# การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย ในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี

นางสาววนิดา ร่มรื่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ภาควิชาภูมิศาสตร์
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-17-7004-9
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR SOLID WASTE COLLECTION ROUTING IN LAEMCHABANG MUNICIPALITY, CHANGWAT CHON BURI

Miss Wanida Romruen

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Arts in Geography
Department of Geography
Faculty of Arts
Chulalongkorn University
Academic Year 2004

ISBN 974-17-7004-9

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี |
| โดย | นางสาววนิดา ร่มรื่น |
| สาขาวิชา | ภูมิศาสตร์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์ ดร.ดุษฎี ชาญลิขิต |

---

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะอักษรศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรศักดิ์ ศิริไพบูลย์สินธ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.ดุษฎี ชาญลิขิต)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ผ่องศรี จั่นห้าว)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นโรตม์ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วนิดา ร่มรื่น : การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี. (APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR SOLID WASTE COLLECTION ROUTING IN LAEMCHABANG MUNICIPALITY, CHANGWAT CHON BURI) อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์ ดร.ดุษฎี ชาญลิขิต, 162 หน้า. ISBN 974-17-7004-9.

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ จัดทำระบบฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์และกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสมและมีระยะการเดินทางสั้นที่สุด พร้อมทั้งศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย

วิธีดำเนินการวิจัยเริ่มด้วย การศึกษาการดำเนินงานด้านการเก็บขนขยะมูลฝอยและรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาออกแบบและจัดทำระบบฐานข้อมูล ระบบเก็บขนขยะมูลฝอย แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ และระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังคงที่ ขั้นตอนการวิเคราะห์เริ่มจากการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบให้รถแต่ละคัน การเก็บขนมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่จะพิจารณาความสมดุลของจำนวนเที่ยวของการเดินทางเก็บขนขยะมูลฝอยต่อสัปดาห์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งวิเคราะห์โดยการปรับเทียบค่าในตารางข้อมูลตามลักษณะ ส่วนการเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่จะใช้ปริมาณขยะมูลฝอยต่อวันเป็นเกณฑ์ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้คำสั่ง ALLOCATE ในมอดูล ARCPLOT ของโปรแกรม Arc/Info เมื่อแบ่งพื้นที่รับผิดชอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดเส้นทางเดินรถด้วยฟังก์ชัน Find Best Route ของโปรแกรม ArcView Network Analyst และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตาราง แผนที่ และรายงานเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอย

การประมวลผลในระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ ด้วยการวิเคราะห์แบบตารางทำให้ทราบว่ารถแต่ละคันมีระยะทางการเก็บขนขยะใกล้เคียงกันมาก คือ 615.1 และ 617.6 กิโลเมตรหรือ 33 เที่ยวต่อสัปดาห์ สำหรับการกำหนดเส้นทางของรถทั้งสองคันทั้ง 21 เส้นทางที่สอดคล้องกับจำนวนถังคอนเทนเนอร์ จะประมวลผลด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst และได้ระยะทางเก็บขยะสั้นกว่าเดิมคิดเป็นร้อยละ 13.7 ต่อสัปดาห์ ส่วนการเก็บขยะแบบถังคงที่จะใช้ปริมาณมูลฝอยต่อวันเป็นเกณฑ์ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้คำสั่ง ALLOCATE ทั้ง 12 พื้นที่เก็บขยะ และกำหนดเส้นทางเก็บขยะของรถทั้งสิบสองคันด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst และได้ระยะทางเก็บขยะสั้นกว่าเดิมคิดเป็นร้อยละ 3.7 ต่อวัน

ภาควิชา ภูมิศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ภูมิศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2547

## 4480181522 : MAJOR GEOGRAPHY

KEY WORD: SOLID WASTE / GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM / LAEMCHABANG MUNICIPALITY

WANIDA ROMRUEN: APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR SOLID WASTE COLLECTION ROUTING IN LAEMCHABANG MUNICIPALITY, CHANGWAT CHON BURI. THESIS ADVISOR: DUSDI CHANLIKIT, Ph.D. 162 pp. ISBN 974-17-7004-9.

The objective of the study is to create a geographic information database system and to determine the optimum route of lorry with the shortest path. Efficiency improvement of the solid waste collection service in Laemchabang Municipality, Changwat Chon Buri, has been studied by means of the network analysis technique.

The study commences by reviewing the current manipulation of solid waste collection and collecting various types of spatially related information for designing database system. The solid waste collection is composed of 2 systems: the Hauled Container System, and the Stationary Container System. As the start of the system, the area for solid waste collection for each lorry is divided. The proportion of the solid waste collection per week, the Hauled Container System, is considered using the Tabular Analysis. The quantity of the solid waste data per day, the Stationary Container System, is then analyzed and the data are executed by using an ALLOCATE command in the ARCPLOT module of the Arc/Info environment. As a result, the solid waste collection routes are determined with the Find Best Route function of the ArcView Network Analyst software. The result of these analysis is shown in various formats; namely, tables, maps and solid waste collection routing reports.

Results from the Hauled Container System analyzed by the Tabular Analysis technique reveal that the sums of the distances for each lorry are 615.1 and 617.6 kilometers respectively or 33 routes per week. The solid waste collection routes for the two lorries along 21 routes based on a number of the Hauled Containers are executed by the ArcView Network Analyst software and it provides a shorter distance than the conventional approach or a reduction rate of 13.7 per cent per week. The results from the Stationary Container System based on the quantity of the solid waste per day are analyzed and executed by using an ALLOCATE command for all 12 solid waste collection areas. The solid waste collection routes for all 12 lorries are executed by the ArcView Network Analyst software and it yields a shorter distance than the conventional approach or a reduction rate of 3.7 per cent per day.

Department Geography Student's signature .....

Field of study Geography Advisor's signature .....

Academic year 2004

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร. ดุษฎี ชาญลิขิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ในภาควิชาภูมิศาสตร์ ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และให้คำแนะนำต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา การวิจัยครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ ทางด้านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และประสบการณ์การทำงาน จากสำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณีเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มอบทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ประจำภาคต้นปีการศึกษา 2546 ขอขอบคุณกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม สำนักการช่าง และกองคลัง เทศบาลตำบลแหลมฉบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณนเรศ ผิวอ่อน หัวหน้างานรักษาความสะอาด และพนักงานขับรถเก็บขนขยะมูลฝอยทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและข้อมูลที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณ คุณสาวินี ไกรทอง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกด้านต่างๆ ด้วยดีเสมอมานับตั้งแต่เริ่มเข้าศึกษาในภาควิชาภูมิศาสตร์แห่งนี้ ขอขอบคุณ คุณเชาวฤทธิ์ โสธรรมมงคล คุณสิริรัตน์ หอมเหมือน และคุณจิรพงษ์ โพธิรัตนากูล ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม รวมทั้งพี่ๆ และเพื่อนๆ จากกรมทรัพยากรธรณีและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติๆ ของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้และให้การสนับสนุนในทุกๆ สิ่งมาโดยตลอด จนข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

หน้า

**บทคัดย่อภาษาไทย** ..... ง
**บทคัดย่อภาษาอังกฤษ** ..... จ
**กิตติกรรมประกาศ** ..... ฉ
**สารบัญ** ..... ช
**สารบัญภาพ** ..... ฎ
**สารบัญตาราง** ..... ฐ

**บทที่**

1. **บทนำ** ..... 1
   1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1
   1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 3
   1.3 แนวเหตุผล ..... 3
   1.4 ขอบเขตของการวิจัย ..... 3
      1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา ..... 3
      1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา ..... 4
   1.5 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 4
   1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 5
   1.7 นิยามศัพท์ ..... 5

2. **เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ..... 7
   2.1 การเก็บขนขยะมูลฝอยและการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย ..... 7
      2.1.1 แหล่งที่มาและชนิดของขยะมูลฝอย ..... 7
      2.1.2 การเก็บขนขยะมูลฝอย ..... 8
      2.1.3 ระบบเก็บขนขยะมูลฝอย ..... 11
      2.1.4 การกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย ..... 15
   2.2 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ..... 18
      2.2.1 หลักการและความหมายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ..... 19
      2.2.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ..... 19
      2.2.3 ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) ..... 22

หน้า

2.3 ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์..... 26
2.3.1 แนวความคิดหลักเกี่ยวกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์..... 27
2.3.2 คุณสมบัติของระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์..... 27
2.3.3 ประเภทของความสัมพันธ์ (Types of relation)..... 28
2.4 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)..... 28
2.4.1 ทฤษฎีการวิเคราะห์โครงข่าย..... 29
2.4.2 ขั้นตอนวิธีของ Dijkstra (Dijkstra 's Algorithm)..... 29
2.4.3 โปรแกรมโครงข่าย..... 30
2.4.4 องค์ประกอบของโครงข่าย..... 33
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 34

**3. วิธีดำเนินการวิจัย**..... 39
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 39
3.1.1 ข้อมูลทุติยภูมิ..... 39
3.1.2 ข้อมูลปฐมภูมิ..... 40
3.2 การศึกษาวิธีการวิเคราะห์โครงข่ายและกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 41
3.3 การออกแบบและจัดทำฐานข้อมูล..... 41
3.3.1 การออกแบบฐานข้อมูล..... 41
3.3.2 การจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์..... 43
3.3.3 การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์..... 47
3.3.4 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล..... 50
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 51
3.4.1 ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่..... 51
3.4.2 ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่..... 56
3.4.3 การยอมรับผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 61
3.5 การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 62
3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 63

หน้า

**4. การวิเคราะห์ข้อมูล**..... 64
4.1 ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง..... 64
4.1.1 พื้นที่ให้บริการ..... 64
4.1.2 การดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอย..... 67
4.1.3 สถานที่จอดรถเก็บขนขยะมูลฝอย..... 68
4.1.4 สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย..... 68
4.1.5 จุดเก็บขนขยะมูลฝอย..... 69
4.1.6 รถเก็บขนขยะมูลฝอย..... 73
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 76
4.2.1 ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System)..... 76
4.2.1.1 การกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในระบบถังเคลื่อนที่..... 76
4.2.1.2 การกำหนดเส้นทางเดินรถในระบบถังเคลื่อนที่ที่เหมาะสม และมีระยะทางสั้นที่สุด..... 77
4.2.2 ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ (Stationary Container System)..... 80
4.2.2.1 การประเมินปริมาณขยะมูลฝอย..... 80
4.2.2.2 การกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในระบบถังคงที่..... 82
4.2.2.3 การกำหนดเส้นทางเดินรถในระบบถังคงที่ที่เหมาะสมและ มีระยะทางสั้นที่สุด..... 88

**5. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ**..... 92
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 92
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 97

**รายการอ้างอิง**..... 98

**ภาคผนวก** ..... 102
ภาคผนวก ก..... 103
ภาคผนวก ข..... 111
ภาคผนวก ค..... 123

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ภาคผนวก ง..... 129
ภาคผนวก จ..... 131
ภาคผนวก ฉ..... 144

**ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์**..... 162

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญภาพ

หน้า


ภาพที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 6
ภาพที่ 2.1 ระบบการเก็บขนมูลฝอยถังเคลื่อนที่แบบธรรมดา..... 12
ภาพที่ 2.2 ระบบการเก็บขนมูลฝอยถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง..... 13
ภาพที่ 2.3 ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่..... 14
ภาพที่ 2.4 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์..... 20
ภาพที่ 2.5 องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ที่สำคัญของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์..... 20
ภาพที่ 2.6 องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์หลักของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์..... 21
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างของแบบจำลองข้อมูลเวกเตอร์และแบบจำลองข้อมูลแรสเตอร์..... 23
ภาพที่ 3.1 การเชื่อมโยงโครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูลถนน..... 43
ภาพที่ 3.2 การเชื่อมโยงโครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่และถังเคลื่อนที่..... 44
ภาพที่ 3.3 การจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อการกำหนดเส้นทางเดินรถ..... 45
ภาพที่ 3.4 การกำหนดหน่วยวัดระยะทางใน View ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล..... 52
ภาพที่ 3.5 การเพิ่มโปรแกรมย่อย Network Analyst เข้าสู่โปรแกรม ArcView..... 53
ภาพที่ 3.6 การเรียกใช้คำสั่งเพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในโปรแกรมย่อย Network Analyst..... 53
ภาพที่ 3.7 การกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด..... 54
ภาพที่ 3.8 การกำหนดข้อมูลจุด (Point Theme) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 55
ภาพที่ 3.9 การแสดงรายงานการเดินทางที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมย่อย Network Analyst..... 56
ภาพที่ 3.10 การวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุด โดยใช้คำสั่ง Find best order เพื่อให้โปรแกรมจัดลำดับจุดเก็บขนขยะมูลฝอยให้..... 61
ภาพที่ 3.11 การวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุดหลังจากกำหนดจุดเก็บขนขยะมูลฝอยใหม่ โดยไม่ใช้คำสั่ง Find best order และจัดลำดับจุดเก็บขนขยะในรายการ (List) ให้มีค่าเรียงกันจากน้อยไปหามาก..... 61
ภาพที่ 4.1 แผนที่แสดงโครงข่ายถนนภายในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง..... 66
ภาพที่ 4.2 สถานที่จอดรถเก็บขนขยะมูลฝอย..... 70
ภาพที่ 4.3 สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบ..... 70

หน้า

ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงจุดเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่และระบบถังคงที่..... 71
ภาพที่ 4.5 ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง..... 72
ภาพที่ 4.6 ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่ของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง..... 73
ภาพที่ 4.7 รถจัดเก็บขยะมูลฝอยประเภทต่างๆ ของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง..... 75
ภาพที่ 4.8 แผนที่แสดงการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบในการจัดเก็บขยะมูลฝอยระบบถังคงที่..... 84
ภาพที่ 4.9 แผนที่แสดงการปรับพื้นที่รับผิดชอบในการจัดเก็บขยะมูลฝอยระบบถังคงที่..... 85
ภาพที่ 4.10 กราฟแท่งแสดงปริมาณขยะในพื้นที่รับผิดชอบแต่ละเขต..... 86
ภาพที่ 4.11 กราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบเส้นทางเดินรถที่ได้จากการวิเคราะห์กับเส้นทางปัจจุบันที่ดำเนินการอยู่..... 89

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ประเภทกิจกรรมหรือสถานที่ของแหล่งที่มาแต่ละแหล่งพร้อมทั้งชนิดของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น..... 7
ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบการเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่และถังคงที่..... 15
ตารางที่ 4.1 แหล่งรับบริการเก็บขนขยะมูลฝอย..... 67
ตารางที่ 4.2 รายละเอียดของภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่ใช้ในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง.. 69
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดของจุดเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่..... 74
ตารางที่ 4.4 ประเภทและจำนวนของรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน..... 75
ตารางที่ 4.5 รายละเอียดของรถเก็บขนขยะมูลฝอยเทศของบาลตำบลแหลมฉบัง..... 76
ตารางที่ 4.6 ผลการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบและการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดในระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่..... 78
ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบระยะทางการเดินรถก่อนและหลังการกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่..... 79
ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินปริมาณขยะมูลฝอยของชุมชนภายในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง..... 81
ตารางที่ 4.9 ผลการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบให้รถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่..... 83
ตารางที่ 4.10 รายละเอียดของภาชนะรองรับมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบแต่ละเขต..... 87
ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดในระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังคงที่.... 88
ตารางที่ 4.12 ผลการเปรียบเทียบระยะทางการเดินรถก่อนและหลังการกำหนดเส้นทางเก็บขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่..... 90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขยะมูลฝอยเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญของโลกในปัจจุบัน เมื่อวิทยาการก้าวหน้า อัตราการใช้ที่ดินและประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชุมชนเมือง ประกอบกับการพัฒนาระบบเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ส่งผลให้ของเหลือทิ้งจากขบวนการผลิตและการใช้สอยของมนุษย์เพิ่มปริมาณมากขึ้น ตามการเพิ่มของประชากรและกิจกรรมในพื้นที่นั้นๆ ขณะที่หน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบยังไม่สามารถดำเนินการเก็บขนขยะและนำไปกำจัดได้หมดในแต่ละวันจึงก่อให้เกิดปัญหามูลฝอยเหลือตกค้าง ซึ่งนอกจากจะเป็นสาเหตุแห่งความสกปรก เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรค ส่งกลิ่นรบกวน ตลอดจนเป็นต้นเหตุของอัคคีภัยแล้ว ยังเป็นเหตุแห่งความสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการขนย้ายและกำจัดอย่างมากมายอีกด้วย

การจัดการและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการจัดการขยะมูลฝอยนั้นต้องอาศัยความรู้หลายด้าน รวมทั้งเทคโนโลยีต่างๆ ในการเก็บรวบรวมและกำจัด ส่วนวิธีการดำเนินงานนั้นประกอบด้วยหลายขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย จัดได้ว่าเป็นขั้นตอนที่เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ ในการดำเนินงานจัดการขยะมูลฝอยนั้นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมนี้ประมาณร้อยละ 60-80 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ดังนั้น จึงจำเป็นจะต้องมีการวางแผนในการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ดีและมีประสิทธิภาพ และการที่จะเก็บขนขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพนั้น องค์ประกอบต่างๆ ต้องสอดคล้องกัน นับตั้งแต่ยานพาหนะที่ใช้ในการเก็บขน พนักงานเก็บขน วิธีการเก็บขน เวลา และระยะทางที่ใช้ในการเก็บขนไปจนถึงสถานที่กำจัด การจัดเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยทำให้การเก็บขนขยะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศที่พัฒนาแล้วหลายแห่งได้นำเทคนิคในการจัดเส้นทางการเก็บขนขยะมาใช้ เพราะนอกจากจะไม่ทำให้เกิดปัญหามูลฝอยตกค้างแล้ว ยังช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้มาก อีกทั้งยังสามารถขยายขอบเขตของการปฏิบัติงานครอบคลุมพื้นที่เพิ่มมากขึ้น

กระทรวงสาธารณสุขได้ออกพระราชบัญญัติสาธารณสุขฉบับใหม่ใน พ.ศ. 2535 โดยมีเนื้อหาบางส่วนให้มีการควบคุม การจัดการมูลฝอย น้ำเสียและสิ่งปฏิกูลโดยมีการมอบอำนาจให้หน่วยงานบริหารราชการส่วนท้องถิ่นควบคุมดูแลและจัดการ แต่ในปัจจุบันนี้การจัดการขยะมูลฝอยโดยหน่วยงานระดับท้องถิ่น ยังประสบปัญหาขยะมูลฝอยเหลือตกค้างจากการ

เก็บขนขยะ เนื่องจากการจัดเก็บมูลฝอยในแต่ละวันนั้นสามารถทำได้ประมาณร้อยละ 80-90 ของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ดังนั้น จึงก่อให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอยกระจัดกระจายอยู่ตามสถานที่ต่างๆ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลของเทศบาลตำบลแหลมฉบังพบว่า ภายในพื้นที่รับผิดชอบประกอบไปด้วย พื้นที่พักอาศัย ท่าเทียบเรือ โรงงานอุตสาหกรรม ตลาด และอื่นๆ ปริมาณมูลฝอยประเภทต่างๆ ที่เกิดในเขตเทศบาลมีปริมาณมากถึงวันละประมาณ 110 ตัน แต่มีมูลฝอยที่ส่งไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาลเพียงวันละ 100 ตันเท่านั้น ดังนั้น ส่วนต่างของปริมาณมูลฝอย คือ ขยะที่เหลือตกค้าง นอกจากนี้ เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ชุมชนจึงมีการขยายตัว ทำให้พื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนขยะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้ เทศบาลได้ดำเนินการแก้ปัญหาเรื่องขยะตกค้าง ด้วยวิธีการจัดเวลาในการเก็บขนขยะใหม่ จากเดิมเก็บขนในช่วงเช้าเพียงวันละ 1 เที่ยว เปลี่ยนเป็นเก็บขนทั้งช่วงเช้าและบ่ายวันละ 2 เที่ยว และดำเนินการจัดซื้อรถบรรทุกขยะเพิ่มเติม แต่การแก้ปัญหามิได้ให้ความสนใจในด้านการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะ ซึ่งหากไม่ดำเนินการปรับปรุงเส้นทางการเก็บขนใหม่อาจทำให้รถเก็บขนขยะบางคันต้องรับภาระในพื้นที่และระยะทางเพิ่มมากขึ้น และต้องใช้เวลาในการทำงานเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในการทำงาน หรือในกรณีที่มีรถเก็บขนขยะบางคันต้องวิ่งทับเส้นทางการเก็บขนขยะของรถคันอื่น ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์ ในการจัดเส้นทางเก็บขนขยะให้มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องให้รถทุกคัน พนักงานทุกคนมีเวลาในการทำงานและพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนขยะเท่าเทียมกันทั้งในแง่ของระยะทางและปริมาณมูลฝอย โดยมุ่งเน้นการลดระยะทางเดินรถเก็บขน แต่ยังคงให้บริการเก็บขนขยะได้ครบทุกจุดเช่นเดิม อันนำมาซึ่งการประหยัดเวลาการปฏิบัติงาน ลดปัญหาขยะมูลฝอยตกค้าง ลดการสึกหรอของยานพาหนะ และทุ่นค่าใช้จ่ายโดยรวมตามมา

ปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผน เพราะระบบการเก็บรวบรวมขยะส่วนใหญ่จะยุ่งยากเกินกว่าจะใช้เครื่องคิดเลขคำนวณหรือใช้วิจารณญาณของบุคคลเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งขาดความเที่ยงตรงและความชัดเจนของผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถเพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนเชิงพื้นที่ และเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการจัดเก็บ ค้นคืน วิเคราะห์ แก้ไข และแสดงผลข้อมูลได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ตลอดจนสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้บรรลุวัตถุประสงค์ จึงจัดได้ว่าเป็นระบบซึ่งใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยให้การทำงานมีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้นและสามารถแก้ไขข้อมูลให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังเพิ่มคุณภาพและปริมาณงานได้มากขึ้นในเวลาที่จำกัด

จากข้อดีของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจที่จะศึกษาระบบการเก็บขนขยะของเทศบาล เพื่อนำมาปรับปรุงเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานด้านการเก็บขนขยะมูลฝอยและนำเอาเทคโนโลยีด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาช่วยในการศึกษา ซึ่งในการวางแผนเชิงพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวางแผนวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยภายในพื้นที่รับผิดชอบที่แบ่งแยกย่อยไว้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความสะดวกในการค้นคืนและแก้ไขข้อมูล ลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในการเก็บรวบรวมขยะไปสู่แหล่งกำจัด และสามารถติดตามผลการปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ ยังสนับสนุนการดำเนินงานในการให้บริการเก็บขนขยะและช่วยแก้ปัญหาขยะตกค้างในปัจจุบัน อันจะส่งผลให้โครงการวางแผนการเก็บขนขยะมูลฝอยในแผนรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อย ตามนโยบายการบริหารงานของเทศบาลนั้นประสบผลสำเร็จด้วยดี และมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเกิดประโยชน์ต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อจัดทำฐานข้อมูลสำหรับการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในพื้นที่ศึกษา

1.2.2 เพื่อกำหนดเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอย โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมและมีระยะการเดินทางสั้นที่สุดที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการเก็บขนขยะมูลฝอยได้

## 1.3 แนวเหตุผล

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย ซึ่งเป็นเทคโนโลยีด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมต่อการเก็บขนขยะมูลฝอยได้

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ดำเนินการศึกษาในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ขอบเขตเทศบาลประกอบด้วยพื้นที่ในตำบลทุ่งสุขลาทั้งหมด ซึ่งเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรม และท่าเรือแหลมฉบัง รวมทั้งพื้นที่บางส่วนของตำบลสุรศักดิ์ ตำบลหนองขาม ตำบล

บึง และตำบลบางละมุง รวมมีพื้นที่รับผิดชอบทั้งสิ้น 109.65 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมเส้นทางเก็บขนและสถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาล ซึ่งมีเนื้อที่ 0.381 ตารางกิโลเมตร และอยู่ห่างจากเทศบาลเป็นระยะทางประมาณ 22 กิโลเมตร ด้วย

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษามุ่งเน้นการดำเนินงานด้านการกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย โดยมีรายละเอียดในการศึกษาครั้งนี้ คือ

1) ศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันและระบบการดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง

2) สำรวจและรวบรวมข้อมูลโครงข่ายถนนและระบบเก็บขนขยะมูลฝอยในปัจจุบัน ประกอบด้วย เขตพื้นที่เก็บขนขยะมูลฝอย และเส้นทางรับผิดชอบ อัตราการเกิดมูลฝอย จุดเก็บขนขยะมูลฝอยและปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้ จำนวนและขนาดถังรองรับมูลฝอย จำนวนและขนาดรถเก็บขนขยะมูลฝอย

3) ศึกษาข้อมูลเพื่อดำเนินการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ และกำหนดเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยให้กับรถแต่ละคัน

## 1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 1.1)

1.5.1 รวบรวมข้อมูล และค้นคว้าเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1) ข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากการสำรวจข้อมูลในภาคสนาม ประกอบด้วย ที่ตั้งจุดเก็บขนขยะมูลฝอย จำนวนถังขยะในแต่ละจุดเก็บขนขยะ เส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย สภาพพื้นผิวถนน และสภาพการจราจร

2) ข้อมูลทุติยภูมิ ได้จากเอกสารและรายงานต่างๆ ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย แผนที่เส้นทางคมนาคม แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนขยะ จำนวนเที่ยวและความถี่ในการเก็บขนขยะ ปริมาณมูลฝอย ณ จุดเก็บขนขยะ ปริมาตรมูลฝอยที่รถแต่ละคันเก็บได้ต่อวัน ขนาดของถังขยะและยานพาหนะที่ใช้ในการเก็บขนขยะ รูปแบบการเก็บขนขยะมูลฝอย

3) ศึกษาทฤษฎี และวรรณกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 ออกแบบและจัดทำฐานข้อมูล

1) ข้อมูลเส้นทางคมนาคม

2) ข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอย

3) ข้อมูลทั่วไปภายในเขตพื้นที่ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย

1.5.3 วิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

1) แบ่งพื้นที่รับผิดชอบให้กับรถแต่ละคัน

2) วิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยภายในพื้นที่รับผิดชอบที่แบ่งแยกย่อยไว้แต่ละเขต โดยมุ่งเน้นความสมดุลในแง่ของปริมาณงานและระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง

1.5.4 สรุปผลและจัดทำรายงาน

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบสถานการณ์ปัจจุบันด้านการเก็บขนขยะมูลฝอยในพื้นที่ศึกษา

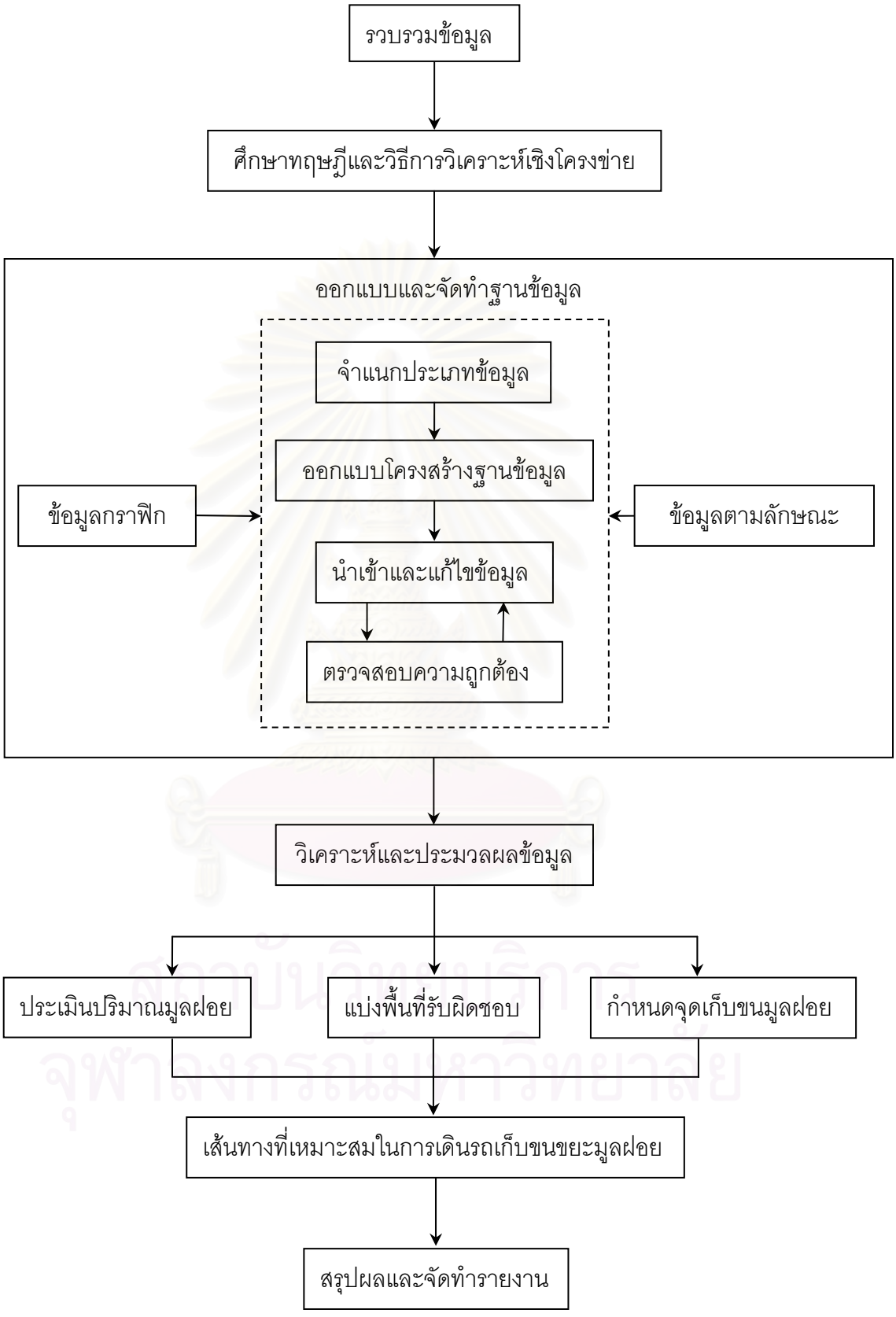
1.6.2 เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ปฏิบัติงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในด้านนี้ สามารถนำไปประกอบการวางแผนปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับพื้นที่อื่น ๆ ได้

## 1.7 นิยามศัพท์

ขยะมูลฝอย หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่เราไม่ต้องการ ที่เป็นของแข็งหรืออ่อน เช่น เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะใส่อาหาร มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นสิ่งใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น

การกำหนดเส้นทาง หมายถึง การเลือกเส้นทางที่มีระยะการเดินทางที่สั้นที่สุดและเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำที่สุด ให้กับรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน เพื่อใช้ในการเดินทางเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยภายในพื้นที่รับผิดชอบ




***ภาพที่ 1.1*** *ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย*

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 การเก็บขนขยะมูลฝอยและการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย

### 2.1.1 แหล่งที่มาและชนิดของขยะมูลฝอย

ในการดำรงชีวิตของมนุษย์นั้น มีกิจกรรมต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย และจากกิจกรรมส่วนใหญ่มักเกิดวัสดุที่เหลือใช้และไม่เป็นที่ต้องการ ซึ่งจะถูกทิ้งไปในรูปของขยะมูลฝอย การออกแบบและดำเนินงานในองค์ประกอบต่างๆ ของการจัดการขยะมูลฝอยจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงแหล่งที่มาของขยะมูลฝอย เนื่องจากชนิดของขยะมูลฝอยมักจะมีความแตกต่างกันไปตามกิจกรรมที่ทำให้เกิดขยะขึ้น ดังนั้น การจัดแบ่งแหล่งที่มาจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องขึ้นกับลักษณะการใช้ที่ดิน และการแบ่งเขตเมืองเพื่อกิจการต่างๆ รายละเอียดของกิจกรรมตลอดจนชนิดขยะมูลฝอยของแหล่งที่มาแต่ละแหล่งแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

***ตารางที่ 2.1*** *ประเภทกิจกรรมหรือสถานที่ของแหล่งที่มาแต่ละแหล่ง พร้อมทั้งชนิดของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น*

| แหล่งที่มา | ประเภทกิจกรรมหรือสถานที่ | ชนิดของมูลฝอย |
|---|---|---|
| ที่อยู่อาศัย | บ้านพักเดี่ยว ห้องแถว ห้องชุด อาคารชุด ฯลฯ | เศษอาหาร ขยะแห้ง ขี้เถ้า ขยะพิเศษ |
| ย่านธุรกิจ | ร้านค้า ภัตตาคาร ตลาด สำนักงาน โรงแรม โรงพิมพ์ อู่ซ่อมรถ โรงพยาบาล สถาบันการศึกษา ฯลฯ | เศษอาหาร ขยะแห้ง ขี้เถ้า ขยะจากการทำลายตึกและการก่อสร้าง ขยะพิเศษ สารพิษ (ในบางแห่ง) |
| อุตสาหกรรม | การก่อสร้าง โรงทอผ้า การกลั่นน้ำมัน โรงเลื่อย การทำเหมืองแร่ โรงงานผลิตสินค้าชนิดต่างๆ ทั้งอุตสาหกรรมหนักและเบา ฯลฯ | เศษอาหาร ขยะแห้ง ขี้เถ้า ขยะจากการทำลายอาคารและการก่อสร้าง ขยะพิเศษและสารพิษ |
| ที่สาธารณะ | ถนน ตรอก ซอย ที่จอดรถ สนามเด็กเล่น สวนสาธารณะ ชายหาด สถานที่ท่องเที่ยว ฯลฯ | ขยะพิเศษ ขยะแห้ง |

***ตารางที่ 2.1*** *(ต่อ)*

| แหล่งที่มา | ประเภทกิจกรรมหรือสถานที่ | ชนิดของมูลฝอย |
|---|---|---|
| การประปาและกำจัดน้ำทิ้ง | โรงประปา โรงกำจัดน้ำทิ้งจากชุมชน โรงพยาบาล และอุตสาหกรรม | กากตะกอนจากขบวนการกำจัด |
| เกษตรกรรม | ไร่ นา สวนผัก-ผลไม้ ฟาร์มโคนม ฟาร์มสัตว์อื่นๆ ฯลฯ | ผัก-ผลไม้ที่เน่าเปื่อย ขยะจากผลผลิตทางการเกษตร ขยะแห้ง สารพิษ |

***ที่มา*** *: พัชรี หอวิจิตร (2529)*

การทิ้งขยะมูลฝอยเป็นองค์ประกอบแรกของระบบการจัดการขยะมูลฝอย การวางระบบการกำจัดขยะมูลฝอยจะได้ผลดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความเข้าใจในลักษณะของการทิ้งขยะมูลฝอยในแต่ละชุมชนนั้นๆ เป็นสำคัญ ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบข้อมูลของการทิ้งขยะมูลฝอยของชุมชนนั้นๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

### 2.1.2 การเก็บขนขยะมูลฝอย

การรวบรวมขยะมูลฝอย หมายถึง กิจกรรมตั้งแต่การขนถ่ายขยะมูลฝอยจากถังขยะ ซึ่งอาจจะเป็นถังขยะจากแต่ละบ้านหรือถังขยะรวม ทั้งนี้ แล้วแต่กรณี เข้าสู่รถ* ไปจนถึงการขนขยะมูลฝอยนั้นไปถ่ายไว้ที่จุดหมายปลายทาง ซึ่งอาจจะเป็นสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย โรงแปลงรูปขยะมูลฝอย หรือสถานีกำจัดขยะมูลฝอย ในปัจจุบันเมืองใหญ่ซึ่งมีประชากรอยู่มาก สถานีกำจัดขยะมูลฝอยจึงต้องตั้งอยู่ห่างไกลจากชุมชน การเลือกชนิดของรถ การจัดเส้นทางเดินรถและการพิจารณาความเหมาะสมในการจัดตั้งสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนจัดการขยะมูลฝอย สำหรับวิธีการอาจทำได้ในหลายรูปแบบ คือ เทศบาลเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด หรือให้บริษัทเอกชนประมูลแข่งขันกันเพื่อดำเนินการรวบรวมขนขยะมูลฝอย หรือเทศบาลดำเนินงานเองบางส่วนและจ้างเหมาเอกชนบางส่วนในลักษณะร่วมกันก็ได้ ซึ่งการรวบรวมขยะมูลฝอยนี้เป็นส่วนที่เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายมากที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่น ๆ อาจจะถึงร้อยละ 80 ของทั้งหมด ดังนั้น การวางแผนการจัดเก็บรวบรวมขยะ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องได้รับการพิจารณาเพื่อจัดทำให้เกิดความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นให้มากที่สุด

*รถ หมายถึง รถเก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งในเนื้อหาวิทยานิพนธ์ต่อไปนี้จะใช้คำว่า “รถ” แทน

2.1.2.1 องค์ประกอบที่นำมาพิจารณาในการวางแผนการจัดเก็บรวบรวมขยะ

- ลักษณะทั่วๆ ไปของขยะมูลฝอย เช่น ชนิด ปริมาณ น้ำหนัก ความแน่นและการอัดตัวมูลฝอย
- จำนวนจุดรวบรวมขยะมูลฝอยที่จะให้บริการ และกำหนดเวลาในการเก็บขนมูลฝอย
- ชนิดและความสามารถของเครื่องมือที่จะเลือกใช้จัดเก็บขยะ
- การบริหารงานเกี่ยวกับพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอย พนักงานขับรถ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ
- ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ ผังถนนและสภาพการจราจร
- ย่านต่างๆ ในชุมชน เช่น ย่านที่พักอาศัย ย่านธุรกิจ ย่านอุตสาหกรรม ตลาดสด
- ลักษณะของอากาศในแต่ละฤดูกาล
- วิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่ใช้
- ลักษณะของการบริการที่จัดทำ เช่น จัดทำโดยองค์การของรัฐ หรือสัญญาการจ้างเหมา

2.1.2.2 ขั้นตอนการดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอย

การเก็บขนมูลฝอยเป็นปัจจัยหลักของการจัดการมูลฝอยและใช้งบประมาณมากที่สุดของการจัดการมูลฝอย การเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บขนมูลฝอยเพียงเล็กน้อยก็อาจจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บขนมูลฝอยลดน้อยลงอย่างมาก ดังนั้น การที่จะดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพจึงต้องเน้นส่วนของการเก็บขยะนี้เป็นสำคัญ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

2.1.2.2.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ เส้นทางเก็บขนขยะ และปริมาณขยะ ข้อมูลส่วนนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบก่อนการดำเนินงาน ประกอบด้วย

1) พื้นที่รับผิดชอบ

- อาณาเขตและพื้นที่ของชุมชนนั้นๆ ทั้งหมด และแต่ละส่วนมีความกว้าง ยาว และเนื้อที่เท่าใด
- ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละส่วนของพื้นที่นั้นๆ
- ลักษณะของกิจกรรมของประชากรในแต่ละส่วนของพื้นที่ เช่น เป็นย่านที่อยู่อาศัย ย่านการค้า หรือย่านอุตสาหกรรม

2) ลักษณะและปริมาณของขยะมูลฝอย

- ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดที่จะต้องเก็บขน กก./คน/วัน

- จำนวนจุดที่จะต้องเก็บขนขยะในแต่ละพื้นที่แต่ละเส้นทาง

3) เส้นทางในการเก็บขนขยะ

- ความกว้าง ยาว ของถนนแต่ละเส้นทางที่ต้องไปเก็บขนขยะ
- ลักษณะการเดินรถในแต่ละเส้นทาง เช่น ช่วงใดของถนนที่รถเดินทางเดียว ห้ามเข้า ห้ามเลี้ยว
- ความหนาแน่นของการจราจรในเวลาปกติและในชั่วโมงเร่งด่วน

2.1.2.2.2 กำหนดจุดเก็บขนขยะ

เมื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานแล้วจึงนำมาประกอบการพิจารณากำหนดจุดที่จะต้องเก็บขนขยะให้แน่นอน เพื่อกำหนดความถี่ของการเก็บขนในแต่ละจุดหรือแต่ละพื้นที่และแจ้งให้ประชาชนรวมทั้งผู้เกี่ยวข้องได้ทราบ

2.1.2.2.3 วิธีการเก็บขนขยะ

เมื่อได้กำหนดจุดเก็บขนขยะเป็นที่แน่นอนแล้วก็ต้องกำหนดต่อไปว่าวิธีการเก็บขนขยะในแต่ละจุดนั้นจะใช้วิธีการอย่างไร สำหรับประเทศในแถบเอเชียส่วนใหญ่ใช้วิธีการเก็บขนขยะใน 4 วิธีการ ดังต่อไปนี้

1) เก็บจากถังขยะรวม โดยท้องถิ่นจะจัดถังขยะรวมไว้ตามที่ต่างๆ ตามความเหมาะสม เช่น ในกรณีที่อาคารร้านค้าอยู่ใกล้ทางแยกไม่สามารถจอดรถเก็บขนขยะได้ก็ต้องจัดถังขยะรวมไว้ที่ใดที่หนึ่ง แล้วให้ประชาชนในส่วนนั้นนำขยะมาใส่ไว้ในถังขยะ ซึ่งมักปรากฏว่า มีขยะตกหล่นกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป นอกจากนั้น ยังมีปัญหาการส่งกลิ่นเหม็น และมีแมลงวันชุกชุมอีกด้วย

2) เก็บจากกลุ่มของบ้านที่อยู่อาศัย โดยรถบรรทุกขยะไปจอดคอยณ จุดใดจุดหนึ่งแล้วทำสัญญาณ เช่น ตีระฆัง บีบแตรรถ ให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในย่านนั้นนำขยะมาส่งที่รถ แล้วพนักงานประจำรถช่วยรับเทให้ วิธีการเก็บขนแบบนี้ทำให้ไม่มีถังขยะวางไว้ตามริมถนน

3) เก็บจากภาชนะที่ตั้งไว้ริมถนน โดยประชาชนจะนำภาชนะรองรับมูลฝอยมาตั้งไว้หน้าบ้าน เมื่อรถเก็บขนขยะมูลฝอยมาถึงจะถ่ายเทมูลฝอยใส่ในรถแล้วจะนำภาชนะกลับไปตั้งไว้ตามเดิม

4) พนักงานประจำรถไปเก็บจากหลังบ้านของแต่ละบ้าน นำมาเทใส่รถ แล้วนำถังขยะนั้นกลับไปวางไว้ที่เดิม จากนั้นจึงเดินต่อไปเก็บบ้านอื่นๆ โดยวิธีเดียวกัน โดยที่เจ้าของบ้านไม่ต้องมายุ่งเกี่ยวด้วย วิธีนี้ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก แต่ไม่มีปัญหาเรื่องถังขยะหายและการเกะกะริมถนน

2.1.2.3 ปัจจัยในการกำหนดความถี่ในการเก็บขนขยะมูลฝอย

สำหรับความถี่ห่างของการเก็บขนขยะนั้นจะมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัย 5 ประการ คือ

1) ลักษณะของขยะ ถ้าเป็นขยะแห้ง (Rubbish) เก็บขนเพียงสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง ก็เป็นการเพียงพอ แต่ถ้าเป็นขยะเปียก (Garbage) ควรจะต้องเก็บทุกวัน

2) สภาพของอากาศ ในภูมิภาคที่มีอากาศร้อน ขยะเปียกจะเกิดการบูดเน่าและส่งกลิ่นเหม็นได้ง่าย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเก็บถี่ขึ้น ประเทศในแถบเอเชียโดยทั่วไปจะเก็บขนขยะทุกวัน หรือเว้นวันสำหรับพื้นที่บางแห่ง

3) ขนาดของภาชนะรองรับขยะ ถ้าภาชนะมีขนาดความจุได้มากพอก็อาจเว้นระยะของการเก็บให้ยาวออกไปได้ แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงลักษณะของขยะประกอบด้วย

4) กิจกรรมของประชาชน เช่นในกรณีที่มีงานเทศกาล หรือมีงานอื่นๆ ซึ่งทำให้มีขยะมากขึ้นก็จำเป็นต้องเก็บขนขยะบ่อยขึ้นด้วย

5) น้ำหนักของภาชนะรองรับขยะ เช่นในกรณีที่มีลักษณะเป็นคอนเทนเนอร์ ซึ่งต้องใช้เครื่องจักรกลยก ก็อาจเว้นระยะเวลาเก็บขนห่างออกไปบ้าง อาจเป็น 3-4 วันครั้ง หรือสัปดาห์ละครั้ง แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงลักษณะของขยะประกอบด้วย

การที่จะเลือกใช้วิธีการเก็บขนขยะอย่างไร ความถี่มากน้อยเพียงใด ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งทั้งนี้ต้องอาศัยข้อมูลต่างๆ มาประกอบ และยึดหลักสำคัญคือ ให้เก็บขนขยะออกจากชุมชนให้หมดโดยเร็วที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดด้วย

**2.1.3 ระบบเก็บขนขยะมูลฝอย**

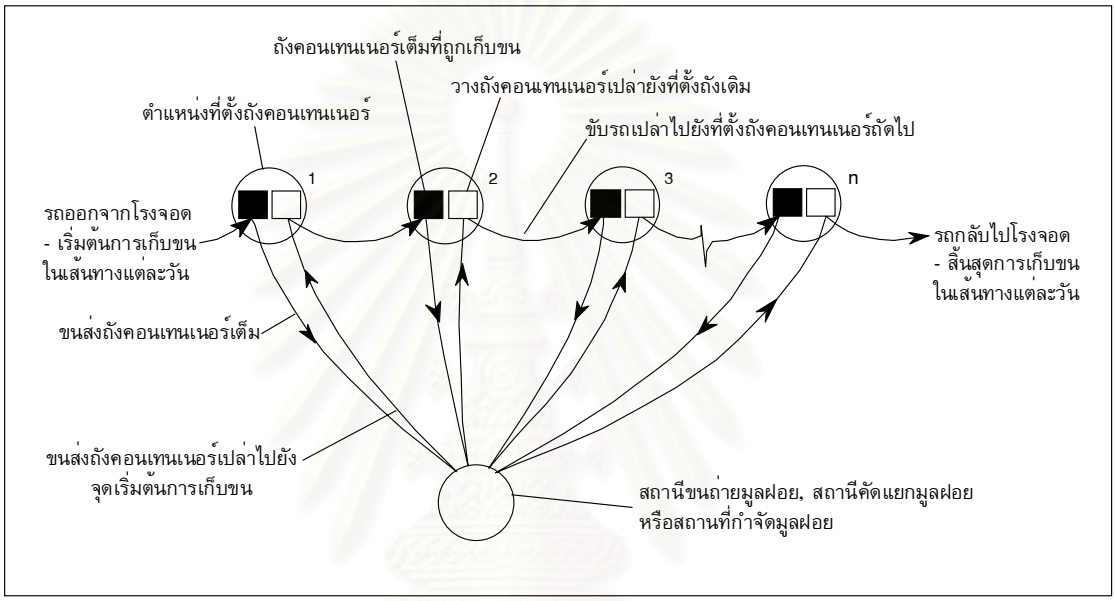
จอร์จ โทยาโนกัส ฮิลารี ไทรเซน และ วูลฟ อิไลเซน (George Tchobanoglous, Hilary Theisen and Rolf Eliassen, 1977) ได้ศึกษาและแนะนำว่า ระบบเก็บขนมูลฝอย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามวิธีการดำเนินงาน คือ ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่หรือตู้กระบะลาก (Hauled Container System) และระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ (Stationary Container System)

2.1.3.1 ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System)

เป็นระบบเก็บขนมูลฝอยโดยถังบรรจุมูลฝอยจะถูกนำมาจากสถานที่ตั้งแล้วถูกขนส่งไปเทที่สถานที่กำจัดมูลฝอย หรือสถานีขนถ่ายมูลฝอย และเมื่อถ่ายเทมูลฝอยออกจากถัง

แล้วก็จะนำเอาถังนั้นกลับไปตั้งไว้สถานที่เดิมหรือสถานที่แห่งใหม่ ระบบถังเคลื่อนที่นี้จะมีวิธีการเก็บขนอยู่ 2 แบบ คือ

2.1.3.1.1 การเก็บขนแบบธรรมดา โดยรถยกถังมูลฝอยจะวิ่งรถเปล่าจากสถานีเก็บรถไปยังสถานที่ตั้งถังมูลฝอยและจะยกเอาถังมูลฝอยไปทำการถ่ายมูลฝอยที่สถานกำจัดมูลฝอยและนำเอาถังมูลฝอยนั้นกลับมาไว้ที่สถานที่ตั้งเดิม ดังแสดงในภาพที่ 2.1

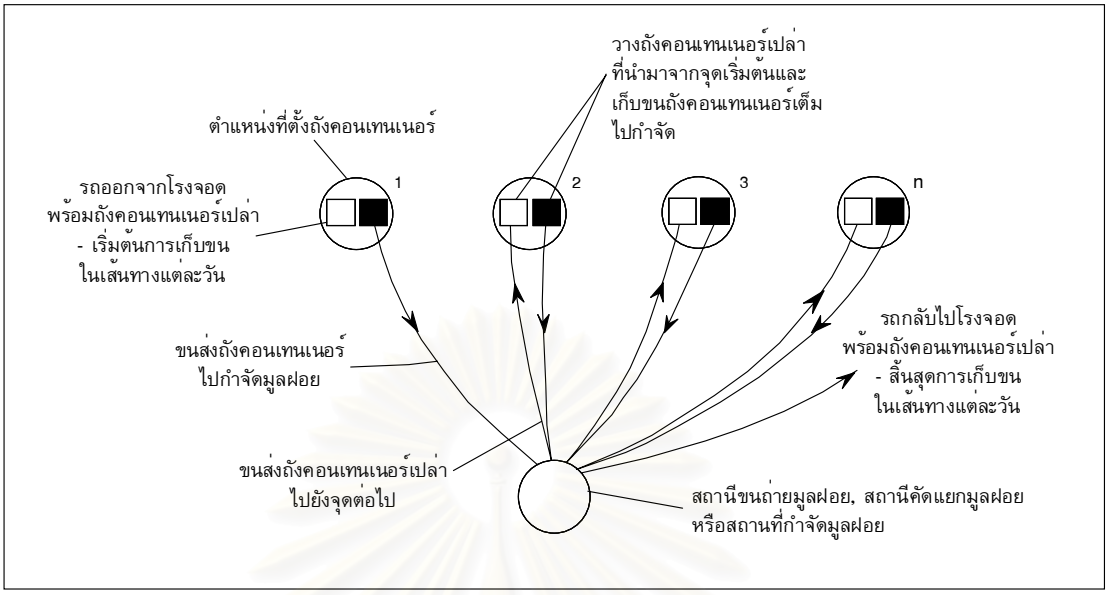



***ภาพที่ 2.1*** *ระบบเก็บขนมูลฝอยถังเคลื่อนที่แบบธรรมดา (Hauled Container System)*
***ที่มา***: *ดัดแปรจาก George T., and et. al. (1977)*

2.1.3.1.2 การเก็บขนแบบแลกเปลี่ยนถัง โดยรถยกถังมูลฝอยจะออกจากสถานีเก็บรถพร้อมถังเปล่า และนำเอาถังเปล่าไปวางไว้ที่สถานที่ตั้งถังมูลฝอยเต็ม จากนั้นยกถังมูลฝอยที่เต็มไปยังสถานที่กำจัดเพื่อถ่ายเทมูลฝอย และเตรียมการนำถังเปล่าไปแลกเปลี่ยนถังในสถานที่ตั้งถังรองรับมูลฝอยที่อื่นๆ ต่อไป (ดังแสดงในภาพที่ 2.2)

ระบบนี้เหมาะสมสำหรับแหล่งผลิตมูลฝอยปริมาณมาก เช่น ตลาด อาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ โรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากถังมูลฝอยจะมีขนาดใหญ่ประมาณ 8-30 ลูกบาศก์เมตร

ส่วนรถเก็บขนมูลฝอยที่ใช้กับระบบนี้ เป็นรถประเภท รถลากขนาดเล็ก (ขนาด 5-9 ลูกบาศก์เมตร) รถลากขนาดใหญ่ (ขนาด 9-38 ลูกบาศก์เมตร) และรถพ่วง (ขนาด 12-30 ลูกบาศก์เมตร) โดยมีพนักงานเก็บขนขยะประมาณ 1-2 คน



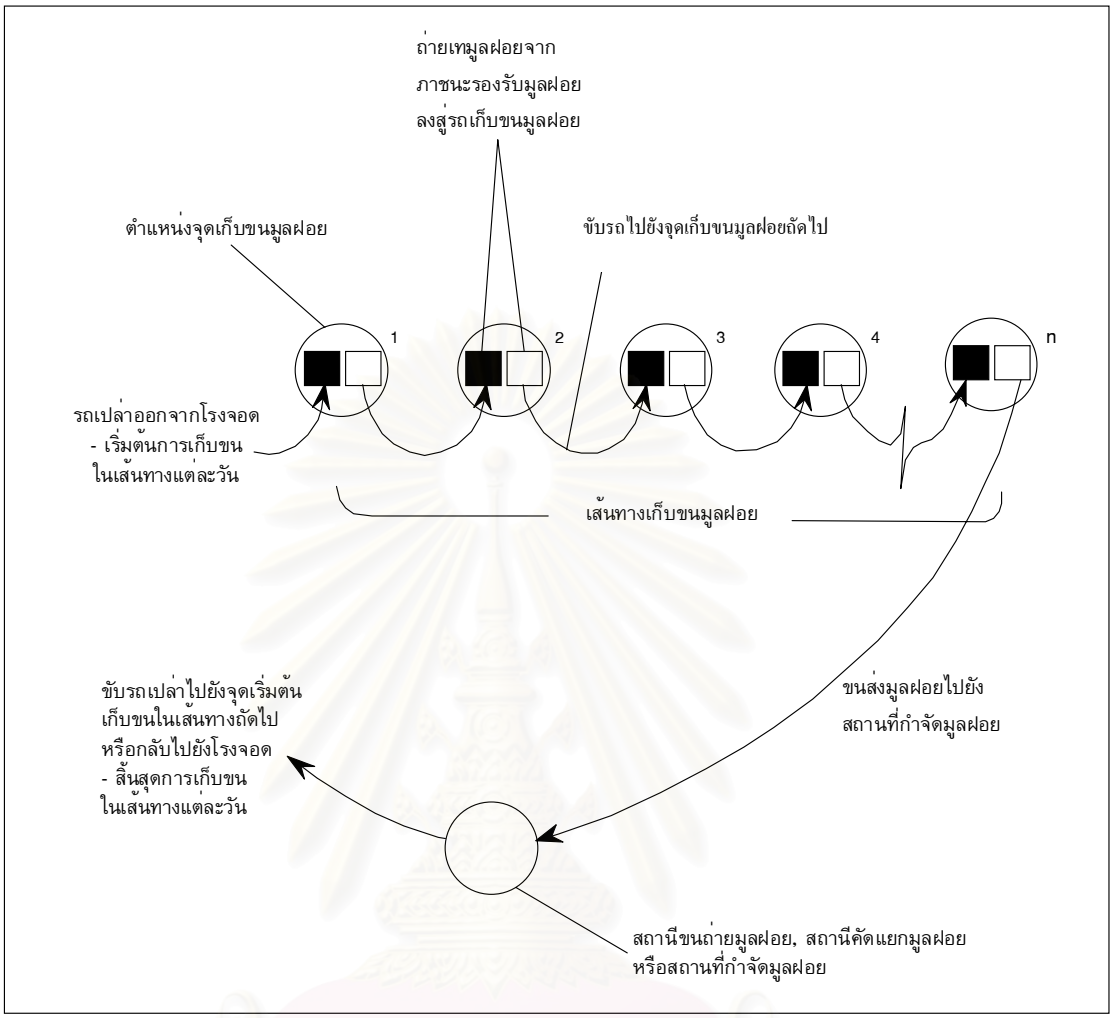

***ภาพที่ 2.2*** *ระบบเก็บขนมูลฝอยถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง (Hauled Container System)*
***ที่มา:*** *ดัดแปรจาก George T., and et. al. (1977)*

2.1.3.2 ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ (Stationary Container System)

เป็นระบบเก็บขนมูลฝอย โดยขนย้ายมูลฝอยจากถังมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด ซึ่งตั้งถังคงที่ไว้ลงสู่รถ และนำถังมูลฝอยกลับคืนที่เดิม (ดังแสดงในภาพที่ 2.3) ระบบนี้เป็นที่นิยมใช้โดยทั่วไป โดยจะตระเวนเก็บขนมูลฝอยตามแหล่งกำเนิดต่างๆ ในเส้นทางที่รับผิดชอบ แล้วนำไปถ่ายเทที่สถานที่กำจัดมูลฝอยหรือสถานีขนถ่ายมูลฝอย ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ สามารถแบ่งวิธีการเก็บขนขยะออกเป็น 2 แบบ คือ

2.1.3.2.1 การเก็บขนแบบถ่ายมูลฝอยอัตโนมัติ จะใช้รถเก็บขนมูลฝอยที่มีอุปกรณ์ที่สามารถยกถังมูลฝอยถ่ายเทมูลฝอยลงสู่รถได้โดยอัตโนมัติ

2.1.3.2.2 การเก็บขนแบบธรรมดา จะใช้พนักงานประจำรถเป็นผู้ขนถ่ายมูลฝอยลงสู่รถ รถที่ใช้กับระบบนี้จะเป็นรถประเภท รถเก็บขนมูลฝอยแบบมีเครื่องอัด (ขนาด 8-23 ลูกบาศก์เมตร) และรถเปิดข้างเทท้าย (ขนาด 7-11 ลูกบาศก์เมตร) โดยมีพนักงานเก็บขนขยะประมาณ 4-5 คน




***ภาพที่ 2.3*** *ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ (Stationary Container System)*
***ที่มา***: *ดัดแปรจาก George T., and et. al. (1977)*

การเลือกวิธีการเก็บขนมูลฝอย อาจจะใช้วิธีเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเก็บ ซึ่งจะสัมพันธ์กับระยะทางของการเก็บขนมูลฝอย จากสถานที่เก็บมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอย โดยทั่วไประบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังมูลฝอยคงที่จะเหมาะสม ในกรณีที่ระยะทางระหว่างสถานที่เก็บมูลฝอยและสถานที่กำจัดมูลฝอยอยู่ไกลมาก ส่วนระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่จะเหมาะสมในกรณีที่สถานที่เก็บขนมูลฝอยกับสถานที่กำจัดมูลฝอยอยู่ไม่ไกลกันมากนัก นอกจากนี้ปัจจัยอื่นๆ เช่น สถานที่เก็บขนขยะ จำนวนพนักงานประจำรถแต่ละคัน ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลือกระบบเก็บขนที่เหมาะสมเช่นเดียวกัน สามารถเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบการเก็บขนมูลฝอยทั้ง 2 แบบนี้ได้ดังข้อมูลในตารางที่ 2.2

***ตารางที่ 2.2*** *การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบการเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่และถังคงที่*

| ระบบการเก็บขนมูลฝอย | ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|---|
| ถังมูลฝอยเคลื่อนที่ (Hauled Container System) | 1) เหมาะสำหรับบริเวณที่มีมูลฝอยเป็นปริมาณมากและอยู่ใกล้สถานที่กำจัด<br>2) ประหยัดเวลาในการขนถ่ายมูลฝอยที่บริเวณเก็บมูลฝอย<br>3) รถขนถังมูลฝอยมีราคาถูกกว่ารถเก็บขนมูลฝอยแบบมีถังเก็บ<br>4) ใช้พนักงานประจำรถน้อย 1-2 คน | 1) ต้องมีถังมูลฝอยที่เหมาะสมกับรถยกถังมูลฝอย<br>2) ค่าใช้จ่ายสูงถ้าบริเวณที่เก็บมูลฝอยมีหลายจุดที่อยู่ห่างบริเวณที่กำจัดมูลฝอย<br>3) ถังมูลฝอยมีราคาสูง<br>4) ไม่เหมาะกับบริเวณที่คับแคบ เช่น ตรอก ซอย |
| ถังมูลฝอยคงที่ (Condent Stationary Container System) | 1) เหมาะสำหรับบริเวณที่มีมูลฝอยกระจัดกระจาย<br>2) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บมูลฝอยถ้าระยะทางระหว่างจุดเก็บมูลฝอยห่างจากสถานที่กำจัดมูลฝอยมาก | 1) รถมีราคาสูงกว่ารถแบบถังเคลื่อนที่<br>2) ค่าใช้จ่ายสูงกว่าระบบถังเคลื่อนที่ถ้าบริเวณที่เก็บมูลฝอยใกล้สถานที่กำจัด<br>3) ใช้พนักงานประจำ 4-5 คน<br>4) เส้นทางในการขนถ่ายมูลฝอยนานกว่าระบบถังเคลื่อนที่ |

***ที่มา*** *: ไพศาล ผดุงศิริกุล (2537)*

### 2.1.4 การกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย

เมื่อชุมชนมีการขยายตัวออกไป ทำให้มีพื้นที่ที่จะต้องรับผิดชอบในการเก็บขนขยะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งต้องใช้เวลาในการทำงานเพิ่มมากขึ้นด้วย ในการจัดเส้นทางเก็บขนขยะให้มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องให้รถทุกคัน พนักงานทุกคนมีเวลาในการทำงานและพื้นที่รับผิดชอบในการเก็บขนขยะทัดเทียมกัน หากเกิดการได้เปรียบเสียเปรียบกันก็ควรกำหนดและปรับปรุงเส้นทางเก็บขนขยะเสียใหม่ให้เหมาะสม ซึ่งการกำหนดเส้นทางเดินรถให้ถูกต้องเหมาะสม เป็นขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยให้การเก็บขนขยะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศที่พัฒนาแล้ว

หลายแห่งได้นำเทคนิคในการจัดเส้นทางการเก็บขนขยะมาใช้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถขยายขอบเขตของการปฏิบัติงานครอบคลุมพื้นที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

2.1.4.1 องค์ประกอบที่นำมาพิจารณาในการกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย

การกำหนดเส้นทางเดินรถเป็นปัจจัยที่สำคัญในการจัดเก็บและกำจัดมูลฝอย โดยทั่วไปแล้วการกำหนดเส้นทางเดินรถจะทำได้โดยการทดลองกำหนดเส้นทางที่เหมาะสมหลายๆ ครั้ง (Trial and error) ดังนั้น จึงไม่มีกฎเกณฑ์ที่ตายตัว การกำหนดเส้นทางเดินรถจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่จะทำการเก็บขยะมูลฝอย และองค์ประกอบต่างๆ ร่วมด้วย ซึ่งองค์ประกอบที่ควรนำมาพิจารณาการวางเส้นทางเดินรถ มีดังนี้

2.1.4.1.1 กฎระเบียบของบริเวณที่จะทำการเก็บมูลฝอย เช่น จุดที่จะทำการเก็บมูลฝอย กฎจราจร ความถี่ของการเก็บมูลฝอย

2.1.4.1.2 สภาพปัจจุบันของรถเก็บมูลฝอย ประเภทของรถเก็บมูลฝอย จำนวนพนักงานเก็บมูลฝอย

2.1.4.1.3 กำหนดเส้นทางที่ทำให้รถแต่ละคันมีปริมาณงานใกล้เคียงกัน

2.1.4.1.4 กำหนดเส้นทางเก็บขนมูลฝอยแต่ละเที่ยวของรถแต่ละรายให้อยู่ในพื้นที่จำกัดที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยหลีกเลี่ยงการจัดเส้นทางที่ไม่มีการวางแผนและซ้ำซ้อนซึ่งกันและกัน

2.1.4.1.5 ควรวางเส้นทางให้จุดเริ่มต้นใกล้กับโรงเก็บรถและให้จุดสุดท้ายของการเก็บมูลฝอย อยู่ใกล้พื้นที่กำจัดมูลฝอยมากที่สุด

2.1.4.1.6 ในการวางเส้นทางรถเก็บมูลฝอย ควรกำหนดให้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการเก็บมูลฝอยอยู่ใกล้ถนนสายหลัก

2.1.4.1.7 ควรเก็บมูลฝอยในบริเวณที่มีการจราจรติดขัดในเวลาเช้าตรู่ เพื่อหลีกเลี่ยงการจราจรหนาแน่น

2.1.4.1.8 ถ้าพื้นที่เก็บมูลฝอยเป็นเนินเขา การเก็บมูลฝอยควรเริ่มต้นบนที่สูงลงมายังบริเวณที่ต่ำกว่า เพราะการวิ่งรถขึ้นเนินในขณะที่รถยังมีน้ำหนักน้อยเป็นการลดการทำงานหนักของเครื่องยนต์และประหยัดน้ำมัน

2.1.4.1.9 พยายามจัดเส้นทางเดินรถให้รถเลี้ยวซ้ายให้มากที่สุด เลี้ยวเข้าและออกจากซอยหรือถนนที่เป็นทางแยกก็ควรเลี้ยวซ้าย

2.1.4.1.10 ในบริเวณที่มีปริมาณมูลฝอยมาก ควรทำการเก็บมูลฝอยในช่วงแรกของวันที่ทำการเก็บมูลฝอย

2.1.4.1.11 สำหรับบริเวณที่ปริมาณมูลฝอยน้อย และมีจุดเก็บขนมูลฝอยกระจัดกระจายและมีความถี่ของการเก็บมูลฝอยเหมือนกัน ควรทำการเก็บมูลฝอยที่จุดเก็บมูลฝอยเหล่านี้ภายใน 1 เที่ยวเก็บมูลฝอยและในวันเดียวกัน

2.1.4.2 การกำหนดเส้นทาง

ขั้นตอนในการกำหนดเส้นทางเดินรถ มีดังนี้ คือ

1) จัดเตรียมแผนที่และข้อมูลของบริเวณที่จะจัดเก็บมูลฝอย
2) ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจัดทำตารางสรุปข้อมูล
3) กำหนดเส้นทางขั้นต้นลงบนแผนที่
4) ทำการปรับปรุงเส้นทางเก็บขนมูลฝอยได้เส้นทางเก็บขนมูลฝอยที่สมดุลที่สุด (Balance route)

2.1.4.2.1 การกำหนดเส้นทางเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ (Stationary Container System)

การเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ ปริมาณมูลฝอยแต่ละจุดและขนาดของรถจะมีความสำคัญในการวางเส้นทางเก็บขน ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อจำนวนถังมูลฝอยที่รถสามารถจะถ่ายมูลฝอยได้ต่อเที่ยว ขั้นตอนในการกำหนดเส้นทางเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่มีดังนี้ คือ

1) จัดเตรียมแผนที่ที่มีมาตราส่วนพอเหมาะของบริเวณที่จะทำการเก็บขยะมูลฝอย และใส่ข้อมูลที่จำเป็นในการวางเส้นทาง ได้แก่ จุดที่จะทำการเก็บขยะมูลฝอย จำนวนถังมูลฝอย ความถี่ของการเก็บ เป็นต้น และต้องประมาณปริมาณมูลฝอยที่จะเก็บที่แต่ละจุดเก็บในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่อาจจำเป็นต้องมีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นเขตย่อยๆ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะใช้เกณฑ์ต่างๆ ในการพิจารณา เช่น รูปแบบการใช้ที่ดิน อัตราการเกิดมูลฝอยหรือความถี่ในการเก็บขนขยะ

2) ประเมินปริมาณของมูลฝอยที่จะเก็บขนในแต่ละวัน ประกอบกับขนาดของรถ และความถี่ของการให้บริการเก็บขนแต่ละจุดเก็บขน

3) วางเส้นทางเก็บขนเบื้องต้น เริ่มจากสถานีเก็บรถ และให้จุดสุดท้ายของการเก็บขนแต่ละเที่ยวอยู่ใกล้สถานที่กำจัดมูลฝอยมากที่สุด

4) เมื่อวางเส้นทางเก็บขนในขั้นต้นแล้ว ควรทำการตรวจเช็คระยะทางการเก็บขนในแต่ละวันให้ใกล้เคียงกัน ตลอดจนปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนในแต่ละวันจะต้องใกล้เคียงกัน ถ้าระยะทางและปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนแตกต่างกันมากก็จะต้องทำการเปลี่ยนเส้นทางในการเก็บขนขยะ

2.1.4.2.2 การกำหนดเส้นทางเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System)

การเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นแต่ละจุดเก็บขนมูลฝอยจะไม่มีผลโดยตรงกับการวางเส้นทาง ขั้นตอนในการกำหนดเส้นทางเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่มีดังนี้ คือ

1) จัดเตรียมแผนที่ที่มีมาตราส่วนพอเหมาะของบริเวณที่จะทำการเก็บมูลฝอย และใส่ข้อมูลที่จำเป็นในการวางเส้นทาง ได้แก่ จุดที่จะทำการเก็บมูลฝอย จำนวนถังมูลฝอย ความถี่ของการเก็บ เป็นต้น และแบ่งพื้นที่ออกเป็นเขตย่อยๆ เช่นเดียวกับระบบถังคงที่

2) ทำการสรุปจำนวนของจุดที่จะทำการเก็บมูลฝอยที่จะรับความถี่ของการให้บริการเท่ากัน และสรุปจำนวนของจุดเก็บมูลฝอยที่ได้รับความถี่ของการบริการเก็บขนขยะที่เท่ากันในแต่ละวัน

3) ทำการวางเส้นทางเก็บขนมูลฝอยขั้นต้น จากที่จอดรถ โดยให้จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของเส้นทางอยู่ใกล้สถานีเก็บรถมากที่สุด

4) เมื่อทำการวางเส้นทางขั้นต้นแล้ว ทำการคำนวณระยะทางเฉลี่ยในการเก็บขน เพื่อที่จะให้ระยะทางของแต่ละทางใกล้เคียงกันที่สุด ถ้าระยะทางของแต่ละเส้นทางเก็บขนขยะต่างกันมากเกินไปก็จะต้องทำการปรับเส้นทางใหม่ โดยทั่วไปจะต้องมีการทดลองหลายๆ ครั้งก่อนที่จะเลือกผลลัพธ์ที่เหมาะสม (สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์, 2531)

## 2.2 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information Systems: GIS) เป็นระบบการจัดการด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการจัดเก็บ การดำเนินการ การวิเคราะห์และการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อ้างอิงกับระบบพิกัดโลก หรือกล่าวได้ว่า GIS เป็นฐานข้อมูลชนิดหนึ่ง (database system) ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะสำหรับข้อมูลอ้างอิงเชิงตำแหน่ง

แผนที่ (Map) เป็นระบบสารสนเทศชนิดหนึ่ง ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ และข้อมูลเหล่านี้ก็สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจ แผนที่ควรจะมีคุณสมบัติในการถ่ายทอดข้อมูลอย่างชัดแจ้งมีความหมายตรงไปตรงมาต่อผู้ใช้จึงถือได้ว่ามีประโยชน์สูงสุด (สมพร สง่าวงศ์, 2544)

ข้อมูลภูมิศาสตร์แต่เดิมจะถูกเก็บไว้ในรูปแบบของแผนที่กระดาษ (Paper Map) ต่อมาเมื่อมีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ขึ้นมาก็ทำให้มีการทำแผนที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์มากขึ้น อีกทั้งความต้องการในเรื่อง การจัดเก็บ การวิเคราะห์ และการแสดงผลข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมที่

สลับซับซ้อนได้นำไปสู่การใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการข้อมูล และการสร้างระบบสารสนเทศขั้นสูง (Tomlinson, 1976 อ้างถึงใน สมพร สง่าวงศ์, 2544) การที่จะใช้ข้อมูลกราฟิกให้มีประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบที่ใช้อยู่ในการแปลงข้อมูลให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Marble and Peuquet, 1983 อ้างถึงใน สมพร สง่าวงศ์, 2544) ดังนั้น GIS จึงจัดได้ว่าเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญต่อการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสามารถถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับพื้นผิวโลกในเชิงกราฟิกได้

### 2.2.1 **หลักการและความหมายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์**

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นระบบที่ใช้ในการจัดการและบริหารข้อมูลกราฟิก (Graphic data) ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยการอ้างอิงกับจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (geo-referenced) เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ ภายในระบบ

เบอโร (Burrough, 1986) ได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ว่า “เป็นชุดเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวม (collection) การเก็บรักษา (storing) การเรียกค้น (retrieving) การดัดแปลง (tranforming) และการแสดงผล (displaying) ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ปรากฏอยู่บนพื้นโลก (real world) ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น”

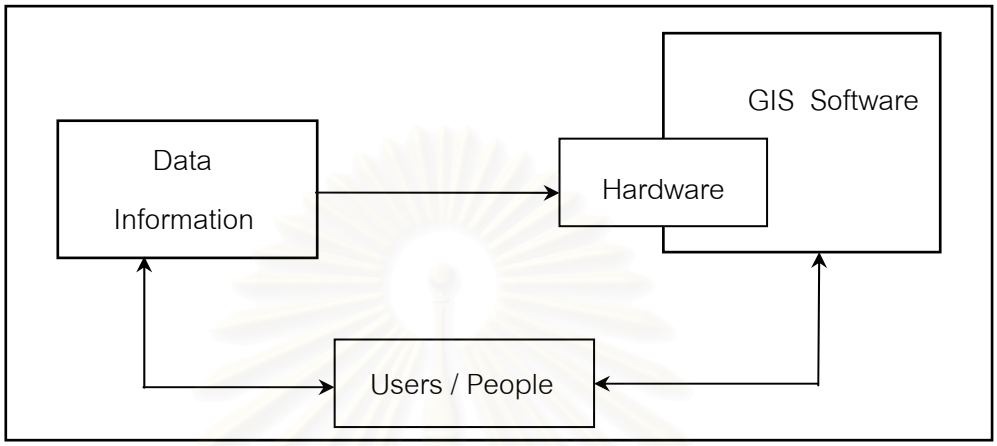
บรอนสเวล (Bronsveld,1992) กล่าวว่า “ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถจัดการเกี่ยวกับการวิเคราะห์แผนที่เชิงตัวเลข (digital maps) พร้อมสัญลักษณ์ประกอบแผนที่ โดยสามารถรวม (merging) หรือแยก (aggregation) ข้อมูลแผนที่ได้ รวมทั้งสามารถเชื่อมโยง (association) ข้อมูลได้”

ปัจจุบันความหมายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่เข้าใจโดยทั่วไป คือ ระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลกราฟิก (Graphic data) หรือข้อมูลตามลักษณะ (Attribute data) ให้อยู่ในระบบฐานข้อมูลเชิงเลข (digital database) และมีคุณลักษณะในการวางซ้อน (overlay) ข้อมูลแผนที่ เพื่อวิเคราะห์และแสดงผลออกมาทั้งในรูปของแผนที่กราฟิกและข้อมูลประกอบต่างๆ อาจกล่าวได้ว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีปริมาณมากที่รวบรวมจากแหล่งต่างๆ ทั้งข้อมูลแผนที่ ภาพถ่ายดาวเทียม และรูปถ่ายทางอากาศ โดยสามารถจัดเก็บ ค้นคืน วิเคราะห์ และแสดงผลได้ตามความต้องการของผู้ใช้

### 2.2.2 **องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์** (The Components of a GIS)

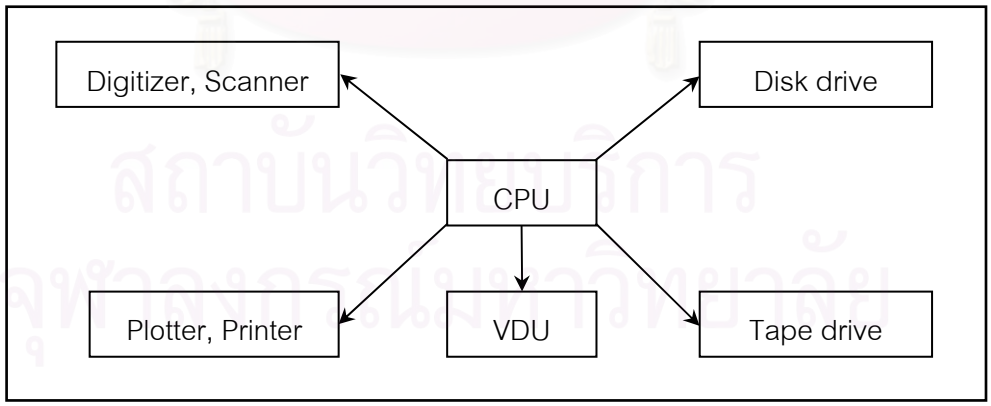
จากหลักการข้างต้น โครงสร้างของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จะประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่สำคัญ (ภาพที่ 2.4) คือ

2.2.2.1 ข้อมูล/สารสนเทศ (data/information) ข้อมูลของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลกราฟิก (Graphic data) และข้อมูลตามลักษณะ (Attribute data) ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อต่อไป




***ภาพที่ 2.4*** *องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์*
***ที่มา****: วัฒนชัย พงษ์นาค (2541)*

2.2.2.2 คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และแสดงผลข้อมูล โดยมีองค์ประกอบหลัก คือ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยขับจานบันทึก (disk drive) เครื่องอ่านพิกัดหรือเครื่องกราดภาพ (digitizer or scanner ) จอภาพ (Video Display Unit, VDU) และหน่วยขับแถบบันทึก (tape drive) เช่น ข้อมูลดาวเทียม หรือโปรแกรมซอฟต์แวร์อื่นๆ (ภาพที่ 2. 5)




***ภาพที่ 2.5*** *องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ที่สำคัญของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์*
***ที่มา****: ดัดแปรจาก Burrough (1986)*

2.2.2.3 ซอฟต์แวร์ (Software) คือ โปรแกรมที่ใช้ในการทำงานทางเทคนิคพื้นฐาน ประกอบด้วยหน่วยคำสั่งย่อย 5 หน่วย (ภาพที่ 2.6) คือ

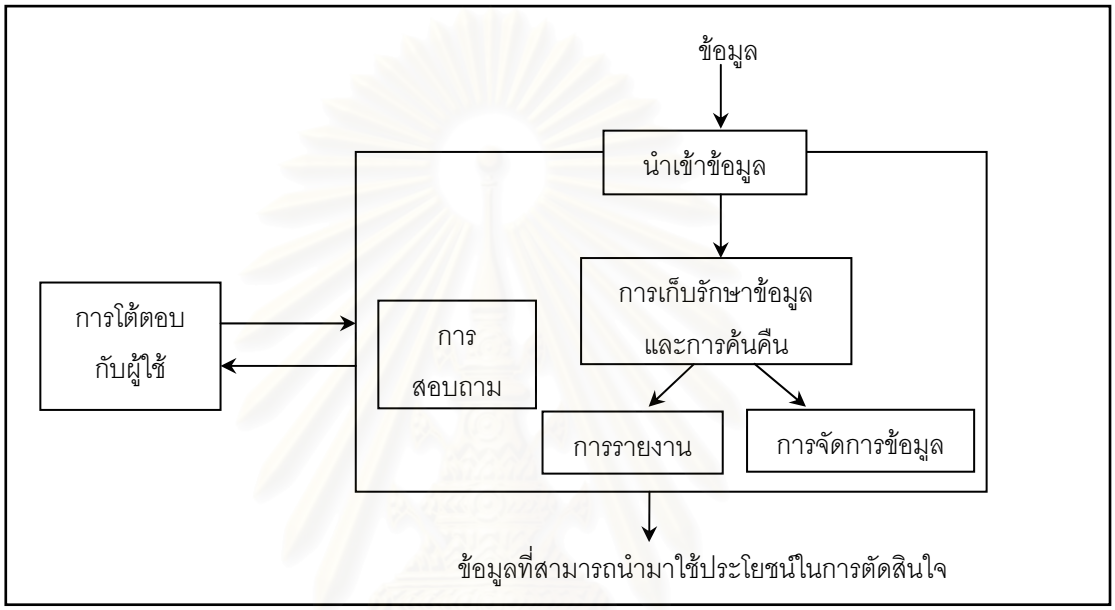
1) หน่วยนำเข้าข้อมูล (Data Input)

2) หน่วยเก็บข้อมูลและจัดการฐานข้อมูล (Database Management)

3) หน่วยแสดงผลและรายงาน (Display And Reporting)

4) หน่วยปรับเปลี่ยนและแปลงข้อมูล (Data Transformation)

5) หน่วยสอบถามกับผู้ใช้ (Query Input)




***ภาพที่ 2.6*** *องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์หลักของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์*

***ที่มา****: ดัดแปรจาก Burrough (1986)*

2.2.2.4 ผู้ใช้ระบบหรือผู้ใช้สารสนเทศ (Users / People)

ผู้ใช้ระบบหรือผู้ใช้สารสนเทศ คือ บุคคลหรือหน่วยงานที่ใช้ระบบ GIS รวมทั้งผู้ใช้ข้อมูลหรือสารสนเทศจากระบบ ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด เนื่องจากผู้ใช้จะต้องเข้าใจระบบและสามารถประยุกต์ใช้ให้ตอบสนองต่อความต้องการของสังคมได้ จึงจะทำให้ระบบ GIS เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จะเห็นได้ว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ฐานข้อมูล และผู้ใช้ เป็นระบบที่ทำหน้าที่ได้หลายอย่าง เช่น สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลนำเข้าหลายชนิดให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการจัดการแก้ไขเพื่อที่จะใช้ประโยชน์จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.3 **ข้อมูลทางภูมิศาสตร์** (Geographic Data)

ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ต่างกับข้อมูลอื่นๆ หลายประเภทที่ใช้กันอยู่ในระบบสารสนเทศสมัยใหม่ คือ มีความซับซ้อนกว่า เนื่องจากต้องมีสารสนเทศด้านตำแหน่งที่ตั้ง ความเชื่อมโยงทางโทโพโลยีและข้อมูลตามลักษณะของสิ่งที่บันทึก การประมวลผลข้อมูลภูมิศาสตร์ในด้านโทโพโลยีและพื้นที่ ทำให้การออกแบบกราฟิกและการเขียนแผนที่เพื่อการนี้มีคุณสมบัติแตกต่างจากการออกแบบเพื่อระบบการประมวลผลข้อมูลสมัยใหม่อื่นๆ ข้อมูลทางภูมิศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.2.3.1 ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วยข้อมูลกราฟิก (Graphic data) และข้อมูลตามลักษณะ (Attribute data) จะถูกจัดรวบรวมไว้ในลักษณะฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (geographic database) ซึ่งฐานข้อมูลนี้เป็นแหล่งเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงตำแหน่ง ซึ่งทำหน้าที่เป็นแบบจำลองแห่งความจริง (model of reality) องค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนใหญ่ คือ

(1) ตำแหน่งอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ (geographic position)

(2) ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง/อธิบายข้อมูลกราฟิก (attribute)

2.2.3.1.1 ชนิดของข้อมูลกราฟิก

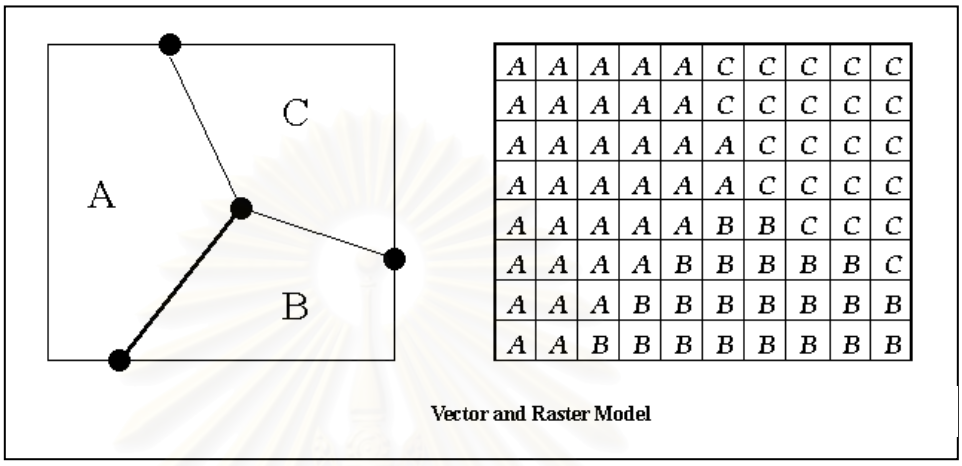
GIS ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลทางภูมิศาสตร์ 3 ชนิดด้วยกัน คือ ข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบของ จุด (points) เส้น (lines) พื้นที่ (areas or polygons)

ข้อมูลจุด (point) ประกอบด้วยค่าพิกัด XY หนึ่งคู่ นับได้ว่าเป็นรูปแบบของข้อมูลเชิงตำแหน่งที่ธรรมดาที่สุด ไม่มีมิติ (zero dimensional objects) มีเพียงตำแหน่งในพื้นที่ แต่ไม่มีระยะทาง หรือ ความยาว เช่น จุดที่ตั้งถังรองรับมูลฝอย

ข้อมูลเส้น (line) ประกอบด้วยค่าพิกัด XY ของจุดเริ่มต้นและค่าพิกัด XY ของจุดสิ้นสุด เป็นการเชื่อมต่อจุดอย่างน้อย 2 จุดขึ้นไป เส้นจะใช้แสดงวัตถุที่มีเพียงหนึ่งมิติ (one dimension) กล่าวคือ มีตำแหน่งในพื้นที่ ตลอดจนมีความยาว แต่ไม่มีความกว้าง เช่น ถนน

ข้อมูลพื้นที่ (area or polygon) ประกอบด้วยค่าพิกัด XY ชุดหนึ่ง ซึ่งจุดเริ่มต้นจะเป็นจุดเดียวกันกับจุดสิ้นสุด ใช้แสดงแทนวัตถุที่มีสองมิติ (two-dimensional spatial objects) ซึ่งนอกจากจะมีตำแหน่ง (position) แล้ว ยังมีความยาว (length) และความกว้าง (width) อีกด้วย เช่น พื้นที่รับผิดชอบ

2.2.3.1.2 โครงสร้างของข้อมูลกราฟิก (Graphic data structure) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบจำลองเวกเตอร์ (vector data model) และแบบจำลองแรสเตอร์ (raster data model) ดังแสดงในภาพที่ 2.7




***ภาพที่ 2.7** : โครงสร้างของแบบจำลองข้อมูลเวกเตอร์และแบบจำลองข้อมูลแรสเตอร์*
***ที่มา**: Westen (1995)*

1) แบบจำลองข้อมูลเวกเตอร์

โครงสร้างชนิดนี้ ตำแหน่งของจุด เส้น และพื้นที่ จะถูกกำหนดโดยใช้กลุ่มของพิกัด ซึ่งตำแหน่งเหล่านี้ค่อนข้างถูกต้อง

- จุด ถูกกำหนดโดยพิกัด X,Y เพียงคู่เดียว และมีชื่อประกอบ
- เส้น ถูกกำหนดโดยพิกัด X,Y มากกว่า 1 คู่ ขึ้นไป และมีชื่อประกอบ
- พื้นที่ หรือ Polygon ถูกกำหนดโดยกลุ่มของระบบพิกัดและมีชื่อประกอบโดยที่จุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของพิกัดจะมีค่าเหมือนกัน

2) แบบจำลองข้อมูลแรสเตอร์

นับว่าเป็นรูปแบบของการเก็บข้อมูลเชิงตำแหน่งที่ง่ายที่สุด ข้อมูลแรสเตอร์ประกอบไปด้วยจำนวนเซลล์มากมาย จัดเรียงตัวกันอยู่ตามแนวนอน (row) และตามแนวตั้ง (column) โครงสร้างของข้อมูลแรสเตอร์ ชนิดจุดจะแสดงด้วย จุดภาพ 1 อัน ในขณะที่ เส้น แสดงด้วยการเชื่อมโยงของจุดภาพหลายอันเข้าด้วยกัน (string of pixels) ส่วนพื้นที่จะแสดงด้วยกลุ่มของจุดภาพ (group of pixels) อาจจะกล่าวได้ว่าโครงสร้างแบบแรสเตอร์นี้ไม่เหมาะสมในการใช้แสดงข้อมูลที่เป็น ลายเส้น หรือข้อมูลกราฟิก

องค์ประกอบพื้นฐานของข้อมูลแรสเตอร์ คือ “จุดภาพ” (Pixel) ซึ่งเป็นเซลล์ที่แสดงคุณสมบัติของพื้นที่หนึ่ง เช่น ชนิดของดิน (soil type) ความสูง (altitude) ค่าสะท้อน

แสง (reflectance value) จากข้อมูลดาวเทียม หรือ ลักษณะอื่น ๆ ซึ่งคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้ จะแทนด้วยค่า จุดภาพ ซึ่งเป็นตัวเลข (numerical properties) เช่น ความสูง ความลึกของดิน มุมของความลาดชัน ฯลฯ หรืออาจแสดงเป็นการผสมระหว่างตัวเลขและตัวอักษร ที่เรียกว่า ข้อมูลตัวอักษรเลข (alphanumeric data) เช่น ชนิดของดิน ซึ่งเชื่อมโยงกับตารางที่อธิบายเกี่ยวกับชนิดของดินนั้น

จุดภาพ 1 จุด จะแทนด้วยค่า 1 ค่า ซึ่งหมายความว่ารายละเอียดต่าง ๆ นั้นได้มาจากพื้นที่ที่ถูกครอบคลุมด้วยจุดภาพ นั้น ในระบบ GIS เกือบทั้งหมด จุดภาพจะมีลักษณะเป็นแบบสี่เหลี่ยม ขนาดของจุดภาพจะถูกกำหนดโดย ขอบเขตของหน่วยภูมิประเทศที่เกี่ยวข้อง เช่น ถ้าขนาดของจุดภาพมีค่า = 10 เมตร หมายความว่าแต่ละจุดภาพในแผนที่จะประกอบด้วยค่าซึ่งเป็นตัวแทนของหน่วยพื้นที่ที่มีขนาด 100 ตารางเมตร

โครงสร้างข้อมูลแบบเวกเตอร์และแบบแรสเตอร์ ต่างก็มีข้อได้เปรียบและเสียเปรียบในการใช้งาน ดังนั้น การเลือกใช้โครงสร้างชนิดใดชนิดหนึ่ง จะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่เหมาะสม เช่น โครงสร้างแรสเตอร์จะมีความเหมาะสมเกี่ยวกับการศึกษาความผันแปรของปรากฏการณ์ในพื้นที่ ส่วน**โครงสร้างเวกเตอร์**จะมีความเหมาะสมสำหรับ**วิเคราะห์โครงข่าย** (Network Analysis)

2.2.3.1.3 ข้อมูลตามลักษณะ (Attribute data)

ข้อมูลชนิดนี้ไม่ได้แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่ง แต่จะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ ในพื้นที่ ข้อมูลตามลักษณะแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) Nominal

เป็นข้อมูลภูมิศาสตร์หนึ่งๆ ที่ไม่มีลำดับโดยเฉพาะเจาะจง อธิบายโดยใช้ชื่อของข้อมูลเอง เช่น ข้าวสาลี หินแกรนิต และทะเลสาบ การทำงานกับข้อมูลชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีทางคณิตศาสตร์

2) Ordinal (Ranking)

เป็นข้อมูลที่แสดงลำดับที่ หรือการจัดลำดับที่ เช่น ชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 การทำงานกับข้อมูลชนิดนี้ มักใช้วิธีการทางสถิติ ได้แก่ ค่า Median และค่า Percentiles เป็นต้น

3) Scalar (Interval)

เป็นข้อมูลที่แสดงลำดับของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และช่วงชั้นที่เท่ากันของมาตราส่วนสมมุติ การทำงานกับข้อมูลชนิดนี้ต้องใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ การคำนวณค่าสหสัมพันธ์ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น

4) Ratio

เป็นข้อมูลที่มีคุณสมบัติคล้ายแบบ Scalar แต่มีจุดเริ่มต้นเป็นค่าศูนย์ ได้แก่ ความลึกของน้ำ ความสูง อัตราการชะล้างพังทลาย เป็นต้น สามารถใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติในการทำงานกับข้อมูลชนิดนี้

ทั้งข้อมูลกราฟิกและข้อมูลตามลักษณะ จะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล (databases) ข้อมูลกราฟิกสามารถจัดการได้โดย GIS โดยตรง ส่วนข้อมูลตามลักษณะสามารถเรียกออกมาใช้งานได้โดยผ่านฐานข้อมูล ซึ่งฐานข้อมูลนี้จะประกอบด้วยรายละเอียดของสิ่งต่างๆ ตลอดจนความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น เช่น ฐานข้อมูลทางด้านอนามัยและสิ่งแวดล้อม จะประกอบด้วยรายละเอียดที่เกี่ยวกับครัวเรือน ลักษณะของบ้าน แหล่งน้ำใช้ และการใช้สุขภัณฑ์ ข้อมูลนี้นับได้ว่าเป็นสถิติที่ดีมาก แต่จะไม่มีประโยชน์หากว่าไม่สามารถนำไปเชื่อมโยงกับรายละเอียดของครัวเรือน หรือรายละเอียดอื่นๆ ได้

2.2.3.2 ระบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ อาจเปรียบเทียบได้กับรูปจำลองของพื้นผิวโลกที่สามารถนำมาสร้างเป็นแบบจำลอง และวิเคราะห์ตามเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดเพื่อที่จะแสวงหาคำตอบ หรือคาดการณ์ว่าคำตอบที่อาจเกิดขึ้นตามแบบจำลองที่สร้างไว้เป็นเช่นใด

แต่เดิมการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อมูลกราฟิกและข้อมูลตามลักษณะอยู่ในรูปของแผนที่ ภาพ ตาราง และคำบรรยาย ตามลำดับ การวิเคราะห์ข้อมูลยังใช้เทคนิคที่ต้องอาศัยมือ เมื่อปริมาณข้อมูลทางภูมิศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จึงได้พัฒนาองค์ความรู้ทฤษฎี และแนวทางปฏิบัติในการจัดเก็บข้อมูลตามลักษณะไว้เป็นแฟ้มข้อมูล ส่วนข้อมูลกราฟิกก็พัฒนาการจัดเก็บให้อยู่ในรูปแผนที่เชิงเลข ซึ่งเหมาะสมกว่าเพราะสามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไขและค้นคืนข้อมูลได้รวดเร็ว แต่การจัดการข้อมูลทั้งสองประเภทยังคงแยกเป็นอิสระต่อกัน ปัจจุบันนี้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) เพื่อใช้ในการสร้างฐานข้อมูล ได้แก่ ORACLE และ dBase IV เป็นต้น โดย DBMS จะทำหน้าที่เป็นแกนกลางในการควบคุมโปรแกรมการทำงานต่างๆ ซึ่งติดต่อกับผู้ใช้โดยผ่าน ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งจะช่วยเหลือในการทำงานต่าง ๆ เช่น การค้นคืนข้อมูล และการจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ ทั้งนี้ ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่

เมื่อนำระบบจัดการฐานข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลทางภูมิศาสตร์ คุณสมบัติที่ดีของระบบจัดการฐานข้อมูลก็มิได้เปลี่ยนแปลง โดยจำแนกเป็นข้อๆ ดังนี้

1) ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ในการเก็บข้อมูลของชั้นข้อมูลต่างๆ ทั้งข้อมูลกราฟิกและข้อมูลตามลักษณะจะซ้ำซ้อนกันน้อยที่สุด และเมื่อแสดงผลไม่ว่าจะในรูปของแผนที่หรือตารางจะแสดงเฉพาะที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์เท่านั้น

2) มีการกำหนดความสัมพันธ์อย่างชัดเจน ระหว่างข้อมูลกราฟิกและข้อมูลตามลักษณะ และใช้กุญแจ (Key) ในการเชื่อมข้อมูลตามลักษณะกับข้อมูลกราฟิกที่เกี่ยวข้องกันนั้น รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์แวดล้อมในการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่แต่ละชนิด

3) มีการปรับปรุงแฟ้มข้อมูลที่สัมพันธ์กันให้ทันสมัยโดยอัตโนมัติ กล่าวคือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงภายในแฟ้มข้อมูลหนึ่ง จะนำการเปลี่ยนแปลงนั้นมาปรับปรุงข้อมูลนั้นในทุกแฟ้มข้อมูลของฐานข้อมูล

4) มีศูนย์ควบคุมระบบฐานข้อมูล ที่อำนวยความสะดวกในการควบคุมความสมบูรณ์ของฐานข้อมูลด้วยการรักษาความปลอดภัยและตรวจสอบความต่อเนื่องของข้อมูลอยู่เสมอ

อย่างไรก็ตาม ข้อเสียเปรียบในการใช้ DBMS ก็มีอยู่ เช่น การใช้ต้นทุนสูงในการใช้ซอฟต์แวร์ การเพิ่มความซับซ้อนในการจัดการ ตลอดจนโอกาสเสี่ยงเกิดขึ้นง่ายเนื่องจากการจัดการข้อมูลที่ทำจากส่วนกลาง

อาจกล่าวได้ว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล ประกอบด้วยกลุ่มของโปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในการจัดเก็บ ค้นคืน แก้ไข และแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล นอกจากนี้โปรแกรมเหล่านี้ยังได้รับการพัฒนาเพื่อจัดการการใช้ข้อมูลร่วมกันในลักษณะเป็นลำดับ โดยให้ความมั่นใจได้ว่ายังคงมีความสมบูรณ์ของข้อมูลในฐานข้อมูล

## 2.3 ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ระบบการจัดการฐานข้อมูลที่ใช้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ซึ่งคิดขึ้นโดย คอด (E.F. Codd) ใน ค.ศ. 1970

ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ คือ ฐานข้อมูลที่ประกอบด้วยตารางสองมิติ (relation) ต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ลักษณะของตารางสองมิติ มีดังนี้

- แต่ละช่องของตารางจะบรรจุข้อมูลเพียงค่าเดียว
- ชื่อหัวข้อในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างกัน คือ ชื่อของข้อมูลตามลักษณะ
- ค่าข้อมูลที่อยู่ในแต่ละสดมภ์ คือ ค่าของข้อมูลตามลักษณะ ที่ระบุไว้ในหัวข้อสดมภ์นั้นๆ
- การเรียงลำดับสดมภ์ถือว่าไม่มีความสำคัญ

- ข้อมูลแต่ละแถวจะต้องแตกต่างกัน
- การเรียงลำดับแถวถือว่าไม่มีความสำคัญ

### 2.3.1 แนวความคิดหลักเกี่ยวกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

แดท (Date,1986) ได้อธิบายแนวความคิดหลักเกี่ยวกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ดังนี้

1) กุญแจหลัก (Primary key) ประกอบด้วย ค่าของหน่วยข้อมูลย่อย 1 ตัว หรือมากกว่า 1 ตัวก็ได้ ที่สามารถใช้เป็นตัวเจาะจงบอกว่าเรากำลังอ้างอิงถึงข้อมูลแถวไหน (Tuple) และค่าของกุญแจหลักจะไม่อนุญาตให้เป็นค่าว่าง (Null values)

2) การเชื่อมความสัมพันธ์ (Relation joints) การเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างตารางสามารถกระทำได้โดยการกำหนดกุญแจนอก (Foreign key) กล่าวคือ ข้อมูลตามลักษณะ (Attribute) ของตารางอันหนึ่งที่เชื่อมสัมพันธ์กับข้อมูลตามลักษณะ ในอีกตารางหนึ่ง

3) รูปแบบนอร์มัล (Normal forms) รูปแบบนอร์มัล คือ การออกแบบระบบฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ โดยพยายามให้เกิดความซ้ำซ้อนของการเก็บข้อมูลให้น้อยที่สุด

### 2.3.2 คุณสมบัติของระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

1) รูปแบบฐานข้อมูลในระดับเชิงตรรกะ แทนด้วยตาราง (Table) ที่สามารถเข้าใจได้ง่าย โดยในตารางจะแบ่งเป็นสดมภ์ (Column) และแถว (Row) จุดตัดของแถวและสดมภ์ เรียกว่าข้อมูลตามลักษณะ (Attribute หรือ Item) และภายในของข้อมูลตามลักษณะจะเก็บค่า (Value) ที่ผู้ใช้สามารถค้นคืนข้อมูลที่ต้องการได้ทุกๆ ค่า และอาจใส่ค่าว่าง (Null) ไว้ได้หากไม่แน่ใจ

2) ระบบจะต้องมีภาษาในระดับสูง เพื่อจัดการข้อมูลที่เก็บอยู่ในตารางโดยผู้ใช้งานเพียงระบุว่า ต้องการข้อมูลไม่ต้องระบุวิธีการประมวลผล ระบบจะจัดการเอง ภาษาในระดับสูงนี้อาจเรียกได้ว่า ภาษาในยุคที่สี่ ภาษาฐานข้อมูลอาจแบ่งประโยคคำสั่งแยกตามลักษณะออกเป็นกลุ่มๆ กลุ่มแรก เรียกว่า ภาษานิยามข้อมูล (Data Definition Language, DLL) จะใช้เพื่อกำหนดโครงสร้างข้อมูล กำหนดตารางข้อมูลเทียมตามทัศนะของผู้ใช้ กลุ่มที่สอง เรียกว่าภาษาจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language, DML) เพื่อการดัดแปลงแก้ไขและการเรียกค้นข้อมูล การควบคุมความถูกต้องของข้อมูลและสิทธิของผู้ใช้ด้านความปลอดภัยของข้อมูล

3) การเชื่อมต่อระหว่างตารางต่างๆ ภายในฐานข้อมูล ผู้ใช้จะไม่มีโอกาสได้รู้เห็นเพราะระบบจะปฏิบัติการโดยอัตโนมัติ โดยระบบเลือกวิธีที่ดีที่สุดและได้ผลดีที่สุด

4) การประมวลผลของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ จะเป็นการประมวลผลแบบ Set-Oriented กล่าวคือ เมื่อมีการสอบถามหรือค้นคืนข้อมูล จะได้คำตอบเป็นชุดหรือเป็นเซตหลายๆ แถว

(Record) กลับมา ซึ่งต่างกับระบบการจัดการฐานข้อมูลสมัยก่อนที่ให้คำตอบครั้งละหนึ่งแถว แล้วมีการอ่านวนรอบเรียกแถวต่อไป ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จะไม่มีการวนรอบ แต่จะมีการใช้งานผ่านตัวกระทำสัมพันธ์พื้นฐาน เช่น SELECT, JOINT และ DEVIDE กับตัวกระทำการเซต เช่น การผนวก (UNION) การตัดกัน (INTERSECT) การทำผลต่าง (DIFFERENCE) และการทำผลคูณ (PRODUCT)

5) ข้อมูลเกี่ยวกับระบบตั้งแต่โครงสร้างฐานข้อมูล สิทธิการใช้ ฯลฯ ต้องเก็บบันทึกในตารางของระบบ เมื่อฐานข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ตารางของระบบนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโดยอัตโนมัติด้วย

6) ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์และโครงสร้างสามารถกระทำการเปลี่ยนแปลงได้ โดยอาจเปลี่ยนแปลงที่เค้าร่างย่อยของส่วนการมองของผู้ใช้ หรือเปลี่ยนค่าพร้อมกันในหลายแถวหรือหลายสดมภ์

7) การเปลี่ยนแปลงระบบฐานข้อมูลในระดับต่ำ จะไม่มีผลกระทบต่อส่วนที่อยู่ในระดับสูงหรือชุดคำสั่งที่ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนในระดับภายในหรือในระดับเชิงแนวคิด

8) ระบบฐานข้อมูลต้องเป็นอิสระไม่ขึ้นกับการจัดเก็บตามข้อกำหนด ความถูกต้องของข้อมูล ไม่ขึ้นกับการควบคุมภาษาระดับต่ำเพื่อมาทำลายความถูกต้องของระบบและไม่ขึ้นกับการกระจายของข้อมูลที่อาจแยกกันอยู่หลาย ๆ แห่ง (ดวงแก้ว สวามิภักดิ์, 2533)

### 2.3.3 **ประเภทของความสัมพันธ์** (Types of relationship)

ประเภทของความสัมพันธ์สามารถแบ่งออกได้ เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one relationship) เช่น แต่ละจังหวัดมีศาลากลางจังหวัดเพียงแห่งเดียวเท่านั้น

2) ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One-to-many relationship) เช่น แต่ละจังหวัดสามารถมีโรงแรมได้หลายแห่ง

3) ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม (Many-to-many relationship) เช่น ภัตตาคารแต่ละแห่งมีรายการอาหารหลายชนิด และรายการอาหารแต่ละชนิดมีอยู่ในภัตตาคารหลายแห่ง

## 2.4 **การวิเคราะห์โครงข่าย** (Network Analysis)

การวิเคราะห์โครงข่ายเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำเอาองค์ประกอบของโครงข่ายที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่จริงมาใช้ในการสร้างแบบจำลองโครงข่าย (Network Model) เช่น แบบจำลองการเคลื่อนที่ของยานพาหนะบนท้องถนน แบบจำลองแสดงทิศทางการไหลของน้ำ ซึ่ง

เมื่อสร้างแผนที่โครงข่ายและฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วก็จะสามารถใช้โปรแกรมโครงข่ายในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดพื้นที่หรือขอบเขตบริการ (Allocate) ของศูนย์กลาง (Center) และหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Path) ได้

### 2.4.1 **ทฤษฎีการวิเคราะห์โครงข่าย**

การวิเคราะห์การขนย้ายทรัพยากรจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่งในโปรแกรมโครงข่าย เป็นการนำเอาทฤษฎีกราฟมาใช้ ซึ่งจำลองแผนที่โดยใช้กราฟ หรือแปลงแผนที่เป็นกราฟเชิงเดียวไม่ขาดตอนที่ระบุทิศทาง และสามารถระบุสถานภาพความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุลงไปในกราฟ ในกรณีของการกำหนดเส้นทางเดินรถของเทศบาลนี้จะกำหนดให้จุดต่อ (Nodes) แทนตำแหน่งที่ตั้งของถังขยะ และเส้น (Arcs) แทนถนนที่เชื่อมระหว่างจุดแต่ละจุด โดยกำหนดระยะทางระหว่างจุดต่อเป็นตัวเลขลงไปในเส้นกราฟ และเรียกกราฟที่มีลักษณะดังกล่าวนี้ว่า กราฟที่กำหนดน้ำหนัก (Weighted graph) โดยทั่วไปค่าที่กำหนดให้กับเส้นในกราฟอาจแทนค่าใช้จ่าย ระยะทาง หรือเวลา ซึ่งเป็นจำนวนจริงที่ไม่เป็นลบ เรียกจำนวนจริงดังกล่าวนี้ได้ว่า น้ำหนักของเส้น จากนั้นจะใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithm) เพื่อหาพื้นที่บริการและเส้นทางที่เหมาะสม ซึ่งในฟังก์ชันโครงข่ายในซอฟต์แวร์ทางด้าน GIS ส่วนใหญ่ จะใช้ขั้นตอนวิธี ของ E.W.Dijkstra (Dijkstra's Algorithm) ที่คิดขึ้นใน ค.ศ. 1959 ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

### 2.4.2 **ขั้นตอนวิธีของ** Dijkstra (Dijkstra's Algorithm)

ขั้นตอนวิธีนี้จะคำนวณหาระยะทางสั้นสุดจากจุดต่อ (node) เริ่มต้นไปยังทุกๆ จุดต่อบนโครงข่าย หรือในกราฟ G ซึ่งเป็นกราฟที่กำหนดน้ำหนัก (weighted graph) เมื่อเส้นแต่ละเส้น e ใน G ถูกกำหนดด้วยจำนวนจริงที่ไม่เป็นลบ และเรียกจำนวนจริงดังกล่าวได้ว่า "น้ำหนักของเส้น" และเขียนแทนด้วย w(e) เซตของเส้นทางต่างๆ จะเป็นรูปแบบของกราฟย่อยๆ ในโครงข่ายเดิม กราฟย่อยนี้มีลักษณะที่คล้ายต้นไม้ (Tree) ซึ่งเป็นกราฟที่ไม่มีการวนรอบ (loops) ในตัวเอง (Department of Civil Engineering and Operations Research, 1996) กล่าวได้ว่า ขั้นตอนวิธีของ Dijkstra เป็นการหาระยะทางสั้นสุด (shortest-path-tree) จากสูตร

โครงข่าย G = {V , E}

เมื่อ V(G) คือ เซตของจุดต่อ (Nodes) ในกราฟ G

และ E(G) คือ เซตของเส้น (Arcs) ในกราฟ G

duv ใช้แทนความยาวของเส้น (u,v) $\epsilon$ E

ขั้นตอนวิธีของ Dijkstra จะใช้กับเส้นกราฟไม่ขาดตอนที่ระบุทิศทาง โดยที่น้ำหนักของทุกเส้นจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0 นั่นคือ $w(u,v) > 0$ ทุกๆ $(u,v) \in E(G)$ ดังนั้น กำหนดให้

S เป็นเซตของจุดยอดโดยมีค่าเริ่มต้นเป็นเซตว่าง

d[v] เป็นค่าของระยะทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดยอด v

Q เป็นเซตของจุดยอด (vertex) ที่ยังไม่เข้าวนซ้ำ (loop) โดยมีค่าเริ่มต้นเป็น V(G)

การเลือกจุด u ที่จะเข้าวนซ้ำ จะเลือกจากจุดที่อยู่ใน Q ซึ่งมีค่า d[u] ต่ำที่สุด เมื่อเลือกแล้วจะลบจุดนี้ออกจาก Q และนำค่าไปใส่ใน S แทน

ตรวจสอบทุกจุด v ที่มีเส้นจาก u ไปถึงจุด v ว่า ถ้า $d[v] > d[u] \div w(u,v)$ แล้วจะต้องเปลี่ยน $d[v] = d[u] + w(u,v)$ และแก้ตัวชี้ว่าจุดยอด v ต้องมาจากจุด u

วนซ้ำจนกระทั่ง Q เป็นเซตว่าง

จะได้เส้นทางที่สั้นที่สุด ตามต้องการ (วศิน สินธุภิญโญ, 2537)

### 2.4.3 โปรแกรมโครงข่าย

โปรแกรมโครงข่าย เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการบริหารจัดการการไหลเวียนของทรัพยากรในระบบโครงข่ายชนิดต่างๆ สามารถใช้โปรแกรมโครงข่ายเพื่อสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของสิ่งต่างๆ ภายในโครงข่ายได้ ซึ่งความสามารถที่เด่นชัดอยู่ที่การจัดสรรทรัพยากรลงในระบบโครงข่าย ภายใต้เงื่อนไขที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ใช้เวลาน้อยที่สุดหรือสูญเสียระหว่างทางน้อยที่สุด นอกจากนี้ ยังสามารถหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการถ่ายหรือเก็บทรัพยากรระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายที่กำหนดให้ได้ (เกริกพงษ์ ชาญประทีป และคณะ, 2532) ข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมโครงข่าย มักจะเป็นรายละเอียดเกี่ยวกับข้อจำกัดต่างๆ เช่น เวลา ระยะทาง ซึ่งมีผลต่อการเคลื่อนที่ภายในโครงข่าย เมื่อมีการใส่ข้อมูลเหล่านี้แล้วเราจึงสามารถจำลองการเคลื่อนที่ของสิ่งต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขที่ต่างกันได้ เช่น การขนส่งหรือการเดินทางในช่วงเวลาที่การจราจรติดขัด หรือเบาบาง เพื่อหาเส้นทางที่สามารถเดินทางได้เร็วที่สุดสำหรับแต่ละสถานการณ์ (ESRI:1990 อ้างถึงใน ปฏิมากร สระแก้ว) โปรแกรมโครงข่ายสามารถนำไปใช้งานได้หลายด้าน เช่น การหาพื้นที่บริการของร้านค้า การวิเคราะห์ระบบคมนาคม การวางแผนการเก็บขยะมูลฝอย การกำหนดเส้นทางขนส่งสินค้าหรือวัตถุดิบ โดยฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาระยะทางสั้นที่สุด คือ ฟังก์ชันโครงข่าย (Network Function) โครงข่าย หมายถึง กลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะเป็นแนวมารวมตัวกัน หรือแยกจากกัน เช่น โครงข่ายทางหลวงของประเทศ

โครงข่ายโทรศัพท์ โครงข่ายท่อส่งน้ำมันหรือก๊าซธรรมชาติ โครงข่ายสายใยแก้วที่ใช้ส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์

ฟังก์ชันโครงข่ายนี้ ส่วนใหญ่ใช้กับการวิเคราะห์การขนย้ายทรัพยากรจากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ คือ

1) ประมาณการปริมาณของวัตถุที่ขนย้าย เช่น สามารถประมาณการปริมาณของตะกอนที่กระแสน้ำในแม่น้ำพัดพามาในลุ่มน้ำหนึ่งๆ

2) การเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด เช่น การเลือกเส้นทางในกรณีฉุกเฉิน สำหรับรถพยาบาลหรือรถดับเพลิง และการเลือกเส้นทางเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการปฏิบัติงานการรวบรวมมูลฝอยของเทศบาล การนำจดหมายพัสดุภัณฑ์ไปแจกจ่ายของบุรุษไปรษณีย์

3) การจัดสรรทรัพยากร เช่น การแบ่งพื้นที่ในเขตเมืองออกเป็นเขตๆ เพื่อสามารถรับการบริการได้อย่างรวดเร็วจากสถานีตำรวจ หรือรถดับเพลิง

ตัวอย่างของการปฏิบัติการโครงข่ายที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด คือ การวิเคราะห์การคมนาคมขนส่ง ซึ่งต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ

1) จุดเริ่มต้น และจุดหมายปลายทาง

2) ต้องกำหนดเลขหมายประจำถนนแต่ละสายแตกต่างกัน

3) ต้องทราบข้อจำกัดของถนนแต่ละสายว่า เป็นทางเอก หรือทางโท จำกัดความเร็วหรือไม่ มีป้ายหยุดรถประจำทางหรือไม่ มีสัญญาณไฟจราจรหรือไม่ จำนวนเท่าใด มีทางโค้งอันตรายหรือไม่ ข้อมูลเชิงคุณลักษณะเหล่านี้ เป็นอุปสรรคในการเดินทาง เช่น ต้องใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 20 วินาที ในการรอสัญญาณไฟเขียว ณ สี่แยกแต่ละแห่ง หรือต้องลดความเร็วของรถเมื่อถึงโค้งอันตราย

ดังนั้น ในการปฏิบัติการโครงข่าย คือ การเลือกเส้นทางที่มีอุปสรรคในการเดินทางน้อยที่สุด (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2542)

2.4.3.1 การกำหนดพื้นที่บริการด้วยโปรแกรมโครงข่าย

โปรแกรมโครงข่าย (NETWORK) ของซอฟต์แวร์ ARC/INFO สามารถนำมาใช้สร้างแบบจำลองเพื่อดูการกระจายของทรัพยากรจากศูนย์กลางเดียวหรือจากหลายศูนย์กลาง โดยศูนย์กลางที่กำหนดขึ้นจะสามารถเปลี่ยนค่าของตัวแปรของแต่ละจุดศูนย์กลางหรือเพิ่มจำนวนศูนย์กลางได้ตลอดเวลา ด้วยมอดูล ALLOCATE ซึ่งเป็นการค้นหาเส้นทางภายในโครงข่าย โดยที่จำนวนทรัพยากรในศูนย์กลางจะถูกกระจายไปตามเส้นทางโดยรอบ ตามค่าความต้องการของเส้นแต่ละเส้น และโปรแกรมจะทำการกระจายทรัพยากรจนกว่าจำนวนทรัพยากรในศูนย์กลางจะถูก

กระจายไปตามเส้นทางโดยรอบจนหมดจึงหยุดการทำงาน หรือกระจายทรัพยากรไปตามเส้นต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนกระทั่งค่าอุปสรรครวมของเส้นเหล่านั้นมีค่าเท่ากับค่าจำกัดของอุปสรรคในจุดศูนย์กลาง หรือจนกระทั่งผลรวมของค่าอุปสงค์ของเส้นเหล่านั้นมีค่าเท่ากับความจุทรัพยากรของจุดศูนย์กลาง

ถ้ามีการกระจายทรัพยากรจากศูนย์กลางมากกว่าหนึ่งแห่ง ค่าอุปสรรคของเส้นทางการกระจายทรัพยากรของแต่ละศูนย์กลาง จะถูกเปรียบเทียบเพื่อหาเส้นทางที่มีค่าอุปสรรครวมต่ำสุด เส้นทางที่มีค่าอุปสรรคต่ำสุดจะถูกกำหนดให้เป็นเส้นทางทรัพยากรของศูนย์กลางที่ใกล้ที่สุด และเส้นที่มีค่าอุปสรรคต่ำถัดมาก็จะถูกกำหนดให้เป็นเส้นทางทรัพยากรของจุดศูนย์กลางที่ใกล้ที่สุดของเส้นนั้น

การทำงานของโปรแกรม ALLOCATE จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งเป็นไปตามเงื่อนไขอันใดอันหนึ่งต่อไปนี้

1) ค่าลิมิตของอุปสรรคของศูนย์กลาง มีค่าเท่ากับผลรวมค่าอุปสรรคของเส้นทั้งหมดที่ถูก ALLOCATE

2) ค่าความจุทรัพยากรของศูนย์กลาง มีค่าเท่ากับผลรวมค่าอุปสงค์ของเส้นทั้งหมดที่ถูก ALLOCATE

3) ทุกเส้นภายในโครงข่ายถูก ALLOCATE จนหมด

กรณีที่ไม่กำหนดค่าความต้านทาน โปรแกรมจะนำค่าความยาวเส้นมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งเส้นที่มีความยาวเส้นมากกว่าก็จะมีค่าความต้านทานในการเดินทางมากกว่า และหากไม่กำหนดเวลาในการรอเพื่อเลี้ยวซ้าย-ขวา และกลับรถ โปรแกรมจะกำหนดให้มีค่าความต้านทานเท่ากับศูนย์ กล่าวคือ ไม่นำมาคิดร่วมด้วย การทำงานของโปรแกรมจะกระจายทรัพยากรจนกว่าผลรวมค่าอุปสงค์ของเส้นจะเท่ากับค่าความจุของศูนย์กลาง และหากไม่กำหนดค่าอุปสงค์ (DEMAND) จะมีค่าเป็นศูนย์

2.4.3.2 การหาเส้นทางที่เหมาะสมด้วยโปรแกรมโครงข่าย

ในการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเคลื่อนที่ของทรัพยากรในโครงข่ายระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่าด้วยโปรแกรมโครงข่าย สามารถทำได้โดยกำหนดจุดเริ่มต้น จุดหยุดตลอดเส้นทาง และจุดมุ่งหมาย ให้เป็นไปตามลำดับ โดยโปรแกรมจะทำการค้นหาเส้นทางที่มีผลรวมของค่าอุปสรรคน้อยที่สุด เส้นทางที่ดีที่สุดจะทราบได้จากผลรวมต่ำสุดของค่าอุปสรรค ซึ่งค่าอุปสรรคที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์อาจเป็นระยะทางในการเดินทาง หรือเกณฑ์อื่นๆ ที่ผู้ใช้กำหนดก็ได้

**2.4.4 องค์ประกอบของโครงข่าย**

2.4.4.1 องค์ประกอบของข้อมูลกราฟิก (Graphic Elements)

โปรแกรมโครงข่ายมีองค์ประกอบเชิงพื้นที่ของโครงข่าย ทั้งหมด 5 องค์ประกอบด้วยกัน (เกริกพงษ์ ชาญประทีป และคณะ, 2532) คือ

1) Links เป็นเส้นทางที่ทรัพยากรใช้ในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งภายในโครงข่าย เช่น ท่อส่งน้ำ ถนน สายไฟฟ้า หรืออาจกล่าวได้ว่า Link คือ เส้น (Arc) ที่เชื่อมระหว่างจุดต่อทุกจุดต่อในโครงข่ายนั่นเอง

2) Turns เป็นจุดที่ทรัพยากรมีการเปลี่ยนทิศทาง ณ ตำแหน่งที่เป็นจุดตัดของเส้นใดๆ ซึ่งก็คือ จุดกลับรถ จุดเลี้ยวรถซ้าย-ขวา หรือการกลับรถในซอยตัน

3) Stops เป็นตำแหน่งของจุดต่างๆ ที่จะต้องมีการหยุดจ่ายหรือเก็บทรัพยากร เช่น ป้ายจอดรถประจำทางที่จะต้องมีการหยุดรับ-ส่งผู้โดยสารภายในโครงข่าย จุดที่ตั้งภาชนะรองรับมูลฝอย

4) Centers เป็นตำแหน่งของจุดต่อภายในโครงข่าย เป็นจุดที่รองรับทรัพยากรจากเส้นทาง หรือเป็นจุดที่กระจายทรัพยากรไปตามเส้นทางต่างๆ เช่น สถานที่จอดรถเก็บขนมูลฝอย

5) Barriers เป็นจุดที่ไม่ให้ทรัพยากรผ่าน ซึ่งตำแหน่งของอุปสรรค (Barriers) จะเป็นตำแหน่งเดียวกับจุดต่อ

2.4.4.2 องค์ประกอบของข้อมูลตามลักษณะ (Attribute Elements)

ข้อมูลตามลักษณะ (Attribute) ของเส้นแต่ละเส้นจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของทรัพยากรภายในโครงข่าย โดยที่ข้อมูลตามลักษณะของเส้นแต่ละเส้นจะถูกเก็บไว้ในส่วนของแฟ้มข้อมูลตามลักษณะหรือฐานข้อมูล

ข้อมูลตามลักษณะที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของโครงข่าย ประกอบด้วย

1) ค่าอุปสรรค (Impedance) เป็นค่าความต้านทาน (Resistance) ในการเคลื่อนที่ผ่านเส้นหรือจุดต่อ ซึ่งค่าอุปสรรคนั้นจะเป็นข้อมูลตามลักษณะ (Attribute) ของเส้น และจุดเปลี่ยนทิศ มีค่าอุปสรรค 2 ประเภทด้วยกัน คือ

- ค่าอุปสรรคของเส้น (Arc Impedance) จะเป็นค่าความต้านทานการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายของเส้น เช่น ความยาวของเส้นสามารถใช้เป็นค่าความต้านทาน โดยที่เส้นที่ยาวกว่าจะมีค่าความต้านทานมากกว่าเส้นที่สั้นกว่า ซึ่งค่าความต้านยิ่งมากก็จะเป็นตัวต้านทานการเคลื่อนที่ของทรัพยากรให้ช้าลง นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกที่สามารถใช้เป็นค่าความต้านทาน ได้แก่ ชนิดของถนน ทิศทางการเคลื่อนที่ เป็นต้น

- ค่าอุปสรรคของจุดเปลี่ยนทิศ (Turn Impedance) เป็นค่าความต้านทานการเคลื่อนที่จากเส้นหนึ่งผ่านจุดต่อเพื่อเปลี่ยนทิศทางไปยังอีกเส้นหนึ่ง โดยที่ค่าอุปสรรคของจุดเปลี่ยนทิศ จะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น ณ จุดตัดของ เส้น 2 เส้น หรือจุดตัดของถนนนั่นเอง เช่น การเคลื่อนที่ของรถผ่านทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรจะมีค่าอุปสรรคของจุดเปลี่ยนทิศในการเดินทางมากกว่าทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

ค่าอุปสรรคหรือค่าความต้านทานนั้น เป็นค่าที่ใช้ในการจำลองภาวะหรือเงื่อนไขของการเดินทางผ่านเส้นและจุดเปลี่ยนทิศให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด ฉะนั้นผลของการวิเคราะห์หาพื้นที่บริการ (Allocate) และเส้นทางที่สั้นที่สุด (Route) จะมีความแตกต่างกันก็ขึ้นอยู่กับค่าความอุปสรรคที่กำหนดให้กับองค์ประกอบต่างๆ ภายในโครงข่าย เช่น เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด จะเป็นเส้นทางที่มีค่าความต้านทานน้อยที่สุด หรือมีค่าอุปสรรคต่ำที่สุด ดังนั้น เส้นและจุดเปลี่ยนทิศ ที่มีค่าความต้านทานน้อยที่สุดจะถูกพิจารณาก่อนเป็นอันดับแรก ค่าความต้านทานที่เป็นลบจะหมายถึง การห้ามไม่ให้ทรัพยากรเคลื่อนที่ผ่านเส้นหรือจุดเปลี่ยนทิศ เช่น ทางแยกที่ห้ามเลี้ยวซ้ายจะให้ค่าความต้านทานเป็นค่าลบหรือ ถนนที่อนุญาตให้รถเดินทางเดียว (one-way street) จะกำหนดให้ค่าความต้านทาน เป็นลบในทิศทางที่ตรงกันข้าม

2) ค่าอุปสงค์ทรัพยากร (Resource Demand) คือ จำนวนทรัพยากรที่ต้องการในเส้น (Arc) และ จุดหยุด (Stop) ต่างๆ ภายในโครงข่าย เช่น ปริมาณขยะที่มีอยู่บนถนนแต่ละสายภายในโครงข่ายและจุดเก็บขยะตามสถานที่ต่างๆ หรือจำนวนพัสดุที่จะต้องจัดส่งในแต่ละจุดที่รถไปรษณีย์จะต้องมารับไป

3) ความจุ (Capacity) คือ จำนวนของทรัพยากรทั้งหมดที่ศูนย์กลาง (Center) จะแจกจ่ายไป หรือทรัพยากรทั้งหมดที่ศูนย์กลางสามารถรองรับได้ เช่น ความจุของสถานที่จอดรถหมายถึง ปริมาณขยะที่รถต้องทำการเก็บทั้งหมด

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤษดา ทองอุดม (2543) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการจัดเส้นทางเก็บขนมูลฝอย กรณีศึกษา เทศบาลตำบลประชาธิปัตย์ จังหวัดปทุมธานี” งานวิจัยนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดเส้นทางเก็บขนมูลฝอย จัดทำฐานข้อมูล และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับจัดเส้นทาง โดยมีจุดมุ่งหมายให้รถแต่ละคันมีพื้นที่รับผิดชอบที่สมดุลกันและมีระยะการเดินทางที่สั้นที่สุด วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดเส้นทางแบ่งเป็น 2 ระบบ ตามระบบการเก็บขนมูลฝอย คือ ระบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System : HCS) และระบบถังคงที่ (Stationary Container System : SCS) การวิเคราะห์ข้อมูลเริ่มจากแบ่ง

พื้นที่รับผิดชอบให้รถแต่ละคันในสัดส่วนเท่ากัน โดยใช้จำนวนเที่ยวในการเก็บขนมูลฝอยต่อสัปดาห์เป็นเกณฑ์ ในการแบ่งสำหรับรถประเภท HCS และใช้ปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้ต่อสัปดาห์เป็นเกณฑ์ ในการแบ่งสำหรับรถประเภท SCS ภายหลังจึงจัดเส้นทางเก็บขนมูลฝอยในพื้นที่ของรถแต่ละคัน โดยคำนึงถึงระยะทางที่สั้นที่สุด ซึ่งในโปรแกรม ArcView Network Analyst และแบบศึกษาสำนึก (Heuristic) ในส่วนของการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ได้ใช้โปรแกรม ArcView GIS ในการออกแบบและจัดทำฐานข้อมูล รวมทั้งออกแบบส่วนเชื่อมประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถบันทึกประมวลผล วิเคราะห์ และค้นคืนข้อมูลเพื่อจัดเส้นทางเก็บขนมูลฝอยได้อย่างสะดวก ในการศึกษาทำการวิจัยนี้ได้ใช้ปัจจัยด้านระยะทางเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของเส้นทาง และมีข้อเสนอแนะให้ผู้ที่จะศึกษาวิจัยต่อไปว่าควรนำปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน สภาพการจราจรมาใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางด้วย

เกศรัชฎา กลั่นกรอง (2538) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การจัดเส้นทางเดินที่เหมาะสมของรถเก็บขนขยะมูลฝอยติดเชื้อด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ : กรณีศึกษากรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก” ได้นำเอาความรู้ทางด้านการวิจัยดำเนินงานมาใช้ในการจัดเส้นทางที่เหมาะสมของรถ รวมทั้งได้มีการนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางเดินรถที่เหมาะสม เริ่มจากการแบ่งเขตความรับผิดชอบของรถแต่ละคันก่อน จากนั้นจึงกำหนดสถานพยาบาลที่รถแต่ละคันจะต้องไปทำการเก็บขนมูลฝอย โดยใช้โปรแกรม Shortest Time Path, Linear Programming และ Traveling Salesman Problem ช่วยในการหาเส้นทาง ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยได้นำไปเปรียบเทียบกับเส้นทางเดินรถเดิมที่มีอยู่ พบว่า เส้นทางเดินรถใหม่จะมีระยะเวลาในการเดินทางน้อยกว่าเส้นทางเดิม ประมาณร้อยละ 29-30

ณัฐ อารีกุล (2536) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี” ซึ่งทำการศึกษาปัญหาและทางเลือกในการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการมูลฝอยทั้งระบบนับตั้งแต่การเก็บรวบรวมมูลฝอย การขนส่งมูลฝอย การกำจัดมูลฝอย ตลอดจนค่าใช้จ่ายและความสามารถในการจัดการมูลฝอยของเทศบาล การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยนั้น ได้ทำการวิเคราะห์ทางเลือกการจัดเส้นทางการเดินรถของแต่ละคัน โดยใช้การคำนวณและปรับแก้แบบธรรมดา (Trial and Error) เพื่อปรับปรุงเส้นทางในการรวบรวมมูลฝอยในบางเส้นทาง ผลที่ได้คือ สามารถเก็บมูลฝอยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย นอกจากนี้ ยังกำหนดให้เพิ่มจำนวนถังขยะและรถเก็บขนมูลฝอย และจัดซื้อที่ดินเพิ่มเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากมูลฝอย

นวลวรรณ โตรักษา (2537) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อช่วยในการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอย กรณีศึกษา : จังหวัดปทุมธานี” ได้นำเอาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลพื้นฐาน สำหรับการวางแผนในการจัดการขยะมูลฝอย นอกจากนี้ ยังนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยการวางซ้อนเพื่อหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดจากแหล่งกำเนิดขยะด้วย

ปฏิมากร สระแก้ว (2536) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผนก่อนการสำมะโนประชากร กรณีศึกษา เทศบาลเมืองชลบุรี” งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการแบ่งเขตสำมะโนประชากร และการกำหนดเส้นทางการเดินสำรวจที่สั้นที่สุด โดยใช้ซอฟต์แวร์ Arc/Info ในการแบ่งเขตอย่างอัตโนมัติ และพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนบ้านกับระยะทางระหว่างบ้านด้วย นอกจากนี้ ยังจัดทำแผนที่เส้นทางการเดินสำรวจที่สั้นที่สุด ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยการสร้างแผนที่คลุมเขตสำมะโนประชากร โดยใช้คำสั่ง Allocate ที่อยู่ในโปรแกรมย่อย Network ซึ่งจะทำการจัดลำดับศักย์ของถนน จากนั้นกำหนดจุดศูนย์กลางซึ่งเลือกจากจุดตัดกันของถนน หลังจากได้แบ่งพื้นที่ออกเป็นเขตย่อยๆ แล้วทำการออกแบบเส้นทางสำรวจที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละเขต ใช้คำสั่ง Routing ในโปรแกรมย่อย Network ผลที่ได้จากการใช้โปรแกรมย่อย Network Allocate คือการแบ่งพื้นที่สำมะโนประชากรออกเป็นเขตย่อยๆ และกำหนดเส้นทางเดินสำรวจที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละเขต นอกจากนี้ ยังจัดทำแผนที่เส้นทางการเดินสำรวจและสารสนเทศที่เกี่ยวข้องด้วย

วศิน สินธุภิญโญ (2537) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับแนะนำเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทาง” ซึ่งได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีเป้าหมายให้ผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ให้ตรงกับความต้องการมากที่สุด เช่น การเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเส้นทางที่ต่อรถน้อยสุด และสามารถระบุตำแหน่งที่ต้องการผ่านและไม่ต้องการผ่าน นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถแก้ไขและแสดงผลข้อมูลต่างๆ ในแผนที่ผ่านโปรแกรมย่อยที่ประกอบอยู่ในโปรแกรมสำเร็จรูปนี้ได้อีกด้วย ซึ่งในส่วนของการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดที่จะเดินทางจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่งนั้น ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้วิธีการแปลงแผนที่เป็นกราฟเชิงเดียวที่ระบุทิศทาง แล้วใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithm) เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยเปรียบเทียบขั้นตอนวิธีของ Bellman Ford (The Bellman-Ford Algorithm) กับขั้นตอนวิธีของ Dijkstra (Dijkstra’s Algorithm) โดยพิจารณาถึงประสิทธิภาพการทำงาน และเลือกใช้ขั้นตอนวิธีของ Dijkstra โดยให้เหตุผลว่าสามารถทำงานได้เร็วกว่า จากนั้นจึงนำมาเขียนเป็นรหัสเทียม (pseudo code) และเขียนโปรแกรมย่อยสำหรับหาเส้นทางที่สั้นที่สุดต่อไป

สถาบันพาณิชยนาวี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้จัดทำโครงการวิจัยเชิงประยุกต์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิเพื่อการค้า การขนส่ง (2540) โดยสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของเขตตำบลและโครงข่ายถนนในภาคกลาง รวมทั้งพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุดและจัดทำโปรแกรมประยุกต์เพื่อแสดงผลข้อมูลในรูปของกราฟแบบต่างๆ บนฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปช่วยในการวางแผนและวิเคราะห์การค้าการขนส่ง โครงการวิจัยนี้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ ArcView และเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมด้วยภาษา Avenue ซึ่งเป็นภาษาแบบ Object-Oriented ซึ่งคล้ายคลึงกับภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้เพื่อช่วยแสดงผลลัพธ์เป็นแผนที่เชิงเลข และส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงข่าย โปรแกรมประยุกต์สำหรับการวิเคราะห์โครงข่ายนี้ได้พัฒนาโปรแกรม ด้วยภาษา Avenue โดยใช้ขั้นตอนวิธีของ Dijkstra (Dijkstra's Algorithm) เพื่อคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุด และทำการทดสอบกับโครงข่ายขนาดเล็กหลายโครงข่ายเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นจึงนำมาทดสอบบนโครงข่ายถนนภาคกลางพบว่า ใช้เวลาค่อนข้างนาน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของ Avenue ว่าไม่เหมาะกับปัญหาขนาดใหญ่ จึงแก้ปัญหาด้วยการตัดถนนที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้ง และเสนอแนะให้ผู้ใช้เป็นผู้ช่วยกำหนดขอบเขตให้โปรแกรมก่อนทำการวิเคราะห์แต่ละครั้ง

สุวรรณา อัศวพัฒนากูล (2529) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง "การวิเคราะห์ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยของเขตบางเขน" การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิธีการจัดระบบเก็บขนขยะและวิธีการปฏิบัติงาน เช่น ศึกษารูปแบบการให้บริการเก็บขนขยะมูลฝอย เส้นทางเก็บขนขยะและแหล่งกำเนิดมูลฝอย วิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานและค่าใช้จ่ายในการเก็บขนขยะของรถประเภทต่างๆ และศึกษาปัญหาในการดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอยของเขตบางเขน เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนต่อการลงทุน โดยเอาค่าใช้จ่ายเป็นปัจจัยหลักในการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังนำเสนอเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยในอนาคต เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

สำราญ มีสมจิตร (2540) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง "การวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนเมืองขนาดเล็กในภาคใต้ กรณีศึกษา : เทศบาลเมืองพัทลุง" การศึกษานี้เป็นการศึกษาปัญหาขยะมูลฝอยของชุมชนเมืองตลอดทั้งกระบวนการ โดยมุ่งเน้นศึกษาระบบกำจัดขยะมูลฝอย ระบบการเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมทั้งขั้นตอนวิธีศึกษาสำนึก (Heuristic Algorithm) ในการวิเคราะห์การจัดวางเส้นทางเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย การประมาณการพื้นที่ฝังกลบขยะ งบประมาณที่จะต้องใช้ในการติดตั้งระบบและค่าดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยภายหลังติดตั้งระบบ ซึ่งในระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยนั้นได้พิจารณาพื้นที่และ

โครงข่ายคมนาคมโดยรวม (Macro Routing) แล้วแบ่งพื้นที่ออกเป็นเขตย่อย จากนั้นจึงจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย (Micro Routing) ในแต่ละเขตย่อยโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งนำปัจจัยทางด้านระยะทางมาใช้ในการวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว โดยไม่คำนึงถึงปัจจัยทางด้านการจราจรร่วมด้วย

ออตโต แอนเคอร์ เนลเซน (Otto Anker Nielsen, 2539) ทำวิจัยเรื่อง “GIS-based method for establishing the data foundation for traffic models” พื้นที่ศึกษา คือ เมืองโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก และเมืองบันดุง ประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้ Arc/Info และ ArcView มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการสร้างโทโพโลยีโครงข่ายจราจร (traffic network topology ) รวมทั้งโปรแกรมประยุกต์เพิ่มเติมของ Arc/Info และใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ AML และ Avenue Scripts มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งวิธีการที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นวิธีการที่ใช้ได้กับพื้นที่ที่มีขนาดต่างๆ กัน ตั้งแต่พื้นที่ที่เป็นเมืองขนาดกลางไปจนถึงเมืองขนาดใหญ่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

ปัจจุบันระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) มีความสำคัญกับงานด้านต่างๆ มากมาย รวมทั้งงานด้านการวางแผนจัดการขยะมูลฝอย การวิจัยครั้งนี้ได้นำเอาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดเส้นทางเดินรถ ในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบังบริเวณพื้นที่ที่เทศบาลเป็นผู้รับผิดชอบจัดเก็บขยะ โดยวิธีการดำเนินการวิจัยหลักๆ ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ออกแบบและสร้างฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเส้นทาง นำเข้าและแก้ไขข้อมูลกราฟิก วิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำแผนที่แสดงผลลัพธ์ ดังมีรายละเอียดโดยลำดับต่อไปนี้

## 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

### 3.1.1 ข้อมูลทุติยภูมิ

เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

3.1.1.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

- สภาพพื้นที่ และลักษณะทางภูมิศาสตร์
- ลักษณะทางเศรษฐกิจ สังคม ประชากร
- การใช้ที่ดิน และกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่
- ลักษณะโครงข่ายคมนาคม และกฎจราจรต่างๆ
- ขอบเขตการปกครอง

3.1.1.2 ข้อมูลด้านการดำเนินงานเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย

- จำนวนรถ
- ประเภทของรถ
- ขนาดและความจุของรถแต่ละคัน
- สถานที่จอดรถ และศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย
- ประเภท ความจุ และจำนวนของภาชนะรองรับขยะมูลฝอย
- พื้นที่รับผิดชอบเดิมของรถแต่ละคัน
- วันดำเนินงานและวันหยุดของรถแต่ละคัน
- สถิติน้ำหนักขยะมูลฝอย ณ จุดชั่งน้ำหนัก ของศูนย์กำจัดขยะ

- จำนวนบุคลากร

3.1.1.3 แผนที่ต่างๆ

- แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ลำดับชุด L7018
- แผนที่ขอบเขตการปกครองระดับท้องถิ่น
- แผนที่โครงข่ายคมนาคม
- แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
- แผนที่อาคารและประเภทกิจกรรมในพื้นที่

**3.1.2 ข้อมูลปฐมภูมิ**

รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจภาคสนาม (มี.ค.-ต.ค. 2546) และจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

3.1.2.1 จุดเก็บขนขยะมูลฝอย

จุดเก็บขนขยะมูลฝอย สามารถแบ่งตามระบบการจัดเก็บขยะได้ 2 ประเภท คือ

1) จุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังคงที่ (Stationary Container System) เป็นการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยจัดทำแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1: 3,000 ที่แสดงเส้นทางถนนและอาคาร เพื่อนำไปใช้กำหนดตำแหน่งจุดเก็บขนมูลฝอยลงในแผนที่ พร้อมแยกประเภทถังขยะโดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ แทนถังขยะแต่ละประเภท เช่น สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมแทนถังขยะพลาสติกทรงเหลี่ยมขนาด 240 ลิตร และระบุจำนวนถังขยะในแต่ละประเภทโดยใส่ตัวเลขกำกับไว้ข้างสัญลักษณ์ด้วย

2) จุดเก็บขนมูลฝอยประเภทถังเคลื่อนที่หรือถังคอนเทนเนอร์ (Hauled Container System) เป็นการเก็บข้อมูลโดยใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) ซึ่งจะได้ค่าพิกัดทางราบ คือ ค่าพิกัดในแนวทิศตะวันออกและค่าพิกัดในแนวทิศเหนือ จากนั้นบันทึกค่าที่ได้ลงในตาราง พร้อมทั้งเพิ่มรายละเอียด ซึ่งเป็นชื่อสถานที่ตั้งของถังขยะแต่ละถัง

3.1.2.2 โครงข่ายถนน

สำรวจเส้นทางถนน โดยเพิ่มข้อมูลลงในแผนที่ต้นร่างฉบับเดียวกันกับที่บันทึกข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอย การสำรวจดำเนินการโดยการเก็บข้อมูลลักษณะของพื้นผิวถนน ได้แก่ ถนนคอนกรีต ถนนดินลูกรัง ถนนลาดยาง เป็นต้น ชื่อถนน ขนาดความกว้างของถนน จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด และการเชื่อมต่อกันของถนนแต่ละสาย นอกจากนี้ ยังเพิ่มเติมถนนสายที่ยังไม่ปรากฏในแผนที่ด้วยค่าพิกัดทางราบที่ได้จากระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) ทั้งบริเวณจุดตัดหรือทางแยก และตามแนวถนน

3.1.2.3 สถานที่จอดรถ และศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย

เก็บข้อมูลด้วยการอ่านค่าพิกัดทางราบจากระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานเช่นเดียวกันกับการสำรวจข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังเคลื่อนที่หรือถังคอนเทนเนอร์

3.1.2.4 ข้อมูลด้านการดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอย และข้อมูลตามลักษณะ

ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่และบุคคลที่เกี่ยวข้อง และจัดทำแบบสัมภาษณ์เพื่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาด้านการดำเนินงานในปัจจุบัน พื้นที่รับผิดชอบ จำนวนบุคลากรที่ปฏิบัติงาน วิธีการดำเนินงานและเวลาปฏิบัติงาน รวมทั้งเส้นทางที่ใช้เดินทางไปสถานกำจัดขยะ และอุปกรณ์เก็บขนมูลฝอย

## 3.2 การศึกษาวิธีการวิเคราะห์โครงข่าย และกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ได้ปฏิบัติพร้อมกับการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงข่ายนั้นเป็นขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการคำนวณหาระยะทางที่สั้นที่สุดจากปัจจัยต่างๆ ที่สามารถกำหนดเป็นค่าตัวเลขได้ เช่น ระยะทาง เวลาที่ใช้ในการเดินทาง การจราจร ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม Arc/Info 8.2.0 และ ArcView Network Analyst 1.0b ของบริษัท ESRI (Environmental Systems Research Institute Inc.) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นำเอาขั้นตอนวิธีของ Dijkstra (Dijkstra's Algorithm) มาใช้ในการวิเคราะห์โครงข่าย ซึ่งปัจจัยในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมในการเก็บขนขยะมูลฝอย คือ ปัจจัยด้านระยะทางเพียงปัจจัยเดียว เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีการจราจรไม่หนาแน่นมากนัก ประกอบกับรถเก็บขนขยะมูลฝอยจะดำเนินการเก็บขนขยะในช่วงเวลาที่ไม่ใช่ชั่วโมงเร่งด่วน จึงไม่ได้นำเอาปัจจัยอื่นมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมด้วย

## 3.3 การออกแบบและจัดทำฐานข้อมูล

### 3.3.1 การออกแบบฐานข้อมูล

การสร้างฐานข้อมูลนี้ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System, DBMS) ในลักษณะของแบบจำลองเชิงสัมพันธ์ (Relation Model) แบบจำลองประเภทนี้อาจเปรียบได้ว่า เป็นอนุกรมของตารางหลายๆ ตาราง การค้นคืนข้อมูลสามารถกระทำได้โดยตรง ผู้ใช้สามารถกำหนดความสัมพันธ์ของตารางได้โดยใช้กุญแจหลัก (primary key) เช่น รหัสประจำถนน

แต่ละสาย เพื่อนำมาใช้ในการเชื่อมตารางตั้งแต่สองตารางเข้าด้วยกัน ซึ่งการจัดตารางข้อมูลเช่นนี้เป็นการเพิ่มความเร็วในการวิเคราะห์ข้อมูลและทำให้ฐานข้อมูลมีความซ้ำซ้อนน้อยลง

ขั้นตอนในการออกแบบฐานข้อมูลประกอบด้วย

3.3.1.1 จำแนกประเภทข้อมูล สามารถจำแนกประเภทข้อมูลได้เป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะการวิเคราะห์ คือ

1) ข้อมูลที่ใช้ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ประกอบด้วย

- ขอบเขตการปกครองของหมู่บ้านและชุมชน
- ปริมาณขยะของแต่ละพื้นที่
- จำนวนจุดเก็บขนมูลฝอย และภาชนะรองรับมูลฝอย
- ขนาดและความจุของรถ

2) ข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดเส้นทางเดินรถ ประกอบด้วย

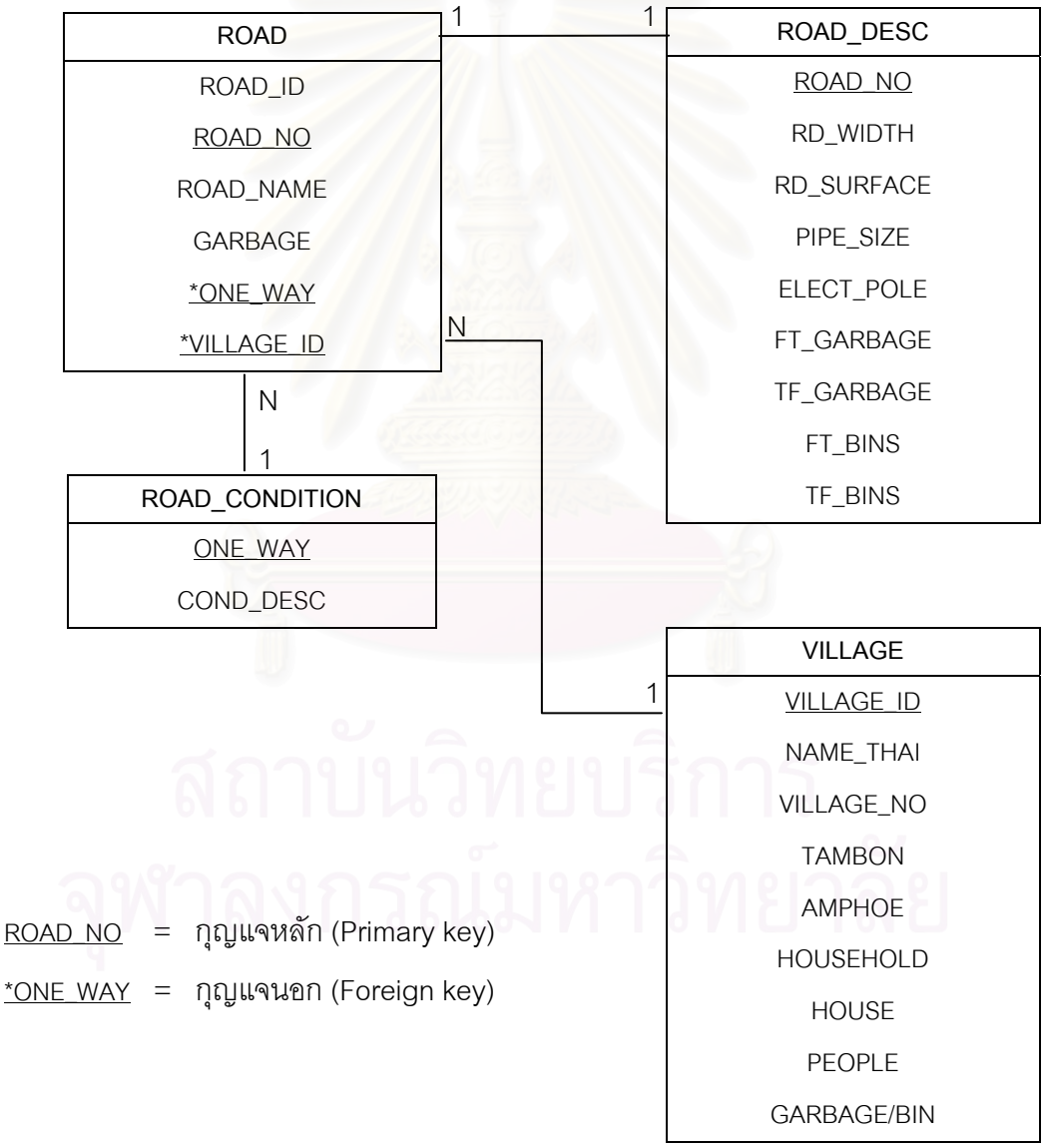
- พื้นที่รับผิดชอบ
- ข้อมูลถนน
- สถานที่จอดรถ
- ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย
- จุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังเคลื่อนที่
- จุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังคงที่
- สถานที่สำคัญในพื้นที่ศึกษา

3.3.1.2 ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล

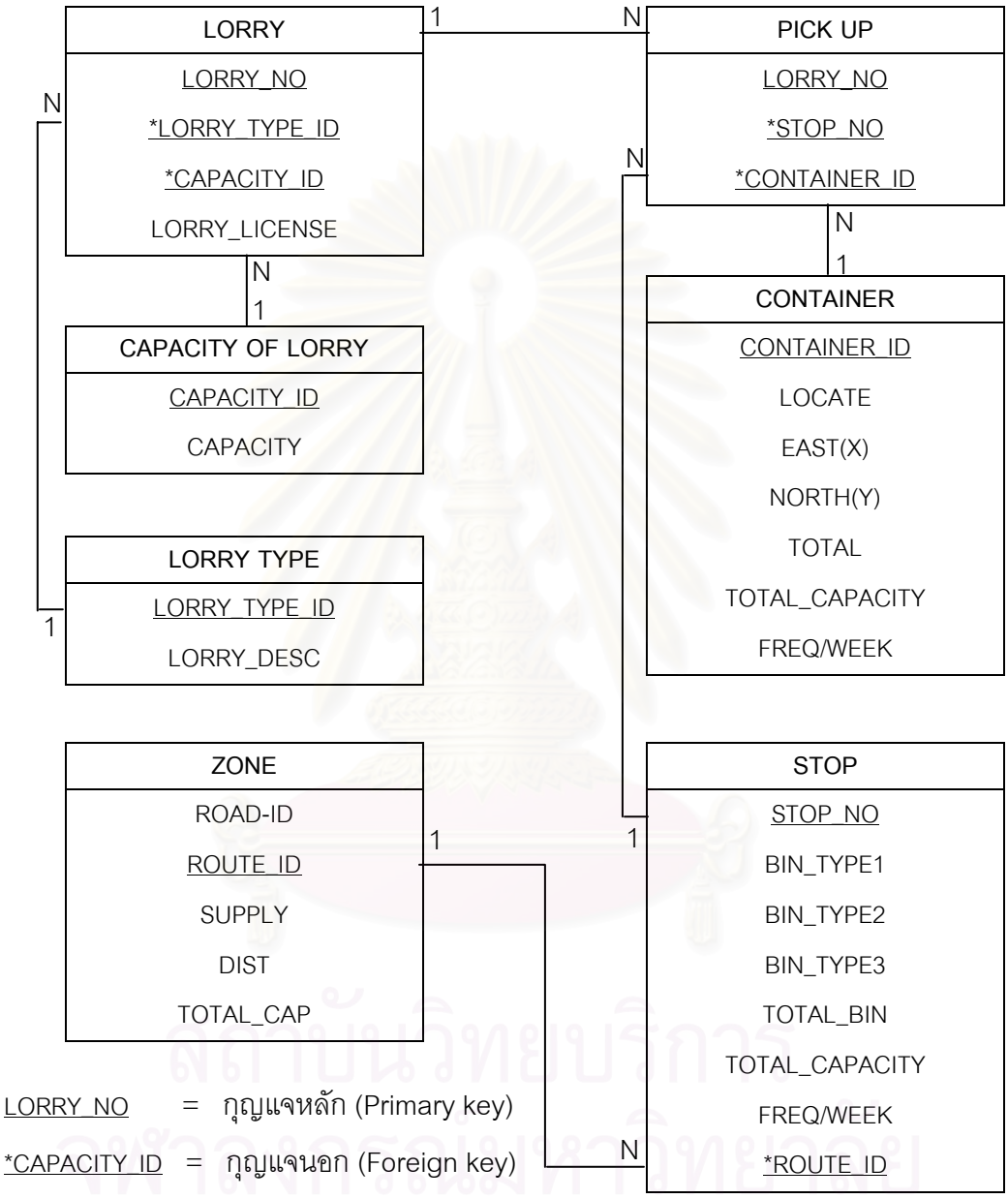
การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลจะคำนึงถึงความเร็วในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลัก ซึ่งหลังจากจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว ทำให้ทราบถึงจำนวนตารางที่จะต้องใช้ จากนั้นจึงออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงตรรกะ จัดทำพจนานุกรมข้อมูล (ภาคผนวก ก) และกำหนดกุญแจหลัก (Primary key) ในแต่ละตารางเพื่อใช้จัดลำดับข้อมูลและเชื่อมโยงตารางเข้าด้วยกัน ฐานข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ ประกอบด้วย ฐานข้อมูลถนน (ภาพที่ 3.1) ฐานข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่และถังเคลื่อนที่ (ภาพที่ 3.2) ทั้งนี้ ข้อมูลตามลักษณะของถนนที่ใช้เป็นปัจจัยในการวิเคราะห์และใช้แสดงทิศทางการเดินทางนั้นกำหนดให้เชื่อมกับข้อมูลกราฟิกได้โดยตรงด้วยกุญแจหลัก (Primary key) ส่วนข้อมูลที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมกำหนดให้เชื่อมกับตารางข้อมูลตามลักษณะได้โดยใช้กุญแจนอก (Foreign key)

### 3.3.2 การจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

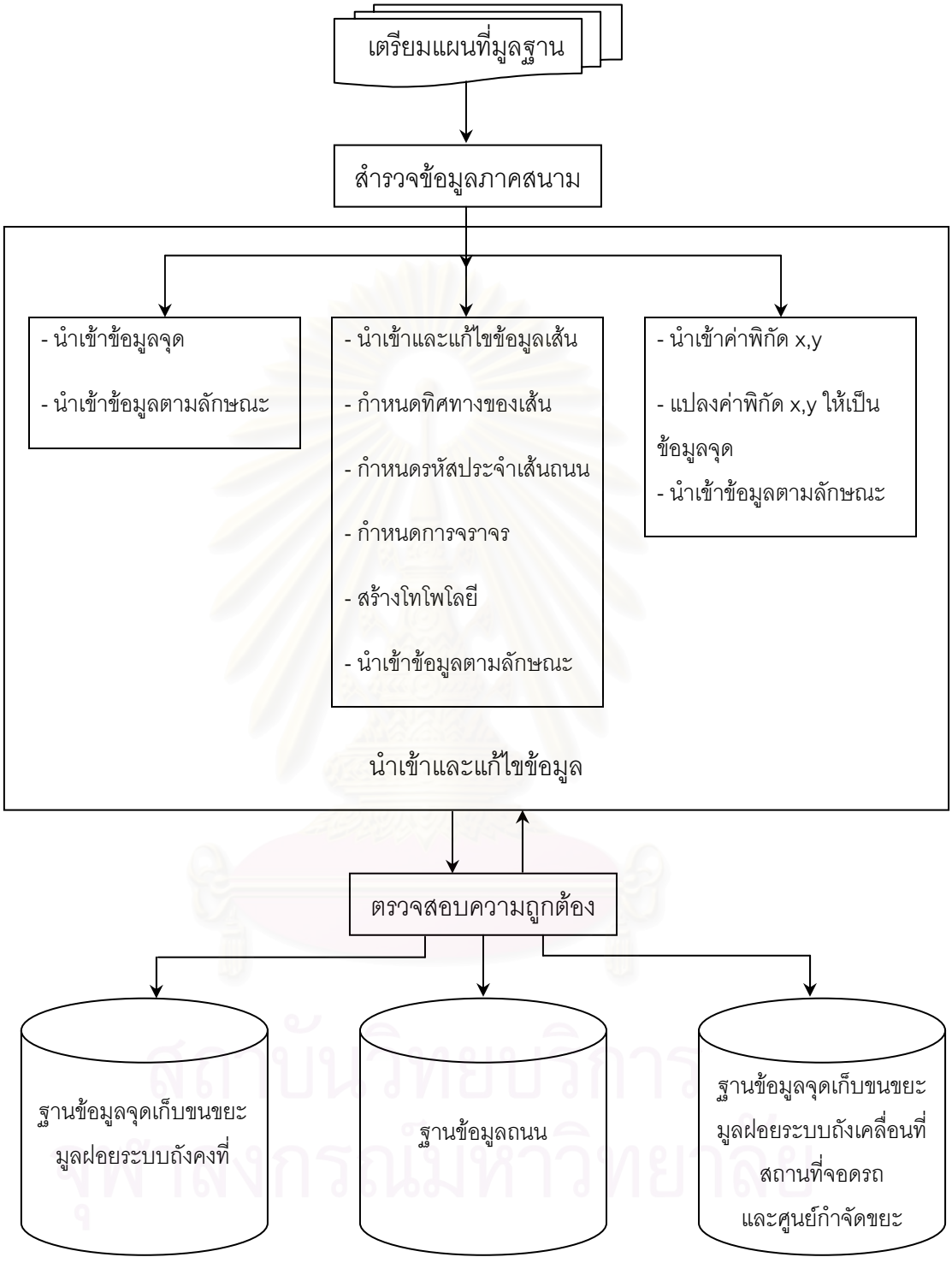
ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นที่รวบรวมข้อมูลกราฟิก (Graphic data) และข้อมูลตามลักษณะ (Attribute data) งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลกราฟิกที่มีโครงสร้างแบบจำลองเวกเตอร์ (vector model) คือ ข้อมูลจุด เส้น และพื้นที่ ซึ่งมีโครงสร้างข้อมูลกะทัดรัด มีความถูกต้องในเชิงกราฟิกและสามารถใช้ในการวิเคราะห์เชิงโครงข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ขั้นตอนในการจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยสรุปได้แสดงไว้ในภาพที่ 3.3




***ภาพที่ 3.1*** *การเชื่อมโยงโครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูลถนน*




***ภาพที่ 3.2*** *การเชื่อมโยงโครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่และถังเคลื่อนที่*




***ภาพที่ 3.3*** *การจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อการกำหนดเส้นทางเดินรถ*

3.3.2.1 จุดเก็บขนขยะมูลฝอย

1) จุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังคงที่ (Stationary Container System)

ข้อมูลกราฟิกนำเข้าโดยใช้โปรแกรม ArcView ด้วยวิธีการเพิ่มข้อมูลจุด (Point Theme) ตำแหน่งที่ตั้งถังขยะ ซึ่งข้อมูลที่นำเข้าจะมีสาลักษณ์จุด (Point Feature) ในรูปแบบของ shape file (.shp) ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลกราฟิก แสดงไว้ใน ภาคผนวก ข

ส่วนของข้อมูลตามลักษณะจะเกิดขึ้นอัตโนมัติ หลังจากเพิ่มข้อมูล 1 จุด ข้อมูลตามลักษณะก็จะเพิ่มขึ้น 1 ระเบียน (Record) โดยมีสดมภ์ของรหัสภายในที่โปรแกรมกำหนดให้ (Internal-ID) และสดมภ์ของรหัสสำหรับผู้ใช้ (User-ID) เพื่อเชื่อมโยงกับข้อมูลกราฟิกและใช้เป็นกุญแจหลัก (Primary key) แฟ้มข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบของ Database file (.dbf) จากนั้นเพิ่มสดมภ์ข้อมูลตามลักษณะที่แสดงรายละเอียดต่างๆ ของจุดเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังคงที่ ดังภาพที่ 3.2 ในตารางชื่อ “STOP” รวมทั้งสดมภ์ที่ใช้เป็นกุญแจนอก (Foreign key) เพื่อเชื่อมโยงกับตารางข้อมูลตามลักษณะอื่น ด้วยการนำเข้าในโปรแกรม ArcView

2) จุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System) สถานที่จอดรถ(Starting Point) และศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย (End Point)

ข้อมูลกราฟิกนำเข้าโดยนำค่าพิกัดทางราบ (E,N) และชื่อสถานที่ตั้งถังขยะ จากตารางบันทึกข้อมูลภาคสนาม มาพิมพ์ลงในโปรแกรม Excel แล้วบันทึกแฟ้มข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของดีเบสโฟร์ (dBASE IV) ซึ่งแฟ้มข้อมูลจะมีสกุล .dbf ที่สามารถนำไปใช้กับโปรแกรม ArcView ได้ จากนั้นจึงแปลงค่าพิกัดทางราบ ให้เป็นข้อมูลจุด (Point Theme) โดยมีจำนวนข้อมูลจุดตามจำนวนระเบียน (records) ที่มีในแฟ้มข้อมูลดีเบสโฟร์ ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลกราฟิกแสดงไว้ใน ภาคผนวก ข

ส่วนของข้อมูลตามลักษณะนั้น อยู่แฟ้มข้อมูลดีเบสโฟร์ที่นำมาแปลงให้เป็นข้อมูลจุด และโปรแกรมจะสร้างสดมภ์ของรหัสภายใน (Internal-ID) และสดมภ์ของรหัสสำหรับผู้ใช้ (User-ID) ให้อัตโนมัติ เพื่อเชื่อมโยงกับข้อมูลกราฟิกและใช้เป็นกุญแจหลัก (Primary key)

3.3.2.2 ข้อมูลถนน

ปรับข้อมูลกราฟิกให้เป็นปัจจุบันจากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7018 (WGS 84) มาตราส่วน 1:50,000 และจากข้อมูลการสำรวจภาคสนาม โดยใช้โปรแกรม Arc/Info นำเข้าข้อมูลในลักษณะของสาลักษณ์เส้น (Line feature) ด้วยวิธีการดิจิไทซ์ (Digitize) ถนนทุกสายทั้งที่เป็นถนนสายหลักและถนนสายรองทั้งหมดที่เชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายในพื้นที่ศึกษา และโปรแกรมจะจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลที่เรียกว่า Line Coverage ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้ชื่อว่า “Road” ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลถนนแสดงไว้ใน ภาคผนวก ข หลังจากนำเข้าข้อมูล

ทั้งหมดแล้วจึงสร้างโทโพโลยีโดยใช้คำสั่ง Build feature node เพื่อสร้างแฟ้มข้อมูลตามลักษณะที่มีสกุล .NAT (Node Attribute Table) ที่จะนำไปใช้ในการกำหนดจุดศูนย์กลางเพื่อหาพื้นที่รับผิดชอบ และใช้คำสั่ง Build feature line เพื่อสร้างแฟ้มข้อมูลตามลักษณะที่มีสกุล .AAT (Arc Attribute Table) แฟ้มข้อมูลทั้งสองนี้จะถูกจัดเก็บไว้ในโฟลเดอร์ชื่อ INFO โดยอัตโนมัติ จากนั้นเพิ่มข้อมูลรหัสผู้ใช้ (User_ID) ลงในแฟ้มข้อมูล เพื่อใช้เป็นกุญแจหลักในการเชื่อมโยงกับตารางข้อมูลตามลักษณะที่แสดงรายละเอียดต่างๆ ของถนน รวมทั้งเพิ่มสดมภ์ข้อมูลตามลักษณะที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ข้อมูล ดังภาพที่ 3.1 ในตารางชื่อ “ROAD” ลงในแฟ้มข้อมูลตามลักษณะที่มีสกุล .AAT

### 3.3.3 การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst 1.0b นั้น ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ คือ ข้อมูลถนน (line theme) ซึ่งประกอบด้วยเส้นที่เชื่อมโยงกันเป็นลักษณะโครงข่าย และข้อมูลจุดเก็บขนมูลฝอย (point theme) โดยทั่วไปรูปแบบของข้อมูลเส้นที่จะนำมาวิเคราะห์นั้น สามารถใช้ข้อมูลที่เป็น shapefile ,Arc/Info coverages หรือ CAD drawing ก็ได้ แต่ในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลถนนในรูปแบบ Arc/Info coverage และข้อมูลจุดเก็บขนมูลฝอยในรูปแบบ shapefile และการเตรียมข้อมูลดังที่จะกล่าวต่อไปนี้จะช่วยให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องเพิ่มมากยิ่งขึ้น

3.3.3.1 แก้ไขและปรับปรุงข้อมูลถนน

ตรวจสอบความถูกต้องของการเชื่อมโยงบริเวณจุดแยก รวมทั้งความต่อเนื่องของเส้นในโปรแกรม Arc/Info มอดูล ArcEdit โดยใช้คำสั่ง DRAWENVIRON NODE DANGLE เพื่อให้โปรแกรมแสดงจุดต่อ (Node) ที่ไม่ต่อเชื่อมกัน จากนั้นจึงกำหนดทิศทางให้กับถนนแต่ละเส้นเพื่อความสะดวกในการกำหนดสภาพการจราจร โดยจะกำหนดให้หัวลูกศรชี้ไปทางทิศตะวันออกสำหรับเส้นที่อยู่ในแนวตะวันตก-ตะวันออก และกำหนดให้หัวลูกศรของเส้นในแนวเหนือ-ใต้ ชี้ไปทางทิศใต้ด้วยคำสั่ง DRAWENVIRON ARC ARROWS เพื่อให้โปรแกรมแสดงทิศทางของเส้นถนนแต่ละเส้น หากต้องการแก้ไขทิศทางของถนนเส้นใดๆ สามารถใช้คำสั่ง SELECT;FLIP เพื่อให้ทิศทางของเส้นเปลี่ยนแปลงไปในทางตรงกันข้าม

เมื่อแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้ว สร้างความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (BUILD) โดยใช้ตัวเลือก LINE โปรแกรมจะสร้างข้อมูลตามลักษณะที่สัมพันธ์กับข้อมูลกราฟิกให้ และจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลตามลักษณะที่มีสกุล .AAT (Arc Attribute Table) โดยมีรหัสภายในระบบที่โปรแกรม

สร้างให้ (Internal_ID) และรหัสสำหรับผู้ใช้ (User_ID) เป็นตัวเชื่อมโยงกับข้อมูลกราฟิก นอกจากนี้ ยังมีข้อมูลความยาวของเส้นถนน ทั้งทิศทางของเส้นจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลาย

3.3.3.2 กำหนดสภาพจราจรในข้อมูลถนน

โครงข่ายโดยทั่วไปจะมีกฎในการยอมให้วัตถุเคลื่อนที่ผ่าน เช่น ในบางจุดแยกของถนนอาจห้ามเลี้ยวซ้าย หรืออาจปิดถนนเพื่อซ่อมแซม รวมถึงโครงข่ายที่เดินรถได้เพียงทางเดียวและสามารถเดินรถได้ทั้งสองทาง สามารถกำหนดกฎเกณฑ์เหล่านี้ได้ในตารางข้อมูลตามลักษณะ โดยเพิ่มสดมภ์ที่เป็นตัวอักษรลงในตารางข้อมูลตามลักษณะภายในของถนนซึ่งไม่ใช่ตารางที่นำมาเชื่อมต่อ และชื่อสดมภ์ในตารางตามลักษณะจำเป็นต้องเป็นชื่อมาตรฐานตามที่โปรแกรม Network Analyst กำหนดไว้ คือ one_way และ oneway ในการวิจัยนี้สดมภ์ที่กำหนดสภาพจราจรใช้ชื่อสดมภ์ว่า “one_way” เพื่อที่โปรแกรมจะนำเอาค่าในสดมภ์นี้ไปคำนวณได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งควรสร้างและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลก่อนการวิเคราะห์

ข้อมูลที่นำเข้าในสดมภ์ one_way มี 4 ประเภท ดังนี้

- FT หรือ ft หมายถึง เดินทางผ่านได้จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายเท่านั้น นั่นคือ ทิศทางเดียวกับที่นำเข้าข้อมูลเส้นถนน
- TF หรือ tf หมายถึง เดินทางผ่านได้จากจุดปลายมายังจุดเริ่มต้นเท่านั้น นั่นคือ ทิศทางตรงกันข้ามกับที่นำเข้าข้อมูลเส้นถนน
- N หรือ n หมายถึง ไม่สามารถเดินทางผ่านได้ทั้งสองทิศทาง กล่าวคือ ห้ามเดินทางผ่านบนถนนเส้นนี้
- ไม่ใส่ข้อมูล หรือใส่ตัวอักษรอื่น หมายถึง สามารถเดินทางผ่านได้ทั้งสองทิศทาง

นอกจากนี้ หากทำการเลือกถนนเส้นที่ไม่ต้องการเดินทางผ่านก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล โปรแกรมจะพิจารณาเส้นที่ถูกเลือกว่าเป็นเส้นที่ไม่สามารถเดินทางผ่านได้ และไม่นำเส้นถนนเหล่านั้นมาวิเคราะห์ด้วย ซึ่งหากมีสดมภ์แสดงข้อมูล one_way อยู่แล้วไม่จำเป็นต้องกำหนดจุดห้ามเลี้ยว และถ้ามีการเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูลในสดมภ์นี้ โปรแกรมจะประมวลผลได้โดยอัตโนมัติสำหรับการวิเคราะห์ครั้งต่อไป

3.3.3.3 กำหนดถนนยกระดับและถนนลอดอุโมงค์ (Overpass and Underpass)

ข้อมูลถนนหลายแห่งมักมีจุดตัดกับเส้นอื่น มีสองวิธีที่ใช้ในการกำหนดลักษณะถนนแบบนี้ คือ แบบ Planar lines ซึ่งต้องสร้างจุดต่อ (node) ณ จุดตัด โดยแยกเส้นออกเป็นสี่เส้น และแบบ Non-planar lines ที่ไม่สร้างจุดต่อบนเส้นไขว้ข้ามกันและเส้นทั้งสองจะไม่

เชื่อมต่อกัน โดยปกติแล้วถ้าข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็น shapefile สามารถสร้างได้ทั้งสองแบบอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองแบบรวมกันก็ได้ แต่ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลถนนที่เป็น Arc/Info coverage ซึ่งจะทราบค่าข้อมูลถนนลักษณะนี้ได้จากเส้นที่ไขว้ข้ามกันโดยไม่สร้างจุดต่อ จึงจำเป็นต้องใช้แบบ Non-planar line features ในแบบจำลอง Overpass และ Underpass การใช้ Non-planar lines นั้น โปรแกรม ArcView Network Analyst จะทราบโดยอัตโนมัติและประมวลผลได้อย่างถูกต้อง

3.3.3.4 การเตรียมข้อมูลเพื่อแสดงผลลัพธ์

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล คือ เส้นทางที่มีระยะการเดินทางสั้นที่สุดจากจุดออกรถไปยังจุดเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละจุด จนถึงศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งโปรแกรม ArcView Network Analyst จะแสดงทิศทางการเดินทางได้ด้วย หมายเลขจุดเก็บขนขยะมูลฝอย ชื่อถนน พื้นผิวถนน และสถานที่สำคัญที่รถต้องเดินทางผ่าน ซึ่งการเตรียมข้อมูลเพื่อแสดงทิศทางนั้น จำเป็นต้องเพิ่มสดมภ์ในตารางข้อมูลตามลักษณะของ coverage ถนน โดยใช้ชื่อสดมภ์ตามชื่อมาตรฐานของโปรแกรม Network Analyst คือ สดมภ์ชื่อ “road_name” ซึ่งโปรแกรมสามารถนำข้อมูลตัวอักษรในสดมภ์นี้มาใช้แสดงผลลัพธ์ได้

ส่วนหมายเลขจุดเก็บขนขยะมูลฝอยนั้น โปรแกรมจะนำค่าในสดมภ์ชื่อ “Label” มาแสดง ดังนั้น จึงต้องสร้างสดมภ์ที่แสดงหมายเลขจุดเก็บขนมูลฝอยให้มีชื่อตามโปรแกรมกำหนด คือ “Label” โปรแกรมจึงจะดึงเอาค่าในสดมภ์นี้มาแสดงเป็นหมายเลขจุดเก็บขนมูลฝอยได้ หรือหากไม่ใช้ชื่อสดมภ์นี้ยังสามารถกำหนดในคุณสมบัติของตาราง (Table Property) โดยเปลี่ยนชื่อสดมภ์ใน alias ให้เป็นชื่อเดียวกับที่โปรแกรมกำหนดไว้ คือ “Label” ก็ได้ผลลัพธ์เช่นเดียวกัน ข้อมูลที่นำมาใช้แสดงทิศทางการเดินทาง เช่น ชื่อถนน พื้นผิวถนน ซึ่งจะอยู่ใน Line Coverage ของถนน ข้อมูลสถานที่สำคัญ และหมายเลขจุดเก็บขนขยะมูลฝอยจะอยู่ใน Point Theme

3.3.3.5 สร้างแฟ้มข้อมูลศูนย์กลาง

ศูนย์กลาง (centers) คือ ตำแหน่งของจุดต่อภายในโครงข่ายที่มีค่าความจุของทรัพยากรเป็นองค์ประกอบสำคัญที่นำมาใช้ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบให้กับรถแต่ละคันด้วยโปรแกรม ALLOCATE โดยศูนย์กลางจะเป็นจุดเริ่มต้นของการกระจายทรัพยากร ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ใช้ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบเท่านั้น แต่ไม่ได้นำเอามาใช้ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ในการวิเคราะห์ข้อมูลอาจเลือกศูนย์กลางแบบโต้ตอบบนหน้าจอโดยใช้เมาส์หรือสร้างเก็บไว้เป็นแฟ้มข้อมูลของศูนย์กลาง (Center file) และเรียกมาใช้ก็ได้ แต่การเลือกศูนย์กลางบนหน้าจอสามารถกำหนดค่าอุปสงค์ทรัพยากร (Demand) และค่าความต้านทานการเคลื่อนที่

(Impedance) ได้เพียงค่าเดียว ซึ่งทุกจุดศูนย์กลางต้องมีค่าความจุทรัพยากรเท่ากันหมดเท่านั้นจึงจะกำหนดศูนย์กลางด้วยวิธีนี้ได้ แต่ในการวิจัยนี้ค่าความจุของทรัพยากรของศูนย์กลาง คือ ความจุของรถ ซึ่งรถแต่ละคันมีความจุไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงสร้างแฟ้มข้อมูลศูนย์กลางขึ้นมาใช้ในการวิเคราะห์แบ่งเขตรับผิดชอบ และกำหนดตำแหน่งของจุดศูนย์กลางโดยมีหลักเกณฑ์ คือ เลือกจากจุดตัดกันของถนนสายหลักหรือถนนสายรอง จุดใดจุดหนึ่ง และจุดศูนย์กลางจะกระจายอยู่ตามชุมชนต่างๆ ภายในพื้นที่ศึกษา

แฟ้มข้อมูลศูนย์กลางสามารถสร้างได้โดยใช้คำสั่ง DEFINE ในมอดูล TABLES ของโปรแกรม Arc/Info สร้างแฟ้มข้อมูลศูนย์กลาง ชื่อ “ZONE.CEN” ซึ่งโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลนี้ได้แสดงไว้ในพจนานุกรมข้อมูล (ภาคผนวก ก)

แฟ้มข้อมูลศูนย์กลาง ประกอบด้วยสดมภ์ต่างๆ ดังนี้

1) COVER_ID ITEM คือ สดมภ์ที่เป็นตัวเลขเก็บค่า User-ID ของจุดต่อ ซึ่งเป็นตำแหน่งเดียวกับจุดที่กำหนดเป็นศูนย์กลาง และต้องใช้ชื่อสดมภ์เดียวกันกับ NETWORK COVERAGE ที่มี node attribute table (.NAT)

2) OUTPUT ROUTE IDS ITEM คือ สดมภ์ที่เก็บค่า User-ID ของเส้นทางที่ได้หลังจากการวิเคราะห์

3) MAXIMUM IMPEDANCE ITEM คือ สดมภ์ที่เก็บค่าอุปสรรคหรือค่าความต้านทานของการเดินทางในเส้นทางนั้นๆ

4) CENTER SUPPLY ITEM คือ สดมภ์ที่เก็บค่าอุปทานของศูนย์กลาง หรือค่าอุปสงค์ที่มากที่สุดของเส้นทางที่ต้องการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ

5) MAX IMPEDANCE ALLOCATED ITEM คือ สดมภ์ที่เก็บค่าอุปสรรคหรือค่าความต้านทานสะสมที่ได้จากการวิเคราะห์

6) TOTAL DEMAND ALLOCATED ITEM คือ สดมภ์ที่เก็บผลรวมของค่าอุปสงค์ของศูนย์กลาง

ข้อมูลในสดมภ์ที่ 5) และ 6) โปรแกรมจะสร้างให้อัตโนมัติหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคำสั่ง ALLOCATE และถ้าหากว่ามีข้อมูลอยู่ในทั้งสองสดมภ์นี้แล้ว โปรแกรมจะเขียนข้อมูลทับให้หลังการวิเคราะห์แต่ละครั้ง

### 3.3.4 **ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล**

นำแผนที่แสดงข้อมูลถนนและจุดเก็บขนขยะมูลฝอยไปสำรวจข้อมูลภาคสนามอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความต่อเนื่องของเส้นถนนบริเวณจุดเชื่อม รวมทั้งชื่อถนนสายต่างๆ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขในฐานข้อมูล

## 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินรถนั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ตามวิธีการดำเนินงานของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง คือ ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System) และระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ (Stationary Container System) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 3.4.1 ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System)

ลักษณะการเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่นั้น รถบรรทุกคอนเทนเนอร์จะบรรทุกถังคอนเทนเนอร์เปล่าจากจุดออกรถมายังสถานที่ตั้งถังคอนเทนเนอร์ จากนั้นจึงแลกเปลี่ยนถังโดยนำถังเปล่าที่บรรทุกมาไปตั้งแทนที่ถังเต็มและบรรทุกไปยังสถานกำจัดมูลฝอย ดังนั้น ในการเดินรถแต่ละเที่ยวนั้นจะมีจุดเก็บขนขยะมูลฝอยเพียงจุดเดียว และการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีจุดหยุดรถเพียงสามจุด คือ จุดออกรถ จุดเก็บขนขยะมูลฝอย และจุดทิ้งขยะมูลฝอย

การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบถังเคลื่อนที่ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การกำหนดพื้นรับผิดชอบของรถแต่ละคัน และวิเคราะห์เพื่อกำหนดเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินรถ ดังนี้

3.4.1.1 การกำหนดพื้นที่รับผิดชอบ

การกำหนดพื้นที่รับผิดชอบของระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ ใช้เกณฑ์ด้านความสมดุลของจำนวนเที่ยว และระยะทางรวมของการเดินรถในแต่ละสัปดาห์ โดยใช้ฟังก์ชันสำหรับการจัดการตารางฐานข้อมูลของโปรแกรม ArcView ในการวิเคราะห์แบบตาราง (Tabular Analysis)

3.4.1.2 การกำหนดเส้นทางเดินรถ

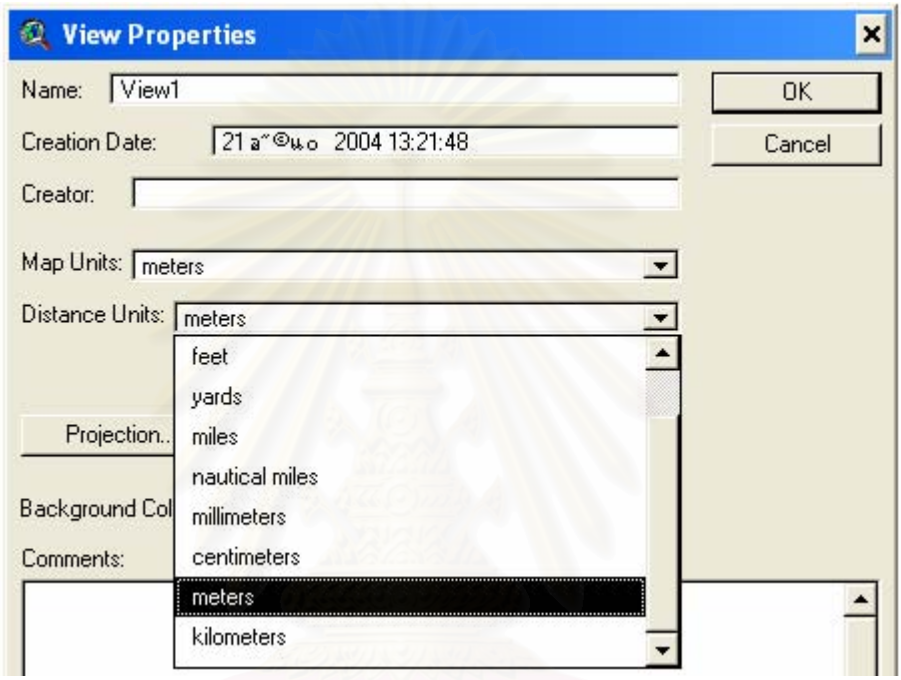
เส้นทางเดินรถของรถบรรทุกคอนเทนเนอร์แต่ละเที่ยวนั้นจะมีจุดเก็บขนขยะเพียงจุดเดียว ดังนั้น จำนวนเส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์จะมีค่าเท่ากับจำนวนที่ตั้งถังคอนเทนเนอร์ ขั้นตอนการกำหนดเส้นทางเดินรถนี้ ได้นำเอาฐานข้อมูลถนน จุดเก็บขนมูลฝอยระบบถังเคลื่อนที่ ตำแหน่งของสถานที่จอดรถ และสถานที่ทิ้งขยะมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst โดยใช้ปัจจัยทางด้านระยะทาง เพื่อหาเส้นทางที่มีระยะการเดินทางที่สั้นที่สุด ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) นำชั้นข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เข้าสู่โปรแกรม

เพิ่มชั้นข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นลงในหน้าต่าง View ของโปรแกรม ArcView โดยใช้ปุ่ม Add Theme ประกอบด้วย ชั้นข้อมูลถนน จุดเก็บขนขยะมูลฝอย จุดเริ่มออกรถ จุดหมายปลายทางที่นำขยะไปทิ้ง และสถานที่สำคัญที่เป็นจุดสังเกตในการบอกเส้นทาง

2) กำหนดหน่วยวัดระยะทาง

หน่วยวัดระยะทางที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลต้องกำหนดก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมแสดงผลลัพธ์ในรายงานการเดินทางได้อย่างถูกต้อง สามารถกำหนดได้ในคุณสมบัติของหน้าต่าง (View property) ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้หน่วยวัดระยะทางเป็นเมตร (meter) ดังภาพที่ 3.4




***ภาพที่ 3.4*** *การกำหนดหน่วยวัดระยะทางใน View ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล*

3) จำแนกข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ในแต่ละพื้นที่รับผิดชอบ

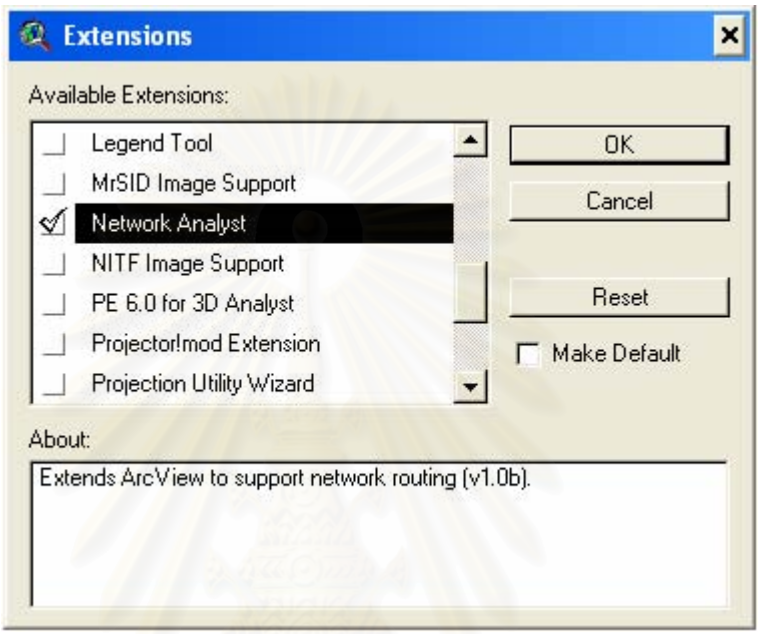
เนื่องจากโครงข่ายถนนในพื้นที่ศึกษามีความซับซ้อน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยที่ไม่จำแนกข้อมูลที่ไม่จำเป็นออกไปบ้างนั้น ส่งผลให้การทำงานของโปรแกรมช้าลง ดังนั้น การค้นคืนข้อมูลเฉพาะส่วนที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์นั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ข้อมูลที่ต้องทำการค้นคืนก่อนวิเคราะห์ คือ

- ข้อมูลถนน โปรแกรมจะไม่วิเคราะห์เส้นถนนที่เลือก (select) ไว้ ดังนั้น การเลือกถนนเส้นที่ไม่จำเป็นไว้ก่อนทำการวิเคราะห์จะทำให้โปรแกรมทำงานได้เร็วขึ้น

- ข้อมูลจุดเก็บขนมูลฝอย โปรแกรมจะประมวลผลเฉพาะจุดเก็บขนมูลฝอยที่เลือกไว้ ซึ่งหากทำการ Load stops โปรแกรม Network Analyst จะนำเอาข้อมูลเฉพาะจุดที่เลือกไว้มาใช้ในการวิเคราะห์เท่านั้น ดังนั้น ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลควรค้นคืนจุดเก็บขนมูลฝอยเฉพาะในพื้นที่รับผิดชอบที่ต้องการวิเคราะห์เท่านั้น

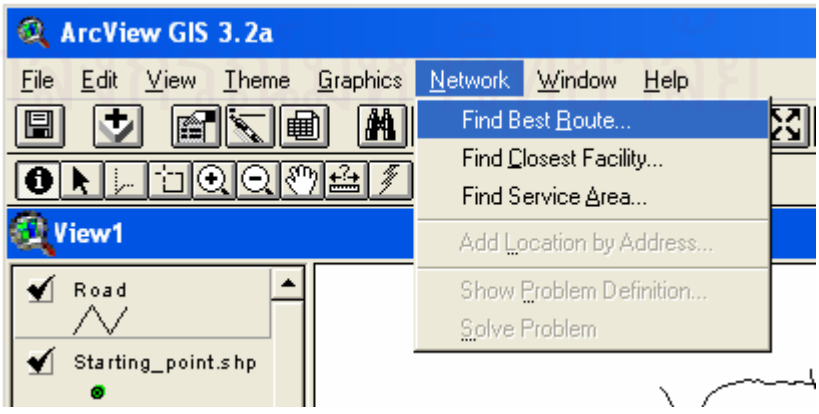
4) วิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุด

- เรียกใช้โปรแกรมย่อย Network Analyst โดยเปิดโปรแกรม ArcView ขึ้นมาและเพิ่มโปรแกรมย่อยจากเมนู File\Extensions…\Network Analyst โปรแกรมย่อยนี้จะปรากฏเพิ่มขึ้นมาแถบบนเมนูให้สามารถเรียกใช้งานได้ ดังภาพที่ 3.5



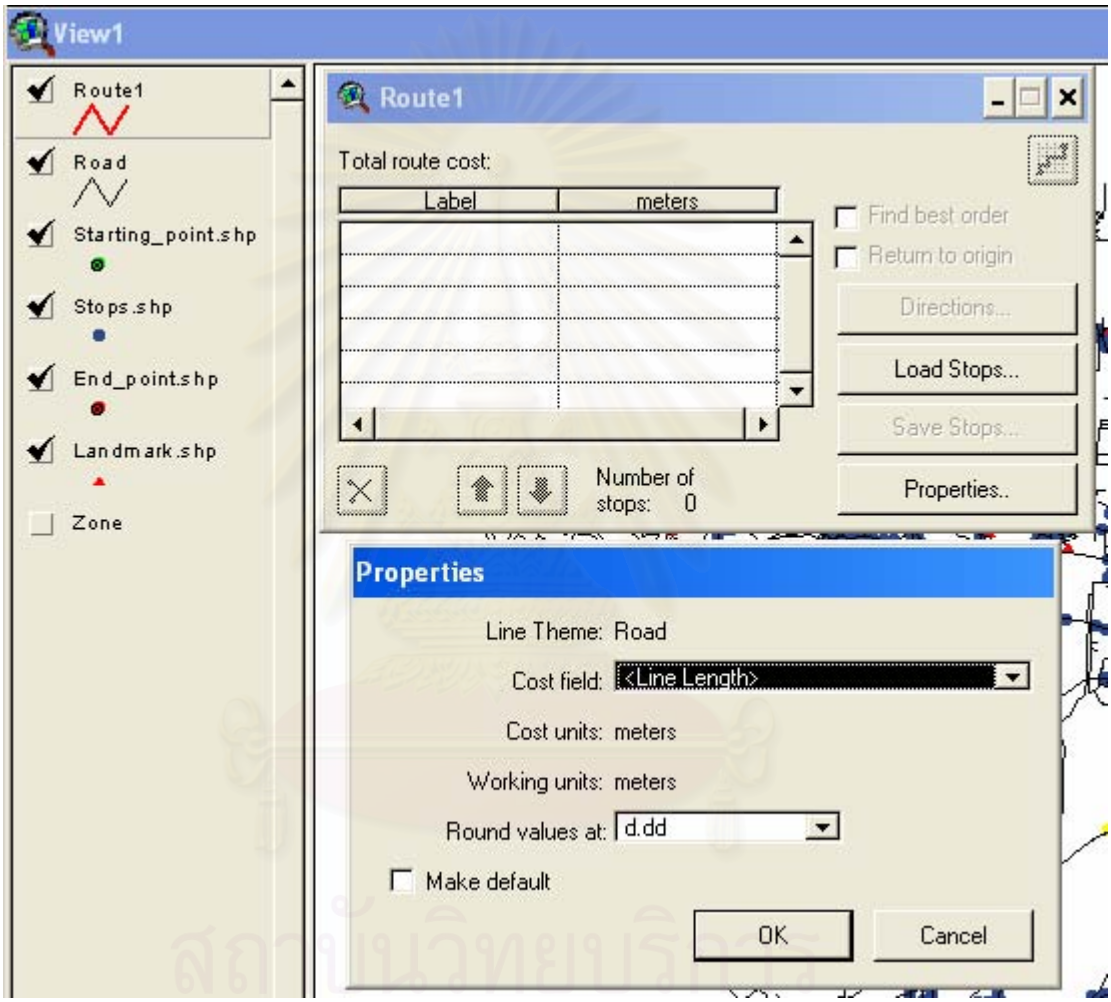

***ภาพที่ 3.5*** *การเพิ่มโปรแกรมย่อย Network Analyst เข้าสู่โปรแกรม ArcView*

- เริ่มการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกชั้นข้อมูลถนนใน Table of Contents ให้ Active และเรียกใช้ฟังก์ชัน Find Best Route จากเมนู Network ดังภาพที่ 3.6 จากนั้น dialog box ของ Problem Definition จะปรากฏขึ้นมาเพื่อให้เพิ่มรายละเอียดของเงื่อนไขในการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ จะปรากฏ theme ใหม่ ชื่อ “Route1”เพิ่มขึ้นมาใน Table of contents โดยอัตโนมัติ ซึ่ง theme นี้จะเก็บข้อมูลของเส้นทางที่ดีที่สุดจากการคำนวณโดยโปรแกรม




***ภาพที่ 3.6*** *การเรียกใช้คำสั่งเพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในโปรแกรมย่อย Network Analyst*

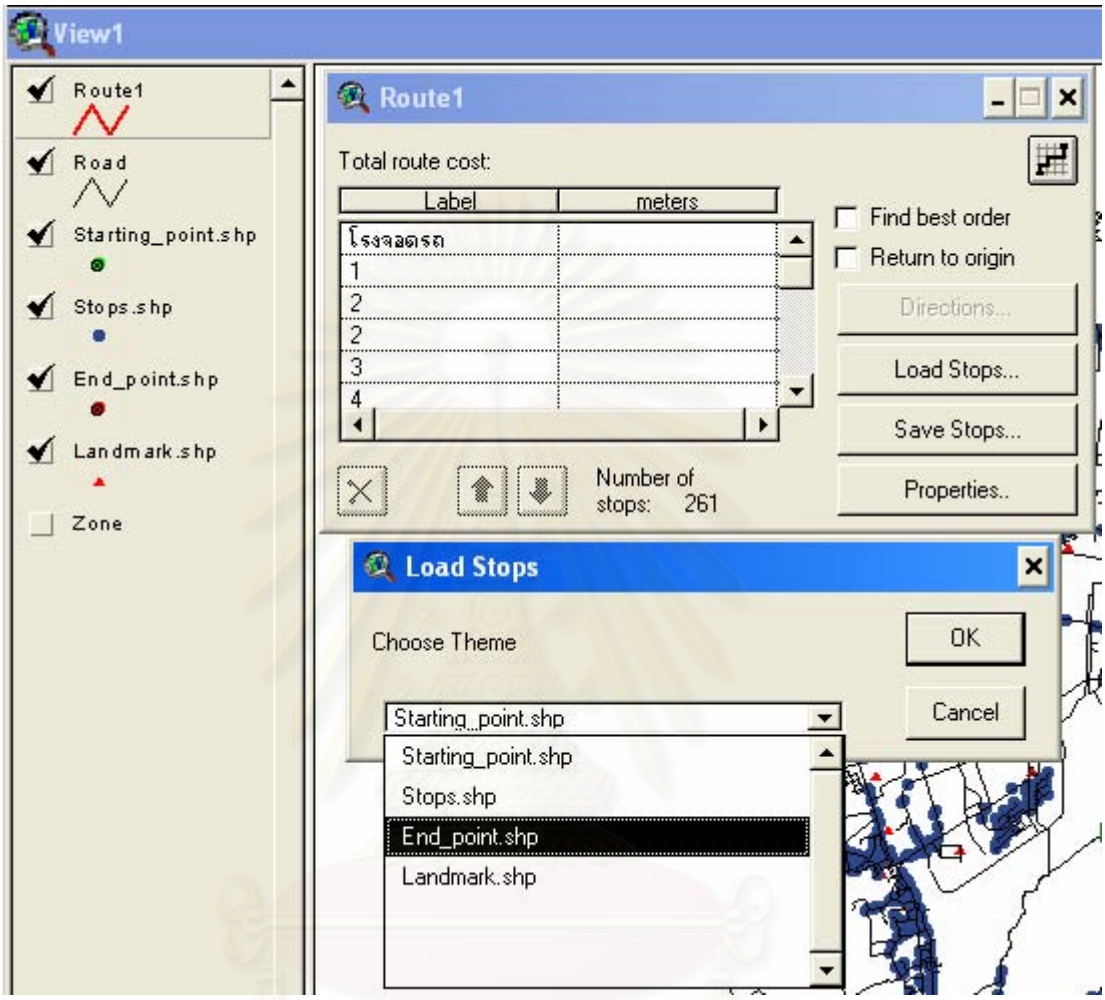
- กำหนดปัจจัยในการหาระยะทางสั้นที่สุด ด้วยปุ่ม Properties ใน dialog box ของ Route1 เพื่อกำหนดสดมภ์ที่เป็นปัจจัยในการเดินทาง (Cost field) ซึ่งสดมภ์ที่เป็นค่าตั้งต้น (Default) ของโปรแกรม คือ ระยะทาง (Line Length) พร้อมทั้งสามารถกำหนดจำนวนเลขทศนิยมที่ต้องการให้โปรแกรมแสดงผลได้ในกล่อง Round values ดังภาพที่ 3.7 ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงข้ามขั้นตอนนี้ไปได้ เนื่องจากเลือกใช้ปัจจัยที่เป็นค่าตั้งต้นของโปรแกรม




***ภาพที่ 3.7*** *การกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด*

- กำหนดจุดเริ่มต้นของการเดินทาง จุดหยุดรถตามเส้นทาง และจุดสิ้นสุดของการเดินทาง ด้วยปุ่ม Load Stops เพื่อเรียกข้อมูลจุด (Point theme) มาใช้ในการวิเคราะห์ และเลือกแฟ้มข้อมูลจุดที่ใช้เป็น stops ในการเดินทางจาก down list หลังจากนั้น stops list จะถูกเพิ่มเข้ามาใน dialog box ของ Route1 ดังภาพที่ 3.8 และโปรแกรมจะนำเอาข้อมูลในสดมภ์ ชื่อ “label” ของแฟ้มข้อมูลตามลักษณะมาแสดงเป็นชื่อของ stops รวมทั้งแสดงในรายงาน

การเดินทางด้วย ซึ่งสามารถเปลี่ยนชื่อของ stops ในรายการ (List) ได้โดย Double Clicks และพิมพ์ชื่อใหม่ลงไปแทนที่

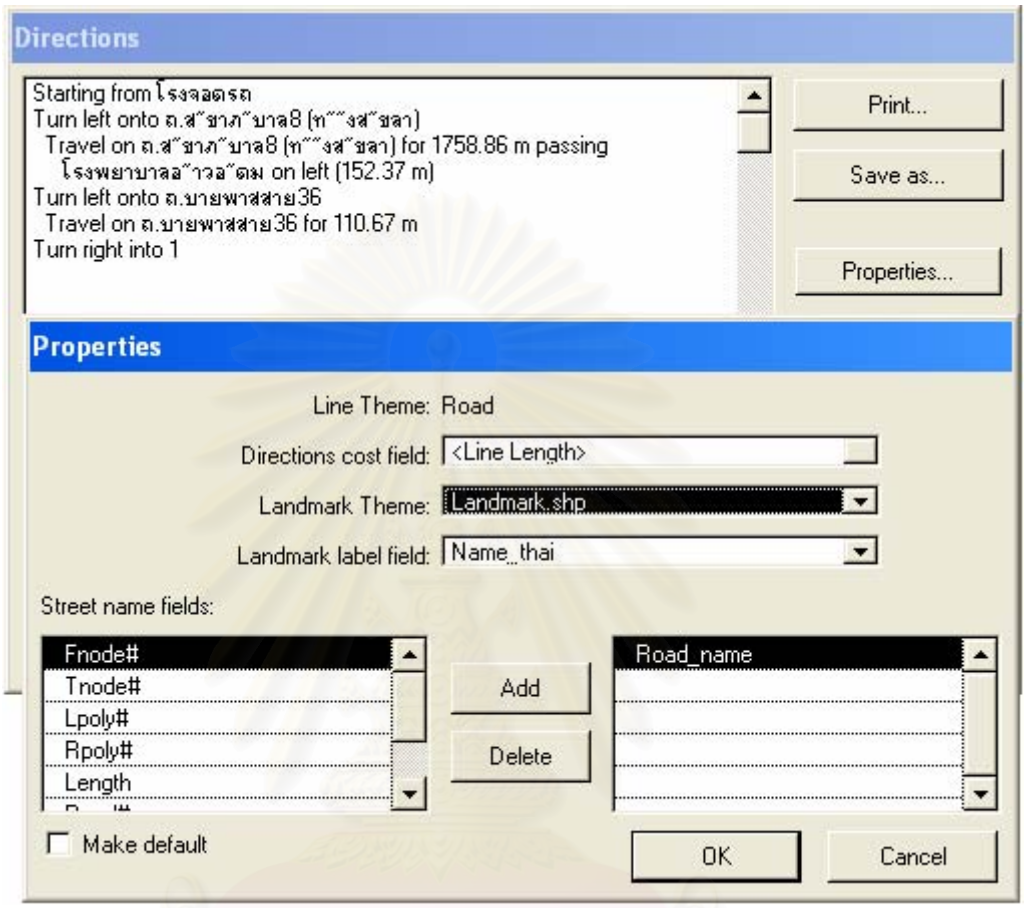



***ภาพที่ 3.8*** *การกำหนดข้อมูลจุด (Point Theme) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล*

- วิเคราะห์ข้อมูลด้วยปุ่ม solve เพื่อให้โปรแกรมประมวลหาเส้นทางที่เหมาะสมจากปัจจัย (Cost field) ที่กำหนดไว้ ซึ่งหลังจากโปรแกรมคำนวณแล้วจะแสดงเส้นทางที่เป็นผลลัพธ์ ชื่อ “Route1”บน View โดยอัตโนมัติ และข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ประกอบไปด้วย ข้อมูลกราฟิก ข้อมูลตามลักษณะ และข้อความที่บอกทิศทางการเดินทาง ซึ่งหลังจากวิเคราะห์ข้อมูลแล้วปุ่ม Direction จะ Active ให้เรียกใช้ได้

- แสดงรายงานการเดินทาง ที่บอกเส้นทางการเดินทางและระยะทางที่ใช้เดินทางได้ด้วยปุ่ม Directions ซึ่ง dialog box ของ Directions จะปรากฏขึ้นมาเพื่อแสดงเส้นทางการเดินทางและระยะทางรวม จากนั้นเพิ่มข้อมูลสถานที่สำคัญที่เป็นจุดสังเกตในการเดินทางโดยเลือกปุ่ม Properties ใน Direction Dialog จากนั้นเลือกแฟ้มข้อมูลที่เป็นจุดสังเกตในการเดินทาง

และกำหนดชื่อสดมภ์ที่นำมาใช้ในการแสดงข้อมูล (ภาพที่ 3.9) ทำการจัดเก็บข้อมูลเส้นทางการเดินทางได้โดยกดปุ่ม Save as ซึ่งโปรแกรมจะจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลตัวอักษรมีสกุล .txt




***ภาพที่ 3.9*** *การแสดงรายงานการเดินทางที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมด้วยโปรแกรมย่อย Network Analyst*

### 3.4.2 **ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่** (Stationary Container System)

ลักษณะการเก็บมูลฝอยในระบบถังคงที่นั้น รถเก็บขนขยะมูลฝอยจะวิ่งรถเปล่าออกจากโรงจอดรถมาตระเวนเก็บถังขยะมูลฝอยที่ตั้งไว้ริมถนนภายในพื้นที่รับผิดชอบ แล้วนำไปทิ้งยังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย

การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ จำเป็นต้องประเมินปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละเส้นทางภายในพื้นที่ศึกษาก่อน เพื่อนำผลที่ได้ไปทำการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบให้รถแต่ละคัน จากนั้นจึงวิเคราะห์เพื่อกำหนดเส้นทางที่เหมาะสม พร้อมทั้งจัดลำดับจุดเก็บขนขยะมูลฝอยภายในพื้นที่รับผิดชอบที่แบ่งเป็นเขตย่อยไว้ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

3.4.2.1 การประเมินปริมาณขยะมูลฝอย

การกำหนดพื้นที่รับผิดชอบให้รถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่นั้น ใช้ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันเป็นเกณฑ์ ดังนั้น การประเมินปริมาณขยะมูลฝอยจึงจำเป็นต้องทำก่อนการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ เพื่อให้ได้ค่าของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ จากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์ร่วมกับความสามารถในการบรรทุกของรถ

3.4.2.1.1 อัตราการผลิตมูลฝอย

$$\textbf{อัตราการผลิตมูลฝอยของประชากร (กก./คน/วัน)} = \frac{\textit{ปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้ (กก./วัน)}}{\textit{จำนวนประชากรที่ได้รับบริการ (คน)}}$$

ค่ามาตรฐานอัตราการผลิตมูลฝอยของประชากรในประเทศไทยของกรมควบคุมมลพิษ มีค่าเท่ากับ 1 กิโลกรัม/คน/วัน (อิมราน หะยีบากา, อีเมล, 10 มกราคม 2547)

3.4.2.1.2 ปริมาณขยะมูลฝอย

การวิเคราะห์ปริมาณขยะมูลฝอยใช้การวิเคราะห์แบบตาราง (Tabular Analysis) ด้วยคำสั่ง Calculate ในโปรแกรม ArcView เพื่อคำนวณหาค่าของข้อมูลตามลักษณะใหม่ที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ต่อไป โดยนำค่าอัตราการผลิตมูลฝอยมาคำนวณหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละชุมชน จากสูตร

$$\textbf{ปริมาณขยะมูลฝอยของชุมชน (กก./ชุมชน/วัน)} = \textit{จำนวนประชากรทั้งหมดในชุมชน (คน)} \times \textit{อัตราการผลิตมูลฝอย (กก./คน/วัน)}$$

หลังจากนั้นสร้างสดมภ์เพิ่มชื่อ “GARBAGE” ในแฟ้มข้อมูลถนน ROAD.ATT เพื่อจัดเก็บค่าของปริมาณขยะ และคำนวณหาค่าปริมาณขยะที่เกิดขึ้นบนถนนแต่ละเส้น ด้วยคำสั่ง Calculate เพื่อนำค่าข้อมูลตามลักษณะใหม่ไปใช้ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบด้วยโปรแกรม ALLOCATE จากสูตร

$$\textbf{ปริมาณขยะบนถนน (กก./วัน)} = \textit{ปริมาณขยะเฉลี่ยในถังขยะแต่ละชุมชน (กก./ถัง/วัน)} \times \textit{จำนวนถังขยะทั้งหมดที่ตั้งอยู่บนถนน (ถัง)}$$

$$\textbf{เมื่อ } \textit{ปริมาณขยะเฉลี่ยของถังขยะแต่ละชุมชน (กก./ถัง/วัน)} = \frac{\textit{ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในชุมชน (กก./วัน)}}{\textit{จำนวนถังขยะทั้งหมดในชุมชน (ถัง)}}$$

3.4.2.2 การกำหนดพื้นที่รับผิดชอบ

แบ่งพื้นที่รับผิดชอบโดยคำนึงถึงความสมดุลของปริมาณขยะกับขนาดความจุของรถแต่ละคัน รวมทั้งความต่อเนื่องกันของพื้นที่รับผิดชอบ โดยใช้คำสั่ง ALLOCATE ในมอดูล ARCPLOT ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยของ Arc/Info ที่สามารถสร้างแบบจำลองของการกระจายของทรัพยากรจากศูนย์กลาง (Center) โดยที่จำนวนทรัพยากรจะถูกกระจายไปตามโครงข่ายโดยรอบจนกว่าจะถึงค่าความจุทรัพยากรที่กำหนดไว้ในศูนย์กลาง โปรแกรมจึงหยุดการทำงาน ผู้ใช้สามารถกำหนดทิศทางของการกระจายทรัพยากรให้เข้ามาสู่จุดศูนย์กลางหรือออกจากศูนย์กลางก็ได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ความสามารถในการบรรทุกของรถแต่ละคันเป็นค่าความจุทรัพยากรในศูนย์กลาง ดังนั้น ในการวิเคราะห์เพื่อแบ่งพื้นที่รับผิดชอบจึงกำหนดให้ทรัพยากรกระจายออกจากศูนย์กลางจนกว่าจะถึงค่าความสามารถในการบรรทุกหรือทรัพยากรกระจายจนทั่วหมดทั้งโครงข่ายแล้ว โปรแกรมจึงหยุดการกระจาย ดังมีขั้นตอนการวิเคราะห์ต่อไปนี้

1) เข้าสู่โปรแกรม Arc/Info โดยให้ System Prompt อยู่ที่ ARC: จากนั้นจึงใช้คำสั่ง ARCPLOT

2) เมื่อเข้าสู่มอดูล ARCPLOT แล้ว System Prompt จะอยู่ที่ ARCPLOT: และพิมพ์คำสั่ง NETCOVER เพื่อกำหนดข้อมูลที่จะนำมาใช้ใน NETWORK ตามโครงสร้างคำสั่งดังนี้

ARCPLOT: NETCOVER <COVER> <ROUTE_SYSTEM> {APPEND I INIT}

ARCPLOT: NETCOVER ROAD ALLO_ZONE

โปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลของ NETWORK COVERAGE ชื่อ ROAD และสร้าง ROUTE_SYSTEM ใหม่ชื่อ ALLO_ZONE

3) เรียกหน้าจอเพื่อใช้แสดงภาพกราฟิก โดยใช้คำสั่ง DISPLAY 9999

4) กำหนดแฟ้มข้อมูลศูนย์กลางที่ใช้ในการวิเคราะห์ ด้วยคำสั่ง CENTERS ตามโครงสร้างคำสั่ง ดังนี้

ARCPLOT: CENTERS <info_file> {route_id_item}
{maximum_impedance_item} {supply_item}
{maximum_impedance_allocated_item}
{total_demand_allocated_item}

ARCPLOT: CENTERS ZONE.CEN ROUTE_ID # SUPPLY DIST TOTAL_CAP

แฟ้มข้อมูลศูนย์กลางที่ใช้ในการวิเคราะห์นี้ ชื่อ ZONE.CEN ซึ่งมีสดมภ์ที่เก็บค่ารหัสของเส้นทาง ชื่อ ROUTE_ID และการวิเคราะห์นี้ไม่ได้จำกัดค่าอุปสรรคของการเดินทาง ดังนั้น จึงใช้สัญลักษณ์ # เพื่อแสดงการไม่ระบุสดมภ์ค่าอุปสรรค ดังนั้น โปรแกรมจึงนำค่าตั้งต้น (Default) ของโปรแกรม นั่นคือ ค่าความยาวเส้น (LENGTH) มาใช้เป็นค่าอุปสรรคในการเดินทาง โดยเส้นที่ยาวกว่าจะมีค่าความต้านทานมากกว่าเส้นที่สั้นกว่า รวมทั้งกำหนดค่าอุปทานของศูนย์กลาง คือ สดมภ์ชื่อ SUPPLY เพื่อจัดเก็บค่าความสามารถในการบรรทุกของรถแต่ละคัน และสดมภ์ชื่อ DIST จัดเก็บค่าอุปสรรคสะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ ค่าในสดมภ์นี้จึงเป็นค่าของระยะทางทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละเส้นทาง กล่าวคือ โปรแกรมจะนำเอาค่าความยาวเส้น (LENGTH) มาแสดงเป็นค่าอุปสรรคสะสมหากไม่มีการจำกัดค่าอุปสรรคของการเดินทาง และสดมภ์ที่จัดเก็บค่าผลรวมของอุปสงค์ของศูนย์กลาง ชื่อ TOTAL_CAP จัดเก็บค่าปริมาณขยะทั้งหมดที่อยู่ในแต่ละเส้นทาง

5) กำหนดสดมภ์ที่จัดเก็บค่าอุปสงค์ของเส้นในแฟ้มข้อมูล ROAD.AAT ใช้คำสั่ง DEMAND ตามโครงสร้างคำสั่ง ดังนี้

ARCPLOT: DEMAND {arc_demand_item} {node_demand_item}

ARCPLOT: DEMAND GARBAGE

ค่าอุปสงค์ที่ใช้ คือ ค่าอุปสงค์ของเส้น ในสดมภ์ชื่อ GARBAGE เพียงสดมภ์เดียว ไม่ได้นำเอาค่าอุปสงค์ของจุดต่อมาใช้ในการวิเคราะห์

6) แบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ด้วยคำสั่ง ALLOCATE ตามโครงสร้างคำสั่ง ดังนี้

ARCPLOT: ALLOCATE {CENTERS} {OUT I IN} {CONNECTED I
UNCONSTRAINED} {ARC I {NODE I BOTH {<node_allocfile>
{NONZERO I ALL}}}}

ARCPLOT: ALLOCATE CENTERS OUT CONNECTED

การแบ่งพื้นที่รับผิดชอบนี้ใช้แฟ้มข้อมูลศูนย์กลางตามที่ได้กำหนดไว้ในคำสั่ง CENTERS โดยให้มีทิศทางการกระจายทรัพยากรออกจากทุกๆ ศูนย์กลาง และกำหนดไม่ให้เดินทางกระจายทรัพยากรผ่านศูนย์กลางอื่น นั่นคือ ไม่สามารถเดินทางผ่านศูนย์อื่นได้

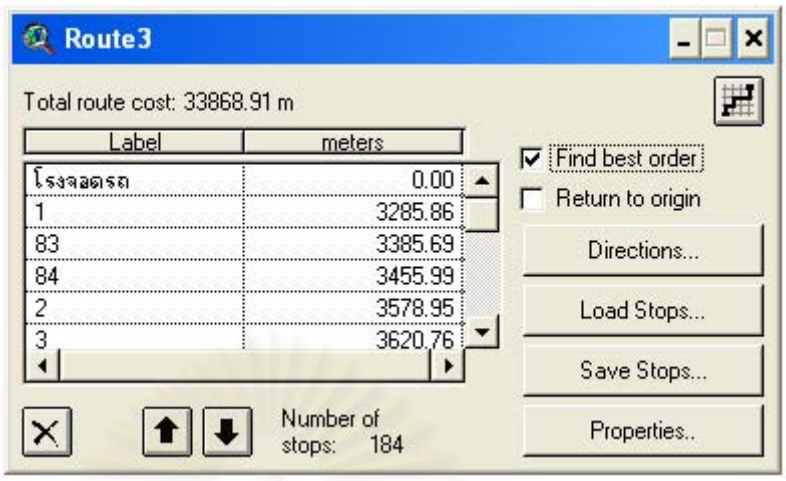
7) แสดงผลเส้นทางที่ได้จากการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบบนหน้าจอ ด้วยคำสั่ง ROUTELINE ตามโครงสร้างคำสั่ง ดังนี้

ARCPLOT: ROUTELINE <COVER> <ROUTE_SYSTEM> {item I symbol}
{lookup_table} {item I offset} {lookup_table}

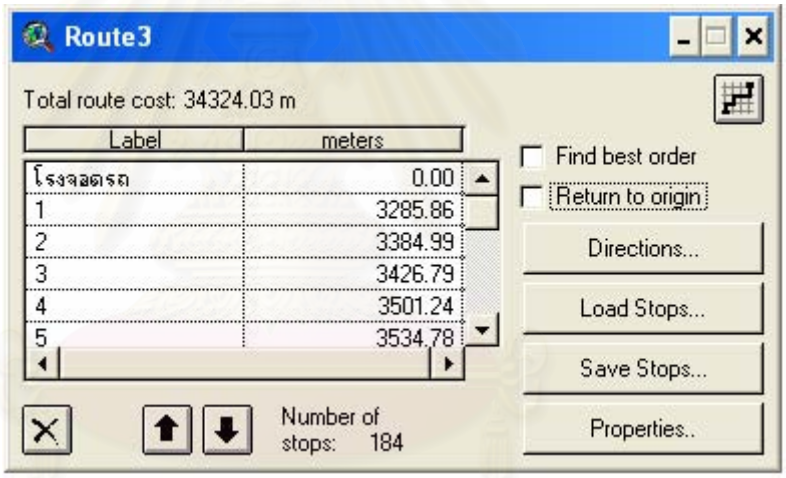
: ROUTELINE ROAD ALLO ZONE 13

3.4.2.3 การกำหนดเส้นทางเดินรถ

การวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดของระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ในโปรแกรม ArcView Network Analyst ได้แยกการวิเคราะห์ออกเป็นเขตย่อยตามพื้นที่รับผิดชอบที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งการวิเคราะห์ในแต่ละพื้นที่รับผิดชอบนั้นใช้วิธีการเดียวกัน มีลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการกำหนดเส้นทางในระบบถังเคลื่อนที่ตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.4.1.2 แต่แตกต่างกันที่การเก็บขนขยะในระบบถังคงที่นั้นมีจุดเก็บขนขยะมูลฝอยเป็นจำนวนมากตั้งเรียงรายอยู่ริมถนน ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งแรกจึงกำหนดให้โปรแกรมจัดลำดับจุดเก็บขนขยะมูลฝอยให้ เพื่อดูแนวโน้มของทิศทางการเดินทางก่อน โดยเลือกใช้คำสั่ง Find best order ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้ มีลักษณะการหยุดรถแบบสลับซ้ายและขวาสองฝั่งถนน ซึ่งลำดับของจุดหยุดรถจะไม่เป็นไปตามที่แสดงในรายการ (List) (ภาพที่ 3.10) เนื่องจากโปรแกรมจะประมวลผลเพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมโดยใช้ระยะทางที่น้อยที่สุด ซึ่งไม่คำนึงถึงสภาพการจราจร ทั้งนี้ หากเป็นตรอกหรือซอยจะสามารถนำผลลัพธ์มาใช้ได้โดยไม่ต้องจัดลำดับจุดเก็บขนมูลฝอยใหม่ แต่ในกรณีที่เป็นถนนสายหลัก มีการจราจรคับคั่ง หรือมีเกาะกลางถนน พนักงานจะไม่สามารถเก็บขนขยะสลับกันสองฝั่งถนนได้ ดังนั้น จึงนำเส้นทางที่เป็นผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ในครั้งแรกมาปรับ โดยกำหนดลำดับจุดเก็บขนมูลฝอยใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการจราจร โดยเฉพาะบริเวณถนนสายหลัก ซึ่งจัดให้รถเก็บขนมูลฝอยทีละฝั่งถนน รวมทั้งจัดรถให้เก็บขยะบนถนนฝั่งซ้ายก่อนและจัดให้รถเลี้ยวซ้ายให้มากที่สุด ตามกฎจราจรที่กำหนดให้รถขับชิดถนนฝั่งซ้าย หลังจากนั้นนำค่าเลขลำดับของจุดเก็บขนมูลฝอยใหม่ที่ได้ป้อนลงในสดมภ์ชื่อ “Label” ในตารางข้อมูลตามลักษณะของจุดเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ ต่อมาจึงวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำอีกครั้ง โดยไม่ใช้คำสั่ง Find best order และจัดลำดับจุดเก็บขนขยะในรายการ (List) ให้มีค่าเรียงกันจากน้อยไปหามาก (ภาพที่ 3.11) ทั้งนี้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลกำหนดให้เดินรถเก็บขนขยะจนครบทุกจุดภายในพื้นที่รับผิดชอบเพียงหนึ่งเที่ยวต่อวัน แต่ความเป็นจริงแล้วในกรณีที่มีปริมาณมูลฝอยมากกว่าความสามารถในการบรรทุกของรถ ให้ยึดเอาจุดถัดไปนับจากจุดสุดท้ายที่รถสามารถเก็บขนขยะได้ในเที่ยวแรกเป็นจุดแรกของการเก็บขนขยะในเที่ยวที่สอง




***ภาพที่ 3.10*** *การวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุด โดยใช้คำสั่ง Find best order เพื่อให้โปรแกรมจัดลำดับจุดเก็บขนขยะมูลฝอยให้*




***ภาพที่ 3.11*** *การวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุดหลังจากกำหนดจุดเก็บขนขยะมูลฝอยใหม่ โดยไม่ใช้คำสั่ง Find best order และจัดลำดับจุดเก็บขนขยะในรายการ (List) ให้มีค่าเรียงกันจากน้อยไปหามาก*

### 3.4.3 การยอมรับผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาระยะทางที่สั้นที่สุดนั้น อาจมีเส้นทางที่เป็นไปได้หลากหลายเส้นทาง ยังผลให้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภายในพื้นที่รับผิดชอบเดียวกัน โดยทำการวิเคราะห์ซ้ำประมาณ 3 ครั้ง แล้วนำผลการวิเคราะห์ที่มีค่าระยะการเดินทางที่น้อยที่สุด ซึ่งหมายถึง เส้นทางที่สั้นที่สุดมาเป็นผลลัพธ์ในการวิเคราะห์

### 3.5 การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในลักษณะของแผนที่ ตารางที่แสดงรายละเอียดของแผนที่นั้น ๆ และข้อมูลตามลักษณะ

3.5.1 การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะแผนที่

จัดทำแผนที่เพื่อแสดงพื้นที่รับผิดชอบ จุดเก็บขนขยะมูลฝอย และเส้นทางในการเดินทางของรถแต่ละคันด้วยโปรแกรม ArcView

3.5.2 การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะของตาราง

การเชื่อมต่อตารางฐานข้อมูล (Joining Table) เป็นการนำเอาตารางข้อมูลตามลักษณะของตารางตั้งแต่สองตารางขึ้นไปมาเชื่อมต่อกันเพื่อให้ได้ตารางใหม่ขึ้นมา โดยใช้กุญแจหลักและกุญแจนอกที่เหมือนกันและมีคุณสมบัติเดียวกันเป็นตัวเชื่อมโยงตารางทั้งสองเข้าด้วยกัน โดยมีขั้นตอนการเชื่อมต่อตาราง ดังนี้

1) เปิดตารางฐานข้อมูลที่ต้องการเชื่อมต่อกัน
2) เลือกสดมภ์ของตารางที่ต้องการนำมาเชื่อม ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกับตารางหลักและมีกุญแจนอก
3) เลือกสดมภ์ของตารางหลักที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน และมีกุญแจหลัก
4) กดเครื่องหมาย (Join) หรือ เรียกใช้คำสั่ง join จากแถบคำสั่งของ Table ทั้งนี้ ตารางหลักจะต้อง Active

หลังจากเชื่อมต่อตารางแล้วสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการแสดงผลในการคำนวณหรือการค้นคืนข้อมูลได้ และถ้าต้องการแยกตารางออกจากกัน สามารถทำได้โดยการเลือกแถบคำสั่งของ Table แล้วเลือก Remove All Joins ก็จะได้ฐานข้อมูลของตารางเดิม

การเชื่อมต่อตาราง โดยใช้คำสั่ง Join เป็นการเชื่อมต่อแบบ one-to-one หรือ many-to-one แต่การ Link เป็นการเชื่อมต่อแบบ one-to-many ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานเหมือนกับข้างต้น

3.5.3 การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลักษณะ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะนี้จะแทรกอยู่กับตารางและแผนที่ต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนช่วยให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองชัดเจนยิ่งขึ้น

## 3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการนำเข้า ประมวลผลข้อมูล รวมทั้งจัดทำรูปเล่มงานวิจัย มีคุณสมบัติดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Mobile AMD Athlon (tm) XP2400+ 796 MHz
- หน่วยความจำแรม (RAM) 256 MB
- หน่วยจัดเก็บข้อมูล ขนาดความจุ 30GB
- หน่วยขับแผ่นบันทึก (Floppy disk drive) ขนาด 3.5 นิ้ว ขนาดความจุ 1.44 MB
- จอภาพแสดงข้อมูล ขนาด 14 นิ้ว ความละเอียด 1024 768 จุดภาพ
- หน่วยขับจาน (CD,DVD) ความเร็ว 24 X

3.6.2 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) ชนิดมือถือ รุ่น GARMIN เพื่อใช้ในการหาค่าพิกัดของจุดออกรถ จุดเก็บขนขยะมูลฝอย และสถานกำจัดขยะ

3.6.3 โปรแกรมเฉพาะด้านสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

- โปรแกรม ArcView 3.2a เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแฟ้มข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งภาชนะรองรับขยะมูลฝอย สถานที่จอดรถ และศูนย์กำจัดขยะ รวมทั้งใช้ในการจัดทำแผนที่เพื่อแสดงผลลัพธ์
- โปรแกรม ArcView Network Analyst 1.0 b เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์หาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่สุด
- โปรแกรม Arc/Info 8.2.0 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแฟ้มข้อมูล (coverage) ถนน และวิเคราะห์แบ่งพื้นที่รับผิดชอบให้รถแต่ละคัน

3.6.4 โปรแกรมระบบ คือ

- Microsoft Windows XP Professional

3.6.5 เครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึก (Ink jet printer) และ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ (Laser printer)

3.6.6 เครื่องกราดภาพ (Scanner)

3.6.7 กล้องถ่ายภาพ

3.6.8 อุปกรณ์สำนักงานและเครื่องเขียน

# บทที่ 4
# การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาระบบการเก็บขนขยะของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานด้านการเก็บขนขยะมูลฝอยและนำเอาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อจัดทำฐานข้อมูลและวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยภายในพื้นที่รับผิดชอบที่กำหนดไว้ ซึ่งฐานข้อมูลที่ได้มีส่วนช่วยเพิ่มความสะดวกในการค้นคืนและแก้ไขข้อมูล อีกทั้งยังลดการทำงานที่ซ้ำซ้อน และตรวจสอบการปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถกำหนดเส้นทางที่สั้นที่สุดให้กับรถแต่ละคันได้ โดยใช้ฐานข้อมูลด้านการเก็บรวบรวมมูลฝอยที่จัดทำขึ้นมาและการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ ArcView Network Analyst ซึ่งมีปัจจัยต่างๆ ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ คือ ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา และระยะทางที่ใช้ในการเดินทางรวมตลอดทั้งเส้นทาง จากโรงจอดรถจนถึงศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย ขณะเดียวกันยังมีปัจจัยควบคุมที่ใช้คือ ความถี่ของการปฏิบัติงาน ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดเส้นทางเดินรถเพียงเที่ยวเดียว ซึ่งครอบคลุมจุดเก็บขนขยะทั้งหมดภายในพื้นที่รับผิดชอบของรถแต่ละคัน รวมทั้งปัจจัยทางด้านเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งจากข้อมูลการสัมภาษณ์พนักงานขับรถ พบว่า มักใช้เวลาในการทำงานในช่วงเวลาปกติที่ไม่ใช่ชั่วโมงเร่งด่วน นอกจากนี้ ยังไม่สามารถควบคุมเวลาที่ใช้ในการเลี้ยวรถ หรือกลับรถ และเวลาในการรอพนักงานนำขยะเทใส่รถ จึงตัดตัวแปรด้านเวลานี้ออกจากการศึกษา

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ เน้นเฉพาะการเก็บขยะมูลฝอยในพื้นที่ที่เทศบาลเป็นผู้ดำเนินการจัดเก็บขยะมูลฝอยเองเท่านั้น ไม่รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่จัดเก็บโดยบริษัทเอกชน เนื่องจากมีระบบการขนส่งขยะที่แตกต่างกัน ซึ่งบริษัทเอกชนจะนำขยะที่เก็บรวบรวมได้ไปผ่านขบวนการคัดแยก ณ ที่ทำการบริษัทก่อน จากนั้นจึงนำขยะที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ไปทิ้งยังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาล ด้วยเหตุนี้จึงไม่นำข้อมูลส่วนนี้มาวิเคราะห์ร่วมด้วย

## 4.1 ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง

### 4.1.1 พื้นที่ให้บริการ

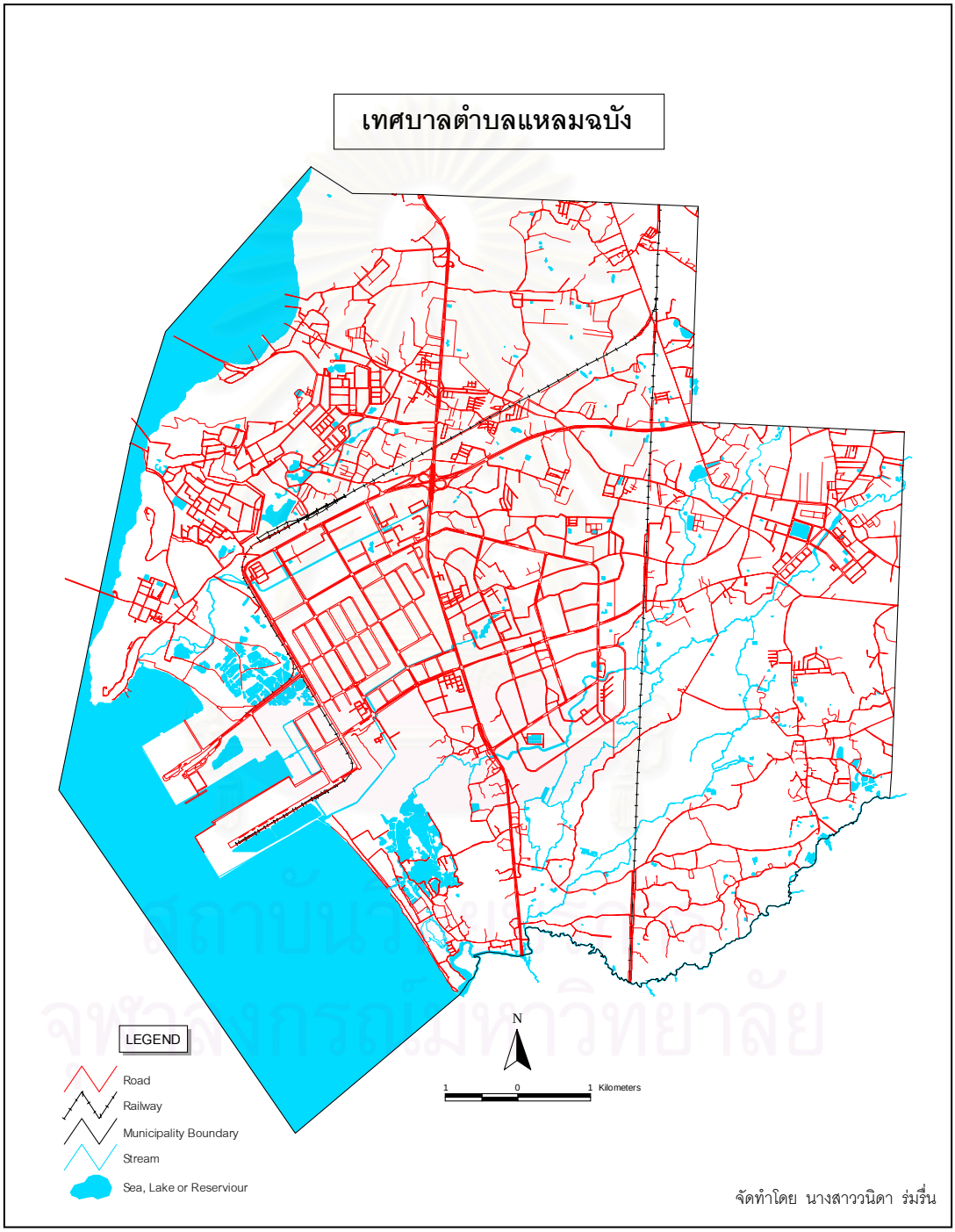
เทศบาลตำบลแหลมฉบัง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอศรีราชา และอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 109.65 ตารางกิโลเมตร หรือ 68,531.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.5 ของพื้นที่

จังหวัดชลบุรี เขตอำเภอศรีราชามี 4 ตำบล 19 หมู่บ้าน และเขตอำเภอบางละมุงมี 1 ตำบล 5 หมู่บ้าน รวม 5 ตำบล 24 หมู่บ้าน สถิติทะเบียนราษฎร์ท้องถิ่นมีจำนวนประชากร 40,990 คน (มกราคม,2544) จำนวนประชากรแฝงมีประมาณ 40,000-50,000 คน และมีครัวเรือนจำนวน 8,517 ครัวเรือน จำนวนบ้าน 29,854 หลังคาเรือน ความหนาแน่นประชากรเฉลี่ย 379.63 คนต่อตารางกิโลเมตร

พื้นที่เทศบาลตำบลแหลมฉบังมีกิจกรรมหลัก 3 ประเภท คือ ท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง พื้นที่ประมาณ 10.144 ตารางกิโลเมตร อยู่ทางด้านตะวันตกของเทศบาล ถัดเข้ามาเป็นนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง มีพื้นที่ดำเนินการ 5.689 ตารางกิโลเมตร และชุมชนเมืองใหม่แหลมฉบัง มีพื้นที่ประมาณ 9.600 ตารางกิโลเมตร แต่เดิมการใช้ที่ดินภายในเขตเทศบาลเป็นการใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ทำการประมงและเกษตรกรรม ต่อมามีการใช้ที่ดินบริเวณชายฝั่งทะเลของเทศบาลเป็นการใช้ที่ดินเพื่อประโยชน์ด้านการท่าเรือพาณิชย์ ถัดจากบริเวณชายฝั่งทะเลเข้ามาบริเวณตอนกลางของเทศบาลจะเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรมและเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบสาธารณูปโภค จึงเป็นที่ตั้งของการนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง ทางหลวงหมายเลข 3 (ถนนสุขุมวิท) อาคารสถานที่ราชการ เช่น ชุมสายโทรศัพท์แหลมฉบัง สถานีดับเพลิงสุขาภิบาลอ่าวอุดม สถานีอนุรักษ์ลุ่มน้ำภาคตะวันออก ที่ทำการประปาส่วนภูมิภาคแหลมฉบัง ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข สถานีตำรวจภูธรตำบลแหลมฉบัง อาคารเคหะชุมชนเมืองใหม่แหลมฉบัง ธนาคารพาณิชย์ต่าง ๆ ตลอดจนศูนย์การค้าและอาคารพาณิชย์ของเอกชน ฯลฯ ถัดจากพื้นที่ตอนกลางของทางเทศบาลไปทางทิศตะวันออก มีการใช้ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ คือ ชุมชนบริเวณสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์พิบูลย์ ประมาณ 2.080 ตารางกิโลเมตร นอกจากนี้ ยังมีการใช้ที่ดินเพื่อการศึกษาขนาดใหญ่ เช่น สถานีวิจัยศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขนาดทั่วไป เช่น โรงเรียน และสถานศึกษาต่างๆ ส่วนพื้นที่อื่นๆ ยังมีการใช้ประโยชน์ที่ดินน้อย ซึ่งใช้เป็นที่พักอาศัย ทำการเกษตรกรรม และที่โล่งว่างเปล่า สามารถจำแนกแหล่งรับบริการเก็บขนขยะมูลฝอยเทศบาลตำบลแหลมฉบังได้เป็น 8 ประเภท (ตารางที่ 4.1) คิดเป็นร้อยละ 75.557 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่นที่ไม่ได้รับบริการ เช่น พื้นที่เขตทหาร ร้อยละ 5.236 และพื้นน้ำ ร้อยละ 19.200

แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยประเภทสถานประกอบการและกิจกรรมขนาดใหญ่ภายในเขตเทศบาล ประกอบด้วย สถาบันการศึกษา 17 แห่ง ตลาดสด 5 แห่ง โรงพยาบาล 2 แห่ง โรงแรม 3 แห่ง คอนโดมิเนียม 4 แห่ง ห้างสรรพสินค้า 1 แห่ง โรงฆ่าสัตว์ 1 แห่ง โรงงานอุตสาหกรรม 180 แห่ง ท่าเรือพาณิชย์ระหว่างประเทศ 1 แห่ง และเคหะแหลมฉบัง 1 แห่ง

โครงข่ายถนนภายในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง มีถนนทั้งหมด 137 สาย โดยมีทางหลวงหมายเลข 3 (ถนนสุขุมวิท) ทางหลวงหมายเลข 36 (ถนนสายใหม่ ชลบุรี-พัทยา) และถนนสุขาภิบาลสายต่างๆ ความยาวถนนภายในพื้นที่เทศบาล ยาวประมาณ 156.12 กิโลเมตร (ภาพที่ 4.1)




***ภาพที่ 4.1*** *แผนที่แสดงโครงข่ายถนนภายในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

***ที่มาของข้อมูล*** *: เทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

***ตารางที่ 4.1*** *แหล่งรับบริการเก็บขนขยะมูลฝอย*

| ประเภทการใช้ที่ดิน | พื้นที่ (ตร.กม.) | ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด |
|---|---|---|
| 1.ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย | 24.446 | 22.295 |
| 2. ชนบทและเกษตรกรรม | 25.081 | 22.874 |
| 3.สถาบันการศึกษา | 0.197 | 0.180 |
| 4. สถาบันศาสนา | 0.330 | 0.301 |
| 5. อุตสาหกรรมเฉพาะกิจ | 0.491 | 0.448 |
| 6. อุตสาหกรรมและคลังสินค้า | 23.402 | 21.342 |
| 7. สถาบันราชการ และการสาธารณูปโภค | 3.290 | 3.000 |
| 8. ที่โล่ง | 5.611 | 5.117 |
| รวม | 82.848 | 75.557 |

***ที่มา*** *: เทศบาลตำบลแหลมฉบัง และข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม, พ.ศ. 2546*

### 4.1.2 การดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอย

โครงการวางแผนเก็บขนมูลฝอยที่เทศบาลจัดทำไว้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยตามสถานที่ต่างๆ ทั่วเขตเทศบาลให้หมดในแต่ละวัน ซึ่งเป็นการลดปัญหามูลฝอยตกค้าง จัดระเบียบเส้นทางเดินรถของรถบรรทุกขยะแต่ละคัน เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบ ควบคุมดูแล และสร้างความสะอาดสวยงามให้กับบ้านเมือง

การรวบรวมขยะมูลฝอยภายในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง เป็นลักษณะการบริการที่จัดทำร่วมกันของงานรักษาความสะอาด กองสาธารณะสุข เทศบาลตำบลแหลมฉบัง ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินงานเองร้อยละ 90 และจ้างเหมาบริษัทแหลมฉบังรีไซเคิล จำกัด จัดเก็บขยะภายในโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง และสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์พิบูลย์บางแห่ง คิดเป็นร้อยละ 10 ของการดำเนินงานทั้งหมด

เวลาการดำเนินงานจัดเก็บขยะมูลฝอยของรถแต่ละคันนั้น จะปฏิบัติงานสัปดาห์ละ 6 วัน มีวันหยุดสลับเปลี่ยนกันคันละ 1 วัน และมีรถสำรองหนึ่งคันที่เก็บขยะมูลฝอยในวันหยุดของรถคันอื่น เพื่อไม่ให้เกิดขยะมูลฝอยตกค้าง โดยมีหัวหน้างานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเป็นผู้กำหนดพื้นที่รับผิดชอบให้ (ภาคผนวก ค)

การดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอยของรถทุกคันในแต่ละวันจะเริ่มออกรถจากโรงจอดรถเดินทางไปยังจุดเก็บขนมูลฝอยภายในเขตพื้นที่รับผิดชอบ เมื่อเก็บขนมูลฝอยจนเต็มรถแล้วจึงเดินทางตรงไปทิ้งยังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย เนื่องจากปัจจุบันนี้เทศบาลยังไม่มีสถานีขนถ่าย

มูลฝอย ซึ่งหากขยะมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบยังเหลือตกค้าง ต้องนำรถกลับมาเก็บขยะมูลฝอยในเที่ยวที่สอง โดยเริ่มต้นที่จุดถัดไปนับจากจุดสุดท้ายของเที่ยวแรก หลังจากเก็บขยะมูลฝอยจนครบทุกจุดแล้ว พนักงานจะนำรถมาจอดที่โรงจอดรถดังเดิม

วิธีการดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอยมี 2 ประเภท ซึ่งสัมพันธ์กับภาชนะรองรับขยะมูลฝอย ดังนี้

1) การเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่ (Hualed Container System)

การเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบนี้ใช้รถบรรทุกคอนเทนเนอร์ ที่มีพนักงานประจำรถคันละ 2 คน ไม่รวมพนักงานขับรถ ซึ่งลักษณะการจัดเก็บขยะได้ใช้ระบบการแลกเปลี่ยนถัง โดยรถบรรทุกคอนเทนเนอร์จะบรรทุกถังเปล่าออกจากโรงจอดรถ และเดินทางไปยังสถานที่ที่มีถังมูลฝอยเต็ม เพื่อนำถังเปล่าตั้งไว้แทนที่ แล้วบรรทุกถังเต็มไปทิ้งที่ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย และนำถังเปล่าไปแลกเปลี่ยนยังสถานที่อื่นๆ ต่อไป

2) การเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ (Stationary Container System)

การเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ใช้รถประเภทรถอัดท้าย และรถเปิดข้าง มีพนักงานประจำรถคันละ 4 คน ไม่รวมพนักงานขับรถ ลักษณะการจัดเก็บขยะเป็นการเก็บขยะจากภาชนะที่ตั้งไว้ตามริมถนน เมื่อถึงเวลารถประจำเขตจะมาเก็บขยะ โดยให้พนักงานประจำรถช่วยกันยกภาชนะบรรจุขยะขึ้นเทใส่รถ แล้วนำภาชนะกลับมาตั้งไว้ที่เดิม ทำเช่นนี้ทุกๆ จุดจนขยะเต็มรถ จึงนำขยะไปทิ้งยังศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย

### 4.1.3 **สถานที่จอดรถเก็บขนขยะมูลฝอย**

สถานที่จอดรถ (ภาพที่ 4.2) ตั้งอยู่ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา บริเวณสี่แยกอ่าวอุดมติดกับโรงพยาบาลอ่าวอุดม และอยู่ห่างจากเทศบาลตำบลแหลมฉบังเป็นระยะทางประมาณ 4 กิโลเมตร ซึ่งจุดนี้เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการปฏิบัติงานในแต่ละวันของรถเก็บขนขยะมูลฝอย กล่าวคือ พนักงานขับรถจะนำรถออกไปปฏิบัติงานในตอนเช้าและนำรถกลับมาจอดเมื่อเสร็จสิ้นการทำงาน

### 4.1.4 **สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย**

ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง (ภาพที่ 4.3) ตั้งอยู่หมู่ 8 ตำบลบึง อำเภอศรีราชา ซึ่งอยู่นอกเขตการปกครองของเทศบาล และอยู่ห่างจากเทศบาลเป็นระยะทางประมาณ 22 กิโลเมตร ห่างไกลจากแหล่งน้ำและชุมชน มีการฝังกลบขยะทุกวันตามหลักสุขาภิบาล และมีการวางแผนการใช้พื้นที่ทีละส่วนอย่างเหมาะสม ที่ดินสำหรับกำจัดขยะนี้เป็นที่ราชพัสดุ จำนวน 0.381 ตารางกิโลเมตร ใช้กำจัดขยะไปแล้วจำนวน 0.096 ตารางกิโลเมตร

(พ.ศ. 2545) เหลือที่ดินกำจัดขยะจำนวน 0.285 ตารางกิโลเมตร ทางเทศบาลคาดว่าจะสามารถกำจัดขยะได้ต่อไปอีก 20 ปี

### 4.1.5 จุดเก็บขนขยะมูลฝอย

จุดเก็บขนขยะมูลฝอย เป็นตำแหน่งที่รถต้องจอดรถเพื่อเก็บขยะ ณ จุดนั้นๆ เทใส่รถ จุดเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละจุดจะมีจำนวนภาชนะรองรับมูลฝอยแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมซึ่งสัมพันธ์กับกิจกรรมของแต่ละพื้นที่และความหนาแน่นของชุมชน เช่น บริเวณที่มีลักษณะชุมชนหนาแน่น จุดเก็บขนมูลฝอยจุดหนึ่ง อาจมีถังขยะตั้งเรียงกันอยู่ถึง 4 ใบ ซึ่งอาจประกอบด้วยถังขยะหลายประเภทตั้งอยู่รวมกัน ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ในจุดเก็บขนขยะหนึ่งจุดต้องมีถังขยะอย่างน้อย 1 ใบตั้งอยู่ ณ จุดนั้น

จุดเก็บขนขยะมูลฝอยสามารถแบ่งได้ เป็น 2 ประเภทตามระบบการจัดเก็บขยะ (ภาพที่ 4.4) ซึ่งจุดเก็บขนขยะทั้งสองประเภทนี้ใช้ภาชนะรองรับมูลฝอย และรถจัดเก็บขยะที่มีขนาดและความจุแตกต่างกัน รายละเอียดของภาชนะรองรับมูลฝอยที่ใช้ในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2

***ตารางที่4.2*** *รายละเอียดของภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่ใช้ในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

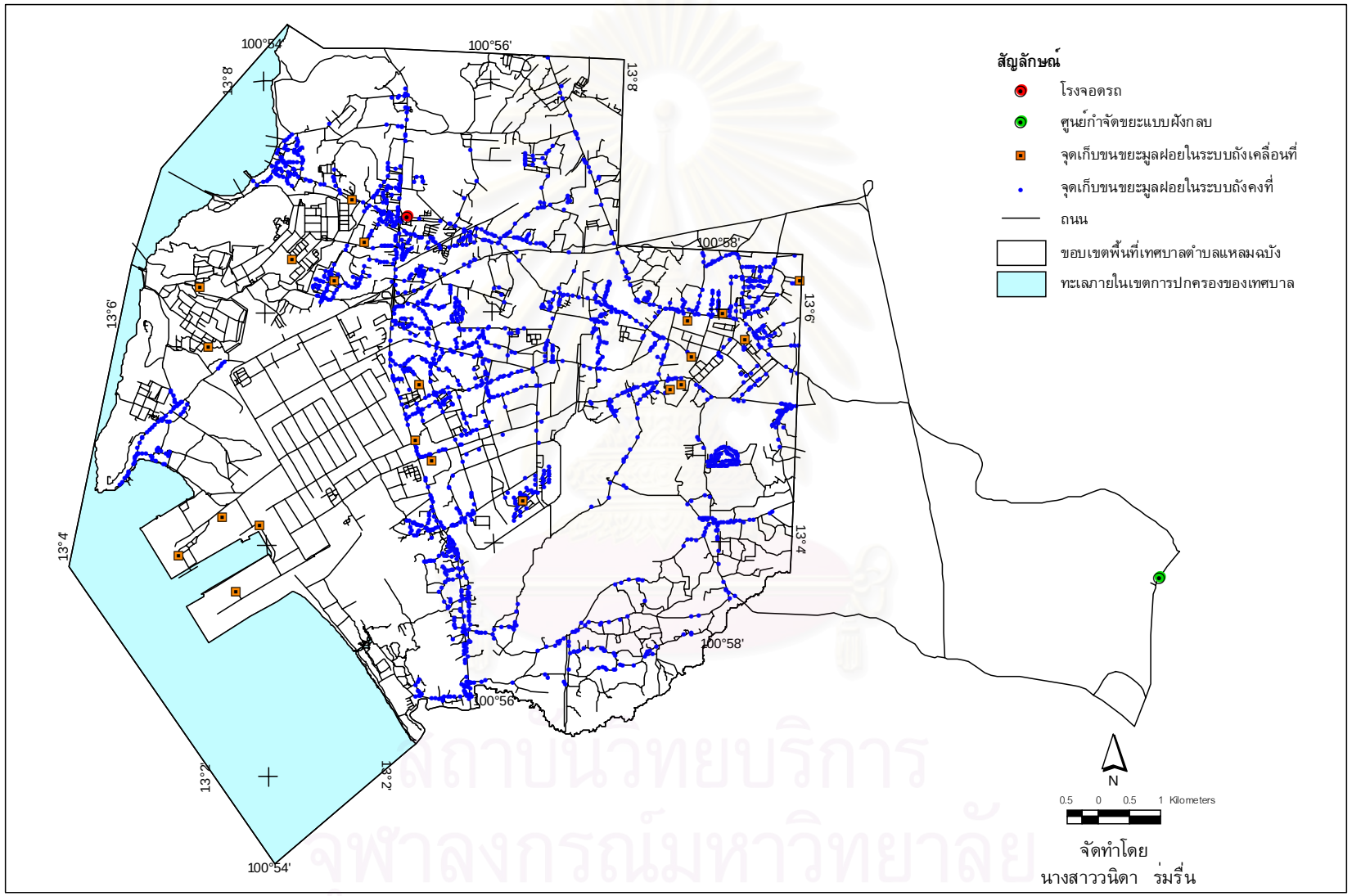
| ประเภทของภาชนะรองรับขยะมูลฝอย | ความจุ (ลบ.ม.) | | | จำนวน (ใบ) |
|---|---|---|---|---|
| | ตัน | ลบ.ม. | ลิตร | |
| 1.ประเภทถังคงที่ | | | | |
| - ถังพลาสติกทรงกลม | 0.176 | 0.200 | 200 | 2,253 |
| - ถังโลหะทรงกลม | 0.176 | 0.200 | 200 | 389 |
| - ถังพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม | 0.211 | 0.240 | 240 | 735 |
| 2.ประเภทถังเคลื่อนที่ | | | | |
| - ถังคอนเทนเนอร์ | 7.080 | 8.000 | 8,000 | 21 |
| รวมทั้งหมด | | | | 3,398 |

***ที่มา*** *: กองสาธารณะสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลตำบลแหลมฉบัง และข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม*

***หมายเหตุ*** *: เทียบมาตราชั่งและมาตราวัดจากพจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542 (ภาคผนวก ง)*

***ภาพที่ 4.2*** *สถานที่จอดรถเก็บขนขยะมูลฝอย*

***ภาพที่ 4.3*** *สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบ*




ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงจุดเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่และระบบถังคงที่

#### 4.1.5.1 จุดเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่

ในพื้นที่ศึกษามีจำนวนทั้งหมด 1881 จุด คิดเป็นร้อยละ 99 ของจุดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมดภายในพื้นที่ที่เทศบาลรับผิดชอบจัดเก็บเอง ส่วนมากพบบริเวณริมถนนและมีลักษณะความถี่สัมพันธ์กับการใช้ที่ดิน ซึ่งมีการกระจุกตัวในบริเวณชุมชนหนาแน่นใกล้ตลาดสดและศูนย์การค้า และพบว่า กระจายตัวห่างๆ กันในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม

ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ (Stationary Container) (ภาพที่ 4.5) เทศบาลตำบลแหลมฉบังเป็นผู้จัดหามาวางไว้ตามจุดต่างๆ ตามริมถนนให้ประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงนำขยะมาทิ้งลงในถัง เมื่อถึงเวลารถจะมาเก็บขยะ โดยให้พนักงานยกถังเพื่อเทขยะใส่รถ แล้วนำถังกลับมาตั้งยังจุดเดิม ซึ่งถังคงที่เหล่านี้ส่วนใหญ่เก็บกักขยะมูลฝอยทุกประเภทรวมอยู่ในถังเดียวกัน มีเพียงบางจุดเท่านั้นที่แยกประเภทถังรองรับขยะมูลฝอยไว้เป็น ขยะเปียก ขยะแห้ง ขยะเป็นพิษ และขยะรีไซเคิล จุดที่ตั้งถังขยะมูลฝอยแบบแยกประเภทมักพบในวัดและโรงเรียน

***ภาพที่ 4.5*** *ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

#### 4.1.5.2 จุดเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่

จุดเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่ในส่วนที่เทศบาลรับผิดชอบจัดเก็บเองมีจำนวนทั้งหมด 21 จุด (ตารางที่ 4.3) คิดเป็นร้อยละ 1 ของจุดเก็บขนมูลฝอยทั้งหมด ถังมูลฝอยเคลื่อนที่หรือถังคอนเทนเนอร์ ตั้งอยู่บริเวณที่มีขยะมูลฝอยปริมาณมากแห่งละ 1 ถัง ประกอบด้วย โรงงานอุตสาหกรรม 13 แห่ง จำนวน 13 ถัง คิดเป็นร้อยละ 62 ตลาดสด 4 แห่ง จำนวน 4 ถัง คิดเป็นร้อยละ 19 ชุมชน 2 แห่ง จำนวน 2 ถัง คิดเป็นร้อยละ 9.5 ท่าเรือ 2 แห่ง จำนวน 2 ถัง คิดเป็นร้อยละ 9.5 ของถังเคลื่อนที่ทั้งหมด

ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container) (ภาพที่ 4.6) เป็นถังคอนเทนเนอร์มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีขนาดความจุ 8 ลบ.ม. เทศบาลตำบลแหลมฉบังได้นำไปตั้งบริการไว้บริเวณแหล่งผลิตมูลฝอยปริมาณมากตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

***ภาพที่ 4.6*** *ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่ของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

### 4.1.6 **รถเก็บขนขยะมูลฝอย**

ใน พ.ศ. 2546 เทศบาลตำบลแหลมฉบังมีรถเก็บขนขยะมูลฝอยรวมทั้งสิ้น 18 คัน ชำรุด 3 คัน คงเหลือรถที่สามารถปฏิบัติงานจริงได้จำนวน 15 คัน (ตารางที่ 4.4) สามารถจำแนกได้ 4 ประเภท (ภาพที่ 4.6) คือ รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย จำนวน 4 คัน รถบรรทุกอัดท้าย จำนวน 8 คัน รถกระบะเปิดข้าง จำนวน 1 คัน และรถบรรทุกคอนเทนเนอร์ จำนวน 3 คัน รถแต่ละประเภทมีขนาดความจุแตกต่างกันไปดังรายละเอียดใน ตารางที่ 4.5 รถที่ใช้ปฏิบัติงานเก็บขนขยะมูลฝอยประจำเขตรับผิดชอบมีจำนวน 14 คัน ส่วนอีก 1 คัน นั่นคือ รถหมายเลข 25 เป็นรถไม่ประจำเขตใช้เก็บขยะมูลฝอยแทนคันที่หยุดและใช้งานในพื้นที่ที่มีการร้องเรียน

***ตารางที่ 4.3*** *รายละเอียดของจุดเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่*

| ลำดับที่ | หมายเลขเถอนต์ | สถานที่ตั้ง | ค่าพิกัดตำแหน่งที่ตั้ง | | ความถี่ในการจัดเก็บ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Easting | Northing | ทุกวัน | วันเว้นวัน | 1 ครั้ง/สัปดาห์ |
| 1 | 9 | บจ.พีซีบีเซนเตอร์ (ปทท.) | 712793 | 1448197 | / | - | - |
| 2 | 9 | บจ.มอลเทน (ไทยแลนด์) | 712632 | 1447749 | / | - | - |
| 3 | 9 | บจ.ไทยออยล์ | 706435 | 1449749 | - | / | - |
| 4 | 9 | ตลาดแหลมฉบัง | 708662 | 1446545 | - | / | - |
| 5 | 9 | บจ.เอสโซ่สแตนดาร์ด (ปทท.) | 705102 | 1448354 | - | / | - |
| 6 | 9 | บจ.แอลซีบี พัฒนาภาคตะวันออก | 708400 | 1446870 | - | - | / |
| 7 | 9 | บจ.เอสโก้ | 705542 | 1444464 | - | - | / |
| 8 | 9 | บ.ปตท. | 704953 | 1449303 | - | - | / |
| 9 | 9 | บ.อ่าวไทยคลังสินค้า | 704628 | 1445041 | - | - | / |
| 10 | 9 | บจ.ไทโตไกคาร์บอนโปรดักส์ | 707574 | 1450027 | - | - | / |
| 11 | 9 | บจ.ไทลู๊ปเบส | 707375 | 1450690 | - | - | / |
| 12 | 27 | ตลาดสี่มุมเมือง | 708447 | 1447750 | / | - | - |
| 13 | 27 | บมจ.แพนเอเชียฟุตแวร์ | 712726 | 1448759 | / | - | - |
| 14 | 9 | บจ.ไทยวาโก้ | 713631 | 1448474 | / | - | - |
| 15 | 27 | ตลาดเกษตรรวมใจ | 707095 | 1449396 | / | - | - |
| 16 | 27 | บจ.มอลเทนเอเชียโพลิเมอร์ โปรดักส์ | 712442 | 1447678 | / | - | - |
| 17 | 27 | การเคหะแหลมฉบัง | 710107 | 1445902 | - | / | - |
| 18 | 27 | พลาซ่าไร่หนึ่ง | 713276 | 1448895 | - | / | - |
| 19 | 27 | บ้านพักแพน | 714513 | 1449409 | - | - | / |
| 20 | 27 | ท่าเรือสตาร์ครูซส์ | 705905 | 1445505 | - | - | / |
| 21 | 27 | ท่าเรือแหลมฉบังเทอร์มินอล | 705308 | 1445647 | - | - | / |

***ที่มา*** *: กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเทศบาลตำบลแหลมฉบัง และข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม, พ.ศ. 2546*

***ตารางที่ 4.4*** *ประเภทและจำนวนรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน*

| ลำดับที่ | ประเภทรถ | ความจุ | | จำนวนรถ (คัน) |
|---|---|---|---|---|
| | | ตัน | ลบ.ม. | |
| 1 | รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย | 6.766 | 7.646 | 1 |
| 2 | รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย | 10.149 | 11.468 | 3 |
| 3 | รถกระบะเปิดข้าง | 2.706 | 3.058 | 1 |
| 4 | รถบรรทุกอัดท้าย | 6.195 | 7.000 | 2 |
| 5 | รถบรรทุกอัดท้าย | 8.850 | 10.000 | 4 |
| 6 | รถบรรทุกอัดท้าย | 10.619 | 12.000 | 2 |
| 7 | รถบรรทุกคอนเทนเนอร์ | 7.080 | 8.000 | 2 |
| รวมทั้งหมด | | | | 15 |

***ที่มา*** : *กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

***ภาพที่ 4.7*** *รถจัดเก็บขยะมูลฝอยประเภทต่างๆ ของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

*1. รถบรรทุกอัดท้าย* *2. รถกระบะเปิดข้าง*

*3. รถบรรทุกคอนเทนเนอร์* *4. รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย*

***ตารางที่ 4.5*** *รายละเอียดของรถเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

| ลำดับที่ | หมายเลขรถ (เบอร์) | หมายเลขทะเบียน (ชลบุรี) | ประเภทรถ | ปีที่เริ่มใช้งาน (พ.ศ.) | ความจุ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ตัน | ลบ.ม. |
| 1. | 1. | 83-5465 | รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย | 2535 | 10.149 | 11.468 |
| 2. | 2. | 83-5460 | รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย | 2535 | 10.149 | 11.468 |
| 3. | 3. | 83-5442 | รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย | 2535 | 10.149 | 11.468 |
| 4. | 8. | 83-5433 | รถบรรทุกอัดท้าย | 2535 | 6.195 | 7.000 |
| 5. | 9. | 83-5435 | รถบรรทุกคอนเทนเนอร์ | 2535 | 7.080 | 8.000 |
| 6. | 10. | 83-5447 | รถบรรทุกอัดท้าย | 2536 | 6.195 | 7.000 |
| 7. | 11. | 83-5461 | รถกระบะเปิดข้าง | 2535 | 2.706 | 3.058 |
| 8. | 12. | 83-5438 | รถบรรทุกอัดท้าย | 2542 | 10.619 | 12.000 |
| 9. | 19. | 83-5467 | รถบรรทุกอัดท้าย | 2539 | 8.850 | 10.000 |
| 10. | 20. | 83-5437 | รถบรรทุกอัดท้าย | 2539 | 8.850 | 10.000 |
| 11. | 24. | 83-0426 | รถบรรทุกอัดท้าย | 2540 | 8.850 | 10.000 |
| 12. | 25. | 83-0427 | รถบรรทุกอัดท้าย | 2540 | 8.850 | 10.000 |
| 13. | 26. | 83-5439 | รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย | 2536 | 6.766 | 7.646 |
| 14. | 30. | 83-4890 | รถบรรทุกอัดท้าย | 2542 | 10.619 | 12.000 |
| 15. | 27. | 83-5458 | รถบรรทุกคอนเทนเนอร์ | 2536 | 7.080 | 8.000 |

***ที่มา*** *: กองสาธารณะสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### 4.2.1 ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System)

4.2.1.1 การกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในระบบถังเคลื่อนที่

การแบ่งพื้นที่รับผิดชอบในระบบถังเคลื่อนที่ ได้นำเอาข้อมูลขอบเขตความรับผิดชอบเดิมมาปรับปรุงใหม่ โดยใช้เกณฑ์ด้านความสมดุลของจำนวนเที่ยวที่รถวิ่งในแต่ละสัปดาห์และระยะทางที่สั้นที่สุดในการเก็บขนขยะรวมเป็นเกณฑ์ รถบรรทุกคอนเทนเนอร์ที่ใช้งานอยู่ปัจจุบันมีจำนวน 2 คัน คือ รถหมายเลข 9 และรถหมายเลข 21 รับผิดชอบจุดเก็บขนขยะทั้งหมด 21 จุด มีจำนวนเที่ยวที่เก็บขนขยะรวม 66 เที่ยวต่อสัปดาห์ มีระยะการเดินทางเก็บขนขยะที่สั้นที่สุดรวมทั้งหมด 1,232.633 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ จากการศึกษาพบว่า จำนวนเที่ยวที่รถทั้งสองคันวิ่งในแต่ละสัปดาห์มีความสมดุลกัน สอดคล้องตามเกณฑ์ที่นำมาใช้ คือ คันละ 33 เที่ยวต่อสัปดาห์ ซึ่งรถหมายเลข 9 รับผิดชอบจุดเก็บขนขยะทั้งหมด 12 จุด ซึ่งมีจำนวนมากกว่ารถ

หมายเลข 21 ที่รับผิดชอบจุดเก็บขนขยะเพียง 9 จุด แต่เมื่อพิจารณาด้านระยะการเดินทางสั้นที่สุดรวมของรถทั้งสองคันพบว่า รถหมายเลข 9 มีระยะการเดินทางรวม 626.112 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ และรถหมายเลข 27 มีระยะการเดินทางรวม 606.521 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ซึ่งมีระยะทางแตกต่างกัน 19.591 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ดังนั้น การแบ่งพื้นที่รับผิดชอบในระบบถังเคลื่อนที่จึงกำหนดให้รถหมายเลข 27 จัดเก็บขยะบริเวณตลาดแหลมฉบังแทนรถหมายเลข 9 และให้รถหมายเลข 9 จัดเก็บขยะบริเวณพลาซ่าไร่หนึ่งแทนรถหมายเลข 27 ส่วนจุดเก็บขนขยะบริเวณอื่นๆ กำหนดให้อยู่ในความรับผิดชอบเดิมของรถแต่ละคัน ซึ่งผลที่ได้ทำให้ระยะการเดินทางรวมของรถทั้งสองคันใกล้เคียงกันมากขึ้น กล่าวคือ หลังการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบใหม่แล้ว รถหมายเลข 9 มีจุดเก็บขนมูลฝอยทั้งหมด 12 จุด และมีความถี่ในการเดินรถ 33 เที่ยวต่อสัปดาห์เช่นเดิม แต่มีระยะการเดินทางรวม 615.061 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ สั้นลงจากเดิม 11.051 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ รถหมายเลข 27 มีจุดเก็บขนมูลฝอยทั้งหมด 9 จุด และมีความถี่ในการเดินรถ 33 เที่ยวต่อสัปดาห์ แต่มีระยะการเดินทางรวม 617.572 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ เพิ่มขึ้นจากเดิม 11.051 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ซึ่งมีระยะทางต่างกัน 2.511 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ จะเห็นได้ว่าระยะการเดินทางเก็บขนขยะมูลฝอยของรถทั้งสองคันใกล้เคียงกันมากขึ้น มีระยะทางต่างกันน้อยลง 17.079 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ จำนวนเที่ยวที่เก็บขนขยะรวม 33 เที่ยวต่อสัปดาห์ เท่ากันเช่นเดิม ซึ่งผลที่ได้จากการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบแสดงไว้ในตารางที่ 4.6

4.2.1.2 การกำหนดเส้นทางเดินรถในระบบถังเคลื่อนที่ที่เหมาะสมและมีระยะทางสั้นที่สุด

จุดเก็บขนขยะในระบบถังเคลื่อนที่มีทั้งหมด 21 จุด ทั้งในแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ตลาดสด และท่าเรือ ในการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังเคลื่อนที่นั้น รถบรรทุกคอนเทนเนอร์สามารถบรรทุกถังคอนเทนเนอร์ได้เพียงเที่ยวละหนึ่งถังเท่านั้น โดยบรรทุกถังเปล่ามาแลกเปลี่ยนกับถังเต็มตามจุดที่ตั้งบริเวณต่างๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูลได้เส้นทางเดินรถทั้งหมด 21 เส้นทาง ตามจำนวนจุดเก็บขนขยะมูลฝอย โดยแสดงระยะการเดินทางของแต่ละเส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ในตารางที่ 4.6 และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลกับเส้นทางปัจจุบันที่เทศบาลตำบลแหลมฉบังใช้ดำเนินงานอยู่ ดังตารางที่ 4.7 รวมทั้งแสดงแผนที่เส้นทางการเดินทางและตัวอย่างรายงานการเดินทางไว้ใน ภาคผนวก จ

***ตารางที่ 4.6*** *ผลการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบและการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดในระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่*

| หมายเลขจุดเก็บขนขยะ | หมายเลขรถ | สถานที่ตั้ง | ความถี่ที่ต้องเก็บขนขยะ (เที่ยว/สัปดาห์) | ระยะทางเดินทาง (กม./เที่ยว) | ระยะทางจากโรงจอดรถถึงจุดเก็บขนขยะมูลฝอยจุดแรก (กม.) | ระยะทางจากจุดเก็บขนขยะมูลฝอยจุดสุดท้ายถึงศูนย์กำจัดขยะ (กม.) | ระยะทางเดินทางรวม (กม./สัปดาห์) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9 | บจ.พีซีบีเซนเตอร์ (ปทท.) | 6 | 16.401 | 5.917 | 10.484 | 98.410 |
| 2 | 9 | บจ.มอลเทน (ไทยแลนด์) | 6 | 17.230 | 6.311 | 10.918 | 103.382 |
| 3 | 9 | บจ.ไทยออยล์ | 3 | 20.514 | 2.473 | 18.040 | 61.543 |
| 4 | 27 | ตลาดแหลมฉบัง | 3 | 19.381 | 4.370 | 15.010 | 58.143 |
| 5 | 9 | บจ.เอสโซ่สแตนดาร์ด (ปทท.) | 3 | 24.458 | 5.283 | 19.175 | 73.376 |
| 6 | 9 | บจ.แอลซีบี พัฒนาภาคตะวันออก | 1 | 19.348 | 3.824 | 15.523 | 19.348 |
| 7 | 9 | บจ.เอสโก้ | 1 | 27.723 | 8.336 | 19.386 | 27.723 |
| 8 | 9 | บ.ปตท. | 1 | 24.056 | 4.671 | 19.385 | 24.056 |
| 9 | 9 | บ.อ่าวไทยคลังสินค้า | 1 | 27.878 | 7.605 | 20.273 | 27.878 |
| 10 | 9 | บจ.ไทโตไกคาร์บอนโปรดักส์ | 1 | 18.148 | 1.290 | 16.857 | 18.148 |
| 11 | 9 | บจ.ไทลู้ปเบส | 1 | 17.522 | 0.977 | 16.544 | 17.522 |
| 12 | 27 | ตลาดสี่มุมเมือง | 6 | 19.089 | 3.231 | 15.438 | 114.535 |
| 13 | 27 | บมจ.แพนเอเชียฟุดแวร์ | 6 | 15.818 | 5.324 | 10.493 | 94.908 |
| 14 | 9 | บจ.ไทยวาโก้ | 6 | 16.096 | 6.484 | 9.611 | 96.576 |
| 15 | 27 | ตลาดเกษตรรวมใจ | 6 | 19.412 | 2.139 | 17.272 | 116.474 |
| 16 | 27 | บจ.มอลเทนเอเชียโพลิเมอร์โปรดักส์ | 6 | 16.866 | 5.691 | 11.175 | 101.201 |
| 17 | 27 | การเคหะแหลมฉบัง | 3 | 20.839 | 6.328 | 14.511 | 62.518 |
| 18 | 9 | พลาซ่าไร่หนึ่ง | 3 | 15.697 | 5.781 | 9.909 | 47.092 |
| 19 | 27 | บ้านพักแพน | 1 | 18.043 | 7.199 | 10.844 | 18.043 |
| 20 | 27 | ท่าเรือสตาร์ครูซส์ | 1 | 25.832 | 6.918 | 18.913 | 25.832 |
| 21 | 27 | ท่าเรือแหลมฉบังเทอร์มินอล | 1 | 25.915 | 6.623 | 19.291 | 25.915 |
| | | รวม | 66 | 426.275 | 106.775 | 319.052 | 1232.633 |

***ตารางที่ 4.7*** *ผลการเปรียบเทียบระยะทางการเดินรถก่อนและหลังการกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบแบบถังเคลื่อนที่*

| หมายเลขรถ | จำนวนถังขยะมูลฝอยที่เก็บขน | จำนวนเที่ยว (เที่ยว/สัปดาห์) | ระยะการเดินทางก่อนการจัดเส้นทาง (กม./สัปดาห์) | ระยะการเดินทางหลังการจัดเส้นทาง (กม./สัปดาห์) | | ผลต่างของระยะทาง (กม./สัปดาห์) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ก่อนการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ | หลังการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ | |
| 9 | 12 | 33 | 720.247 | 626.122 | 615.061 | -105.186 |
| 27 | 9 | 33 | 708.184 | 606.521 | 617.572 | -90.612 |
| รวม | 21 | 66 | 1,428.431 | 1,232.633 | 1,232.633 | -195.798 |

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst สามารถกำหนดเส้นทางที่สั้นที่สุดให้กับรถในระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ทั้งสองคันได้ โดยมีความถี่ในการจัดเก็บถังขยะมูลฝอยทั้งหมด 66 เที่ยวต่อสัปดาห์ และมีระยะการเดินทางรวมทั้งหมด 1,232.663 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ระยะทางสั้นลงกว่าเดิมมากถึง 195.798 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ซึ่งการเก็บถังมูลฝอยบริเวณตลาดเกษตรรวมใจนั้น มีระยะการเดินทางมากที่สุด คือ 116.474 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ รองลงมาเป็นตลาดสี่มุมเมือง มีระยะการเดินทาง 114.535 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความถี่ในการเก็บถังมูลฝอยด้วย และด้วยเหตุที่ตลาดทั้งสองแห่งนี้เป็นตลาดขนาดใหญ่ มีทำเลที่ตั้งที่ดี ล้อมรอบไปด้วยชุมชน ทำให้ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นมีจำนวนมาก ทางเทศบาลตำบลแหลมฉบัง จึงกำหนดให้มีการจัดเก็บถังมูลฝอยทุกวัน ยกเว้นวันหยุดสัปดาห์ละหนึ่งวัน นอกจากนี้ ยังมีโรงงานอุตสาหกรรมอีก 5 แห่ง ที่กำหนดให้จัดเก็บขยะทุกวัน สัปดาห์ละ 6 เที่ยว เช่นเดียวกับตลาดทั้งสองแห่ง เนื่องจากเป็นโรงงานประกอบอุตสาหกรรมเบา จำพวกเครื่องแต่งกาย แผงวงจรอิเลคทรอนิค อุปกรณ์กีฬา และชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำจากยาง ของเสียจากกระบวนการผลิตจากอุตสาหกรรมประเภทนี้จึงมีจำนวนมาก ซึ่งเป็นของเสียที่ไม่อันตราย บางส่วนสามารถนำกลับมาแปรรูปได้ ทางด้านโรงงานที่ประกอบธุรกิจคลังสินค้าและท่าเรือต่างๆ ที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตก รถเก็บขนขยะต้องใช้ระยะการเดินทางค่อนข้างไกลในแต่ละเที่ยว เนื่องจากตั้งอยู่ห่างจากโรงจอดรถที่อยู่ตอนกลางของพื้นที่ประมาณ 7-8 กิโลเมตร และห่างจากศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยที่อยู่นอกเขตเทศบาล ไปทางทิศตะวันออก ประมาณ 19-20 กิโลเมตร ทั้งนี้ ขยะที่เกิดขึ้นเป็นของเหลือจากการใช้ทรัพยากร ไม่ใช่ของเสียจากกระบวนการผลิต ดังนั้น จึงมีปริมาณขยะไม่มากนัก ทางเทศบาลตำบลแหลมฉบัง จึงกำหนดความถี่ในการเก็บถังมูลฝอยในพื้นที่นี้เพียงสัปดาห์ละครั้ง ส่วนชุมชนที่พักอาศัยของการเคหะ ตลาดสดขนาดกลาง

2 แห่ง และโรงกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม เทศบาลตำบลแหลมฉบังให้บริการเก็บถังมูลฝอยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง หรือ วันเว้นวัน ยกเว้นวันหยุดสัปดาห์ละหนึ่งวัน เนื่องจากมีปริมาณขยะมาก

**4.2.2 ระบบการเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่** (Stationary Container System)

4.2.2.1 การประเมินปริมาณขยะมูลฝอย

ผลการประเมินปริมาณขยะมูลฝอย ได้จากการวิเคราะห์แบบตาราง (Tabular Analysis) ด้วยโปรแกรม ArcView ตามสูตรที่แสดงไว้ในบทที่ 3 ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.8 และจากการประเมินปริมาณขยะมูลฝอยของชุมชนภายในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง พบว่าปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในพื้นที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนประชากร นั่นคือ มีปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด 40.990 ตันต่อวัน ซึ่งค่าที่ได้นี้คำนวณจากจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ แต่เมื่อรวมประชากรแฝงที่มีประมาณ 50,000 คน ด้วยแล้ว ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีทั้งหมดประมาณ 100 ตันต่อวัน ยิ่งไปกว่านี้ปริมาณขยะยังสัมพันธ์กับลักษณะของชุมชนด้วย กล่าวคือ ชุมชนเกษตรกรรมจะมีปริมาณขยะมูลฝอยน้อยกว่าชุมชนอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม เนื่องจากมีของเหลือจากขบวนการผลิตและการใช้ทรัพยากรที่แตกต่างกันจึงทำให้ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นแตกต่างกันไปด้วย ดังตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่า ชุมชนหนองขามและชากกะปอก และชุมชนห้วยเล็ก มีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ที่พักอาศัยตั้งอยู่หนาแน่น และมีปริมาณขยะมาก เนื่องจากเป็นชุมชนที่อยู่ล้อมรอบพื้นที่สวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒนพิบูลย์ ซึ่งเป็นแหล่งงานและแหล่งประกอบกิจการด้านการค้าของประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น รองลงมาเป็นชุมชนตลาดอ่าวอุดม ซึ่งเป็นชุมชนพาณิชยกรรมที่ถึงแม้จะมีพื้นที่ไม่มากนัก แต่เป็นชุมชนตั้งอยู่ติดถนนสายหลัก คือ ถนนสุขุมวิท ที่มีการคมนาคมสะดวก ทำให้เป็นศูนย์รวมของร้านค้าต่างๆ ประกอบกับมีตลาดสดตั้งอยู่ จึงทำให้มีประชากรอาศัยอยู่ในชุมชนนี้เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มีปริมาณขยะเกิดขึ้นจำนวนมากเช่นกัน ส่วนชุมชนจุกเฌอเป็นชุมชนที่มีประชากรอาศัยอยู่น้อยที่สุด เนื่องจากเป็นชุมชนขนาดเล็ก รวมทั้งการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ใช้เพื่อทำการเกษตรและปศุสัตว์ เช่น การทำไร่มันสำปะหลัง และทำฟาร์มไก่ ของเสียที่เกิดขึ้นเป็นอินทรีย์สารที่สลายตัวได้ตามธรรมชาติ จึงไม่ก่อให้เกิดขยะ อีกทั้งมีบ้านเรือนตั้งรวมกันอยู่เพียงกลุ่มเดียวติดกับถนนสายหลักของชุมชน ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจึงมีจำนวนไม่มาก

***ตารางที่ 4.8*** *ผลการประเมินปริมาณขยะมูลฝอยของชุมชนภายในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง*

| ลำดับที่ | หมู่บ้าน | ชุมชน | จำนวนครัวเรือน | จำนวนประชากร | ประชากร | ปริมาณขยะ (กก./วัน) | ถังขยะทั้งหมด (ใบ) | ปริมาณขยะเฉลี่ย (กก./ถัง/วัน) | จำนวนจุดเก็บขยะ | ขยะมูลฝอย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | หมู่ 4 | ชุมชนบ้านหนองมะนาว | 180 | 295 | 920 | 920 | 51 | 18.039 | | 37 |
| 2 | หมู่ 6 | ชุมชนบ้านนาใหม่ | 459 | 4846 | 1603 | 1603 | 248 | 6.464 | | 117 |
| 3 | หมู่ 9 | ชุมชนบ้านบางละมุง | 359 | 613 | 1248 | 1248 | 41 | 30.439 | | 21 |
| 4 | หมู่ 1 | ชุมชนบ้านอ่าวอุดม | 556 | 966 | 2985 | 2985 | 156 | 19.135 | | 87 |
| 5 | หมู่ 10 | ชุมชนหมู่บ้านแหลมทอง | 457 | 2019 | 1914 | 1914 | 270 | 7.089 | | 155 |
| 6 | หมู่ 2 | ชุมชนบ้านทุ่ง | 251 | 891 | 1133 | 1133 | 168 | 6.744 | | 70 |
| 7 | หมู่ 3 | ชุมชนบ้านแหลมฉบัง | 302 | 588 | 1779 | 1779 | 117 | 15.205 | | 68 |
| 8 | หมู่ 5 | ชุมชนบ้านนาเก่า | 196 | 776 | 706 | 706 | 68 | 10.382 | | 36 |
| 9 | หมู่ 6 | ชุมชนบ้านเขาน้ำซับ | 567 | 1177 | 2705 | 2705 | 110 | 24.591 | | 60 |
| 10 | หมู่ 7 | ชุมชนตลาดอ่าวอุดม | 618 | 1528 | 3473 | 3473 | 193 | 17.995 | | 102 |
| 11 | หมู่ 8 | ชุมชนบ้านชากยายจีน | 640 | 2392 | 3069 | 3069 | 144 | 21.313 | | 65 |
| 12 | หมู่ 9 | ชุมชนวัดมโนรม | 723 | 3322 | 2978 | 2978 | 451 | 6.603 | | 262 |
| 13 | หมู่ 1 | ชุมชนบ้านจุกเฌอ | 123 | 273 | 674 | 674 | 86 | 7.837 | | 58 |
| 14 | หมู่ 10 | ชุมชนบ้านหนองคล้าเก่า | 217 | 482 | 1008 | 1008 | 83 | 12.145 | | 63 |
| 15 | หมู่ 5 | ชุมชนบ้านไร่หนึ่ง | 135 | 316 | 987 | 987 | 66 | 14.955 | | 39 |
| 16 | หมู่ 9 | ชุมชนบ้านหนองคล้าใหม่ | 158 | 289 | 1231 | 1231 | 106 | 11.613 | | 89 |
| 17 | หมู่ 11 | ชุมชนบ้านหนองขามและชากกะปอก | 1089 | 5195 | 5460 | 5460 | 480 | 11.375 | | 243 |
| 18 | หมู่ 8 | ชุมชนบ้านทุ่งกราด | 453 | 1014 | 1917 | 1917 | 195 | 9.831 | | 125 |
| 19 | หมู่ 9 | ชุมชนบ้านมาบเสม็ดแดง | 270 | 643 | 1383 | 1383 | 77 | 17.961 | | 34 |
| 20 | หมู่ 11 | ชุมชนห้วยเล็ก | 764 | 2229 | 3817 | 3817 | 256 | 14.910 | | 150 |
| รวม | | | 8517 | 29854 | 40990 | 40990 | 3366 | 284.626 | | 1881 |

***ที่มา****: แผนพัฒนาประจำปี 2545 เทศบาลตำบลแหลมฉบังและผลการวิเคราะห์ข้อมูล*

เมื่อพิจารณาถึงความเพียงพอของจำนวนถังขยะ พบว่า โดยเฉลี่ยทั้งพื้นที่มีการให้บริการถังขยะ 1 ใบ/ 9 หลังคาเรือน หากเทศบาลฯจะนำถังขยะมาตั้งเพิ่ม ควรพิจารณาชุมชนบ้านนาใหม่เป็นอันดับแรก เนื่องจากมีอัตราการให้บริการถังขยะสูงที่สุด คือ ถังขยะ 1 ใบ/ 20 หลังคาเรือน รองลงมา คือ ชุมชนชากยายจีน ที่ให้บริการถังขยะ 1 ใบ/ 17 หลังคาเรือน ตามด้วยชุมชนบ้านบางละมุง, ชุมชนบ้านนาเก่า และชุมชนบ้านหนองขามและชากกะปอก ที่ให้บริการ

ถังขยะ 1 ใบ/ 15, 12 และ 11 หลังคาเรือน ตามลำดับ ส่วนชุมชนอื่นๆ มีค่าอัตราการให้บริการถังขยะต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งอาจพิจารณาเพิ่มจำนวนถังขยะตามคำขอ หรือเพิ่มในพื้นที่ที่มีการร้องเรียนเท่านั้น

4.2.2.2 การกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในระบบถังคงที่

การกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่นั้นใช้เกณฑ์ด้านปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน และพิจารณาความเหมาะสมของปริมาณมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบกับขนาดความจุของรถแต่ละคัน รถที่ใช้เก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ในปัจจุบันนั้นมีจำนวนทั้งหมด 13 คัน วิ่งเก็บขยะมูลฝอยประจำเขต จำนวน 12 คัน ส่วนอีก 1 คัน เป็นรถเก็บขนมูลฝอยแทนคันที่หยุดและเก็บตามพื้นที่ที่มีการร้องเรียน ด้วยเหตุนี้จึงวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดพื้นที่รับผิดชอบเพียง 12 คัน นั่นคือ แบ่งพื้นที่รับผิดชอบออกเป็น 12 เขตย่อย ตามจำนวนรถ รถเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังคงที่ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย รถกระบะเปิดข้าง และรถบรรทุกอัดท้าย ซึ่งรถแต่ละประเภทจะมีขนาดและความจุแตกต่างกันไป ในการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบนั้นนอกจากจะพิจารณาตามเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังพิจารณาสภาพของถนนและความสะดวกในการเดินรถร่วมด้วย กล่าวคือ เลือกใช้รถขนาดเล็กในพื้นที่ที่มีตรอก ซอย คับแคบ และใช้รถขนาดใหญ่ในพื้นที่ที่ถนนมีขนาดกว้าง สามารถกลับรถและเลี้ยวรถได้สะดวก ทั้งนี้ ในการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบ ได้จากการนำผลการประเมินปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา นำเข้าในตารางข้อมูลตามลักษณะของชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง (VILLAGE.SHP) และนำมาคำนวณหาค่าปริมาณขยะที่เกิดขึ้นบนถนนแต่ละเส้นในตารางข้อมูลตามลักษณะของชั้นข้อมูลถนน (ROAD.AAT) จากนั้นวิเคราะห์แบ่งพื้นที่รับผิดชอบด้วยคำสั่ง ALLOCATE ในมอดูล ARCPLOT ซึ่งผลการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบแบ่งออกเป็น 12 พื้นที่ ดังภาพที่ 4.8

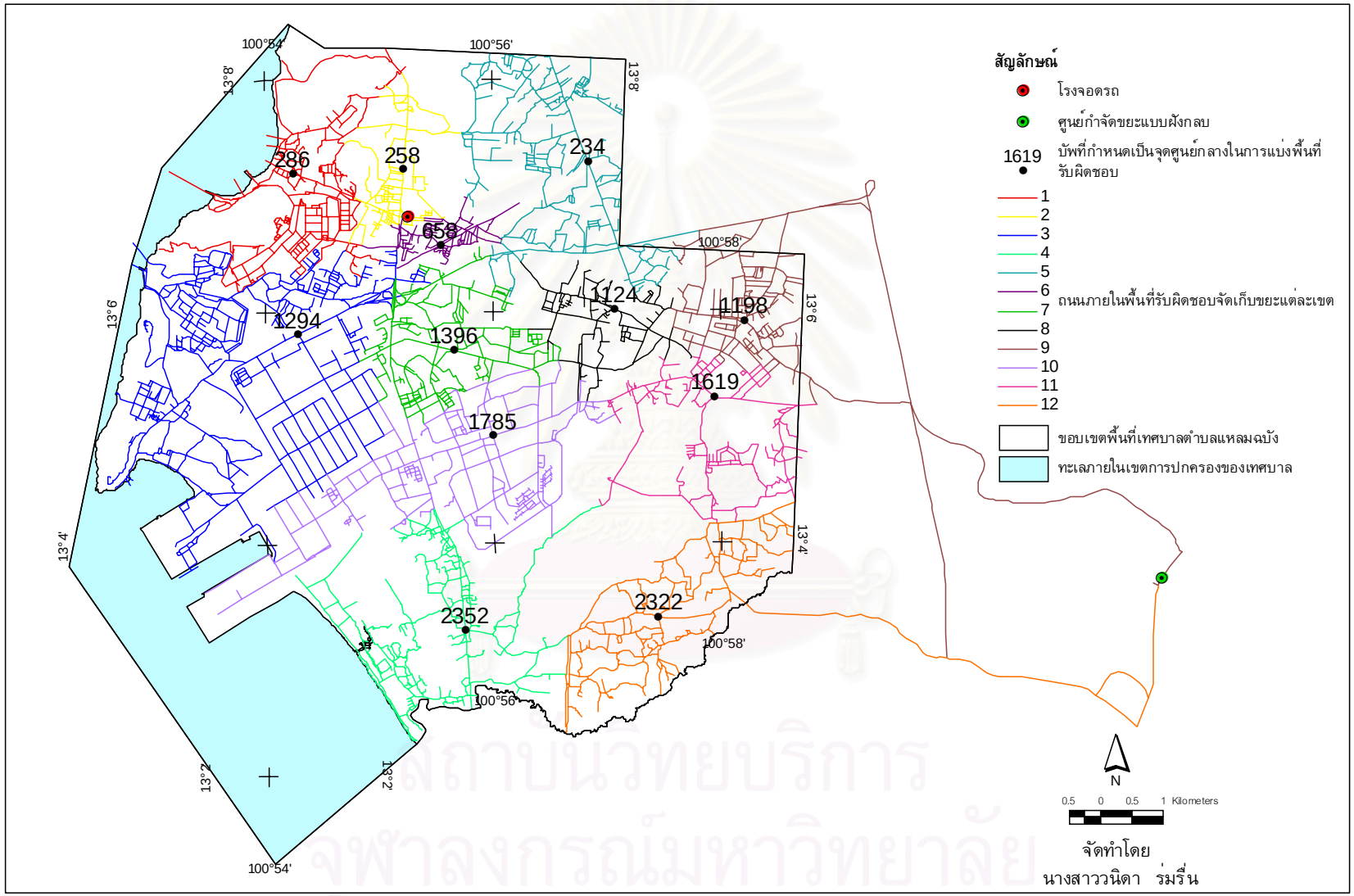
แผนที่แสดงผลการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ได้จากการใช้คำสั่ง ALLOCATE โดยกำหนดแฟ้มข้อมูลศูนย์กลาง (ZONE.CEN) ซึ่งเป็นตารางข้อมูลในรูปแบบที่โปรแกรม Arc\Info เรียกใช้ได้ โปรแกรมจะดึงจุดต่อ (NODE) จากแฟ้มข้อมูลตามลักษณะของถนน (ROAD.NAT) ที่มีรหัสตรงกับที่กำหนดไว้ในแฟ้มข้อมูลศูนย์กลางมาใช้เป็นศูนย์กลางในการกระจายทรัพยากร ซึ่งมีลักษณะการกระจายออกจากศูนย์กลาง โปรแกรมจะสะสมปริมาณขยะตามเส้นถนน โดยดึงค่าปริมาณขยะมาจากตารางข้อมูลตามลักษณะของถนน (ROAD.AAT) และกระจายจนกว่าจะเท่ากับค่าความสามารถในการบรรทุกของรถที่กำหนดไว้ในแฟ้มข้อมูลศูนย์กลาง หรือจนกว่าทรัพยากรจะกระจายไปจนทั่วทั้งโครงข่าย โปรแกรมจึงหยุดกระจายทรัพยากร ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ปรากฏว่า ทรัพยากรถูกกระจายไปทั่วโครงข่าย เนื่องจากความจุรวมของรถทุกคันมีมากกว่า

ปริมาณขยะรวมทั้งพื้นที่ ปริมาณขยะสะสมที่ได้จากการวิเคราะห์จึงน้อยกว่าค่าความสามารถในการบรรทุกที่กำหนดไว้ก่อนการกระจายทรัพยากร จากนั้นโปรแกรมจะจัดเก็บผลลัพธ์ที่เป็นข้อมูลกราฟิกไว้ใน ROUTE_SYSTEM ชื่อ ALLO_ZONE ที่ได้สร้างไว้ก่อนทำการวิเคราะห์ ส่วนรายละเอียดของแต่ละเส้นทางจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลศูนย์กลาง

จากผลการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบพบว่า ปริมาณของจุดเก็บขนขยะในบางพื้นที่แตกต่างกันอยู่มาก ถึงแม้ว่า ปริมาณขยะที่ต้องรับผิดชอบจัดเก็บมีปริมาณใกล้เคียงกันก็ตาม นั่นหมายถึง การใช้เวลาในการทำงานหรือความถี่ในการจอดรถเพื่อเก็บขนขยะแตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับพื้นที่รับผิดชอบที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อให้จุดเก็บขนขยะของแต่ละพื้นที่ใกล้เคียงกัน และเน้นความสะดวกในการเดินรถ ที่สอดคล้องกับสภาพการจราจรมากขึ้น ผลที่ได้จากการปรับพื้นที่รับผิดชอบแสดงไว้ในภาพที่ 4.9 ดังมีรายละเอียดในตารางที่ 4.9 และจัดทำเป็นกราฟแท่งแสดงปริมาณขยะในแต่ละพื้นที่รับผิดชอบ ดังภาพที่ 4.10

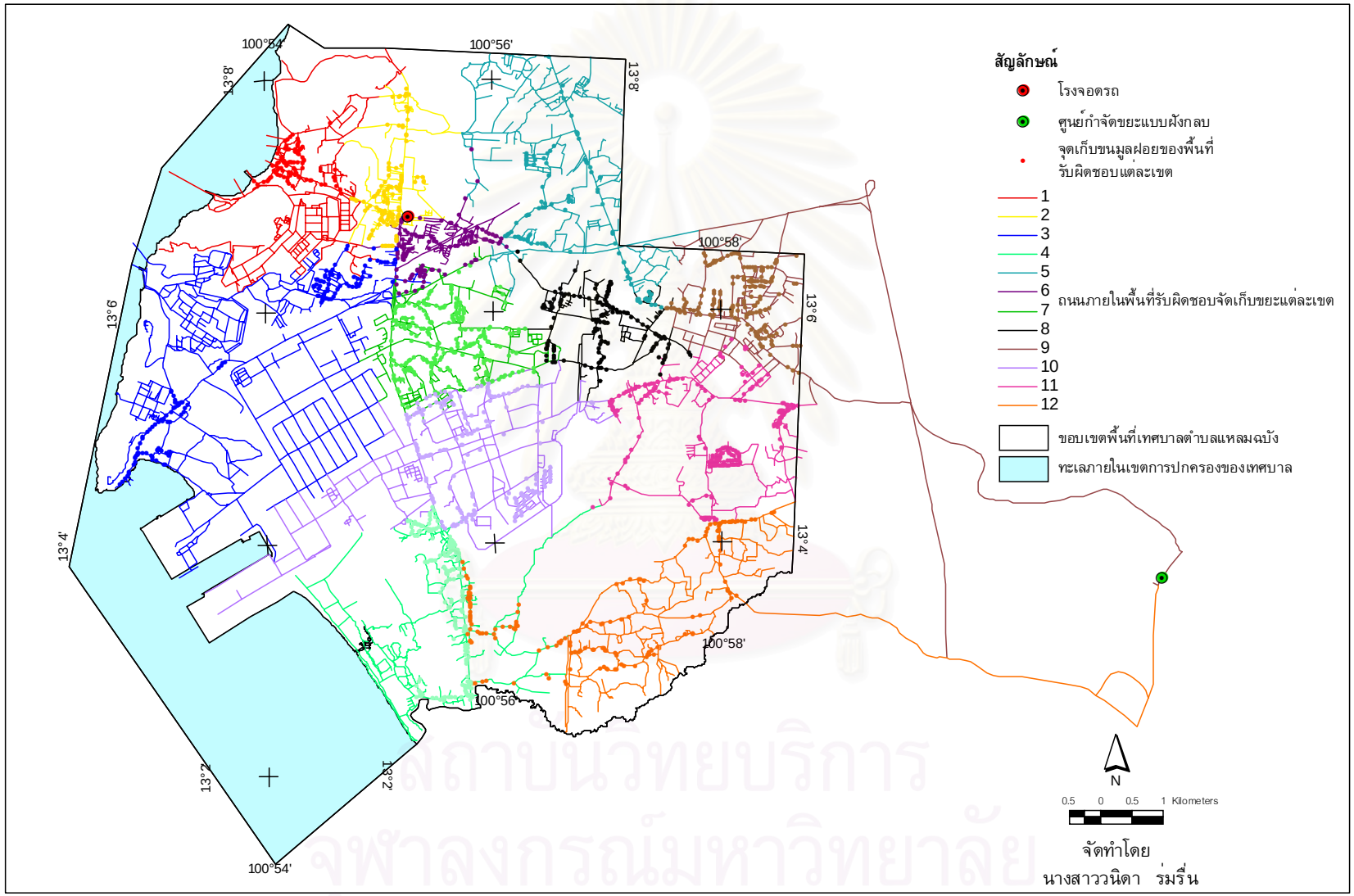
***ตารางที่ 4.9*** *ผลการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบให้รถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่*

| พื้นที่รับผิดชอบ | หมายเลขรถ | ความจุรถ (ตัน) | ปริมาณขยะรวม (ตัน) | จำนวนจุดเก็บขนขยะที่ได้จากการวิเคราะห์ | จำนวนจุดเก็บขนขยะหลังการปรับพื้นที่รับผิดชอบ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 26 | 6.766 | 3.163 | 90 | 90 |
| 2 | 8 | 6.195 | 3.950 | 104 | 111 |
| 3 | 10 | 6.195 | 3.066 | 153 | 138 |
| 4 | 1 | 10.149 | 4.064 | 244 | 179 |
| 5 | 30 | 10.619 | 3.550 | 89 | 99 |
| 6 | 19 | 8.850 | 4.529 | 92 | 122 |
| 7 | 24 | 8.850 | 2.773 | 280 | 239 |
| 8 | 3 | 10.149 | 3.101 | 149 | 146 |
| 9 | 20 | 8.850 | 4.611 | 188 | 183 |
| 10 | 11 | 2.706 | 2.443 | 162 | 183 |
| 11 | 12 | 10.619 | 3.203 | 229 | 231 |
| 12 | 2 | 10.149 | 2.537 | 101 | 160 |
| รวม | | 100.097 | 40.990 | 1,881 | 1,881 |

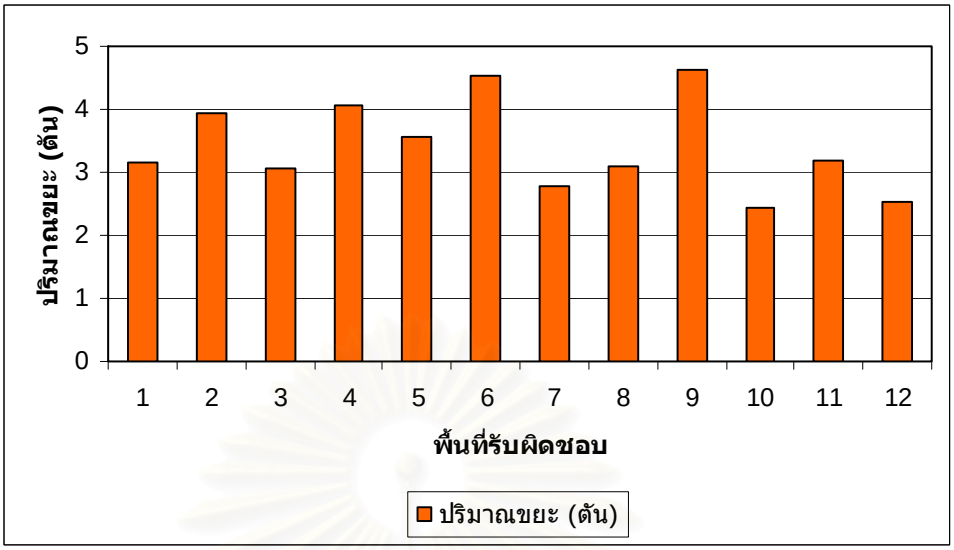



ภาพที่ 4.8 แผนที่แสดงการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบในการจัดเก็บขยะมูลฝอยระบบถังคงที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




ภาพที่ 4.9 แผนที่แสดงการปรับพื้นที่รับผิดชอบในการจัดเก็บขยะมูลฝอยระบบถังคงที่




***ภาพที่ 4.10*** *กราฟแท่งแสดงปริมาณขยะในพื้นที่รับผิดชอบแต่ละเขต*

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ความสามารถในการบรรทุกของรถทั้ง 12 คัน รวมกันสามารถจัดเก็บขยะได้ทั้งหมดวันละ 100.12 ตัน สอดคล้องกับผลการประเมินปริมาณขยะมูลฝอยดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ประมาณวันละ 100 ตัน ซึ่งหากรถทุกคันทำงานในวันเดียวกันก็จะสามารถเก็บขยะมูลฝอยได้ทั้งหมด แต่ในการปฏิบัติงานจริงนั้นรถแต่ละคันจะมีวันหยุดสลับกันสัปดาห์ละ 1 วัน ความสามารถในการบรรทุกของรถคันที่หยุดจึงหมายถึง ปริมาณขยะตกค้าง แต่ทางเทศบาลฯ มีรถสำรอง 1 คัน จึงช่วยแก้ปัญหานี้ได้ ดังนั้น สรุปได้ว่า ปริมาณรถในระบบถังคงที่มีจำนวนเพียงพอในการให้บริการเก็บขนขยะมูลฝอยภายในพื้นที่ศึกษาได้หมด

ปริมาณขยะที่ใช้ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ เป็นปริมาณขยะที่คำนวณตามจำนวนประชากรในทะเบียนราษฎร์ ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจริงอันเนื่องมาจากประชากรแฝง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 4.9 เห็นได้ว่ารถทุกคันสามารถจัดเก็บขยะในพื้นที่รับผิดชอบได้ทั้งหมดภายในเที่ยวเดียว ดังนั้น ในการปฏิบัติงานจริง หากรถไม่สามารถเก็บขยะภายในพื้นที่รับผิดชอบได้หมด กำหนดให้จุดเก็บขนขยะถัดไปนับจากจุดสุดท้ายของเที่ยวแรกเป็นจุดเก็บขนขยะจุดแรกของการเดินรถในเที่ยวที่สอง

ผลจากการสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 4.10) พบว่า จำนวนถังขยะทั้งหมดในระบบถังคงที่มีจำนวนทั้งหมด 3,377 ใบ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ถังพลาสติกทรงกลมขนาด 200 ลิตร พบมากที่สุด มีจำนวน 2,253 ใบ รองลงมาเป็นถังพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมขนาด 240 ลิตร มีจำนวน 735 ใบ และถังโลหะทรงกลมขนาด 200 ลิตร พบน้อยที่สุด มีจำนวน 389 ใบ โดยพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 7 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในเขตชุมชนวัดมโนรม มีจำนวนจุดเก็บ

ขนขยะมูลฝอยและถังขยะมากกว่าเขตอื่นๆ รองลงมาเป็นพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 9 และ 10 คือ ชุมชนหนองขาม และหมู่บ้านแหลมทอง ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 3 เขตนี้ เป็นชุมชนที่ตั้งอยู่ติดกับเขตอุตสาหกรรมและใกล้กับถนนสายหลักที่มีการคมนาคมสะดวก จึงทำให้มีบ้านเรือน รวมทั้งห้องเช่าตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก เป็นเหตุให้ทางเทศบาลฯ นำถังขยะไปตั้งบริการไว้เป็นจำนวนมากเช่นกัน ถังขยะทั้งหมดในพื้นที่รับผิดชอบทั้ง 12 เขต มีปริมาณความจุรวม 623.608 ตัน ซึ่งเพียงพอที่จะรองรับขยะในพื้นที่ศึกษาได้ทั้งหมด ทั้งนี้ จุดเก็บขนขยะที่มีถังขยะตั้งอยู่เพียง 1 ใบ มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 53.27 ตั้งกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ศึกษา รองลงมาคือ จุดเก็บขนขยะที่มีถังขยะตั้งอยู่ 2 ใบ และ 3 ใบ มีจำนวน 543 จุด และ 189 จุด คิดเป็นร้อยละ 28.87 และ 10.05 ตามลำดับ ส่วนจุดเก็บขนมูลฝอยที่มีถังขยะตั้งอยู่ตั้งแต่ 4-18 ใบ มีจำนวนน้อยลงไปตามลำดับ มักตั้งอยู่ในบริเวณที่มีบ้านเรือนหนาแน่น หรือตั้งอยู่ในสถานที่ที่มีประชาชนมารวมกันเป็นจำนวนมาก เช่น หมู่บ้าน วัด โรงเรียน หอพัก ร้านอาหาร ตลาด

***ตารางที่ 4.10*** *รายละเอียดของภาชนะรองรับมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบแต่ละเขต*

| พื้นที่รับผิดชอบ | ถังขยะประเภทที่ 1 | ถังขยะประเภทที่ 2 | ถังขยะประเภทที่ 3 | จำนวนถังขยะ (ใบ) | ปริมาณความจุรวมของถังขยะ (ตัน) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 17 | 79 | 64 | 160 | 30.576 |
| 2 | 38 | 125 | 48 | 211 | 39.038 |
| 3 | 38 | 167 | 80 | 285 | 53.265 |
| 4 | 14 | 223 | 93 | 330 | 61.690 |
| 5 | 25 | 137 | 37 | 199 | 36.527 |
| 6 | 11 | 196 | 43 | 250 | 45.771 |
| 7 | 41 | 273 | 95 | 409 | 75.718 |
| 8 | 19 | 173 | 60 | 252 | 46.722 |
| 9 | 50 | 265 | 65 | 380 | 69.551 |
| 10 | 69 | 218 | 75 | 362 | 66.713 |
| 11 | 37 | 245 | 35 | 317 | 57.339 |
| 12 | 30 | 152 | 40 | 222 | 40.698 |
| รวม | 389 | 2253 | 735 | 3,377 | 623.608 |

***หมายเหตุ****: ถังขยะประเภทที่ 1 = ถังโลหะทรงกลม ขนาดความจุ 200 ลิตร*

*ถังขยะประเภทที่ 2 = ถังพลาสติกทรงกลม ขนาดความจุ 200 ลิตร*

*ถังขยะประเภทที่ 3 = ถังพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม ขนาดความจุ 240 ลิตร*

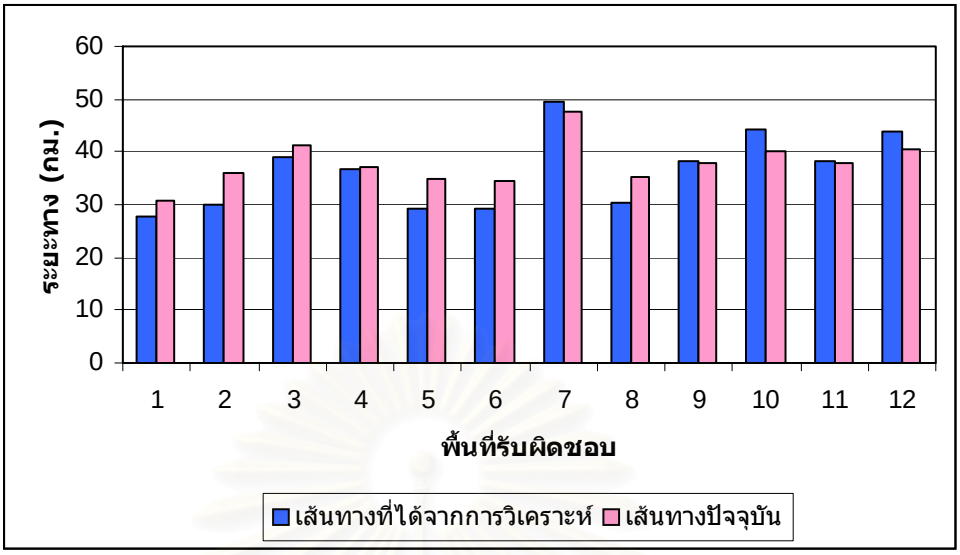
ผลการเปรียบเทียบการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบของเทศบาลฯ ปัจจุบันกับพื้นที่รับผิดชอบที่ได้จากการวิเคราะห์ ปรากฏว่า พื้นที่รับผิดชอบที่ได้จากการวิเคราะห์มีความต่อเนื่องกันมากกว่าพื้นที่รับผิดชอบเดิม ถึงแม้ว่า ผลการวิเคราะห์จะมีส่วนต่างของปริมาณขยะที่ต้องจัดเก็บในแต่ละเขตอยู่บ้างก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาด้านระยะทางร่วมด้วยแล้ว ความสมดุลด้านการทำงานจึงมีมากขึ้น กล่าวคือ ในพื้นที่รับผิดชอบที่ 5 และ 6 ถึงแม้ว่า จะมีปริมาณขยะที่ต้องจัดเก็บจำนวนมากแต่ระยะทางในการเดินรถสั้นกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 7, 11 และ 12 ที่จัดเก็บขยะในปริมาณน้อยกว่าแต่ต้องใช้ระยะทางการเดินรถที่มากกว่า

4.2.2.3 การกำหนดเส้นทางเดินรถในระบบถังคงที่ที่เหมาะสมและมีระยะทางสั้นที่สุด

เส้นทางเดินรถในระบบถังคงที่ ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst ผลลัพธ์ที่ได้เป็นเส้นทางเดินรถจัดเก็บขยะที่มีระยะการเดินทางสั้นที่สุด (ตารางที่ 4.11) ซึ่งมีทั้งหมด 12 เส้นทาง ตามจำนวนพื้นที่รับผิดชอบที่แบ่งแยกย่อยไว้ ซึ่งได้จัดทำเป็นแผนที่ พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างรายงานการเดินทางไว้ใน ภาคผนวก ฉ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับเส้นทางปัจจุบันที่เทศบาลตำบลแหลมฉบังใช้ดำเนินงานอยู่ (ตารางที่ 4.12) โดยจัดทำเป็นกราฟแท่ง ดังภาพที่ 4.11

***ตารางที่ 4.11*** *ผลการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดในระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังคงที่*

| พื้นที่รับผิดชอบ | หมายเลขรถ | ระยะทางจากโรงจอดรถถึงจุดเก็บขนขยะจุดแรก (กม.) | ระยะทางจากจุดเก็บขนขยะจุดแรกถึงจุดเก็บขยะจุดสุดท้าย (กม.) | ระยะทางจากจุดเก็บขนขยะจุดสุดท้ายถึงศูนย์กำจัดขยะ (กม.) | ระยะทางรวม (กม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 26 | 1.103 | 9.994 | 16.773 | 27.898 |
| 2 | 8 | 0.636 | 12.811 | 16.600 | 30.048 |
| 3 | 10 | 0.957 | 22.077 | 16.069 | 39.104 |
| 4 | 1 | 5.386 | 15.355 | 15.852 | 36.594 |
| 5 | 30 | 1.161 | 16.830 | 10.869 | 29.361 |
| 6 | 19 | 0.037 | 14.960 | 14.405 | 29.403 |
| 7 | 24 | 2.448 | 33.678 | 13.526 | 49.653 |
| 8 | 3 | 1.870 | 17.699 | 10.884 | 30.454 |
| 9 | 20 | 4.801 | 22.811 | 10.568 | 38.181 |
| 10 | 11 | 3.285 | 28.679 | 12.219 | 44.184 |
| 11 | 12 | 5.499 | 23.759 | 9.111 | 38.370 |
| 12 | 2 | 8.586 | 26.029 | 9.346 | 43.962 |
| รวม | | 35.769 | 244.682 | 156.222 | 437.212 |




***ภาพที่ 4.11*** *กราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้จากการวิเคราะห์กับเส้นทางปัจจุบันที่ดำเนินการอยู่*

จากภาพที่ 4.11 เส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์ ส่วนใหญ่มีระยะการเดินทางเก็บขนขยะมูลฝอยน้อยกว่าเส้นทางปัจจุบัน แต่ยังมีพื้นที่รับผิดชอบบางเขตที่มีระยะทางในการเดินทางสูงกว่าเส้นทางปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า ระยะทางในการเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละวันไม่ได้มีค่าใกล้เคียงกันทั้งหมด ทั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่รับผิดชอบใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากพื้นที่รับผิดชอบเดิม มีจุดเก็บขนขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้น รวมทั้งสภาพถนนในแต่ละพื้นที่ต่างกัน จึงมีผลต่อรูปแบบการจัดเส้นทางแตกต่างกัน ทำให้ระยะทางแตกต่างกันไปด้วย หากพิจารณาด้านความสมดุลของปริมาณงานในแต่ละวันแล้ว ต้องพิจารณาถึงระยะทางการเดินทางเก็บขนขยะมูลฝอยผนวกกับปริมาณขยะที่ต้องรับผิดชอบด้วย กล่าวคือ พื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 7, 10 และ 12 มีระยะทางเก็บขนมูลฝอยมากกว่าพื้นที่รับผิดชอบเขตอื่นๆ แต่มีปริมาณมูลฝอยที่ต้องจัดเก็บค่อนข้างน้อย เนื่องจากพื้นที่รับผิดชอบเป็นเขตที่พักอาศัยและทำการเกษตรกรรม มีพื้นที่บริเวณกว้าง และมีจุดเก็บขนมูลฝอยค่อนข้างมาก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นจุดเก็บขนมูลฝอยที่มีถังขยะตั้งอยู่เพียงหนึ่งใบ อีกทั้งการเดินทางไปยังพื้นที่รับผิดชอบต้องใช้ระยะการเดินทางมาก นอกจากนี้ ยังถูกบังคับด้วยสภาพถนน ดังเช่นพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 7 และ 10 ทั้งสองพื้นที่นี้ตั้งอยู่ในเขตชุมชนเมืองใหม่แหลมฉบัง ซึ่งมีโครงข่ายการจราจรเป็นถนนสี่เลนส์มีเกาะกลางถนน พนักงานขับรถจึงจำเป็นต้องขับรถวนไปมา เพื่อความสะดวกในการเก็บขยะของพนักงานประจำรถ ทำให้มีระยะการเดินทางรวมของแต่ละวันมาก ในขณะที่พื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 6 และ 9 มีระยะการเดินทางเก็บขนมูลฝอยค่อนข้างน้อย เพราะมีพื้นที่ไม่กว้างนัก แต่ต้องรับผิดชอบเก็บขนมูลฝอยจำนวนมาก

เนื่องจากเป็นเขตพาณิชยกรรม และมีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น ซึ่งถึงแม้จะมีพื้นที่ขนาดเล็กและมีจำนวนจุดเก็บขนมูลฝอยจำนวนน้อย แต่มักเป็นจุดเก็บขนมูลฝอยที่มีถังขยะตั้งอยู่มากกว่าหนึ่งใบ ทำให้ปริมาณขยะที่ต้องรับผิดชอบจัดเก็บของทั้งสองเขตนี้มีปริมาณมาก

***ตารางที่ 4.12*** *ผลการเปรียบเทียบระยะทางการเดินรถก่อนและหลังการกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่*

| พื้นที่รับผิดชอบ | หมายเลขรถ | ระยะทางการเดินทางหลังการจัดเส้นทาง (กม./วัน) | ระยะทางการเดินทางก่อนการจัดเส้นทาง (กม./วัน) | ผลต่างของระยะทาง (กม./วัน) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 26 | 27.898 | 30.779 | -2.881 |
| 2 | 8 | 30.048 | 36.128 | -6.080 |
| 3 | 10 | 39.104 | 41.363 | -2.259 |
| 4 | 1 | 36.594 | 37.172 | -0.578 |
| 5 | 30 | 29.361 | 34.827 | -5.466 |
| 6 | 19 | 29.403 | 34.639 | -5.236 |
| 7 | 24 | 49.653 | 47.740 | +1.913 |
| 8 | 3 | 30.454 | 35.196 | -4.742 |
| 9 | 20 | 38.181 | 37.719 | +0.462 |
| 10 | 11 | 44.184 | 40.141 | +4.043 |
| 11 | 12 | 38.370 | 38.010 | +0.360 |
| 12 | 2 | 43.962 | 40.385 | +3.577 |
| รวม | | 437.212 | 454.099 | -16.887 |

การเปรียบเทียบเส้นทางเดินรถก่อนและหลังการกำหนดเส้นทาง ได้ผลลัพธ์เป็นค่าส่วนต่างของระยะทางที่มีทั้งค่าบวกและค่าลบ ค่าบวก หมายถึง ระยะทางการเดินทางเก็บขนขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นจากเส้นทางเดิมที่เทศบาลฯ ดำเนินงานอยู่ และค่าลบ หมายถึง ระยะทางการเดินทางเก็บขนขยะมูลฝอยที่ลดลงหรือสั้นลง ซึ่งเป็นเหตุจากการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบแต่ละเขตใหม่ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงทำให้ผลต่างของเส้นทางเดิมกับเส้นทางใหม่ของรถแต่ละคันแตกต่างกันไป กล่าวคือ หลังจัดเส้นทางใหม่มีผลทำให้รถในระบบถังคงที่ 7 คัน มีระยะการเดินทางจัดเก็บขยะมูลฝอยสั้นลง -27.242 กิโลเมตรต่อวัน ส่วนรถอีก 5 คัน มี ระยะการเดินทางจัดเก็บขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้น +10.355 กิโลเมตรต่อวัน เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วผลต่างของระยะทางยังคงมีค่าเป็นลบ คือ -16.887 กิโลเมตรต่อวัน

ผลจากการวิเคราะห์ทั้ง 12 เส้นทาง มีระยะทางในการเดินทางจัดเก็บขยะมูลฝอยรวม 437.212 กิโลเมตรต่อวัน ส่วนเส้นทางปัจจุบันของเทศบาลฯ ที่ได้จากการสำรวจ มีทั้งหมด 12 เส้นทางเช่นเดียวกัน มีระยะทางในการเดินทางจัดเก็บขยะมูลฝอยรวม 494.099 กิโลเมตรต่อวัน เมื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน จะเห็นได้ว่าเส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์มีระยะทางที่สั้นกว่าเส้นทางปัจจุบัน คิดเป็นระยะทาง 16.887 กิโลเมตรต่อวัน เห็นได้ว่าการจัดเส้นทางใหม่ช่วยลดระยะทางเก็บขนขยะให้สั้นลง โดยยังคงให้บริการเก็บขนขยะมูลฝอยได้ครบทุกจุดเช่นเดิม นำมาซึ่งการประหยัดเวลาการปฏิบัติงาน ลดการสึกหรอของยานพาหนะและประหยัดพลังงานน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินทาง และยังมีปริมาณงานใกล้เคียงกัน ทั้งในแง่ของระยะทางและปริมาณมูลฝอย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

เทศบาลตำบลแหลมฉบังอยู่ในเขตพัฒนาตามโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นที่ตั้งท่าเรือพาณิชย์ เขตนิคมอุตสาหกรรม และสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ ก่อให้เกิดการลงทุนทางอุตสาหกรรมจำนวนมาก มูลฝอยในเขตเทศบาลนับวันจะมีปริมาณมากขึ้น มีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจของชุมชน หากไม่มีการดำเนินการเก็บรวบรวมไปกำจัดอย่างถูกต้องเหมาะสมแล้วจะก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมามากมาย การจัดการมูลฝอยปัจจุบันต้องอาศัยความรู้หลายด้านรวมทั้งเทคโนโลยีต่างๆ ในการรวบรวมและกำจัด ที่สำคัญ คือ ต้องมีการวางแผนในการเก็บขนมูลฝอยที่ดี การจัดเส้นทางเดินรถเก็บขยะให้ถูกต้องเหมาะสม นับเป็นขั้นตอนสำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้การเก็บขนขยะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนอกจากไม่ทำให้เกิดปัญหามูลฝอยตกค้างแล้ว ยังสามารถประหยัดงบประมาณ และสามารถขยายขอบเขตของการปฏิบัติงานครอบคลุมพื้นที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถที่ใช้ได้กับงานแทบทุกๆ ด้าน โดยเฉพาะระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการรวบรวมสารสนเทศ เพื่อสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ อีกทั้งยังสามารถจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของข้อมูลกราฟิกร่วมกับข้อมูลตามลักษณะให้อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลแบบเดียวกันได้ นำไปสู่การวางแผนเชิงพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพ การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย เป็นการนำเอาซอฟต์แวร์ทางด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลตามที่ได้ออกแบบไว้ รวมถึงการจัดเส้นทางเดินรถใหม่ ด้วยการวิเคราะห์โครงข่าย ผลการวิเคราะห์ที่ได้นอกจากมีส่วนช่วยในการปรับปรุงระบบงาน เพิ่มประสิทธิภาพ และลดความซ้ำซ้อนแล้ว ยังลดระยะทางการเก็บขนขยะมูลฝอย อันนำมาซึ่งการประหยัดค่าใช้จ่ายและพลังงานได้ด้วย

แนวเหตุผลของงานวิจัย คือ การนำเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย ซึ่งเป็นเทคโนโลยีด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มาใช้ในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมต่อการเก็บขนขยะมูลฝอย

วิธีการดำเนินการวิจัยเริ่มด้วยการศึกษาการดำเนินงานด้านการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบังและรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาออกแบบและจัดทำฐานข้อมูลเส้นทางคมนาคม จุดเก็บขนขยะมูลฝอย รวมทั้งข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเส้นทางเดินรถ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูล โดยแยกออกเป็น 2 ระบบ ตามระบบการเก็บขนมูลฝอย คือ ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ และระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ ซึ่งการวิเคราะห์เริ่มจากการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบให้รถแต่ละคันก่อน การแบ่งพื้นที่รับผิดชอบจัดเก็บขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่จะพิจารณาถึงความสมดุลของจำนวนเที่ยวในการเดินรถในแต่ละสัปดาห์เป็นเกณฑ์ และวิเคราะห์ด้วยการปรับเทียบค่าในตารางข้อมูล ส่วนในระบบถังคงที่ใช้ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันเป็นเกณฑ์ โดยใช้คำสั่ง ALLOCATE ในมอดูล ARCPLOT ของโปรแกรม Arc/Info 8.2.0 ต่อมาจึงวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินรถของระบบเก็บขนมูลฝอยทั้งสองระบบด้วยฟังก์ชัน Find Best Route ของโปรแกรม ArcView Network Analyst 1.0b และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นเส้นทางการเดินทางเก็บขนขยะมูลฝอยของพื้นที่รับผิดชอบแต่ละเขตพร้อมทั้งระยะทางรวมที่ใช้ในการเดินทาง ในรูปแบบตาราง แผนที่ และรายงานเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอย

ผลการศึกษาด้านการดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง พบว่า มีพื้นที่รับบริการเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมด 82.848 ตารางกิโลเมตร ให้บริการในลักษณะร่วมกันกับบริษัทเอกชน วิธีการดำเนินงานจัดเก็บขยะแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบถังคงที่ และระบบถังเคลื่อนที่ รถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้งานปัจจุบันมีทั้งหมด 15 คัน แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ รถบรรทุกเปิดข้างเทท้าย 4 คัน รถกระบะเปิดข้าง 1 คัน รถบรรทุกอัดท้าย 8 คัน รถบรรทุกคอนเทนเนอร์ 2 คัน รถที่ใช้ปฏิบัติงานประจำเขตรับผิดชอบมีจำนวน 14 คัน ส่วนอีก 1 คันเป็นรถสำรองเก็บขยะมูลฝอยแทนคันที่หยุดและใช้งานในพื้นที่ที่มีการร้องเรียน รถทุกคันปฏิบัติงานสัปดาห์ละ 6 วัน โดยมีวันหยุดสลับกันไป สถานที่จอดรถตั้งอยู่บริเวณสี่แยกอ่าวอุดม ห่างจากเทศบาลฯ ประมาณ 4 กิโลเมตร ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการปฏิบัติงานในแต่ละวัน และศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยตั้งอยู่ห่างจากเทศบาลฯ ประมาณ 15 กิโลเมตร มีการกำจัดขยะแบบฝังกลบทุกวันตามหลักสุขาภิบาล มีเนื้อที่ทั้งหมด 238 ไร่ ใช้กำจัดขยะไปแล้ว 60 ไร่ คาดว่าจะสามารถกำจัดขยะได้ต่อไปอีก 20 ปี ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยมี 4 ชนิด คือ ถังพลาสติกทรงกลม มีจำนวนมากที่สุด รองลงมาเป็นถังพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม ถังโลหะทรงกลม และถังคอนเทนเนอร์ขนาดใหญ่ ตามลำดับ ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่มีขนาดเล็กจะตั้งอยู่ตามริมถนน ซึ่งพบมากในเขตชุมชนที่มีบ้านเรือนหนาแน่น และกระจายอยู่ตามถนนสายต่างๆ ทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา ยกเว้นถนนในเขตบริเวณนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบังที่ไม่มีบ้านพักอาศัย ส่วนภาชนะรองรับ

มูลฝอยขนาดใหญ่หรือถังคอนเทนเนอร์ ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีมูลฝอยปริมาณมาก คือ โรงงานอุตสาหกรรม ท่าเรือ ตลาดสด และชุมชนของการเคหะ

ผลการออกแบบฐานข้อมูล ได้จัดทำเป็นตารางแสดงความสัมพันธ์ พร้อมทั้งจัดการตารางด้วยการกำหนดกุญแจหลัก (primary key) และกุญแจนอก (foreign key) เพื่อช่วยในการจัดลำดับข้อมูลในตาราง รวมกลุ่มข้อมูลต่างๆ ในตารางได้ง่าย และเชื่อมต่อตารางต่างๆ เข้าด้วยกัน ทั้งนี้ การออกแบบฐานข้อมูลมุ่งเน้นความเร็วในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลัก เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีจำนวนค่อนข้างมาก หากไม่มีการออกแบบฐานข้อมูลที่ดีแล้ว จะมีผลกับเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้น จึงออกแบบให้ข้อมูลตามลักษณะที่เป็นปัจจัยในการวิเคราะห์เชื่อมกับข้อมูลกราฟิกโดยตรง ส่วนข้อมูลที่เป็นรายละเอียดเพิ่มเติมกำหนดให้เชื่อมกับตารางข้อมูลตามลักษณะได้โดยใช้กุญแจหลัก นอกจากนี้ ยังจัดทำพจนานุกรมข้อมูลเพื่อแสดงรายละเอียดโครงสร้างของตารางต่างๆ ในฐานข้อมูลด้วย

ผลการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อการกำหนดเส้นทางเดินรถที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

1. ฐานข้อมูลกราฟิก ประกอบด้วย coverage ถนน และ shapefile จุดเก็บขนมูลฝอย โรงจอดรถ ศูนย์กำจัดขยะ สถานที่สำคัญ และขอบเขตการปกครอง

2. ฐานข้อมูลตามลักษณะ ประกอบด้วย ตารางข้อมูลตามลักษณะที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลกราฟิกต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งที่สามารถเชื่อมกับข้อมูลกราฟิกได้โดยตรง และนำมาเชื่อมกันโดยใช้กุญแจหลัก และกุญแจนอก

ผลการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบในระบบถังเคลื่อนที่ ได้นำขอบเขตพื้นที่รับผิดชอบเดิมมาปรับปรุงใหม่ ด้วยการพิจารณาจำนวนเที่ยวและระยะการเดินทางรวมของรถแต่ละคันให้มีความสมดุลกัน รถที่ใช้ในระบบถังเคลื่อนที่มีจำนวน 2 คัน รับผิดชอบเก็บขนขยะมูลฝอยตามสถานที่ต่างๆ ที่มีขยะปริมาณมาก ทั้งหมด 21 จุด มีจำนวนเที่ยวการเดินรถรวมทั้งหมด 66 เที่ยวต่อสัปดาห์ จากการศึกษาพบว่า รถทั้งสองคันเก็บขนขยะคันละ 33 เที่ยวต่อสัปดาห์เท่าเทียมกันสอดคล้องตามเกณฑ์ที่นำมาใช้ เมื่อพิจารณาระยะการเดินทางที่สั้นที่สุดพบว่า รถทั้งสองคันมีระยะทางการเดินทางแตกต่างกัน 19.591 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ดังนั้น จึงควรปรับจุดเก็บขนขยะในความรับผิดชอบเสียใหม่ โดยแลกเปลี่ยนหน้าที่รับผิดชอบกันในบางจุด คือ บริเวณพลาซ่าไร่หนึ่งและตลาดแหลมฉบัง ซึ่งผลที่ได้ทำให้ระยะการเดินทางรวมของรถทั้งสองคันใกล้เคียงกันมากขึ้น คือ รถหมายเลข 9 รับผิดชอบจัดเก็บขนขยะมูลฝอย 12 จุด มีระยะการเดินทางรวม 615.061

กิโลเมตรต่อสัปดาห์ และรถหมายเลข 27 รับผิดชอบจัดเก็บขนขยะมูลฝอย 9 จุด มีระยะการเดินทางรวม 617.573 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ระยะทางของรถทั้งสองคันต่างกันน้อยลงเหลือเพียง 2.512 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ในขณะที่ยังมีจำนวนเที่ยวการเดินรถในความรับผิดชอบเท่ากันเช่นเดิม ทำให้หลังการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบใหม่รถทั้งสองคันมีระยะทางต่างน้อยลงจากเดิม 17.079 กิโลเมตรต่อสัปดาห์

ผลการกำหนดเส้นทางเดินรถในระบบถังเคลื่อนที่ ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst ภายใต้ขั้นตอนวิธีของ Dijkstra โดยใช้ปัจจัยทางด้านระยะทางเป็นปัจจัยในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินรถ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นเส้นทางเดินรถทั้งหมด 21 เส้นทาง สอดคล้องกับจำนวนถังมูลฝอยที่ตั้งไว้ตามสถานที่ต่างๆ แห่งละหนึ่งถัง เนื่องจากรถบรรทุกคอนเทนเนอร์สามารถบรรทุกถังคอนเทนเนอร์ได้เพียงหนึ่งถังต่อเที่ยว โดยรถทั้งสองคันมีระยะการเดินทางเก็บขนขยะที่สั้นที่สุดรวม 1,232.663 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะทางที่สั้นลงกว่าเส้นทางเดิมที่เทศบาลตำบลแหลมฉบังใช้ดำเนินงานปัจจุบัน เท่ากับ 195.798 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ เส้นทางที่มีระยะการเดินทางมากที่สุด คือ ตลาดเกษตรรวมใจ รองลงมาเป็นตลาดสี่มุมเมือง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีขยะปริมาณมาก จึงต้องจัดเก็บถังมูลฝอยทุกวัน อีกทั้งยังตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยมาก อย่างไรก็ตาม ระยะทางในการเดินรถจัดเก็บขยะมูลฝอยในแต่ละเที่ยวนั้น ขึ้นอยู่กับความใกล้ไกลของระยะทางระหว่างโรงจอดรถไปยังที่ตั้งถังมูลฝอย และระยะทางจากที่ตั้งถังมูลฝอยไปยังศูนย์กำจัดขยะ ส่วนระยะทางการเดินรถจัดเก็บขยะมูลฝอยในแต่ละสัปดาห์จะขึ้นอยู่กับความถี่ในการเก็บถังมูลฝอย

ผลการประเมินปริมาณขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ ได้จากการวิเคราะห์แบบตาราง โดยนำอัตราการผลิตมูลฝอยของประชากรมาคำนวณหาปริมาณขยะของชุมชนในแต่ละวัน จากนั้นจึงหาค่าเฉลี่ยปริมาณขยะในถังขยะของแต่ละชุมชน และนำข้อมูลที่ได้จัดเก็บในตารางข้อมูลตามลักษณะของถนน เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์แบ่งเขตรับผิดชอบต่อไป ซึ่งปริมาณขยะที่ได้คำนวณจากประชากรตามทะเบียนราษฎร์ มีจำนวนทั้งหมด 40,990 ตันต่อวัน แต่เมื่อรวมประชากรแฝงด้วยแล้ว ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในพื้นที่จะมีทั้งหมดประมาณ 100 ตันต่อวัน ทั้งนี้ ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นนอกจากจะสัมพันธ์กับจำนวนประชากรแล้ว ยังสัมพันธ์กับลักษณะของชุมชนด้วย กล่าวคือ ชุมชนเกษตรกรรมจะมีปริมาณมูลฝอยน้อยกว่าชุมชนอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม เมื่อพิจารณาถึงความเพียงพอของถังขยะและรถเก็บขนขยะมูลฝอย พบว่า กับจำนวนถังขยะที่ทางเทศบาลตำบลแหลมฉบัง ให้บริการทั่วทั้งพื้นที่นั้น สามารถรองรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในพื้นที่ได้ทั้งหมด ส่วนรถที่ใช้เก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ปัจจุบัน มีจำนวนทั้งหมด

12 คัน หากเก็บขนขยะเต็มความสามารถทุกคัน จะจัดเก็บขยะได้ทั้งหมด 100.12 ตันต่อวัน ทั้งนี้ยังไม่รวมรถสำรองอีกหนึ่งคัน นับได้ว่าจำนวนรถเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบังมีจำนวนเพียงพอที่จะจัดเก็บขยะที่เกิดขึ้นแต่ละวันได้

ผลการกำหนดพื้นที่รับผิดชอบในระบบถังคงที่ ใช้ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นแต่ละวันเป็นเกณฑ์ โดยพิจารณาความเหมาะสมของปริมาณมูลฝอยกับขนาดความจุของรถ การแบ่งพื้นที่รับผิดชอบได้จากการใช้คำสั่ง ALLOCATE ในโปรแกรม Arc/Info ผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 12 เขตย่อย ตามจำนวนรถที่ใช้จัดเก็บขยะในปัจจุบัน ต่อมาจึงปรับพื้นที่รับผิดชอบบางส่วนให้มีจุดเก็บขนขยะใกล้เคียงกันมากขึ้น โดยคำนึงถึงสภาพการจราจรร่วมด้วย ทั้งนี้ ปริมาณขยะที่ใช้ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบเป็นปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากประชากรตามทะเบียนราษฎร์ ไม่รวมถึงปริมาณขยะอันเกิดจากประชากรแฝง ปริมาณขยะที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละเขตจึงไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของรถ กล่าวได้ว่ารถทุกคันสามารถจัดเก็บขยะได้หมดทั้งพื้นที่ในการเดินรถเพียงหนึ่งเที่ยวต่อวัน ซึ่งในการปฏิบัติงานจริงหากรถไม่สามารถจัดเก็บขยะได้ทั้งหมดภายในหนึ่งเที่ยว กำหนดให้จุดเก็บขนขยะจุดถัดไปจากจุดสุดท้ายในเที่ยวแรก เป็นจุดเก็บขนขยะจุดแรกในเที่ยวที่สอง และถึงแม้ว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีส่วนต่างของปริมาณขยะที่ต้องจัดเก็บในแต่ละเขตอยู่บ้างก็ตาม แต่พื้นที่รับผิดชอบใหม่ที่ได้ มีความต่อเนื่องกันมากกว่าพื้นที่รับผิดชอบเดิมที่ทางเทศบาลตำบลแหลมฉบัง ดำเนินงานอยู่ ดังนี้จึงช่วยลดปัญหาการซ้ำซ้อนของพื้นที่รับผิดชอบ และเพิ่มความสะดวกในการการเดินรถเพื่อจัดเก็บขยะมากยิ่งขึ้น

ผลการกำหนดเส้นทางเดินรถจัดเก็บขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst และใช้ปัจจัยด้านระยะทางเช่นเดียวกับการจัดเก็บขยะในระบบถังเคลื่อนที่ หากแต่ว่าในระบบถังคงที่นี้ มีจำนวนจุดเก็บขนขยะมูลฝอยมากกว่าในระบบถังเคลื่อนที่ ซึ่งมีจุดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมด 1,881 จุด และมีถังรองรับมูลฝอยจำนวนมากถึง 3,377 ใบ ดังนั้น การกำหนดเส้นทางในแต่ละพื้นที่รับผิดชอบ จึงต้องจัดลำดับจุดเก็บขนมูลฝอยให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรด้วย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้เส้นทางเดินรถทั้งหมด 12 เส้นทาง ตามจำนวนพื้นที่รับผิดชอบ มีระยะทางรวมทั้งหมด 437.212 กิโลเมตรต่อวัน ผลการเปรียบเทียบเส้นทางเดินรถก่อนและหลังการกำหนดเส้นทางในพื้นที่รับชอบแต่ละเขต ได้ผลลัพธ์เป็นค่าส่วนต่างของระยะทางที่มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่รับผิดชอบ และความแตกต่างของสภาพถนนในแต่ละพื้นที่ แต่เมื่อพิจารณาระยะทางโดยรวมทุกเส้นทางแล้ว พบว่า เส้นทางเดิมก่อนการจัดเส้นทางมีระยะทางรวมทั้งหมด 494.099 กิโลเมตรต่อวัน ซึ่งเป็นระยะทางที่มากกว่าเส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์ คิดเป็นระยะทาง 16.887 กิโลเมตร

ต่อวัน ทั้งนี้ ระยะทางในการเดินรถจัดเก็บขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ของพื้นที่รับผิดชอบแต่ละเขต ขึ้นอยู่กับจำนวนจุดเก็บขนขยะมูลฝอย และสภาพการจราจรในพื้นที่

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. พื้นที่ที่ทำการศึกษาวิจัยนี้มีการจราจรไม่คับคั่งมากนัก มีไฟสัญญาณจราจรเพียงสองแห่ง ดังนั้น จึงไม่ได้นำปัจจัยด้านระยะเวลาในการเดินทางมาวิเคราะห์ด้วย ซึ่งหากนำเทคนิควิธีวิเคราะห์นี้ไปใช้กับพื้นที่อื่นที่มีการจราจรคับคั่ง ควรเก็บข้อมูลของเวลาในการเดินทางมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผลลัพธ์ของเส้นทางที่ได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. ในพื้นที่ศึกษาเทศบาลตำบลแหลมฉบังมีประชากรแฝงจำนวนมาก เนื่องจากเป็นเมืองอุตสาหกรรมที่มีแรงงานต่างถิ่นเข้าและออกอยู่ตลอดเวลา จึงไม่ทราบถึงจำนวนที่แน่นอน ในอนาคตหากมีการเก็บข้อมูลในส่วนนี้ได้มากขึ้น จะทำให้การประเมินปริมาณมูลฝอยมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งนำมาสามารถวิเคราะห์หาจำนวนเที่ยวในการเดินรถในระบบถังคงที่ได้

3. โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงข่ายมีคุณสมบัติ และข้อจำกัดในการใช้งานแตกต่างกันไป ควรศึกษาและพิจารณาก่อนนำมาใช้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามความต้องการมากที่สุด เช่น โปรแกรม ArcView สามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็ว และสะดวกในการใช้งาน ในกรณีที่โครงข่ายมีขนาดไม่ใหญ่มาก ส่วนโปรแกรม Arc/Info สามารถกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ได้มากกว่า และวิเคราะห์โครงข่ายขนาดใหญ่ได้รวดเร็ว แต่การใช้งานยังไม่สะดวกนัก

4. ข้อมูลด้านการเก็บรวบรวมขยะมักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอๆ ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงานสูงสุด ควรปรับปรุงฐานข้อมูลและเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบันเสมอ

5. ในการศึกษาครั้งต่อไป หากนำฐานข้อมูลเพื่อการกำหนดเส้นทางเดินรถนี้ ไปพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถแก้ไข เรียกใช้ และค้นคืนข้อมูลได้ง่าย พร้อมทั้งมีภาพ และแผนที่ประกอบ จะช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านโปรแกรมในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สนใจที่จะใช้งานมากขึ้น

# รายการอ้างอิง


ภาษาไทย

กฤษดา ทองอุดม. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดเส้นทางเก็บขนมูลฝอย กรณีศึกษา : เทศบาลตำบลประชาธิปัตย์ จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ คณะทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2544.

กองวิชาการและแผนงาน. แผนพัฒนาประจำปี 2545 ของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง. งานวิเคราะห์นโยบายและแผน, 2545.

เกริกพงษ์ ชาญประทีป และคณะ. การวางแผนการเก็บขนขยะมูลฝอยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. การประชุมใหญ่ทางวิชาการหัวข้อเทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2532.

เกศรัชฎา กลั่นกรอง. การจัดเส้นทางเดินที่เหมาะสมของรถเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อ ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ : กรณีศึกษากรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ชม โพธิ์งาม. พนักงานขับรถยนต์ งานรักษาความสะอาด เทศบาลตำบลแหลมฉบัง. สัมภาษณ์. 21 มกราคม 2546.

ชิดชนก เหลือสินทรัพย์. Analysis & Design of Algorithms. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ดี แอล เอส, 2543.

ณรงค์ บุบผา. หัวหน้าส่วนช่างสุขาภิบาล สำนักการช่าง เทศบาลตำบลแหลมฉบัง. สัมภาษณ์ . 7 มีนาคม 2546.

ณัฐ อารีกุล. การจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ดวงแก้ว สวามิภักดิ์. ระบบฐานข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เอช-เอน การพิมพ์, 2533.

ธวัชชัย วีระพงษ์. พนักงานขับรถยนต์ งานรักษาความสะอาด เทศบาลตำบลแหลมฉบัง. สัมภาษณ์. 28 มกราคม 2546.

นวรัตน์ อนันต์ชื่น. ทฤษฎีกราฟ I. เอกสารประกอบการเรียน ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2540.

นวลวรรณ โตรักษา. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อช่วยในการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอย กรณีศึกษา : จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ คณะทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2537.

นเรศ ผิวอ่อน. หัวหน้างานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลแหลมฉบัง . สัมภาษณ์. 15 ตุลาคม 2545.

ปฏิมากร สระแก้ว. การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผนก่อนการสำมะโนประชากร กรณีศึกษา-เทศบาลเมืองชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ปรีดา แย้มเจริญวงศ์. การจัดการขยะมูลฝอย คณะสาธารณสุขศาสตร์. ขอนแก่น :โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2531.

พัชรี หอวิจิตร. การจัดการขยะมูลฝอย . คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2529.

พิชิต สกุลพราหมณ์. การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม (Environmental Sanitation). พิมพ์ครั้งที่ 4 . กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531.

ไพศาล ผดุงศิริกุล. การจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลจังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์ เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยามหิดล, 2537.

ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน . Available from: http://rir3.royin.go.th/ridictionary/lookup.html (2003, Feb 8).

เรียนรู้โปรแกรม ArcView Network Analyst. Available from: http://www.gis2me.com/learn/network/chap00.html (2003, June 4).

วศิน สินธุภิญโญ. โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับแนะนำเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทาง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

วัฒนชัย พงษ์นาค. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการประเมินและการวางแผนการใช้ที่ดินทางการเกษตร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. (มีนาคม 2539) : 46-53.

สมจิต ปิยะศิลป์. การจัดการมูลฝอยในพื้นที่ท่องเที่ยว : กรณีศึกษาในเกาะสมุย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สถาบันพาณิชยนาวีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. รายงานผลงานวิจัยเรื่องโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิเพื่อการค้าการขนส่ง. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สมพร สง่าวงศ์. เอกสารประกอบการเรียน-การสอน วิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2544.

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ : หลักการเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2542.

สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์. การเก็บขนมูลฝอยและวิธีการกำหนดเส้นทางการวิ่งเก็บขนมูลฝอย. เอกสารประกอบการฝึกอบรมทางวิชาการเรื่องการจัดการมูลฝอย 19-23 กันยายน, 2531.

สุวรรณา อัศวพัฒนากูล. การวิเคราะห์ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยของเขตบางเขน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

สำราญ มีสมจิตร. การวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนเมืองขนาดเล็กในภาคใต้ : กรณีศึกษาเทศบาลเมืองพัทลุง. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540.

อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล. การใช้วิธีฮิวริสติกแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในการเก็บขนขยะมูลฝอยในพื้นที่บางเขน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

อับดลเหลาะ เบ็ญนุ้ย และรัตนา ทองย้อย. การวางแผนจัดเก็บและขนส่งขยะมูลฝอยในเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลา, 2541.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Burrough, P.A. Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment. Britain: Oxford Science Publications, 1986.

BronsVeld, K. GIS : When and Why. In the Proceeding of DLD-ITC Workshop on GIS and RS Natural Resources Management by ILWIS. November 25-27, 1992 Pattaya, Thailand. P.9.1-9.5.

Chartrand G. and Ollermann, O.R. Applied and Algorithmic Graph Theory. New York : McGraw-Hill 1993.

Date C.J. An Introduction to Database Systems. 2nd Edition. (n.p.): Addison-Wesley, 1986.

Department of Civil Engineering and Operations Research. Shortest Path Algorithm Part II Dijkstra... . 1996. Available from: http://www.princeton.edu/-alaink/lab8_html/lab8.html (2002, Sep 18).

ESRI, Using the ArcView Network Analyst. United States of America, 1996.

Chunithipaisan G.,and et.al. The Integration of spatial datasets for network analysis operations. Department of Geomatics University of Newcastle upon Tyne. Newcastle, UK., 2546.

Nielsen O.A., GIS-based method for establishing the data foundation for traffic models. Department of Planning Technical University of Denmark 2002.

George T., and et. al. Solid Waste; Engineering, Principles and Management. Issues. New York: Mc Graw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, 1977.

Westen .Introduction to Geographical Information Systems with special emphasis on the ILWIS system, ILW 19, ITC, Enschede. The Netherlands, 1996.

# ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก

## พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# **พจนานุกรมข้อมูล** (Data Dictionary)

## 1. **ฐานข้อมูลถนน**

ชื่อแฟ้มข้อมูล : ROAD

ลักษณะของข้อมูล : LINE

ชื่อตาราง : ROAD.AAT

คำอธิบายของตาราง : เส้นทางถนนภายในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| FNODE# | Numeric | 4 | - | หมายเลขจุดต่อของจุดเริ่มต้นเส้น |
| TNODE# | Numeric | 4 | - | หมายเลขจุดต่อของจุดปลายเส้น |
| LPOLY# | Numeric | 4 | - | หมายเลขรูปปิดทางด้านซ้าย |
| RPOLY# | Numeric | 4 | - | หมายเลขรูปปิดทางด้านขวา |
| LENGTH | Numeric | 12 | 3 | ความยาวของเส้น |
| ROAD# | Numeric | 4 | - | รหัสถนนที่โปรแกรมกำหนด |
| ROAD_ID | Numeric | 4 | - | รหัสถนนที่ผู้ใช้กำหนด |
| ROAD_NO | Numeric | 8 | - | หมายเลขประจำถนน |
| ROAD_NAME | Character | 50 | - | ชื่อถนน |
| GARBAGE | Numeric | 10 | 3 | ปริมาณขยะบนถนน (กก./วัน) |
| *ONE_WAY | Character | 2 | - | รหัสของสภาพถนน |
| *VILLAGE_ID | Numeric | 8 | - | รหัสของหมู่บ้าน |

## 2. **ฐานข้อมูลสภาพของถนน**

ชื่อตาราง : ROAD_CONDITION.DBF

คำอธิบายของตาราง : สภาพของถนนแต่ละเส้น

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| ONE_WAY | Character | 2 | - | รหัสของสภาพถนน |
| COND_DESC | Character | 60 | - | คำอธิบายของสภาพถนน |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รหัสของสภาพถนน

| รหัส | คำอธิบาย |
|---|---|
| FT | เป็นถนนที่เดินรถได้ทางเดียว โดยเดินรถได้จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายของเส้น |
| TF | เป็นถนนที่เดินรถได้ทางเดียว โดยเดินรถได้จากจุดปลายมายังจุดเริ่มต้นของเส้น |
| N | เป็นถนนที่ห้ามเดินทางผ่าน |
| None or Other | เป็นถนนที่รถยนต์วิ่งสวนกันได้ |

**3. ฐานข้อมูลรายละเอียดของถนน**

ชื่อตาราง : ROAD_DESC.DBF

คำอธิบายของตาราง : รายละเอียดของถนนแต่ละเส้น

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| ROAD_NO | Numeric | 8 | - | หมายเลขประจำถนน |
| RD_WIDTH | Character | 10 | - | ความกว้างของถนน |
| RD_SURFACE | Character | 4 | - | ประเภทพื้นผิวถนน |
| PIPE_SIZE | Character | 10 | - | ขนาดท่อระบายน้ำ |
| ELECT_POLE | Character | 1 | - | เสาไฟฟ้าริมถนน |
| FT_GARBAGE | Numeric | 10 | 3 | ปริมาณขยะ (กก./วัน) ของถนนฝั่งซ้าย |
| TF_GARBAGE | Numeric | 10 | 3 | ปริมาณขยะ (กก./วัน) ของถนนฝั่งขวา |
| FT_BIN | Numeric | 5 | - | จำนวนถังขยะที่ตั้งอยู่บนถนนฝั่งซ้าย |
| TF_BIN | Numeric | 5 | - | จำนวนถังขยะที่ตั้งอยู่บนถนนฝั่งขวา |

**4. ฐานข้อมูลชุมชน**

ชื่อแฟ้มข้อมูล : VILLAGE.SHP

ลักษณะของข้อมูล : POLYLINE

ชื่อตาราง : VILLAGE.DBF

คำอธิบายของตาราง : ขอบเขตการปกครองระดับชุมชน

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| VILLAGE_ID | Numeric | 8 | - | รหัสของชุมชน |
| NAME_THAI | Character | 12 | - | ชื่อชุมชน |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| VILLAGE_NO | Numeric | 8 | - | หมายเลขหมู่บ้าน |
| TAMBON | Character | 12 | - | ชื่อตำบล |
| AMPHOE | Character | 12 | - | ชื่ออำเภอ |
| HOUSEHOLD | Numeric | 5 | - | จำนวนครัวเรือน |
| HOUSE | Numeric | 5 | - | จำนวนบ้าน |
| PEOPLE | Numeric | 5 | - | จำนวนประชากรในชุมชน |
| GARBAGE | Numeric | 8 | 3 | ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น (กก./วัน) |

**5. ฐานข้อมูลจุดเก็บขนมูลฝอยในระบบถังคงที่**

ชื่อแฟ้มข้อมูล : STOP.SHP

ลักษณะของข้อมูล : POINT

ชื่อตาราง : STOP.DBF

คำอธิบายของตาราง : จุดเก็บขนมูลฝอยในระบบถังคงที่

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| STOP_NO | Numeric | 4 | - | หมายเลขจุดเก็บขนมูลฝอย |
| LABEL | Numeric | 8 | - | ลำดับจุดเก็บขนมูลฝอย |
| BIN_TYPE1 | Numeric | 4 | - | จำนวนถังขยะโลหะทรงกลม |
| BIN_TYPE2 | Numeric | 4 | - | จำนวนถังขยะพลาสติกทรงกลม |
| BIN_TYPE3 | Numeric | 4 | - | จำนวนถังขยะพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม |
| TOTAL_BIN | Numeric | 4 | - | จำนวนถังขยะทั้งหมดที่ตั้งอยู่รวมกัน ณ จุดเก็บขนหนึ่งจุด |
| TOTAL_CAPACITY | Numeric | 8 | 3 | ปริมาณความจุรวมของถังขยะ (ตัน) |
| *ROUTE_ID | Numeric | 8 | - | รหัสของพื้นที่รับผิดชอบ |

**6. ฐานข้อมูลจุดเก็บขนมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่**

ชื่อแฟ้มข้อมูล : CONTAINER.SHP

ลักษณะของข้อมูล : POINT

ชื่อตาราง : CONTAINER.DBF

คำอธิบายของตาราง : จุดเก็บขนมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| CONTAINER_ID | Numeric | 8 | - | รหัสของถังคอนเทนเนอร์ |
| LOCATE | Character | 32 | - | ชื่อสถานที่ตั้งถังคอนเทนเนอร์ |
| EAST (X) | Numeric | 8 | - | ค่าพิกัดในแนวแกน X |
| NORTH (Y) | Numeric | 8 | - | ค่าพิกัดในแนวแกน Y |
| TOTAL | Numeric | 4 | - | จำนวนถังที่ตั้ง ณ จุดเก็บขนขยะหนึ่งจุด |
| TOTAL_CAPACITY | Numeric | 8 | 3 | ปริมาณความจุรวมของถังขยะ (ตัน) |

**7. ฐานข้อมูลสถานที่จอดรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย**

ชื่อแฟ้มข้อมูล : STARTING_POINT.SHP

ลักษณะของข้อมูล : POINT

ชื่อตาราง : STARTING_POINT.DBF

คำอธิบายของตาราง : สถานที่จอดรถยนต์เก็บขนมูลฝอย

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| START_ID | Numeric | 4 | - | รหัสของจุดที่กำหนดโดยผู้ใช้ |
| LABEL | Character | 32 | - | ชื่อสถานที่ |
| EAST (X) | Numeric | 8 | - | ค่าพิกัดในแนวแกน X |
| NORTH (Y) | Numeric | 8 | - | ค่าพิกัดในแนวแกน Y |

**8. ฐานข้อมูลศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง**

ชื่อแฟ้มข้อมูล : END_POINT.SHP

ลักษณะของข้อมูล : POINT

ชื่อตาราง : END_POINT.DBF

คำอธิบายของตาราง : ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| ENDPOINT_ID | Numeric | 4 | - | รหัสของจุดที่กำหนดโดยผู้ใช้ |
| LABEL | Character | 32 | - | ชื่อสถานที่ |
| EAST (X) | Numeric | 8 | - | ค่าพิกัดในแนวแกน X |
| NORTH (Y) | Numeric | 8 | - | ค่าพิกัดในแนวแกน Y |

**9. ฐานข้อมูลรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย**

ชื่อตาราง : LORRY.DBF

คำอธิบายของตาราง : รถยนต์เก็บขนขยะมูลของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| LORRY_NO | Numeric | 1 | - | หมายเลขรถยนต์เก็บขนมูลฝอย |
| *LORRY_TYPE_ID | Numeric | 1 | - | รหัสของประเภทรถยนต์ |
| *CAPACITY_ID | Numeric | 1 | - | รหัสค่าความจุของรถยนต์ |
| LORRY_LICENSE | Character | 8 | - | หมายเลขทะเบียนของรถยนต์ |

**10. ฐานข้อมูลรายละเอียดความจุของรถยนต์เก็บขนมูลฝอย**

ชื่อตาราง : CAPACITY OF LORRY.DBF

คำอธิบายของตาราง : รายละเอียดของความจุของรถยนต์เก็บขนมูลฝอย

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| CAPACITY_ID | Numeric | 1 | - | รหัสค่าความจุของรถยนต์ |
| CAPACITY | Character | 20 | - | ความจุของรถยนต์ (ตัน) |

ความจุของรถยนต์ (ตัน)

| รหัส | คำอธิบาย |
|---|---|
| 1 | ความจุ 6.76 ตัน |
| 2 | ความจุ 10.18 ตัน |
| 3 | ความจุ 2.65 ตัน |
| 4 | ความจุ 6.19 ตัน |
| 5 | ความจุ 8.85 ตัน |
| 6 | ความจุ 10.62 ตัน |
| 7 | ความจุ 7.08 ตัน |

## 11. ฐานข้อมูลประเภทของรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย

ชื่อตาราง : LORRY TYPE.DBF

คำอธิบายของตาราง : ประเภทของรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| LORRY_TYPE_ID | Numeric | 1 | - | รหัสของประเภทรถยนต์ |
| LORRY_DESC | Character | 30 | - | รายละเอียดของรถยนต์แต่ละประเภท |

รายละเอียดของประเภทรถยนต์

| รหัส | คำอธิบาย |
|---|---|
| 1 | รถบรรทุกเปิดข้างเททำย |
| 2 | รถกระบะเปิดข้าง |
| 3 | รถบรรทุกอัดท้าย |
| 4 | รถบรรทุกคอนเทนเนอร์ |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**12. ฐานข้อมูลสถานที่สำคัญที่เป็นจุดสังเกตในการเดินทาง**

ชื่อแฟ้มข้อมูล : LANDMARK.SHP

ลักษณะของข้อมูล : POINT

ชื่อตาราง : LANDMARK.DBF

คำอธิบายของตาราง : สถานที่สำคัญที่เป็นจุดสังเกตในการเดินทาง

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| LANDMARK_ID | Numeric | 4 | - | รหัสของสถานที่สำคัญ |
| NAME_THAI | Character | 50 | - | ชื่อของสถานที่สำคัญ |
| LMK_TYPE | Character | 20 | - | ประเภทของสถานที่สำคัญ |

**13. ฐานข้อมูลศูนย์กลางที่ใช้ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ**

ชื่อตาราง : ZONE.CEN

คำอธิบายของตาราง : ศูนย์กลางที่ใช้ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบด้วยคำสั่ง ALLOCATE

รายละเอียดของสดมภ์ :

| ชื่อสดมภ์ | ชนิด | ความกว้าง | ทศนิยม | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|
| ROAD-ID | Numeric | 8 | - | รหัสของจุดต่อใน COVERAGE ถนน |
| ROUTE_ID | Numeric | 8 | - | รหัสของเส้นทาง |
| SUPPLY | Numeric | 8 | 3 | ความจุของรถยนต์ |
| DIST | Numeric | 13 | 3 | ระยะทางที่ใช้เดินทางเก็บขนขยะในแต่ละพื้นที่ |
| TOTAL_CAP | Numeric | 8 | 3 | ปริมาณขยะรวมที่รถยนต์แต่ละคันจัดเก็บ (ตัน) |

**หมายเหตุ** : ROAD_NO = Primary key

*ONE_WAY = Foreign key

# ภาคผนวก ข

# การนำเข้าข้อมูลกราฟิกในฐานข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# การนำเข้าข้อมูลกราฟิกในฐานข้อมูล

การนำเข้าข้อมูล หมายถึง การสร้างฐานข้อมูลใหม่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ประกอบด้วยข้อมูลกราฟิก และข้อมูลตามลักษณะ การนำเข้าข้อมูลสามารถทำได้ตั้งแต่เริ่มทำงาน หรืออาจมีการปรับแก้ภายหลังเมื่อฐานข้อมูลเดิมได้เปลี่ยนแปลงไป การนำเข้าข้อมูลสามารถนำเข้าได้หลายวิธี เช่น การนำเข้าโดยการดิจิไทซ์ การใช้เครื่องกราดภาพ การใช้แผงแป้นอักขระการนำเข้าแฟ้มข้อมูล (File importation) และการนำเข้าข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่อ่านได้จากระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS) หรืออ่านจากแผนที่ เป็นต้น แต่ในภาคผนวก ข จะกล่าวถึงการนำเข้าข้อมูลกราฟิก ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ในฐานข้อมูลเพื่อการกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยแต่เพียงประเภทเดียว ไม่รวมถึงการนำเข้าข้อมูลตามลักษณะ

## 1. การนำเข้าข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอย

ข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งสองประเภท นำเข้าโดยใช้โปรแกรม ArcView ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

### 1.1 จุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังคงที่ (Stationary Container System)

ข้อมูลกราฟิกของจุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังคงที่ นำเข้าด้วยการ digitize บนหน้าจอของ View Window โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

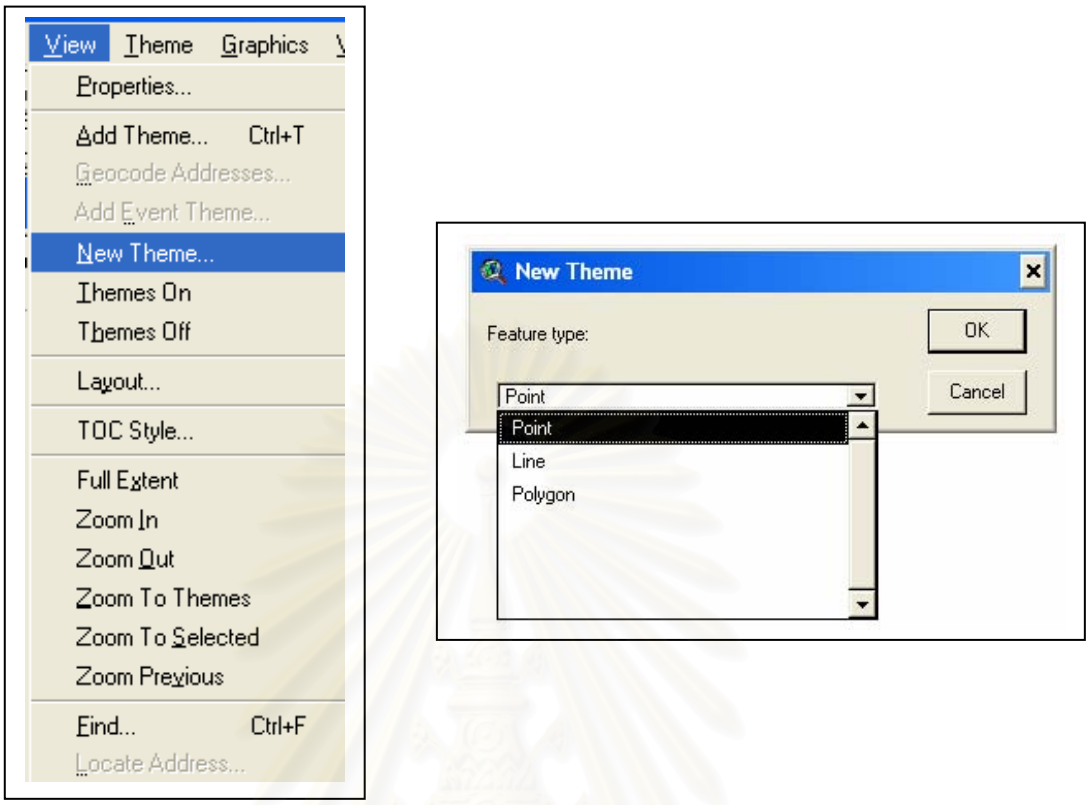
1.1.1 สร้างชั้นข้อมูลใหม่ โดยการใช้ตัวเลือก View ที่เมนูบาร์ของ View Window แล้วเลือก New Theme ดังภาพที่ 1

1.1.2 เลือกประเภทข้อมูลแผนที่ได้ 1 ประเภทจากทั้งหมด 3 ประเภทคือ จุด (point) เส้น (line) และพื้นที่ (area or polygon) ซึ่งกรณีการสร้างจุดเก็บขนขยะมูลฝอย ข้อมูลจะมีลักษณะเป็นสาลักษณ์จุด ดังนั้นจึงใช้ตัวเลือก point

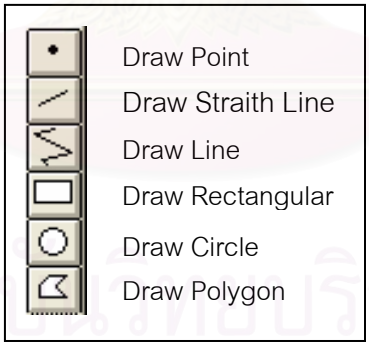
1.1.3 เรียกชั้นข้อมูลถนนและอาคารสิ่งก่อสร้างเพื่อใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ โดยใช้ตัวเลือก View ที่เมนูบาร์เช่นเดิม จากนั้นเลือก Add Theme เพื่อเพิ่มชั้นข้อมูลต่างๆ มาแสดงบน View Window

1.1.4 เลือกใช้เครื่องมือในการนำเข้าข้อมูล (Input Data Tolls) ด้วยการ Digitize บนจอ ดังภาพที่ 2

1.1.5 นำเข้าข้อมูลจุดโดยใช้เมาส์คลิกในตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งสาลักษณ์ที่นำเข้าปัจจุบันจะแสดงบนหน้าจอเป็นสีเหลือง




***ภาพที่ 1*** *การนำเข้าข้อมูลกราฟิกโดยสร้างชั้นข้อมูลใหม่*




***ภาพที่ 2*** *เครื่องมือวาดกราฟิก (Draw Tools)*

1.1.6 การปรับแก้ข้อมูลกราฟิกที่นำเข้าแล้วมีหลายวิธี ได้แก่

- การลบข้อมูล ทำได้โดยเลือก Theme ที่ต้องการปรับแก้ให้ active และเลือกสาลักษณ์ที่ต้องการลบ โดยใช้เมาส์คลิกบนตำแหน่งของข้อมูล ซึ่งหลังจากคลิกแล้วจะปรากฏเป็นสีเหลือง จากนั้นกดปุ่ม Delete บนแผงแป้นอักขระ

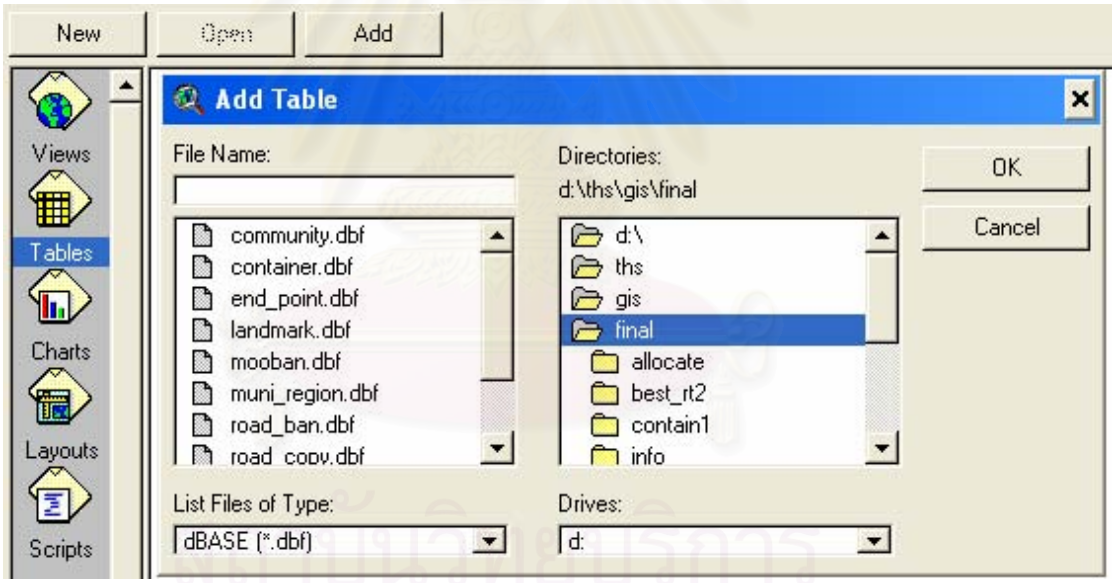
- การเลื่อนตำแหน่ง ทำได้โดยการเลือก Theme ที่ต้องการปรับแก้ให้ active และเลือกสาลักษณ์ที่ต้องการเลื่อนตำแหน่ง จากนั้นลากจากตำแหน่งเดิม แล้วปล่อยที่ตำแหน่งใหม่

### 1.2 **จุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังเคลื่อนที่** (Hauled Container System)

ข้อมูลกราฟิกของจุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังเคลื่อนที่ นำเข้าข้อมูลจากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Input Geo-referenced Coordinates) ซึ่งได้จากการอ่านค่าของระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS) การนำเข้าข้อมูลด้วยวิธีนี้สามารถทำได้เฉพาะข้อมูลที่เป็นสาลักษณ์จุดเท่านั้น โดยใช้ตารางข้อมูลตามลักษณะที่มีอย่างน้อย 3 สดมภ์ คือ ค่าพิกัดทางราบ (x,y) และข้อมูลอื่นอย่างน้อย 1 สดมภ์ ตารางข้อมูลนี้อาจบันทึกในลักษณะของแฟ้มข้อมูลที่มีสกุล *.text หรือ *.dbf การเรียงลำดับ หรือตำแหน่งสดมภ์ อาจสลับกันได้ แต่ต้องทราบค่าของแต่ละสดมภ์ ขั้นตอนการดำเนินงานมีดังต่อไปนี้

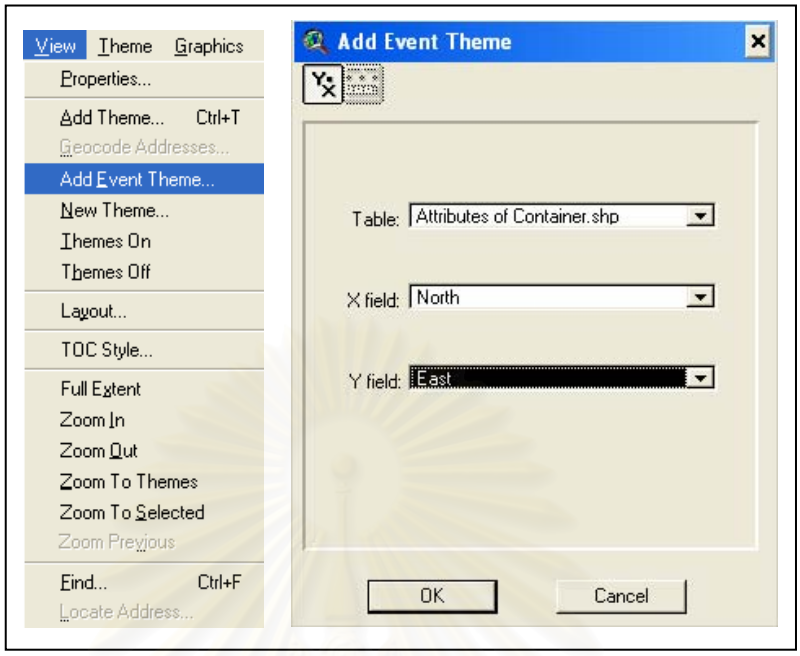
1.2.1 สร้างแฟ้มข้อมูลตามลักษณะ ที่ประกอบด้วยค่าพิกัดทางราบ (x,y) และข้อมูลอื่นอย่างน้อย 3 สดมภ์

1.2.2 เรียกแฟ้มข้อมูลเข้ามาในโปรแกรม ArcView โดยกดปุ่ม Add และเลือกแฟ้มข้อมูลที่ต้องการแปลงค่าข้อมูลตามลักษณะให้เป็นข้อมูลกราฟิก ใน Project window ดังภาพที่ 3



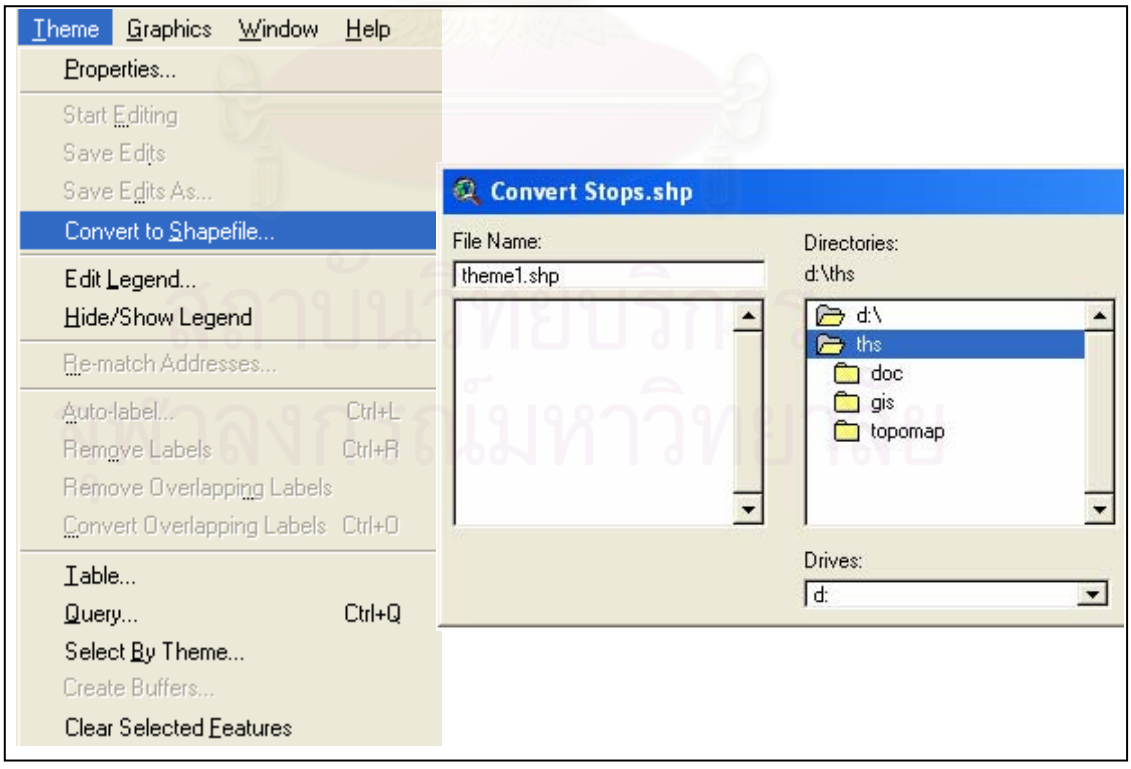

***ภาพที่ 3*** *การเรียกแฟ้มข้อมูลตามลักษณะที่ต้องการแปลงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้เป็นข้อมูลกราฟิก*

1.2.3 แปลงค่าพิกัดทางราบให้เป็นข้อมูลกราฟิก โดยที่ใช้ตัวเลือก View ที่เมนูบาร์ของ View Window แล้วเลือก Add Event Theme จากนั้นกำหนดตารางที่ต้องการแปลงข้อมูล และเลือกสดมภ์ที่ตรงกับค่าพิกัดทางราบในแนวแกน x และ y ดังภาพที่ 4




***ภาพที่ 4*** *การสร้างข้อมูลกราฟิกจากค่าพิกัดทางราบ*

1.2.4 จัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลกราฟิกที่มีสกุล *.shp (shapefile) ด้วยตัวเลือก Theme ที่เมนูบาร์ของ View Window จากนั้นเลือก Convert to Shapefile และกำหนดสารบบ (directory) ที่ต้องการจัดเก็บแฟ้มข้อมูลกราฟิกนี้ ดังภาพที่ 5




***ภาพที่ 5*** *การจัดเก็บข้อมูลกราฟิกที่ได้จากการแปลงค่าพิกัดทางราบ*

1.2.5 การปรับแก้ข้อมูลกราฟิกที่นำเข้าแล้ว สามารถทำได้หลังจากจัดเก็บข้อมูลให้เป็นกราฟิกแล้วโดยใช้วิธีการเดียวกันกับข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังคงที่ดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.1.6

**2. การนำเข้าข้อมูลถนน**

ข้อมูลถนน นำเข้าโดยใช้โปรแกรม Arc/Info สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

**2.1 สร้างจุดควบคุมของโครงการ (Master tic Coverage)**

สร้างชุดจุดควบคุม (TICS) ขึ้นเพื่อใช้ตรึง (register) coverage กับพื้นโลก ซึ่งเป็นจุดบนแผนที่ที่เรารู้ตำแหน่งที่แน่นอนบนพื้นโลก ใน Arc/Info เรียกจุดควบคุมเหล่านี้ว่า TIC จุดควบคุมต่างๆ บนแผนที่ต้องจัดเก็บด้วยค่าพิกัด x และ y ที่เป็นตำแหน่งบนพื้นโลก ควรมีอย่างน้อย 4 จุด หรือมากกว่าก็ได้ และตำแหน่งของ TIC ควรกระจายอยู่ทั่วไปใน coverage

จุดควบคุมที่สามารถใช้บอกตำแหน่งบนพื้นโลก ได้แก่ มุมของระวางแผนที่ (ละจิจูด/ลองจิจูด) จุดตัดของตารางกริด (graticule) ในแผนที่ระบบ UTM จุดตัดของถนน จุดควบคุมที่กำหนดตำแหน่งโดยหมุดสำรวจ (survey markers) ในงานวิจัยนี้ได้นำเข้าข้อมูลถนนจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ระบบ UTM ดังนั้นจึงใช้จุดตัดของเส้นตารางกริดที่อยู่ใกล้กับของขอบแผนที่มากที่สุด จำนวน 4 จุด เป็นจุดควบคุม โดยสร้างแฟ้มข้อมูลในโปรแกรม Notepad ที่ประกอบด้วยข้อมูล 3 สดมภ์ คือ TIC-ID ค่าพิกัด x และค่าพิกัด y แยกแต่ละสดมภ์ด้วยเครื่องหมายจุลภาค (comma) หรือเว้นวรรคอย่างน้อย 1 ตัวอักษร จัดเก็บข้อมูลให้มีสกุล .txt โดยใช้ชื่อว่า “XY.txt”ดังนี้

1,703483,1442082

2,703483,1453095

3,714560,1453095

4,714560,1442082

สร้าง coverage ถนน โดยใช้คำสั่ง GENERATE เพื่อเรียกแฟ้มข้อมูลจุดควบคุม (TICS) ที่กำหนดค่าพิกัดแล้วมาใช้ ดังนี้

ARC: GENERATE <COVER>

ARC: GENERATE ROAD

GENERATE: INPUT XY.TXT

GENERATE: TIC

ทั้งนี้การใช้คำสั่ง GENERATE จะทำให้โปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่ แต่ไม่ได้สร้างความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (topology) หรือตารางข้อมูลตามลักษณะ (attribute) ให้ ดังนั้นเมื่อนำเข้าและแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จึงจำเป็นต้องใช้คำสั่ง BUILD หรือ CLEAN ด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**1.2 นำเข้าข้อมูลในมอดูล ArcEdit**

การทำงานใน ArcEdit จำเป็นต้องกำหนดค่าเริ่มต้นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมบางประการ เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอ และควบคุมตลอดกระบวนการ digitize ขั้นตอนพื้นฐานในการเริ่มทำงานใน ArcEdit ประกอบด้วย

1.2.1 เข้าสู่โปรแกรม ArcEdit เพื่อเริ่มนำเข้าหรือแก้ไขข้อมูลถนน ดังนี้

ARC: ARCEDIT

ARCEDIT: EDIT ROAD

1.2.2 กำหนดฮาร์ดแวร์ที่ใช้ โดยระบุประเภท terminal อุปกรณ์แสดงภาพ ประเภท digitize ที่ใช้ และอุปกรณ์นำเข้าค่าพิกัด เพื่อสร้างจอแสดงภาพ และติดต่อแบบโต้ตอบ (interactive) กับอุปกรณ์รอบข้างอื่นๆ ดังมีคำสั่งต่างๆ ต่อไปนี้

- คำสั่ง DISPLAY ใช้เพื่อระบุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแสดงภาพและขนาดของหน้าต่างแสดงภาพที่ต้องการ

ARC: DISPLAY <DEVICE> {OPTION}

ARC: DISPLAY 9999 4

- คำสั่ง &TERMINAL ใช้เพื่อระบุประเภท terminal ที่กำลังใช้งานอยู่

ARC: &TERMINAL <DEVICE> {&CURSOR | &TABLET | &MOUSE | &KEYPAD}

ARC: &TERMINAL 9999

- คำสั่ง DIGITIZER ใช้เพื่อระบุประเภท digitizer

ARC: DIGITIZER < DIGITIZER_TYPE>

ARC: DIGITIZER 9100

- คำสั่ง COORDINATE ใช้เพื่อระบุอุปกรณ์นำเข้าค่าพิกัด และทำการตรึงค่าพิกัดบนแผนที่ต้นฉบับกับค่าพิกัดที่อยู่ใน coverage

ARC: COORDINATE DIGITIZER <COVER>

ARC: COORDINATE DIGITIZER ROAD

1.2.3. กำหนด coverage ที่ต้องการสร้างหรือแก้ไข

การแก้ไขข้อมูลใน coverage ต้องระบุด้วยการใช้คำสั่ง EDIT และสามารถเปิดแก้ไขข้อมูลได้เพียงครั้งละ 1 coverage ในการแก้ไขเวลาใดเวลาหนึ่ง อย่างไรก็ตามการทำงานใน ArcEdit ครั้งหนึ่งๆ สามารถแก้ไขได้หลาย coverage

ARCEDIT: EDIT <COVER> {feature_class}

ARCEDIT: EDIT ROAD

1.2.4 การแสดงภาพบนหน้าจอ

กำหนดประเภทของสาลักษณ์ (feature) ที่ต้องการให้โปรแกรมแสดงภาพของข้อมูลใน coverage ให้ปรากฏบนหน้าจอ โดยใช้คำสั่ง DRAWENVIRONMENT หรือใช้อักษรย่อ DE เพื่อระบุประเภทของสาลักษณ์ใน coverage และสามารถเปลี่ยนการแสดงภาพสาลักษณ์ที่กำหนดไว้เมื่อใดก็ได้ โดยการพิมพ์คำสั่งใหม่

ARCEDIT: DRAWENVIRONMENT <ALL | ARC | NODE | LABEL | ANNO | TIC> {ON | OFF}

ARCEDIT: DRAWENVIRONMENT ALL

- กำหนดพื้นหลังเพื่อใช้สำหรับอ้างอิง

หากต้องการแสดง coverage 1 coverage หรือมากกว่า เพื่อใช้เป็นพื้นหลังสำหรับอ้างอิง ต้องใช้คำสั่ง BACKCOVERAGE ซึ่งสามารถกำหนดสีที่ต้องการแสดงในข้อมูลพื้นหลังได้ โดยกำหนดสัญลักษณ์ (symbol) และสามารถกำหนดข้อมูลที่แสดงเป็นพื้นหลังได้ทั้งหมด 9 coverage นอกจากนี้คำสั่ง BACKENVIRONMENT หรือใช้อักษรย่อ BE สามารถใช้กำหนดสาลักษณ์ของ coverage ที่แสดงเป็นพื้นหลังได้

ARCEDIT: BACKCOVERAGE <COVER> {SYMBOL}

ARCEDIT: BACKCOVERAGE BIN 5

ARCEDIT: BACKENVIRONMENT {BACK_COVER {REVERT}}

ARCEDIT: BACKENVIRONMENT LABEL ON

- กำหนดพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่ต้องการแสดงภาพ

เป็นการกำหนดขอบเขตพื้นที่ด้วยคำสั่ง MAPEXTENT หรือใช้อักษรย่อ ME ซึ่งต้องระบุก่อนที่จะแสดงภาพบนหน้าจอ ซึ่งอาจกำหนดด้วยค่าพิกัด X,Y สองคู่ หรือ ระบุด้วยชื่อ coverage ก็ได้

ARCEDIT: MAPEXTENT <COVER>

ARCEDIT: MAPEXTENT ROAD

- การแสดงภาพสาลักษณ์ของ coverage

คำสั่ง DRAW จะสร้างภาพบนหน้าจอตามขอบเขตพื้นที่ที่ได้กำหนดไว้ในคำสั่ง MAPEXTENT

1.2.5 การควบคุมคุณภาพของข้อมูลที่นำเข้า

กำหนดค่า tolerance เพื่อใช้ลดความผิดพลาด (error) หรือเพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด หน่วยของค่า tolerance เป็นเมตร ตามหน่วยของ coverage

- Weed tolerance เป็นการกำหนดระยะทางน้อยที่สุด 2 จุด (vertex) บนเส้น ใช้ weed tolerance เพื่อหลีกเลี่ยงการสร้าง polygon เล็กๆ โดยไม่ได้ตั้งใจขณะที่ digitize และเพื่อเก็บข้อมูลด้วยความละเอียดที่เหมาะสมกับวัสดุที่มาของข้อมูล ซึ่งหากใช้ตัวเลือก DEFAULT โปรแกรมจะเปลี่ยนค่า weed tolerance ตามที่กำหนดไว้ใน coverage เพื่อใช้ในการแก้ไขข้อมูล ให้กลับมาเป็นค่าตั้งต้นของโปรแกรมดังเดิม

ARCEDIT: WEEDTOLERANCE {* | DEFAULT | DISTANCE}

ARCEDIT: WEEDTOLERANCE 10

- กำหนดค่า Arc snap เป็นการกำหนดระยะเพื่อให้ส่วนปลายของเส้นที่กำลัง digitize ยืดต่อหรือร่นเข้ามาภายในระยะ arcsnap และแบ่ง (split) เส้นเดิมที่มีอยู่ การยืดต่อของเส้นเกิดขึ้นได้เฉพาะในทิศทางเดียวกับส่วนปลายของเส้นนั้นเท่านั้น และ arcsnap จะทำงานกับเส้นที่กำลังสร้างใหม่เท่านั้น สามารถกำหนดระยะ arcsnap ได้ด้วยการใช้เมาส์ลากแบบตอบโต้บนหน้าจอ โดยใช้ตัวเลือก * หรือกำหนดค่าเป็นตัวเลขก็ได้ การใช้คำสั่ง ARCSNAP ทำได้ดังนี้

ARCEDIT: ARCSNAP <ON | OFF> {* | distance}

ARCEDIT: ARCSNAP ON 30

- กำหนด Node snap เป็นการกำหนดระยะเพื่อให้บัพหรือจุดต่อของทั้ง 2 เส้นเชื่อมติดกัน โดยจะดึงปลายเส้นที่กำลัง digitize เข้าไปหาบัพภายในระยะที่กำหนดไว้ ช่วยลดการเกิด polygon เปิด เนื่องจากเส้นไม่เชื่อมติดกัน สามารถกำหนดระยะ nodesnap ได้ด้วยการใช้เมาส์ลากแบบตอบโต้บนหน้าจอ โดยใช้ตัวเลือก * หรือกำหนดค่าเป็นตัวเลขก็ได้เช่นเดียวกับการใช้คำสั่ง ARCSNAP การใช้คำสั่ง NODESNAP ทำได้ดังนี้

ARCEDIT: NODESNAP <FIRST | CLOSEST> {default | * | distance}

ARCEDIT: NODESNAP CLOSEST 30

ระยะทางตั้งต้น (default) ของโปรแกรม ArcEdit คือ 1/1000 ของความกว้างหรือความยาวของขอบเขต (BND) coverage ที่กำลังแก้ไข ซึ่งยึดเอาด้านที่ยาวกว่า และหากมีการกำหนดค่าทั้ง NODESNAP และ ARCSNAP โปรแกรมจะทำ NODESNAP ก่อน

1.2.6 การกำหนดสาลักษณ์ (feature) ที่ต้องการสร้างใหม่หรือแก้ไข

ในโปรแกรม ArcEdit สามารถสร้างหรือแก้ไขสาลักษณ์ได้คราวละ 1 ประเภท และโปรแกรมไม่มีค่าตั้งต้น (default) สำหรับสาลักษณ์ที่จะแก้ไข เมื่อเริ่มทำงานใน ArcEdit จะต้องกำหนดประเภทของสาลักษณ์ก่อนการเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูล โดยใช้คำสั่ง EDITFEATURE หรือใช้อักษรย่อ EF ดังนี้

ARCEDIT: EDITFEATURE <NONE | ARC | NODE | LABEL | TIC | LINK | POLYGON |ANNO.subclass | ROUTE.subclass | REGION.subclass | GROUP.subclass>

ARCEDIT: EDITFEATURE ARC

1.2.7 การสร้างหรือแก้ไขข้อมูล

การสร้างสาลักษณ์ให้กับ coverage ใหม่ หรือ coverage ที่มีอยู่เดิม หลังจากระบุค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ข้างต้นแล้วนั้น ต้องกำหนด coverage ที่ต้องการแก้ไขก่อน โดยใช้คำสั่ง EDIT ดังนี้

ARCEDIT: EDIT <COVER> {feature_class}

ARCEDIT: EDIT ROAD

จากนั้นสร้างสาลักษณ์ใหม่ ด้วยคำสั่ง ADD ซึ่งหลังจากพิมพ์คำสั่งแล้วจะปรากฏตัวเลือกต่างๆ ดังต่อไปนี้

---------- Options ----------

1) Vertex 2) Node 3) Curve

4) Delete vertex 5) Delete arc 6) Spline on/off

7) Square on/off 8) Digitize options 9) Quit

| ตัวเลือก (Options) | การกระทำ (Action) |
|---|---|
| 0 | แสดงตำแหน่งของ cursor บนจอภาพ |
| 1 | เพิ่ม vertex หรือ ชุด vertex (stream mode – กด cursor ค้าง) |
| 2 | เพิ่ม node |
| 3 | เพิ่มเส้นโค้ง (curve) ผ่านจุดที่กำหนด |
| 4 | ลบ vertex สุดท้าย ต้องทำก่อนที่จะใส่ node จบเส้น |
| 5 | ลบเส้นปัจจุบัน |
| 6 | ปรับเส้นให้มีความโค้ง (smooth) เมื่อมีค่าเป็น on |
| 7 | ปรับมุมทุกมุมให้ตั้งฉาก หรือ 90 องศา เมื่อมีค่าเป็น on |
| 8 | เรียกตัวเลือกอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การกำหนดค่า User-ID ใหม่ |
| 9 | ออกจากการ digitize |
| C | เพิ่มชุด vertex (เฉพาะการ digitize แบบ stream mode เท่านั้น–กดและปล่อยปุ่ม) |

วิธีการ digitize มี 2 วิธี ต่างกันที่วิธีการใส่ node ขณะที่ digitize เส้น เราอาจใส่ node ในระหว่างการ digitize หรือใส่ในภายหลังโดยใช้โปรแกรมของที่จะใส่ node ทุกๆ จุดที่เส้นตัดกัน

หรือไม่ใส่เลย วิธีที่ใช้จะมีผลต่อการให้ค่า User-ID การให้ attribute และวิธีการสร้าง topology นี่คือการตัดสินใจระหว่างขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล (database design)

- การ digitize แบบต่อเนื่อง (Spaghetti digitizing) เป็นการ digitize แบบไม่ใส่ node ที่จุดตัด ช่วยให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้น เนื่องจากไม่ต้องหยุดที่จุดตัดของแต่ละเส้น แต่ถ้าหากต้องการสร้าง topology ของ polygon จะต้องให้โปรแกรมใส่บัพที่จุดตัดของเส้นก่อน ซึ่งการ digitize ข้อมูลแบบนี้ จะทำให้เส้นมีค่า User-ID ซ้ำกัน เพราะโปรแกรมจะใส่บัพเพื่อแบ่งเส้นออกเป็นสองเส้นที่มีค่า ID เดียวกัน

- การ digitize แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete digitizing) เป็นการ digitize ที่ใส่บัพ ณ จุดตัดของเส้น ซึ่งทำให้ทำงานได้ช้ากว่า เพราะผู้ใช้ต้องแยกแยะ และ digitize จุดตัดของเส้น แต่เส้นที่ได้จะมีค่า User-ID ที่ไม่ซ้ำกัน ซึ่งมีความสำคัญถ้าหากมีการกำหนดข้อมูลตามลักษณะในภายหลัง โดยทั่วไปถ้ากำหนดค่า tolerance อย่างถูกต้องแล้ว การ digitize แบบนี้จะลดงานหลังการ digitize ได้มากกว่า

- การ digitize จุด label เพื่อจะใส่ label ให้กับ coverage ที่เป็น polygon หรือ point ให้ระบุ label เป็นประเภทสาลักษณ์ที่ต้องการแก้ไข จากนั้นพิมพ์คำสั่ง ADD ซึ่งจะปรากฏตัวเลือกให้เรียกใช้ ดังนี้

---------- Options ----------

1) Add label 5) Delete last label 8) Digitizing opyions 9) Quit

| **ตัวเลือก** (Option) | **การกระทำ** (Action) |
|---|---|
| 1 | ใส่ label 1 จุด |
| 5 | ลบ label สุดท้าย |
| 8 | เรียกตัวเลือกอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การกำหนดค่า User-ID ใหม่ |
| 9 | ออกจากการใส่ label |

### 1.3 การสร้างความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (topology)

การสร้างและปรับปรุงความสัมพันธ์ของสาลักษณ์เส้น สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง BUILD และ CLEAN ซึ่งทำงานในแบบชุดคำสั่ง (batch) และผลลัพธ์จากการใช้คำสั่งจะไม่สามารถตรวจสอบได้จนกว่าข้อมูลจะถูกเขียนลงบน disk การสร้างฐานข้อมูลถนนในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้คำสั่ง BUILD เนื่องจากเส้นถนนที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีลักษณะเป็น non-planar ซึ่งจะไม่สร้างจุดตัดของเส้นในบริเวณสะพานข้ามแยก และเลือกใช้ตัวเลือก LINE เพื่อให้โปรแกรมสร้างความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (topology) แบบ arc-node และทำการจัดเก็บข้อมูลตามลักษณะของเส้นเหล่านี้ไว้ในแฟ้มข้อมูล Arc

attribute table (AAT) จากนั้นใช้ตัวเลือก NODE อีกครั้งเพื่อสร้างข้อมูลตามลักษณะในแฟ้มข้อมูล Node attribute table (NAT) สำหรับนำไปใช้ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบด้วยคำสั่ง ALLOCATE ต่อไป

ARC: BUILD <COVER> {POLY | LINE | POINT | NODE | ANNO.<subclass>}

ARC: BUILD ROAD LINE

ARC: BUILD ROAD NODE

**1.4 การจัดเก็บข้อมูล**

การจัดเก็บการเปลี่ยนแปลงข้อมูลทั้งหมดทำได้โดยใช้คำสั่ง SAVE และสามารถทำให้ coverage ที่นำมาแก้ไขไม่เปลี่ยนแปลง โดยการจัดเก็บข้อมูลที่แก้ไขแล้วไว้ในชื่อ coverage ใหม่ โดยระบุชื่อใหม่หลังคำสั่ง SAVE จากนั้นจึงออกจากโปรแกรม ซึ่งรูปแบบการใช้คำสั่งมีดังนี้

ARC: SAVE {new_object}

ARC: SAVE {old_object} <new_object>

ARC: SAVE {ALL | YES}

คำว่า “object” ที่ใช้ใน argument จะเป็นชื่อ coverage หรือชื่อแฟ้มข้อมูลของ INFO ก็ได้เช่นเดียวกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ค

# ตารางปฏิบัติงานของรถบรรทุกขยะมูลฝอย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ตารางปฏิบัติงานรถบรรทุกขยะมูลฝอย
# งานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม

| พนักงานขับรถยนต์และคนงาน | เบอร์รถ | เก็บทุกวัน | เก็บวันเว้นวัน | เก็บสัปดาห์ละครั้ง | วันที่เก็บ | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.นายฤทธิ์ ระวังภัย<br>2.นายกลม จังพล<br>3.นายรัตน์ สุริยะ<br>4.นายวันชัย เขียวเมือง<br>5.นายไพรวัน แสงอรุณ | 1 เปิดข้าง<br>15 ลบ.หลา<br>83-5465 ชลบุรี | หน้าห้างแหลมทอง<br>องค์การโทรศัพท์<br>ชุมชนบ้านนาเก่า-ใหม่ ซ.มารวย<br>ซ.5,7 (บ้านนาใหม่) ปั๊ม ป.ต.ท.<br>บ.ไลอ้อน | ปั๊มเจ็ทแหลมทอง บางละมุงฟาร์ม<br>บ.คิวตอง ซ.หลังปั๊ม ป.ต.ท. ตลาด<br>นัดข้างปั๊มเจ็ท บ้านเทียนหอม | บี โอ ไอ (ทางเข้าท่าเรือ)<br>(เสาร์) | อังคาร, พฤหัสบดี,<br>เสาร์, จันทร์, พุธ,<br>ศุกร์ | หยุดวันอาทิตย์ |
| 1.นายสมคิด ถีระวงษ์<br>2.นายนพดล ราษี<br>3.นายยี ทิมภู่<br>4.นายแสง นิลสวัสดิ์<br>5.นายเสนอ คงประเสริฐ | 2 เปิดข้าง<br>15 ลบ.หลา<br>83-5460 ชลบุรี | ถ.สุขุมวิท<br>ชุมชนบางละมุง-ทุ่งกราด<br>ซ.บีฟาร์มคอนกรีต | หนองสะเดา สี่แยกบ้านนาเก่า<br>ศูนย์บริการสาธารณสุข 2<br>บ้านลัดดา | | จันทร์, พุธ, ศุกร์ | หยุดวันอาทิตย์ |
| 1.นายคมเดช อินทรามาลัย<br>2.นายคอย เกิดคุ้ย<br>3.นายทองสุข ภูมิผักแว่น<br>4.นายวาทิน พรหมทอง<br>5.นางจันทร์เพ็ง อินทรามาลัย | 3 เปิดข้าง<br>15 ลบ.หลา<br>83-5442 ชลบุรี | ถ.ชากกะปอก หมู่บ้านในฝัน<br>หมู่บ้านสหภาพ 2 บ้านสหชัย<br>1,2,3 บ.สหพัฒนพิบูลย์ บ.แวรู<br>ซ. สามออ | หอพักโตเกียว ซ. เทวาพิทักษ์<br>หนองพังพวย บ้านจุกกะเฌอ วัด<br>จุกกะเฌอ | | จันทร์, พุธ, ศุกร์ | หยุดวันอาทิตย์ |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางปฏิบัติงานรถบรรทุกขยะมูลฝอยงานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

| พนักงานขับรถยนต์และคนงาน | เบอร์รถ | เก็บทุกวัน | เก็บวันเว้นวัน | เก็บสัปดาห์ละครั้ง | วันที่เก็บ | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.นายสมบัติ บำรุงวัด<br>2.นายสมยุทธิ์ เตียวทัน<br>3.นายสันดร แพน้อย<br>4.นายวีระ โสมโสดา<br>5.นายมณู เวชวิฐาน | 8 อัดท้าย<br>7 ลบ.ม.<br>83-5433 ชลบุรี | ร.ร.บุญจิต ถ.สุขุมวิท<br>ตลาดอ่าวอุดม ซ.สะเดาด้วน<br>ถ.สายตรงบ้านทุ่ง ตลาดบ้านทุ่ง<br>ชุมชนแหลมฉบัง บ.อิตาเลี่ยน<br>(บ้านทุ่ง) | สนามกอล์ฟ (อ่าวอุดม)<br>ซ.โต๊ะสนุ๊ก ร้านอาหารสุดทางรัก<br>ร้านอาหารเจ๊จูน | บ.คิวบิค<br>สุขเอม (บ้านทุ่ง)<br>(อังคาร) | จันทร์, พุธ,<br>ศุกร์ | หยุดวันอาทิตย์ |
| 1.ธวัชชัย วีระวงษ์<br>2.นางละเอียด ฮวดเฮง<br>3.นางหวาน ฮวดเฮง | 9 คอนเทนเนอร์<br>8 ลบ.ม.<br>83-5435 ชลบุรี | บ.พี ซี บี บ.มอลเทน | บ.ไทยออล์ย ตลาดแหลมฉบัง<br>บ.เอสโซ่ | บ.แอลซีบี บ.เอสโก้<br>บ.ป.ต.ท. (จันทร์)<br>บ.อ่าวไทยคลังสินค้า<br>บ.ไทโตไกฯ (เสาร์)<br>บ.ไทลู๊ป (เสาร์) | จันทร์, พุธ, ศุกร์,<br>อังคาร, พฤหัสบดี,<br>เสาร์ | หยุดวันอาทิตย์ |
| 1.นายชลอ กลิ่นเกษร<br>2.นายโสดา พรหมทายาง<br>3.นางสายฝน พลอยงาม | 7 คอนเทนเนอร์<br>8 ลบ.ม.<br>83-5469 ชลบุรี | ตลาดสี่มุมเมือง<br>บ.ฟุตแวร์เทค บ.แพน บ.วาโก้ | | | | หยุดวันอาทิตย์ |
| 1.นายสมพงษ์ นิวรณ์<br>2.นายสายัณต์ ศรีเมฆ | 27 คอนเทนเนอร์<br>8 ลบ.ม.<br>83-5458 ชลบุรี | ตลาดเกษตรรวมใจ (บ้านทุ่ง)<br>บ.มอลเท็นเอเชีย | บ.เอ็กซ์เซเล้นท์รับเบอร์<br>การเคหะ<br>บ.เพคอินดัสทรี<br>พลาซ่าไร่หนึ่ง | บ้านพักแพน<br>ท่าเรือสตาร์ครูซส์<br>ท่าเรือแหลมฉบัง<br>เทอร์มินอล (ศุกร์) | พ.ส.- อ.ส.<br>อ.ศ – จ.พฤ. | หยุดวันอาทิตย์ |

ตารางปฏิบัติงานรถบรรทุกขยะมูลฝอยงานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

| พนักงานขับรถยนต์และคนงาน | เบอร์รถ | เก็บทุกวัน | เก็บวันเว้นวัน | เก็บสัปดาห์ละครั้ง | วันที่เก็บ | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.นายจำนงค์ พุดกลัด<br>2.นายเกตุ กรายไทยสงค์<br>3.นายสำราญ เข็มทอง<br>4.นางอาคม แก้วพันนัย<br>5.นางศิรประภา วรรณทอง | 10 อัดท้าย<br>7 ลบ.ม.<br>83-5447 ชลบุรี | ร.พ.อ่าวอุดม ถ.ทุ่งสุขลา<br>ร.ร.วัดมโนรม สำนักสงฆ์เขาทุ่งวัว<br>ม.พร้อมสุข<br>ม.แฟมิลี่ปาร์ค หมู่บ้านอ่าวพฤกษา<br>ถ.สาย 9 กิโล | ม.วัดประทานพร<br>บ้านพักดาวเทียม<br>โรงไฟฟ้าอ่าวไผ่ ม.วิวไม้ 2<br>ซ.ชาคริส ซ. โรงฆ่าสัตว์<br>ซ. ชากยายจีน | หนองเสม็ดแดง (จันทร์) | เสาร์, อังคาร,<br>พฤหัสบดี | หยุดวันศุกร์ |
| 1.นายชม โพธิ์งาม<br>2.นายถวิล สุขประเสริฐ<br>3.นายสมเจตุ อุดาการ<br>4.นายณรงค์ฤทธิ์ ละครพล | 11 เปิดข้าง<br>4 ลบ.หลา<br>83-5461 ชลบุรี | ศรีราชาเฮาส์ ซ.คุ้มนาค<br>ซ. เสียว ซ.สานฝัน<br>ซ.นพคุณ ซ.ลุงหรัด<br>หน้าโรงน้ำตาล | ซ.บ่อยาง หอพักพีซีบี<br>ซ.สุขสบาย ซ.บ้านนาใหม่<br>ซ.เพ็ญรุ่ง ซ.ขวัญทวี<br>บ.ไทโคโบชิ บ.แฟมิลี่โกล์ฟ<br>ซ.เศรษฐี สวนสาธารณะ<br>เทศบาลฯ | | จันทร์, พุธ,<br>ศุกร์ | หยุดวัน<br>อาทิตย์ |
| 1.นายสุเทพ นิวรณ์<br>2.นายกาวิน โคตรระบิน<br>3.นายวิเศษ งานทำจักร<br>4.นายวร ตีบซาวนา<br>5.นางวิลัย วงค์พินิจ | 12 อัดท้าย<br>12 ลบ.หลา<br>83–5438 ชลบุรี | สุขุมวิท (แยกซอย 10 – ห้างแหลมทอง ) สี่มุมเมือง เพ็ญรุ่ง หนองแร่ หนองเป็ดหาย<br>ซ. 10/1-3 ห้างแหลมทอง อ่าวทอง ทาวเวอร์<br>สภต. แหลมฉบัง ร.ร. เทศบาล 2 | วัดแหลมฉบัง<br>ซ.หลังวัดประชานาถ<br>ซ.หนองแร่<br>ซ.บ้านพักแหลมทอง<br>ซ.โรงแป้ง<br>ร.ร.เทคโนโลยีแหลมฉบัง | จันทร์ ,พุธ , ศุกร์ | | หยุดวันเสาร์ |

ตารางปฏิบัติงานรถบรรทุกขยะมูลฝอยงานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

| พนักงานขับรถยนต์และคนงาน | เบอร์รถ | เก็บทุกวัน | เก็บวันเว้นวัน | เก็บสัปดาห์ละครั้ง | วันที่เก็บ | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.นายบุญเกิด แซ่มทอง<br>2.นายองอาจ เชิญผึ้ง<br>3.นายจิตร จันทะมาตย์<br>4.นายซือกิม ตันติวานนท์<br>5.นางมุกดา มะณีฟัก | 20 อัดท้าย<br>10 ลบ.ม.<br>83-5437 ชลบุรี | สายตรงหน้าเครือฯ ตลาดศรีภาชนะ ตลาดพระพรหม<br>ถ.หนองขาม ซ.เทศทนง<br>ซ.โรงกรองน้ำ บ.จาโนเม่<br>ถนนท่อน้ำ | ซ.ตูมตาม ซ.อุดมสุข<br>บ.ท๊อปเทน2<br>โกดังเก็บของ (สนามบิน) ซ.ทิพเจริญ | จันทร์ ,พุธ , ศุกร์ | | หยุดวันพฤหัสบดี |
| 1.นายเสถียร หุ่นศรี<br>2.นายวีระวัฒน์ เสนยิ้มสา<br>3.นายทองเทพ ดีดำแดง<br>4.นายเฉลิมชัย พาสวัสดิ์<br>5.นางกำไร ป้อมฟัก | 24 อัดท้าย<br>10 ลบ.ม.<br>83-0426 ชลบุรี | สายห้วยเล็ก ซ.สุขสมพงษ์<br>บ.เคนมินฟูด<br>บ้านพักดาวเทียม<br>ซ.10 มโนรม ห้องแถว 400 ห้อง (เนินไร่ 2) | ศูนย์โทรคมนาคม บ.พานทองแท้ วัดต้นมะม่วง ซ.ผกากรอง<br>บ.ซังกิว ซ.บ้านผู้ใหญ่สนั่น<br>หน้า ร.ร.เทคโนแหลมฉบัง | จันทร์ ,พุธ , ศุกร์ | | หยุดวันพุธ |
| 1.นายฉาบ อาจด่อน<br>2.นายเสมียน เทียนเทศ<br>3.นายสำรวย มโหฬาร<br>4.นายมงคล นาวดี<br>5.นางจันทร์ รักศิลป์ | 25 อัดท้าย<br>10 ลบ.ม.<br>83-0427 ชลบุรี | ถ.สุขุมวิท ซ.สุขุมวิท 2,10<br>ร้านริมอ่าว ซ.4,8,10,11,18<br>(อ่าวอุดม) ซ.คุณปิ่ว วัดอ่าว<br>ซ.พิกุลทอง ซ.เฒ่าทะเล<br>ซ.ป่ามะพร้าว ถนนซากยายจีน ร.ร.วัดใหม่เนินพยอม | ถ.อ่าวไผ่ ม.เกษตร ซ.ป้าหวาน<br>ซ.ต้นมะขามเทศ บ.ทียูซี บ.เจเนอร์รัลกลาส บ.โทรี่ไทย บ.ทาเคไฮเทค บ.โคนิก้า หมู่บ้านศิวารม บ.สหเซเรน บ.เฟื่องฟ้า บ.ฮิไรเซมิซึ บ.อีสเทิร์นไทย บ.คาร์กิลสยาม บ.สยามซีพอร์ต อ่าวอุดมฮิล ท่าเรือสยาม ถ.ไซโล | จันทร์,พุธ,ศุกร์<br>จันทร์,พฤหัสบดี,เสาร์<br>พฤหัสบดี,เสาร์,อาทิตย์ | | หยุดวันอังคาร |

ตารางปฏิบัติงานรถบรรทุกขยะมูลฝอยงานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

| พนักงานขับรถยนต์และคนงาน | เบอร์รถ | เก็บทุกวัน | เก็บวันเว้นวัน | เก็บสัปดาห์ละครั้ง | วันที่เก็บ | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.นายธงชัย อินทร์อุดม<br>2.นายประดิษฐ์ จินดา<br>3.นายทองอยู่ ลือพัน<br>4.นายเกษม เพียรไลย์<br>5.นายสมศักดิ์ พะหันธงชัย | 26 เปิดข้าง<br>10 ลบ.หลา<br>83-5439 ชลบุรี | ตลาดโต้รุ่งอ่าวอุดม ซ.9 ซ.ไชโล ซ.ป่ามะพร้าว ซ.11,17 (อ่าวอุดม) หน้าแพน ซ.เม่งเฮง หลังตลาดแพน ซ.เม่งเฮง ซ.โต๊ะสนุ้ก (บ้านทุ่ง) ร.ร.ไทยกสิกร | กรมที่ดิน สวนหย่อม (สะพานลอยอ่าว) ซ.8 สุขุมวิท ซ.เชื่อมไมตรี เขาพุ ซ.19 (อ่าวอุดม) บ.สยามคอม บ.ไทโซพลัส ซ.สุขสมพร บ.ไทคามาย่า หมู่บ้านบึงทอง | จันทร์ , พุธ ,ศุกร์ | | หยุดวันอาทิตย์ |
| 1.นายนิตย์ เฉียวกุล<br>2.นายวิไล ปักษี<br>3.นายวิเชียร ใจเพ็ชร<br>4.นายสมภพ มะณีฟัก<br>5.นายองอาจ นันทานนท์ | 30 อัดท้าย<br>12 ลบ.ม.<br>83-4890 ชลบุรี | การเคหะ 1-2<br>หนองคล้าเก่า | หนองพังพวย<br>หนองมะนาว<br>หนองคล้าใหม่<br>บ.สลอตนานไก<br>ซ.หลังศาลเจ้าพ่อโกมินทร์ | อังคาร, พฤหัสบดี, เสาร์ | | หยุดวันอาทิตย์ |
| 1.นายบุญธรรม สว่างอารมณ์<br>2.นายหลอม เศษฐา<br>3.นายมงคล สมญา<br>4.นายอำนาจ บุญก่อสร้าง<br>5.นายทองพูล บุญสวาย | 25 อัดท้าย<br>10 ลบ.ม.<br>83-0427ชลบุรี | เป็นรถเก็บสแปร์เก็บขนขยะตามสายตรงและตามซอยของรถอัดท้ายคันที่หยุด | | | | หยุดวันจันทร์ |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ง

# มาตราชั่งและมาตราวัดที่ใช้ในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ตารางแสดงมาตราชั่งและมาตราวัดที่ใช้ในการวิจัย

| ตัน | กิโลกรัม (กก.) | ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) | ลูกบาศก์หลา (ลบ.หลา.) | ลิตร |
|---|---|---|---|---|
| 1.000 | 1,000 | 1.130 | 1.478 | 1,130 |
| 0.001 | 1.000 | 0.00113 | 0.0015 | 1.130 |
| 0.885 | 884.956 | 1.000 | 1.308 | 1,000 |
| 0.677 | 676.991 | 0.765 | 1.000 | 764.550 |
| 0.00088 | 0.885 | 0.001 | 0.0013 | 1.000 |

***ที่มา*** *: พจนานุกรม ราชบัณฑิตยสถาน 2542*

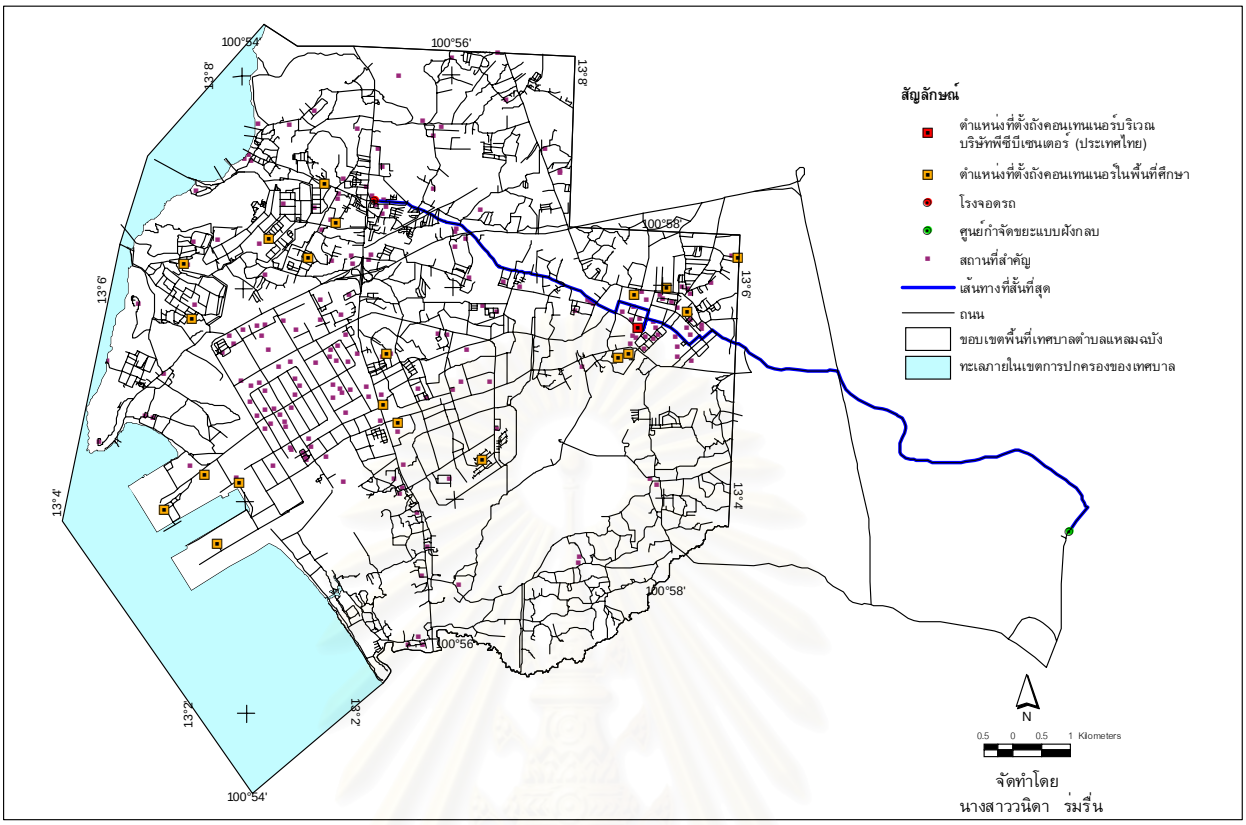
*(อ้างถึงใน เวบไซด์ http://rir3.royin.go.th/ridictionary/lookup.html)*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

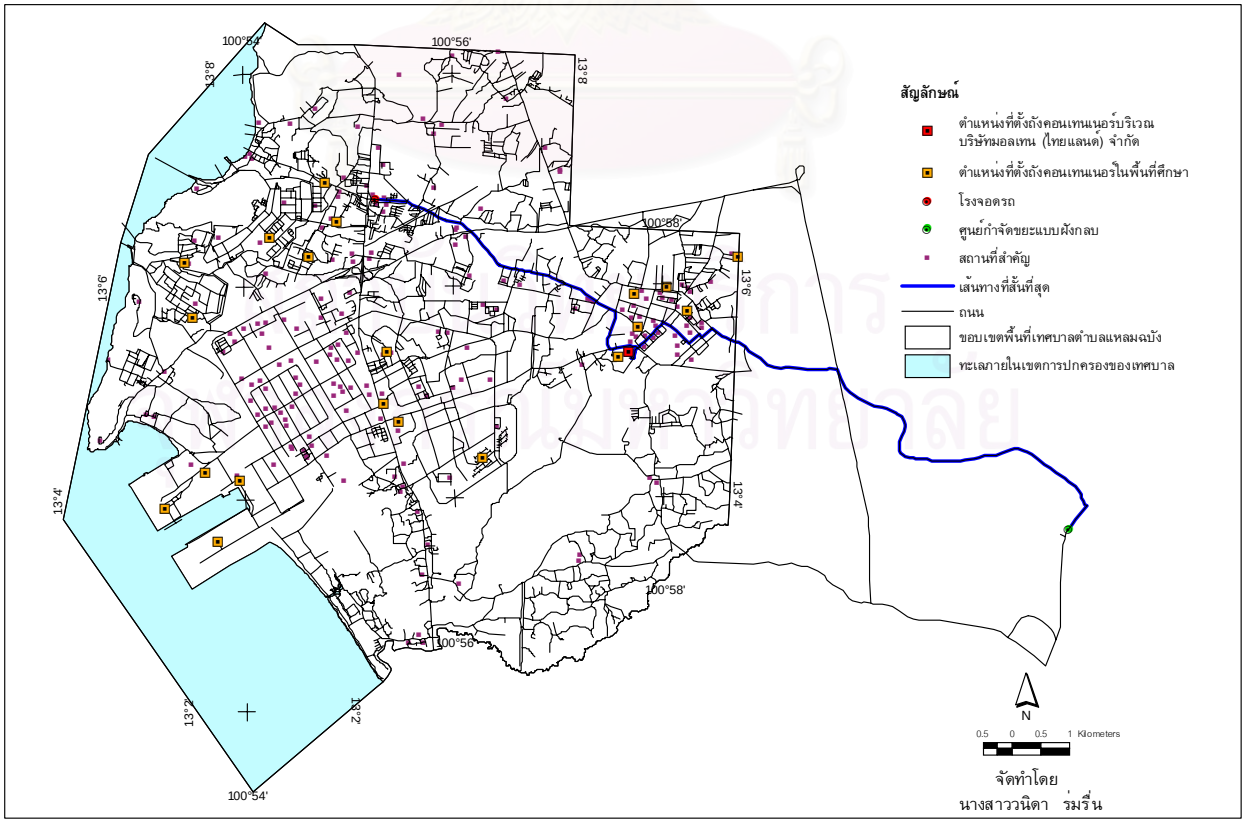
# ภาคผนวก จ

## แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังเคลื่อนที่ และตัวอย่างรายงานการเดินทาง

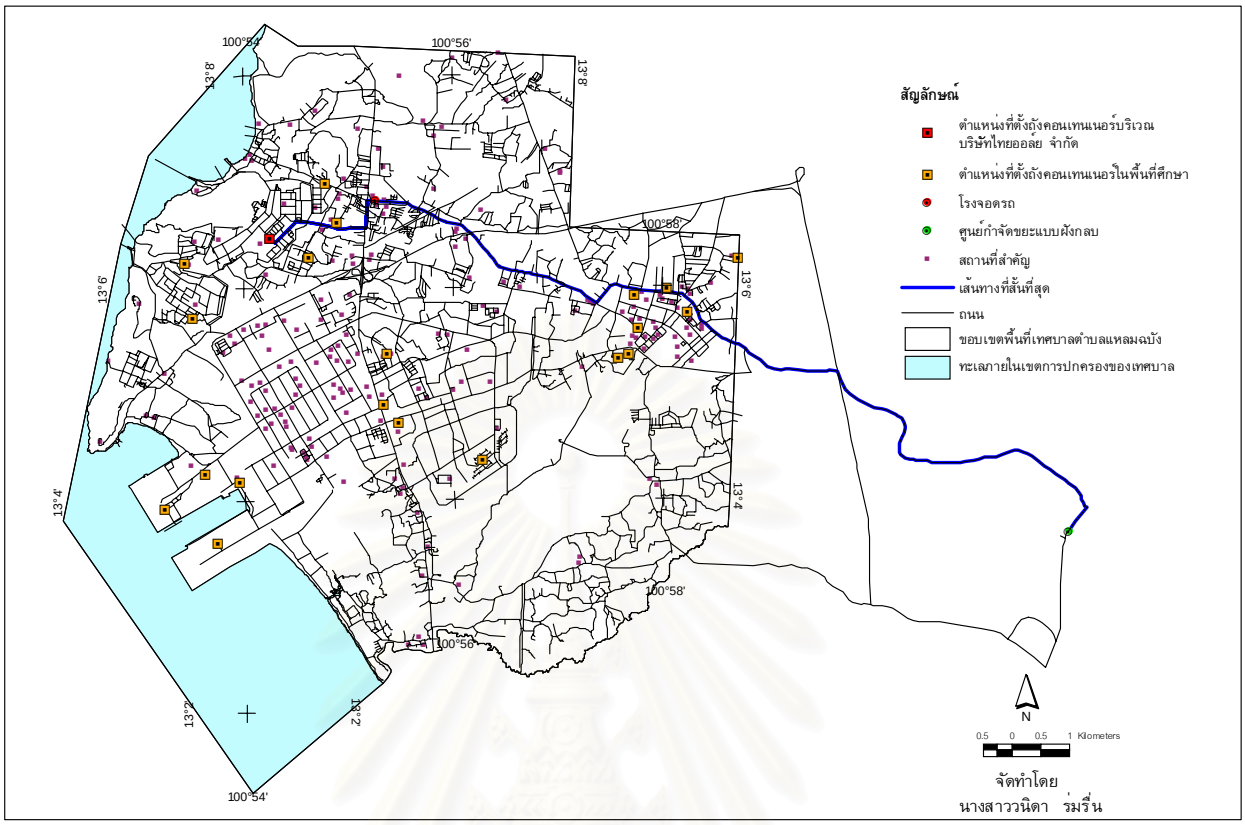
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



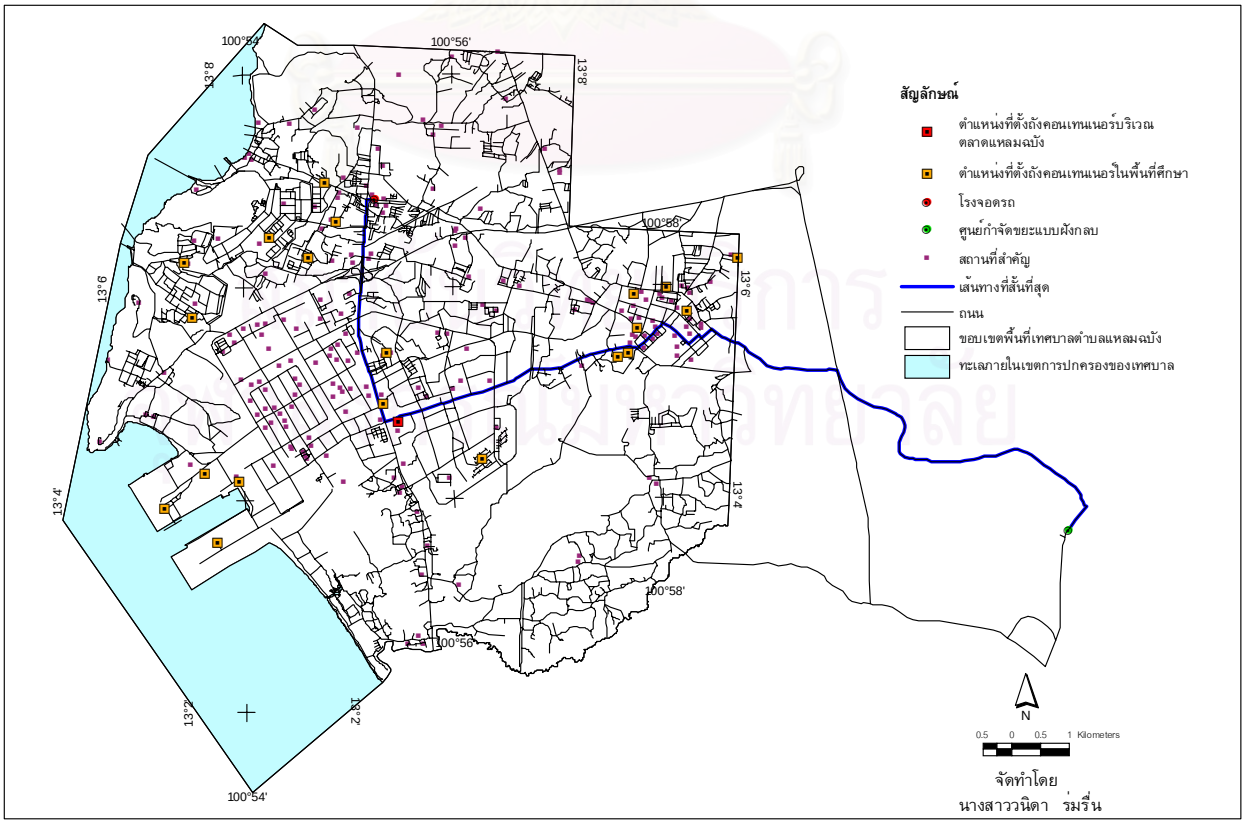

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัทพีซีบีเซนเตอร์ (ประเทศไทย)



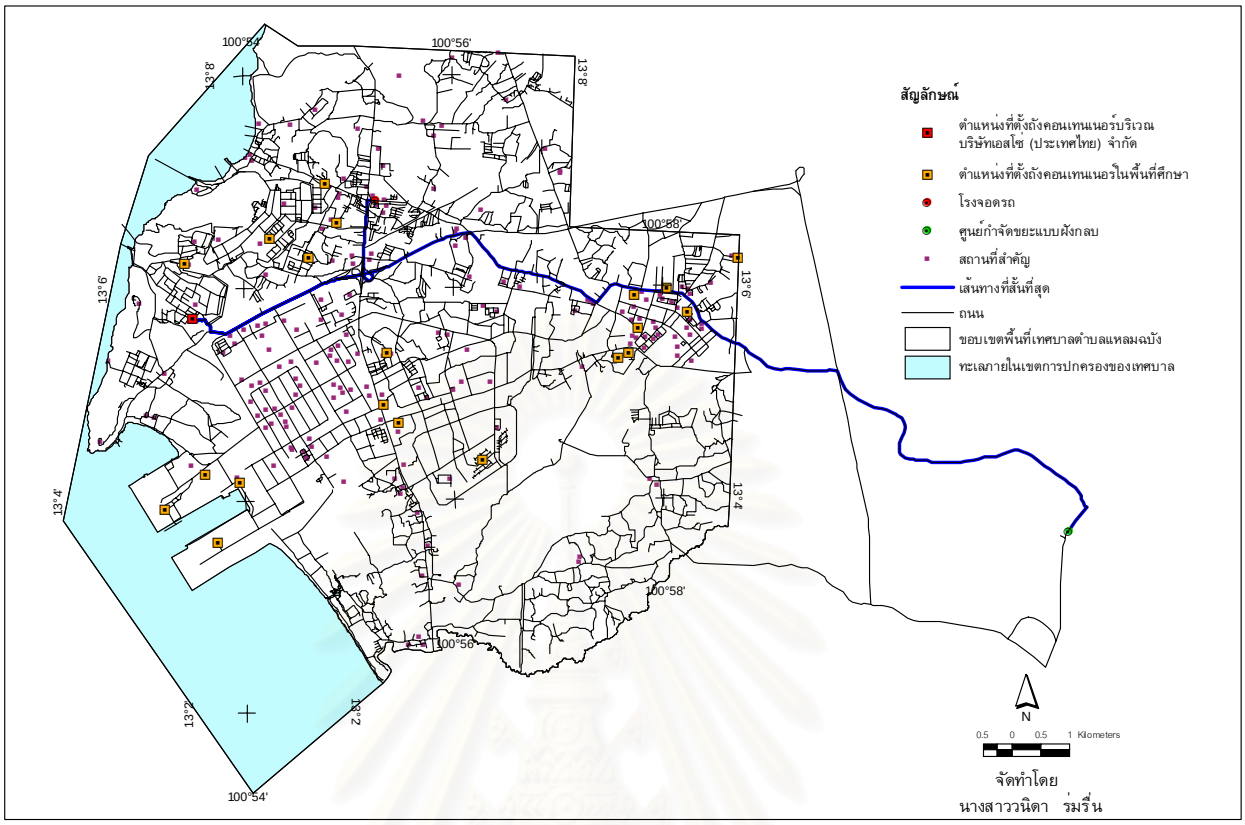

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัทมอลเทน (ไทยแลนด์) จำกัด



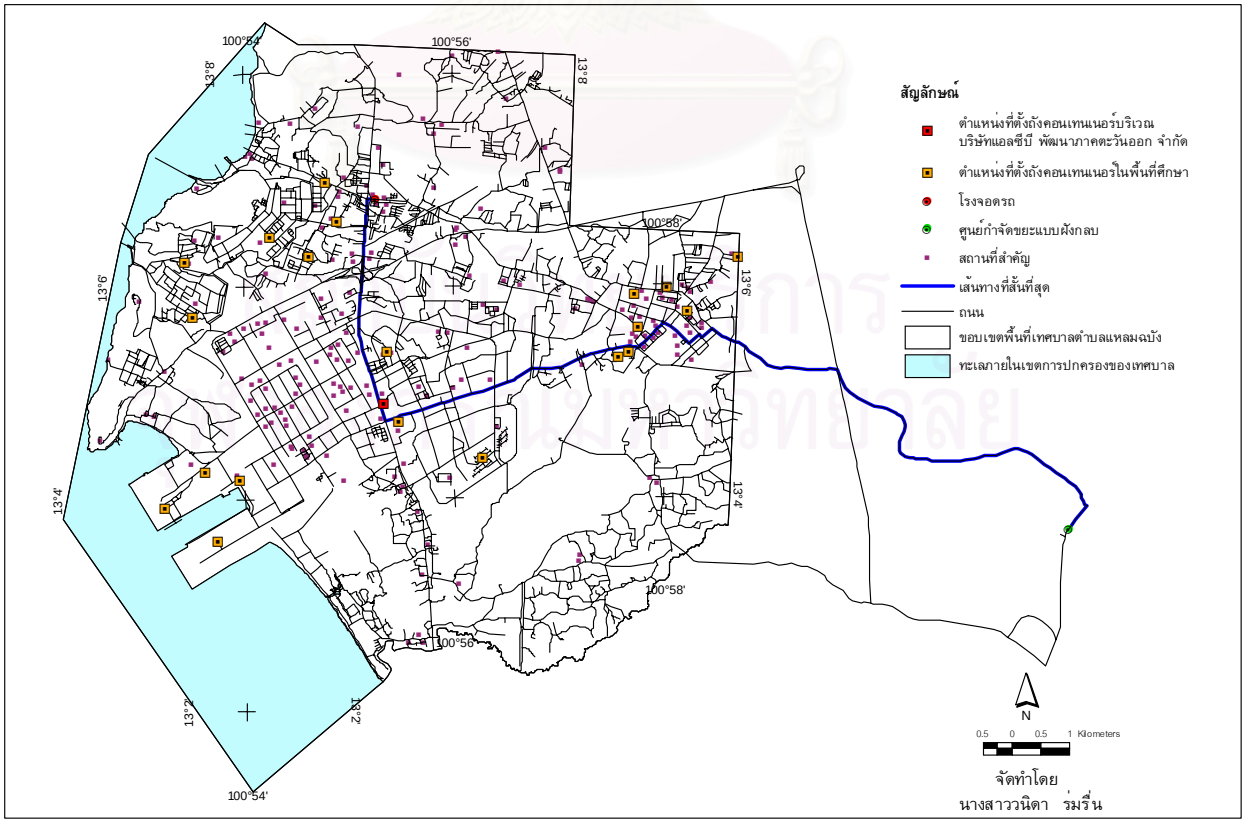

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัทไทยออล์ย จำกัด



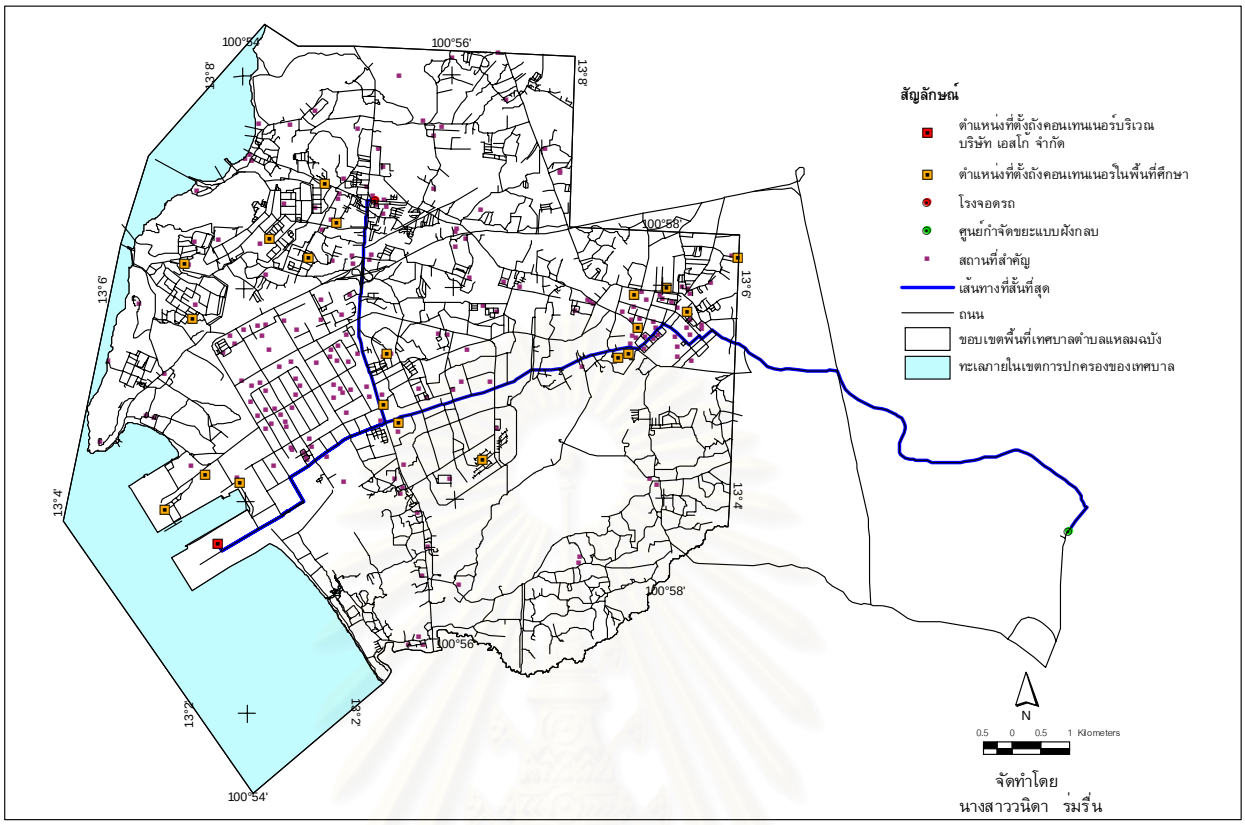

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณตลาดแหลมฉบัง



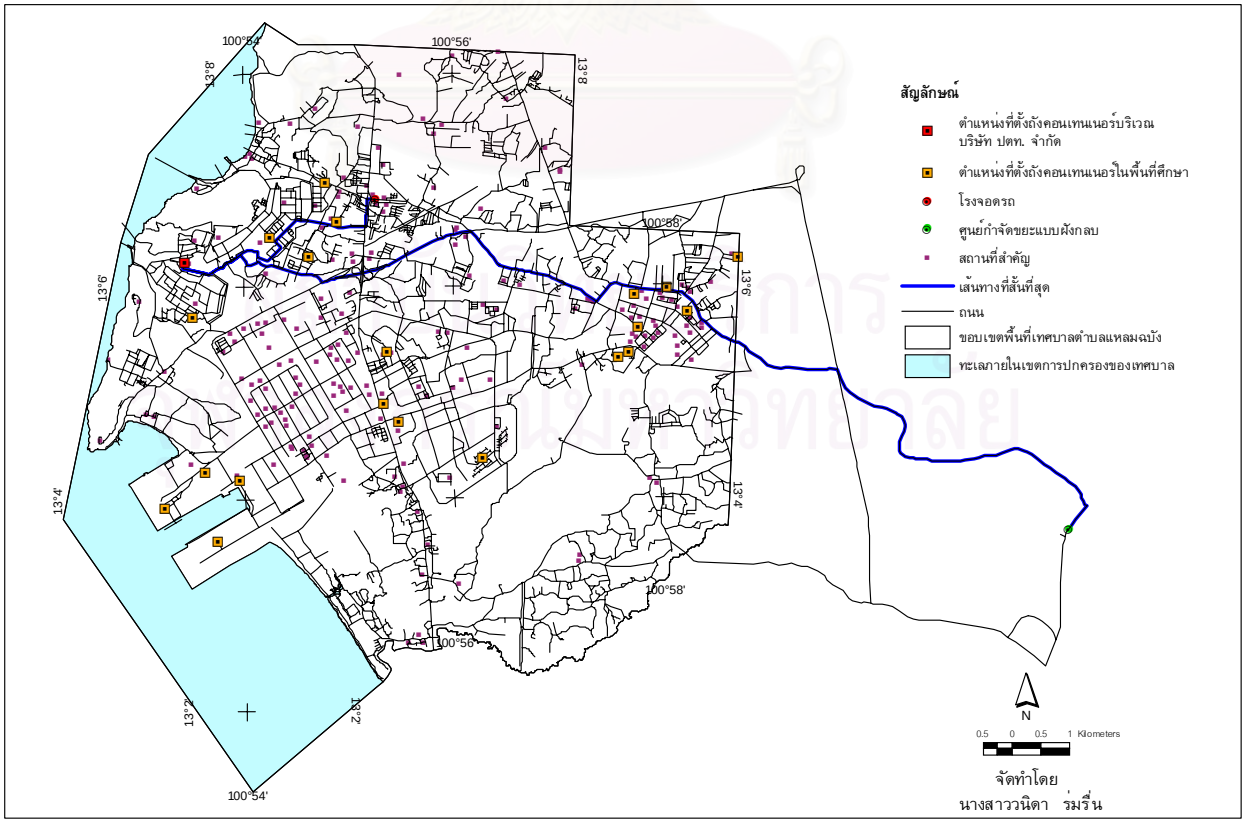

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัทเอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด



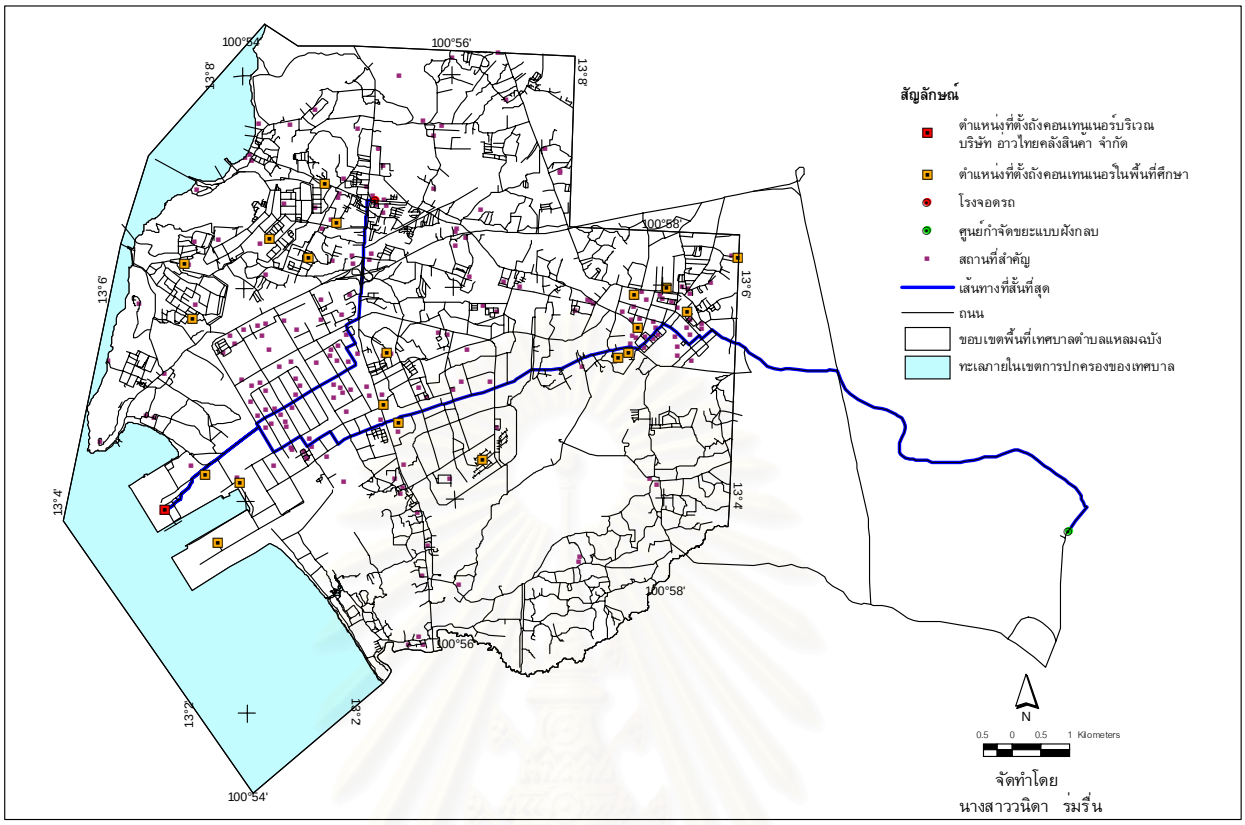

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัทแอลซีบี พัฒนาภาคตะวันออก จำกัด



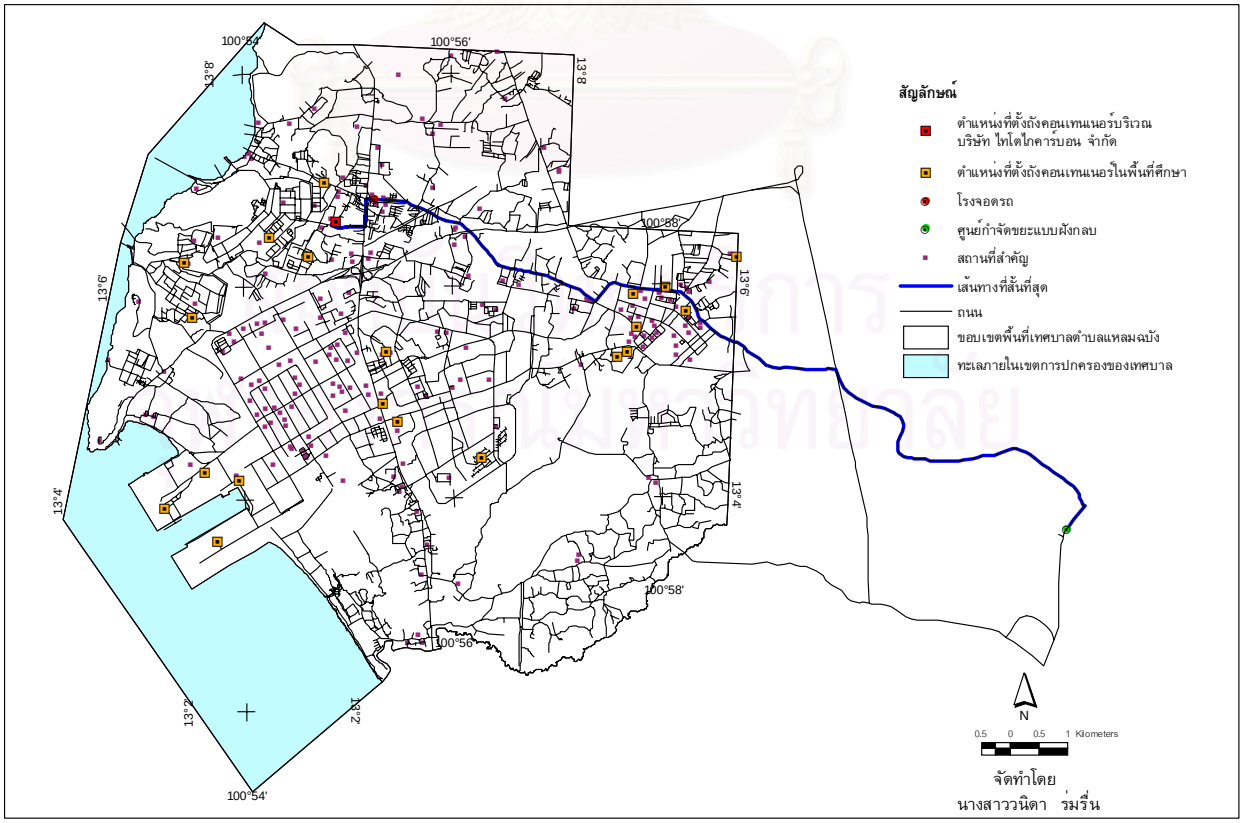

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัทเอสโก้ จำกัด



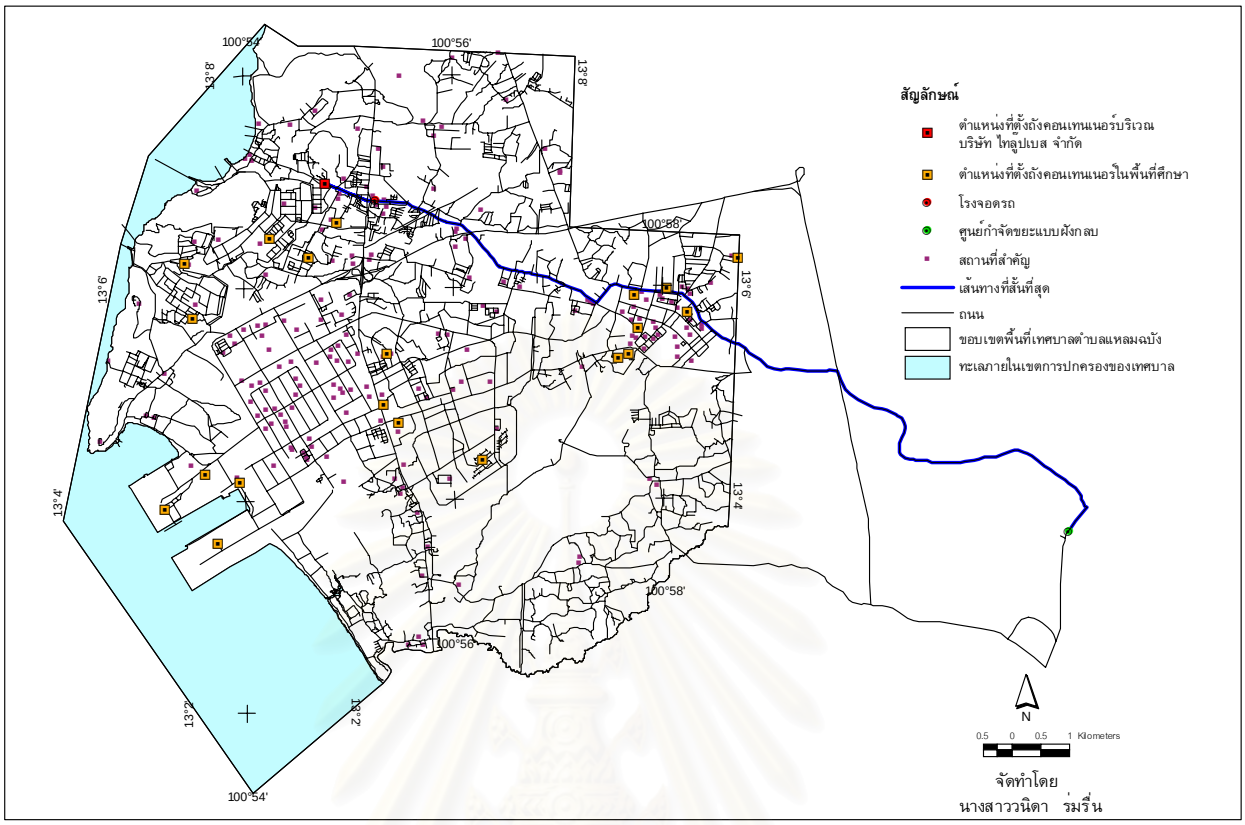

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัท ปตท. จำกัด



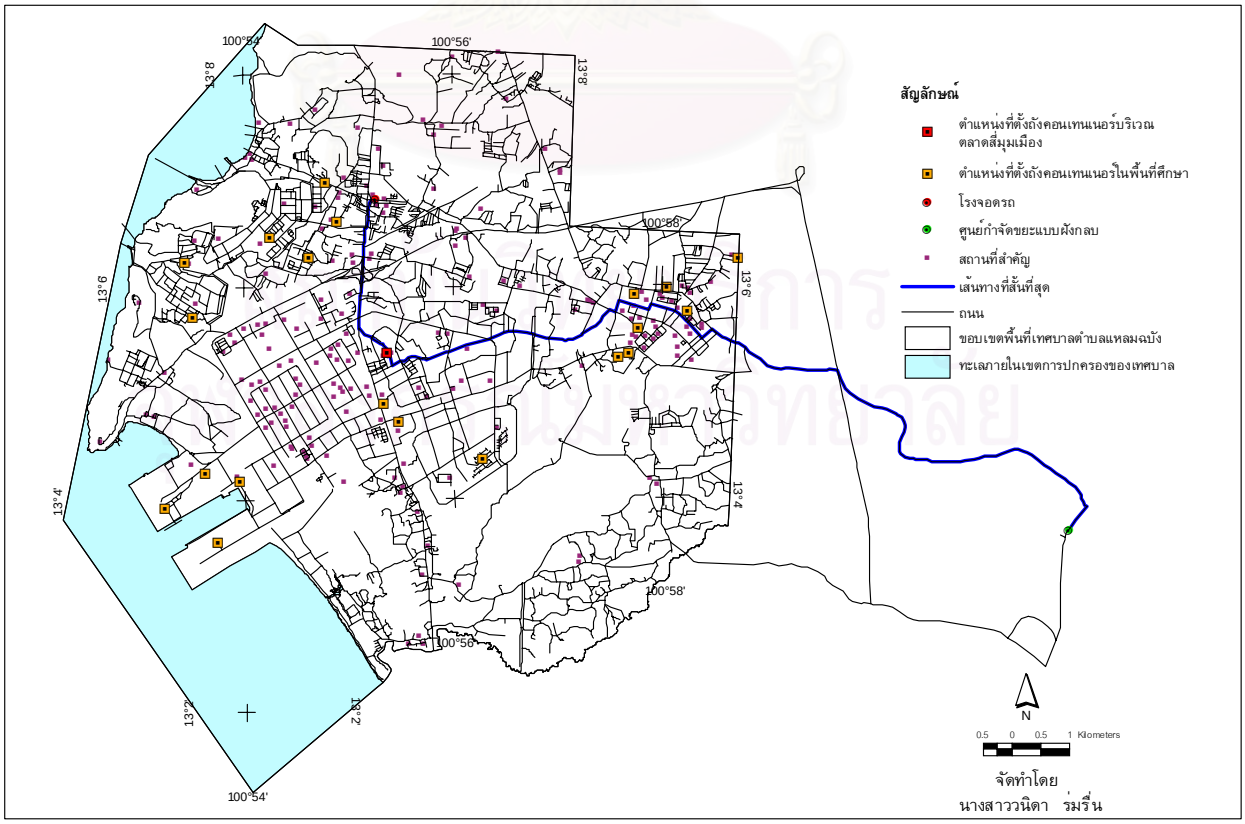

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัท อ่าวไทยคลังสินค้า จำกัด



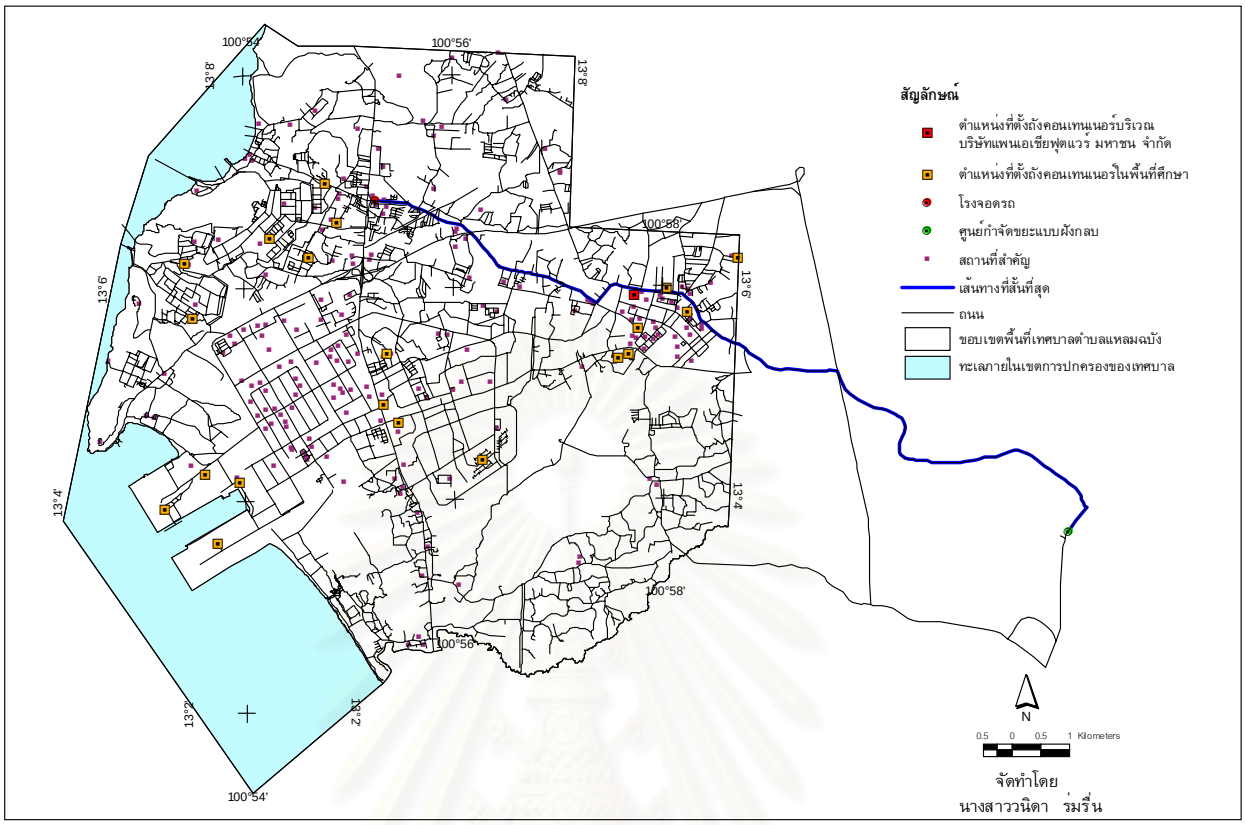

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัท ไทโตไกคาร์บอน จำกัด



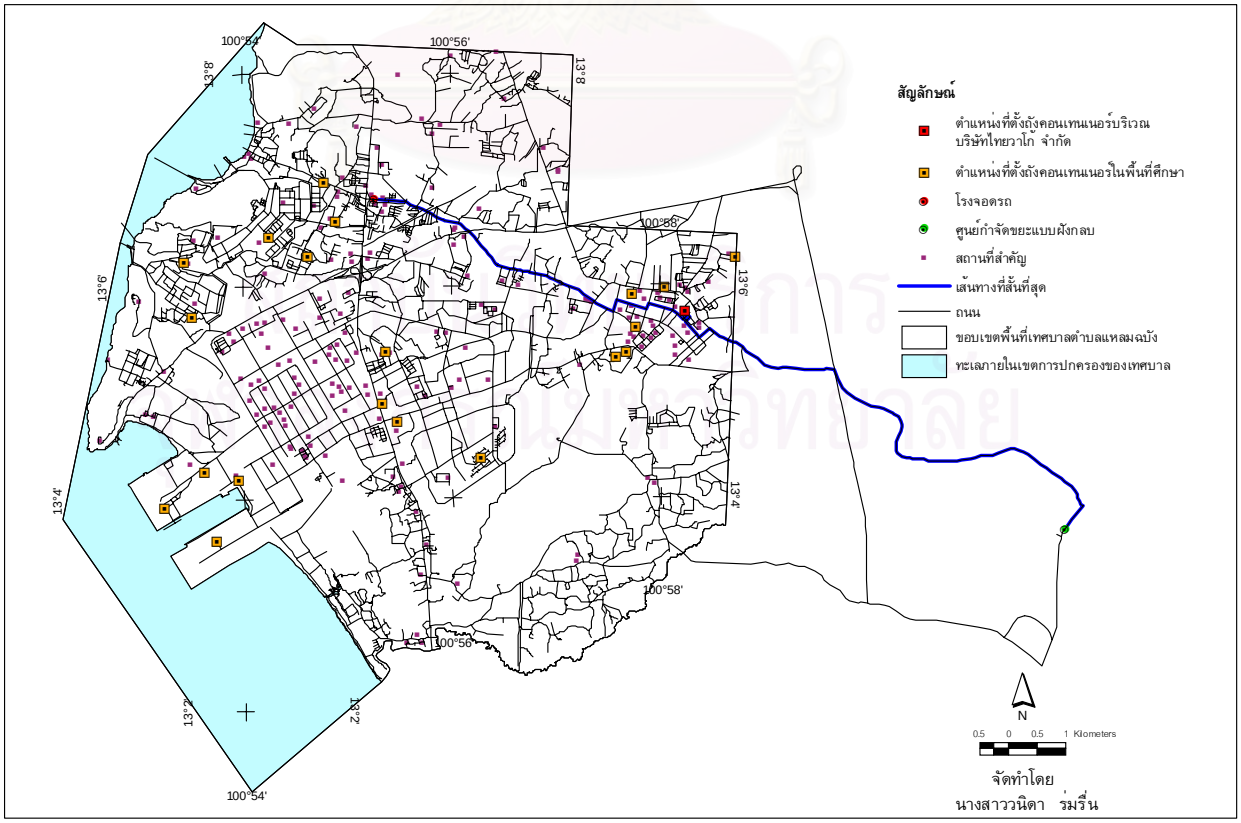

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัท ไทลูปเบส จำกัด



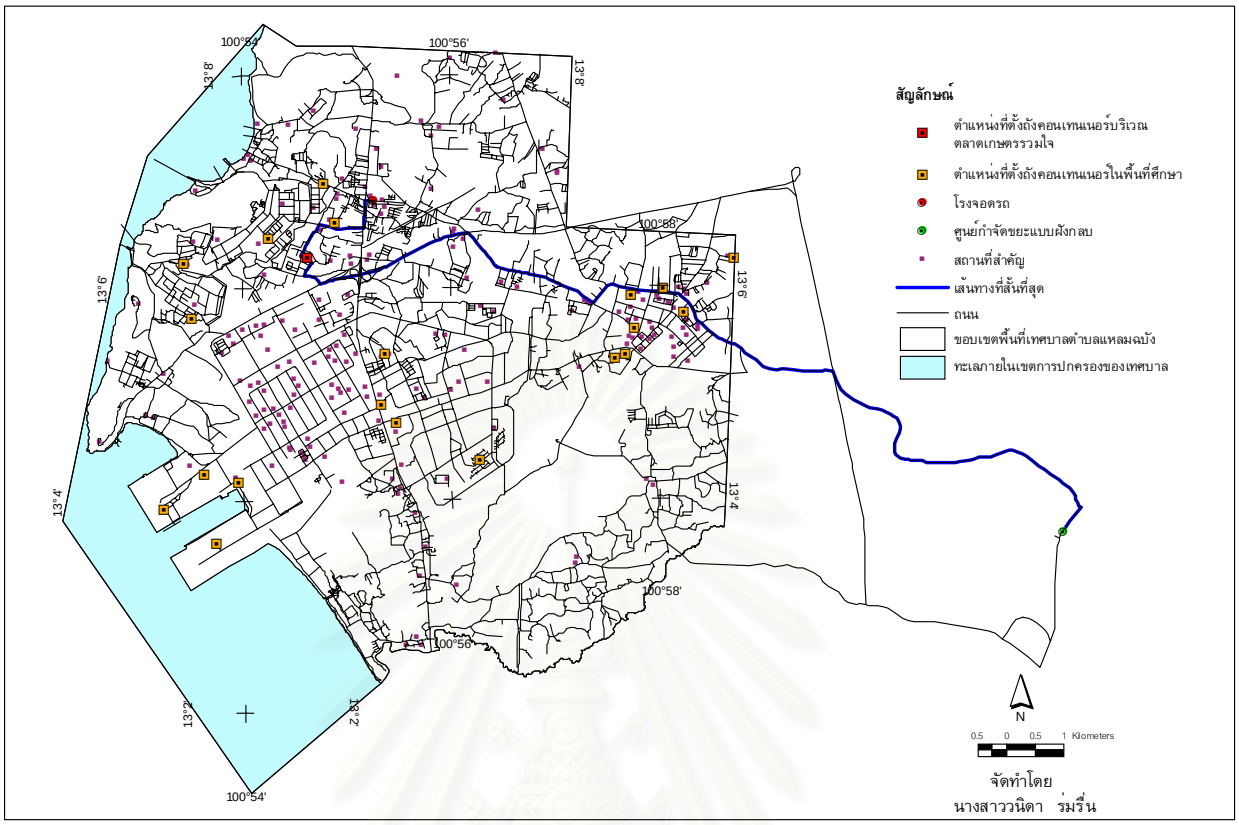

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณตลาดสี่มุมเมือง



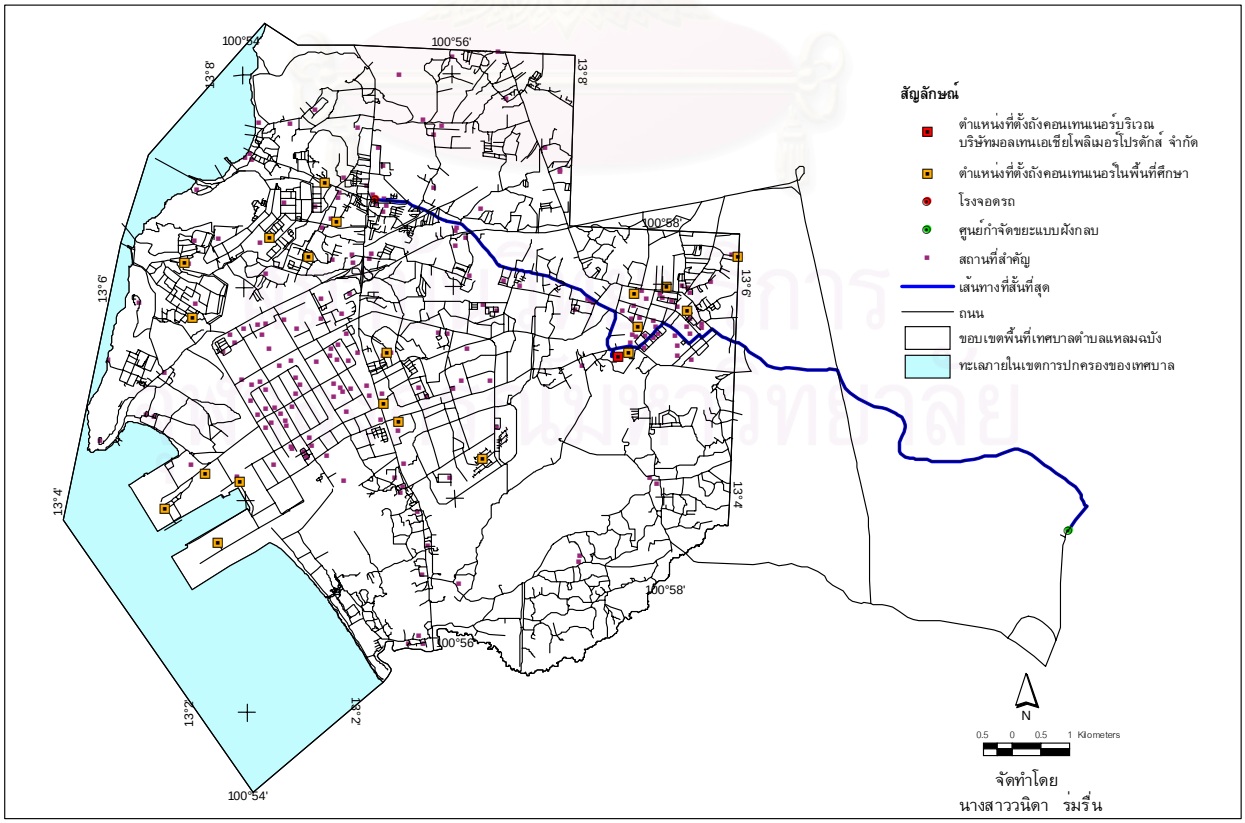

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัทแพนเอเชียฟูดแวร์ มหาชนจำกัด



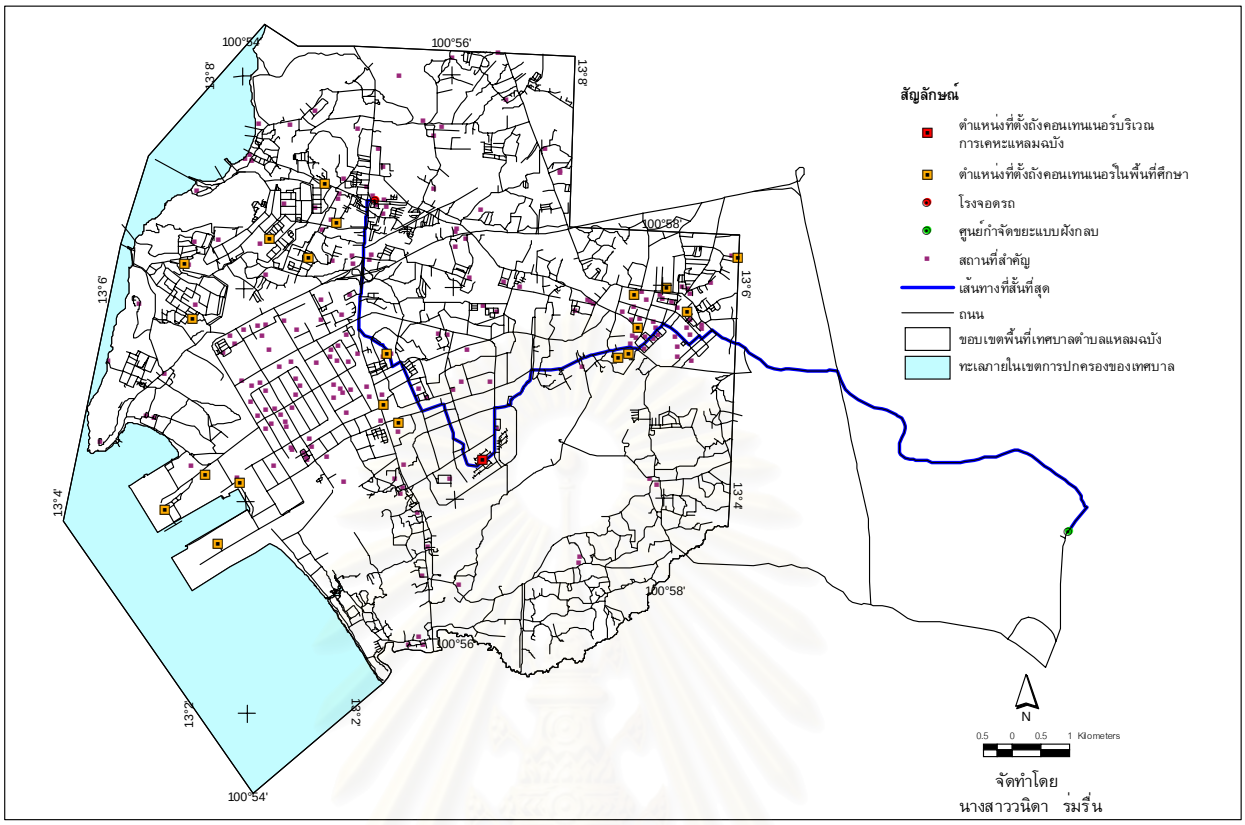

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัท ไทยวาโก้ จำกัด



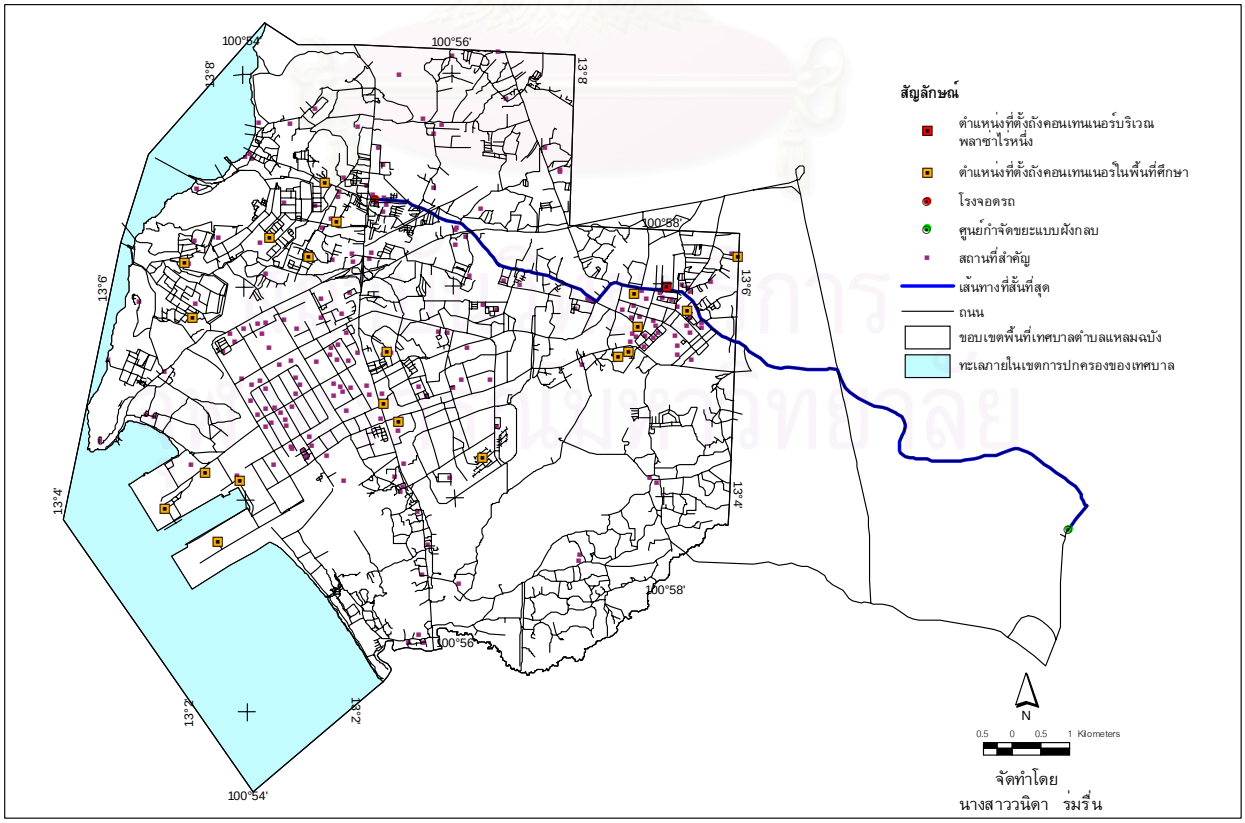

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณตลาดเกษตรรวมใจ



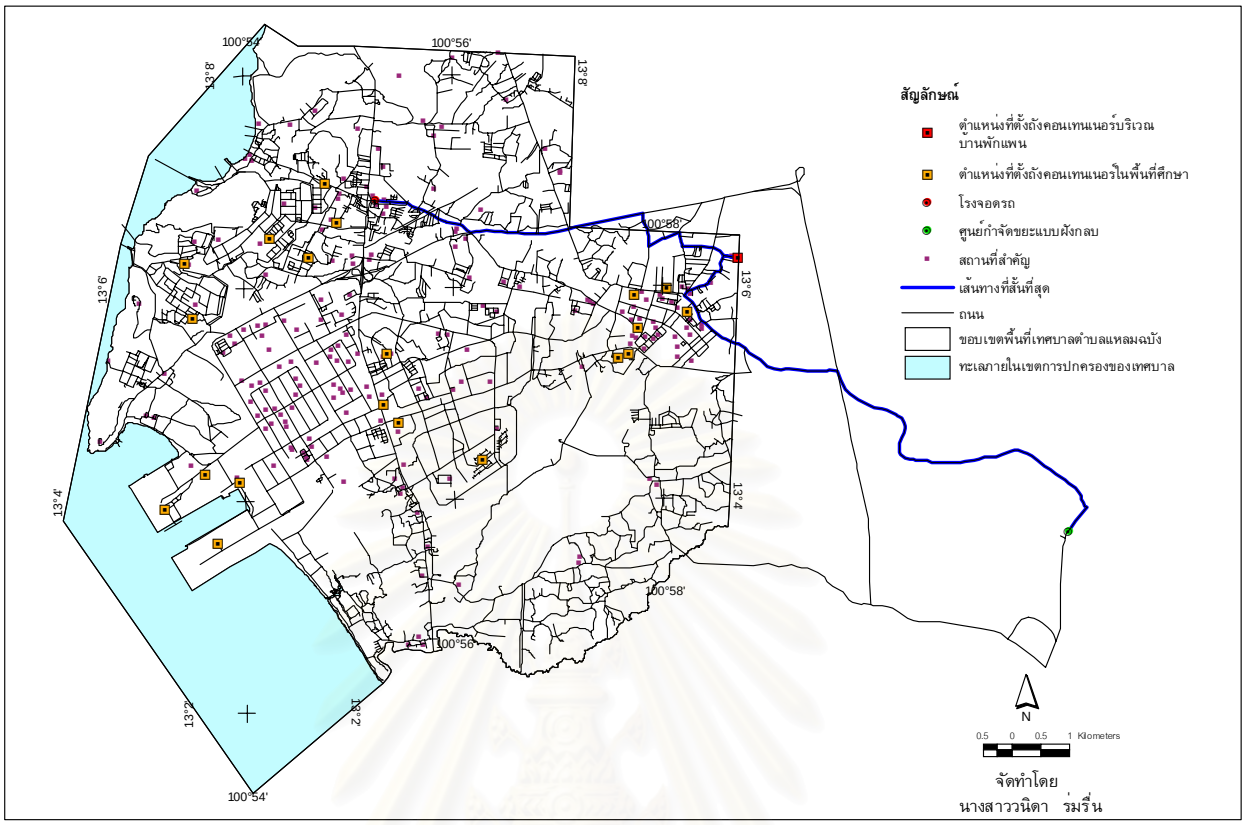

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบริษัทมอลเทนเอเชียโพลิเมอร์โปรดักส์ จำกัด



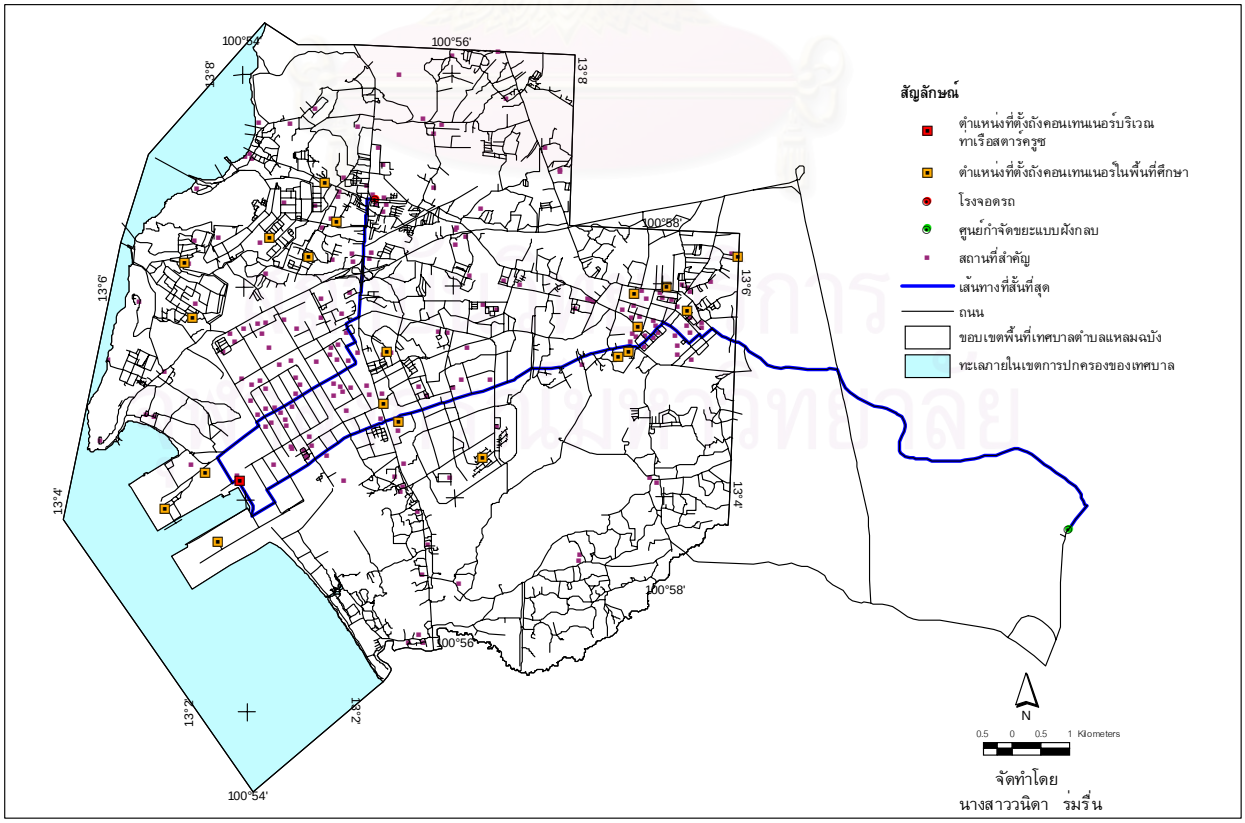

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณการเคหะแหลมฉบัง



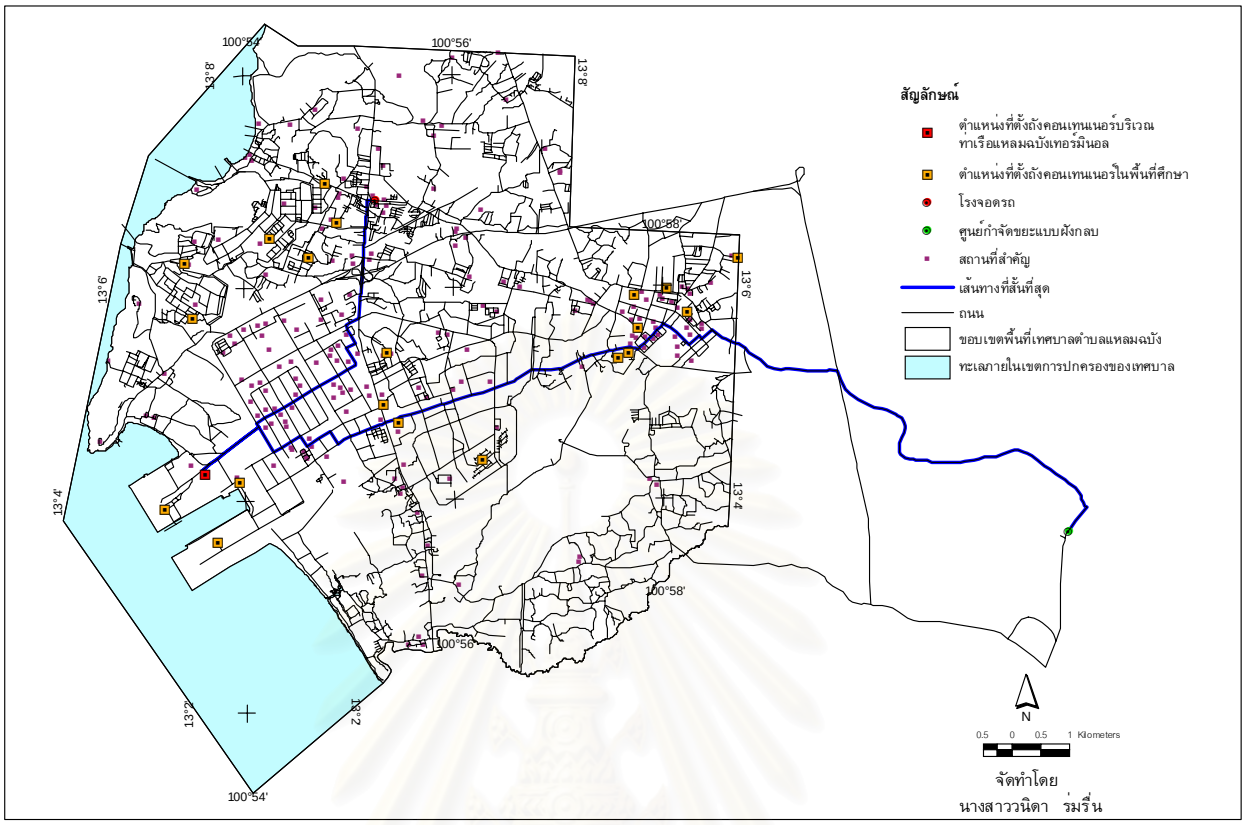

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณพลาซ่าไร่หนึ่ง




แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณบ้านพักแพน




แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณท่าเรือสตาร์ครูซ




แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบถังเคลื่อนที่บริเวณท่าเรือแลมฉบังเทอร์มินอล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ตัวอย่างรายงานการเดินทาง ของระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ บริษัท พีซีบี เซนเตอร์ จำกัด (ประเทศไทย)

เริ่มออกรถจากโรงจอดรถ เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล8 (ทุ่งสุขลา) เดินทางตาม ถ.สุขาภิบาล8 (ทุ่งสุขลา) เป็นระยะทาง 4731.38 เมตร ผ่านโรงพยาบาลอ่าวอุดม ทางด้านซ้าย (152.37 เมตร) ผ่านสถานีตำรวจภูธรย่อยตำบลหนองขาม ทางด้านขวา (4202.15 เมตร) และผ่านศูนย์บริการสาธารณสุขเทศบาลตำบลแหลมฉบัง ทางด้านขวา (4246.30 เมตร) จากนั้นเลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ข้างโรงงานแพน เป็นระยะทาง 200.96 เมตร เลี้ยวขวาเข้าไปในซอยเป็นระยะทาง 893.10 เมตร ผ่าน บ.ราชาธิชูดน จำกัด ทางด้านขวา (285.61 เมตร) วิ่งตรงไปเป็นระยะทาง 92.02 เมตร ผ่าน บ.พีซีบี เซ็นเตอร์ จำกัด ทางด้านขวา (67.01 เมตร) และเลี้ยวขวาเข้าไปยัง บจ.พีซีบีเซนเตอร์ (ปทท.) เพื่อเก็บถังคอนเทนเนอร์ จากนั้นเดินทางออกจาก บจ.พีซีบีเซนเตอร์ (ปทท.) เป็นระยะทาง 92.02 เมตร แล้วเลี้ยวซ้ายและวิ่งตรงไปเป็นระยะทาง 1624.27 เมตร ผ่าน บ.เอสแอนด์เจ อินเตอร์เนชั่นแนล มหาชนจำกัด ทางด้านขวา (347.37 เมตร) ผ่าน บ.ไทยจาโมเน่ จำกัด ทางด้านขวา (843.75 เมตร) วิ่งตรงไปเรื่อยๆ ตาม ถ.หน้าโรงเรียนไทยกสิกรสงเคราะห์ เป็นระยะทาง 35.63 เมตร เลี้ยวขวาไปยังถ.เครือสหพัฒน์ และวิ่งตรงไปเป็นระยะทาง 662.14 เมตร เดินทางตาม ถ.แอสฟัลท์ เป็นระยะทาง 8070.19 เมตร เลี้ยวขวาไปยัง ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบ

ระยะการเดินทางรวมทั้งหมด คือ 16401.73 เมตร

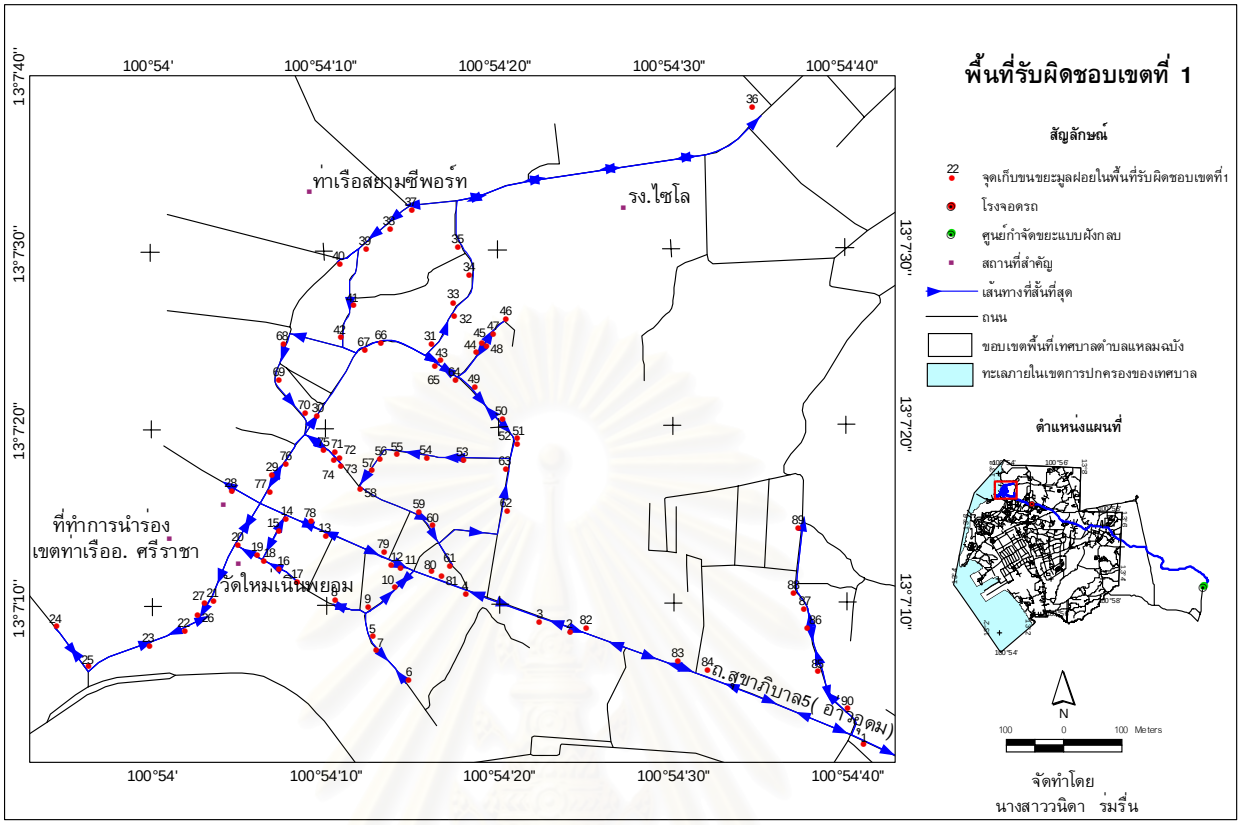
==========

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

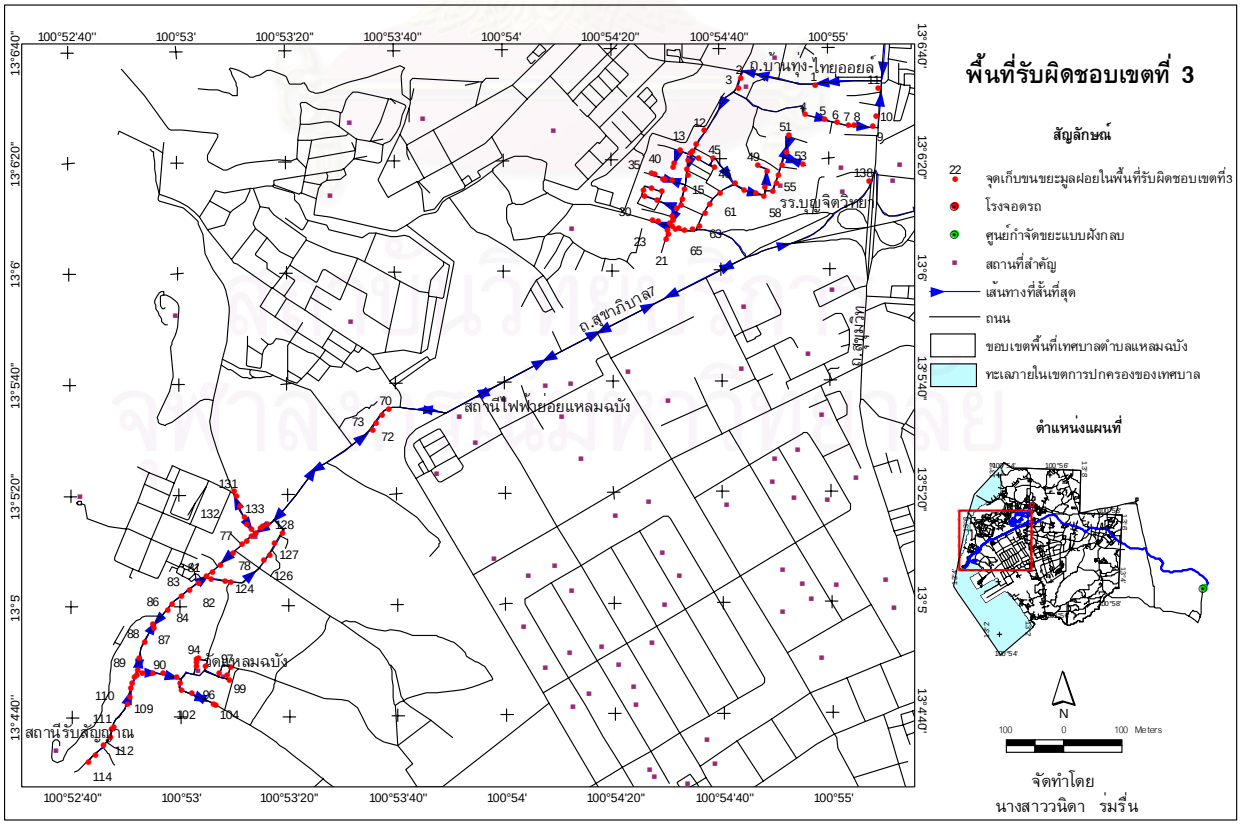
# ภาคผนวก ฉ

# แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ และตัวอย่างรายงานการเดินทาง

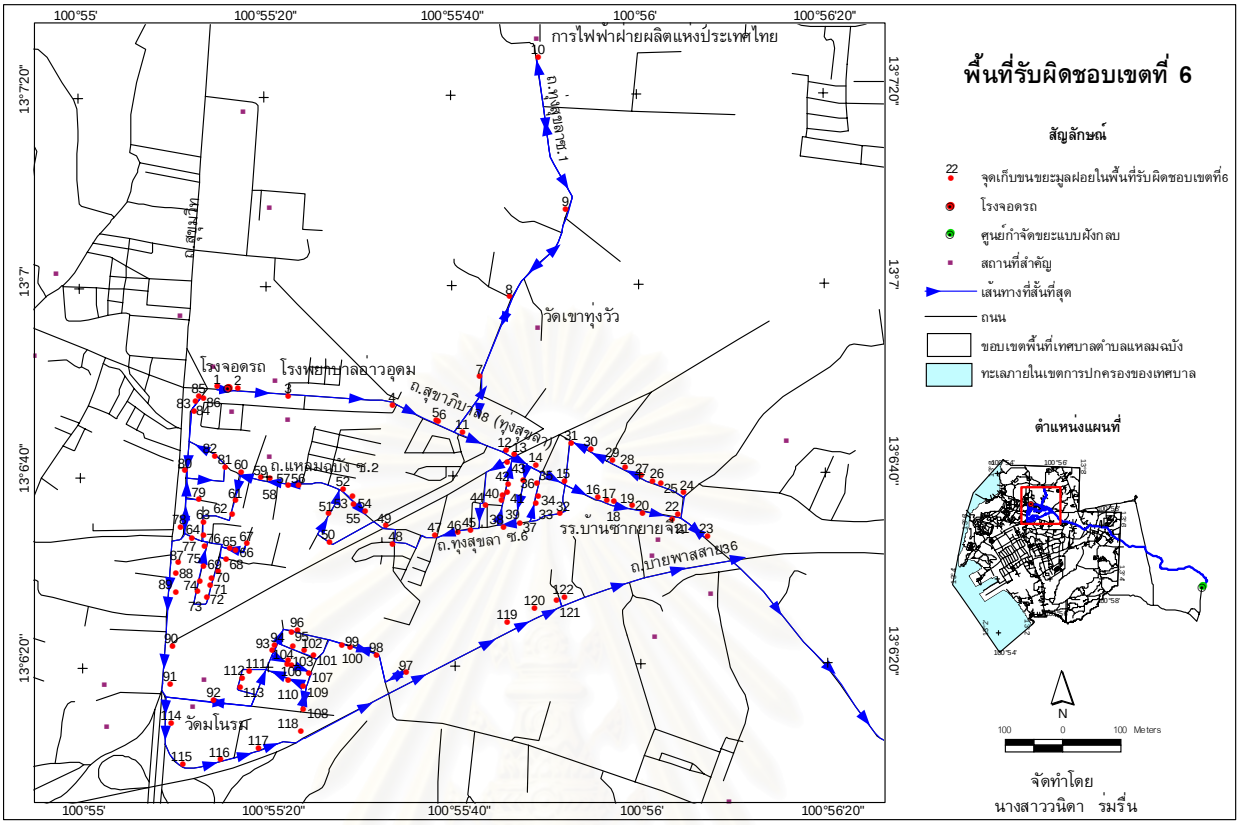
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



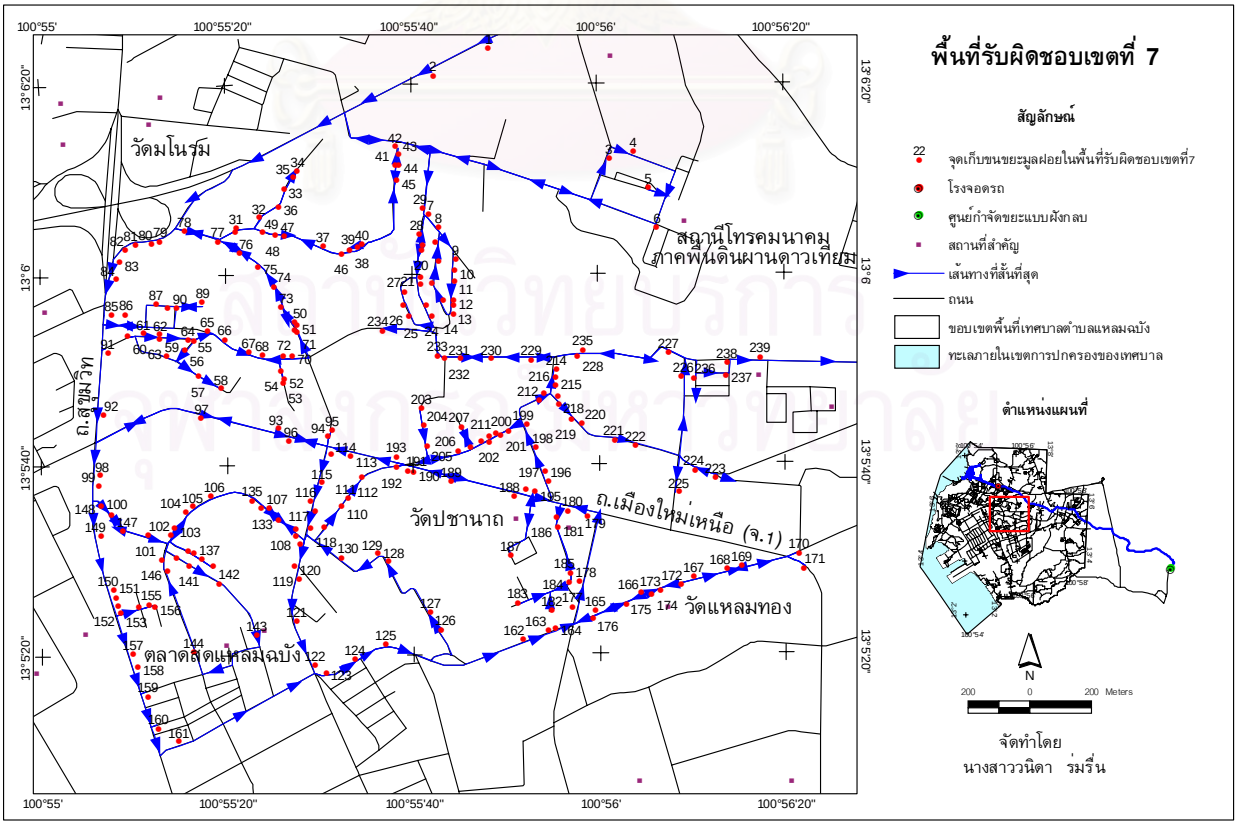

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 1



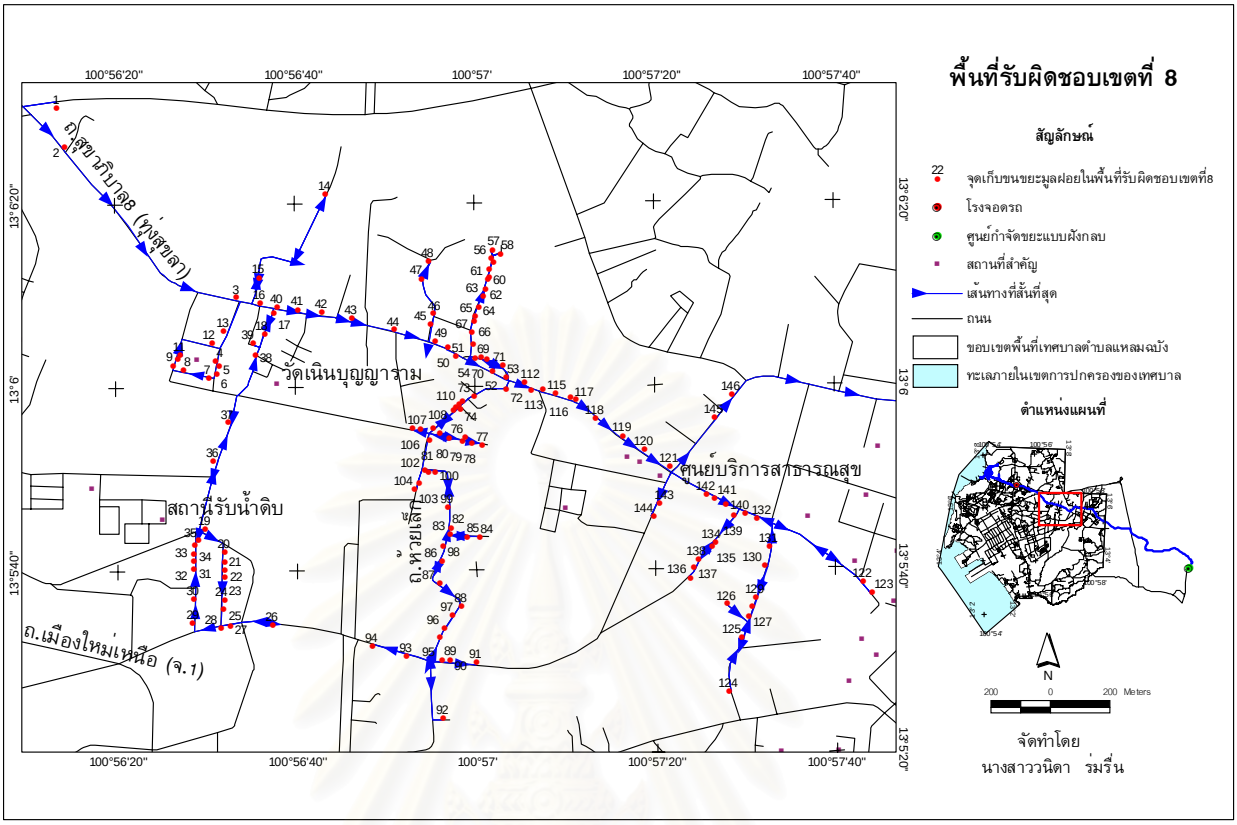

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 3



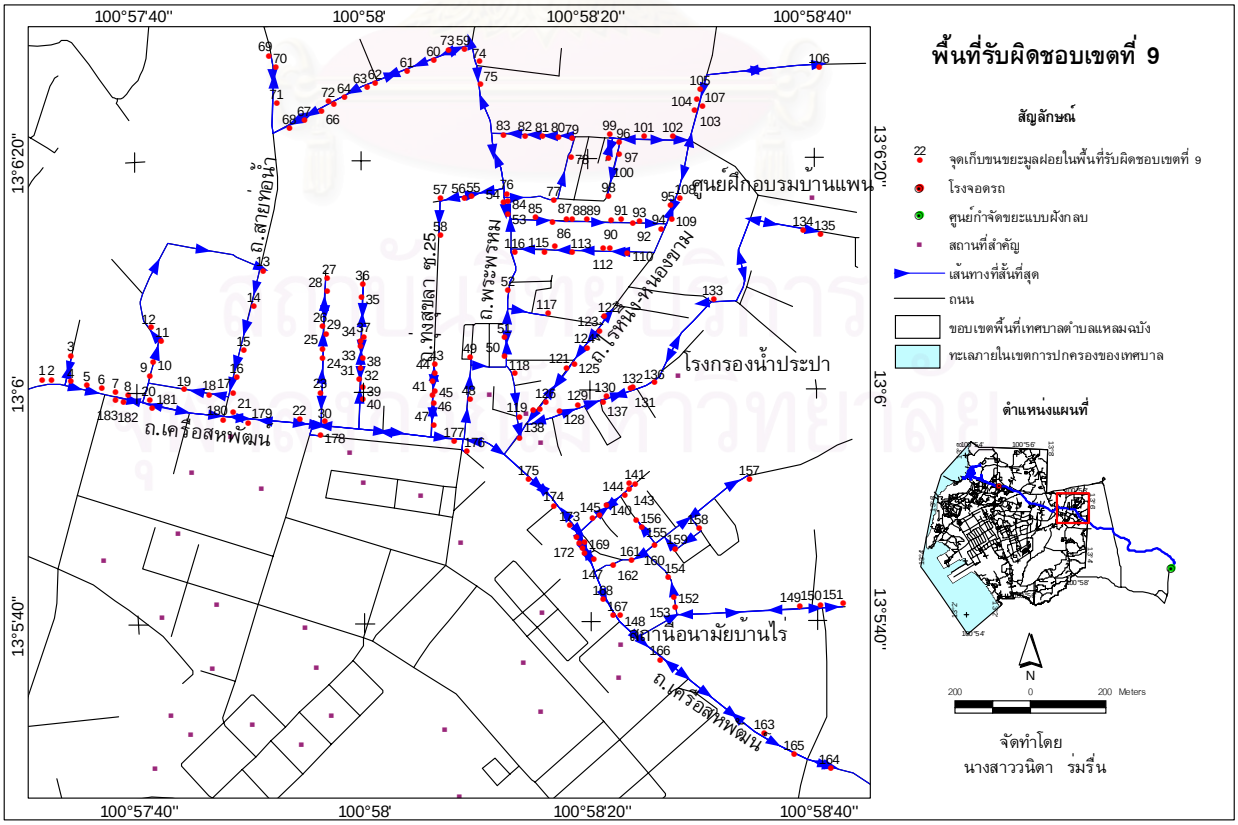

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 6



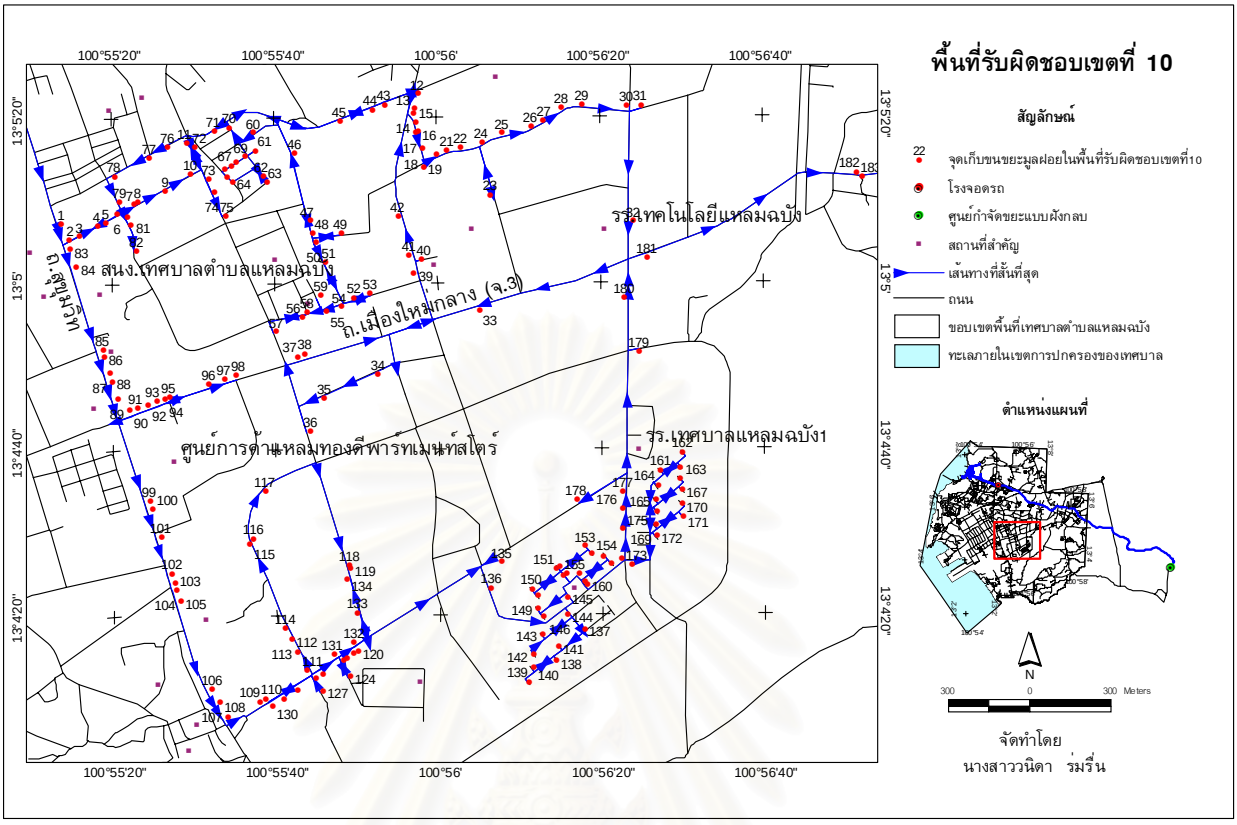

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 7



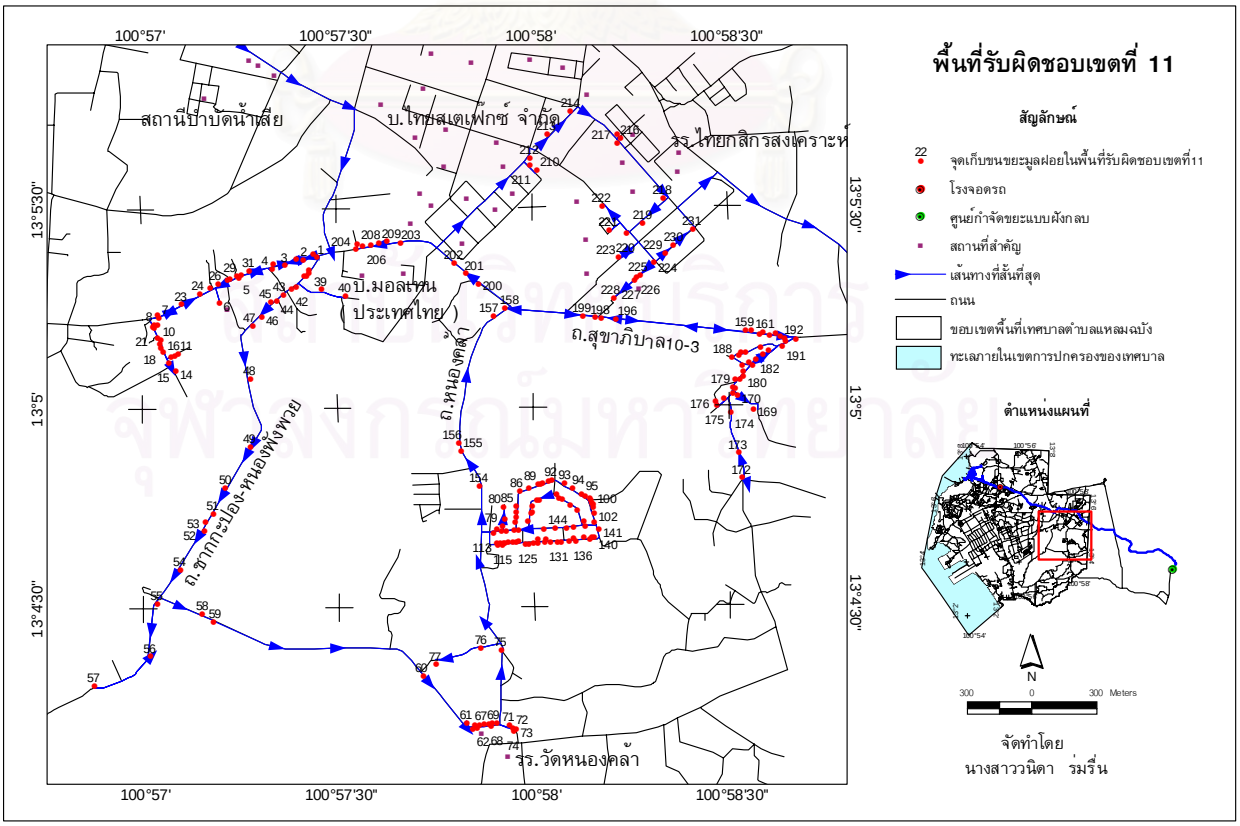

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 8



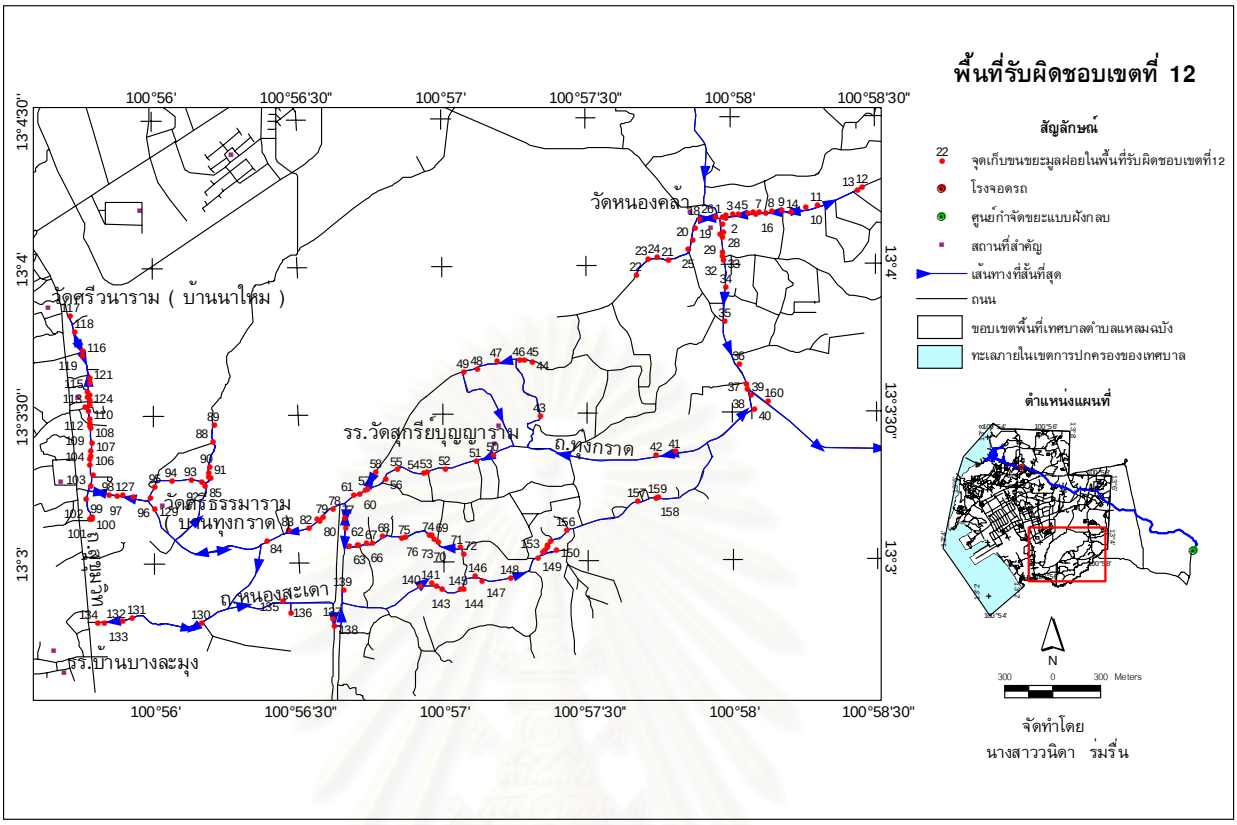

แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 9




แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 10

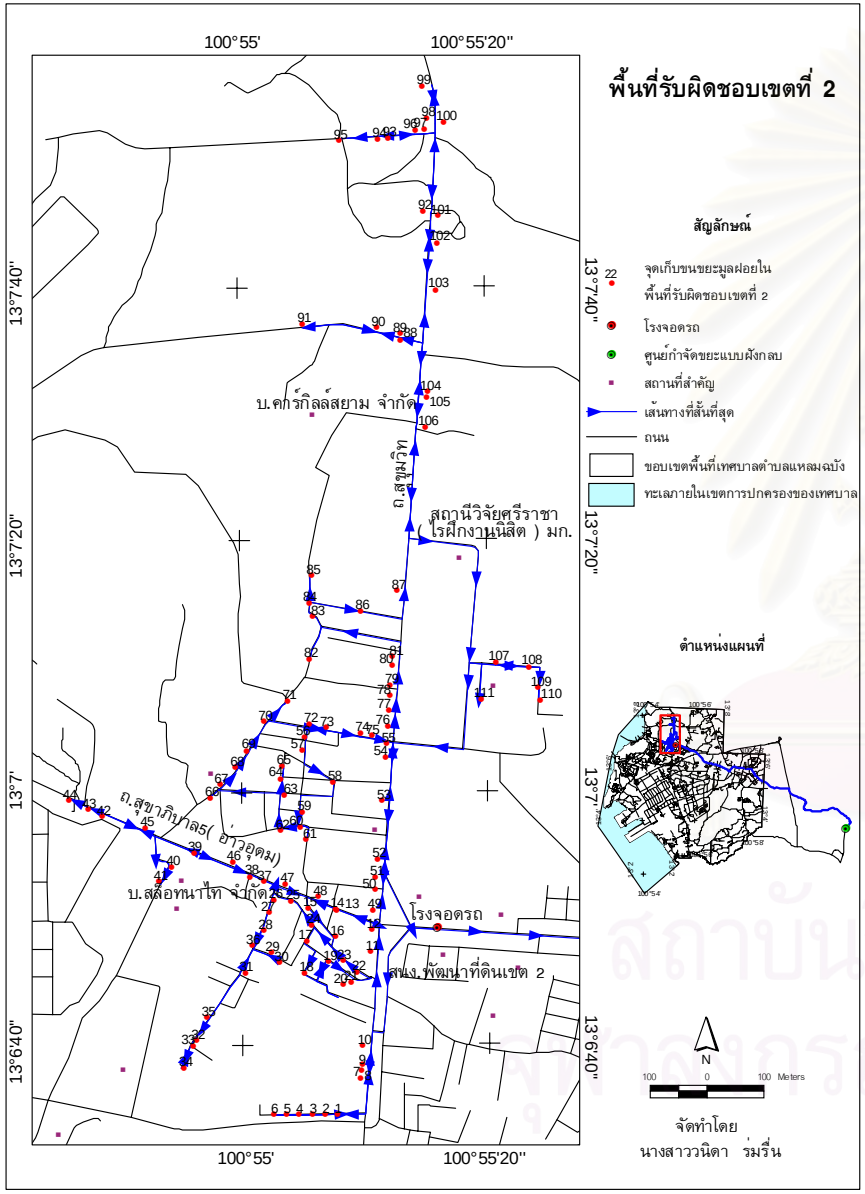



แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 11

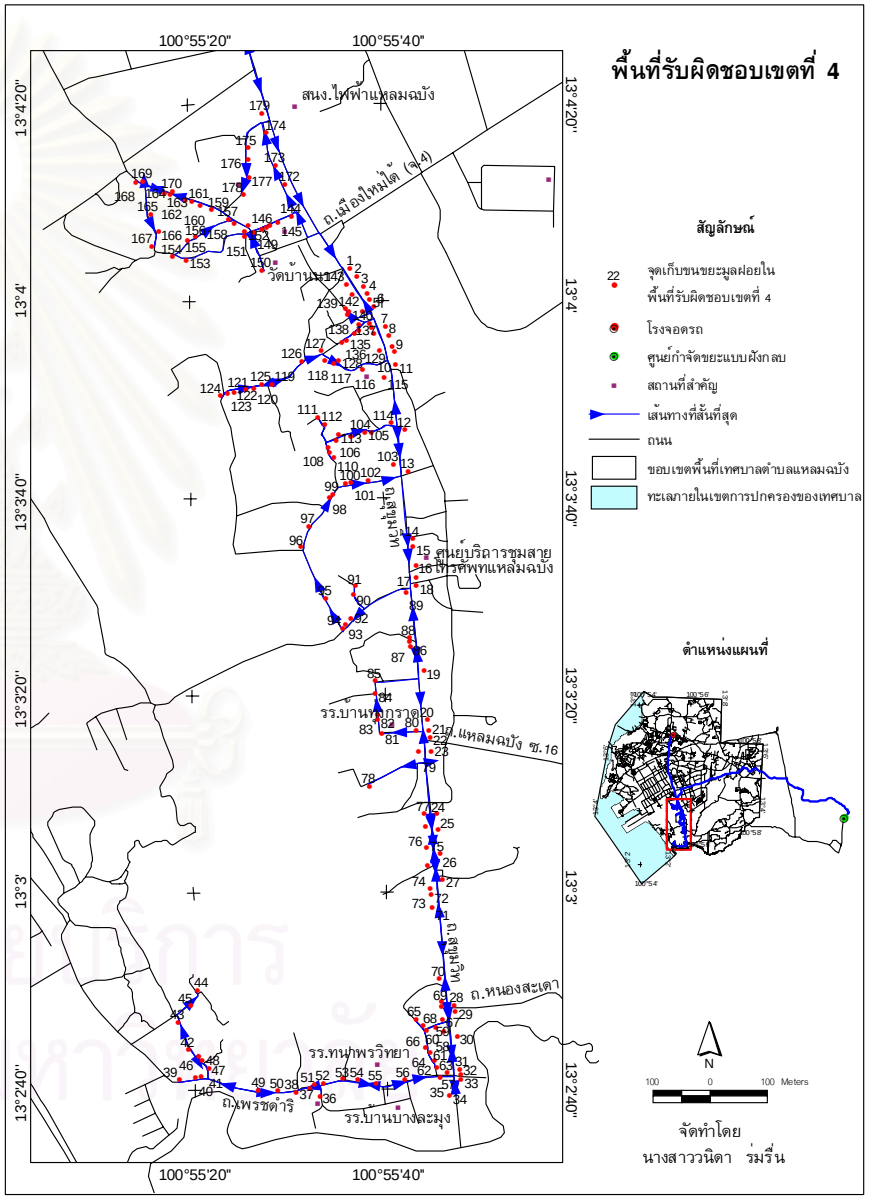



แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 12

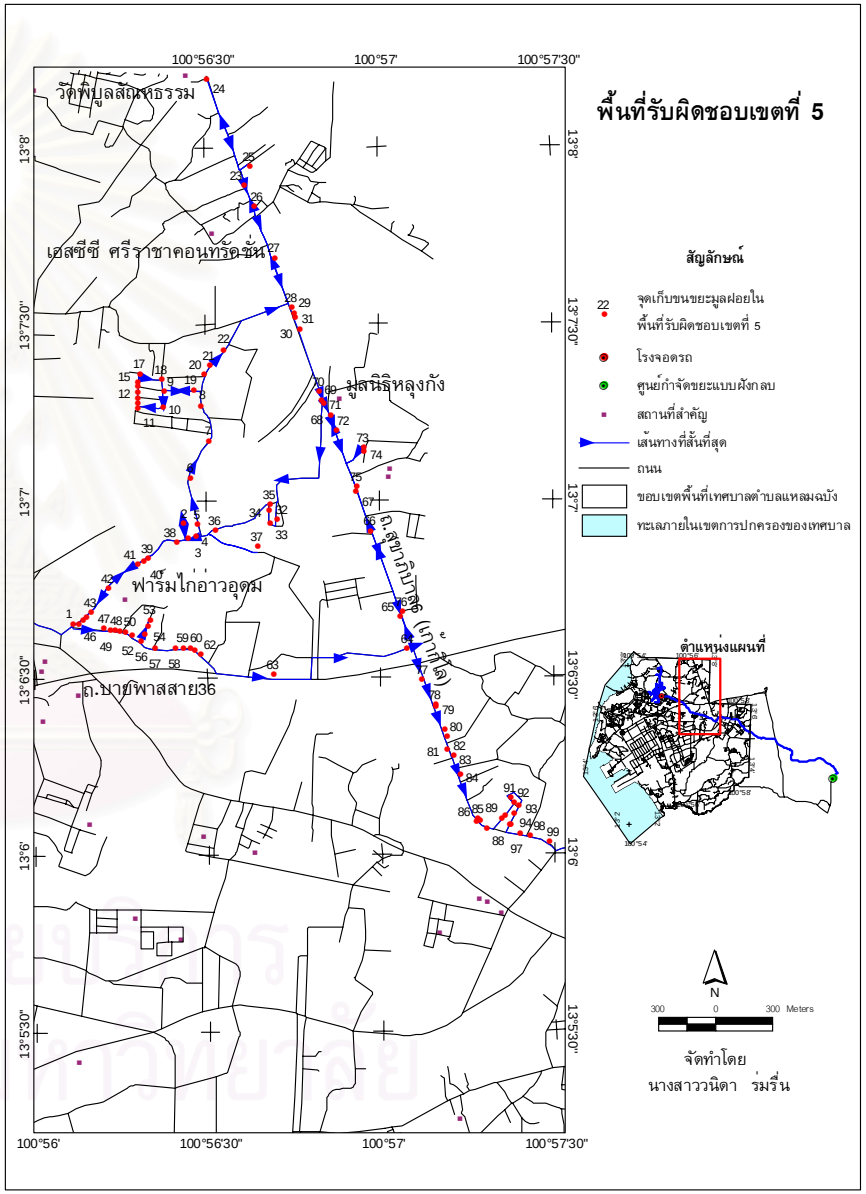
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 2




แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 4




แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังคงที่ในพื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ตัวอย่างรายงานการเดินทาง ของระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังคงที่ พื้นที่รับผิดชอบเขตที่ 5

ออกเดินทางจาก โรงจอดรถ
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล8 (ทุ่งสุขลา)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล8 (ทุ่งสุขลา) เป็นระยะทาง 962.069 เมตร ผ่าน
โรงพยาบาลอ่าวอุดม ทางด้านซ้าย (152.371 เมตร)
ตรงไป เป็นระยะทาง 168.744 เมตร
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 450.255 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 80.102 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 1

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 1
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 770.159 เมตร
ตรงไป เป็นระยะทาง 84.175 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 2

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 2
ตรงไป เป็นระยะทาง 84.175 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 13.983 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 3

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 3
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 40.158 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 4

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 4
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 28.102 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เขาพุ
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน-เขาพุ เป็นระยะทาง 60.717 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 5

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 5
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เขาพุ
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน-เขาพุ เป็นระยะทาง 255.328 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 6

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 6
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.ชากยายจีน-เขาพุ
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน-เขาพุ เป็นระยะทาง 214.967 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 7

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 7
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เขาพุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน-เขาพุ เป็นระยะทาง 207.136 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 8

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 8
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เขาพุ
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน-เขาพุ เป็นระยะทาง 75.467 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 208.834 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 9

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 9
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 88.206 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 10

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 10
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 143.496 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 11

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 11
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 24.700 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 12

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 12
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 28.511 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 13

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 13
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 31.022 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 14

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 14
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 27.012 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 15

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 15
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 27.027 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 16

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 16
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 43.087 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 17

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 17
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 138.285 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 18

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 18

เลี้ยวขวาไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 219.083 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 19

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 19
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไปตาม ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 41.420 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เขาพุ
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน-เขาพุ เป็นระยะทาง 86.418 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 20

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 20
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เขาพุ
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน-เขาพุ เป็นระยะทาง 54.481 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 21

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 21
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เขาพุ
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน-เขาพุ เป็นระยะทาง 110.745 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 22

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 22
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เขาพุ
ตรงไปตาม ถ.ชากยายจีน-เขาพุ เป็นระยะทาง 178.418 เมตร
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.สุขุมวิทซ.16
ตรงไปตาม ถ.สุขุมวิทซ.16 เป็นระยะทาง 263.823 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไปตาม ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 485.601 เมตร
ตรงต่อเนื่องไปยัง -
ตรงไป- เป็นระยะทาง 5.780 เมตร
ตรงต่อเนื่องไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไปตาม ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 163.136 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่ 23

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 23
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 588.071 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 24

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 24
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 501.889 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไป ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 52.295 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 25

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 25
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.คอนกรีต
ตรงไป ถ.คอนกรีต เป็นระยะทาง 52.295 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 214.905 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง -
ตรงไป - เป็นระยะทาง 11.604 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 26

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 26
เลี้ยวขวาไปยัง -

ตรงไป - เป็นระยะทาง 11.604 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 34.413 เมตร
ตรงต่อเนื่องไปยัง -
ตรงไป - เป็นระยะทาง 5.780 เมตร
ตรงต่อเนื่องไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 239.674 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่ 27

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 27
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 275.560 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่ 28

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 28
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 27.577 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่ 29

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 29
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 23.795 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่ 30

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 30
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 65.426 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 31

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 31
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 389.201 เมตร
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล
ตรงไป ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล เป็นระยะทาง 732.474 เมตร
ตรงไป เป็นระยะทาง 86.994 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 32

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 32
ตรงไป เป็นระยะทาง 70.975 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 33

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 33
ตรงไป เป็นระยะทาง 79.624 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 34

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 34
ตรงไป เป็นระยะทาง 29.526 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 35

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 35
ตรงไป เป็นระยะทาง 4.176 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล
เป็นระยะทาง 325.848 เมตร เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะมูลฝอยหมายเลขจุดเก็บขนขยะหมายเลข 36

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 36
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล
ตรงไป ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล เป็นระยะทาง 43.380 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง -

ตรงไป - เป็นระยะทาง 276.013 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 37

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 37
เลี้ยวขวาไปยัง -
ตรงไป - เป็นระยะทาง 276.013 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล
ตรงไป ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล เป็นระยะทาง 40.227 เมตร
ตรงต่อเนื่องไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 129.200 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 38

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 38
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 192.863 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 39

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 39
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 25.812 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 40

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 40
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 39.947 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 41

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 41
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 198.823 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 42

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 42
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 153.291 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 43

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 43
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 32.344 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 44

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 44
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 29.034 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 45

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 45
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 25.584 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 46

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 46
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน1
ตรงไป ถ.ชากยายจีน1 เป็นระยะทาง 39.948 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 173.636 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 47

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 47
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 34.296 เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 48

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 48
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 21.808 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 49

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 49
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 23.426 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 50

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 50
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 31.122 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 51

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 51
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 37.287 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 52

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 52
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 55.705 เมตร
ตรงไป เป็นระยะทาง 130.321 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 53

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 53
ตรงไป เป็นระยะทาง 34.609 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 54

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 54
ตรงไป เป็นระยะทาง 45.388 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 55

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 55
ตรงไป เป็นระยะทาง 35.805 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 56

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 56
ตรงไป เป็นระยะทาง 14.520 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 90.569 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 57

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 57
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง
103.573 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 58

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 58
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 45.001 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 59

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 59
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 35.034 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 60

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 60
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 24.411 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 61

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 61

เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 32.519 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 62

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 62
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน2
ตรงไป ถ.ชากยายจีน2 เป็นระยะทาง 131.758 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.บายพาสสาย36
ตรงไป ถ.บายพาสสาย36 เป็นระยะทาง 299.338 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 63

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 63
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.บายพาสสาย36
ตรงไป ถ.บายพาสสาย36 เป็นระยะทาง 198.041 เมตร
ตรงไป เป็นระยะทาง 619.737 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 64

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 64
ตรงไป เป็นระยะทาง 29.813 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 166.631 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 65

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 65
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 471.776 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 66

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 66
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 216.923 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 67

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 67
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 494.265 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 68

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 68
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 16.136 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล
ตรงไป ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล เป็นระยะทาง 8.377 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 69

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 69
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล
ตรงไป ถ.ชากยายจีน-เก้ากิโล เป็นระยะทาง 8.377 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 47.914 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 70

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 70
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 134.504 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 71

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 71
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 82.543 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 72

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 72
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 179.451 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง -
ตรงไป - เป็นระยะทาง 132.998 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 73

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 73
เลี้ยวขวาไปยัง -
ตรงไป - เป็นระยะทาง 8.227 เมตร
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.ลูกรัง
ตรงไป ถ.ลูกรัง เป็นระยะทาง 26.535 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 74

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 74
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.ลูกรัง
ตรงไป ถ.ลูกรัง เป็นระยะทาง 26.535 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง -
ตรงไป - เป็นระยะทาง 141.225 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 131.692 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 75

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 75
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 1065.999 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 77

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 77
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 144.462 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 78

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 78
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 13.384 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 79

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 79
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 125.610 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 80

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 80
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 37.229 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 81

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 81
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 66.521 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 82

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 82
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 42.492 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 83

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 83
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 103.538 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 84

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 84
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 249.932 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 85

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 85
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 11.100 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 86

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 86
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 9.534 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 87

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 87
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 46.252 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 88

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 88
เลี้ยวขวาไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 38.039 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ซ.6
ตรงไป ซ.6 เป็นระยะทาง 70.272 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 89

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 89
เลี้ยวซ้ายไปยัง ซ.6
ตรงไป ซ.6 เป็นระยะทาง 22.510 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 90

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 90
เลี้ยวซ้ายไปยัง ซ.6
ตรงไป ซ.6 เป็นระยะทาง 77.449 เมตร
ตรงไป เป็นระยะทาง 36.043 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 91

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 91
ตรงไป เป็นระยะทาง 33.017 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 92

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 92
ตรงไป เป็นระยะทาง 180.660 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 93

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 93
ตรงไป เป็นระยะทาง 47.800 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 94

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 94

ตรงไป เป็นระยะทาง 56.995 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 95

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 95
ตรงไป เป็นระยะทาง 0.237 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 96

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 96
ตรงไป เป็นระยะทาง 45.679 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 72.881 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 97

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 97
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 58.431 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 98

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 98
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 103.105 เมตร
เลี้ยวซ้ายเข้าสู่จุดเก็บขนขยะหมายเลข 99

ออกเดินทางจากจุดเก็บขนขยะหมายเลข 99
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล)
ตรงไป ถ.สุขาภิบาล6 (เก้ากิโล) เป็นระยะทาง 54.022 เมตร
เลี้ยวซ้ายไปยัง ถ.เครือสหพัฒน์
ตรงไป ถ.เครือสหพัฒน์ เป็นระยะทาง 2468.206 เมตร ผ่าน
บ.สหชลผลพืช จำกัด ทางด้านขวา (561.618 เมตร)
สถานีอนามัยบ้านไร่ ทางด้านขวา (1889.249 เมตร)
ตรงไป - เป็นระยะทาง 89.223 เมตร
ตรงไป เป็นระยะทาง 187.740 เมตร
ตรงไป ถ.แอสฟัลท์ เป็นระยะทาง 8070.191 เมตร
เลี้ยวขวาเข้าสู่ ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบ

ระยะการเดินทางรวม คือ 29361.178 เมตร

==========

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววนิดา ร่มรื่น เกิดวันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2520 สถานที่เกิดจังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ในปีการศึกษา 2541 เมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วได้ทำงานที่บริษัท โอจีไอเอส เซอร์เวย์ จำกัด และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรอักษรศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544 ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งนักธรณีวิทยา ฝ่ายแผนที่และแปลภาพถ่ายทางอากาศ สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย