}

/*
 * Main program
 */
int
main(void)
{
```

```
int   i,j,k,m,n; int status, count; int finish_status; int run_time;

char  main_file_name[80]; char  file_name[80], read_file_name[80],
write_file_name[80];
FILE  *main_data_namep, *read_data_namep, *write_data_namep, *input_filep,
*out_filep;


// Input table
// 1. Distance (m) from parking station to its first stop - 10 data point of 10 cars
// 2. Time (minutes) used from parking station to its first stop - 10 data point of 10
cars
// 3. Amount of solid waste (litr) sperating at a stopping point - 11 data points of 10
parking points
// 4. Time (minutes) used at a stopping point - 11 data points of 10 parking points
// 5. Distance (m) from a parking point to another point - 1 data point by
approximating equal amount of distances
// 6. Time (minutes) from a parking point to another point - 1 data point by
approximating equal amount of distances
// 7. Amount (litr) of solid waste (litr) of full capacity - 3 data points from 3 car
capacities which are 8,10 and 11 cubic meters
// 8. Distance (m) for final point to destructive point (m) - 1 data point
// 9. Time (m) for final point to destructive point (minutes) - 1 data point
// 10. Time (minutes) used at the destructive point (minutes) - 1 data point
// 11. Distance (m) from the destructive point to parking point - 1 data point - equal
to constant 1000 m
// 12. Time (minutes) from the destructive point to parking point - 1 data point

No_Each_Table[0] = 10; No_Each_Table[1] = 10; No_Each_Table[2] = 11;
No_Each_Table[3] = 10;
No_Each_Table[4] = 1; No_Each_Table[5] = 1; No_Each_Table[6] = 3;
No_Each_Table[7] = 1;
No_Each_Table[8] = No_Each_Table[9] = No_Each_Table[10] =
No_Each_Table[11] = 1;

printf("Enter Number of Running Time> ");
scanf("%d", &run_time);

Total_Output = malloc(sizeof(double**)*10);

for (i = 0; i < 10; ++i) {

        Total_Output[i] = malloc(sizeof(double*)*10);

        for (j = 0; j < 10; ++j) {

                Total_Output[i][j] = malloc(sizeof(double)*run_time);
        }
}

for (i = 0; i < No_Total_Table; ++i) {

        printf("Index = %d : ", i+1);
```

```
                read_data_namep = fopen("input_file_name.txt", "w");
                fprintf(read_data_namep, "input_table_%d.txt", i+1);
fclose(read_data_namep);

                read_data_namep = fopen("input_file_name.txt", "r");
                fscanf(read_data_namep, "%s", read_file_name);

                input_filep = fopen(read_file_name, "r");

                for (j = 0; j < No_Each_Table[i]; ++j) {

                        fscanf(input_filep, "%lf%lf", &Input_Table[i][j][0],
&Input_Table[i][j][1]);

                        Input_Table[i][j][1] = sqrt(Input_Table[i][j][1]); // Change
variance to SD

                        printf("j = %d: %lf %lf ,", j+1, Input_Table[i][j][0],
Input_Table[i][j][1]);
                }
                fclose(input_filep);  printf("\n");
        }
        printf("Hello ");

        for (i = 0; i < 10; ++i) No_Round_Each_Bus[i] = 2;
        No_Round_Each_Bus[6] = No_Round_Each_Bus[7] = 3;

        /*
        double Input_Table[20][20][2];
        double Current_Table[20][20][2];
        int    No_Each_Table[20];
        int    No_Total_Table = 12; int No_Bus_Number = 10; int No_Parking_Type = 11;

        int    No_Round_Each_Bus[20], No_Data_Each_Route[20][10],
Route_Each_Bus[10][3][40][2];
        */

        printf("\n\n");
        for (i = 0; i < 10; ++i) {

                printf("i = %d : ",i+1);

                for (j = 0; j < No_Round_Each_Bus[i]; ++j) {

                        printf("j = %d : ",j+1);

                        read_data_namep = fopen("input_file_name.txt", "w");
                        fprintf(read_data_namep, "route_%d_%d.txt", i+1, j+1);
fclose(read_data_namep);

                        read_data_namep = fopen("input_file_name.txt", "r");
                        fscanf(read_data_namep, "%s", read_file_name);
```

```
                        input_filep = fopen(read_file_name, "r");


                        count = 0; finish_status = 0;

                        while (finish_status == 0) {

                                status = fscanf(input_filep, "%d%d",
&Route_Each_Bus[i][j][count][1], &Route_Each_Bus[i][j][count][0]);

                                if (status == 2) count++;
                                else finish_status = 1;
                        }
                        fclose(input_filep);

                        No_Data_Each_Route[i][j] = count;

                        printf("N_data = %d ", No_Data_Each_Route[i][j]);

                        for (k = 0; k < No_Data_Each_Route[i][j]; ++k) {

                                printf("%d %d, ", Route_Each_Bus[i][j][k][0],
Route_Each_Bus[i][j][k][1]);
                        }
                        printf("\n");
                }
                printf("\n");
        }

        for (Run_Index = 0; Run_Index < run_time; ++Run_Index)
total_dist_time_evaluation();

// double ***Total_Output; double Ave_SD_Total_Output[10][10][2];

        /*
        Total_Output[i][0][Run_Index] = total_dist;
        Total_Output[i][1][Run_Index] = total_time;
        Total_Output[i][2][Run_Index] = total_waste_weight;
        */

        out_filep = fopen("output_ave_sd_OLD.txt", "w");

        fprintf(out_filep, "Bus_No.  Distance_average   Distance_SD   Time_average
Time_SD   Waste_weight_average   Waste_weight_SD\n");

        for (i = 0; i < 10; ++i) {
                fprintf(out_filep, "%d\t", i+1);

                for (j = 0; j < 3; ++j) {

                        Ave_SD_Total_Output[i][j][0] = average_value(run_time,
Total_Output[i][j]);
                        Ave_SD_Total_Output[i][j][1] = SD_value(run_time,
Total_Output[i][j]);
```

```
                        fprintf(out_filep, "%lf\t  %lf\t  ", Ave_SD_Total_Output[i][j][0],
Ave_SD_Total_Output[i][j][1]);
                }
                fprintf(out_filep, "\n");
        }

   return(0);
}
```

แฟ้มข้อมูลและข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมการจำลองระบบ

1. input_file_name.txe
   out_time_dist_old_cal_20.txt

2. input_table_1.txt

2412.5	1124.33
2072.5	660.12
3312.5	2140.39
2125.0	992.47
2687.5	210.02
1237.5	206.59
1962.5	998.48
2712.5	339.91
2725.0	237.55
1925.0	895.62

3. input_table_2.txt

7.69	2.50
9.06	2.37
12.43	6.81
8.94	2.01
10.95	4.45
3.72	1.05
6.63	2.92
10.44	1.59
13.89	6.42
6.81	1.96

4. input_table_3.txt

1218.57	936.94
266.67	197.52
1173.18	823.33
2035.632	804.46
644.17	356.28
280.67	132.10
441.25	352.92
1471.25	890.47
4625.00	1957.13
798.49	460.01
186.52	113.00

5. input_table_4.txt

8.25	5.92
2.68	2.30
9.94	11.25
12.25	16.02
2.40	1.78
3.33	2.39
3.00	2.45
7.66	6.40
36.83	17.71
4.60	3.10
1.61	1.09

6. input_table_5.txt

8.25	5.92
2.68	2.30
9.94	11.25
12.25	16.02
2.40	1.78
3.33	2.39
3.00	2.45
7.66	6.40
36.83	17.71
4.60	3.10
1.61	1.09

7. input_table_6.txt

0.51	0.24

8. input_table_7.txt

20743.93	3714.06
24703.75	2492.10
26148.57	2191.21

9. input_table_8.txt

4478	3.06

10. input_table_9.txt

2.62	1.69

11. input_table_10.txt

19.31	8.65

12. input_table_11.txt

1000	0

13. input_table_12.txt

4.15	0.78

14. main_data_name.txt

input_table_

15. route_1.txt

6	11
1	8
9	11
1	6
8	11
2	10
1	11
19	10
2	11
12	10
4	11
1	8
2	11
3	2
2	1
22	11

6	10
3	11
2	2
6	10
7	11
1	1
1	1
2	11
43	10
29	11

16. route_2.txt

1	6
13	11
21	10
16	11
13	10
1	1
6	11
1	8
12	11
3	2
4	10
3	3
4	11
1	10
14	11
3	10
8	11
10	10
1	8
9	11
3	10
14	11
2	10
3	1
11	11

17. route_3.txt

1	11
1	8
2	3
1	1
2	1
1	2
5	11
10	10
2	2
2	11
3	2
1	8
1	6
1	4
1	2
1	11
1	2
1	11

1	10
2	2
6	10
2	11
1	2
2	11
1	4
4	10
2	11
2	10
1	5
1	8
4	10
2	9
8	4
8	1

18. route_4.txt

15	11
2	10
14	11
1	6
6	11
5	10
1	5
2	11
1	5
7	11
3	10
7	11
1	5
10	10
1	5
3	11
1	8
3	11
1	5
2	11
5	5
5	10
7	11
1	3
2	1
1	8
3	11
15	10
3	11

19. route_5.txt

5	11
11	10
9	11
15	10
1	7
4	1
7	11
1	8

30	10
13	11
12	11

20. route_6.txt

52	10
5	5
6	11
1	8
3	11
1	2
4	11
1	8
4	11
17	10
6	11
3	11
1	8
1	7
36	11

21. route_7.txt

1	10
5	11
1	1
1	10
21	11
1	8
3	10
1	2
1	3
5	11
1	6
8	11
1	7
1	3
10	11
1	8
7	11
2	10
3	11
1	6
21	11
1	7
1	10
3	11
1	7
7	11
1	3
6	11
9	10
28	11

22. route_8.txt

3	11
1	3
7	11

1	7
1	8
1	11
1	10
2	11
17	10
5	11
1	10
11	11
1	3
3	11
8	11
3	10
1	8
1	11
1	7
8	11
3	10
13	11
1	8
2	11
1	3
11	11
1	10
11	11

23. route_9.txt

2	11
1	6
6	11
1	6
5	11
1	6
3	11
1	6
1	11
2	2
6	11
8	10
1	11
1	6
1	11
1	6
1	11
2	2
6	10
5	11
1	4
17	10
3	11
1	6
2	2
5	11
9	10
5	2
2	10
1	6

4	10
3	2
4	11
1	11
1	2
1	11
1	6
2	2
2	11
1	10
2	11
5	10
1	4
1	10
4	2
5	10
3	2
17	11
1	7
14	11
1	4
3	11
3	2
6	11

24. route_10.txt

3	11
4	10
1	3
5	10
8	1
1	4
10	11
1	7
4	11
12	10
16	11
9	11
7	10
1	3
2	11
1	3
8	11
1	3
5	11
2	10
2	11
2	1

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวมันทิรา นิระโส
วัน เดือน ปีเกิด	22 กันยายน 2519 ที่จังหวัดพังงา
ที่อยู่	90 ม.1 ต.ทุ่งกระบือ อ.ย่านตาขาว จ.ตรัง โทร. 0-7528-0110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2541	สำเร็จการศึกษาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยทักษิณ
พ.ศ.2546	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ.2541-ปัจจุบัน ตำแหน่งอาจารย์ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตตรัง