

การประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บขนขยะมูลฝอยในเขต
เทศบาล นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

KHOUNSAMAY SILAPHETH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ธันวาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ KHOUNSAMAY SILAPHETH ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัย
บูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชาย สุววงค์)
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์อัมชา ก.บัวเกษร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์พรณี หักคง)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชาย สุววงค์)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์อัมชา ก.บัวเกษร)
..... กรรมการ
(ดร. คชาวุธ ภาชนะ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุษาวดี ตันติวรานุกษ์)
วันที่...๒๔...เดือน...ธันวาคม...พ.ศ. 2554

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานความร่วมมือ
เพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศ

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณา ของ ผศ.ดร. พิชาญ สว่างวงศ์ ประธาน
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.อัมชา ก.บัวเกษร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. พรรณี
พักคง ประธานกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ และ ดร. คชาวุธ ภาชนะ กรรมการสอบปาก
เปล่าวิทยานิพนธ์ ตลอดจน รศ. ดร. วิญญัติ มั่นตะจิตร์ กรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ที่กรุณา
ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน
และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาต่าง ๆ ที่ได้ให้การอบรมวิชาความรู้
จนสามารถสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ขอขอบพระคุณ คุณณณณ อิมสวัสดิ์ และคุณปรีชา บุญขาว จากศูนย์ภูมิสารสนเทศ
ภาคตะวันออก มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความรู้เกี่ยวกับระบบสารสนเทศทาง
ภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือหลักในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกคนในสาขา วิทยาศาสตร์
สิ่งแวดล้อม ที่ให้การช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาในการศึกษาเล่าเรียนด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ บุคลากรจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ให้การช่วยเหลือและ
อำนวยความสะดวกในการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณสำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ กระทรวงการ
ต่างประเทศของไทย ที่ได้ให้ทุนการศึกษาและทุนวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในหลาย ๆ อย่าง
ตลอดมา ซึ่งเป็นส่วนให้งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้

KHOUNSAMAY SILAPHETH

51912856: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: ขยะมูลฝอย/ การจัดการขยะมูลฝอย/ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ/ ระบบ

สารสนเทศภูมิศาสตร์/ การกำหนดเส้นทาง

KOUNSAMAY SILAPHETH: การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตเทศบาล นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (AN APPLICATION OF GEOINFORMATION FOR BETTER EFFICIENCY IN SOLID WASTE COLLECTION SYSTEM MANAGEMENT: A CASE STUDY IN VIENTIANE MUNICIPALITY, VIENTIANE CAPITAL CITY, LAO PEOPLE DEMOCRATIC REPUBLIC (LAO PDR)) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: พิชญา สว่างวงศ์, Ph.D., อัมชา ก.บัวเกษร. 133 หน้า. ปี พ.ศ. 2554.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์และกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสมและมีระยะทางการเดินทางที่สั้นที่สุด พร้อมทั้งศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตเทศบาล นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐ ประชาธิปไตย ประชาชนลาว ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย

วิธีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และจากการสำรวจข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอยและโครงข่ายถนนในภาคสนาม และนำข้อมูลที่ได้มาทำการปรับปรุงและจัดทำเป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ โดยฐานข้อมูลที่สำคัญ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ฐานข้อมูลโครงข่ายคมนาคมซึ่งได้มาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และนำมาปรับปรุงและเพิ่มเติมให้ทันสมัย และฐานข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งได้จากการสำรวจภาคสนาม การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาเส้นทางของรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด โดยใช้โปรแกรม Arc View Network Analyst เป็นเครื่องมือหลักในการวิจัยครั้งนี้

ผลการวิเคราะห์หาเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยพบว่า ระบบเก็บขนแบบถังเคลื่อนที่มีรถเก็บขน 3 คัน มีจุดเก็บ 55 จุด มีถังคอนเทนเนอร์ 60 ถัง ดำเนินการเก็บขน 111 เที่ยวต่อสัปดาห์ และมีระยะทางเดินทางรวมทั้งหมดในหนึ่งสัปดาห์ 2416.06 กิโลเมตร หลังการวิเคราะห์มีระยะทาง 1923.321 กิโลเมตร ลดลง 492.379 กิโลเมตร คิดเป็น 20.37%

51912856: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: SOLID WASTE/ SOLID WASTE MANAGEMENT/ GEOINFORMATION TECHNOLOGY/ GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM/ ROAD SELECTION

KHOUNSAMAY SILAPHETH: AN APPLICATION OF GEOINFORMATION FOR BETTER EFFICIENCY IN SOLID WASTE COLLECTION SYSTEM MANAGEMENT: A CASE STUDY IN VIENTIANE MUNICIPALITY, VIENTIANE CAPITAL CITY, LAO PEOPLE DEMOCRATIC REPUBLIC (LAO PDR). ADVISORY COMMITTEE: PICHAN SAWANGWONG, Ph.D., AUTCHA K.BUAKASORN. 133 P. 2011.

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 Vientiane Municipality, Vientiane Capital City, Lao People Democratic Republic. (Lao PDR), has been studied by means of the net work analysis technique.

The first step of the methodology and analysis was to collect data from related organizations and to do a field survey to gather information on the solid waste pick up points and the road network data. The database was divided into 2 parts. The first part was the road network database acquired from the related organizations. The second part was the solid waste pick up point database acquired from the field survey. The Arc View Network Analyst was used in the network analysis based on the routing principle to find the shortest solid waste pick up point.

The results of the solid waste collection routes analysis could be summarized as follows: The Hauled Container System has 3 trucks, 55 points, 60 containers, 111 routes/week. The effective route length is 2416.06 kilometers/week had been analyzed to be 1923.321 kilometers/week showing a decrease is 492.379 kilometers/week or 20.37%.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	
ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1. ขอบเขตทางด้านพื้นที่.....	6
2. ขอบเขตทางด้านเนื้อหา.....	6
วิธีดำเนินการวิจัย.....	7
1. รวบรวมข้อมูล และค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....	7
2. จัดทำฐานข้อมูล.....	7
3. วิเคราะห์ข้อมูล.....	7
4. สรุปผล และทำรายงาน.....	7
คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
1. ขยะมูลฝอย.....	7
2. การจัดการขยะมูลฝอย.....	8
3. เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ.....	9
4. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	9
5. การกำหนดเส้นทาง.....	10
2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
การเก็บขนขยะมูลฝอย และการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย.....	11

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
1. แหล่งที่มา และชนิดของขยะมูลฝอย.....	12
2. การเก็บขนขยะมูลฝอย.....	12
3. องค์ประกอบที่นำมาพิจารณาในการวางแผนการจัดเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย.....	13
4. ขั้นตอนการดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอย.....	14
4.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่.....	14
4.2 การกำหนดจุดเก็บขนขยะมูลฝอย.....	14
5. ระบบเก็บขนขยะมูลฝอย.....	15
5.1 ระบบเก็บมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่.....	15
5.2 ระบบเก็บมูลฝอยแบบถังคงที่.....	16
6. การกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย.....	18
6.1 องค์ประกอบที่นำมาพิจารณาในการกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย.....	19
6.2 การกำหนดเส้นทาง.....	20
7. ปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการเก็บขนมูลฝอย.....	21
8. อุปกรณ์ในการเก็บขนขยะมูลฝอย.....	22
8.1 รถเก็บขนขยะมูลฝอย.....	22
8.2 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกประเภทรถยนต์เก็บขนมูลฝอย.....	23
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	24
1. นิยาม และความหมาย.....	24
2. องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	25
3. องค์ประกอบของข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	27
3.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่.....	27
3.2 ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ.....	28
4. ลักษณะของข้อมูลทางภูมิศาสตร์.....	29
4.1 ลักษณะแบบเวกเตอร์.....	29
4.2 ลักษณะแบบราสเตอร์.....	29
5. ขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	30
5.1 การรวบรวมข้อมูล.....	30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.1 การรวบรวมข้อมูล.....	32
5.2 การเก็บบันทึกข้อมูลและการเรียกค้น.....	31
5.3 การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
5.4 การรายงานผลข้อมูล.....	31
6. ระบบฐานข้อมูล.....	31
7. ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์.....	33
7.1 แนวความคิดหลักเกี่ยวกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์.....	33
7.2 คุณสมบัติของระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์.....	34
8. การวิเคราะห์โครงข่าย.....	35
8.1 การค้นหาเส้นทางการเดินทางที่มีประสิทธิภาพ.....	35
8.2 การค้นหาสิ่งอำนวยความสะดวกหรือยานพาหนะที่ใกล้ที่สุด.....	35
8.3 การกำหนดทิศทางของการเดินทาง.....	35
8.4 การค้นหาพื้นที่บริการรอบ ๆ.....	36
9. ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก.....	36
9.1 ส่วนอวกาศ.....	36
9.2 ส่วนควบคุม.....	36
9.3 ส่วนผู้ใช้.....	37
การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการขยะมูลฝอย.....	39
1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาดำแหน่งที่ตำแหน่งที่ตั้ง.....	39
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาเส้นทางการให้บริการจัดเก็บและขนส่งขยะ....	39
สถานที่ทำการวิจัย.....	43
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	46
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	46
1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง.....	46
1.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	46
1.2 ข้อมูลด้านการดำเนินงานเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย.....	46

1.3 แผนที่ต่าง ๆ	47
2. รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ.....	48
2.1 จุดเก็บขนขยะมูลฝอย.....	48
2.2 โครงข่ายถนน.....	48
2.3 สถานที่จอดรถ และศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย.....	48
2.4 ข้อมูลด้านการดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอย และข้อมูลตามลักษณะ.....	48
การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการเพิ่มศักยภาพในการจัดการขยะ.....	48
1. การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ด้วยโปรแกรม ArcView .	49
2. การวิเคราะห์โครงข่าย และการกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะแผนที่และตาราง.....	51
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	51
4 ผลการศึกษา.....	53
การดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอยในเทศบาลนครหลวงเวียงจันทน์.....	53
ข้อมูลเบื้องต้นของระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลนครหลวงเวียงจันทน์	
ในพื้นที่รับผิดชอบของกองบริการขนส่งขยะมูลฝอยนครหลวงเวียงจันทน์....	58
1. ผู้ใช้บริการเก็บขนขยะมูลฝอย.....	58
2. รถเก็บขนขยะมูลฝอย.....	58
3. สถานที่จอดรถ และ จุดกำจัดขยะมูลฝอย.....	59
4. วิธีการเก็บขนขยะมูลฝอย.....	61
4.1 ระบบเก็บมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System).....	61
4.2 ระบบเก็บมูลฝอยแบบถังคงที่ (Stationary Container System).....	62
5. พื้นที่ และ เส้นทางในการเก็บขนขยะมูลฝอย.....	62
6. ปริมาณของขยะมูลฝอย.....	63
7. จุดเก็บขนขยะมูลฝอย.....	64
7.1 แบบถังคงที่ (Stationary Container).....	64
7.2 แบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container).....	67
8. การจัดทำฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์.....	72
8.1 ข้อมูลโครงข่ายถนน.....	72
8.2 ข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอย.....	73
การวิเคราะห์เส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย.....	73

1. การเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังเคลื่อนที่แบบธรรมดา.....	73
2. การเก็บขนขยะมูลฝอยระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง.....	76
5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	103
สรุปผลการวิจัย.....	103
1. การดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอยโดยรวมของเทศบาลนครหลวงเวียงจันทน์	104
2. การดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอยของกองบริการขนส่งขยะมูลฝอยเทศบาลนครหลวงเวียงจันทน์.....	104
2.1 ภาชนะมีใช้รองรับขยะมูลฝอย.....	104
2.2 สถานที่จอดรถ.....	105
2.3 สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย.....	105
3. ระบบการเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ในเขตเทศบาลนครหลวงเวียงจันทน์	105
อภิปรายผล.....	107
1. พื้นที่ในการศึกษา.....	107
2. การดำเนินงานเก็บขนขยะมูลฝอย.....	108
3. การวิเคราะห์เส้นทางเก็บขน.....	109
3.1 ข้อมูลโครงข่ายถนน.....	109
3.2 ข้อมูลจุดเก็บขนขยะมูลฝอย.....	109
4. ผลการวิเคราะห์เส้นทาง.....	110
ข้อเสนอแนะ.....	111
บรรณานุกรม.....	112
ภาคผนวก.....	116
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	136

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ประเภทของกิจกรรมหรือสถานที่ของแหล่งที่มาแต่ละแหล่งพร้อมทั้งชนิดของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น.....	11
2-2 การเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสียของระบบการเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่และคงที่.....	18
2-3 จำนวนประชากรในนครหลวงเวียงจันทน์.....	44
2-4 ประชากร พื้นที่ และความหนาแน่นของประชากรในนครหลวงเวียงจันทน์.....	45
4-1 ผู้ใช้บริการเก็บขนขยะในเทศบาลนครหลวงเวียงจันทน์แยกตามบริษัท.....	55
4-2 จำนวนเที่ยว และปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกกำจัด ใน ปี 2009.....	56
4-3 จำนวนครัวเรือนที่ใช้บริการเก็บขนขยะมูลฝอย.....	58
4-4 จำนวนเที่ยวและปริมาณขยะที่เก็บขนได้จำแนกตามเดือนในปี 2007 2008 2009.	64
4-5 น้ำหนักขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในหนึ่งสัปดาห์จำแนกตามหมายเลขรถ.....	66
4-6 จุดเก็บขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่จำแนกตามหมายเลขจุดเก็บขน.....	68
4-7 จำนวนเที่ยว ระยะทางที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่จำแนกรายวัน...71	
4-8 จุดเก็บขนขยะมูลฝอยประเภทถังเคลื่อนที่ของรถแต่ละคันจำแนกรายวัน.....	71
4-9 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะหมายเลข 0041 ในวันเสาร์..	75
4-10 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบธรรมดาหมายเลข 0041 ในวันเสาร์.....	75
4-11 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถึง หมายเลข 0041 ในวันเสาร์.....	71
4-12 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถึง หมายเลข 0041 ในวันจันทร์.....	79
4-13 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถึงหมายเลข 0035 ในวันจันทร์.....	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-14 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0030 ในวันจันทร์.....	81
4-15 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0041 ในวันอังคาร.....	82
4-16 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0035 ในวันอังคาร.....	83
4-17 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0030 ในวันอังคาร.....	84
4-18 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0041 ในวันพุธ.....	85
4-19 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0035 ในวันพุธ.....	86
4-20 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0030 ในวันพุธ.....	87
4-21 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0041 ในวันพฤหัสบดี.....	88
4-22 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0035 ในวันพฤหัสบดี.....	89
4-23 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0030 ในวันพฤหัสบดี.....	90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-24 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0041 ในวันศุกร์.....	91
4-25 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0035 ในวันศุกร์.....	92
4-26 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0030 ในวันศุกร์.....	93
4-27 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0041 ในวันเสาร์.....	94
4-28 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0035 ในวันเสาร์.....	95
4-29 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0030 ในวันเสาร์.....	96
4-30 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0041 ในวันอาทิตย์.....	97
4-31 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0035 ในวันอาทิตย์.....	98
4-32 แสดงระยะทางเดินรถในแต่ละจุดของรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยน ถังหมายเลข 0030 ในวันอาทิตย์.....	99
4-33 การเปรียบเทียบระยะทางเดินรถในหนึ่งสัปดาห์ของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถัง เคลื่อนที่ ก่อนและหลังการจัดเส้นทางจำแนกรายวัน.....	100

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	5
2-1	ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยถังเคลื่อนที่แบบธรรมดา.....	15
2-2	ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง.....	16
2-3	ระบบเก็บมูลฝอยแบบถังคงที่.....	17
2-4	แสดงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	26
2-5	การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์และแรสเตอร์.....	30
2-6	องค์ประกอบของระบบกำหนดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม.....	37
2-7	รูปแบบข้อมูลผลลัพธ์จาก GPS	38
2-8	แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา.....	43
3-1	ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย.....	47
3-2	แนวคิดการนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	49
4-1	กราฟแสดงอัตราส่วนของหน่วยงานมีให้บริการเก็บขนขยะในเทศบาลนครหลวงเวียงจันทน์.....	54
4-2	รถบรรทุกคอนเทนเนอร์.....	59
4-3	รถบรรทุกอัดท้าย.....	59
4-4	รถบรรทุกเทท้าย.....	59
4-5	สถานที่กำจัดขยะ.....	60
4-6	สถานที่จอดรถและจุดขนถ่ายขยะ.....	60
4-7	แผนที่แสดงจุดจอดรถและจุดกำจัดขยะมูลฝอย.....	61
4-8	แผนที่แสดงโครงข่ายเส้นทางในเขตเทศบาลนครหลวงเวียงจันทน์.....	63
4-9	ถังรองรับขยะมูลฝอย.....	65
4-10	ภาชนะต่าง ๆ ที่ใช้รองรับขยะมูลฝอย.....	65
4-11	แผนที่แสดงที่ตั้งถังคอนเทนเนอร์ทั้งหมดในเทศบาลนครหลวงเวียงจันทน์.....	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-12	แผนที่แสดงเส้นทางลำดับจุดเก็บขนจุดเก็บขนของรถ หมายเลข 0041 ในวันเสาร์.	74
4-13	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบธรรมดา หมายเลข 0041 ในวันเสาร์.....	75
4-14	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0041 ในวันเสาร์.....	77
4-15	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0041 ในวันจันทร์.....	79
4-16	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0035 ในวันจันทร์.....	80
4-17	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0030 ในวันจันทร์.....	81
4-18	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0041 ในวันอังคาร.....	82
4-19	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0035 ในวันอังคาร.....	83
4-20	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0030 ในวันอังคาร.....	84
4-21	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 004 ในวันพุธ.....	85
4-22	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0035 ในวันพุธ.....	86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-23	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0030 ในวันพุธ.....	87
4-24	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0041 ในวันพฤหัสบดี.....	89
4-25	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0035 ในวันพฤหัสบดี.....	90
4-26	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0030 ในวันพฤหัสบดี.....	91
4-27	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0041 ในวันศุกร์.....	92
4-28	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0035 ในวันศุกร์.....	93
4-29	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0030 ในวันศุกร์.....	93
4-30	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0041 ในวันเสาร์.....	94
4-31	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0035 ในวันเสาร์.....	96
4-32	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0030 ในวันเสาร์.....	97

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-33	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0041 ในวันอาทิตย์..... 97
4-34	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0035 ในวันอาทิตย์..... 98
4-35	แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะระบบถังเคลื่อนที่แบบแลกเปลี่ยนถัง หมายเลข 0030 ในวันอาทิตย์..... 99
4-36	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระยะทางก่อนและหลังการวิเคราะห์เส้นทางของรถ หมายเลข 0041 ในหนึ่งสัปดาห์..... 101
4-37	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระยะทางก่อนและหลังการวิเคราะห์เส้นทางของรถ หมายเลข 0035 ในหนึ่งสัปดาห์..... 101
4-38	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระยะทางก่อนและหลังการวิเคราะห์เส้นทางของรถ หมายเลข 0030 ในหนึ่งสัปดาห์..... 102