การศึกษาแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีด้วยเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

นาย สุภกิณห์ สมศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-533-163-5

STUDY OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY CAMPUS USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TECHNOLOGY

Mr. Supakinha Somsri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2002

ISBN 974-533-163-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีด้วยเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

STUDY OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY CAMPUS USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TECHNOLOGY

สภามหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(ดร. วุฒิ ด่านกิตติกุล)
ประธานกรรมการ

.....
(ดร. รัตนวรรณ วิบูลย์สวัสดิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์)
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....
(อาจารย์ มนู โอมะคุปต์)
กรรมการ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวิช จิตรสมบูรณ์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

.....
(รองศาสตราจารย์ น.อ.ดร. วรพจน์ ขำพิศ)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สุภกิณห์ สมศรี : การศึกษาแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ด้วยเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
(STUDY OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY CAMPUS USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TECHNOLOGY) อ. ที่ปรึกษา : ดร. รัตนวรรณ วิบูลย์สวัสดิ์, 126 หน้า.
ISBN 974-533-163-5

งานวิจัยนี้การศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยนำเสนอแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอย ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและคุ้มค่าต่อการลงทุน และหาแนวโน้มในการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ โดยการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่สัมพันธ์กับการเกิดขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัย และศึกษาปริมาณ ลักษณะสมบัติและการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน แล้วจึงออกแบบระบบการจัดการขยะมูลฝอยให้สอดคล้องกับปัจจัยพื้นฐานและลักษณะของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น โดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย และออกแบบเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่า ปัจจุบันมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นอย่างน้อย 910 กิโลกรัมต่อวัน และในปี พ.ศ. 2554 อาจจะมีมากถึง 5.1 ตันต่อวัน องค์ประกอบส่วนใหญ่ของขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยคือ เศษอาหาร พลาสติกและกระดาษ (ประมาณ 48, 19 และ 15% โดยน้ำหนักตามลำดับ) มีความชื้นประมาณ 59 % โดยน้ำหนัก ประกอบไปด้วย C, H, N ประมาณ 18, 2.15 , 1.65 % โดยน้ำหนักและมี P 5.2 mg-ฟอสฟอรัสต่อกิโลกรัมขยะมูลฝอย และมีค่าความร้อนในเตาเผากว่า 1,300 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขาย และนำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย แล้วจึงนำขยะมูลฝอยส่วนที่เหลือไปทำการฝังกลบ เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุด โดยพื้นที่ว่างเปล่าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ในมหาวิทยาลัยเป็นพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งการจัดการขยะมูลฝอยจากปัจจุบันถึงปี พ.ศ. 2554 ต้องใช้งบประมาณ 42.8 ล้านบาท แต่ก็สามารถสร้างรายได้ประมาณ 55.4 ล้านบาท กลับคืนสู่มหาวิทยาลัย การวิจัยนี้สามารถนำไปใช้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้โดยตรง และยังนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการขยะมูลฝอย ในพื้นที่ขนาดเล็กอื่นๆได้อีกด้วย

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2545

ลายมือชื่อนักศึกษา……..
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา…….
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม……..……

SUPAKINHA SOMSRI : STUDY OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY CAMPUS USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TECHNOLOGY THESIS ADVISOR : RATANAWAN WIBULSWAS, Ph.D. 126 PP. ISBN 974-533-163-5

SOLID WASTE/MANAGEMENT/GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

The focus of this research is on the solid waste management in the Suranaree University of Technology campus. The aim is to find the optimum technical method of solid waste management, which might be worthwhile for the investment. The study started by collecting some primary data, which include the sources, quantities, physical and chemical characteristics and the present management of solid waste. Then the design of solid waste management system, that corresponds with the primary data, was carried out using Geographic Information System as a tool of selecting the best disposal site and the best solid waste collecting route. The results indicate that the quantity of solid waste in campus is about 910 Kg per day at least and will increase to 5.1 ton per day in the year 2011. The major solid waste consists of garbage, plastic and paper (48, 19 and 15% by weight consequently). The moisture content of solid waste is 59 % by weight. The basic chemical compositions are 18% C, 2.15% H and 1.65% N. They also consist of 5.2 mg-Phosphorus per Kg of solid waste. The Lower Solid Calorific Value of solid waste is 1,300 calories per gram. The proper disposal method should be the separation of recyclable solid waste, follow by the garbage composting and, at the end, sanitary landfill of the remained solid waste. The best disposal site is the free space area at the southeast site of the campus. According to this plan, from the year 2002 to 2011, the university has to invest about 42.8 million baht and might be able to bring back the income of 55.4 million baht. This research can be applied directly for planning the solid waste management in the Suranaree University of Technology and also applied for using in other small communities.

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2545

ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บุคคล และกลุ่มบุคคลต่างๆที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือเป็นอย่างดี ในทุกๆด้าน ซึ่งประกอบไปด้วย

- ดร. รัตนวรรณ วิบูลย์สวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์
- ดร. วุฒิ ด่านกิตติกุล และ ท่านอาจารย์มนู โอมะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และได้กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จงจินต์ ผลประเสริฐ ดร. สุดจิต ครุจิต และอาจารย์ สนั่น ตั้งสถิตย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- ดร. ณัฐวุฒิ ธานี ดร. หัสไชย บุญจูง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศาสน์ สุขประเสริฐ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำต่างๆ
- คุณนารี กลิ่นกลาง ที่อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน คุณมานพ จรโคกกรวด คุณวินัย เยาวเรศ และคุณสิริลักษณ์ ดีสูงเนิน เจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา
- คุณชนกพร หนูหอม คุณศศิธร มณฑิพย์ คุณกฤตธี วงศ์สถิตย์ และคุณปราโมช คงศักดิ์ตระกูล รวมไปถึงเพื่อนร่วมเรียนระดับปริญญาโททุกๆท่าน ที่ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในทุกๆด้าน มาโดยตลอด
- เจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่างๆ ที่อำนวยความสะดวก และให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย
- ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้การอบรมดูแลเป็นอย่างดี อดทนและให้กำลังใจในการดำรงชีวิตมาโดยตลอด จนกระทั่งผู้วิจัยสามารถผ่านพ้นอุปสรรคและประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี

สุภกิณห์ สมศรี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)……..ก

บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ)……..ข

กิตติกรรมประกาศ……..ค

สารบัญ……ง

สารบัญตาราง……..ช

สารบัญรูป……...ฌ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ……....ฎ

บทที่

1 บทนำ……1

1.1 ความสำคัญของปัญหา……1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย……...3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย……3

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……4

2.1 ขยะมูลฝอย……...4

2.2 ปริมาณการเกิดและลักษณะของขยะมูลฝอย……5

2.3 การจำแนกประเภทและลักษณะขยะมูลฝอย……7

2.3.1 ประเภทของขยะมูลฝอยถูกจำแนกออกเป็น 3 ประเภทได้แก่……...……...7

2.3.2 ลักษณะของขยะมูลฝอย……..……..7

2.4 การจัดการขยะมูลฝอย……..……8

2.4.1 การเก็บรวบรวม……..……..……9

2.4.2 การขนส่ง……...……..10

2.4.3 การแปรสภาพ……..……...14

2.4.4 การกำจัดหรือทำลาย……..…... …14

2.5 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์……..….22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.1 ระบบสารสนเทศ.....22

2.5.2 ฐานข้อมูล.....23

2.5.3 รูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....23

2.5.4 ขั้นตอนการทำงานในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์.....24

2.5.5 ประโยชน์ของ GIS.....25

3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....27

3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....27

3.2 การศึกษารูปแบบของการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....27

3.2.1 ศึกษาปริมาณและลักษณะสมบัติขยะมูลฝอยเบื้องต้น.....27

3.2.2 การรวบรวมข้อมูลการเก็บขนและการกำจัดขยะมูลฝอย.....31

3.2.3 ศึกษาปัญหาของการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน.....32

3.3 การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการขยะมูลฝอย.....32

3.3.1 โปรแกรมซอฟต์แวร์สารสนเทศภูมิศาสตร์.....32

3.3.2 การจัดทำฐานข้อมูลและการนำเข้าข้อมูล.....32

3.3.3 การจัดการข้อมูล.....32

3.3.4 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยในการประมวลผลและวิเคราะห์.....33

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....34

3.4.1 ระบบขนส่งขยะมูลฝอย.....34

3.4.2 ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม.....34

3.4.3 การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกำจัดขยะมูลฝอย.....34

3.4.4 ความต้องการบุคลากรด้านการจัดการขยะมูลฝอย.....35

3.4.5 การประมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และการดำเนินการจัดการขยะมูลฝอย.....35

3.4.6 แนวโน้มของการหมุนเวียนขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์.....35

3.5 แนวทางในการปรับปรุงรูปแบบของการจัดการขยะมูลฝอย.....36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....36

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล......37

4.1 ข้อมูลพื้นฐานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....37

4.1.1สภาพทั่วไป.....37

4.1.2 ประชากรและการกระจายตัวของประชากรในพื้นที่.....37

4.1.3 บริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย.....37

4.2 รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน.....37

4.2.1 ปริมาณและลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย.....39

4.2.2 ลักษณะการเก็บขนและวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน.....50

4.2.3 ปัญหาของการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน.....56

4.3 การวิเคราะห์การจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....57

4.3.1 การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย.....57

4.3.2 การเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย.....59

4.3.3 การกำจัดขยะมูลฝอย.....71

4.3.4 พื้นที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอย.....84

4.3.5 บุคลากรในการจัดการขยะมูลฝอย.....102

4.3.6 แนวโน้มในการหมุนเวียนขยะกลับมาใช้ประโยชน์.....104

4.3.7 ค่าใช้จ่ายและการลงทุน.....106

5 บทสรุป......109

5.1 สรุปผลการวิจัย.....109

5.1.1แนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....109

5.1.2ประโยชน์และข้อจำกัดของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการใช้เป็นเครื่องมือช่วยวิเคราะห์ระบบการจัดการขยะมูลฝอย สำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก.....112

5.2 การประยุกต์ผลการวิจัย.....113

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป.....113

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง……..……..115
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. ลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี..……..118
ภาคผนวก ข. การออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอย……..122
ประวัติผู้เขียน……..……...126

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆ……..……..6
4.1 แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัย……...……..…….39
4.2 ขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้...……..……...……..……41
4.3 เวลารถเก็บขยะ 4 ล้อในช่วงเปิดการศึกษ……51
4.4 เวลารถเก็บขยะ 6 ล้อในช่วงเปิดการศึกษา.……..……53
4.5 เวลารถเก็บขยะ 4 ล้อในช่วงปิดการศึกษา.……..……...54
4.6 เวลารถเก็บขยะ 6 ล้อในช่วงปิดการศึกษา.……..……...55
4.7 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี…..……..57
4.8 จำนวนจุดที่ตั้งถังขยะ และจำนวนถังขยะขั้นต่ำ ที่ต้องการในแต่ละสถานที่…… ..……60
4.9 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยและความต้องการรถเก็บขนขยะมูลฝอย……. .62
4.10 สรุปข้อเปรียบเทียบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย โดยการเผา การหมักปุ๋ยและการฝัง……72
4.11 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้……..…75
4.12 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้.……..……..76
4.13 การประมาณราคาค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบ…..……..……79
4.14 การประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับการนำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย...……80
4.15 การประมาณค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผา.……..……82
4.16 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมทั้งระบบของการกำจัดขยะมูลฝอยในแนวทางต่างๆ……..83
4.17 การประมาณการณ์ขนาดของพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยในอนาคต……99
4.18 จำนวนพนักงานของระบบการจัดการขยะมูลฝอยในขั้นตอนต่างๆ……..……...103
4.19 จำนวนพนักงานในระบบการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี…104
4.20 รายได้รวมของมหาวิทยาลัยจากการขายขยะมีมูลค่าตลอด 10 ปี……..……....105
4.21 การลงทุนและรายได้จากการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี…..107
4.22 งบประมาณสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี……107

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

4.1 แผนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....38
4.2 แผนภูมิแสดงน้ำหนักขยะมูลฝอย.....40
4.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในช่วงเปิดการศึกษาส่วนที่เผาไหม้ได้.....42
4.4 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในช่วงเปิดการศึกษาส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้.....42
4.5 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในช่วงปิดการศึกษาส่วนที่เผาไหม้ได้.....43
4.6 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในช่วงปิดการศึกษาส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้.....43
4.7 ขนาดของขยะมูลฝอยในช่วงปิดภาคการศึกษา.....44
4.8 ขนาดของขยะมูลฝอยในช่วงเปิดภาคการศึกษา.....45
4.9 ปริมาณความชื้นและของแข็งในขยะมูลฝอย.....46
4.10 ลักษณะสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอย.....47
4.11 ปริมาณฟอสฟอรัสในขยะมูลฝอย.....48
4.12 ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ.....49
4.13 ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยจากการคำนวณ.....49
4.14 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 1 ในแนวทางที่ 1.....64
4.15 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 2 ในแนวทางที่ 1.....65
4.16 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 1 ในแนวทางที่ 2.....66
4.17 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 2 ในแนวทางที่ 2.....68
4.18 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 1 ในแนวทางที่ 3.....69
4.19 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 2 ในแนวทางที่ 3.....70
4.20 พื้นที่ฉนวนรอบถนนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....86
4.21 พื้นที่ฉนวนรอบบริเวณแหล่งน้ำผิวดินในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....87
4.22 พื้นที่ฉนวนรอบบริเวณบ่อน้ำบาดาลในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....88
4.23 พื้นที่ฉนวนรอบแหล่งชุมชนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....89
4.24 พื้นที่ฉนวนทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....90

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.25 ระดับความลึกของน้ำใต้ดินในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี……..…...…92
4.26 ระดับความสูงของพื้นที่ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี……. ……..……93
4-27 บริเวณที่มีความเหมาะสมในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย…… ……94
4-28 บริเวณที่มีความเหมาะสมในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยมากที่สุด…….……95
4.29 รูปตัดของชั้นฝังกลบขยะมูลฝอย…….……...…..……...97
4-30 การแบ่งพื้นที่ใช้ประโยชน์ในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย……..…….……100
4-31 แผนผังภายในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย.… ……..……...…...101
4-32 ค่าใช้จ่ายและรายได้รวม ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี……..……108

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

กก.	=	กิโลกรัม
C	=	คาร์บอน
Cal/g	=	แคลอรีต่อกรัม
C:N	=	ค่ามวลของคาร์บอนต่อมวลของไนโตรเจน
^{o} C	=	องศาเซลเซียส
%C	=	ร้อยละของคาร์บอน
DSCV	=	ค่าปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้ในห้องปฏิบัติการ
F/M	=	อัตราส่วนระหว่างปริมาณอาหารต่อจุลินทรีย์
GIS	=	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
H	=	ไฮโดรเจน
%H	=	ร้อยละของไฮโดรเจน
HSCV	=	ค่าปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้ของแข็งที่ปราศจากความชื้น
Kg	=	กิโลกรัม
Kg/l	=	กิโลกรัมต่อลิตร
Kg/m^{3}	=	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
KJ/Kg	=	กิโลจูลต่อกิโลกรัม
l	=	ลิตร
LSCV	=	ค่าปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้ตามสภาวะปกติ
mg-P/Kg	=	มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อกิโลกรัมขยะมูลฝอย
N	=	ไนโตรเจน
VSS	=	ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย
P	=	ฟอสฟอรัส
%W/W	=	ร้อยละโดยน้ำหนัก
γ	=	ความถ่วงจำเพาะ
ρa	=	ความหนาแน่น
θ_c	=	ระยะเวลาเก็บกักเซลล์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ขยะมูลฝอยเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมประการหนึ่งของชุมชน ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความหนาแน่นของประชากร การประกอบอาชีพ และสภาพทางเศรษฐกิจ-สังคมของชุมชนนั้นๆ ในอดีตที่ผ่านมา การดำเนินการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยและนำไปกำจัด มักจะไม่ได้รับความสนใจเท่าใดนัก เนื่องจากในแต่ละชุมชนมีจำนวนประชากรและกิจกรรมต่างๆไม่มากนัก ธรรมชาติสามารถรองรับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นเหล่านี้ได้ แต่เมื่อเวลาผ่านไปชุมชนมีการขยายตัว และมีกิจกรรมต่างๆมากขึ้น เศษของเหลือจากการอุปโภคบริโภค และกิจกรรมต่างๆย่อมทวีจำนวนมากขึ้น ปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยจึงเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและได้รับการนำมาพิจารณาบ่อยครั้ง เนื่องจากมีปัญหาขยะมูลฝอยเหลือตกค้างในชุมชนเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันไม่ถูกวิธี หรือกำจัดไม่หมดสิ้น อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ได้ เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ และปัญหาด้านการสาธารณสุข เป็นต้น

ปัจจุบัน การดำเนินงานจัดการขยะมูลฝอยในประเทศไทยยังขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากหน่วยงานของรัฐซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบ ประสบกับปัญหาต่างๆในการดำเนินงาน เช่น ด้านงบประมาณ บุคลากร รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอย โดยที่เทศบาลและสุขาภิบาลแต่ละแห่ง จะเป็นผู้รับผิดชอบดูแลในการจัดการขยะมูลฝอย โดยส่วนใหญ่จะนำขยะมูลฝอยมากองรวมกับบนพื้นดิน (Dumping on land) แล้วปล่อยให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ หรือมีการเผาเป็นครั้งคราว ซึ่งการกำจัดโดยวิธีนี้ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของประชาชน ทั้งยังพบว่าการกำจัดขยะมูลฝอยประสบกับปัญหาการจัดหา สถานที่ทิ้งและทำลาย ซึ่งหายากและมีราคาแพง จากการสำรวจโดยสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีพ.ศ. 2533 พบว่าเทศบาลที่ทำการกำจัดขยะมูลฝอย ด้วยวิธีกองกลางแจ้งแล้วเผา (Open dumping and burning) มีถึงร้อยละ 86.3 และ กำจัดโดยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล (Sanitary landfill) มีเพียงร้อยละ 13.7 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยการกองบนพื้นดิน ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสาธารณสุข เช่น การแพร่ระบาดของโรคติดต่อ เป็นแหล่งวางไข่ของแมลงวัน ก่อปัญหาเรื่องกลิ่น ปัญหาน้ำเสียจากกองขยะ (leachate) ซึ่งมีความสกปรกสูงมาก ทั้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ เชื้อโรค และสารพิษต่างๆเจือปนอยู่ อาจเกิดการปนเปื้อนกับแหล่งน้ำผิวดิน และแม้แต่แหล่งน้ำใต้ดินใน

ขณะที่การกองแล้วเผานั้น ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศเนื่องมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ตลอดจนองค์ประกอบของขยะที่เป็นพลาสติกและยาง ที่เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซที่เป็นอันตรายระหว่างการเผาไหม้ได้

ขยะมูลฝอยนั้นเป็นต้นเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ตามมาหลายประการดังที่กล่าวมาแล้ว ทั้งยังก่อให้เกิดความสกปรกและความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยของชุมชน แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอย คือการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เข้ามาประยุกต์ใช้ GIS เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อการจัดการด้านฐานข้อมูลที่มีลักษณะเชิงพื้นที่ (Spatial database) ที่มีปริมาณมากๆ สามารถที่จะทำการนำเข้าข้อมูล (Data input) จัดเก็บและเรียกค้นข้อมูล (Data storage and retrieval) ทำการวิเคราะห์ (Data analysis) และแสดงผลการวิเคราะห์ทั้งในลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่นในรูปของแผนที่ และที่ไม่ใช่ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Non-spatial data) เช่นในรูปของข้อมูลตาราง (Tables) ได้ซึ่งสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2535) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ GIS ในการจัดการขยะมูลฝอยไว้คือ การแก้ไขปัญหาการมีขยะมูลฝอยตกค้างในชุมชนหรือถูกทิ้งลงในแม่น้ำลำคลอง จะใช้ข้อมูลทางด้านการใช้ที่ดินและข้อมูลทางด้านประชากร โดยแบ่งพื้นที่เขตเมืองออกเป็นบริเวณต่างๆ เช่น ตลาดสด ที่อยู่อาศัย เขตเศรษฐกิจ โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งกิจกรรมที่แตกต่างกันนี้ จะมีผลต่อปริมาณ ชนิดและองค์ประกอบของขยะ และเมื่อมีข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวพร้อมแผนที่แสดงพื้นที่บริเวณต่างๆแล้ว ก็จะสามารถวางแผนการเก็บรวบรวมและการกำจัดขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยชิ้นนี้มีจุดมุ่งหมายหลักในการนำเทคโนโลยี GIS มาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาและวิเคราะห์ เพื่อเสนอระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เนื่องจากในปัจจุบัน มหาวิทยาลัยกำลังมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมาก ส่งผลให้มีการพัฒนาในด้านต่างๆนำไปสู่ความเจริญมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาทางด้านการศึกษา การบริการด้านวิชาการ หรือแม้แต่การพัฒนาเพื่อเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาของสังคมและท้องถิ่น ดังนั้นสถานภาพของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงไม่ได้เป็นเพียงแค่สถานศึกษาเท่านั้น แต่สามารถจัดได้ว่า เป็นชุมชนที่มีการพัฒนาขึ้นไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถมองจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักศึกษา อาจารย์ และบุคลากรในหน่วยงานต่างๆได้ และผลกระทบที่ตามมาจากการขยายตัวของชุมชน และการเพิ่มขึ้นของประชากรก็คือ พฤติกรรมการบริโภคที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น และจำนวนขยะมูลฝอยที่มากขึ้นตามไปด้วย ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้ทำการจ้างหน่วยงานเอกชน ให้เข้ามาดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในบริเวณมหาวิทยาลัย อย่างไรก็ตามหากมองจากนโยบายการพัฒนาและทิศทางของการเจริญเติบโตในด้านต่างๆ ของมหาวิทยาลัยดังที่ได้กล่าวมา

แล้ว และทำนายถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอย และจำนวนงบประมาณที่มหาวิทยาลัยต้องใช้จ่ายให้กับเอกชน ในการดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยสำหรับอนาคตข้างหน้าแล้ว จะพบว่าควรมีการศึกษาหาความเหมาะสม ในการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัย เพื่อการรองรับและป้องกันปัญหาขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยแนวทางที่มีความเหมาะสม ในการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในบริเวณมหาวิทยาลัย จะพิจารณาในประเด็นของความถูกต้องตามหลักวิชาการ และความสามารถในการนำผลประโยชน์บางส่วนกลับคืนสู่มหาวิทยาลัยได้

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 ศึกษาเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในเชิงวิศวกรรม โดยใช้เทคโนโลยี GIS มาเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์

1.2.2 ศึกษาประโยชน์และข้อจำกัดของ GIS ในการใช้เป็นเครื่องมือประกอบการวิเคราะห์ระบบการจัดการขยะมูลฝอย สำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาวิจัยลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีของขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี

1.3.2 ศึกษาหาระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม ตั้งแต่กระบวนการรวบรวม การเก็บขน การขนถ่ายและขนส่ง การแปรสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ และวิธีการกำจัด โดยใช้หลักการจัดการทางวิศวกรรม รวมทั้งการใช้ GIS ในการวิเคราะห์และวางแผนเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอย

1.3.3 ใช้การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ในการศึกษาความเหมาะสมของการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อเสนอแนวทางสำหรับสำหรับการลงทุนในการจัดการขยะมูลฝอยที่คุ้มค่า

1.3.4 ศึกษาความเป็นไปได้และแนวโน้มของการหมุนเวียนขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ (Recycling) ตามหลักการทางด้านวิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอย หมายถึง บรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นของแข็งจะเน่าเปื่อยได้หรือไม่ก็ตาม รวมตลอดถึงเถ้า ซากสัตว์ มูลสัตว์ ฝุ่นละอองและเศษวัสดุที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย สถานที่ต่างๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาด และโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้นอุจจาระและปัสสาวะของมนุษย์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2533) โดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้แบ่งขยะมูลฝอยออกเป็น 2 ประเภท คือ ขยะมูลฝอยทั่วไป (General solid wastes) และขยะมูลฝอยอันตราย (Hazardous wastes) ซึ่งขยะมูลฝอยทั่วไป (General solid wastes) นั้นหมายถึงขยะมูลฝอยที่ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เกิดจากอาคารบ้านเรือน ร้านค้า เช่น เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก เศษผ้า เปลือกและใบไม้ เป็นต้น และขยะมูลฝอยอันตราย (Hazardous wastes) หมายถึงสารหรือวัตถุใดที่ใช้ไม่ได้ ซึ่งถูกปลดปล่อยจากชุมชน อุตสาหกรรม เกษตรกรรม พาณิชยกรรมและการบริการ หรือกิจกรรมอื่นๆที่มีส่วนประกอบที่เจือปนด้วยสารไวไฟ สารกัดกร่อน สารเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย วัตถุระเบิด สารพิษ สารกัมมันตรังสี และ/หรือสิ่งที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและชีวิตมนุษย์ สัตว์พืช ทรัพย์อื่น และสิ่งแวดล้อม ขยะมูลฝอยประเภทนี้ก่อให้เกิดปัญหาในการเก็บขน การกำจัด ตลอดจนการจับต้อง เช่น กระป๋องที่มีการอัดลม ใบมีดโกน ขยะมูลฝอยที่ได้จากโรงพยาบาล เป็นต้น ขยะมูลฝอยประเภทนี้ต้องได้รับการดูแล และระมัดระวังเป็นพิเศษในการเก็บขนและกำจัด แหล่งกำเนิดขยะประเภทนี้ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม การเกษตรกรรม โรงพยาบาลและห้องปฏิบัติการต่างๆ รวมทั้งขยะบางประเภทจากบ้านเรือนด้วย

กลไกในการเกิดขยะมูลฝอยนั้นเริ่มจาก มนุษย์ ซึ่งเมื่อดำรงชีวิตอยู่รวมกันในสังคม ย่อมจะมีกิจกรรมซึ่งเป็นธุรกิจ (Business activities) ในแบบต่างๆซึ่งผลจากธุรกิจเหล่านี้ คือ ผลิตผล (Products) และผลิตผลพลอยได้ (By products) ซึ่งอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้หรืออาจเป็นสิ่งซึ่งไร้ประโยชน์โดยสิ้นเชิงก็ได้ สำหรับผลิตผลนั้นจะถูกซื้อ-ขายแลกเปลี่ยน หมุนเวียนและถูกใช้งานจนคุณค่าของมันในสายตาของผู้ครอบครองลดต่ำลงเรื่อยๆ และผลสุดท้ายหากไม่ขายต่อหรือให้ผู้อื่นไป หรือปรับสภาพเสียใหม่เพื่อให้ดีขึ้นเพื่อนำกลับไปใช้งานต่อไป ผลิตผลเหล่านั้นก็จะถูกทิ้งไปในรูปของมูลฝอย (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และคณะ, 2531)

2.2 ปริมาณการเกิดและลักษณะของขยะมูลฝอย

โดยปริมาณและลักษณะของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น จากการดำรงชีพนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ คือ

(1) ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์

(2) ฤดูกาล

(3) รายได้

(4) โครงสร้างของครอบครัว

(5) อุปนิสัยของการซื้อสินค้า

(6) พฤติกรรมในการบริโภคอาหาร

(7) รูปแบบของการดำรงชีวิต

(8) ทัศนคติในการดำรงชีวิต

(9) กฎหมายข้อบังคับ

สถานที่ตั้งและฤดูกาลมีผลต่อปริมาณ และลักษณะของขยะมูลฝอย ในขณะที่การมีรายได้สูง ขนาดของครอบครัวที่ยิ่งใหญ่ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจะยิ่งมากและมีความหลากหลายเพิ่มขึ้น ขนาดของที่อยู่อาศัยยิ่งเล็กระยะเวลาการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยไว้ในบ้านจะยิ่งสั้น และอัตราการเปลี่ยนผลิตผลไปเป็นขยะมูลฝอยก็จะยิ่งสั้นลงด้วย ขยะมูลฝอยที่เกิดจากที่อยู่อาศัยดังกล่าวจะค่อนข้างคงที่ มีความแปรเปลี่ยนน้อย สำหรับอุปนิสัยของการซื้อและทัศนคติในการดำรงชีวิตนั้น ขึ้นอยู่กับสามัญสำนึกของบุคคลนั้นๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากร ว่ามีมาก-น้อย ประการใด และเรื่องนี้ไม่ขึ้นอยู่กับรายได้ หรือมาตรฐานการครองชีพของบุคคล พฤติกรรมในการซื้อขายและการบริโภคอาจเปลี่ยนไปตามฤดูกาลได้ และนอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนร้านค้ารวมทั้งความสะอาดด้วย ในด้านกฎหมายข้อบังคับ ก็มีส่วนสัมพันธ์กับปริมาณและลักษณะของขยะมูลฝอยอย่างมากเช่นกัน ตัวอย่างเช่น การกำหนดขอบเขตของการบริการ การจัดการขยะมูลฝอย การกำหนดค่าบริการในการจัดการขยะมูลฝอย ความเข้มงวดกวดขันและความรุนแรงของบทลงโทษผู้ฝ่าฝืน

โดยทั่วไปแล้ว ปริมาณของขยะจะเพิ่มมากขึ้นตามความเจริญของท้องถิ่นและฐานะความเป็นอยู่ของประชาชน ท้องถิ่นใดที่มีความเป็นอยู่ดี ขยะมูลฝอยก็มีมากขึ้นทั้งทางด้านปริมาณและองค์ประกอบ นอกจากนั้นปริมาณขยะมูลฝอยก็ยังแตกต่างกันไป ตามแหล่งกำเนิดของขยะแต่ละแหล่งด้วย โดยแหล่งท่องเที่ยว ย่านอุตสาหกรรม ย่านการค้าจะมักมีขยะมูลฝอยมากกว่าย่านที่อยู่อาศัย และปริมาณขยะมูลฝอยนั้นมีเพิ่มมากขึ้นทั้งอัตราส่วนที่เกิดขึ้นต่อคน และปริมาณทั้งหมดตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยที่อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (Solid wastes generation rate) คิดจาก

อัตราส่วนของค่าเฉลี่ยปริมาณขยะ ในรูปของปริมาณหรือน้ำหนักของขยะต่อคนต่อวัน ซึ่งเป็นค่าที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบระบบการจัดการขยะมูลฝอย เพราะเป็นตัวกำหนดในการหาปริมาณขยะมูลฝอย หรือคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และนำไปสู่การออกแบบระบบเก็บขน รวบรวมและกำจัดต่อไป โดยมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดแต่ละแหล่ง ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆ

แหล่งกำเนิด	อัตราการเกิดขยะมูลฝอย
ชุมชนที่พักอาศัย (รวมทุกกิจกรรม)	0
- ชุมชนระดับเทศบาล	0.8 กก./คน/วัน
- ชุมชนระดับสุขาภิบาล	0.6 กก./คน/วัน
- นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล	0.4 กก./คน/วัน
บ้านพักอาศัย	0.20 - 0.30 กก./คน/วัน
สถานพยาบาล	0.24 – 0.46 กก./คน/วัน
ตลาดสด*	0.32 กก./คน/วัน

ที่มา : คู่มือการจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัด คณะกรรมการกำกับการจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมระดับ จังหวัด 2536

* การจัดการมูลฝอย โดย สุทิน อยู่สุข 2531

จากตารางที่ 2.1 พบว่าอัตราการเกิดขยะมูลฝอยจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของชุมชน กล่าวคือ อัตราการผลิตขยะมูลฝอยของชุมชนระดับเทศบาลมีค่าเฉลี่ย 0.8 กิโลกรัม /คน/วัน ชุมชนระดับสุขาภิบาลมีค่าเฉลี่ย 0.6 กิโลกรัม/คน/วัน และชุมชนนอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล มีค่าเฉลี่ย 0.4 กิโลกรัม/คน/วัน กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่า อัตราการเกิดขยะมูลฝอยในเขตชนบทอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.56 กิโลกรัม/คน/วัน สำหรับในเขตเมืองมีค่าระหว่าง 0.66 – 0.85 กิโลกรัม/คน/วัน ในปี และจากอัตราการผลิตขยะมูลฝอยนี้เอง ทำให้สามารถประเมินปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่อย่างคร่าวๆได้

ในด้านองค์ประกอบของขยะนั้น ปรากฏว่าขยะที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการอุตสาหกรรมมีมากขึ้นทั้งชนิดและปริมาณ เป็นต้นว่าพลาสติก กระดาษชนิดต่างๆ เศษเยื่อใยสังเคราะห์ ขยะอันเนื่องมาจากกรด ด่าง กระเบื้อง เซรามิค ขยะพวกแบตเตอรี่ หลอดไฟ เครื่องใช้ไฟฟ้า ไปจนกระทั่งพวกซากของเครื่องยนต์ รถยนต์ เศษของวัสดุก่อสร้างชนิดต่างๆ ซึ่งขยะเหล่านี้ส่วนมากเป็นสารสังเคราะห์ บางชนิดยากแก่การกำจัดหรือทำลาย บางอย่างเมื่อนำไปเผากลางแจ้งก็ทำให้เกิดควันหรือก๊าซพิษ

2.3 การจำแนกประเภทและลักษณะขยะมูลฝอย

2.3.1 ประเภทของขยะมูลฝอยถูกจำแนกออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

(1) ขยะมูลฝอยจากชุมชน (Community Wastes) ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากการดำรงชีพของมนุษย์ (Living activities) การดำเนินกิจกรรมธุรกิจ (Business activities) เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- ขยะมูลฝอยประเภททั่วไป (General wastes)
- ขยะมูลฝอยประเภทอันตรายจากบ้านเรือน (Household Hazardous Wastes)

(2) ขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial wastes) ได้แก่ เศษวัสดุเหลือทิ้ง ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน กากสารต่างๆ

(3) ขยะมูลฝอยจากการเกษตรกรรม (Agriculture wastes)

2.3.2 ลักษณะของขยะมูลฝอย

ลักษณะของขยะมูลฝอย (Characteristics) สามารถจำแนกออกได้เป็นสองลักษณะใหญ่ ได้แก่

(1) ลักษณะทางด้านกายภาพ (Physical characteristic) คือ

(ก) องค์ประกอบของขยะมูลฝอย (Solid waste composition) ได้แก่ ขยะมูลฝอยแต่ละชนิด ที่ประกอบขึ้นมาเป็นมูลฝอย ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น กระดาษ ผ้า เศษอาหาร ไม้ พลาสติก ยาง และส่วนประกอบที่เผาไหม้ไม่ได้ เช่น โลหะ แก้ว อิฐ หิน กรวด กระเบื้อง อื่นๆ โดยองค์ประกอบเหล่านี้อาจถูกแบ่งออกเป็นสัดส่วน โดยน้ำหนักหรือโดยปริมาณก็ได้ ซึ่งจะทำให้ภาพพจน์แตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่แล้วมักนิยมแบ่งสัดส่วนโดยน้ำหนักมากกว่า นอกจากนั้นยังมีวิธีจำแนกองค์ประกอบทางด้านกายภาพของขยะมูลฝอย ออกไปตามลักษณะของการใช้งานก่อนจะกลายมาเป็นขยะมูลฝอย ซึ่งวัตถุประสงค์ของการจำแนกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในลักษณะนี้ มุ่งประโยชน์ในเรื่องการควบคุมขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดเป็นเกณฑ์ ได้แก่ อาหาร (Food) ภาชนะบรรจุวัสดุใช้ห่อสิ่งของ (Containers packing materials) สินค้าเครื่องใช้ (Commodoties) สิ่งของเครื่องใช้จากสำนักงาน (Office use) สิ่งของเครื่องใช้จากการ

โฆษณา ประชาสัมพันธ์ (Advertisement) อื่นๆ

(ข) น้ำหนักจำเพาะของขยะมูลฝอย (Specific weight) คือ สัดส่วนของมวลขยะมูลฝอยต่อปริมาตรของขยะมูลฝอย ที่บรรจุอยู่ภายในภาชนะนั้นๆ สามารถแบ่งออกเป็น ความหนาแน่นปกติของขยะมูลฝอย (Bulk Density) เป็นความหนาแน่นของขยะมูลฝอยในสภาพปกติ โดยไม่ได้มีการอัดหรือบีบขยะมูลฝอยให้ผิดไปจากสภาพปกติ และความหนาแน่นในระหว่างการขนส่งขยะมูลฝอย (Transported density) เป็นค่าความหนาแน่นของขยะมูลฝอย ที่บรรจุอยู่ในรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยขณะที่ขนส่งขยะมูลฝอย จึงทำให้มีการอัดให้แน่นขึ้นจากสภาพปกติ

(2) ลักษณะของขยะมูลฝอยด้านเคมี (Chemical characteristic)

(ก) ปริมาณความชื้น (Moisture content) คือปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขยะมูลฝอย จะแยกออกได้เป็นสองส่วน คือน้ำที่อยู่ภายในตัวขยะมูลฝอยเอง (Inherent water) เป็นน้ำที่มีอยู่ในพืชผัก เศษอาหารเป็นต้น น้ำในลักษณะนี้มีปริมาณมากถึง 1/2 หรือ 2/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมดของขยะมูลฝอยและน้ำที่ติดอยู่ภายนอก (Attached water) ได้แก่ น้ำฝน น้ำที่ออกจากเศษอาหารซึ่งโดยทั่วไปจะมีปริมาณประมาณ 1/2 ถึง 1/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมดของขยะมูลฝอย

(ข) ปริมาณของแข็งระเหย (Volatile solid) คือ ส่วนของขยะมูลฝอยที่สามารถติดไฟได้และถูกเผาไหม้สลายไป ส่วนที่เหลืออยู่ได้แก่ เศษเถ้า (Ash)

(ค) ค่าความร้อน (Calorific value) เป็นปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะมูลฝอยโดยให้สันดาปกับอากาศ โดยปกติแล้วขยะมูลฝอยจะมีน้ำ และไฮโดรเจนอยู่ในรูปขององค์ประกอบทางเคมี ซึ่งไฮโดรเจนนี้จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นน้ำขึ้นในเตาเผา ซึ่งน้ำและไฮโดรเจนที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยจะใช้ความร้อนไปในรูปของความร้อนแฝง ในขณะที่ทำการเผาขยะมูลฝอยในเตาเผา ซึ่งทำให้ปริมาณความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยนั้นลดลง

(ง) องค์ประกอบทางเคมี (Chemical composition) ได้แก่องค์ประกอบด้านเคมีของขยะมูลฝอย คือ คาร์บอน (C) ไนโตรเจน (N) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ซัลเฟอร์ (S) และคลอรีน (Cl)

2.4 การจัดการขยะมูลฝอย

การจัดการขยะมูลฝอย หมายถึง การควบคุมร่วมกันตั้งแต่แหล่งกำเนิด การเก็บรวบรวม การขนถ่าย กระบวนการจัดการและการกำจัดขยะมูลฝอย โดยใช้วิธีที่ดีที่สุดให้เป็นไปตามหลักการทางสาธารณสุข เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยเป็นไปเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และความสวยงามของทัศนียภาพด้วย อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงแง่มุมต่างๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม และทัศนคติของสาธารณชนด้วย (Tchobanoglous et al , 1977)

วิธีการดำเนินงานในการจัดการขยะมูลฝอยนั้นมีหลายขั้นตอน ดังนี้

2.4.1 การเก็บรวบรวม (Storage and Collection)

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ นับตั้งแต่การเก็บขยะมูลฝอยใส่ไว้ในภาชนะ เพื่อคอยรถที่จะมาเก็บขน จนกระทั่งถึงการนำภาชนะที่ใส่ขยะนั้นมาเทใส่ลงไปในรถบรรทุกขยะ แล้วนำภาชนะนั้นกลับไปไว้ที่เดิมการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย (Collection) เป็นขั้นตอนที่เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากที่สุด เมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ ในการดำเนินงานจัดการขยะมูลฝอย ประมาณว่ากว่าร้อยละ 80 ของค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปสำหรับการเก็บรวบรวมนี้ ถ้าการจัดการในส่วนนี้มีข้อบกพร่อง ก็จะยิ่งทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากการจัดการในเรื่องของการเก็บรวบรวมทำได้ดีมีประสิทธิภาพก็จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก นอกจากนั้นยังทำให้ชุมชนนั้นไม่มีขยะเหลือตกค้างอันทำให้เกิดความสะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อยอีกด้วย ดังนั้นการที่จะดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องเน้นในส่วนของวิธีการจัดเก็บขยะนี้เป็นสำคัญ ซึ่งจะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ที่รับผิดชอบ ลักษณะและปริมาณขยะมูลฝอย และเส้นทางเก็บขน

ภาชนะสำหรับรองรับขยะมูลฝอยมีหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละแห่งควรเลือกใช้ตามความเหมาะสมโดยควรมีลักษณะทั่วไปดังนี้

(ก) ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยสำหรับบ้านเรือน ควรมีลักษณะ

- แข็งแรง ทนทาน และไม่เป็นสนิม
- สามารถป้องกันสัตว์ และแมลงที่เป็นพาหะนำโรค มิให้สัมผัสหรือคุ้ยเขี่ยหาอาหารขยะมูลฝอยได้
- ทำความสะอาดง่าย
- มีขนาดพอเหมาะ สะดวกแก่การเคลื่อนย้ายนำขยะมูลฝอยไปกำจัด

(ข) ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยสำหรับสาธารณะ ควรมีลักษณะพื้นฐานเหมือนกับภาชนะรองรับขยะมูลฝอยสำหรับบ้านเรือน และต้องมีคุณสมบัติเพิ่มเติมอีก คือ

- มีขนาดความจุเพียงพอสำหรับรองรับขยะมูลฝอยในบริเวณนั้น
- ไม่อยู่ในที่ที่กีดขวางการจราจรและการสัญจรของประชาชน

ตัวอย่างภาชนะสำหรับรองรับขยะมูลฝอยได้แก่

- ถังขนาดใหญ่ตั้งอยู่กับที่ สามารถรับขยะมูลฝอยได้มาก คงทนถาวร แต่ทำความสะอาดได้ยาก
- ถังขนาด 200 ลิตร หาได้ง่ายราคาไม่แพง ทนทาน แต่มีน้ำหนักมากจึงยากแก่การยกถังเทขยะมูลฝอยใส่รถเก็บขน

- ถังขนาดใหญ่ที่ใช้รถยกเท สามารถรับขยะมูลฝอยได้มาก และลดจำนวนคนงานในการเก็บขน แต่มีราคาแพง

การเลือกภาชนะรองรับขยะมูลฝอย จึงต้องเลือกให้มีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน นอกจากนั้นระบบการเก็บขยะมูลฝอยก็เป็นขั้นตอนสำคัญ ในการจัดการขยะมูลฝอย โดยระบบเก็บขนขยะมูลฝอยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(ก) ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System) เป็นระบบเก็บขนขยะมูลฝอย โดยนำถังขยะมาจากสถานที่ตั้งแล้วขนส่งไปยังสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย และเมื่อถ่ายเทขยะมูลฝอยออกจากถังแล้วจึงนำถังขยะกลับไปตั้งไว้ที่เดิมหรือสถานที่แห่งใหม่ ซึ่งเหมาะกับบริเวณที่มีขยะมูลฝอยเป็นปริมาณมากและอยู่ใกล้สถานที่กำจัด แต่ไม่เหมาะกับเส้นทางที่มีบริเวณคับแคบ ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่นี้ มีการเก็บขน 2 แบบ

- การเก็บขนแบบธรรมดา โดยรถยกถังขยะจะวิ่งรถเปล่าจากสถานีเก็บรถไปยังสถานที่ตั้งถังขยะ และยกเอาถังขยะที่มีขยะมูลฝอยบรรจุอยู่ ไปทำการถ่ายเทที่สถานีกำจัดขยะมูลฝอย และนำเอาถังขยะมูลฝอยนั้นกลับมาไว้ที่สถานที่ตั้งเดิม

- การเก็บขนแบบแลกเปลี่ยนถัง โดยรถยกถังขยะจะออกจากสถานที่เก็บรถพร้อมกับถังเปล่า และนำเอาถังเปล่าไปวางที่สถานที่ตั้งถังขยะและแลกเปลี่ยนถังเปล่ากับถังที่มีขยะมูลฝอย จากนั้นจึงนำเอาถังที่มีขยะมูลฝอยไปถ่ายเทขยะมูลฝอยสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เพื่อเตรียมการไปวางไว้ตามสถานที่ตั้งถังขยะอื่นๆต่อไป

(ข) ระบบเก็บขนแบบถังคงที่ (Stationery Container System) เป็นระบบเก็บขนขยะมูลฝอย โดยตั้งถังไว้รองรับขยะมูลฝอยอยู่ประจำสถานที่เดิม แล้วใช้รถเก็บขนขยะมูลฝอยมาถ่ายเทขยะมูลฝอยออกจากถัง เหมาะกับบริเวณที่มีถังขยะกระจายตัวกัน แต่ใช้ระยะเวลาในการขนถ่ายขยะมูลฝอยตลอดเส้นทาง นานกว่าระบบถังเคลื่อนที่ ซึ่งระบบเก็บขนแบบถังคงที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

- ระบบเก็บขนแบบถ่ายขยะมูลฝอยอัตโนมัติ ใช้รถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยที่มีอุปกรณ์ยกถังขยะมูลฝอย แล้วทำการถ่ายเทขยะมูลฝอย ลงในถังบรรจุขยะมูลฝอยของรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย

- ระบบเก็บขนแบบธรรมดา โดยให้พนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยประจำรถ

- เป็นผู้รวบรวมขยะมูลฝอย จากถังรองรับขยะมูลฝอยเข้าสู่ถังบรรจุขยะมูลฝอยของรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย

2.4.2 การขนส่ง (Transportation)

เป็นการนำขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมจากชุมชน ใส่ในยานพาหนะไว้แล้วนั้นไปยัง

แหล่งกำจัดโดยตรง หรืออาจขนไปพักรวมไว้ที่ใดที่หนึ่งหรือที่เรียกว่าสถานีขนถ่ายก่อนก็ได้

การขนถ่ายและขนส่งขยะมูลฝอย หมายถึง การอำนวยความสะดวกและความต่อเนื่องของส่วนประกอบในด้านต่างๆ สำหรับการขนถ่ายขยะมูลฝอย ตั้งแต่จากยานพาหนะขนาดเล็กไปจนถึงยานพาหนะที่มีขนาดใหญ่ และมีการขนส่งขยะมูลฝอยเหล่านั้นออกไปสู่แหล่งกำจัดขยะมูลฝอย (Tchobanoglous , 1977)

Vesilind and Rimer (1981) ได้ระบุถึงระบบการจัดเก็บขยะมูลฝอยไว้ว่ามีอย่างน้อย 5 กระบวนการ คือ

(1) จากบ้านไปสู่ภาชนะรองรับ

(2) จากภาชนะรองรับไปสู่รถเก็บขน

(3) จากรถเก็บขนไปสู่บ้านหลังต่อไป

(4) จากรถเก็บขนไปสู่สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

(5) สถานีขนถ่ายและสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

Tchobanoglous et al (1993) กล่าวว่าการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องคำนึงถึงความสามารถในการขนส่งเป็นระยะทางที่ไกลได้อย่างประหยัดด้วย ไม่ว่าจะเป็นการขนส่งทางถนน ทางรถไฟ และทางน้ำ ซึ่งทั้งหมดต่างก็มีความหมายเพื่อการเคลื่อนย้ายขยะมูลฝอย

โดยทั่วไปประเภทของรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้ในปัจจุบัน มี 4 ประเภทคือ

(1) รถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยแบบธรรมดาเปิดข้าง (Non-compaction Side loading truck) เป็นรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยซึ่งมีตัวถัง สำหรับบรรทุกขยะมูลฝอย ที่ไม่มีเครื่องจักรกลช่วยในการอัดขยะมูลฝอยให้แน่น และด้านข้างตัวถังมีช่องสำหรับ เปิด-ปิด สำหรับถ่ายเทขยะเข้าสู่ตัวรถ และใช้การเทขยะมูลฝอยจากด้านท้ายของตัวรถ เมื่อนำขยะมูลฝอยไปกำจัด โดยทั่วไปความจุของถังคือ 7.5 -12 ลูกบาศก์เมตร

(2) รถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยแบบมีเครื่องอัดมูลฝอย (Compactortruck) เป็นรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย ที่ตัวถังสำหรับบรรทุกขยะมูลฝอย มีเครื่องอัดขยะมูลฝอยให้มีความหนาแน่นมากขึ้นกว่าปกติ ทำให้สามารถบรรจุขยะมูลฝอยได้มากขึ้น โดยมีความจุขนาดที่นิยมใช้คือ 5.8 ลูกบาศก์เมตร

(3) รถยนต์บรรทุกคอนเทนเนอร์ (Container hauling truck) เป็นรถยนต์ที่ใช้สำหรับยก และ เคลื่อนย้ายถังคอนเทนเนอร์บรรจุขยะมูลฝอยที่ได้นำไปตั้งตามจุดต่างๆ

(4) รถยนต์บรรทุกเททำ้าย (Dumping truck) เป็นรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยที่

มีกะบะบรรทุกเปิดโล่ง ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้สำหรับเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ เช่น กิ่งไม้ หรือเศษวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น

โดยหลักเกณฑ์ในการเลือกประเภทรถยนต์นั้น ต้องพิจารณา

(ก) ปริมาณและลักษณะขยะมูลฝอยที่ต้องเก็บขน

(ข) วิธีการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้ เช่น การเก็บรวบรวมโดยใช้ถังคอนเทนเนอร์ ต้องใช้รถที่ออกแบบสำหรับบรรทุกถังคอนเทนเนอร์

(ค) ค่าใช้จ่ายของรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งค่าใช้จ่ายจะแตกต่างกันไปตามระยะทางวิ่งปฏิบัติงาน ประเภทและขนาดของรถยนต์

(ง) สภาพของพื้นที่ที่ให้บริการและสภาพของเส้นทางการจราจร

(จ) จำนวนพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยประจำรถ เช่นรถที่มีระบบยกเทขยะมูลฝอยอัตโนมัตินั้น ต้องการแรงงานคนน้อยกว่ารถที่ไม่มีระบบอัตโนมัติ

(ฉ) ระยะทางและวิธีการขนส่ง

กองวิชาการ สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานครร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2528) ได้ศึกษาอายุการใช้งานของรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยในแต่ละปี พบว่าอายุการใช้งานที่เหมาะสมสำหรับรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยประเภทธรรมดาเปิดข้างตัวถังจุ 6 และ 10 ลูกบาศก์เมตร และประเภทใช้เครื่องอัดขยะมูลฝอย ตัวถังจุ 8 ลูกบาศก์เมตร จะอยู่ในช่วงประมาณ 7 ปี และค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและบำรุงรักษารถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยทุกประเภท จะเพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งาน

การเลือกระบบขนถ่ายขยะมูลฝอยที่เหมาะสมนั้น ต้องคำนึงถึงสถานที่เป็นสำคัญ โดยต้องให้มีการเชื่อมโยงกัน ระหว่างแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย ระยะทางและเวลาในการเดินทาง รวมถึงปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถขนส่งได้ เป็นปัจจัยเริ่มต้นที่มีผลต่อการเลือกระบบ (Pfeffer , 1992)

การเลือกสถานที่ตั้งสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยที่เหมาะสม ควรจะคำนึงถึงให้สถานที่ตั้งนั้นอยู่ใกล้ศูนย์กลางของพื้นที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยเท่าที่เป็นไปได้ มีความสะดวกต่อการเดินทาง โดยอยู่ใกล้ทางหลวงสายหลักและมีเส้นทางเข้าออกสำรอง การปฏิบัติการในการขนส่งมีผลเสียต่อสาธารณชนและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และควรจะให้มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการปฏิบัติงานประหยัดได้มากที่สุด (APWA , 1975)

การกำหนดเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยมีวิธีการต่างๆอยู่ 4 วิธี (เกรียงศักดิ์, 2537)

(1) วิธี Daily Route คือ วิธีที่พนักงานได้รับมอบหมายเส้นทาง ที่จะต้องทำการเก็บขยะอย่างชัดเจนแน่นอน โดยต้องทำการเก็บขนขยะให้เสร็จสิ้นภายในวันนั้น และถ้ายังเก็บขน

ขนไม่หมดพนักงานต้องทำงานล่วงเวลา จนกระทั่งได้เก็บขนขยะมูลฝอยจนเสร็จสิ้น

(2) วิธี Large Route คือ วิธีที่พนักงานได้รับมอบหมายเส้นทางขนาดใหญ่ โดยจะต้องทำการเก็บขนขยะให้หมดภายในสัปดาห์ โดยทั่วไปพนักงานจะวางแผนเก็บขนขยะให้เสร็จก่อน เช่นอาจใช้เวลาเก็บขนเพียง 5 วัน แล้วมีเวลา 2 วันเหลือไว้พักผ่อน

(3) วิธี Single Route คือ วิธีที่ได้มอบหมายให้พนักงานทำการเก็บขนขยะหลายเส้นทาง โดยจะต้องสามารถเก็บขนขยะได้เต็มคันรถในแต่ละเที่ยว วิธีนี้ต้องพิจารณาขนาดของรถเก็บขน จำนวนพนักงาน ระยะเวลาเดินทาง ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น และปัจจัยอื่นๆอีก

(4) วิธี Definite Working Day คือ วิธีที่อาศัยเวลาทำงานปกติของพนักงาน เช่น ทำงานเข้า 8.30 น. เลิกงานเวลา 16.30 น. โดยไม่มีการกำหนดปัจจัยอื่นๆอย่างชัดเจน

ในการกำหนดเส้นทางให้ได้มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถกระทำโดยพิจารณาข้อกำหนดที่ได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

- ไม่มีเส้นทางใดทับเส้นทางกัน และควรมีสภาพภูมิประเทศเหมือนกันในแต่ละเส้นทาง
- เวลาที่ใช้ทำการเก็บขนขยะของแต่ละเส้นทางควรมีเท่าๆกัน
- จุดแรกที่จะทำการเก็บขนขยะมูลฝอยในแต่ละเส้นทาง ไม่ควรอยู่ไกลจากสถานีจอดรถเก็บขนขยะมูลฝอย
- ถนนที่มีปัญหาจราจร ไม่ควรไปเก็บในช่วงเวลาเร่งด่วน
- ถ้าเป็นถนนทางเดียว ควรพิจารณาให้เส้นทางของการเก็บขนเป็นแบบวง
- ในการเลือกใช้เส้นทางเก็บขน พยายามไม่ให้รถเก็บขนต้องเลี้ยวขวาบนถนนสามแยกหรือสี่แยก คือพยายามให้เป็นการเลี้ยวซ้ายที่ให้ผ่านตลอดบนถนน
- ถ้าเป็นเส้นทางเก็บขนที่เป็นทางตัน อาจใช้วิธีให้พนักงานเดินไปเก็บขน หรือถอยหลังเข้าไปเก็บขน หรือขับเข้าไปเก็บขนแล้วทำการเลี้ยววนกลับ
- ถ้าพื้นที่เป็นทางลาดมากๆ ควรพิจารณาให้ใช้เส้นทางที่ขับรถเก็บขนลงจากระดับสูง แล้วทำการเก็บขนทั้งสองฟากถนน เพื่อการประหยัดน้ำมันรถ
- ถนนที่มีระดับสูงๆ ควรเป็นจุดเริ่มต้นของการเก็บขน
- ควรให้รถเก็บขนขยะขับในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา คือให้รถได้เลี้ยวซ้ายตลอด แทนที่จะต้องให้รถเก็บขนเลี้ยวขวา ซึ่งเสียเวลามากกว่า
- ถ้าเป็นถนนที่ตรงไปตลอด อาจให้พนักงานทำการเก็บขนขยะทั้งสองฟากถนนในเวลาเดียวกัน ก่อนที่จะขับไปพบสามแยกหรือสี่แยก

2.4.3 การแปรสภาพ (Processing)

เป็นวิธีการที่จะทำให้ขยะมูลฝอยสะดวกแก่การเก็บขน หรือนำไปทำประโยชน์อย่างอื่น การแปรสภาพนี้อาจทำได้โดยการบดอัดเป็นก้อน คัดแยกเอาส่วนที่ยังใช้ประโยชน์ได้ออกไปใช้ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม โดยกระบวนการที่ได้รับความสนใจ และมีการตื่นตัวกันเป็นอย่างมากในช่วงเวลาที่ผ่านมานี้ คือ การนำทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่ (Resource recovery) ซึ่งเป็นการแยกเอาวัสดุที่สามารถประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์และพลังงานจากสิ่งที่ไม่ต้องการกลับมาใช้อีกครั้ง โดยตั้งอยู่บนหลักการพื้นฐานของ ความสำนึกต่อทรัพยากร (Resource recognition) ซึ่งก็คือปรัชญาใหม่ของการจัดการทรัพยากร โดยภายหลังการนำเสนอหลักการนี้แล้ว ได้ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อการจัดการขยะมูลฝอยทั่วโลก กล่าวคือโดยทั่วไปแล้วขยะมูลฝอยจะถูกนึกถึงในลักษณะของทรัพยากรที่ไม่ใช้แล้ว แต่การจัดการของเสียอย่างถาวรในเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมรูปแบบนี้ ได้นำมาซึ่งการลดกระบวนการผลิตและแพร่กระจายของขยะมูลฝอย รวมทั้งเกิดการส่งเสริมการนำกลับมาใช้ (Reuse) และการหมุนเวียน (Recycling) ของขยะมูลฝอย ซึ่งประเทศที่พัฒนาแล้ว ต่างเคยเผชิญกับปัญหาวิกฤตของปริมาณขยะมูลฝอยที่มีมาก และในที่สุดหลายๆประเทศได้หันมาให้ความสำคัญต่อแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอย ด้วยวิธีการลดปริมาณขยะแทนการบำบัดหรือกำจัด ซึ่งเป็นการจัดการที่ปลายทาง (End of pipe) การลดปริมาณขยะนั้นสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน และวิธีที่ได้ผลมากที่สุด คือ การลด ณ จุดกำเนิด (Source reduction)

2.4.4 การกำจัดหรือทำลาย (Disposal)

เป็นวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยขั้นสุดท้ายเพื่อให้ขยะมูลฝอยนั้นๆ ไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสภาพแวดล้อม อันมีผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของมนุษย์ ซึ่งวิธีการกำจัดขยะมีอยู่หลายวิธีได้แก่

- การกองบนพื้นดิน (Dumping on land) หรือ กองกลางแจ้งแล้วเผา (Open Burning)
- การนำไปทิ้งทะเล (Dumping at sea)
- การนำไปใช้เลี้ยงสุกร (Hog feeding)
- การหมักทำปุ๋ย (Composting)
- การเผาในเตาเผา (Incineration)
- การฝังกลบสุขาภิบาล (Sanitary landfill)

ซึ่งวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยขั้นสุดท้ายที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ว่าถูกสุขลักษณะในปัจจุบันคือ การเผาในเตาเผา (Incineration) การหมักทำปุ๋ย (Composting) และการฝังกลบสุขาภิบาล (Sanitary landfill)

การฝังกลบสุขาภิบาล

คือการนำขยะมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ที่เตรียมไว้ แล้วใช้เครื่องจักรกลบดอัดขยะมูลฝอยให้แน่นเพื่อลดปริมาตร จากนั้นจึงใช้ดินกลบทับด้านบนและอัดให้แน่น การฝังกลบสุขาภิบาลเป็นวิธีกำจัดขยะมูลฝอย ที่มีมาเป็นระยะเวลานานแล้ว ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดสารตกค้างหรือกากที่ต้องนำไปกำจัดอีก วิธีการฝังกลบนั้นขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ ที่ใช้ในการดำเนินงานด้วย ซึ่งสามารถแบ่งการฝังกลบออกเป็น 2 วิธี คือ

(1) วิธีฝังกลบแบบกลบบนพื้นที่ (Area Method) เป็นวิธีการฝังกลบที่เริ่มดำเนินการจากระดับชั้นดินเดิม โดยไม่ต้องขุดให้ลึกลงไปในพื้นดิน สามารถดำเนินการนำขยะมูลฝอยมาเทลงบนพื้น แล้วทำการบดอัดตามแนวราบ และอัดทับในชั้นถัดไปให้สูงขึ้นเรื่อยๆ จนได้ความสูงตามต้องการ ซึ่งการฝังกลบวิธีนี้จำเป็นต้องก่อสร้างคันดิน (Embarkment or Berm) ตามแนวขอบพื้นที่กำจัด เพื่อทำหน้าที่เป็นผนังยันการบดอัด และป้องกันน้ำเสียจากการย่อยสลายที่ฝังกลบแล้วไม่ให้ซึมออกด้านนอก

(2) วิธีฝังกลบแบบขุดเป็นร่อง (Trench Method) เป็นวิธีฝังกลบที่เริ่มจากระดับที่ต่ำกว่าระดับดินปกติ ซึ่งอาจจะเป็นภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นแอ่งอยู่แล้ว หรือทำการขุดดินลงไปให้ลึกตามที่กำหนดก็ได้ แล้วดำเนินการบดอัดในลักษณะเดียวกับการฝังกลบบนพื้นที่ แต่ไม่จำเป็นต้องทำคันดิน เนื่องจากมีขอบบ่อทำหน้าที่เป็นผนังยันการบดอัดแล้ว

โดยสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2542) ได้เสนอว่า การออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบสุขาภิบาลนั้นควรคำนึงถึง

(ก) ความลึกของการขุดร่องควรอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินอย่างน้อยประมาณ 1 เมตร โดยวัดระดับน้ำในฤดูฝนเป็นเกณฑ์

(ข) ความสูงของชั้นขยะมูลฝอย (Lift) ควรมีความสูงระหว่าง 2-3 เมตร หรือแล้วแต่ความเหมาะสมของพื้นที่

(ค) ชั้นของขยะจะมีกี่ชั้นก็ได้ แต่ต้องไม่ขัดแย้งกับสภาวะแวดล้อมข้างเคียง

(ง) ความหนาแน่นของขยะที่บดอัดแล้ว จะมีค่าอยู่ระหว่าง 600-800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(จ) ความหนาของดินกลบในแต่ละวัน (Daily Cover) หนาประมาณ 20-30 เซนติเมตร ส่วนดินกลบชั้นบนสุด หรือชั้นสุดท้าย (Final Cover) หนาประมาณ 0.5-0.6 เมตร จะมีดินกลบหน้าอีก 0.3 เมตรก็ได้ แล้วแต่ความ เหมาะสมของจุดประสงค์การใช้ที่ดินเมื่อปิดหลุมฝังกลบไปแล้ว

(ฉ) มีระบบป้องกันน้ำชะขยะออกจากหลุมฝังกลบ โดยจะต้องปูพื้นที่ก้นหลุมเพื่อป้องกันน้ำเสียจากกองขยะซึมลงสู่น้ำใต้ดิน หรือปนเปื้อนกับน้ำผิวดินในบริเวณใกล้เคียง

(ช) มีระบบรวบรวมน้ำชะขยะออกจากหลุมฝังกลบ แล้วนำไปบำบัดให้มีคุณภาพที่เหมาะสม ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง ก่อนระบายไปสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือผ่านกระบวนการระเหย

(ซ) มีการออกแบบระบบระบายน้ำและระบบป้องกันน้ำท่วม เพื่อป้องกันน้ำท่า (Runoff) ปนเปื้อนกับสิ่งสกปรก และสะสมอยู่ภายในบริเวณหลุมฝังกลบ

(ฌ) จัดระบบระบายก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบ โดยจัดวางระบบท่อรวบรวมแล้วระบายออกจากหลุม เพราะก๊าซมีเทนติดไฟและอาจทำให้เกิดการระเบิดบริเวณหลุมฝังกลบได้

(ญ) กำหนดจำนวนเครื่องจักรกลที่ใช้ในการดำเนินงานฝังกลบ ได้แก่ รถบดอัดขยะ (Landfill Compactor) รถดันหรือรถตักล้อยาง (Wheel Loader of Wheel Tractor) รถบรรทุกดิน (Dump Truck) รถบรรทุกเล็ก (Pick-Up) รถบรรทุกน้ำ (Water Tank Truck)

(ฎ) สร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ สำหรับดำเนินงาน เช่น อาคารสำนักงาน โรงซ่อมบำรุง ที่เก็บพัสดุ รงจอดรถ ลานล้างรถ อาคารชุดเครื่องชั่ง ป้อมยาม บ้านพักพนักงาน ระบบสาธารณูปโภคต่างๆ

(ฏ) มีการป้องกันสภาพแวดล้อมและภูมิประเทศใกล้เคียง เช่น กั้นรั้ว ปลูกต้นไม้ประดับให้สวยงาม และปลูกต้นไม้เป็นแนว (Buffer Zone)

การเลือกสถานที่สำหรับฝังกลบสุขาภิบาล ต้องได้ขนาดพื้นที่ที่เหมาะสม โดยสามารถรองรับขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้ ไม่ต่ำกว่า 5-10 ปี ปัจจัยที่ควรนำมาพิจารณาเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล (เกรียงศักดิ์, 2537) คือ

(ก) เป็นที่ยอมรับได้ของชุมชนบริเวณนั้น

(ข) มีถนนตัดผ่านที่มีขนาดเหมาะสม แข็งแรง และความเร็วของรถที่วิ่งบนถนน

(ค) ปัญหาจราจร

(ง) ระยะเวลาในการขนส่งขยะมูลฝอยไปพื้นที่กำจัด

(จ) ระดับน้ำใต้ดินของพื้นที่

(ฉ) ลักษณะทางธรณีวิทยา

(ช) ความยากง่ายในการหาดินปกคลุมกองขยะมูลฝอย

(ซ) สภาพภูมิอากาศทั่วไป

(ฌ) ปัญหาน้ำท่วมขัง

(ญ) ลักษณะบริเวณรอบๆพื้นที่ เช่น มีต้นไม้รอบๆบริเวณ ไม่มีอาคารพักอาศัยของชุมชน

(ฎ) เป็นพื้นที่สำคัญเกี่ยวกับทางโบราณคดี หรือประวัติศาสตร์หรือไม่

สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจะมีข้อกำหนดเพิ่มเติมที่ควรทราบดังนี้

(ก) ควรห่างจากแหล่งน้ำลำธาร คลอง แม่น้ำประมาณอย่างน้อย 30 เมตร

(ข) ควรห่างจากบ่อน้ำบาดาลอย่างน้อย 160 เมตร

(ค) ควรห่างจากบ้านพักอาศัย โรงเรียน สวนสาธารณะ อย่างน้อย 65 เมตร

(ง) ควรห่างจากสนามบินอย่างน้อย 3 กิโลเมตร

ซึ่งการปฏิบัติการฝังกลบสุขาภิบาลนั้นย่อมต้องเกี่ยวข้องกับปัญหาทางกลิ่น การลุกไหม้ และสัตว์พาหะนำโรคติดต่อ ดังนั้นปัญหาการไม่ได้รับความสนับสนุนจากท้องถิ่น จึงเป็นเรื่องสำคัญของการเลือกใช้วิธีการฝังกลบสุขาภิบาล

การหมักทำปุ๋ย

เป็นวิธีการทำลายส่วนประกอบของสารอินทรีย์ที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยการผสมกับจุลินทรีย์ ความชื้น และความอบอุ่น ซึ่งตั้งแต่อดีตวิธีการนี้ใช้เพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของของเสียชีวภาพ ให้ถูกสุขอนามัยและปราศจากการรบกวนต่อไป และนอกจากนั้นแล้วผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้ ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงดินได้อีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะมูลฝอยของเมืองในภูมิภาคเอเชียประกอบด้วยสารอินทรีย์และฝุ่นผงถึง 70-85 % ดังนั้นกระบวนการหมักทำปุ๋ยจึงเป็นวิธีที่ถูกเลือกใช้ สำหรับการกำจัดปริมาณของเสียในขั้นตอนสุดท้ายมาอย่างยาวนาน โดยลักษณะของขยะมูลฝอยที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการหมักทำปุ๋ย คือ

- ความชื้นในขยะมูลฝอย อยู่ในช่วงร้อยละ 40-60 โดยน้ำหนักเปียก
- ปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนของอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 25-35 ต่อ 1

ขยะมูลฝอยจากชุมชนที่เก็บมาได้ อาจจะต้องนำมาทำการแยกประเภทของขยะมูลฝอย เพื่อเลือกเฉพาะขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย และบดย่อยหรือตัดขยะเป็นชิ้นเล็กๆเพื่อลดขนาดของขยะมูลฝอย พร้อมทั้งทำการเติมความชื้น และเติมสารอาหารให้เหมาะสม ก่อนที่จะนำไปทำการหมัก

วิธีการหมักปุ๋ยมี 2 กระบวนการคือ กระบวนการใช้ออกซิเจน (Aerobic Process) และกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Process) ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้กระบวนการใช้ออกซิเจน เพราะจะมีปัญหากลิ่นเหม็นน้อยว่าแบบไม่ใช้ออกซิเจน (เกรียงศักดิ์, 2537)

โดยเกณฑ์การออกแบบระบบหมักทำปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจนคือ

(ก) ขนาดของขยะมูลฝอยควรมีประมาณ 25-75 มิลลิเมตร

(ข) การเติมเชื้อจุลชีพผสมลงไปกับขยะมูลฝอย ซึ่งอาจเป็นขยะมูลฝอยที่ถูกย่อยสลายแล้วประมาณ 1-5 % โดยน้ำหนัก หรือเติมกากตะกอนที่มาจากระบบบำบัดน้ำเสียก็ได้

(ค) จำเป็นต้องทำการกวน กลับขยะไปมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหมักทำปุ๋ย

(ง) ปริมาณอากาศที่ต้องการเติมลงไปในระบบ จำเป็นต้องทำให้ได้ค่าความเข้มข้นของออกซิเจน มีเหลืออยู่ในทุกส่วนของระบบอย่างน้อย 50 % ของค่าความเข้มข้นออกซิเจนในตอนต้น

(จ) ค่าความชื้นในระบบควรมีประมาณ 50-60 %

(ฉ) ระดับอุณหภูมิภายในระบบควรมีประมาณ 50-55 ° C สำหรับระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยาหมักทำปุ๋ย แต่ต้องไม่ให้มีอุณหภูมิสูงเกิน 66 ° C เพราะจะทำให้การเจริญเติบโตของจุลชีพน้อยลง

(ช) ค่ามวลของคาร์บอน : มวลของไนโตรเจน (C:N) ของขยะมูลฝอยที่จะเริ่มต้นกระบวนการหมักมีอยู่ระหว่าง 25-35

(ซ) เพื่อไม่ให้เกิดก๊าซแอมโมเนียมาจากระบบหมัก ควรควบคุม pH ไม่ให้สูงกว่า 8.5

(ฌ) ถ้าระบบหมักต้องการฆ่าเชื้อโรคด้วย ควรควบคุมอุณหภูมิให้ได้ถึง 60-70 ° C ประมาณ 24 ชั่วโมง

สำหรับเกณฑ์การออกแบบระบบหมักทำปุ๋ยแบบไม่ใช้ออกซิเจน คือ

(ก) ขยะต้องทำการบดเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย เพื่อป้องกันปัญหากับเครื่องกวนหรือเครื่องสูบ

(ข) ระบบการกวนจำเป็นต้องมีใช้ตลอดการหมัก

(ค) ปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องการผสมกับการตะกอน ควรมีประมาณ 50-90 % แต่ 60 % จะเป็นปริมาณที่เหมาะสมดี

(ง) เวลาเก็บกักในระบบหมักควรออกแบบไว้ประมาณ 7 วัน

(จ) ขนาดอุณหภูมิที่เหมาะสมควรมีประมาณ 55-60 ° C

(ฉ) พวกสารอินทรีย์จากขยะมูลฝอยจะถูกย่อยสลายไปประมาณ 60-80 %

(ช) ปริมาณขยะมูลฝอยที่ผสมกับกากตะกอนทั้งหมดที่ถูกย่อยสลายไปจะมีประมาณ 40-60 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณสารเฉื่อยที่ปะปนมาในขยะมูลฝอย

(ซ) ปริมาณก๊าซที่จะเกิดขึ้นเท่ากับ 0.5-0.75 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม ของสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยที่ถูกย่อยสลายไป โดยจะมีก๊าซมีเทนประกอบอยู่ประมาณ 60 % และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ประมาณ 40 %

กรมควบคุมมลพิษ (2536) ได้ศึกษาไว้ว่าการหมักขยะมูลฝอยเพื่อทำปุ๋ยภายใต้สภาวะที่เหมาะสมเมื่อเสร็จสิ้นขบวนการย่อยสลายแล้ว ผลผลิตปุ๋ยที่ได้จะมีปริมาตรลดลงประมาณร้อยละ 30-35 ของมูลฝอยสด

รูปแบบของการหมักทำปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ คือ

(1) แบบ Windrow System โดยนำเอามูลขยะฝอยมากองบนพื้น ให้สูงพอสมควรที่จะให้อากาศระบายเข้าสู่กองขยะมูลฝอยได้ดี เพื่อให้จุลินทรีย์ประเภทที่ต้องการออกซิเจนในการดำรงค์ชีพ (Aerobic Bacteria) เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ และต้องมีการพลิกกลับกองขยะมูลฝอยเพื่อให้อากาศสามารถแทรกเข้าในกองขยะมูลฝอยอย่างทั่วถึง ซึ่งเป็นการเร่งปฏิกิริยา และยังป้องกันการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นด้วย

(2) แบบ Static Composting System วิธีการเช่นเดียวกับแบบ Windrow แต่มีระบบการระบายอากาศเข้าในกองขยะมูลฝอยให้ทั่วถึงขึ้น โดยการใช้ท่อระบายอากาศเรียงเป็นแนวตามความยาวของกองขยะมูลฝอย

(3) แบบ Round Trip Paddling Fermentation โดยการส่งขยะมูลฝอยผ่านเครื่องโปรยขยะมูลฝอย สู่ชั้นหมัก ด้วยลักษณะเคลื่อนกลับไปมา ขยะมูลฝอยเหล่านี้จะย่อยสลายในชั้นหมักโดยรับอากาศตลอดเวลา หลังจากนั้นจึงนำออกพักที่ลานตากเพื่อให้มีการย่อยสลายที่สมบูรณ์ขึ้น

(4) แบบ Dynamic Composting System โดยให้ส่งขยะมูลฝอยเข้าในถังหมักที่หมุนตลอดเวลา และขยะมูลฝอยจะเคลื่อนตัวอย่างช้าๆ โดยใช้เวลาโดยใช้เวลาอยู่ในถังประมาณ 1-2 วัน ขยะมูลฝอยจะเกิดการย่อยสลาย และเกิดการฆ่าเชื้อโรคต่างๆ ในระหว่างการหมัก แล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่ผ่านถังออกพักที่ลานตาก เพื่อให้มีการย่อยสลายที่สมบูรณ์

(5) แบบ Invessel Composting System เป็นการหมักขยะมูลฝอยที่คล้ายกับแบบ Windrow และแบบStatistic Composting แต่เป็นการหมักภายในภาชนะปิด ที่มีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยเครื่องจักรกล ซึ่งสามารถควบคุมการเกิดกลิ่น ใช้แรงงานน้อย ต้องการพื้นที่น้อย และสามารถควบคุมระบบได้ง่าย

(6) แบบ Tunnel Reactor Composting System เป็นการหมักขยะมูลฝอยในท่อหมักและควบคุมการระบายอากาศทั้งเข้าและออก โดยมีเครื่องจักรอยู่ภายนอกถังหมัก จึงง่ายต่อการควบคุมและซ่อมแซม

การหมักทำปุ๋ยนั้นนอกจากผลผลิตที่ได้ สามารถนำไปใช้เป็นสารบำรุงดินแล้ว ยังสามารถฆ่าเชื้อโรคในขยะมูลฝอยได้อีกด้วย แต่ต้องมีระบบกำจัดของเหลือ จากการแยกขยะมูลฝอยอื่นที่ไม่สามารถหมักได้ และต้องคำนึงถึงปัญหาเรื่องกลิ่น ในกระบวนการย่อยสลายด้วย

การเผาในเตาเผา

วิธีเผาขยะมูลฝอยในที่นี้ไม่ได้หมายถึง เผาขยะมูลฝอยแบบจุดไฟเผาขยะเป็นกองๆ อย่างที่หลายเทศบาลทำกันในประเทศไทย ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ถูกต้องตามหลักการสุขาภิบาล ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษร้ายแรงได้แก่ มลพิษทางอากาศและมลพิษทางน้ำ ในที่นี้หมายถึง การเผาขยะในเตาเผาที่สร้างขึ้นเพื่อเผาขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพสูง โดยปกติการเผาไหม้ขยะมูลฝอยได้โดยสมบูรณ์นั้น ควรมีความร้อนในการเผาประมาณ 680-1,100 ° C โดยทั่วไปจะมีห้องเผา ซึ่งมีตะแกรงรับขยะ ช่องเติมขยะเพื่อเผา ปล่องควัน และช่องเขี่ยขี้เถ้าออกจากเตาเผา โดยปกติจะมีขี้เถ้าออกมาประมาณ 1/20 ของปริมาตรขยะมูลฝอยที่นำมาเผา หรือประมาณ 1/8 ของน้ำหนักขยะมูลฝอยที่ถูกเผา ขยะมูลฝอยที่จะนำมาเผาควรทำการคัดแยกพวกเศษแก้ว เศษโลหะต่างๆออกจากขยะมูลฝอย และพยายามทำให้ขยะมูลฝอยแห้งที่สุด เพื่อสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเผา และลดพลังงานในการเผาขยะมูลฝอยอีกด้วย ถ้าเตาเผาดีจะมีการเผาไหม้สมบูรณ์ ทำให้ไม่มีอากาศสกปรกที่เป็นพิษลอยออกจากปล่องควัน โดยจำเป็นต้องมีผู้ดูแลการใช้เตาเผาอย่างใกล้ชิด อย่างไรก็ตามก็มีการใช้เตาเผาแบบไหม้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศได้ (เกรียงศักดิ์, 2537)

สภาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม (2535) ได้เสนอไว้ว่าการเผาขยะมูลฝอยในเตาเผาเป็นขบวนการเผาไหม้ของเสีย ทั้งส่วนที่เป็นของแข็ง ของเหลวและก๊าซ โดยใช้ความร้อนสูงและทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ (Complete Combustion) โดยผลที่ได้จากการเผา นอกจากเหลือเถ้าถ่านซึ่งมีปริมาณน้อยแล้ว ยังเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และก๊าซอื่นๆปะปนออกมากับอากาศเสีย

กรมควบคุมมลพิษ (2536) ได้ศึกษารูปแบบของเตาเผาไว้ดังนี้

(ก) เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ (Stoker-Fired Incinerator) เป็นเตาเผาที่มีการออกแบบให้มีแผงตะกรับ ซึ่งทำหน้าที่ป้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่ช่องเผาในเตาเผา โดยอาศัยหลักการเผาขยะมูลฝอยที่ใช้อากาศอย่างเกินพอ (excess air) และอาจมีการใช้เชื้อเพลิงเสริมในการเผาขยะมูลฝอยด้วย เพื่อให้มีอุณหภูมิประมาณ 850-1,200 ° C ปริมาณขยะมูลฝอยที่เหมาะสมในการเลือกเตาเผาชนิดนี้ ควรมีปริมาณอย่างน้อย 6 ตัน ต่อชั่วโมง หรือประมาณ 150 ตันต่อวัน

(ข) เตาเผาชนิดควบคุมการเผา (Pyrolytic Incinerator) เป็นเตาเผาขยะมูลฝอยที่แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรก ควบคุมการเผาในสภาวะไร้อากาศ หรือใช้อากาศค่อนข้างน้อย (starved air) อุณหภูมิสูงประมาณ 450 ºC และในขั้นสุดท้ายเป็นการเผาเป็นการเผาไหม้ ในภาวะที่อากาศมากเกินพอ โดยอาจใช้เชื้อเพลิงเสริมด้วย อุณหภูมิประมาณ 1,000 ºC เตาเผาประเภทนี้เหมาะสมกับขยะมูลฝอย ที่มีปริมาณไม่เกิน 1 ตันต่อชั่วโมง หรือ 10 ตัน ต่อวัน

(ค) เตาเผาขยะมูลฝอยที่ใช้ตัวกลางนำความร้อน (Fluidized Bed Incinerator) เป็นการเผาขยะมูลฝอย โดยใช้สารตัวกลางนำความร้อน เช่น แร่ควอทซ์ หรือ ทรายแม่น้ำขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร เมื่อส่งขยะมูลฝอยเข้าไปในเตา ตัวกลางกับขยะมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันแล้วเผาไหม้ โดยใช้อากาศที่มากเกินพอและมีอุณหภูมิประมาณ 850 –1,200 ºC เตาเผาขยะมูลฝอยนี้จะเหมาะสมกับปริมาณขยะมูลฝอย 1-5 ตันต่อชั่วโมง หรือประมาณ 25-100 ตันต่อวัน

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2542) ได้เสนอส่วนประกอบต่างๆที่สำคัญในเตาเผามีดังนี้

(1) บ่อรับขยะ (Refuse Pit)

(2) ระบบการป้อนขยะ (Refuse Feed System)

(3) ห้องเผา (Furnace)

(4) ระบบการทำให้อากาศร้อนเย็นลง (Flue Gas Cooling)

(5) ระบบการนำความร้อนกลับไปใช้ประโยชน์ (Heat Recovery)

(6) ระบบการกำจัดอากาศเสีย (Air Pollution Control)

(7) ระบบการกำจัดเถ้าจากเตาเผา (Ash Treatment)

(8) ระบบการกำจัดน้ำเสียจากเตาเผา (Wastewater Treatment)

โดยทั่วไป เตาเผาขยะขนาดใหญ่จะต้องมีองค์ประกอบเหล่านี้ครบทั้งหมด เพื่อให้เตาเผาขยะสามารถทำงานได้สมบูรณ์ และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

เกณฑ์การออกแบบเตาเผามีดังนี้

(ก) ขนาดของบ่อรับขยะ ต้องสามารถเก็บขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนได้ไม่น้อยกว่า 3 ถึง 5 วัน

(ข) มีระบบป้อนขยะ โดยทั่วไปจะออกแบบการป้อนด้วยปั้นจั่นยกจากหลุมพักขยะ เพื่อป้อนเข้าเตาเผาโดยผ่านกรวยรับขยะ (Hopper) และบริเวณส่วนล่างของกรวยจะมีตัวดันขยะ (Feeder) ให้ไหลลงไปสู่ห้องเผาขยะ ขนาดของกรวยมีปริมาตรพอดีกับขนาดของปั้นจั่นยกขยะเข้าเตา ขนาดของปั้นจั่นมาจากการคำนวณจำนวนเที่ยว ของการป้อนต่อชั่วโมงของโรงงานเตาเผา

(ค) การออกแบบห้องเผา (Furnace) เป็นห้องเผาที่มีการออกแบบให้สามารถเคลื่อนตัวขยะได้ขณะลุกไหม้ ส่วนผนังห้องเผาก่อสร้างด้วยอิฐทนไฟ ภายในห้องเผาจะมีหัวเผา (Burner) ช่วยในการจุดติดไฟหรือให้ความร้อนในตอนแรก และดับลงเมื่อปรากฏว่าอุณหภูมิในห้องเผาสูงพอที่ขยะจะลุกไหม้ด้วยตัวเอง อุณหภูมิในห้องเผาได้ออกแบบไว้ประมาณ 600-1,200 ° C

(ง) ระบบการทำให้อากาศร้อนเย็นลง ไอเสียจากเตาเผาจะมีอุณหภูมิสูงประมาณ 700-1,000 ° C ก่อนที่จะผ่านไปยังระบบกำจัดไอเสีย จะต้องลดอุณหภูมิลงให้เหลือประมาณ 250-300 ° C การลดอุณหภูมินี้อาจทำได้โดยการพ่นน้ำเสียเข้าใส่ หรือเอาความร้อนไปต้มน้ำแล้วนำเอาไอน้ำไปผลิตกระแสไฟฟ้า หรือใช้ประโยชน์อื่นๆ นอกจากนั้นยังนำกลับไปป้อนเข้าเตาเผาอีกครั้ง

(จ) ระบบการนำความร้อนกลับไปใช้ประโยชน์ ไอร้อนจากเตาเผาก็จะส่งไปที่หม้อน้ำ (Boiler) เพื่อให้เกิดการส่งผ่านความร้อนไปสู่น้ำในหม้อน้ำ จากนั้นผ่านไอน้ำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(ฉ) ระบบการกำจัดเถ้าจากเตา ระบบกำจัดอากาศเสีย และระบบกำจัดน้ำเสีย

(ช) การรักษาสภาพแวดล้อมบริเวณข้างเคียงโรงงานเตาเผา เช่น การจัดสรรเขต Buffer Zone โดยการปลูกต้นไม้ล้อมรอบ

การเผาในเตาเผานี้ต้องการพื้นที่ของระบบน้อย สามารถลดปริมาตรและน้ำหนักมูลฝอยได้มาก รวมทั้งยังสามารถทำลายเชื้อโรคได้หมด แต่เป็นระบบที่ต้องการเงินลงทุนสูง และผู้ดูแลระบบต้องมีความรู้และความชำนาญ อีกทั้งต้องคำนึงถึงปัญหามลพิษทางอากาศที่อาจเกิดขึ้นด้วย

2.5 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.5.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information system)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ GIS คือ ระบบเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ เชื่อมโยง และผสมผสานข้อมูล ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล สามารถดัดแปลงแก้ไขและวิเคราะห์ แสดงผลการวิเคราะห์ และการนำเสนอข้อมูล เพื่อให้เห็นมิติและความสัมพันธ์ด้านพื้นที่ของข้อมูล ซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดความเข้าใจปัญหาและประกอบการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหา เกี่ยวกับการวางแผนการใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่

ในขณะที่ โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2541) ได้กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และวิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่างๆที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้น GIS จึงเป็นเครื่องมือที่มี

ประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการ และบริหารทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนของข้อมูล และการผสานข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) หรือข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) เพื่อให้เป็นข่าวสารที่มีคุณค่า

2.5.2 ฐานข้อมูล (Database)

ฐานข้อมูล หมายถึงการเก็บข้อมูลจำนวนมากโดยการจัดหมวดหมู่เอาไว้เพื่อให้สามารถแสดงผล แก้ไข ปรับปรุงและเรียกค้นเพื่อนำมาใช้งานได้อย่างรวดเร็ว หรือเป็นกลุ่มของข้อมูลเฉพาะซึ่งอยู่ภายใต้โครงสร้างของระบบโปรแกรมด้านการจัดการฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลทางด้าน GIS ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่ระบุตำแหน่งพิกัดที่ตั้ง จุดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ (Geo - referenced) เช่น ที่ตั้งของเขื่อน เขตเมือง ฯลฯ ข้อมูลเชิงพื้นที่มีรูปแบบต่างๆ คือ จุด (Point) เส้น (Line) และเส้นรอบรูป (Polygons หรือ Area)

(2) ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non – spatial data) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะต่างๆ (Attribute data) ที่เกี่ยวกับพื้นที่นั้นๆ เช่น คุณสมบัติของดิน ลักษณะของการเกษตร การใช้ที่ดิน หรือเป็นข้อมูลสถิติต่างๆเป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ประเภทนี้ ข้อมูลเชิงพื้นที่จะแสดงภาพหรือตำแหน่งของจุด เส้น หรือพื้นที่ที่เป็นองค์ประกอบของแผนที่นั้น ส่วนข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่จะแสดงคุณลักษณะ หรือรายละเอียดที่มีความสัมพันธ์กับจุด เส้นหรือพื้นที่นั้น เช่น แปลงที่ดิน จะแสดงชื่อเจ้าของกรรมสิทธิ์ เนื้อที่ทั้งหมด ราคาที่ดิน เป็นต้น

2.5.3 รูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial context)โดยข้อมูลลักษณะต่างๆของพื้นที่ที่ทำการศึกษา จะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ(สุระ , 2533)

โดยการปฏิบัติงานในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถกระทำได้ 2 รูปแบบ คือ

(1) Manual Approach เป็นการนำข้อมูลในรูปของแผนที่หรือลายเส้นต่างๆถ่ายลงบนแผ่นใส แล้วนำมาซ้อนทับกัน (ที่เรียกว่า “ Overlay Techniques”) ในแต่ละปัจจัยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนแผ่นใสที่จะนำมาซ้อนทับกัน ทั้งนี้เนื่องจาก

ความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสายตา (Eye interpretation) จะกระทำได้ในจำนวนของแผ่นใสที่ค่อนข้างจำกัด และจำเป็นต้องใช้เนื้อที่และวัสดุในการเก็บข้อมูลค่อนข้างมาก

(2) Computer Assisted Approach เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของตัวเลขหรือดิจิตอล (Digital) โดยการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลแผนที่หรือลายเส้น ให้อยู่ในรูปของตัวเลขแล้วทำการซ้อนทับกัน โดยการนำหลักคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์เข้ามาช่วย วิธีการนี้จะช่วยให้ลดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลลงและสามารถเรียกมาแสดง หรือทำการวิเคราะห์ได้โดยง่ายและรวดเร็ว

ในปัจจุบัน เมื่อกล่าวถึง GIS จะหมายถึงการจัดการในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ ซึ่งระบบนี้จะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ ข้อมูล (Data) ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงบรรยายและข้อมูลเชิงพื้นที่ คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Computer hardware) ได้แก่ระบบสมองกลและ อุปกรณ์ช่วย คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ (Computer software) ได้แก่กลุ่มโปรแกรมที่ช่วยให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำงานได้ และองค์ประกอบสุดท้าย คือ บุคลากรในการดำเนินงาน (People ware)

2.5.4 ขั้นตอนการทำงานในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

GIS มีการทำงานที่สำคัญอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

(1) การนำเข้าข้อมูล (Data Input)

เป็นการแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น แผนที่ซึ่งอยู่ในรูปของข้อมูลภาพให้อยู่ในลักษณะข้อมูลตัวเลขของคอมพิวเตอร์ (Digital) ซึ่งวิธีการนี้สามารถนำเข้าข้อมูลได้หลายวิธี เช่นใช้เครื่องมือ Digitizer หรือใช้วิธีอ่านข้อมูลด้วย Scanner และนำเข้าข้อมูลคุณลักษณะสู่ระบบ แล้วจึงทำการเชื่อมข้อมูลทั้งสองประเภทข้างต้นเข้าด้วยกัน ด้วยระบบ GIS ขั้นตอนนี้นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งจะสามารถบอกได้ว่า งานนั้นมีประสิทธิภาพมากเพียงใด และมีโอกาสจะประสบผลสำเร็จมากน้อยเท่าใด

(2) การจัดการข้อมูล (Data Management)

ประกอบด้วย การจัดเก็บข้อมูล (Storage) การตรวจสอบความถูกต้องและการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล (Data update) การค้นหาและเรียกใช้ข้อมูล (Data retrieve) ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบหรือโครงสร้างที่สามารถนำไปใช้งานในขั้นตอนของการวิเคราะห์ต่อไป รวมทั้งเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute data) อีกด้วย

(3) การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Manipulation and Analysis)

เป็นการจัดการข้อมูลให้ได้ตามจุดประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ โดยใช้หลักการและวิธีการต่างๆ ประกอบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลนี้จะนำข้อมูลในชั้น (Layer)

ต่างๆ มาซ้อนทับ (Overlays) กันทั้งหมดตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น ข้อมูลแผนที่ที่ดิน แผนที่แม่น้ำ เส้นทางคมนาคม เป็นต้น และสามารถเรียกค้นออกมาได้ตามข้อกำหนดที่ได้ตั้งไว้

การซ้อนทับในระบบ GIS ที่ใช้คือ จะใช้ข้อมูลในลักษณะของข้อมูลตัวเลข (Numerical approach) โดยจะหาผลรวมจากค่าปัจจัยในกริดต่างๆที่นำมาซ้อนทับกัน ผลลัพธ์ของกริดที่ได้ จะออกมาในรูปของคะแนน (Scores) ซึ่งจะอยู่ในรูปของสูตรดังนี้

$$P'_{r,c} = P1_{r,c} + P2_{r,c} + \ldots + Pn_{r,c}$$

เมื่อ

$P'_{r,c}$ = ค่าของคะแนนผลลัพธ์สำหรับกริดที่ Row = r, Column= c

$P1_{r,c}$ ถึง $Pn_{r,c}$ = ค่าปัจจัยของกริดต่างๆ

(4) การแสดงผลและการนำเสนอข้อมูล (Data Output and Representation)

การแสดงผลข้อมูลเป็นขบวนการในการที่จะนำเสนอผลลัพธ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์คำนวณให้อยู่ในรูปของการนำเสนอข้อมูล ซึ่งสามารถแสดงได้หลายแบบตามความต้องการในการนำไปใช้ เช่น ตาราง กราฟ แผนภาพ หรือในรูปของพื้นที่ที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้

อย่างไรก็ดีการผสมผสานสารสนเทศเชิงพื้นที่ให้ได้อย่างสมบูรณ์เพื่อการตัดสินใจนั้นต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์ชนิดอื่นๆด้วย โดยมีความต้องการข้อมูลพื้นฐานต่างๆอย่างมากในระยะต้นของการจัดสรรทรัพยากร

2.5.5 ประโยชน์ของ GIS

GIS ในประเทศไทยปัจจุบันใช้ในการจัดการด้านต่างๆ เช่น การวางผังเมือง การวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การวางแผนการจราจร การปฏิรูปที่ดิน ฯลฯ เนื่องจากสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) มีความสามารถในการปรับปรุงให้สารสนเทศเชิงพื้นที่นั้น มีความทันสมัยอยู่เสมอ

(2) การเรียกใช้ข้อมูลของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบจากระบบอื่นๆ สามารถนำไปใช้ในการวางแผน การปรับเปลี่ยนข้อมูลที่บันทึกไว้ก่อนให้เป็นข้อมูลใหม่ได้เร็ว

(3) เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่สามารถสร้างแบบจำลอง (Model) เพื่อให้เห็นภาพอย่างชัดเจน เป็นรูปธรรมขึ้น และช่วยตอบคำถามได้หลายประการ โดยสร้างเป็นแผนที่สถานการณ์ทั่วไป ซึ่งจะช่วยให้เห็นสภาพปัญหาในปัจจุบันและแนวทางแก้ไขที่ชัดเจน

(4) ผู้มีหน้าที่ตัดสินใจสามารถวางแผน แล้วเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยเปลี่ยนลักษณะของการวิเคราะห์ไปในแบบต่างๆ ทำให้ได้ผลที่จะนำเสนอหลายรูปแบบและรวดเร็ว

เกริกพงษ์ และคณะ (2535) ได้กล่าวถึงความสำคัญในการจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อใช้ในการวางแผนควบคุมมลพิษ เนื่องจากปัจจุบันยังขาดระบบข้อมูลและการตรวจสอบปริมาณมลพิษ ทั้งจากแหล่งกำเนิดและในสิ่งแวดล้อมทั่วไป ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลพื้นฐาน เช่น ประเภทของมลพิษ ปริมาณที่เกิดต่อวัน แหล่งกำเนิดมลพิษ บริเวณที่ได้รับผลกระทบ ความรุนแรงของปัญหา เป็นต้น โดยจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบและสามารถเรียกใช้ทำการคำนวณหรือคาดคะเนเพื่อตอบคำถาม นำไปสู่การตัดสินใจหรือวางแผนล่วงหน้า ตลอดจนจัดสรรงบประมาณและทรัพยากร ตามความรุนแรงของปัญหา

จากวิทยานิพนธ์ของนวลวรรณ (2537) ซึ่งได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อช่วยในการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดปทุมธานี โดยนำข้อมูลที่จัดกลุ่มไว้แล้วบันทึกลงเครื่องคอมพิวเตอร์โดยการดิจิไตซ์ (Digitize) ซึ่งใช้โปรแกรม pcARC\INFO สำหรับข้อมูลเชิงพื้นที่ และทำการบันทึกข้อมูล (Data Entry) ลงในฐานข้อมูล (Data Base) โดยใช้โปรแกรม dBase III Plus สำหรับข้อมูลแสดงคุณลักษณะ พร้อมทั้งทำการเชื่อมโยงข้อมูล (Join) เพื่อโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์กับข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) สำหรับการนำเสนอผลการศึกษาได้เรียกแสดงฐานข้อมูล GIS เพื่อการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยที่จัดทำไว้ โดยใช้การเรียกแสดงแผนที่ขอบเขตการปกครองและแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยประเภทต่างๆที่กระจายตัวไปตามถนนสายสำคัญ และได้แสดงตัวอย่างการนำเอา GIS มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยโดยการนำฐานข้อมูลมาใช้วิเคราะห์ ซึ่งใช้การซ้อนทับข้อมูลในส่วนของกลุ่มข้อมูลของแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย เพื่อแสดงปริมาณขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยแต่ละประเภทที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในพื้นที่ต่างๆ และการวิเคราะห์อีกรูปแบบคือการทำแผนที่ขอบเขตพื้นที่กันชน (Buffer Zone) ของแม่น้ำลำคลองสายสำคัญในรัศมี 1 กม. โดยรอบลำน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษของแหล่งน้ำอันเนื่องมาจากปัญหาการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างไม่เหมาะสม โดยใช้แผนที่แสดงที่ตั้งของแหล่งปัญหา ด้านขยะมูลฝอยมาประกอบการวิเคราะห์เพื่อหาบริเวณที่อาจก่อให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยสำหรับการวางแผนและออกแบบ การจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการขยะมูลฝอย ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นต้องมีความสัมพันธ์กับการเกิดขยะมูลฝอย และปัญหาขยะมูลฝอย ได้แก่

(1) แผนที่แสดงขอบเขต อาคารสถานที่ การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ และเส้นทางถนนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยนำข้อมูลมาจากส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

(2) จำนวนประชากรภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (อาจารย์ บุคลากร นักศึกษา) และการกระจายตัวของประชากรในพื้นที่ โดยการสำรวจสอบถามจากฝ่ายการเจ้าหน้าที่ ฝ่ายทะเบียนนักศึกษา และสำนักงานหอพัก

(3) บริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน โดยการสำรวจโดยตรงในบริเวณพื้นที่ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และรวบรวมข้อมูลจากบริษัท สยามราชธานี จำกัด ซึ่งเป็นหน่วยงานเอกชน ที่มีหน้าที่กำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปัจจุบัน

3.2 การศึกษารูปแบบของการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดยการศึกษารูปแบบปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งต้องทำการรวบรวมข้อมูล ตามรายการต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาปริมาณและลักษณะสมบัติขยะมูลฝอยเบื้องต้น

การศึกษาปริมาณและลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้ทำการสำรวจข้อมูลรวมของมหาวิทยาลัยโดยการชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยจากรถ

เก็บขยะทั้ง 2 คัน คือ รถเก็บขยะ 4 ล้อ และ 6 ล้อ พร้อมทั้งวัดปริมาตรขยะในรถเก็บขยะ และสุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยจากขยะมูลฝอยทั้งหมดของวันนั้นๆมาวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดการดำเนินดังนี้

(ก) เก็บข้อมูลขยะมูลฝอยจากทั้งมหาวิทยาลัยทั้งในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษา เป็นเวลาครั้งละ 7 วันติดต่อกัน โดยในแต่ละวันทำการชั่งน้ำหนักรถเก็บขยะ ที่ได้ทำการเก็บขนขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยแล้ว ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักคานพิกัด 30 ตัน ของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี แล้วเปรียบเทียบกับน้ำหนักรถเก็บขยะที่ไม่ได้บรรทุกขยะมูลฝอย ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำหนักรถเปล่าคือ น้ำหนักขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในวันนั้นๆ

(ข) สุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในแต่ละวัน เพื่อนำไปคัดแยกหาขนาดและองค์ประกอบ และลักษณะสมบัติต่างๆของขยะมูลฝอย ซึ่งการสุ่มตัวอย่างที่จะใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์จำเป็นต้องคัดเลือกเพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดีที่สุด โดยมีขั้นตอนในการสุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัย ตามเอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรขยะ (ไพศาล, 2535) ดังนี้

- ทำการคลุกเคล้าและผสมกองขยะมูลฝอยของวันนั้น และพยายามให้รวมเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด เพื่อให้ลักษณะองค์ประกอบของกองขยะมูลฝอยนั้นเหมือนๆกันทุกส่วน
- สุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยมาประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร แล้วนำขยะมูลฝอยมากองรวมกันบนพื้นผิวแข็งที่เรียบและสะอาด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากวัสดุอื่น
- คลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจัดกองขยะมูลฝอยให้อยู่ในรูปทรงกรวยคว่ำ ใช้พลั่วกดกองขยะมูลฝอยรูปกรวยคว่ำให้แผ่ออกไปเป็นวงกลมที่มีความหนาเท่าๆกันทุกๆด้าน
- ใช้เชือกแบ่งกองขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) ที่มีขนาดเท่าๆกัน แล้วเลือกขยะมูลฝอย 2 ส่วนที่อยู่ด้านตรงข้ามกันนำออกไปจากพื้นที่การสุ่มตัวอย่าง
- นำกองขยะมูลฝอย 2 ส่วนที่เหลืออยู่มากองคลุกเคล้าให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันอีก ทำต่อไปหลายๆครั้ง จนกระทั่งเหลือขยะมูลฝอยประมาณ 50-100 ลิตร จากนั้นจึงนำตัวอย่างขยะมูลฝอยที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ลักษณะต่างๆต่อไป

นำตัวอย่างขยะมูลฝอยไปวิเคราะห์หาลักษณะสมบัติทางกายภาพดังนี้

(ก) การหาองค์ประกอบ (Composition) ของขยะมูลฝอย โดยการคัดเลือกขยะมูลฝอยแต่ละประเภทซึ่งได้แก่ กระดาษ พลาสติก โฟม ผ้า ไม้ เศษอาหาร แก้ว กระป๋องโลหะ กระเบื้อง โลหะ ยาง และอื่นๆ แล้วชั่งน้ำหนักและบันทึกข้อมูล

(ข) ขนาด (Size) ของขยะมูลฝอย คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขยะมูลฝอย โดยการจัดตะแกรง 2 ขนาดซ้อนกัน คือ ตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างซี่ตะแกรง 76 และ 38 มิลลิเมตร ให้อยู่ด้านบนและด้านล่างตามลำดับ ชั่งน้ำหนักรวมของตัวอย่างขยะมูลฝอยก่อนทำการตักขยะมูลฝอยใส่ในตะแกรงบนสุด แล้วเขย่าให้ขยะมูลฝอยตกลงตามช่องตะแกรง เมื่อตักขยะมูลฝอยใส่หมดแล้ว และเขย่าจนไม่มีขยะมูลฝอยตกลงมาแล้วจะได้ขยะมูลฝอย 3 ขนาด คือ

ใหญ่กว่า 76 มิลลิเมตร ระหว่าง 38-76 มิลลิเมตร และ เล็กกว่า 38 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนักแต่ละขนาดและบันทึก

(ค) ความหนาแน่นปกติ (Bulk Density) เป็นความหนาแน่นของขยะมูลฝอยที่บรรจุอยู่ในภาชนะทั่วไป กระทำได้ด้วยการชั่งน้ำหนักถังตวงเปล่าที่มีปริมาตร 100 ลิตร ตักตัวอย่างขยะมูลฝอยใส่ให้เต็มถังตวง แล้วยกถังตวงให้สูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร และปล่อยลงกระแทกพื้น หากขยะมูลฝอยยุบลงก็ตักขยะมูลฝอยเติมให้เต็ม และทำซ้ำเช่นเดิมจนครบ 3 ครั้ง นำไปชั่งน้ำหนักจะได้น้ำหนักขยะมูลฝอย รวมกับน้ำหนักถังตวง

$$\text{ค่าความหนาแน่นปกติ (Kg/l)} = \frac{\text{น้ำหนักมูลฝอยสุทธิ (Kg)}}{\text{ปริมาตรของถังตวง (l)}}$$

และทำการสุ่มขยะมูลฝอยด้วยวิธีแบ่ง 4 ส่วนจนกระทั่งได้ตัวอย่างขยะมูลฝอยประมาณ 50 ลิตร นำตัวอย่างขยะมูลฝอยมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมี ได้แก่

(ก) ค่าความชื้น (Moisture Content) คือปริมาณน้ำที่อยู่ในขยะมูลฝอย วิเคราะห์ด้วยการชั่งและบันทึกน้ำหนักถาดโลหะเปล่า แล้วนำตัวอย่างขยะมูลฝอยประมาณ 50 ลิตรใส่ในถาดและชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยรวมถาด นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 75-100 ^{o}C เป็นเวลา 3 วัน จนกระทั่งขยะมูลฝอยแห้งสนิท แล้วชั่งน้ำหนัก

$$\text{ค่าความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักขยะมูลฝอยก่อนอบ - น้ำหนักมูลฝอยแห้งสนิท}}{\text{น้ำหนักมูลฝอยก่อนอบ}} \times 100$$

(2) ปริมาณของแข็งรวม (Total Solid) คือปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด สามารถคำนวณได้ โดย

$$\text{ค่าปริมาณของแข็งรวม (\%)} = 100 - \text{ค่าปริมาณความชื้น}$$

สุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอยด้วยวิธีการแบ่ง 4 ส่วนอีก จนกระทั่งได้ตัวอย่างขยะมูลฝอยประมาณ 3-5 กิโลกรัม แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 75-100 ° C เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นนำขยะมูลฝอยที่ได้ทำการอบแห้งแล้ว มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดมูลฝอยให้มีขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตรแล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 75 ° C อีกประมาณ 2 ชั่วโมง นำออกมาใส่โถดูดความชื้น

เพื่อปล่อยให้เย็น หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างขยะมูลฝอยนี้มาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมีเพิ่มเติม คือ

(ก) ค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile Solid) คือปริมาณสารที่สูญหายไปเมื่อถูกเผาไหม้ ศึกษาโดยการชั่งและบันทึกน้ำหนักถ้วยตวงทนความร้อน แล้วชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยที่บดละเอียดใส่ในถ้วยตวง ประมาณ 3-6 กรัม นำเข้าไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600-650 °C นานประมาณ 2 ชั่วโมง ปล่อยไว้ให้เย็น แล้วใส่ไว้ในตู้ดูดความชื้นประมาณ 1-2 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักบันทึกน้ำหนักไว้ โดย

$$\text{ค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักขยะมูลฝอยก่อนเผา - น้ำหนักภายหลังการเผา}}{\text{น้ำหนักขยะมูลฝอยก่อนเผา}} \times 100$$

(ข) ค่าปริมาณเถ้า (Ash Content) คือปริมาณสารที่คงเหลือเมื่อถูกเผาไหม้แล้ว สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าปริมาณเถ้า (\%)} = 100 - \text{ค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้}$$

(ค) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen Content) คือส่วนประกอบที่เป็นไนโตรเจนที่มีอยู่ในขยะมูลฝอย โดยจะอยู่ในรูปของ Organic Nitrogen หรือ Ammonia Nitrogen สามารถหาได้ด้วยวิธีการ Kjedahl-Wilfarth-Gunning-winkler Method

(ง) ปริมาณฟอสฟอรัสคือส่วนประกอบที่เป็นฟอสฟอรัสในขยะมูลฝอย โดยจะอยู่ในรูปชองสารประกอบฟอสเฟต (Phosphate) วิเคราะห์ด้วยวิธี Ascorbic Acid Method

(จ) ปริมาณคาร์บอน (C) ของขยะมูลฝอยสามารถคำนวณได้โดย

$$\text{ปริมาณคาร์บอน (\% C)} = \frac{\text{Volatile Solid}}{1.8}$$

(ฉ) ปริมาณไฮโดรเจน (H) ของขยะมูลฝอยสามารถคำนวณได้โดย

$$\text{ปริมาณไฮโดรเจน (\%H)} = \frac{\text{Volatile Solid}}{15}$$

(ช) ค่าปริมาณความร้อน (Calorific Value) คือ ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะมูลฝอยในพื้นที่จำกัดและให้สันดาปกับออกซิเจนบริสุทธิ์ สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยการทดสอบหาค่าปริมาณความร้อนในเครื่อง Oxygen Bomb Calorimeter ซึ่งค่าปริมาณความร้อนที่ได้นี้เรียกว่าค่า Dry Solid Calorific Value (DSCV) เป็นค่าปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ที่เกิดขึ้นได้เฉพาะในห้องปฏิบัติการเท่านั้น สำหรับการใช้ประโยชน์เพื่อดำเนินการออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอยนั้น ต้องพิจารณาค่า High Solid Calorific Value (HSCV) เป็นค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้สารเฉพาะส่วนที่เป็นของแข็งที่ปราศจากความชื้น และ ค่า Lower Solid Calorific Value (LSCV) เป็นค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้สารตามสภาวะปกติ โดยทั้ง 2 ค่าสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{HSCV (cal/g)} = \frac{\text{DSCV x ค่า Total Solid}}{100}$$

และ

$$\text{LSCV (cal/g)} = \frac{\text{HSCV - 600 [(9 x H) + ค่าปริมาณความชื้น]}}{100}$$

โดยค่า H คือ ปริมาณไฮโดรเจน

3.2.2 การรวบรวมข้อมูลการเก็บขนและการกำจัดขยะมูลฝอย

ศึกษาโดยทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูล ลักษณะการเก็บกัก ขนาดและบริเวณที่ตั้ง ของภาชนะรองรับขยะมูลฝอยทั้งหมดในพื้นที่มหาวิทยาลัย พร้อมทั้งสำรวจลักษณะการขนส่งและการขนถ่ายขยะมูลฝอย ลักษณะและขนาดของยานพาหนะที่ใช้ จำนวนยานพาหนะ และเส้นทางเดินรถสำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัย สำหรับวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดการขยะมูลฝอย ศึกษาโดยการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากงานจ้างกำจัดขยะมูลฝอย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเดินทางไปสำรวจโดยตรง ณ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของ บริษัท สยามราชธานี จำกัด ผู้ได้รับการจัดจ้างกำจัดขยะมูลฝอย ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อเก็บข้อมูลการกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริง

สำหรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะ และเส้นทางเดินรถสำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอยนั้น กระทำโดยการสำรวจและติดตามสังเกตรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันโดยตรง พร้อมทั้งบันทึกเส้นทางเดินรถ และจุดที่ทำการจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยตามลำดับก่อนหลัง ตั้งแต่เริ่มออกเดินทางจนกระทั่งเสร็จสิ้นการเก็บขยะมูลฝอยในวันนั้นๆ รวมถึงเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้น

ตอนของการเดินรถ และจำนวนพนักงานเก็บขยะ ซึ่งได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในส่วนนี้ทั้งในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษา เป็นเวลาครั้งละ 7 วันติดต่อกัน และรวบรวมข้อมูลของรถเก็บขนขยะมูลฝอยทุกคัน เพื่อให้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้นั้น สามารถเป็นตัวแทนของลักษณะการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยในช่วง 1 รอบสัปดาห์

3.2.3 ศึกษาปัญหาของการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

โดยการรวบรวมข้อมูลจากงานจ้างกำจัดขยะมูลฝอย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มีหน้าที่ตรวจสอบการจัดการขยะมูลฝอย แม่บ้านที่มีหน้าที่ดูแลความสะอาดประจำแต่ละอาคาร และพนักงานเก็บขยะของบริษัท สยามราชธานี จำกัด ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบการจัดการขยะมูลฝอยโดยตรง

3.3 การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการขยะมูลฝอย

3.3.1 โปรแกรมซอฟต์แวร์สารสนเทศภูมิศาสตร์

การศึกษาวิจัยนี้ใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS Version 3.1

3.3.2 การจัดทำฐานข้อมูลและการนำเข้าข้อมูล

ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data)

- ข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งได้แก่ ขอบเขตมหาวิทยาลัย ถนนและเส้นทาง อาคารและสิ่งปลูกสร้าง ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากห้องปฏิบัติการการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing Laboratory) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งได้ทำการรวบรวมข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแผนที่ดิจิตอลแล้ว และใช้การ Digitize สำหรับสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่เพิ่มเติม นอกเหนือจากฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่
- การนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะเข้าสู่ฐานข้อมูลเป็นการนำเข้าข้อมูลในรูปของตารางที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยสามารถระบุลักษณะเฉพาะของตำแหน่งต่างๆบนแผนที่ได้ เช่น ข้อมูลชื่ออาคารหรือสิ่งปลูกสร้าง และข้อมูลจำนวนผู้อยู่อาศัยในอาคาร เป็นต้น

3.3.3 การจัดการข้อมูล

การจัดการข้อมูลเป็นขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบหรือโครงสร้างที่สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อไป และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เพื่อแยกประเภทและสร้างชั้นข้อมูล (Layer) ที่มีลักษณะเฉพาะ เช่นชั้นข้อมูลถนน หรือชั้นข้อมูลอาคารในมหาวิทยาลัย นอกจากนั้นยังมีการรวมชั้นข้อมูลแล้วสร้างเป็นชั้นข้อมูลใหม่ เช่น

การรวมชั้นข้อมูลของถนนและอาคารเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นชั้นข้อมูลของเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยและจุดจอดทำการเก็บขยะในพื้นที่มหาวิทยาลัย เป็นต้น

3.3.4 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยในการประมวลผลและวิเคราะห์

การนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการจัดการขยะมูลฝอยครั้งนี้ เป็นการนำมาใช้ในส่วนของการวางแผนออกแบบเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย และการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม สำหรับตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม

(1) ในการวางแผนเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยนั้น ได้นำข้อมูลแผนผังมหาวิทยาลัย อาคาร หอพัก บ้านพัก เรือนพัก สถานที่อันเป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย จุดที่ตั้งถังขยะ ถนนและเส้นทางในมหาวิทยาลัย ป้อนเข้าสู่โปรแกรม ArcView Version 3.1 เพื่อรวบรวมเป็นฐานข้อมูล แล้วทดลองกำหนดเส้นทางเดินรถ จุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด ในหลายรูปแบบหลายเส้นทางที่แตกต่างกันไป แต่ต้องสอดคล้องกับหลักการออกแบบเส้นทางเดินรถ เช่น

- เส้นทางเดินรถเก็บขยะต้องซ้ำทางเดิมน้อยที่สุด
- จุดเริ่มต้นใกล้กับอู่รถมากที่สุด
- เก็บขยะในทางตรงก่อนวิ่งวนเป็นวงกลม
- หลีกเลี่ยงการกลับรถและเลี้ยวรถที่ไม่มีความจำเป็น เป็นต้น

แล้วกำหนดให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แสดงผลของการทดลองกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขยะ ในแต่ละรูปแบบออกมาเป็นภาพ Graphic พร้อมทั้งแสดงระยะทางรวมของแต่ละวิธี ซึ่งสามารถมองเห็นเป็นรูปธรรม เข้าใจได้ง่าย สะดวกต่อการวิเคราะห์และตัดสินใจ แล้วทำการเปรียบเทียบเส้นทางเดินรถแต่ละรูปแบบเพื่อตัดสินใจเลือกเส้นทางเดินรถที่เหมาะสม

(2) การเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัย เป็นการศึกษาทำโดยนำแผนที่มาวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม ArcView Version 3.1 เพื่อคัดเลือกพื้นที่บริเวณที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย โดยวิเคราะห์ดังนี้

- นำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่ถนน แผนที่แหล่งน้ำผิวดิน และแผนที่ขอบเขตมหาวิทยาลัย มาทำการ Intersect เพื่อให้ทราบถึงสภาพของพื้นที่ ทั้งบริเวณมหาวิทยาลัย
- กำหนดพื้นที่ฉนวน รอบถนน แหล่งน้ำผิวดิน บ่อน้ำบาดาล และเขตชุมชน เพื่อเป็นการกันพื้นที่เหล่านี้ออกไป ไม่ให้ถูกคัดเลือก
- นำแผนที่ทั้งหมดมาซ้อนทับกัน

- จากนั้นเมื่อระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แสดงพื้นที่ปลอดภัยในการสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแล้ว จึงกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ เพื่อกำหนดพื้นที่ที่มีความเหมาะสม โดยพิจารณาจากระดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้

ในกรณีที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นำเสนอพื้นที่ที่มีคุณสมบัติเพียงพอ มากกว่า 1 แห่งนั้น จะต้องมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติปลีกย่อยเพิ่มเติม รวมไปถึงต้องให้ประชาชนได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ โดยมีการประชุมขอความคิดเห็นตั้งแต่เริ่มคิดโครงการเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ตามบทบัญญัติแห่งรัฐธรรมนูญปี 2540 ว่าด้วยการกระจายอำนาจของรัฐ เพื่อให้สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ได้รับการคัดเลือกนั้น มีความเหมาะสมทั้งทางด้านหลักวิชาการ และได้รับการยอมรับจากประชาชนอย่างแท้จริง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อมีข้อมูลเบื้องต้นที่เพียงพอแล้ว จะดำเนินการวิเคราะห์เพื่อศึกษารูปแบบ ระบบการจัดการขยะมูลฝอย ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่เหมาะสม โดยใช้หลักวิชาการด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์ รวมถึงการใช้ GIS ประกอบการวางแผน และ ช่วยในการตัดสินใจสำหรับการเลือกแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม โดยทำการศึกษาตามรายการต่อไปนี้

3.4.1 ระบบขนส่งขยะมูลฝอย

โดยการออกแบบเส้นทางของการเก็บขนขยะมูลฝอยนั้น ควรเลือกแนวทางที่ใช้ระยะเวลาน้อย ระยะทางสั้น สะดวกและประหยัด ซึ่งการคำนึงถึงปัจจัยบางประการสามารถช่วยในการออกแบบได้เช่น ควรหลีกเลี่ยงการเดินรถทับเส้นทางเดิม ควรเริ่มทำการเก็บขยะมูลฝอยจากจุดที่มีปริมาณมากที่สุดเป็นจุดแรก และจุดสุดท้ายในการเก็บควรเป็นจุดที่อยู่ใกล้สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่สุด เป็นต้น นอกจากรายละเอียดดังกล่าวแล้ว ควรมีการระบุประเภทของยานพาหนะที่ใช้ จำนวนพนักงานประจำรถ และความถี่ในการเก็บขนขยะมูลฝอยด้วย

3.4.2 ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม

โดยทำการเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการลงทุน ความต้องการพื้นที่ของระบบกำจัดขยะมูลฝอย ประสิทธิภาพในการกำจัดขยะมูลฝอย และความสามารถในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการต่างๆ ระหว่างการกำจัดด้วยวิธีการหมักทำปุ๋ย การเผาในเตาเผา และการฝังกลบสุขาภิบาล ให้สอดคล้องกับการเกิดขยะมูลฝอยในปัจจุบันและอนาคตของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4.3 การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกำจัดขยะมูลฝอย

โดยใช้ GIS เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจเลือกพื้นที่ ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องคือความลึกของระดับน้ำใต้ดิน และตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล ความลาดชันของพื้นที่ ชุมชน

และแหล่งน้ำผิวดินบริเวณใกล้เคียง โดยพื้นที่ที่เหมาะสมนี้ต้องมีขนาดใหญ่ เพียงพอสำหรับสร้างระบบการกำจัดขยะมูลฝอย ที่ได้รับการคัดเลือกว่าเหมาะสมกับคุณลักษณะของขยะมูลฝอย ที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยด้วย

3.4.4 ความต้องการบุคลากรด้านการจัดการขยะมูลฝอย

เมื่อมีระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมแล้ว จึงศึกษาจำนวนพนักงานและความรู้ความสามารถ ที่เพียงพอต่อลักษณะการปฏิบัติงาน ในทุกขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย การขนส่ง การคัดแยกขยะมูลฝอย หรือแม้แต่ขั้นตอนการควบคุมการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งต้องมีความเหมาะสมกับระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่ออกแบบไว้ ในแต่ละขั้นตอน

3.4.5 การประมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และการดำเนินการจัดการขยะมูลฝอย

รายการค่าใช้จ่ายประกอบไปด้วยค่าที่ดินและค่าก่อสร้างสำหรับพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งขยะมูลฝอย ค่าตอบแทนพนักงาน และค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ค่าดูแลรักษาและซ่อมบำรุง เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

3.4.6 แนวโน้มของการหมุนเวียนขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์

เป็นการวิเคราะห์จากปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัย และสัดส่วนขององค์ประกอบในขยะมูลฝอย ที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เพื่อเป็นแนวทางในการหาวิธีนำขยะมีมูลค่าเหล่านั้นกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การใช้ GIS เป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผน และตัดสินใจนั้น จะใช้ในขั้นตอนของการออกแบบเส้นทางสำหรับรถเก็บขนขยะมูลฝอย โดยทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลของ แผนที่ถนนภายในมหาวิทยาลัยแผนที่แสดงแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัย และตำแหน่งที่ตั้งของภาชนะรองรับขยะมูลฝอย เพื่อแสดงภาพรวมของจุดที่ต้องทำการเก็บขนขยะมูลฝอย และความสะดวกในการกำหนดเส้นทางเดินรถ ที่ใช้ระยะทางน้อย ประหยัดเวลาและเชื้อเพลิง สำหรับการใช้ GIS ช่วยในการเลือกสถานที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอยนั้น ทำได้โดยการสร้างชั้นข้อมูล โดยที่แต่ละชั้นข้อมูลสามารถแสดงปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ในการเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เช่น ระดับความลึกของน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำผิวดินใกล้เคียง เส้นทางคมนาคม และชุมชนต่างๆ เป็นต้น แล้วนำชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องเหล่านั้นมาซ้อนทับกัน พร้อมกับการกำหนดเงื่อนไขในการเลือก ระบบ GIS จะทำการประเมินและแสดงพื้นที่บริเวณที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ ซึ่งถ้ามีหลายแห่งต้องทำการศึกษาคุณสมบัติ และเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แต่ละแห่งโดยผู้วิจัยเอง เนื่องจาก GIS เป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยในการเลือกและนำเสนอข้อมูลตามเงื่อนไขที่ต้องการเท่านั้น แต่ไม่สามารถตัดสินใจในกรณีที่ต้องคำนึงถึงปัจจัย หรือรายละเอียดบางประการได้

3.5 แนวทางในการปรับปรุงรูปแบบของการจัดการขยะมูลฝอย

หลังจากทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางวิศวกรรมประยุกต์และพบทางเลือกที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการนำเสนอแนวทางและข้อเสนอแนะสำหรับปรับปรุงการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่คาดว่าจะสามารถระบุได้ถึง

- ลักษณะ ขนาด จำนวน และตำแหน่งที่ตั้งของภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่เหมาะสมกับอัตราการเกิดในแต่ละพื้นที่
- วิธีการแยก ประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และผลประโยชน์ด้านเศรษฐศาสตร์
- ลักษณะการเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสม จำนวนยานพาหนะ ขนาดความจุของรถเก็บขน เส้นทางเดินรถ จำนวนพนักงานประจำรถ และรูปแบบของการขนถ่ายขยะมูลฝอย
- ระบบกำจัดขยะมูลฝอย และสถานที่ตั้งของระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่มีความเหมาะสมในเชิงวิศวกรรม และ เศรษฐศาสตร์
- ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของระบบการจัดการขยะมูลฝอย

3.6 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบไปด้วย

- ถังตวงขยะมูลฝอยขนาด 50 ลิตร
- เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 60 กิโลกรัม
- เครื่องร่อนแยกขนาดขยะมูลฝอย
- ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ (Hot air oven)
- ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)
- เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด (Analytical Balance)
- เตาเผาความร้อนสูง (Muffle Furnace)
- เครื่องบดขยะมูลฝอย (Grinder)
- เครื่องวิเคราะห์ค่าปริมาณความร้อน (Oxygen Bomb Calorimeter)
- เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมทางระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

4.1 ข้อมูลพื้นฐานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.1 สภาพทั่วไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตั้งอยู่ในตำบลสุรนารี ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเทศบาลนครนครราชสีมา ระหว่างอำเภอเมืองและอำเภอปักธงชัย อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดนครราชสีมาประมาณ 19 กิโลเมตร และอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 240 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 6,800 ไร่ ภูมิประเทศเป็นเนินเขาสลับกับที่ราบ มีความสูงเฉลี่ยจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 210 เมตร ภูมิอากาศเป็นแบบศูนย์สูตร มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27 ° C และมีปริมาณฝนตกเฉลี่ย 210 มม./ปี อาณาบริเวณ ทิศเหนือและทิศใต้ ติดตำบลสุรนารี ทิศตะวันออก ติดตำบลปรุใหญ่ และตำบลไชยมงคล ทิศตะวันตก ติดตำบลโคกกรวด

4.1.2 ประชากรและการกระจายตัวของประชากรในพื้นที่

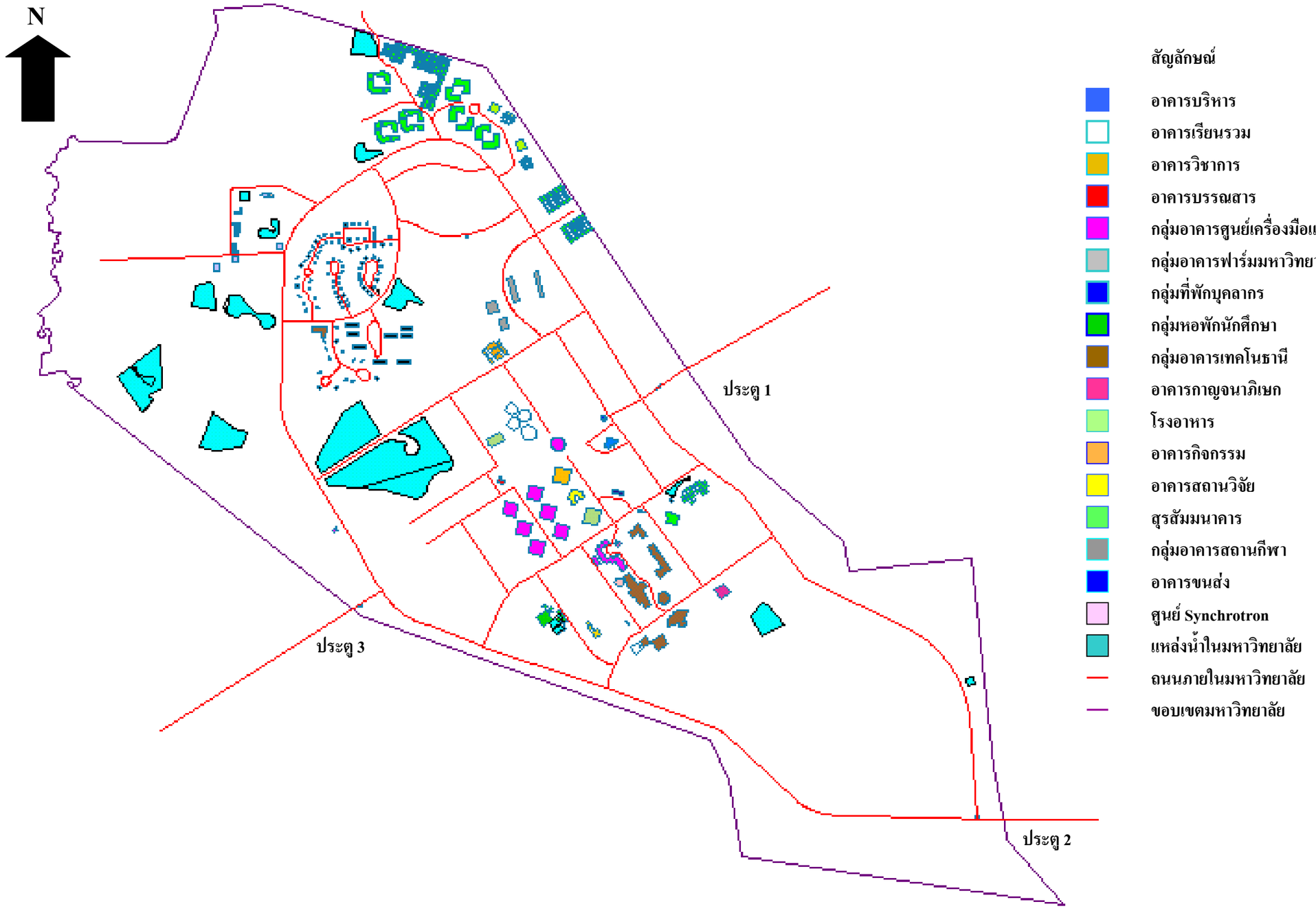
ประชากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา2544 สามารถแบ่งออกได้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี 5,157 คน ระดับปริญญาโท 273 คน ระดับปริญญาเอก 128 คน รวมนักศึกษาทั้งหมด 5,558 คน อาจารย์ 236 ท่าน เจ้าหน้าที่ 734 คน รวมบุคลากรทั้งหมด 970 คน และเจ้าหน้าที่ของสุรสัมมนาคาร 85 คน เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยและแม่บ้าน 289 คน รวมประชากรในมหาวิทยาลัยทั้งสิ้น 6,956 คน และมีผู้พักอาศัยอยู่ในมหาวิทยาลัยทั้งหมด 4,230 คน แบ่งได้เป็น พักอาศัยในหอพักนักศึกษา 3,409 คน บ้านพักและเรือนพักบุคลากร 821 คน

4.1.3 บริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ กลุ่มที่พักอาศัย กลุ่มสำนักงาน และ สุรสัมมนาคารเป็นโรงแรมในมหาวิทยาลัย ซึ่งมีการผลิตขยะมูลฝอยที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้พักอาศัย งานเลี้ยง หรือเทศกาลต่างๆ เช่น ช่วงพิธีพระราชทานปริญญาบัตร เป็นต้น

4.2 รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน

จากการศึกษาลักษณะการเกิดขยะมูลฝอย และการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในปัจจุบัน พบว่า มีลักษณะดังนี้



รูปที่ 4-1 แผนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.1 แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัย

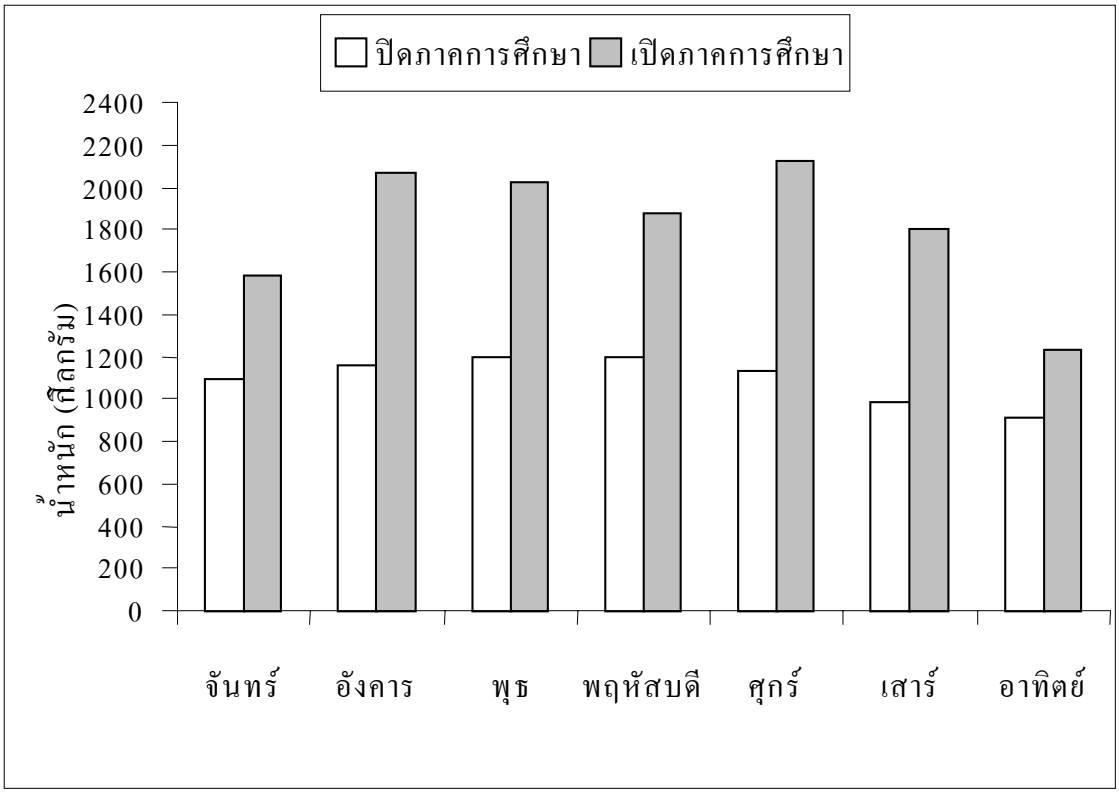
แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย	จำนวนผู้ใช้อาคารเฉลี่ย (คน/วัน)
อาคารบริหาร	220
อาคารเรียนรวม	2,000
อาคารกิจกรรมนักศึกษา	240
อาคารวิชาการ	500
สถาบันวิจัยและพัฒนา	40
ศูนย์บรรณสารและสื่อการสอน	1,500
กลุ่มอาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	600
โรงอาหารกลาง และโรงอาหารอาคารเรียนรวม	2,000
อาคารสถานีขนส่ง	40
กลุ่มอาคารเทคโนธานี	150
สุรสัมมนาคาร	85
กลุ่มอาคารฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	60
กลุ่มอาคารสถานกีฬาและสุขภาพ	115
โรงผลิตน้ำประปา	10
อาคารรักษาความปลอดภัย	33
กลุ่มหอพักนักศึกษา	3,500
กลุ่มบ้านพักและเรือนพักบุคลากร	850

4.2.1 ปริมาณและลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย

น้ำหนักและความหนาแน่น

ในช่วงเวลาเปิดภาคการศึกษามีการผลิตขยะมูลฝอย ทั้งหมดในบริเวณมหาวิทยาลัยมากกว่าในช่วงปิดภาคการศึกษาเกือบจะเป็น 2 เท่า โดยในช่วงเปิดภาคการศึกษามีปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ยประมาณ 1,814 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยตั้งแต่ 1,230-2,120 กิโลกรัมต่อวัน ในขณะที่ช่วงเวลาปิดภาคการศึกษามีปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ย 1,096 กิโลกรัมต่อวัน โดยมีปริมาณต่ำสุดและสูงสุด คือ 910 และ 1,200 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ เพราะการผลิตขยะมูลฝอยมีความสัมพันธ์กับจำนวนประชากร ในช่วงปิดภาคการศึกษานั้น มีนักศึกษาซึ่งเป็นประชากรส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณมหาวิทยาลัยน้อยมาก ดังนั้นจึงมีปริมาณขยะมูลฝอยน้อยกว่าช่วงเปิดภาคการศึกษาอย่างเห็นได้ชัด จากการศึกษาพบว่าในช่วงวันราชการจะมีปริมาณขยะมูลฝอยมาก

กว่าในช่วงวันเสาร์-อาทิตย์ เนื่องจากวันจันทร์-ศุกร์ มีจำนวนคนและการดำเนินกิจกรรมที่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอย ในมหาวิทยาลัยมากกว่าวันเสาร์-อาทิตย์ แต่ความหนาแน่นในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษา รวมทั้งวันราชการและเสาร์-อาทิตย์ ต่างก็มีค่าใกล้เคียงกัน คือมีความหนาแน่นในขณะขนส่งเฉลี่ย 0.103 และ 0.097 กิโลกรัมต่อลิตร ในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษาตามลำดับ และมีความหนาแน่นปกติเท่ากันคือ 0.204 กิโลกรัมต่อลิตร เนื่องจากองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเหมือนกันทุกวัน ความหนาแน่นจึงมีค่าใกล้เคียงกันด้วย



รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงน้ำหนักขยะมูลฝอย

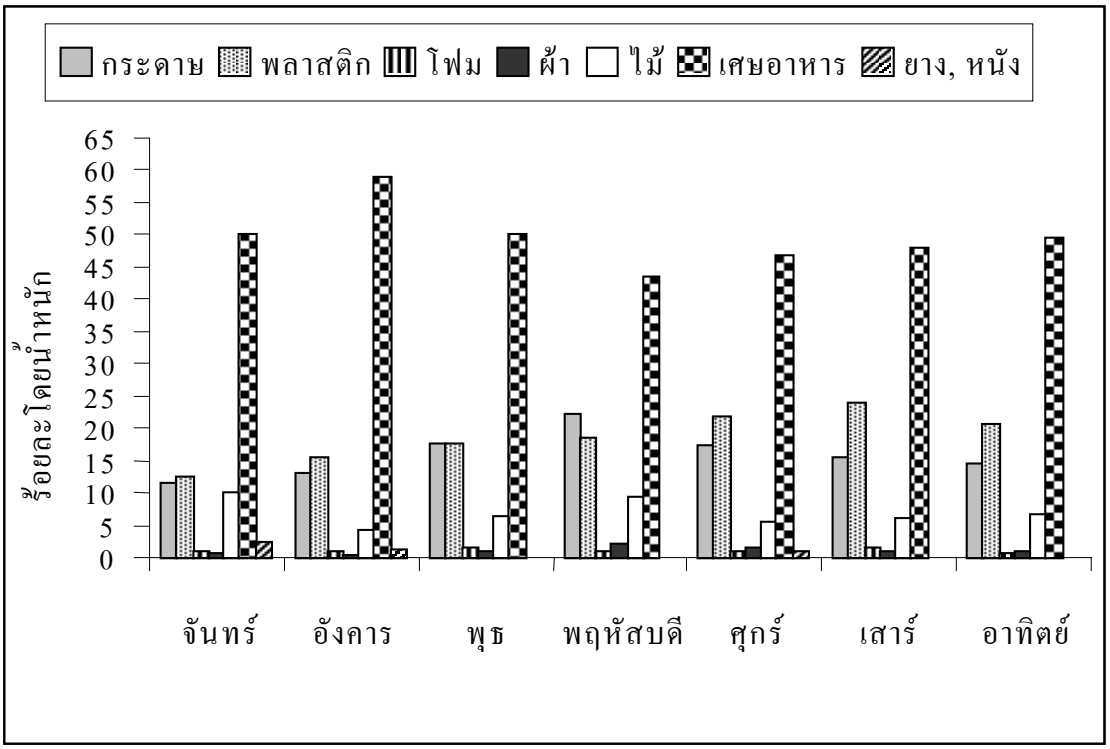
องค์ประกอบ

ขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในแต่ละวัน แบ่งตามประเภทวัสดุประกอบไปด้วยกระดาษประมาณร้อยละ 15.9 โดยน้ำหนัก (ต่ำสุด 11.5 และสูงสุด 22.2 %) ในช่วงเปิดภาคการศึกษา และประมาณร้อยละ 15.2 (12-24.8 %) ในช่วงปิดภาคการศึกษา โดยมีปริมาณพลาสติกเฉลี่ย 18.7 % (12.5-24 %) และ 19.4 % (12.7-24.8 %) ,โฟม 1% (0.5-1.4 %) และ 1.2 % (1-2 %) ,ผ้า 1.1 % (0.4-2 %) และ 1.7 % (0-5 %) ,เศษไม้และใบไม้ 6.9 % (4.3-10 %) และ 6.6 % (3.5-11.2 %) ,เศษอาหาร 49.6 % (43.3-59 %) และ 47.5 % (44.6-49.4 %) ,แก้ว 3.2 % (1.7-8 %)

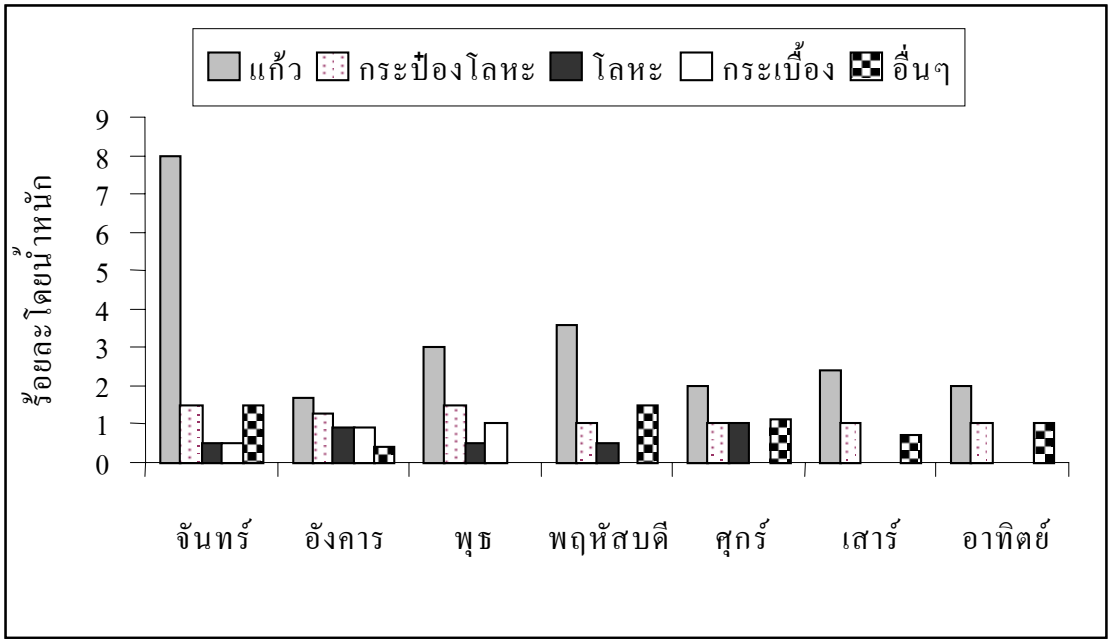
และ 4.1 % (1.6-6.8 %) ,กระป๋องโลหะ 1.2 % (1-1.5 %) และ 1.5 % (0.5-2 %) ,โลหะ 0.5 % (0-0.9 %) และ 0.4 % (0-1.5 %) ,กระเบื้อง 0.3 % (0-0.9 %) และ 1.1 % (0-3%) ,หนังและยาง 0.7 % (0-2.5 %) และ 0.7 % (0-2 %) และวัสดุประเภทอื่นๆ 0.9 % (0-1.5 %) และ 0.6 % (0-1.8 %) ในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษาตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบโดยน้ำหนักส่วนใหญ่คือ เศษอาหาร เนื่องจากเศษอาหารมีความหนาแน่นสูง และเป็นขยะมูลฝอยที่เกิดจากชีวิตประจำวันของมนุษย์ รองลงมาคือวัสดุจำพวกพลาสติก ซึ่งอยู่ในรูปของบรรจุภัณฑ์ และเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่พบเห็นได้ทั่วไป จึงมีการผลิตขยะมูลฝอยจำพวกพลาสติกเป็นจำนวนมาก เช่นเดียวกันกับขยะมูลฝอยจำพวกกระดาษ ซึ่งเกิดจากการทิ้งบรรจุภัณฑ์ เศษสิ่งพิมพ์ และเอกสารต่างๆ ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์แล้ว นอกจากนั้นแล้วจากการสำรวจพบว่า ขยะอันตรายซึ่งได้จัดอยู่ในกลุ่มขยะมูลฝอยประเภทอื่นๆนั้น จะพบเห็นในลักษณะของหลอดไฟฟ้า และถ่านไฟฉายเป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 4.2 ภาพรวมของขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

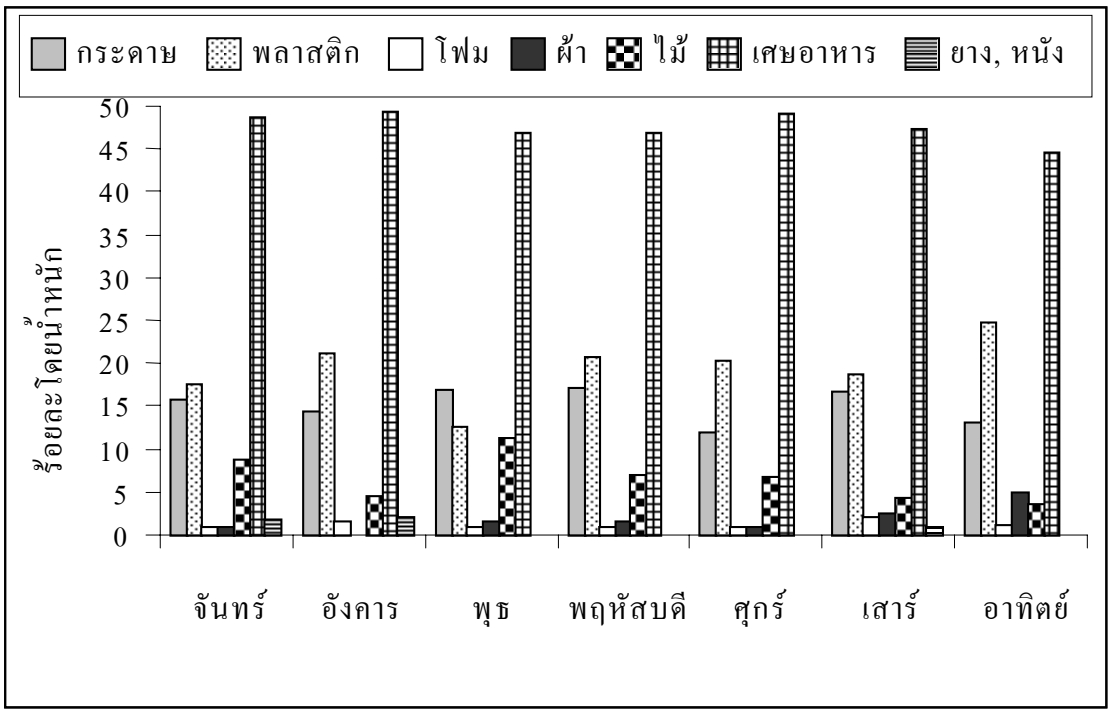
องค์ประกอบ	ร้อยละในช่วงเปิดภาคการศึกษา	ร้อยละในช่วงปิดภาคการศึกษา
กระดาษ	15.9	15.2
พลาสติก	18.7	19.4
แก้ว	3.2	4.1
กระป๋องโลหะ	1.2	1.5
โลหะ	0.5	0.4
รวม	39.5	40.6



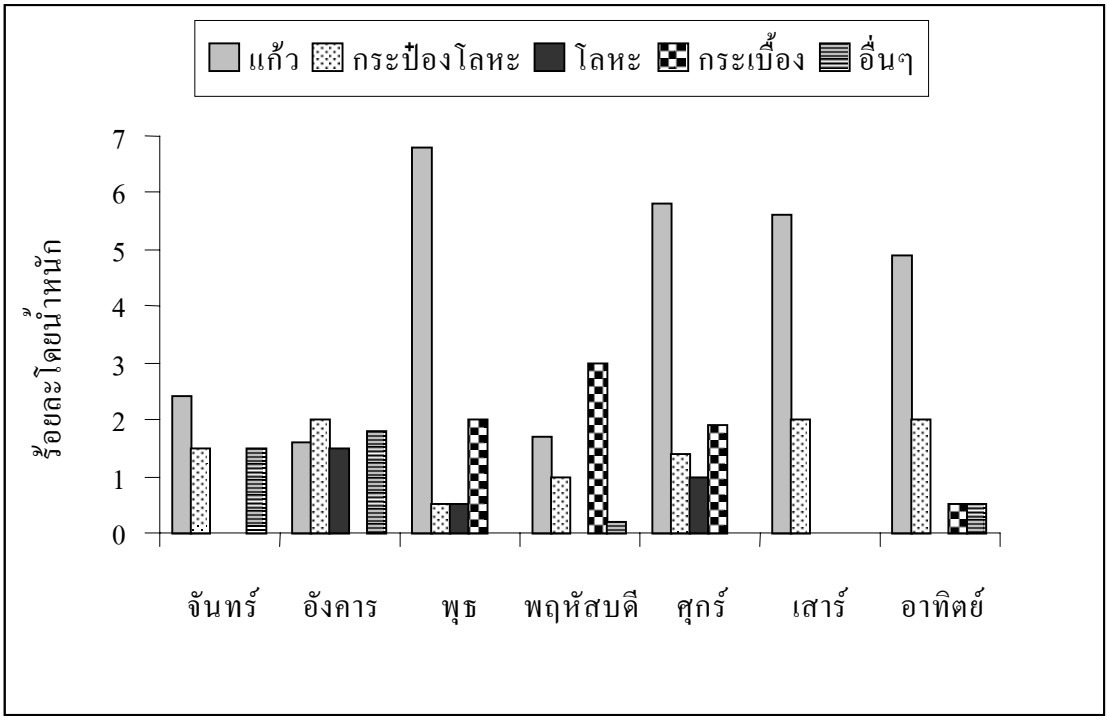
รูปที่ 4.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในช่วงเปิดการศึกษาส่วนที่เผาไหม้ได้



รูปที่ 4.4 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในช่วงเปิดการศึกษาส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้



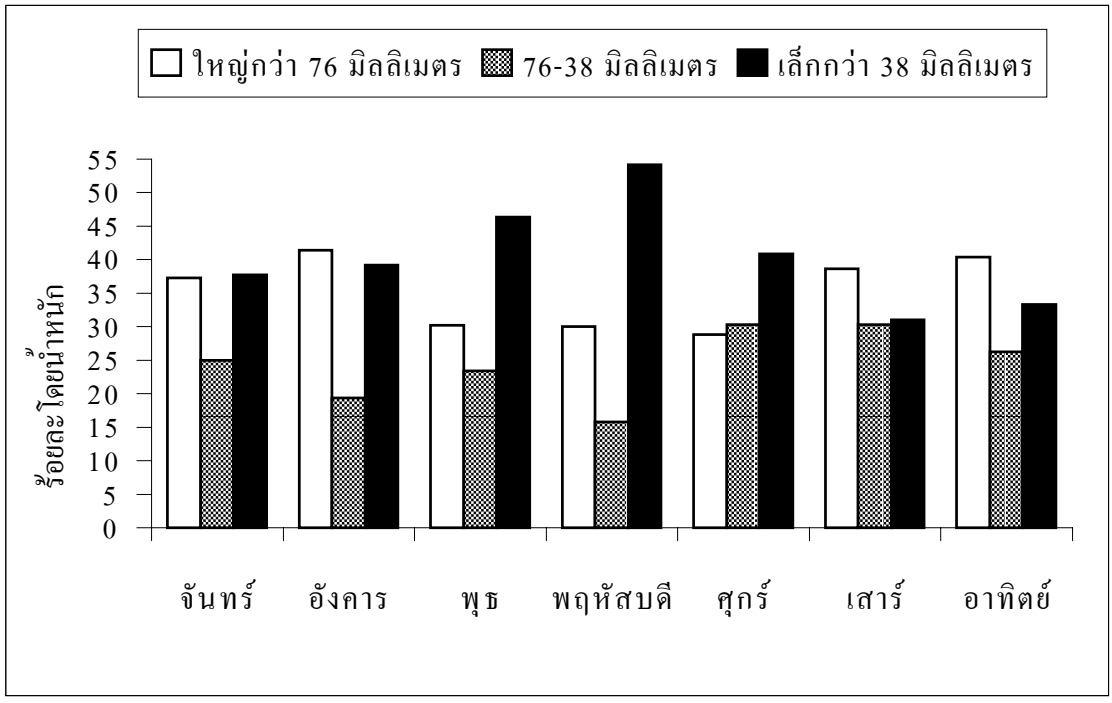
รูปที่ 4.5 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในช่วงปิดการศึกษาส่วนที่เผาไหม้ได้



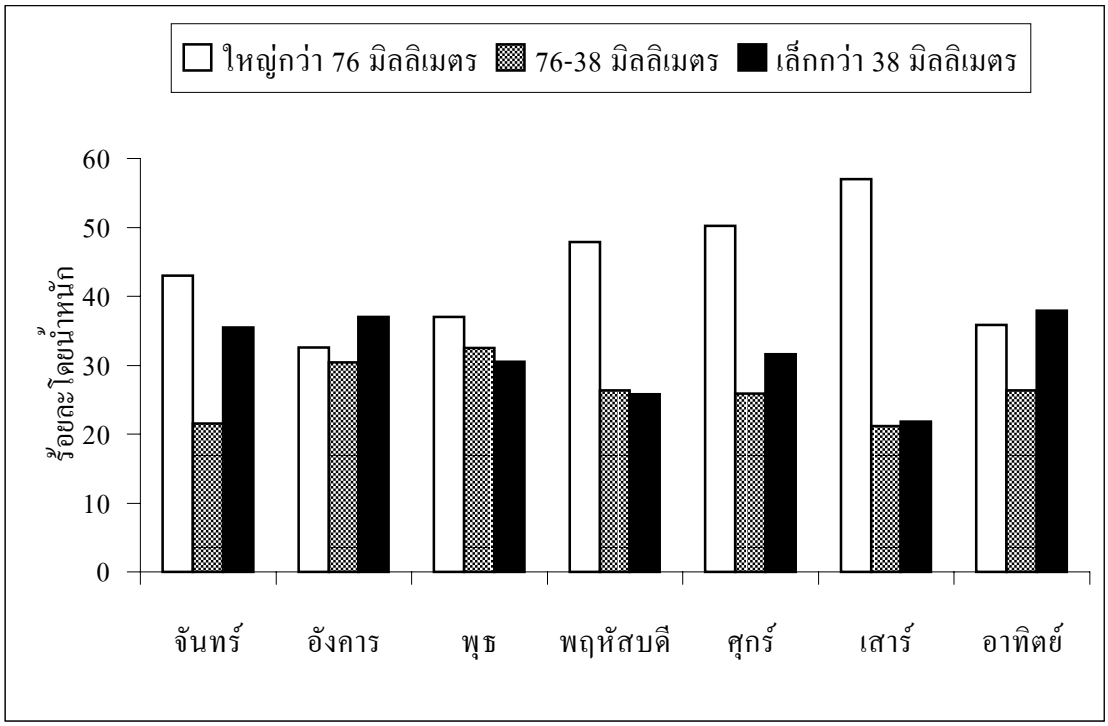
รูปที่ 4.6 องค์ประกอบขยะมูลฝอยในช่วงปิดการศึกษาส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้

ขนาด

เมื่อจัดประเภทของขยะมูลฝอยตามขนาด พบว่าในช่วงเปิดภาคการศึกษาขยะมูลฝอยส่วนใหญ่ คือเฉลี่ยร้อยละ 43.3 โดยน้ำหนัก (ต่ำสุด 32.6 % และสูงสุด 57%) มีขนาดใหญ่กว่า 76 มิลลิเมตร รองลงมาคือขยะมูลฝอยที่มีขนาดเล็กกว่า 38 มิลลิเมตร มีปริมาณเฉลี่ยร้อยละ 31.4 (21.8-37.9 %) และขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 38 มิลลิเมตรแต่เล็กกว่า 76 มิลลิเมตร มีปริมาณน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 26.3 (21.2-32.5 %) แต่เมื่อปิดภาคการศึกษาแล้ว ขยะมูลฝอยส่วนใหญ่คือ ขยะมูลฝอยที่มีขนาดเล็กกว่า 38 มิลลิเมตร ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยร้อยละ 40.4 (31-54.2 %) โดยขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 76 มิลลิเมตร มีปริมาณเฉลี่ย32.3 % (28.8-41.4 %) และขยะมูลฝอยที่มีปริมาณน้อยที่สุดยังคงเป็น ขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 38 มิลลิเมตรแต่เล็กกว่า 76 มิลลิเมตร คือ มีปริมาณเฉลี่ย 27.3 % (31-54.2 %) โดยน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากโดยส่วนใหญ่แล้ว ขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 76 มิลลิเมตร คือ เศษเอกสาร สิ่งพิมพ์ บรรจุภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้ว และเศษอาหารบางประเภท ดังนั้น ในช่วงปิดภาคการศึกษาที่ไม่มีการเรียนการสอน และมีจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัยน้อยลงมาก อัตราการใช้และทิ้งวัสดุประเภท เอกสาร สิ่งพิมพ์ และบรรจุภัณฑ์จึงลดลงไปด้วย เป็นผลให้สัดส่วนโดยน้ำหนักของขยะมูลฝอย ที่มีขนาดใหญ่กว่า 76 มิลลิเมตร ลดลงในช่วงเวลาปิดภาคการศึกษา



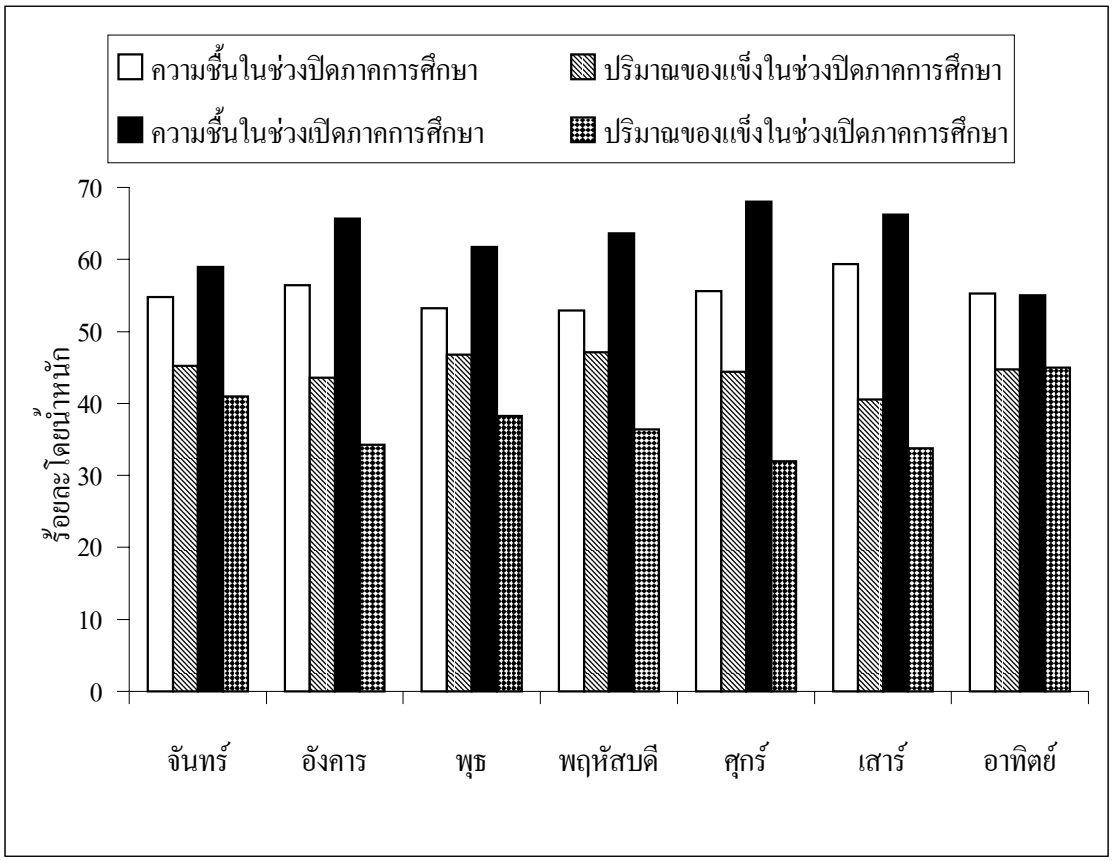
รูปที่ 4.7 ขนาดของขยะมูลฝอยในช่วงปิดภาคการศึกษา



รูปที่ 4.8 ขนาดของขยะมูลฝอยในช่วงเปิดภาคการศึกษา

ลักษณะสมบัติ

ในช่วงเวลาเปิดภาคการศึกษา ขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีปริมาณน้ำมากกว่า ในช่วงปิดภาคการศึกษา กล่าวคือ ขยะมูลฝอยในช่วงเปิดภาคการศึกษานั้น มีปริมาณความชื้นเฉลี่ย สูงถึงร้อยละ 62.7 โดยน้ำหนัก ความชื้นที่พบต่ำที่สุดคือ 55 % และความชื้นสูงสุด คือ 68 % ซึ่งความชื้นในขยะมูลฝอยของวันราชการมีค่าสูงกว่าวันเสาร์-อาทิตย์เล็กน้อย เนื่องจากค่าความชื้นส่วนใหญ่คือปริมาณน้ำในเศษอาหาร ดังนั้นในวันเสาร์-อาทิตย์ โรงอาหารบางแห่งไม่ได้เปิดให้บริการ การผลิตขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารในมหาวิทยาลัย จึงลดลงไปจากวันราชการด้วย แต่จากการทดสอบทางสถิติแล้ว ความชื้นในขยะมูลฝอยของวันราชการและวันเสาร์-อาทิตย์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในขณะที่ในช่วงเวลาปิดภาคการศึกษา ขยะมูลฝอยมีปริมาณความชื้นเฉลี่ย ร้อยละ 55.4 และมีค่าใกล้เคียงกันทุกวัน ทั้งวันเสาร์อาทิตย์และวันราชการ คือ มีค่าความชื้นต่ำที่สุด 52.9 % และค่าความชื้นสูงสุดที่พบคือ 59.4 % เพราะโรงอาหารบางแห่งปิดบริการตลอดช่วงเวลาปิดภาคการศึกษา และจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัย ของช่วงปิดภาคการศึกษา ใกล้เคียงกันทั้งวันราชการและเสาร์-อาทิตย์ สัดส่วนการผลิตเศษอาหารจึงมีความใกล้เคียงกันทุกๆวัน

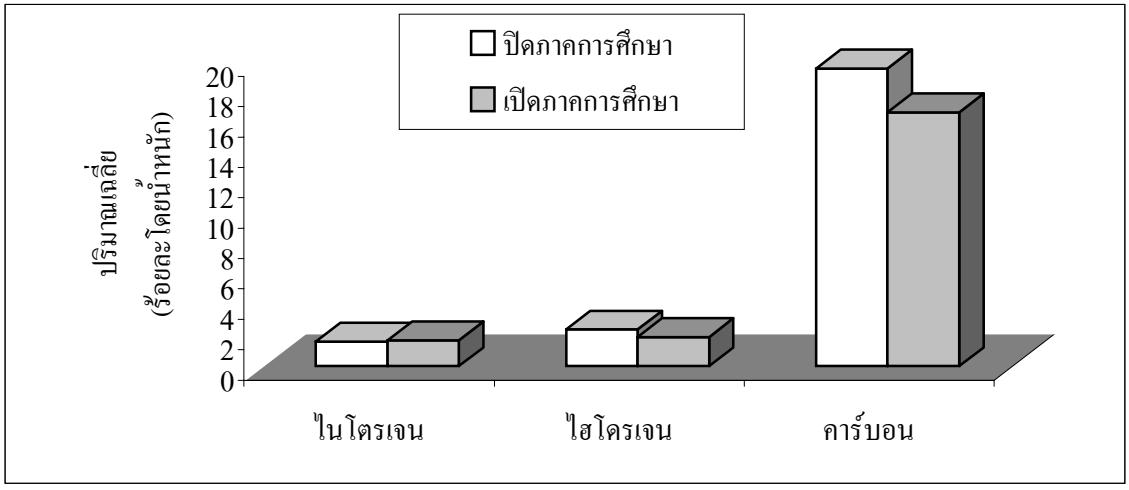


รูปที่ 4.9 ปริมาณความชื้นและของแข็งในขยะมูลฝอย

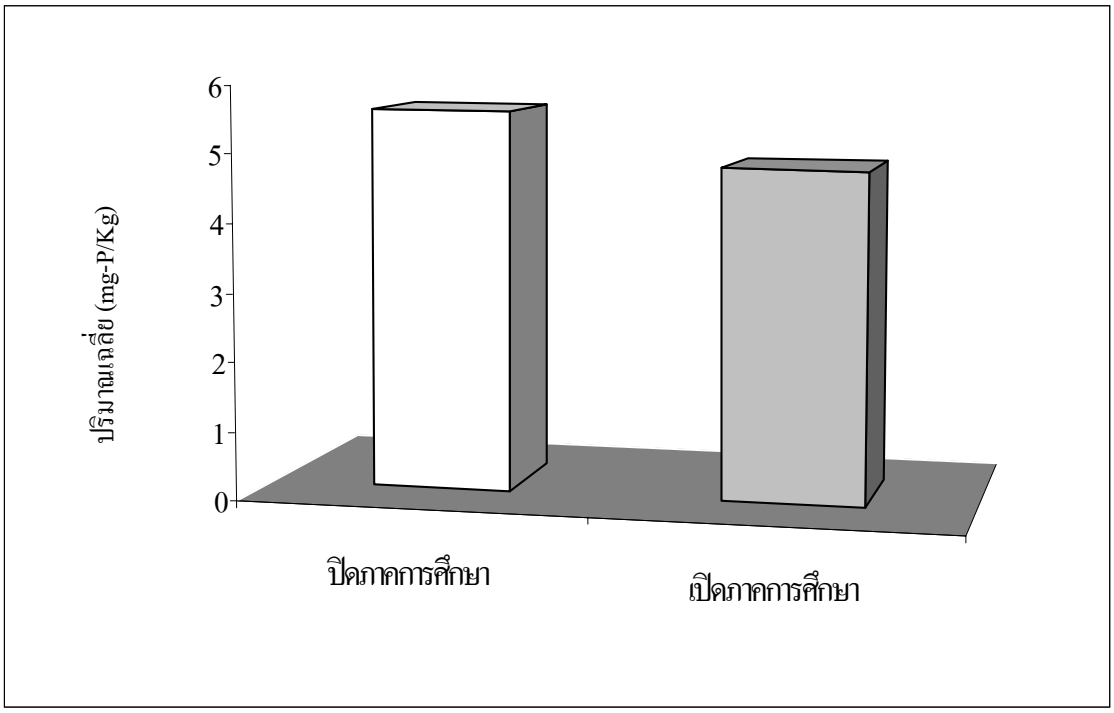
เมื่อในช่วงเปิดภาคการศึกษา ขยะมูลฝอยมีค่าความชื้นมากกว่าช่วงปิดภาคการศึกษาแล้ว ปริมาณของแข็งในช่วงเปิดภาคการศึกษาจึงน้อยกว่าในช่วงปิดภาคการศึกษา ซึ่งรวมถึงปริมาณของแข็งที่สามารถเผาไหม้ได้ และปริมาณเถ้าด้วย โดยในช่วงเปิดภาคการศึกษา ขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยมีปริมาณของแข็ง ของแข็งที่สามารถเผาไหม้ได้ และปริมาณเถ้า เฉลี่ยเป็นร้อยละ 37.3 ,30.1 และ 7.2 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยมีปริมาณของแข็ง ของแข็งที่เผาไหม้ได้ และปริมาณเถ้า ต่ำที่สุดคือ 32 % ,25.9 % และ 5.6 % และสูงที่สุดคือ 45 % ,37.7 % และ 9 % โดยน้ำหนัก นอกจากนั้นยังพบว่าในวันเสาร์-อาทิตย์ ปริมาณของแข็งที่สามารถเผาไหม้ได้ในขยะมูลฝอย มีค่าสูงกว่าในช่วงวันราชการเล็กน้อย เพราะขยะมูลฝอยในช่วงวันเสาร์-อาทิตย์นั้น มีค่าความชื้นต่ำกว่าในช่วงวันราชการ แต่จากการทดสอบทางสถิติแล้ว ปริมาณของแข็งในขยะมูลฝอยของวันราชการและวันเสาร์-อาทิตย์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในขณะที่ช่วงเวลาปิดภาคการศึกษา ขยะมูลฝอยมีปริมาณของแข็ง ของแข็งที่เผาไหม้ได้ และ ปริมาณเถ้า เฉลี่ยร้อยละ 44.6 ,35.3 และ 9.3 โดยน้ำหนัก ซึ่งมีปริมาณของแข็ง ของแข็งที่เผาไหม้ได้ และปริมาณเถ้า ต่ำที่สุดคือ

40.6 % ,33.1 % และ 7.3 % และสูงที่สุดคือ 47.1 % ,37.8 % และ 12.7 % โดยน้ำหนัก และปริมาณของแข็ง ของแข็งที่เผาไหม้ได้ และปริมาณเถ้า ของขยะมูลฝอยในช่วงปิดภาคการศึกษานั้น มีค่าใกล้เคียงกันทั้งในช่วงวันราชการและวันเสาร์-อาทิตย์ เช่นเดียวกันกับปริมาณความชื้น

ลักษณะสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัย ซึ่งประกอบด้วยไนโตรเจน และฟอสฟอรัส นั้นมีปริมาณไม่แตกต่างกัน ระหว่างช่วงเวลาเปิดภาคการศึกษาและปิดภาคการศึกษา แต่ ปริมาณคาร์บอนและไฮโดรเจนของขยะมูลฝอยในช่วงปิดภาคการศึกษา มีค่ามากกว่าในช่วงเปิดภาคการศึกษา จากการทดสอบทางสถิติแล้วพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.5 % โดยในช่วงเปิดภาคการศึกษานั้น ขยะมูลฝอยมีปริมาณ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เฉลี่ย 16.7 % ,1.9 % ,1.7 % โดยน้ำหนัก และ 4.8 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส ต่อ กิโลกรัมขยะมูลฝอย ซึ่งมีปริมาณ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ต่ำสุด คือ 14.4 % ,1.7 % ,1.5 % และ 3.9 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส ต่อ กิโลกรัมขยะมูลฝอย และสูงสุดคือ 20.9 % ,2.5 % ,1.9 % และ 5.7 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส ต่อ กิโลกรัมขยะมูลฝอย ตามลำดับ และในช่วงปิดภาคการศึกษานั้น ขยะมูลฝอยมีปริมาณ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเฉลี่ย 19.6 % ,2.4 % ,1.6 % โดยน้ำหนัก และ 5.6 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส ต่อ กิโลกรัมขยะมูลฝอย ซึ่งมีปริมาณ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ต่ำสุด คือ 18.4 % ,2.2 % ,1.3 % และ 4.8 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส ต่อ กิโลกรัมขยะมูลฝอย และสูงสุดคือ 21 % ,2.5 % ,1.9 % และ 6.8 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัส ต่อ กิโลกรัมขยะมูลฝอย ตามลำดับ ซึ่งทั้งในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษานั้น ปริมาณลักษณะสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอย ระหว่างวันราชการและวันเสาร์-อาทิตย์ มีค่าไม่แตกต่างกัน



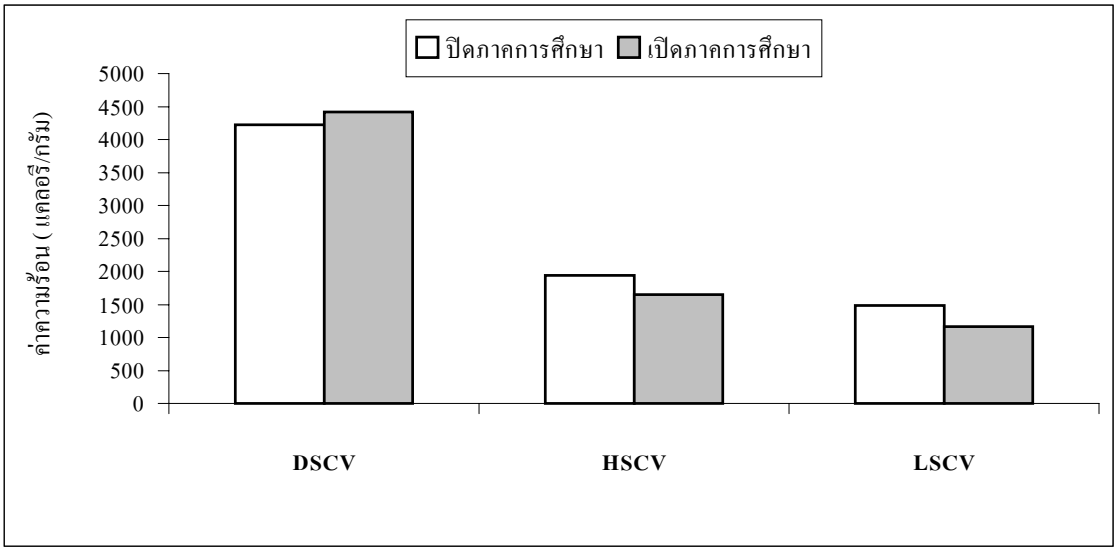
รูปที่ 4.10 ลักษณะสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอย



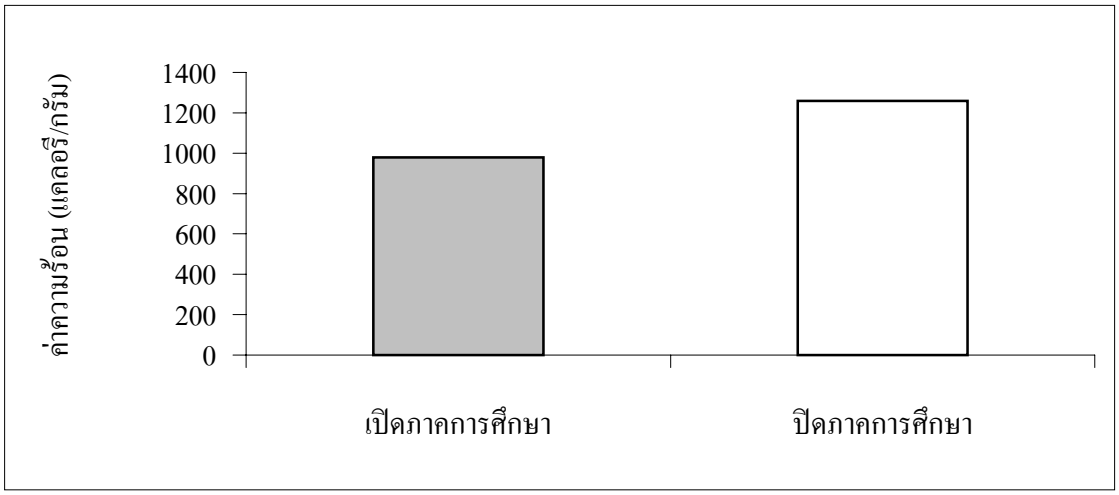
รูปที่ 4.11 ปริมาณฟอสฟอรัสในขยะมูลฝอย

จากการศึกษาพบว่า ค่าความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของขยะมูลฝอย ด้วยการทดลองในห้องปฏิบัติการนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษา โดยขยะมูลฝอยในช่วงปิดภาคการศึกษา มีค่าความร้อนสูงกว่าช่วงเปิดภาคการศึกษาเล็กน้อย เนื่องจากในช่วงปิดภาคการศึกษา ขยะมูลฝอยมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าในช่วงเปิดภาคการศึกษา แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยในช่วงเปิดภาคการศึกษานั้น ขยะมูลฝอยมีค่าความร้อน DSCV, HSCV และ LSCV เฉลี่ย 4,416, 1,645.8 และ 1,161.4 แคลอรีต่อกรัมขยะมูลฝอย ซึ่งมีค่าความร้อน DSCV, HSCV และ LSCV ต่ำสุด 4,178.5, 1,433.2 และ 936.4 แคลอรีต่อกรัมขยะมูลฝอย และสูงสุด 4,875.1, 1,975.5 และ 1,510.5 แคลอรีต่อกรัมขยะมูลฝอย ตามลำดับ ในขณะที่ช่วงปิดภาคการศึกษานั้น ขยะมูลฝอยมีค่าความร้อน DSCV, HSCV และ LSCV เฉลี่ย 4,227.4, 1,945 และ 1,481.4 แคลอรีต่อกรัมขยะมูลฝอย ซึ่งมีค่าความร้อน DSCV, HSCV และ LSCV ต่ำสุด 3,924.7, 1,848.5 และ 1,373.3 แคลอรีต่อกรัมขยะมูลฝอย และสูงสุด 4,730, 2,114.5 และ 1,653.1 แคลอรีต่อกรัมขยะมูลฝอย ตามลำดับ และขยะมูลฝอยทั้งในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษา ต่างก็มีค่าความร้อนระหว่างวันราชการและวันเสาร์-อาทิตย์ ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อทำการคำนวณค่าความร้อน LHV ซึ่งเป็นค่าความร้อนที่ได้จากการคำนวณ ด้วยองค์ประกอบและความชื้นของขยะมูลฝอย แต่ไม่มีการทดลองเผาจริงในห้องปฏิบัติการ พบว่าค่าความร้อน LHV

เฉลี่ย ในช่วงปิดภาคการศึกษา คือ 1,277.3 แคลอรีต่อกรัมขยะมูลฝอย มีค่าสูงกว่าในช่วงเปิดภาคการศึกษา คือ 979.3 แคลอรีต่อกรัมขยะมูลฝอย ซึ่งจากการทดสอบทางสถิติพบว่าค่าความร้อน LHV ในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99.5 % แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ไม่มีความแตกต่างกันกับค่าความร้อนที่ได้จากการคำนวณ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 4.12 ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 4.13 ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยจากการคำนวณ (LHV)

4.2.2 ลักษณะการเก็บขนและวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน

ระบบการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย

จากการสำรวจพบว่า การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทั้งจากกลุ่มที่พักอาศัย กลุ่มสำนักงาน และสุรสัมมนาคารเป็นการเก็บแบบรวม (Mixed Refuse Collection) ซึ่งจะเก็บขยะมูลฝอยทั้งประเภทแห้ง (Rubbish) และประเภทเปียก (Garbage) ไว้ในภาชนะรองรับชนิดเดียวกัน และไม่มีการคัดแยกตามประเภทของขยะมูลฝอย แต่ร้านอาหารบางร้านได้มีการคัดแยกเฉพาะเศษอาหารออก เพื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ และสำนักงานบางแห่ง ได้มีการแยกเฉพาะกระดาษและเอกสาร ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้แล้วออกต่างหากเพื่อนำไปขายต่อ สำหรับภาชนะส่วนใหญ่ที่ใช้ในการรวบรวมขยะมูลฝอย ภายในมหาวิทยาลัยคือ ถังขยะพลาสติก ขนาด 120 ลิตรเป็นส่วนใหญ่ และถังขยะพลาสติก ขนาด 240 ลิตร สำหรับบริเวณที่มีขยะมูลฝอยมากเป็นบางจุด โดยถังขยะซึ่งตั้งตามจุดต่างๆที่เป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย ทั่วทั้งมหาวิทยาลัย มีจำนวน 110 จุด รวมถังขยะทั้งหมด 358 ถัง และทุกถังมีถุงดำขนาด 40 นิ้ว x 48 นิ้ว สำหรับบรรจุขยะมูลฝอยอีกหนึ่งชั้น

ระบบการเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้ทำการจัดจ้าง บริษัท สยามราชธานี จำกัด ให้เป็นผู้ดำเนินการเก็บขน การขนส่ง และการกำจัด ขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยทำการเก็บขนขยะมูลฝอยทุกวัน ด้วยรถ 2 คัน คือ รถบรรทุกเล็ก 4 ล้อ ขนาด 1 ตัน ความจุ 4.5 ลูกบาศก์เมตร มีพนักงานขับรถ 1 คน และพนักงานเก็บขยะ 2 คนประจำรถ และรถบรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่ 6 ตัน ความจุ 18 ลูกบาศก์เมตร มีพนักงานขับรถ 1 คน และพนักงานเก็บขยะ 4 คน ทำการเก็บขนขยะมูลฝอยพร้อมกัน ตั้งแต่เวลาประมาณ 7.00 - 10.00 นาฬิกา รถทั้ง 2 คัน มีเส้นทางเดินรถที่ไม่เหมือนกัน แต่ครอบคลุมจุดที่ตั้งถังขยะทั้งหมดในมหาวิทยาลัย และแต่ละคันมีหน้าที่รับผิดชอบเก็บขนขยะมูลฝอยในจุดเดิมทุกวัน ยกเว้นช่วงเทศกาลหรือมีกิจกรรมพิเศษในมหาวิทยาลัย เช่น พิธีพระราชทานปริญญาบัตร ซึ่งรถเก็บขนขยะได้รับมอบหมาย ให้ไปทำการเก็บขนขยะมูลฝอยเพิ่มเติม นอกเหนือจากเส้นทางที่รับผิดชอบอยู่ทุกวัน ซึ่งการเก็บขนขยะมูลฝอยนี้ พนักงานเก็บขยะใช้การมัดปากถุงดำ และยกถุงดำขึ้นรถบรรทุก แทนการยกถังขยะเทขยะมูลฝอยใส่รถบรรทุก โดยทำการเปลี่ยนถุงดำในถังขยะทุกครั้งที่ทำการเก็บขนขยะมูลฝอย

จากการสำรวจในช่วงเปิดภาคการศึกษาพบว่า รถบรรทุกเล็ก มีเส้นทางในการปฏิบัติงานที่ต้องรับผิดชอบการเก็บขนขยะมูลฝอย ตามถังขยะในจุดต่างๆ เฉลี่ย 40 จุดต่อวัน โดยอย่างน้อยที่สุดต้องทำการเก็บ 38 จุดต่อวัน และมากที่สุดคือ 44 จุดต่อวัน และมีจุดจอดรถเฉลี่ยประมาณ 30 จุด ในแต่ละวัน ซึ่งบางวันอาจทำการจอดเพียง 29 จุด และบางวันมีการจอดถึง 31 จุด

โดยใช้เวลาในการจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอย และระยะเวลาในการเดินทางระหว่างจุดจอดรถแต่ละจุด เฉลี่ยประมาณ 52 นาที และ55 นาทีต่อวัน ซึ่งในวันที่มีขยะมูลฝอยไม่มาก อาจใช้เวลารวมในการจอดเพียง 37 นาที ในกรณีที่มีขยะมูลฝอยมากอาจต้องใช้เวลาถึง 1 ชั่วโมง 8 นาที จากการสำรวจพบว่า เวลาที่ใช้ในการเดินทางที่น้อยที่สุดคือ 51 นาที 30 วินาที และเวลาที่มากที่สุดคือ 1 ชั่วโมง 1 นาที 30 วินาที ซึ่งก็คือวันที่มีจุดเก็บขนขยะมูลฝอยมากกว่าปกตินั่นเอง โดยรถมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 23.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในการเดินทาง โดยรวมแล้ว ตลอดการเก็บขนขยะมูลฝอย โดยเริ่มตั้งแต่ รถเก็บขนขยะมูลฝอยเริ่มเข้าเขตมหาวิทยาลัย เพื่อปฏิบัติงานจนกระทั่งเดินทางออกจากเขตมหาวิทยาลัย เพื่อนำขยะมูลฝอยไปยังแหล่งกำจัดขยะมูลฝอย รถบรรทุกเล็กใช้เวลาทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 1 ชั่วโมง 47 นาที ซึ่งบางวันใช้เวลาน้อยที่สุดเพียง 1 ชั่วโมง 28 นาที 30 วินาที และบางวันใช้เวลามากที่สุดถึง 2 ชั่วโมง 9 นาที 30 วินาที เนื่องจากต้องทำการจอดและเก็บขนขยะมูลฝอย มากกว่าปกติ คือต้องทำการเก็บขนถึง 44 จุด โดยเฉลี่ยแล้ว รถบรรทุกเล็กเดินทางถึง 21 กิโลเมตร 485 เมตร ตลอดการปฏิบัติงานใน 1 วัน ซึ่งบางวันเดินทางเพียง 19 กิโลเมตร 710 เมตร แต่ในบางวันมีระยะทางถึง 21 กิโลเมตร 887 เมตร เพราะถึงแม้รถเก็บขนขยะมูลฝอย จะต้องเก็บขนขยะมูลฝอยในจุดเดิมทุกวัน แต่ก็มีลำดับการเก็บขนก่อน-หลัง ที่แตกต่างกันไปในแต่ละวัน ระยะทางของการปฏิบัติงานจึงไม่เท่ากัน ดังนั้น รถบรรทุกเล็กมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย ในช่วงเปิดภาคการศึกษา 16.5 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง

ตารางที่ 4.3 เวลารถเก็บขยะ 4 ล้อ ในช่วงเปิดการศึกษา

วัน	จุดจอด (ครั้ง)	จุดเก็บขยะ (ครั้ง)	เวลาจอด (นาที)	เวลาเดินทาง (นาที)	เวลารวม (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	ความเร็วเฉลี่ย (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
จันทร์	29	38	49.5	54.5	104	21,659	23.8
อังคาร	30	39	57.5	54.5	112	21,756	24
พุธ	30	40	50.5	56	106.5	21,887	23.5
พฤหัสบดี	31	44	68	61.5	129.5	21,756	21.2
ศุกร์	29	39	57.5	54.5	112	21,847	24
เสาร์	31	39	43	50.5	93.5	21,779	25.9
อาทิตย์	29	41	37	51.5	88.5	19,710	23
เฉลี่ย	29.9	40	51.9	54.7	106.6	21,485	23.6

ในขณะที่รถบรรทุกใหญ่ รับผิดชอบการเก็บขนขยะมูลฝอย ตามถังขยะในจุดต่างๆ เฉลี่ย 64 จุดต่อวัน ซึ่งอย่างน้อยที่สุดต้องทำการเก็บ 61 จุดต่อวัน และมากที่สุดคือ 66 จุดต่อวัน โดยมีจุดจอดรถเฉลี่ยประมาณ 29 จุด ในแต่ละวัน ซึ่งบางวันอาจทำการจอดเพียง 27 จุด และบางวันมีการจอดมากที่สุดคือ 30 จุด โดยใช้เวลาในการจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอย และระยะเวลาในการเดินทางระหว่างจุดจอดรถแต่ละจุด เฉลี่ยประมาณ 1 ชั่วโมง 6 นาที และ 51 นาทีต่อวัน ซึ่งในวันที่มีจำนวนจุดจอดไม่มาก อาจใช้เวลารวมในการจอดเพียง 56 นาที ในขณะที่ วันที่มีขยะมูลฝอยมาก อาจต้องใช้เวลาในการจอด เพื่อทำการเก็บขนขยะมูลฝอยนานถึง 1 ชั่วโมง 19 นาที จากการสำรวจพบว่า เวลาที่ใช้ในการเดินทางที่น้อยที่สุดคือ 46 นาที ซึ่งเป็นวันที่มีจำนวนจุดจอดน้อย รถเก็บขยะจึงมีการลดความเร็วน้อยครั้ง และสามารถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ยได้สูงที่สุด คือ 24.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และในวันที่มีขยะมูลฝอยมาก รถเก็บขยะต้องใช้เวลาในการเดินทางมากที่สุดถึง 56 นาที ด้วยความเร็วเฉลี่ยที่น้อยที่สุด คือ 21 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยรวมแล้ว ตั้งแต่ เริ่มเข้าเขตมหาวิทยาลัยเพื่อปฏิบัติงาน จนกระทั่งเดินทางออกจากเขตมหาวิทยาลัย เพื่อนำขยะมูลฝอยไปยังแหล่งกำจัดขยะมูลฝอย รถบรรทุกใหญ่ใช้เวลาทั้งหมด เฉลี่ยประมาณ 1 ชั่วโมง 57 นาที ซึ่งวันที่มีการจอดน้อยนั้นใช้เวลาน้อยที่สุดเพียง 1 ชั่วโมง 45 นาที และวันที่มีปริมาณขยะมูลฝอยมากนั้น คือวันที่ใช้เวลามากที่สุดถึง 2 ชั่วโมง 15 นาที เพราะนอกจากจะใช้เวลาในการจอดและเดินทาง นานกว่าปกติแล้ว รถยังมีความเร็วเฉลี่ยต่ำอีกด้วย แต่จากการสำรวจพบว่า รถบรรทุกใหญ่มีระยะทางรวมในการปฏิบัติงานน้อยกว่ารถบรรทุกเล็ก ประมาณ 3 กิโลเมตร โดยรถบรรทุกใหญ่เดินทางเฉลี่ยวันละ 18 กิโลเมตร 875 เมตร ตลอดการปฏิบัติงาน ในบางวันมีระยะทางรวมน้อยที่สุดเพียง 18 กิโลเมตร 581 เมตร ซึ่งก็คือวันที่มีจำนวนจุดจอดน้อยนั่นเอง แต่ในบางวันมีระยะทางมากที่สุดถึง 19 กิโลเมตร 725 เมตร เพราะรถบรรทุกใหญ่มีลำดับการเก็บขนก่อน-หลัง ที่แตกต่างกันไปในแต่ละวันเช่นเดียวกับรถบรรทุกเล็ก ซึ่งรถบรรทุกใหญ่มีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย ในช่วงเปิดภาคการศึกษา 30.7 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง

ตารางที่ 4.4 เวลารถเก็บขยะ 6 ล้อในช่วงเปิดการศึกษา

วัน	จุดจอด (ครั้ง)	จุดเก็บขยะ (ครั้ง)	เวลาจอด (นาที)	เวลาเดินทาง (นาที)	เวลารวม (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	ความเร็วเฉลี่ย (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
จันทร์	29	66	67	51	118	18,680	22
อังคาร	30	64	70	50	120	18,890	22.7
พุธ	30	65	79	56	135	19,725	21
พฤหัสบดี	29	62	65	51	116	18,695	22
ศุกร์	29	66	66	51	117	18,860	22.2
เสาร์	27	61	56	50	106	18,695	22.4
อาทิตย์	27	62	59	46	105	18,581	24.2
เฉลี่ย	28.7	63.7	66	50.7	116.7	18,875	22.3

จากการสำรวจ ในช่วงปิดภาคการศึกษาพบว่า รถบรรทุก 4 ล้อ มีเส้นทางในการปฏิบัติงานที่ต้องรับผิดชอบการเก็บขนขยะมูลฝอย ตามถังขยะในจุดต่างๆ เฉลี่ย 37 จุดต่อวัน โดยอย่างน้อยที่สุดต้องทำการเก็บ 30 จุดต่อวัน และมากที่สุดคือ 41 จุดต่อวัน และมีจุดจอดรถเฉลี่ยประมาณ 26 จุด ในแต่ละวัน ซึ่งบางวันอาจทำการจอดเพียง 19 จุด และบางวันมีการจอดถึง 32 จุด โดยใช้เวลาในการจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอย และระยะเวลาในการเดินทางระหว่างจุดจอดรถแต่ละจุด เฉลี่ยประมาณ 42 นาที และ 50 นาทีต่อวัน ซึ่งวันที่ใช้เวลารวมในการจอดน้อยที่สุดคือวันอาทิตย์ เพียง 24 นาที 30 วินาที ในกรณีที่มีขยะมูลฝอยมากอาจต้องใช้เวลาถึง 1 ชั่วโมง 3 นาที 30 วินาที จากการสำรวจพบว่า เวลาที่ใช้ในการเดินทางที่น้อยที่สุดคือ 44 นาที 30 วินาที และเวลาที่มากที่สุดคือ 1 ชั่วโมง 2 นาที 30 วินาที ซึ่งก็คือวันที่มีจุดเก็บขนขยะมูลฝอยมากกว่าปกตินั่นเอง โดยรถมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 25.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในการเดินทาง โดยรวมแล้ว ตลอดการเก็บขนขยะมูลฝอย รถบรรทุกเล็กใช้เวลาทั้งหมด เฉลี่ยวันละประมาณ 1 ชั่วโมง 33 นาที ซึ่งบางวันใช้เวลาน้อยที่สุดเพียง 1 ชั่วโมง 11 นาที และบางวันใช้เวลามากที่สุดถึง 2 ชั่วโมง 6 นาที เนื่องจากต้องทำการจอดและเก็บขนขยะมูลฝอย มากกว่าปกติ คือต้องทำการเก็บขนถึง 41 จุด โดยเฉลี่ยแล้ว รถบรรทุกเล็กเดินทางถึง 21 กิโลเมตร 302 เมตร ตลอดการปฏิบัติงานใน 1 วัน ซึ่งบางวันเดินทางเพียง 19 กิโลเมตร 635 เมตร แต่ในบางวันมีระยะทางถึง 21 กิโลเมตร 997 เมตร เพราะรถเก็บขนขยะมูลฝอยมีลำดับการเก็บขนก่อน-หลัง ที่แตกต่างกันในแต่ละวัน ระยะทางของการปฏิบัติงานจึงไม่เท่ากัน และ รถบรรทุกเล็กมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย ในช่วงปิดภาคการศึกษา 13.4 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง

ตารางที่ 4.5 เวลารถเก็บขยะ 4 ล้อในช่วงปิดการศึกษา

วัน	จุดจอด (ครั้ง)	จุดเก็บขยะ (ครั้ง)	เวลาจอด (นาที)	เวลาเดินทาง (นาที)	เวลารวม (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	ความเร็วเฉลี่ย (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
จันทร์	29	38	34.5	54.5	89	21,704	23.9
อังคาร	26	37	47	50	97	21,641	26
พุธ	23	34	29	47.5	76.5	21,997	27.8
พฤหัสบดี	27	38	61.5	44.5	106	20,052	27
ศุกร์	32	41	63.5	62.5	126	21,870	21
เสาร์	25	36	36.5	46.5	83	22,218	28.7
อาทิตย์	19	30	24.5	46.5	71	19,635	25.3
เฉลี่ย	25.9	36.3	42.4	50.3	92.6	21,302	25.7

ในขณะที่ช่วงปิดการศึกษารถบรรทุกใหญ่ รับผิดชอบการเก็บขนขยะมูลฝอย ตามถังขยะในจุดต่างๆ เฉลี่ย 28 จุดต่อวัน ซึ่งอย่างน้อยที่สุดต้องทำการเก็บ 21 จุดต่อวัน และมากที่สุดคือ 31 จุดต่อวัน โดยมีจุดจอดรถเฉลี่ยประมาณ 20 จุด ในแต่ละวัน ซึ่งบางวันอาจทำการจอดเพียง 16 จุด และบางวันมีการจอดมากที่สุดคือ 22 จุด โดยใช้เวลาในการจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอย และระยะเวลาในการเดินทางระหว่างจุดจอดรถแต่ละจุด เฉลี่ยประมาณ 38 นาที และ 36 นาทีต่อวัน ซึ่งในวันที่มีจำนวนจุดจอดไม่มาก อาจใช้เวลารวมในการจอดเพียง 21 นาที ในขณะที่ วันที่มีขยะมูลฝอยมากอาจต้องใช้เวลาในการจอด เพื่อทำการเก็บขนขยะมูลฝอยนานถึง 1 ชั่วโมง 15 นาที 30 วินาที จากการสำรวจพบว่า เวลาที่ใช้ในการเดินทางที่น้อยที่สุดคือ 34 นาที และสามารถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ยได้สูงที่สุด คือ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยรถเก็บขยะต้องใช้เวลาในการเดินทางมากที่สุดคือ 38 นาที ด้วยความเร็วเฉลี่ยที่น้อยที่สุด คือ 27.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยรวมแล้ว ตั้งแต่ เริ่มเข้าเขตมหาวิทยาลัยเพื่อปฏิบัติงาน จนกระทั่งเดินทางออกจากเขตมหาวิทยาลัย เพื่อนำขยะมูลฝอยไปยังแหล่งกำจัดขยะมูลฝอย รถบรรทุกใหญ่ใช้เวลาทั้งหมด เฉลี่ยประมาณ 1 ชั่วโมง 14 นาที ซึ่งวันที่มีการจอดน้อยนั้น ใช้เวลาน้อยที่สุดเพียง 57 นาที และวันที่มีปริมาณขยะมูลฝอยมากนั้น คือวันที่ใช้เวลามากที่สุดถึง 1 ชั่วโมง 51 นาที 30 วินาที เพราะนอกจากจะใช้เวลาในการจอดนานกว่าปกติแล้ว รถยังมีความเร็วเฉลี่ยต่ำอีกด้วย แต่จากการสำรวจพบว่า รถบรรทุกใหญ่มีระยะทางรวมในการปฏิบัติงาน น้อยกว่ารถบรรทุกเล็ก ประมาณ 4 กิโลเมตร โดยรถบรรทุกใหญ่เดินทางเฉลี่ยวันละ 17 กิโลเมตร 315 เมตร ตลอดการปฏิบัติงาน ในบางวันมีระยะทางรวมน้อยที่สุดเพียง 17 กิโลเมตร 1 เมตร แต่ส่วนใหญ่มีระยะทางมากที่สุดคือ 17 กิโลเมตร 551 เมตร เพราะรถบรรทุกใหญ่มีลำดับการ

เก็บขนก่อน-หลัง ที่แตกต่างกันไปในแต่ละวันเช่นเดียวกับรถบรรทุกเล็ก และรถบรรทุกใหญ่นี้ มีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย ในช่วงปิดภาคการศึกษา 30.6 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง

ตารางที่ 4.6 เวลารถเก็บขยะ 6 ล้อในช่วงปิดการศึกษา

วัน	จุดจอด (ครั้ง)	จุดเก็บขยะ (ครั้ง)	เวลาจอด (นาที)	เวลาเดินทาง (นาที)	เวลารวม (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	ความเร็วเฉลี่ย (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
จันทร์	18	23	25.5	34.5	60	17,001	29.6
อังคาร	19	26	28	34	62	17,001	30
พุธ	22	31	75.5	36	111.5	17,551	29.3
พฤหัสบดี	21	31	43	37	80	17,551	28.5
ศุกร์	20	31	32	38	70	17,551	27.7
เสาร์	18	27	39.5	36.5	76	17,551	28.9
อาทิตย์	16	21	21	36	57	17,001	28.3
เฉลี่ย	19.1	27.1	37.8	36	73.8	17,315	27.5

จากภาพรวม พบว่ารถเก็บขยะ 4 ล้อ มีจำนวนจุดจอดและจุดเก็บขยะ ในช่วงปิดการศึกษา น้อยกว่าในช่วงเปิดการศึกษาเฉลี่ยวันละ 4 จุดและ 3 จุด ตามลำดับ โดยในช่วงปิดการศึกษาใช้เวลาจอดเวลาเดินทาง และเวลารวมเฉลี่ย น้อยกว่าช่วงเปิดการศึกษา 9, 4 และ 14 นาทีในแต่ละวัน และเดินทางน้อยกว่าช่วงเปิดการศึกษา เฉลี่ยวันละ 183 เมตร เช่นเดียวกับ รถเก็บขยะ 6 ล้อ ที่มีจำนวนจุดจอดและจุดเก็บขยะ ในช่วงปิดการศึกษา น้อยกว่าในช่วงเปิดการศึกษาเฉลี่ยวันละ 9 จุดและ 36 จุด ตามลำดับ โดยในช่วงปิดการศึกษา ใช้เวลาจอดเวลาเดินทาง และเวลารวมเฉลี่ย น้อยกว่าช่วงเปิดการศึกษาถึง 28, 15 และ 43 นาทีในแต่ละวัน และเดินทางน้อยกว่าช่วงเปิดการศึกษา เฉลี่ยกว่าวันละ 1.5 กิโลเมตร อีกทั้ง รถแต่ละคันมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอย ที่แตกต่างกันมาก กล่าวคือ รถบรรทุกเล็ก มีความสามารถในการเก็บขนมากกว่ารถบรรทุกใหญ่ ถึงประมาณ 2 เท่า

การกำจัดขยะมูลฝอย

ภายหลังเสร็จสิ้นการเก็บขนขยะมูลฝอย ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในแต่ละวันแล้วรถเก็บขยะทั้ง 2 คัน จะขนส่งขยะมูลฝอยไปสู่สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย คือ ที่ดินขนาดประมาณ 1 ไร่ ในพื้นที่ หมู่ 1 อบต. ไชยมงคล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ห่างจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีไปประมาณ 7 กิโลเมตร โดยมีลักษณะภูมิประเทศเป็นหลุมดินขนาดใหญ่ ภายในสวนผลไม้ซึ่งมีวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย คือ เทขยะมูลฝอยทั้งหมดลงไปในหลุมดิน โดยไม่มีการคัดแยกประเภทของขยะมูลฝอย และไม่

ได้นำดินไปทำการกลบผิวหน้าของกองขยะมูลฝอย นอกจากนั้นยังไม่มีการปูชั้นวัสดุป้องกันการซึมภายในหลุมอีกด้วย ซึ่งถือว่าเป็นระบบการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิชาการ และสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนใกล้เคียงได้อีกด้วย

โดยการจัดการขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการดังกล่าวข้างต้น ตั้งแต่การเก็บรวบรวม การเก็บขนและขนส่ง จนกระทั่งการกำจัดขยะมูลฝอยนั้น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีต้องเสียค่าใช้จ่ายให้แก่ บริษัท สยามราชธานี จำกัด ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน เฉลี่ยประมาณ 2,398.16 บาทต่อตัน ของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ซึ่งถ้ามหาวิทยาลัยยังคงใช้การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีเดียวกันนี้ต่อไป ตลอดระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า คือ ปี พ.ศ. 2545-2554 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีต้องเสียค่าใช้จ่าย เป็นเงินรวมทั้งสิ้น 35,977,196.32 บาท

4.2.3 ปัญหาของการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน

จากการสังเกตการณ์และสอบถาม พบว่าปัญหาของการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี คือ

(1) การทิ้งขยะมูลฝอยยังไม่มีการคัดแยกตามประเภทของขยะมูลฝอย ยังเป็นการทิ้งขยะมูลฝอยทุกประเภทรวมกันในภาชนะเดียวกัน

(2) ประชากรในมหาวิทยาลัยยังใช้ทรัพยากรไม่คุ้มค่าเท่าที่ควร ก่อนทิ้งเป็นขยะมูลฝอย ถึงแม้ว่า หอพักนักศึกษาบางแห่งรับบริจาคกระป๋องเครื่องดื่มที่ผลิตจากอลูมิเนียม เพื่อรวบรวมไปขายเป็นรายได้เข้าสวัสดิการ หรือสำนักงานได้รณรงค์การใช้กระดาษให้ครบ 2 หน้าก่อนทิ้ง แต่ก็ยังเป็นเพียงแค่บางส่วนเท่านั้น เมื่อเทียบกับขยะมูลฝอยและแหล่งกำเนิดทั้งหมด

(3) ถึงแม้ว่าจากการสำรวจ พบว่ามีขยะอันตรายน้อยมาก แต่ขยะมูลฝอยอันตรายก็ยังถูกทิ้งรวมกับขยะมูลฝอยทั่วไป โดยไม่มีการคัดแยกไว้ต่างหาก ซึ่งรวมถึงขยะมูลฝอยจากห้องปฏิบัติการด้วย ที่ยังทิ้งรวมกับขยะมูลฝอยทั่วไป โดยไม่มีมาตรการจัดการที่เหมาะสมและคำนึงถึงความปลอดภัย

(4) รถเก็บขนขยะมูลฝอย 4 ล้อ (รถบรรทุกเล็ก) มีสภาพทรุดโทรมและไม่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากบางวันที่รถเสียจะไม่สามารถมาปฏิบัติงานได้ หรือถ้ารถเสียในขณะกำลังปฏิบัติงาน การเก็บขนขยะมูลฝอยจะเสร็จไม่ครบทุกจุด หรือเสร็จสิ้นช้า

(5) ในบางวันที่มีขยะมูลฝอยมากกว่าปกติในบางจุด ขยะมูลฝอยอาจล้นหรือตกหล่นอยู่ภายนอกภาชนะรองรับ ซึ่งก่อให้เกิดความสกปรก และมีสัตว์มาคุ้ยเขี่ยหาอาหารเกิดเป็นภาพที่ไม่น่าดู

(6) การกำจัดขยะมูลฝอยยังไม่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ คือ ไม่มีการฝังกลบเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค และสัตว์พาหะนำโรคต่างๆ และยังไม่มีการป้องกันการปนเปื้อน จากสิ่งสกปรกที่ผ่านลงไปสู่ชั้นน้ำใต้ดิน

4.3 การวิเคราะห์การจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.1 การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย

จากการวางแผนของส่วนแผนงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นเวลา 10 ปี จึงสามารถคาดการณ์จำนวนประชากร และปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปี	ประชากร (คน)		อัตราการผลิตขยะมูลฝอย (กิโลกรัม/คน/วัน)		ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/ปี)	จำนวนถังขยะ (ถัง)
	เปิดภาค	ปิดภาค	เปิดภาค	ปิดภาค		
2545	9,659	3,402	0.26	0.61	890.5	224
2546	11,521	4,100	0.26	0.61	1,063.7	263
2547	13,839	4,681	0.26	0.61	1,268.8	312
2548	15,581	5,151	0.26	0.61	1,424.1	349
2549	16,664	5,518	0.26	0.61	1,523.4	372
2550	18,167	6,332	0.26	0.61	1,672.4	404
2551	18,939	6,892	0.26	0.61	1,754.1	420
2552	19,260	7,033	0.26	0.61	1,784.7	427
2553	19,463	7,087	0.26	0.61	1,802.8	431
2554	19,627	7,133	0.26	0.61	1,817.5	435

โดยปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละปี คือ จำนวนรวมของขยะมูลฝอย ตลอด 365 วัน แต่เนื่องจากการเก็บข้อมูลพบว่า จำนวนประชากรและอัตราการผลิตขยะมูลฝอย ในช่วงเปิดและปิดภาคการศึกษาไม่เท่ากัน จึงได้กำหนดให้ทุกปีมีช่วงเวลาปิดภาคการศึกษารวมทั้งหมด ประมาณ 60 วัน ดังนั้น ปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละปีจึงเท่ากับ ปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดในช่วงเปิดภาคการ

ศึกษา ตลอด 305 วัน รวมกับปริมาณขยะมูลฝอยในช่วงปิดภาคการศึกษา อีก 60 วัน โดยอัตราการผลิตขยะมูลฝอยนั้น เป็นการคำนวณจากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด ต่อจำนวนประชากรทั้งหมดในช่วงเวลาเปิดและปิดภาคการศึกษา ซึ่งสังเกตุเห็นว่าในช่วงเปิดภาคการศึกษาจะมีอัตราการผลิตขยะมูลฝอยต่อคน น้อยกว่าในช่วงปิดภาคการศึกษา เนื่องจากจำนวนประชากรในช่วงเปิดภาคการศึกษานั้นได้รวมถึง นักศึกษาและบุคลากรที่เข้ามาปฏิบัติหน้าที่เฉพาะในช่วงเวลาราชการ แต่ไม่ได้พักอาศัยและดำเนินกิจกรรมส่วนใหญ่อยู่ภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งกลุ่มประชากรเหล่านี้ไม่ได้มีส่วนร่วมในการก่อให้เกิดขยะมูลฝอยมากนัก แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนประชากรรวมก็ต้องครอบคลุมถึงกลุ่มประชากรเหล่านี้ด้วย และขยะมูลฝอยทั้งหมดนั้นก็ประกอบขึ้นจากทั้ง ขยะมูลฝอยชุมชนและขยะจากสำนักงาน แต่ในขณะที่ช่วงปิดภาคการศึกษานั้น ประชากรส่วนใหญ่คือบุคลากร นักศึกษาบัณฑิตศึกษา และผู้พักอาศัย ที่ปฏิบัติหน้าที่และพักอาศัยอยู่จริงในบริเวณมหาวิทยาลัย ซึ่งจัดได้ว่าเป็นตัวหลักที่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอย เนื่องจากการดำรงชีวิตและกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน ของประชากรเหล่านี้ ล้วนแล้วแต่เป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยชุมชนทั้งสิ้น เช่น การประกอบอาหารและการอุปโภคบริโภคต่างๆ ที่ก่อให้เกิดเศษอาหาร และเศษกระดาษหรือพลาสติกจำพวกบรรจุภัณฑ์ โดยจะมีขยะสำนักงานและเอกสารประกอบการเรียนการสอนเป็นส่วนน้อย น้ำหนักของขยะมูลฝอยเฉลี่ยต่อวันในช่วงปิดภาคการศึกษา จึงลดลงเพียงแค่ประมาณครึ่งหนึ่งของในช่วงเปิดภาคการศึกษา ถึงแม้ว่าจำนวนประชากรในช่วงปิดภาคการศึกษา จะเหลือแค่เพียงประมาณ 1 ใน 3 ของประชากรในช่วงปิดภาคการศึกษาก็ตาม ดังนั้นจะเห็นได้ว่า สำหรับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนั้น อัตราการผลิตขยะมูลฝอยจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ดำเนินภายในมหาวิทยาลัย มากกว่าที่จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับจำนวนประชากรภายในมหาวิทยาลัย อีกทั้งอัตราการผลิตขยะมูลฝอยในอนาคตนี้ไม่น่าที่จะมีการเปลี่ยนแปลงตามผลิตภัณฑ์มวลรวม (Gross Domestic Product, GDP) เหมือนเช่นชุมชนทั่วๆไป เนื่องจากเป็นสถานศึกษาซึ่งมีกระบวนการและกิจกรรมที่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยเหมือนกันในรูปแบบเดิมทุกๆปีการศึกษา ดังนั้น ในการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตจึงได้มีการกำหนดอัตราการผลิตขยะมูลฝอยต่อคน ที่มีค่าเท่ากันทุกปี ตลอดในช่วง 10 ปีข้างหน้า

สำหรับการประมาณการณ์ หาความต้องการถังรองรับขยะมูลฝอยในแต่ละปีนั้น เป็นการออกแบบถังรองรับขยะมูลฝอย ให้มีจำนวนเพียงพอที่จะรองรับขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของช่วงเปิดการศึกษาได้ เนื่องจากช่วงเปิดการศึกษามีปริมาณขยะมูลฝอยมากกว่าช่วงปิดการศึกษา โดยกำหนดให้ ถังรองรับขยะมูลฝอยที่ใช้ คือ ถังพลาสติกขนาด 120 ลิตร ลักษณะเดียวกับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เนื่องจาก มีความทนทาน ไม่เป็นสนิม มีน้ำหนักเบา สะดวกในการเคลื่อนย้ายและขนส่ง พร้อมทั้งมีฝาปิดมิดชิด สามารถป้องกันน้ำฝนและสัตว์คุ้ยเขี่ยหาอาหารได้ และออกแบบให้ถังแต่ละ

ใบบรรจุขยะมูลฝอยร้อยละ 50 ของปริมาตรในสภาวะวันปกติ เพื่อป้องกันปัญหาขยะมูลฝอยล้นหรือตกหล่นนอกภาชนะ ในกรณีฉุกเฉินหรือในวันที่อาจจะมีปริมาณขยะมูลฝอยมากกว่าปกติเป็นพิเศษ

กำหนดให้จุดที่ตั้งถังขยะทั้งหมด ในมหาวิทยาลัยมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 115 จุด ตามตารางที่ 4.8 ซึ่งจะสังเกตุเห็นว่า จุดที่ตั้งถังรองรับขยะมูลฝอยส่วนใหญ่นั้นตั้งอยู่ตามอาคาร ซึ่งประกอบไปด้วย กลุ่มอาคารเพื่อการเรียนการสอน กลุ่มอาคารสำนักงาน กลุ่มร้านอาหารและร้านค้า กลุ่มสนามกีฬา และกลุ่มที่พักอาศัย โดยไม่มีการวางถังรองรับขยะมูลฝอยริมถนน หรือตามข้างทางเหมือน ชุมชนหรือพื้นที่อื่นๆ เนื่องจากลักษณะการกระจายตัว ของสถานที่ต่างๆในมหาวิทยาลัยนั้นตั้งอยู่ห่างกัน การเดินทางส่วนใหญ่ต้องใช้ยานพาหนะ กิจกรรมและการผลิตขยะมูลฝอยเกิดขึ้นในตัวอาคารเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็น ในการตั้งถังรองรับขยะมูลฝอยตามริมถนน ยกเว้นในพื้นที่บ้านพักบุคลากร ที่บ้านหลายหลังมีการใช้ถังรองรับขยะมูลฝอยร่วมกัน และตามจุดรอรถประจำทาง ซึ่งมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นจากผู้รอรถหรือผู้ลงจากรถ นอกจากนั้นแล้วความต้องการถังรองรับขยะมูลฝอยเหล่านี้ ได้รวมถึงถังสำหรับรวบรวมขยะอันตรายไว้แล้ว ตามสถานที่ต่างๆดังตารางที่ 4.8 อย่างน้อยสถานที่ละ 1 ถัง รวมทั้งสิ้น 12 จุด เพื่อเป็นการแยกขยะอันตรายออกจากขยะทั่วไป ให้เกิดความปลอดภัย และสะดวกในการเก็บรวบรวมและนำไปกำจัดต่อไป

4.3.2 การเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัย ควรทำการเก็บขนเพื่อนำไปกำจัดทุกวัน เพื่อป้องกันเศษอาหารซึ่งเป็นขยะมูลฝอยส่วนใหญ่ เน่าเปื่อยสะสมอยู่ในถังรองรับ เพราะนอกจากจะส่งกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารังเกียจแล้ว ยังจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์พาหะนำโรคต่างๆ และถ้าปล่อยให้ขยะมูลฝอยมีมากจนล้นถังรองรับแล้ว จะมีสัตว์มาคุ้ยเขี่ยหาอาหาร ก่อให้เกิดความสกปรกอีกด้วย ดังนั้นรถเก็บขนขยะมูลฝอย จึงต้องมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอย ที่เกิดขึ้นในแต่ละวันได้หมด โดยตารางที่ 4.9 แสดงจำนวนรถเก็บขนขยะมูลฝอย ที่สามารถเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยที่คาดว่า จะเกิดขึ้นในอนาคตได้หมดทั้งมหาวิทยาลัยในแต่ละวัน ซึ่งพิจารณาจากเงื่อนไขที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

- รถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้ คือรถเปิดข้างเทท้ายความจุ 18 ลูกบาศก์เมตร
- รถเก็บขนขยะมูลฝอยทำการวิ่งเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย และขนส่งขยะมูลฝอยไปยังแหล่งกำจัด วันละเที่ยว
- ความหนาแน่นขณะขนส่งของขยะมูลฝอย คือ 100 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
- ถังบรรทุกขยะมูลฝอย ของรถแต่ละคันมีความจุสูงสุด ประมาณร้อยละ 77 โดยปริมาตร คือบรรทุกขยะมูลฝอยได้มากที่สุด 14 ลูกบาศก์เมตร
- รถเก็บขนขยะมูลฝอยนี้มีอายุการใช้งาน 7 ปี

ตารางที่ 4.8 จำนวนจุดที่ตั้งถังขยะ และจำนวนถังขยะขั้นต่ำ ที่ต้องการในแต่ละสถานที่

ลำดับที่	สถานที่	จำนวนจุดที่ตั้ง	จำนวนถังขยะขั้นต่ำ (ถัง)
1	อาคารบริหารและจุดรอรถประจำทาง*	3	8
2	อาคารเรียนรวมและจุดรอรถประจำทาง*	7	10
3	อาคารวิชาการ*	2	6
4	อาคารบรรณสารและจุดรอรถประจำทาง*	2	5
5	อาคารศูนย์เครื่องมือและวิทยาศาสตร์ 1-7 และจุดรอรถประจำทาง*	8	15
6	เรือนพักบุคลากร 1-8 และจุดรอรถประจำทาง*	9	19
7	กลุ่มบ้านพักบุคลากร*	21	44
8	กลุ่มหอพักนักศึกษา 1-15 ร้านค้าและจุดรอรถประจำทาง*	30	59
9	อาคารเอนกประสงค์ 1 และเรือนพักบุคลากร	2	4
10	อาคารประปา	1	1
11	อาคารจักรกลเกษตร	1	1
12	อาคารโรงนม	1	3
13	อาคารโรงงานอาหารสัตว์	1	2
14	อาคารสำนักงานฟาร์ม*	2	3
15	อาคารสัตว์ทดลอง	1	1
16	อาคารสถาบันวิจัยและพัฒนา	1	2
17	อาคารกิจกรรม*	3	6
18	อาคารกีฬาภิรมย์	1	1
19	อาคารสุรพลากีฬาสถาน	1	2
20	สนามเทนนิส	1	1
21	อาคารโรงอาหารกลาง และจุดรอรถประจำทาง	4	6

* คือ สถานที่ที่มีการตั้งถังรวบรวมขยะอันตราย

เป็นที่สังเกตุว่า ในการออกแบบการเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอยนี้ ได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของรถเก็บขนขยะมูลฝอย จากเดิมประกอบด้วย รถ 6 ล้อเปิดข้างเททท้ายความจุ18 ลูกบาศก์เมตร 1 คัน และรถ 4 ล้อ ความจุ 4.5 ลูกบาศก์เมตรอีก 1 คัน ไปเป็นการเลือกใช้รถ 6 ล้อเปิดข้างเททท้ายความจุ 18 ลูกบาศก์เมตรทั้งหมด 2 คัน เนื่องจาก แม้ว่าในปี พ.ศ. 2545 การเลือกใช้รถ 6 ล้อเปิดข้างเททท้ายความจุ 18 ลูกบาศก์เมตรทั้ง 2 คัน จะมีค่าใช้จ่ายตลอดทั้งปี รวมเป็นเงินประมาณ 3,607,318 บาท ซึ่งมากกว่าการเลือกใช้รถ 6 ล้อ และ 4 ล้อ อย่างละคัน ที่มีค่าใช้จ่ายเพียงประมาณ2,433,911 บาท แต่เมื่อพิจารณาในระยะยาวแล้ว การใช้รถเก็บขนขยะมูลฝอย 4 ล้อนั้น ไม่มีความจุที่เพียงพอต่อการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยที่จะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต ซึ่งส่งผลให้ต้องมีการเพิ่มจำนวนรถ หรือเพิ่มจำนวนเที่ยวสำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอย ทำให้รถมีอายุการใช้งานสั้นลงกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย ทั้งจากค่าจัดซื้อรถ ค่าดูแลรักษาและซ่อมบำรุง รวมทั้งค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนรถ จำนวนเที่ยวและระยะทางในการปฏิบัติงานที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การเลือกใช้รถ 6 ล้อทั้งหมดนั้น ถึงแม้จะมีค่าใช้จ่ายสูงในครั้งแรก แต่รถเหล่านี้ก็ยังมีความจุที่สามารถรองรับ การเก็บขนขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้อีกหลายปี โดยไม่ต้องเพิ่มจำนวนรถหรือจำนวนเที่ยวในการปฏิบัติงาน ดังนั้นในการออกแบบการเก็บขนขยะมูลฝอยในปี พ.ศ. 2545 นี้จึงได้เลือกใช้รถ 6 ล้อเปิดข้างเททท้ายทั้ง 2 คัน เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ อย่างต่อเนื่องต่อไปในอนาคตได้ด้วย

จากการกำหนดเส้นทางการปฏิบัติงานของรถเก็บขนขยะมูลฝอย เพื่อให้รถเก็บขนขยะมูลฝอยใช้ระยะทางน้อยที่สุด สำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัย และเป็นการประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการออกแบบเส้นทางนี้ เป็นการปรับปรุงเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในปัจจุบัน คือ ปี พ.ศ. 2545 ซึ่งจากตารางที่ 4.9 ได้กำหนดให้ใช้รถเก็บขนขยะมูลฝอย 2 คัน ดังนั้น การออกแบบเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย ให้ครอบคลุมขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดในมหาวิทยาลัย จึงแบ่งออกได้เป็น 2 เส้นทาง โดยมีหลักเกณฑ์ในการออกแบบเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย ดังต่อไปนี้ คือ

- ควรเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ในแต่ละเส้นทาง
- ควรใช้ระยะทางในการเก็บขนขยะมูลฝอย ใกล้เคียงกันในแต่ละเส้นทาง
- ควรกำหนดให้มีเส้นทางที่ซ้ำกันน้อยที่สุด
- จุดแรกที่ทำการเก็บขน ควรเป็นจุดที่อยู่ใกล้สถานีจอดรถ
- หลีกเลี่ยงการเลี้ยวขวา ควรให้มีการเลี้ยวซ้ายตรงทางแยกให้มากที่สุด

จากการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย โดยกำหนดหลักเกณฑ์ตามที่ได้กล่าวถึงไปแล้วนั้น พบว่ามีเส้น

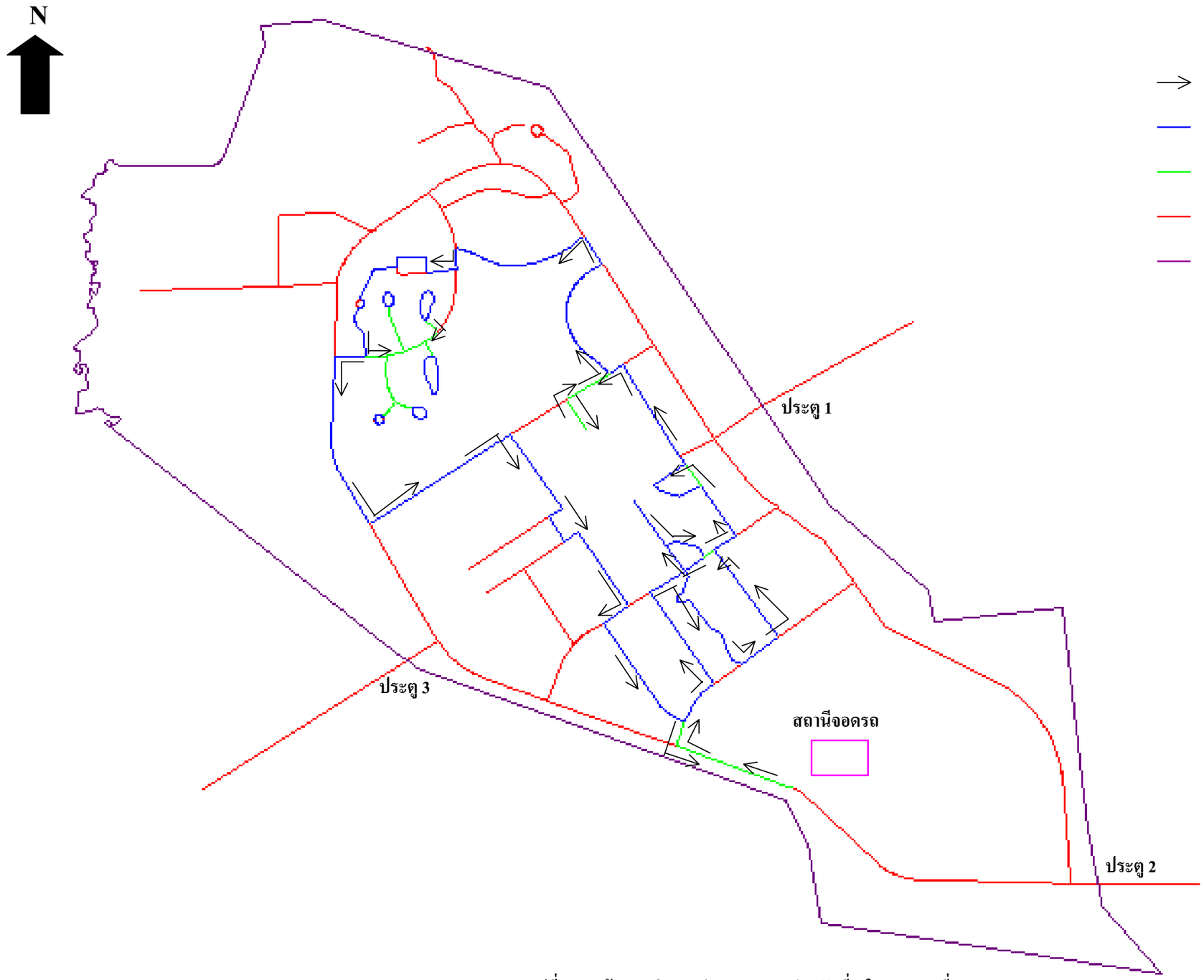
ทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสม 3 ทางเลือก โดยแต่ละทางเลือกประกอบด้วยรถเก็บขน 2 คัน ที่ปฏิบัติงานใน 2 เส้นทาง ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยและความต้องการรถเก็บขนขยะมูลฝอย

ปี	ปริมาณขยะมูลฝอย			จำนวนรถเก็บขยะ		หมายเหตุ
	เปิดภาค	ปิดภาค	รวม	เปิดภาค	ปิดภาค	
	(กิโลกรัม/วัน)	(กิโลกรัม/วัน)	(ตัน/ปี)	(คัน)	(คัน)	
2545	2,511	2,075	890.5	2	2	ซื้อรถใหม่ 2 คัน
2546	2,995	2,501	1,063.7	3	2	ซื้อรถใหม่ 1 คัน
2547	3,598	2,855	1,268.8	3	3	
2548	4,051	3,142	1,424.1	3	3	
2549	4,332	3,365	1,523.4	4	3	ซื้อรถใหม่ 1 คัน
2550	4,723	3,862	1,672.4	4	3	
2551	4,924	4,204	1,754.1	4	3	รถหมดอายุ 2 คัน
2552	5,007	4,290	1,784.7	4	4	หมดอายุ 1 คัน/ซื้อใหม่ 2 คัน
2553	5,060	4,323	1,802.8	4	4	หมดอายุ 1 คัน/ซื้อใหม่ 1 คัน
2554	5,103	4,351	1,817.5	4	4	

(1) เส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย ทางเลือกที่ 1

รถคันที่ 1 มีเส้นทางการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้ คือ เริ่มออกจากสถานีจอดรถแล้วทำการเก็บที่อาคารสุรพัฒน์ 4 เป็นจุดแรก และเดินทางไปจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยที่ศูนย์ Synchrotron, อาคารเครื่องมือ 7, โรงอาหารกลาง, อาคารวิชาการ, อาคารวิจัย, อาคารขนส่ง, สุรพัฒน์ 1-2, สุรสัมมนาคาร, อาคารบริหาร, อาคารเรียนรวม, อาคารกิจกรรม, กลุ่มอาคารสถานกีฬา, สนามเทนนิส ตามลำดับ แล้วเดินทางไปเก็บขยะมูลฝอยในกลุ่มบ้านพักบุคลากร โดยเริ่มตั้งแต่ซอย สุรนิวาส 1, 3, 5, 2 และ 4 ตามลำดับ แล้วจึงไปทำการเก็บขนขยะมูลฝอยที่โรงอาหารอาคารเรียนรวม, บรรณสาร และทำการเก็บขยะมูลฝอยที่กลุ่มอาคารศูนย์เครื่องมือ เป็นจุดสุดท้าย ก่อนที่จะขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด ดังได้แสดงเส้นทางในรูปที่ 4.14 รวมแล้วทำการจอดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมด 53 จุด โดยรถจะมีการวิ่งซ้ำเส้นทางเดิมที่ได้วิ่งผ่านไปแล้ว เป็นระยะทาง



รูปที่ 4-14 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 1 ในแนวทางที่ 1

ประมาณ 2.3 กิโลเมตร และใช้ระยะทางรวมทั้งหมด 19 กิโลเมตร และมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย 30.2 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง

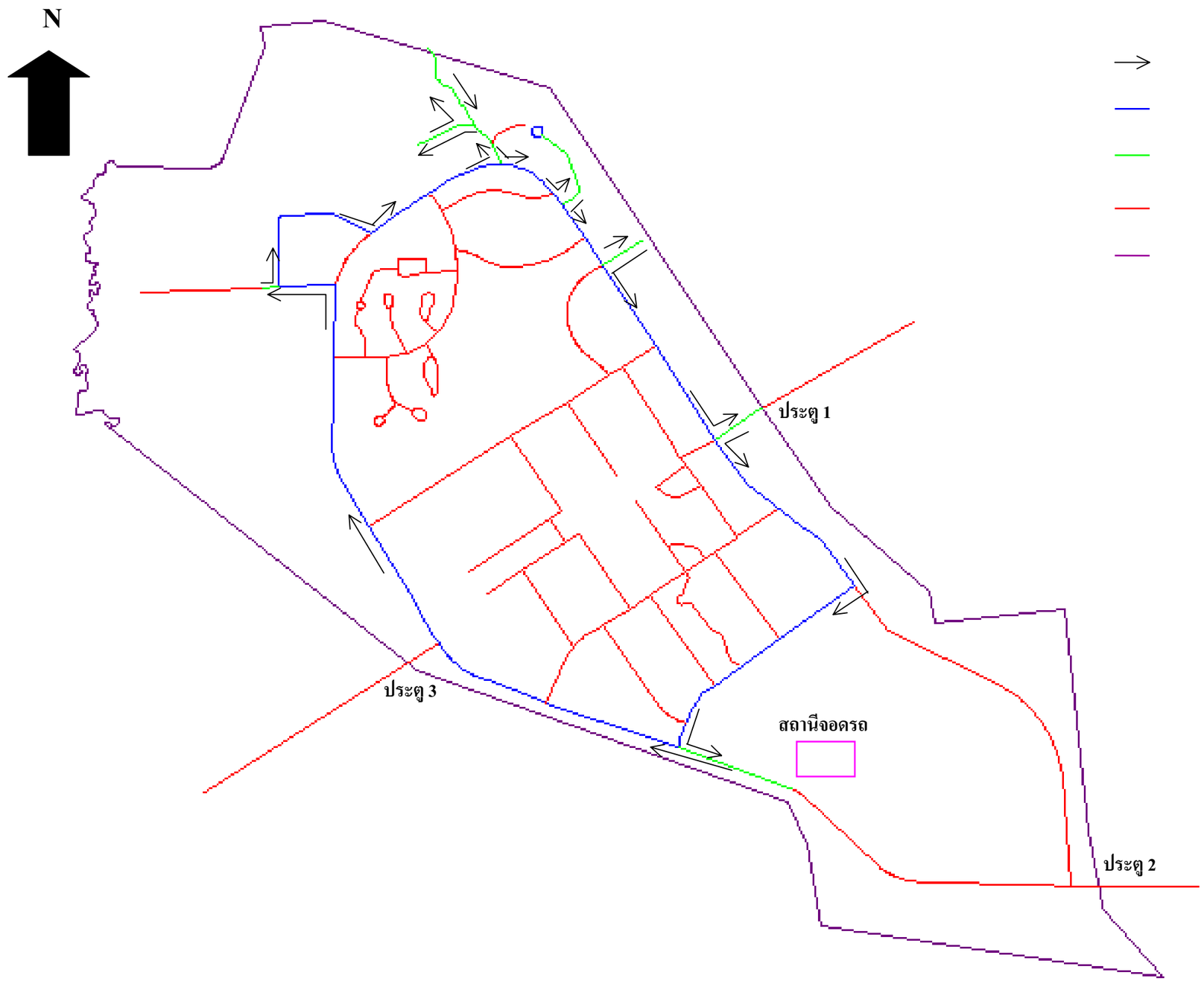
รถคันที่ 2 มีเส้นทางการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้ คือ เริ่มออกจากสถานีจอดรถ แล้วทำการเก็บที่อาคารสัตว์ทดลอง เป็นจุดแรก และเดินทางไปจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยที่ สำนักงานฟาร์ม, โรงงานอาหารสัตว์, โรงนม, อาคารจักรกลเกษตร, อาคารประปา, กลุ่มหอพักชาย 7-13, กลุ่มหอพักหญิง 1-6 , อาคารเอนกประสงค์ 1-2, หอพัก 14-15 ตามลำดับ แล้วจึงทำการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ อาคารรักษาความปลอดภัย เป็นจุดสุดท้าย ก่อนที่จะขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด ดังได้แสดงเส้นทางในรูปที่ 4.15 รวมแล้วทำการจอดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมด 28 จุด โดยรถจะมีการวิ่งซ้ำเส้นทางเดิมที่ได้วิ่งผ่านไปแล้ว เป็นระยะทางประมาณ 2.8 กิโลเมตร และใช้ระยะทางรวมทั้งหมด 14.6 กิโลเมตร โดยมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย 43.3 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง

การเก็บขนขยะมูลฝอยทั้ง 2 เส้นทางมีระยะทางรวม 33.6 กิโลเมตร และเป็นที่สังเกตว่ารถคันที่ 1 มีระยะทางรวมในการเก็บขนขยะมูลฝอย มากกว่ารถคันที่ 2 ประมาณ 4 กิโลเมตร ซึ่งถึงแม้การออกแบบเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยนี้ ควรให้รถแต่ละคัน ใช้ระยะทางใกล้เคียงกัน แต่ต้องคำนึงถึงความสามารถในการบรรทุกขยะมูลฝอย ที่เก็บรวบรวมมาได้ด้วย ซึ่งจากเส้นทางที่ได้กำหนดไว้นี้ รถทั้ง 2 คัน จะสามารถเก็บขนขยะมูลฝอยได้ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

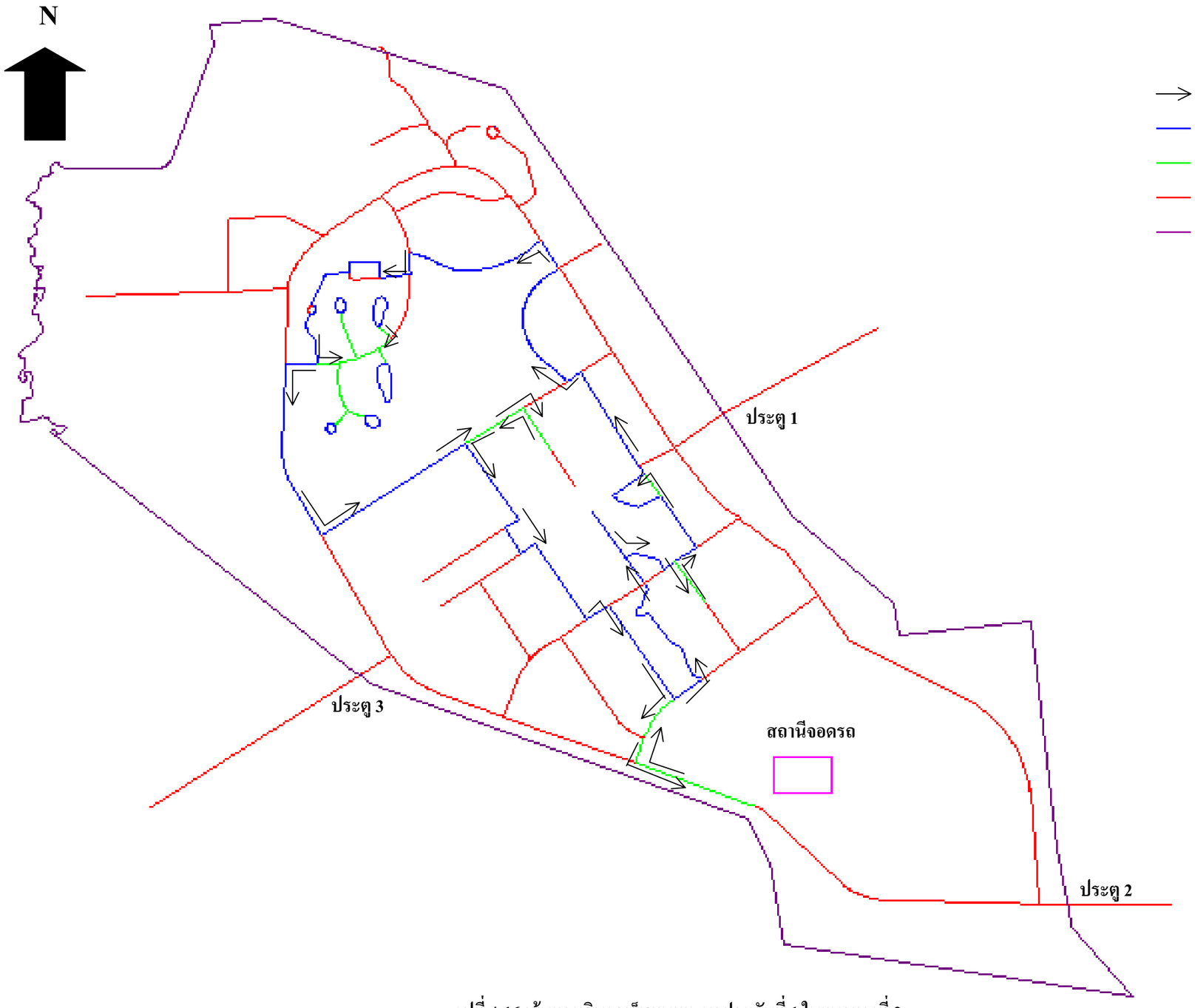
(2) เส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย ทางเลือกที่ 2

รถคันที่ 1 มีเส้นทางการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้ คือ เริ่มออกจากสถานีจอดรถ แล้วทำการเก็บที่อาคารสุรพัฒน์ 4 เป็นจุดแรก และเดินทางไปจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยที่อาคารเครื่องมือ 7, โรงอาหารกลาง, อาคารวิชาการ, อาคารวิจัย, อาคารขนส่ง, สุรพัฒน์ 1-2, สุรสัมมนาคาร, อาคารบริหาร, กลุ่มอาคารสถานกีฬา, สนามเทนนิส ตามลำดับ แล้วเดินทางไปเก็บขยะมูลฝอยในกลุ่มบ้านพักบุคลากร โดยเริ่มตั้งแต่ซอย สุรนิวาส 1, 3, 5, 2 และ 4 ตามลำดับ แล้วจึงไปทำการเก็บขนขยะมูลฝอยที่อาคารกิจกรรม, อาคารเรียนรวม, โรงอาหารอาคารเรียนรวม, บรรณสาร, กลุ่มอาคารศูนย์เครื่องมือ และทำการเก็บขยะมูลฝอยที่ ศูนย์ Synchrotron เป็นจุดสุดท้าย ก่อนที่จะขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด ดังได้แสดงเส้นทางในรูปที่ 4.16 รวมแล้วทำการจอดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมด 53 จุด โดยรถจะมีการวิ่งซ้ำเส้นทางเดิมที่ได้วิ่งผ่านไปแล้ว เป็นระยะทางประมาณ 2.8 กิโลเมตร และใช้ระยะทางรวมทั้งหมด 17 กิโลเมตร และมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย 33.7 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง

รถคันที่ 2 มีเส้นทางการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้ คือ เริ่มออกจากสถานีจอดรถ แล้วทำการเก็บที่อาคารสัตว์ทดลองเป็นจุดแรก และเดินทางไปจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยที่โรง



รูปที่ 4-15 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 2 ในแนวทางที่ 1



รูปที่ 4-16 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 1 ในแนวทางที่ 2

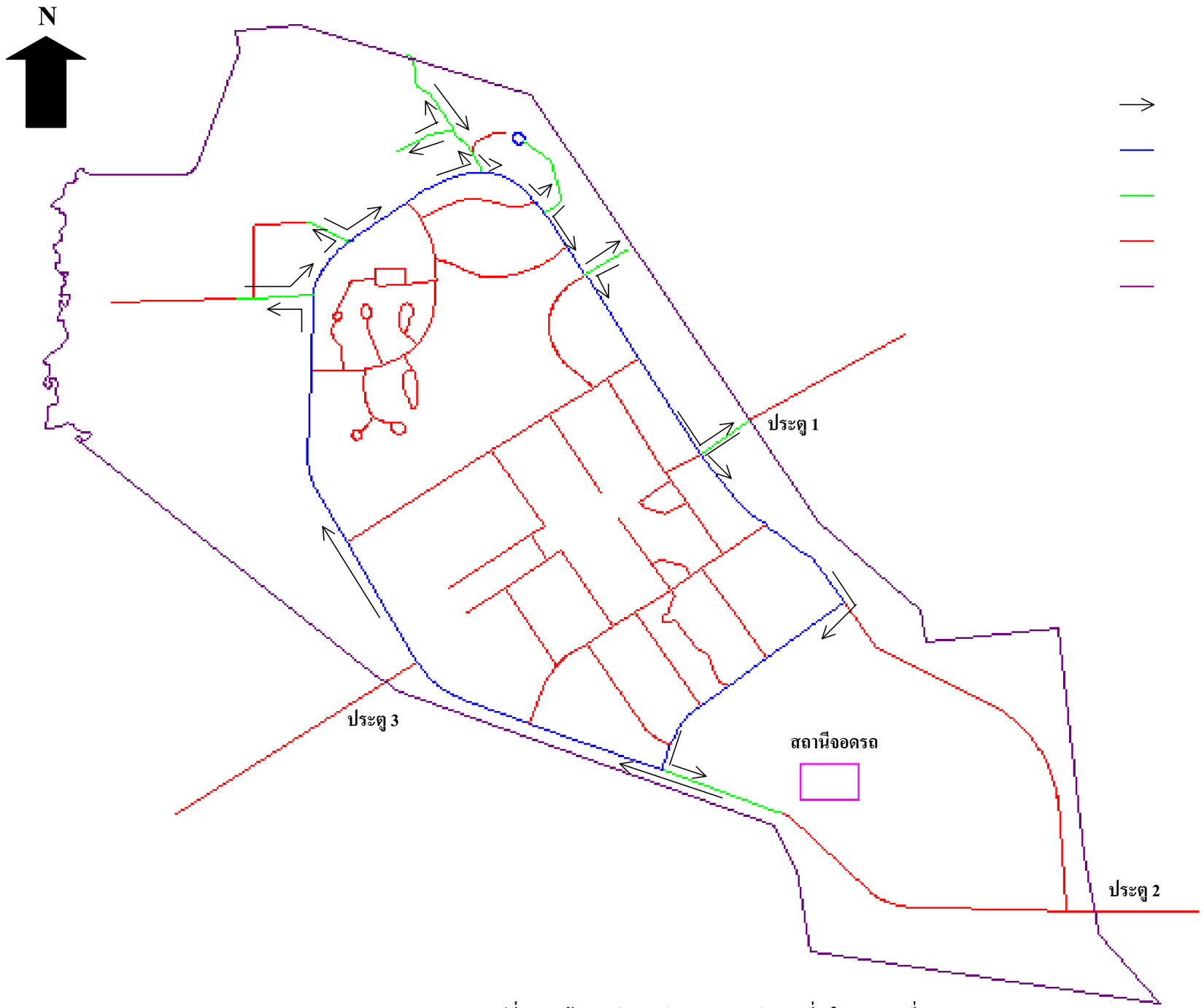
งานอาหารสัตว์, โรงนม, สำนักงานฟาร์ม, อาคารจักรกลเกษตร, อาคารประปา, กลุ่มหอพักชาย 7-13, กลุ่มหอพักหญิง 1-6 , อาคารเอนกประสงค์ 1-2, หอพัก 14-15 ตามลำดับ แล้วจึงทำการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ อาคารรักษาความปลอดภัย เป็นจุดสุดท้าย ก่อนที่จะขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด ดังได้แสดงเส้นทางในรูปที่ 4.17 รวมแล้วทำการจอดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมด 28 จุด โดยรถจะมีการวิ่งซ้ำเส้นทางเดิมที่ได้วิ่งผ่านไปแล้ว เป็นระยะทางประมาณ 3.3 กิโลเมตร และใช้ระยะทางรวมทั้งหมด 15 กิโลเมตร โดยมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย 42.2 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง

รวมแล้วทั้ง 2 เส้นทางมีระยะทางรวม 32 กิโลเมตร ซึ่งรถคันที่ 1 มีระยะทางรวมในการเก็บขนขยะมูลฝอย มากกว่ารถคันที่ 2 ประมาณ 2 กิโลเมตร ถึงแม้การออกแบบเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยนี้ ควรให้รถแต่ละคัน ใช้ระยะทางใกล้เคียงกัน แต่จากเส้นทางที่ได้กำหนดไว้นี้ รถทั้ง 2 คัน จะสามารถเก็บขนขยะมูลฝอยได้ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

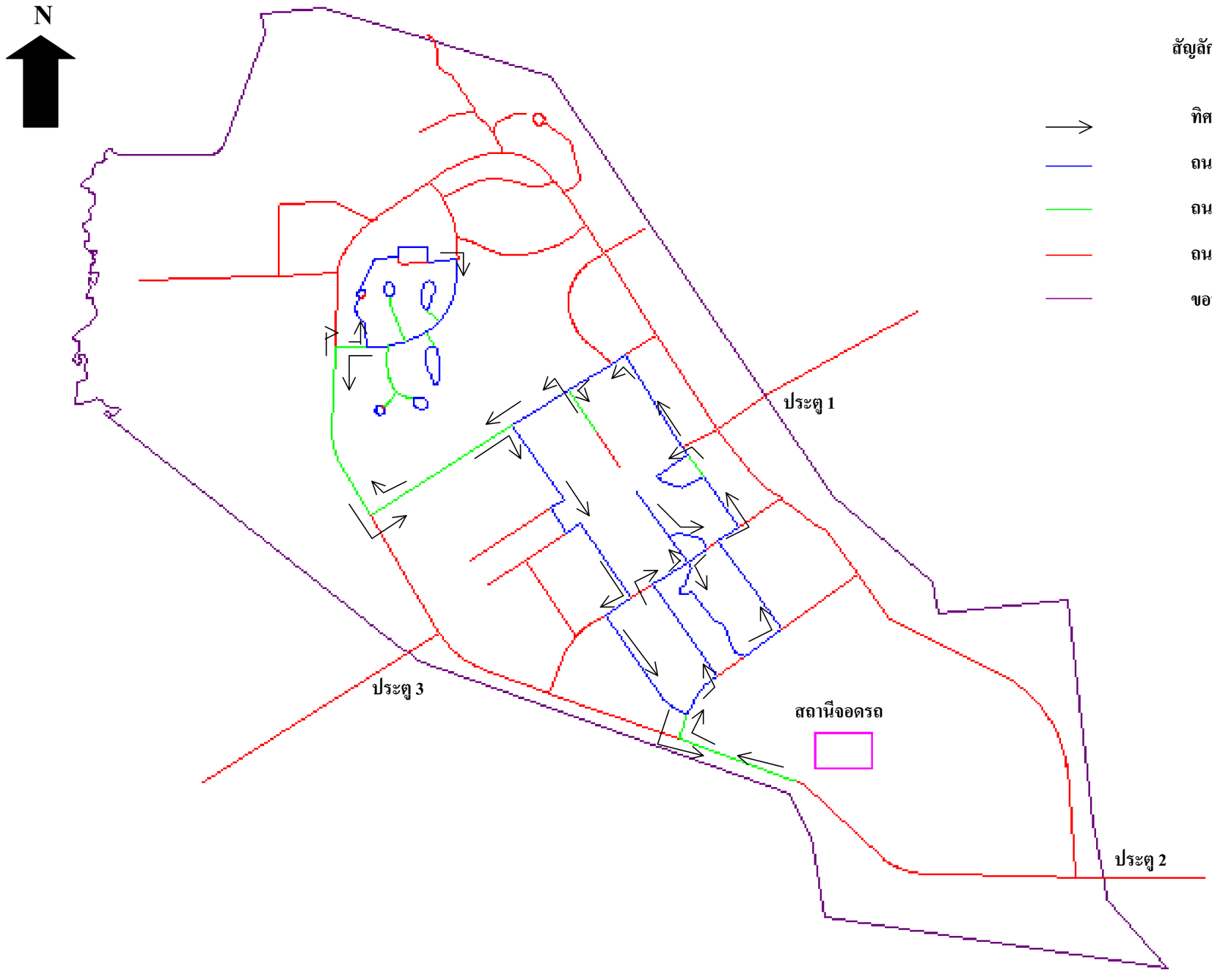
(3) เส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย ทางเลือกที่ 3

รถคันที่ 1 มีเส้นทางการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้ คือ เริ่มออกจากสถานีจอดรถ แล้วทำการเก็บที่อาคารสุรพัฒน์ 4 เป็นจุดแรก และเดินทางไปจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยที่โรงอาหารกลาง, อาคารวิชาการ, อาคารวิจัย, อาคารขนส่ง, อาคารเครื่องมือ 7, สุรพัฒน์ 1-2, สุรสัมมนาคาร, อาคารบริหาร, อาคารกิจกรรม, อาคารเรียนรวม ตามลำดับ แล้วเดินทางไปเก็บขยะมูลฝอยในกลุ่มบ้านพักบุคลากร โดยเริ่มตั้งแต่ซอย สุรนิวาส 1, 5, 4, 3 และ 2 ตามลำดับ แล้วจึงกลับเส้นทางเดิม ไปทำการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ โรงอาหารอาคารเรียนรวม, บรรณสาร และทำการเก็บขยะมูลฝอยที่ กลุ่มอาคารศูนย์เครื่องมือ เป็นจุดสุดท้าย ก่อนที่จะขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด ดังได้แสดงเส้นทางในรูปที่ 4.18 รวมแล้วทำการจอดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมด 50 จุด โดยรถจะมีการวิ่งซ้ำเส้นทางเดิมที่ได้วิ่งผ่านไปแล้ว เป็นระยะทางประมาณ 3.4 กิโลเมตร และใช้ระยะทางรวมทั้งหมด 16.1 กิโลเมตร ซึ่งจะมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย 37.3 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง

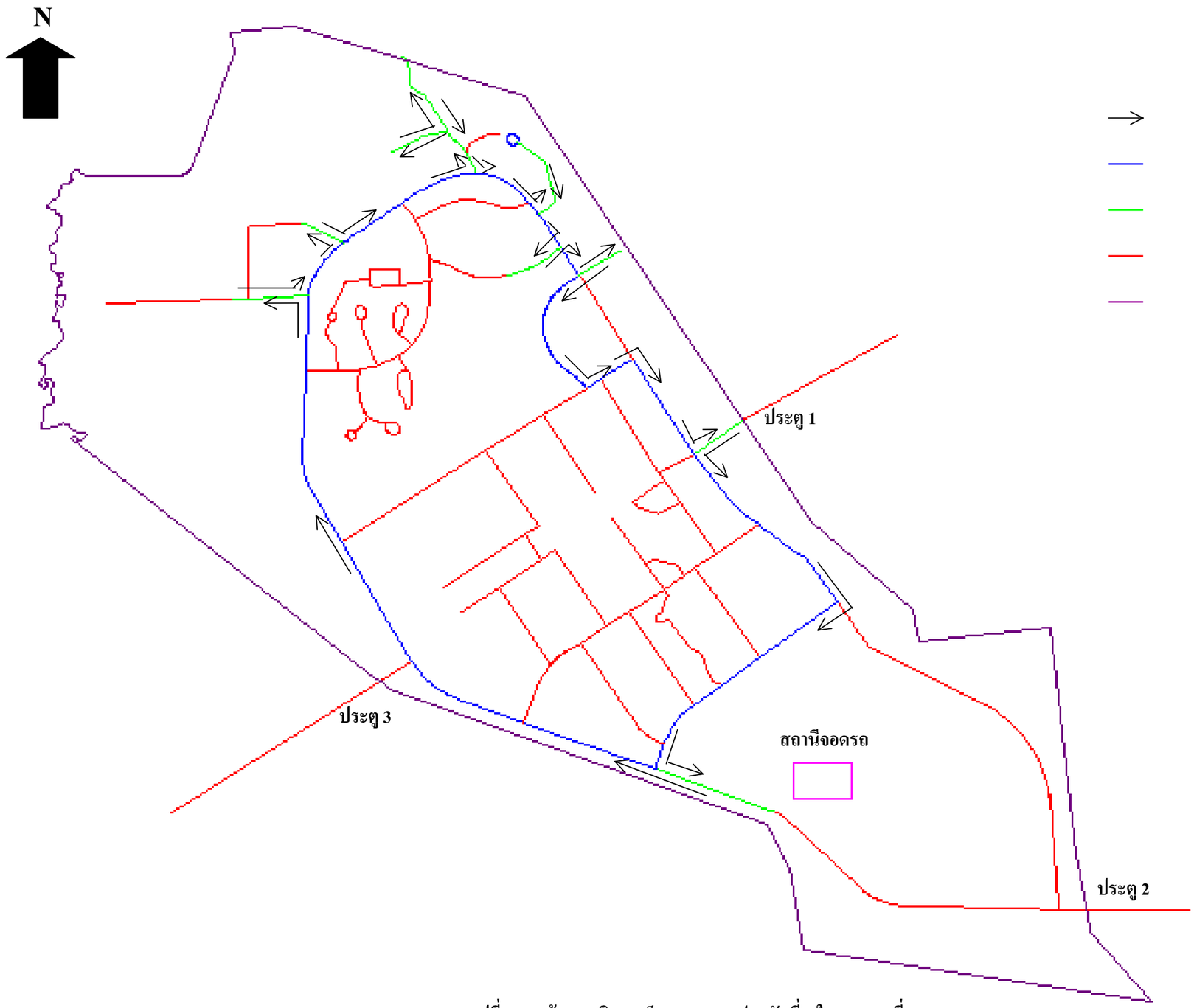
รถคันที่ 2 มีเส้นทางการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้ คือ เริ่มออกจากสถานีจอดรถ แล้วทำการเก็บที่อาคารสัตว์ทดลอง เป็นจุดแรก และเดินทางไปจอดเพื่อเก็บขนขยะมูลฝอยที่ โรงงานอาหารสัตว์, โรงนม, สำนักงานฟาร์ม, อาคารจักรกลเกษตร, อาคารประปา, กลุ่มหอพักชาย 7-13, กลุ่มหอพักหญิง 1-6 , อาคารเอนกประสงค์ 1-2, หอพัก 14, สนามเทนนิส, หอพัก 15 และกลุ่มอาคารสถานกีฬา ตามลำดับ แล้วจึงทำการเก็บขนขยะมูลฝอยที่ อาคารรักษาความปลอดภัย เป็นจุดสุดท้าย ก่อนที่จะขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด ดังได้แสดงเส้นทางในรูปที่ 4.19 รวมแล้วทำการจอดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมด 31 จุด โดยรถจะมีการวิ่งซ้ำเส้นทางเดิมที่ได้วิ่งผ่านไปแล้ว เป็นระยะทางประมาณ 3.6 กิโลเมตร และใช้ระยะทางรวมทั้งหมด 16.3 กิโลเมตร โดยมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย 37.1 กิโลกรัม/กิโลเมตร-ชั่วโมง



รูปที่ 4-17 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 2 ในแนวทางที่ 2



รูปที่ 4-18 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 1 ในแนวทางที่ 3



รูปที่ 4-19 เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยคันที่ 2 ในแนวทางที่ 3

รวมแล้วทั้ง 2 เส้นทาง มีระยะทางรวม 32.4 กิโลเมตร และทั้ง 2 เส้นทางมีระยะทางในการปฏิบัติงาน และความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยใกล้เคียงกัน

จากทั้ง 3 ทางเลือก พบว่าทางเลือกที่ 3 ซึ่งมีระยะทางในการปฏิบัติงานรวมทั้งหมดคือ 32.4 กิโลเมตร เป็นเส้นทางที่มีเหมาะสมที่สุด เนื่องจาก รถทั้ง 2 คันมีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย ใกล้เคียงกัน ซึ่งถึงแม้ว่าทางเลือกที่ 2 จะมีระยะทางรวมน้อยที่สุด และน้อยกว่าทางเลือกที่ 3 เป็นระยะทาง 400 เมตร แต่รถทั้ง 2 คัน มีความสามารถในการเก็บขนขยะมูลฝอยเฉลี่ย แตกต่างกัน ดังนั้น ทางเลือกที่ 3 จึงเป็นเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยในปัจจุบัน ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

อย่างไรก็ตาม ตามหลักเกณฑ์ในการกำหนดเส้นทางเก็บขน ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (เกรียงศักดิ์,2537) ยังมีรายละเอียดอื่นๆ ที่ต้องนำมาพิจารณาอีก แต่เนื่องจากเส้นทางเดินรถในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีข้อแตกต่างไปจากถนนหรือเส้นทางเดินรถในชุมชนทั่วไป จึงไม่ต้องนำหลักเกณฑ์บางประการมาพิจารณา เช่น การเก็บขนขยะมูลฝอยควรหลีกเลี่ยงช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อป้องกันการเสียเวลา จากปัญหาการจราจร เป็นต้น แต่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีจุดที่ต้องเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย และตรอกซอยไม่มาก อีกทั้งไม่มีสัญญาณไฟจราจร จึงไม่ต้องมีการหยุดรอสัญญาณไฟเป็นเวลานาน และยังไม่มียานพาหนะเดินทางในช่วงเวลาเร่งด่วน เป็นปริมาณมากถึงขั้นเกิดการจราจรติดขัด ดังนั้น ระยะเวลาที่ใช้การเก็บขนขยะมูลฝอยจึงไม่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา

การเก็บขนขยะมูลฝอยนี้ ได้กำหนดให้มีการปฏิบัติงานในช่วงเช้า เริ่มตั้งแต่เวลา 8:00 นาฬิกา เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่สามารถเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยได้ทั้งหมด เพราะโดยส่วนใหญ่ การนำขยะมูลฝอยมาทิ้งในภาชนะรวบรวมนั้น มักจะกระทำในช่วงเวลาตั้งแต่ 7:00-8:00 นาฬิกา เช่น ในกลุ่มหอพักนักศึกษา แม่บ้านจะเริ่มการทำงานและรวบรวมขยะมูลฝอยบนหอพักเพื่อนำมาทิ้งในถังขยะรวมของแต่ละหอ ในช่วงเวลา 7:30-8:00 นาฬิกา ในกลุ่มอาคารสำนักงาน ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน นอกจากนั้น ในกลุ่มของโรงอาหารจะมีการปรุงอาหารในช่วงเช้าตรู่ และจะทำการรวบรวมของเหลือ และเศษวัตถุดิบในการปรุงอาหารมาทิ้ง ในช่วงเวลา 7:00-8:00 นาฬิกา ดังนั้น การเก็บขนขยะมูลฝอย โดยเริ่มตั้งแต่เวลา 8:00 นาฬิกา จึงเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด

4.3.3 การกำจัดขยะมูลฝอย

ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ในปัจจุบัน มี 3 ระบบ คือ การฝังกลบสุขาภิบาล, การหมักทำปุ๋ย และ การเผาในเตาเผา ซึ่งแต่ละระบบมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไปในด้านวิธีการดำเนินงาน ความรู้และเทคโนโลยี ความยืดหยุ่นของระบบ รวมไปถึงการลงทุนและค่าใช้จ่าย ดังตารางที่ 4.10 ที่ได้ทำการสรุปข้อเปรียบเทียบ ระหว่างการกำจัดขยะมูลฝอยแต่ละวิธี

ตารางที่ 4.10 สรุปข้อเปรียบเทียบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย โดยการเผา การหมักปุ๋ยและการฝัง

ข้อพิจารณา	วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย		
	การเผา	การหมักทำปุ๋ย	การฝังกลบ
1. ด้านเทคนิค			
1.1 ความยากง่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง	- ขึ้นอยู่กับการเลือกประเภทของเตาเผา - ขึ้นอยู่กับการเลือกประเภทของเตาเผา	-ใช้เทคโนโลยีพื้นฐานและภูมิปัญญาชาวบ้าน - เจ้าหน้าที่ควบคุมมีความเข้าใจในกระบวนการ	- ใช้เทคโนโลยีไม่สูง - เจ้าหน้าที่ควบคุมมีระดับความรู้ธรรมดา
1.2 ประสิทธิภาพในการกำจัด			
- ปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดได้	- ลดปริมาตรได้ 60-65% ที่เหลือต้องนำไปฝังกลบ	- ลดปริมาตรได้ 30-35% ที่เหลือต้องนำไปฝังกลบ	- สามารถกำจัดได้ 100 %
- ความสามารถในการฆ่าเชื้อ	- กำจัดได้ 100 %	- กำจัดได้ 70 %	- กำจัดได้เพียงเล็กน้อย
1.3 ความยืดหยุ่นของระบบ	- ต่ำ	- ต่ำ	- สูง
1.4 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม			
- น้ำผิวดิน	- ไม่มี	- มีความเป็นไปได้	- มีความเป็นไปได้
- น้ำใต้ดิน	- ไม่มี	- มีความเป็นไปได้	- มีความเป็นไปได้
- อากาศ	- มี	- มีความเป็นไปได้	- มีความเป็นไปได้
- กลิ่น แมลง พาหะนำโรค	- ไม่มี	- อาจมีปัญหากลิ่นแมลง	- มี

ตารางที่ 4.10 สรุปข้อเปรียบเทียบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย โดยการเผา การหมักปุ๋ยและการฝัง (ต่อ)

ข้อพิจารณา	วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย		
	การเผา	การหมักทำปุ๋ย	การฝังกลบ
1.5 ลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย	- เป็นสารที่เผาไหม้ได้ มีค่าความร้อน LSCV ไม่ต่ำกว่า 1,000 J/g และค่าความชื้นไม่ต่ำกว่า 40 %	- เป็นสารที่ย่อยสลายได้ โดยมีความชื้น 50-70 %	- รับขยะมูลฝอยได้เกือบทุกประเภท ยกเว้น ขยะมูลฝอยติดเชื้อ หรือสารพิษ
1.6 ขนาดที่ดิน	- ใช้เนื้อที่น้อย	- ใช้เนื้อที่ปานกลาง	- ใช้เนื้อที่มาก
2. ด้านเศรษฐกิจ			
2.1 เงินลงทุนในการก่อสร้าง	- ขึ้นอยู่กับการเลือกประเภทของเตาเผา	- ปานกลาง	- ค่อนข้างต่ำ
2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง	- ขึ้นอยู่กับการเลือกประเภทของเตาเผา	- ปานกลาง	- ค่อนข้างต่ำ
2.3 ผลพลอยได้จากการกำจัด	- ได้พลังงานความร้อนจากการเผา	- ปุ๋ยอินทรีย์จากการหมักและพวกโลหะที่แยกก่อนหมัก	- ได้ก๊าซมีเทนเป็นเชื้อเพลิง - ปรับพื้นที่เป็นสวนสาธารณะ

ที่มา : ข้อมูลบางส่วนจากกรมควบคุมมลพิษ (2536) "การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการกำจัดมูลฝอย"

การพิจารณาในเชิงวิศวกรรม

(ก) ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบสุขาภิบาล

การฝังกลบสุขาภิบาลสามารถดำเนินการได้ง่าย เพียงแค่ทำการบดอัดขยะมูลฝอยในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ แล้วนำดินมากลบที่ผิวหน้าเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ โดยไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่สูงมาก คือไม่มีการใช้เครื่องมือที่ต้องควบคุมด้วยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน มีความยืดหยุ่นของระบบสูง ซึ่งหากเกิดปัญหาในการปฏิบัติงานหรือเครื่องจักรชำรุด ก็สามารถจัดหาเครื่องมือมาทดแทนได้ไม่ยากนัก หรือการกองขยะมูลฝอยพักรอการกำจัดก็ไม่ก่อให้เกิดปัญหามากนัก การฝังกลบสุขาภิบาลสามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้เกือบทุกประเภท อีกทั้งเป็นระบบที่ไม่สลับซับซ้อน บุคลากรที่ดำเนินการ จึงไม่จำเป็นต้องมีความรู้และความชำนาญเป็นพิเศษ เนื่องจากสามารถฝึกอบรมให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจขั้นตอนการทำงานได้ง่าย นอกจากนั้นแล้วการฝังกลบสุขาภิบาล ยังเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยขั้นตอนสุดท้ายอย่างแท้จริง เพราะไม่ว่าจะเป็นการกำจัดด้วยการหมักทำปุ๋ย หรือการเผาในเตาเผานั้น ท้ายที่สุดแล้วย่อมต้องมีของเหลือจากระบบเหล่านั้น ที่ต้องนำไปกำจัดให้หมดสิ้นไปด้วยวิธีการฝังกลบสุขาภิบาลอีกขั้นตอนหนึ่ง ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ด้วยการฝังกลบสุขาภิบาล

(ข) ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบหมักทำปุ๋ย

จากข้อมูลลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่ามีค่าความชื้นร้อยละ 55.4 และ 62.7 และมีองค์ประกอบที่เป็นเศษอาหาร ร้อยละ 49.6 และ47.5 ในช่วงเปิดและปิดการศึกษาตามลำดับ โดยอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ของเศษอาหารนั้นมีค่าประมาณ 38 ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ มีค่าใกล้เคียงและอยู่ในช่วงของความเหมาะสม ที่จะนำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ยได้ และจากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคตนั้น ประมาณร้อยละ 50 ของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัย คือ เศษอาหาร แล้วพบว่าในแต่ละวัน จะมีเศษอาหารเกิดขึ้นไม่ต่ำกว่าวันละ 1 ตัน ซึ่งควรมีการนำของเหลือเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงมีความเป็นไปได้และสามารถกำจัดด้วยวิธีการหมักทำปุ๋ยได้

(ค) ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบเผาในเตาเผา

จากข้อมูลค่าความร้อนของขยะมูลฝอย ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่มีค่าปริมาณความร้อน LSCV เฉลี่ย 1,161.4 และ 1,481.4 แคลอรี/กรัม ซึ่งเป็นค่าที่สูงเพียงพอในการกำจัดด้วยการเผาในเตาเผา เนื่องจากค่าความร้อนที่เหมาะสม สำหรับการเผาด้วยเตาเผานั้น ต้องไม่ต่ำกว่า 1,000 แคลอรี/กรัม (ไพศาล, 2537) และขยะมูลฝอยนั้นประกอบไปด้วย องค์ประกอบที่สามารถเผาไหม้ได้ถึงร้อยละ 93.2 และ 91.6 ในช่วงเปิดและปิดการศึกษา ดังนั้นขยะมูล

ตารางที่ 4.11 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ปี	อัตราการนำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย			อัตราการนำขยะหมุนเวียนกลับไปใช้		
	เปิดภาค	ปิดภาค	รวม	เปิดภาค	ปิดภาค	รวม
	(กิโลกรัม/วัน)	(กิโลกรัม/วัน)	(ตัน/ปี)	(กิโลกรัม/วัน)	(กิโลกรัม/วัน)	(ตัน/ปี)
2545	1,255.5	1,037.5	445.3	991.9	842.5	353.1
2546	1,497.5	1,250.5	531.9	1,182.9	1,015.4	421.7
2547	1,799	1,427.5	634.4	1,421.2	1,159.2	503
2548	2,025.5	1,571	712.1	1,600.1	1,275.6	564.6
2549	2,166	1,682.5	761.7	1,711.2	1,366.3	603.9
2550	2,361.5	1,931	836.2	1,865.6	1,567.8	663.1
2551	2,462	2,102	877.1	1,945	1,706.8	695.6
2552	2,503.5	2,145	892.4	1,977.7	1,741.9	707.7
2553	2,530	2,161.5	901.4	1,998.6	1,755.1	714.9
2554	2,551.5	2,175.5	908.8	2,015.7	1,766.6	720.8

ฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงมีความเป็นไปได้และสามารถกำจัดด้วยการเผาในเตาเผาได้ แต่อย่างไรก็ตาม จากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย ที่สามารถนำไปเผาไหม้ได้ในอนาคต คือ ประมาณร้อยละ 90 ของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.12 พบว่าจะมีปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถนำไปเผาได้เพียงวันละประมาณ 4.7 ตัน เป็นอย่างมาก และถ้ามีการคัดแยกประเภทของขยะมูลฝอยไปใช้ประโยชน์ เช่น นำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย และนำกระดาษ พลาสติก หมุนเวียนกลับไปใช้ใหม่แล้ว จะเหลือขยะมูลฝอยที่นำไปกำจัดด้วยวิธีการเผา เพียงประมาณร้อยละ 10 ของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด หรือวันละประมาณ 500 กิโลกรัม เป็นอย่างมาก ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่น้อยมาก ต่อการเดินระบบของเตาเผา

การพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์

โดยทั่วไปแล้ว การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ ของระบบกำจัดขยะมูลฝอย เป็นการประเมินค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น ในการดำเนินงานของระบบ อันได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินสำหรับสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ค่าใช้จ่ายในการสร้างสิ่งปลูกสร้างและระบบสาธารณูปโภค ภายในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เช่น อาคารสำนักงาน อาคารเครื่องชั่งน้ำหนัก และถนนภายในระบบ เป็นต้น ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและดูแลรักษาเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ รวม

ตารางที่4.12 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้

ปี	ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำไปเผาได้ เมื่อไม่มีการแยกขยะ			ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำไปเผาได้ เมื่อมีการแยกขยะไปใช้ประโยชน์		
	เปิดภาค	ปิดภาค	รวม	เปิดภาค	ปิดภาค	รวม
	(กิโลกรัม/วัน)	(กิโลกรัม/วัน)	(ตัน/ปี)	(กิโลกรัม/วัน)	(กิโลกรัม/วัน)	(ตัน/ปี)
2545	2,340	1,900	819	251.1	207.5	89
2546	2,791	2,291	978.6	299.5	250.1	106.4
2547	3,353	2,615	1,167.3	359.8	285.5	126.9
2548	3,776	2,878	1,310.2	405.1	314.2	142.4
2549	4,037	3,082	1,401.5	433.2	336.5	152.3
2550	4,402	3,538	1,538.6	472.3	386.2	167.2
2551	4,589	3,851	1,613.8	492.4	420.4	175.4
2552	4,667	3,930	1,641.9	500.7	429	178.5
2553	4,716	3,960	1,658.6	506	432.3	180.3
2554	4,756	3,986	1,672.1	510.3	435.1	181.8

ไปถึงค่าตอบแทนพนักงาน ผู้ปฏิบัติงานและควบคุมระบบ แต่การออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนี้ ต้องการเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ให้อยู่ภายในบริเวณพื้นที่ของมหาวิทยาลัย เพื่อความสะดวกในการขนส่ง และการดูแลควบคุมระบบกำจัด ดังนั้น การพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์ของระบบกำจัดขยะมูลฝอย จึงไม่ต้องคิดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดิน โดยการพิจารณาการลงทุน สำหรับระบบกำจัดขยะมูลฝอย จะคิดค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆ ตามราคา ณ เดือนพฤษภาคม 2545 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(ก) ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบสุขาภิบาล

การกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาลนี้ จะมีแนวทางในการเลือกปฏิบัติอยู่ 4 แนวทาง คือ

- แนวทางที่ 1 นำขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย มากำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล ซึ่งการฝังกลบสุขาภิบาลนี้ มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่ประกอบไปด้วย ค่าจัดซื้อเครื่องชั่งน้ำหนักรถเก็บขนขยะ ค่าจัดซื้อรถตักหน้าขุดหลัง 90 แรงม้า รถบด รถ 10 ล้อแบบเทท้ายได้สำหรับขนดิน ค่าใช้จ่ายในการเตรียมพื้นที่สำหรับฝังกลบ ให้มีขนาดตามต้องการ

ที่จะสามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นได้ตลอด 10 ปี เป็นปริมาณ 15,002 ตัน และรวมถึงระบบป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งจากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยดังได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 4.9 พบว่า ถ้านำขยะมูลฝอยทั้งหมดมาทำการฝังกลบ ในหลุมสำหรับการฝังกลบที่มีความลึก 4 เมตร จะต้องใช้พื้นที่ประมาณ 3.35 ไร่ เมื่อกำหนดให้ความหนาแน่นในการบดอัดคือ 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากค่าใช้จ่ายในการเตรียมพื้นที่แล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสาธาณูปโภคและสิ่งปลูกสร้าง เช่น ถนนภายในสถานที่ฝังกลบ อาคารสำนักงาน ห้องน้ำ โรงจอดรถทุกประเภท อาคารเครื่องชั่งน้ำหนักรถเก็บขนขยะ และรั้วกำหนดขอบเขตสถานที่ฝังกลบ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไประบบสาธารณูปโภคเหล่านี้ จะมีพื้นที่รวมประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ฝังกลบ และค่าใช้จ่ายอีกประการที่ต้องพิจารณาคือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เช่น ค่าตอบแทนพนักงาน ซึ่งต้องการพนักงานอย่างน้อย 3 คน สำหรับขับรถและดูแลการฝังกลบ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าดูแลรักษา และซ่อมบำรุงยานพาหนะ เป็นต้น ซึ่งการนำขยะมูลฝอยทั้งหมดมากำจัดด้วยวิธีการฝังกลบนี้ ได้แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายรวมตลอด 10 ปี ไว้ในตารางที่ 4.13 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายเฉพาะในส่วนของกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาลเท่านั้น

- แนวทางที่ 2 ทำการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ยและคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือ มากำจัดด้วยวิธีฝังกลบ ซึ่งมีรายละเอียดค่าใช้จ่ายในแนวทางนี้ เช่นเดียวกันกับการนำขยะมูลฝอยทั้งหมดไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบเพียงแต่กระบวนการนี้ จะมีปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำมาทำการฝังกลบน้อยลง คือ 1,552.3 ตัน ตลอดระยะเวลา 10 ปี จึงต้องการพื้นที่ของหลุมฝังกลบเพียง 0.35 ไร่ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่ จึงแตกต่างออกไปตามขนาดของพื้นที่ฝังกลบ แต่กระบวนการฝังกลบ ยังคงต้องการเครื่องจักรและสาธารณูปโภคพื้นฐานเช่นเดิม และแนวทางนี้ใช้พื้นที่น้อย ไม่จำเป็นต้องใช้รถ 10 ล้อสำหรับขนดิน จึงมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและดูแลรักษายานพาหนะ น้อยกว่าแนวทางที่ 1 โดยรายละเอียดค่าใช้จ่ายรวมตลอด 10 ปี ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4.13

- แนวทางที่ 3 นำขยะมูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้ทั้งหมดไปเผาในเตาเผา แล้วจึงนำขี้เถ้าจากเตาเผา และขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบ จะมีรายละเอียดค่าใช้จ่ายในแนวทางนี้ เช่นเดียวกันกับการนำขยะมูลฝอยทั้งหมดไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบเพียงแต่กระบวนการนี้ จะเหลือปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำมาฝังกลบน้อยลง และจากภาคผนวกที่ พบว่า ปริมาณเถ้าของขยะมูลฝอยเป็นร้อยละ 9.3 และ 7.2 ของขยะมูลฝอยทั้งหมด ในช่วงปิดและเปิดภาคการศึกษา ตามลำดับ ดังนั้น ปริมาณเถ้าและขยะมูลฝอยที่จะนำมาทำการฝังกลบตลอด 10 ปี คือ 2,324.6 ตันจึงต้องการพื้นที่ในการฝังกลบเพียง 0.52 ไร่ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่ จึง

แตกต่างออกไป และแนวทางนี้ใช้พื้นที่น้อย ไม่จำเป็นต้องใช้รถ 10 ล้อสำหรับขนดิน จึงมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและดูแลรักษายานพาหนะ น้อยกว่าแนวทางที่ 1 โดยมีรายละเอียดค่าใช้จ่ายของแนวทางนี้รวมตลอด 10 ปี แสดงไว้ดังตารางที่ 4.13

- แนวทางที่ 4 ทำการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ยและคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือ ไปเผาในเตาเผา แล้วจึงนำขี้เถ้าจากเตาเผาและขยะมูลฝอยในส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ มากำจัดด้วยวิธีฝังกลบ จะมีรายละเอียดค่าใช้จ่ายในแนวทางนี้ เช่นเดียวกันกับการนำขยะมูลฝอยทั้งหมดไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบ เพียงแต่กระบวนการนี้ จะมีปริมาณขยะมูลฝอยและเถ้าจากเตาเผาตลอด 10 ปี ที่จะนำมาทำการฝังกลบน้อยลง คือ 156.8 ตัน ซึ่งต้องการพื้นที่ในการฝังกลบเพียงประมาณ 0.04 ไร่ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่ จึงแตกต่างออกไป และแนวทางนี้ใช้พื้นที่น้อย ไม่จำเป็นต้องใช้รถ 10 ล้อสำหรับขนดิน จึงมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและดูแลรักษายานพาหนะ น้อยกว่าแนวทางที่ 1โดยรายละเอียดค่าใช้จ่ายรวมตลอดระยะเวลา 10 ปี ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4.13

โดยหลักเกณฑ์ในการคิดค่าใช้จ่าย คือ

(1) พนักงานจะได้รับเงินเดือนคนละ 6,000 บาท ต่อเดือน

(2) รถตักหน้าขุดหลัง และรถบด ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงชั่วโมงละประมาณ 10 ลิตรต่อคัน และรถ 10 ล้อ ใช้เชื้อเพลิงประมาณ 5 กิโลเมตรต่อลิตร โดยรถเหล่านี้มีอายุการใช้งาน 10 ปี

(3) ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงโซล่า คือ ลิตรละ 13.68 บาท และค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นการประมาณราคา ณ วันที่ 18 พฤษภาคม 2545

(4) ระยะเวลาในการฝังกลบในต่อวัน ของแต่ละแนวทางจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณขยะ ที่นำมาฝังกลบ ในที่นี้กำหนดให้แนวทางที่ 1, 2, 3 และ 4 มีระยะเวลาการทำงานเฉลี่ย วันละ 6, 2, 4 และ 1 ชั่วโมงตามลำดับ

(5) ราคาเครื่องชั่งน้ำหนัก สอบถามจากโรงงานผลิตอาหารสัตว์ และราคารถที่ใช้ในการฝังกลบ และค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาสอบถามจาก สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร ประมาณราคาค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่ และการก่อสร้าง โดย Research Assistance, School of Civil Engineering, Structural Department, Asia Institute of Technology

ตารางที่ 4.13 การประมาณราคาค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบ

กิจกรรมและเครื่องจักร	ค่าใช้จ่ายของแนวทางที่ 1	ค่าใช้จ่ายของแนวทางที่ 2	ค่าใช้จ่ายของแนวทางที่ 3	ค่าใช้จ่ายของแนวทางที่ 4
การจัดเตรียมพื้นที่ และระบบป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะมูลฝอย	3,410,000 บาท	360,000 บาท	530,000 บาท	41,000 บาท
การก่อสร้างสาธารณูปโภค - รั้วรอบบริเวณ - ถนนในพื้นที่ - อาคารต่างๆ	3,000,000 บาท	1,450,000 บาท	1,530,000 บาท	1,150,000 บาท
เครื่องชั่งน้ำหนักรถเก็บขน	300,000 บาท	300,000 บาท	300,000 บาท	300,000 บาท
ยานพาหนะ - รถตักหน้าขุดหลัง 1 คัน - รถบด 1 คัน - รถ 10 ล้อ แบบเททำยได้ 1 คัน	 1,500,000 บาท 1,200,000 บาท 2,400,000 บาท	 1,500,000 บาท 1,200,000 บาท -	 1,500,000 บาท 1,200,000 บาท -	 1,500,000 บาท 1,200,000 บาท -
ค่าตอบแทนพนักงาน 3 คน	2,160,000 บาท	2,160,000 บาท	2,160,000 บาท	2,160,000 บาท
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	5,991,840 บาท	1,997,280 บาท	3,994,560 บาท	998,640 บาท
ค่าดูแลรักษาและซ่อมบำรุงยานพาหนะ	600,000 บาท	300,000 บาท	300,000 บาท	300,000 บาท
รวม	**20,561,840 บาท**	**9,267,280 บาท**	**11,514,560 บาท**	**7,649,640 บาท**

(ข) ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบหมักทำปุ๋ย

การนำขยะมูลฝอย ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีประเภทเศษอาหาร มากำจัดด้วยวิธีการหมักทำปุ๋ยนี้ เลือกพิจารณาการใช้กระบวนการหมักที่ใช้ออกซิเจน แบบ Static Composting System เนื่องจากเป็นวิธีที่ดำเนินการง่าย เพียงแต่นำเศษอาหารไปตั้งกองหมักในสถานที่ที่เตรียมไว้ และทำการเป่าอากาศเข้าสู่กองหมัก เพื่อให้กองปุ๋ยหมักสัมผัสอากาศอย่างทั่วถึงกัน จนกระทั่งเศษอาหารเกิดการย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ย และไม่ต้องใช้เครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูง ต้องการเพียงเครื่องปั่น สำหรับปั่นเศษอาหารให้มีขนาดเล็ก ง่ายต่อการย่อยสลาย และใช้เครื่องเป่าอากาศเท่านั้น โดยระบบการหมักทำปุ๋ยนี้ จะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในส่วนของ การก่อสร้างอาคารโรงเรือนสำหรับการหมักทำปุ๋ย การก่อสร้างถาดสำหรับตั้งกองหมักปุ๋ย ค่าจัดซื้อเครื่องปั่นและเครื่องเป่าอากาศ ค่าจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ อื่นๆ เช่น มุ้งกันแมลง พลั่ว สายยาง และถุงบรรจุปุ๋ยที่หมักเสร็จแล้ว เป็นต้น ค่าตอบแทนพนักงาน ค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปั่น ค่าดูแลรักษา และซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยมีค่าใช้จ่ายรวมตลอด 10 ปี สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร ด้วยการนำไปหมักทำปุ๋ย ดังตารางที่ 4-14 อย่างไรก็ตาม การหมักทำปุ๋ยนี้ จะเป็นการเลือกเฉพาะขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร มากำจัดเท่านั้น เพราะเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย กว่าขยะสารอินทรีย์ประเภทอื่น เช่น กระดาษ ไม้ หรือเศษผ้า และเศษอาหารนี้สามารถหมักให้เป็นปุ๋ยได้เร็ว โดยใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 2 สัปดาห์เท่านั้น ดังนั้น จะต้องนำขยะมูลฝอยประเภทอื่น ที่ไม่ได้นำมากำจัดด้วยการหมักทำปุ๋ย ไปทำการกำจัดด้วยวิธีการอื่นต่อไป

ตารางที่ 4.14 การประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับการนำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย

กิจกรรม และ เครื่องจักร	ค่าใช้จ่าย
การก่อสร้างโรงเรือนและพื้นที่หมักปุ๋ย	1,350,000 บาท
ค่าจัดซื้อเครื่องมือเครื่องจักร	744,000 บาท
ค่าตอบแทนพนักงาน 4 คน	2,880,000 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	3,000,000 บาท
ค่าดูแลรักษา และ ซ่อมบำรุงเครื่องปั่น	200,000 บาท
ค่าจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ	200,000 บาท
รวม	**8,374,000 บาท**

โดยหลักเกณฑ์ ในการคิดค่าใช้จ่ายสำหรับวิธีการหมักทำปุ๋ยคือ

- การนำเศษอาหารมาหมัก ใช้เวลา 14 วัน จึงจะได้เป็นปุ๋ย

- การหมักปุ๋ยแต่ละกอง ใช้เศษอาหารประมาณ 250 กิโลกรัม ดังนั้น โรงหมักปุ๋ยต้องรองรับการหมักพร้อมกันได้สูงสุด 143 กอง

- ถาดสำหรับหมักปุ๋ยเป็นอิฐฉาบปูน มีพื้นที่ 2.4 ตารางเมตร คือกว้าง 1.2 และยาว 2 เมตร ขอบผนังสูง 0.3 เมตร

- โรงเรือนควรมีพื้นที่อย่างน้อย 440 ตารางเมตร เพื่อให้รองรับกองปุ๋ยทั้ง 143 กอง พื้นที่ปฏิบัติงาน และทางเดินของพนักงาน

- ค่าตอบแทนพนักงาน 6,000 บาท/คน

(ค) ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบเผาในเตาเผา

การกำจัดขยะมูลฝอย ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ด้วยวิธีการเผาในเตาเผานี้ สามารถแบ่งแนวทางในการเลือกปฏิบัติออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ

- การเผาในแนวทางที่ 1 คือ นำขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ทั้งหมด มากำจัดด้วยวิธีการเผาในเตาเผา ซึ่งจากตารางที่ 4.12 พบว่าเมื่อนำขยะมูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้ทั้งหมด มากำจัดด้วยวิธีการเผาในเตาเผา โดยไม่มีการคัดแยกขยะมูลฝอย ที่สามารถหมุนเวียนไปใช้ประโยชน์ออกก่อน จะมีขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปเผาอย่างน้อยที่สุด 1.9 ตันต่อวัน หรือประมาณ 240 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมากที่สุดประมาณ 4.8 ตันต่อวัน หรือประมาณ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ถ้ากำหนดให้ในแต่ละวัน ดำเนินการเผาเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งจากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เตาเผาที่สามารถรองรับความต้องการในการเผาระดับนี้ คือ เตาเผาประเภท Pyrolysis รุ่น PIN-500 พร้อมระบบบำบัดมลภาวะอากาศ เพื่อบำบัดและป้องกัน การปล่อยขี้เถ้าและควันเสีย ออกสู่บรรยากาศภายนอก มีราคาประมาณ 8,934,500 บาท เตาเผาขยะมูลฝอยนี้ ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันโซล่าประมาณ 45 ลิตรต่อชั่วโมง ต้องการพนักงานเพียง 1 คน สำหรับควบคุมการทำงานของเตาเผา และป้อนขยะเข้าสู่เตา แต่ต้องมีความรู้เพียงพอที่จะควบคุมการทำงานของเตาเผาได้ จึงได้กำหนดค่าตอบแทนพนักงานไว้ที่ 8,000 บาทต่อเดือน ซึ่งเตาเผานี้ ใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับการทำงานของเตาและระบบป้องกันควันเสีย เตาเผาขยะนี้มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผานี้ ต้องสร้างอาคารสำหรับติดตั้งเตาและสถานที่พักขยะรอการเผา เพื่อความสะดวกในการทำงานและรักษาเตาเผาให้อยู่ในสภาพดี ดังนั้น ตลอด 10 ปี การนำขยะมูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้ทั้งหมด มากำจัดด้วยการเผาในเตาเผาโดยไม่มีการแยกขยะมูลฝอย ที่สามารถหมุนเวียนกลับไปใช้ประโยชน์ออกก่อน จะต้องใช้ค่าใช้จ่ายในขั้นตอนของการเผาทั้งหมดประมาณ 32,154,500 บาท

- การเผาในแนวทางที่ 2 คือ ทำการคัดแยกขยะมูลฝอย ประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ยและคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ

และโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือ ไปเผาในเตาเผา ซึ่งจากตารางที่ 4.12 พบว่าเมื่อทำการคัดแยกขยะมูลฝอย ที่สามารถหมุนเวียนไปใช้ประโยชน์ และเศษอาหารสำหรับการหมักทำปุ๋ยออกก่อน จะมีขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปเผาอย่างน้อยที่สุด 200 กิโลกรัมต่อวัน หรือประมาณ 25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมากที่สุดประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวัน หรือประมาณ 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ถ้ากำหนดให้ในแต่ละวัน ดำเนินการเผาเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งจากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เตาเผาที่สามารถรองรับความต้องการในการเผาระดับนี้ คือ เตาเผาประเภท Pyrolysis รุ่น IN-50 พร้อมระบบบำบัดมลภาวะอากาศ เพื่อบำบัดและป้องกัน การปล่อยขี้เถ้าและควันเสีย ออกสู่บรรยากาศภายนอก มีราคาประมาณ 1,100,000 บาท เตาเผาขยะมูลฝอยนี้ ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันโซล่าประมาณ 5 ลิตรต่อชั่วโมง ต้องการพนักงานเพียง 1 คน สำหรับควบคุมการทำงานของเตาเผา และป้อนขยะเข้าสู่เตา ใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับการทำงานของเตา และระบบป้องกันควันเสีย เตาเผาขยะนี้มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผานี้ ต้องสร้างอาคารสำหรับติดตั้งเตาและสถานที่พักขยะรอการเผา เพื่อความสะดวกในการทำงานและรักษาเตาเผาให้อยู่ในสภาพดี ดังนั้น ตลอดระยะเวลา 10 ปี เมื่อทำการคัดแยกขยะมูลฝอย ที่สามารถหมุนเวียนไปใช้ประโยชน์ และเศษอาหารสำหรับการหมักทำปุ๋ยออกก่อน แล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ มากำจัดด้วยวิธีการเผา จะต้องใช้ค่าใช้จ่ายในส่วนของการเผาทั้งหมดประมาณ 5,950,000 บาท

รายละเอียดในการคิดค่าใช้จ่าย สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผานี้ มีที่มาของข้อมูลจาก บริษัท เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

อย่างไรก็ตาม การเผาขยะมูลฝอยในเตาเผานี้ ยังไม่สามารถกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด ขยะมูลฝอยส่วนที่เหลือ ซึ่งได้แก่ ขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ และเถ้าที่เกิดจากการเผานั้น ต้องนำไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาลต่อไป

ตารางที่ 4.15 การประมาณค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผา

กิจกรรม และ เครื่องจักร	การเผาในแนวทางที่ 1	การเผาในแนวทางที่ 2
การก่อสร้างอาคารที่ตั้งเตาเผา	800,000 บาท	550,000 บาท
ค่าจัดซื้อเตาเผาขยะมูลฝอย	8,934,500 บาท	1,100,000 บาท
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	17,800,000 บาท	2,060,000 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	2,660,000 บาท	1,080,000 บาท
ค่าดูแล และ ซ่อมบำรุงเตาเผา	1,000,000 บาท	200,000 บาท
ค่าตอบแทนพนักงาน 1 คน	960,000 บาท	960,000 บาท
รวม	**32,154,500 บาท**	**5,950,000 บาท**

จากการประมาณราคาค่าใช้จ่าย ในการกำจัดขยะมูลฝอยของแต่ละวิธี ข้างต้นนั้น จะพบว่าค่าใช้จ่ายรวมทั้งระบบ ของการกำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละแนวทาง ตลอดระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง 2554 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.16 โดยในส่วนของรายได้นั้น เป็นการประมาณราคาเมื่อกำหนดให้ ขยะที่สามารถหมุนเวียนไปใช้ประโยชน์ได้ สามารถนำไปขายได้ทั้งหมด ถ้าการคัดแยกขยะมีประสิทธิภาพดี และปุ๋ยหมักขายได้กิโลกรัมละ 7 บาท

ตารางที่ 4.16 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมทั้งระบบของของการกำจัดขยะมูลฝอยในแนวทางต่างๆ

การกำจัดขยะมูลฝอย	แนวทางที่ 1 (บาท)	แนวทางที่ 2 (บาท)	แนวทางที่ 3 (บาท)	แนวทางที่ 4 (บาท)
การฝังกลบสุขาภิบาล	20,561,840	9,267,280	11,514,560	7,649,640
การหมักทำปุ๋ย	-	8,374,000	-	8,374,000
การเผาในเตาเผา	-	-	31,954,500	5,950,000
รายจ่ายรวม	**20,561,840**	**17,641,280**	**43,669,060**	**21,973,640**
กรณีที่ใช้ประโยชน์จากขยะ ได้ 100 %				
รายได้จากการขายปุ๋ย	-	17,503,034	-	17,503,034
รายได้จากการขายขยะมีมูลค่า	-	36,992,300	-	36,992,300
รายได้รวม	**-**	**54,495,334**	**-**	**54,495,334**
ค่าใช้จ่ายสุทธิ	**มีรายจ่าย 20,561,840**	**มีรายรับ 36,854,054**	**มีรายจ่าย 43,669,060**	**มีรายรับ 32,521,694**
กรณีที่ใช้ประโยชน์จากขยะ ได้ 50 %				
รายได้จากการขายปุ๋ย	-	8,751,517	-	8,751,517
รายได้จากการขายขยะมีมูลค่า	-	19,746,150	-	19,746,150
รายได้รวม	**-**	**28,497,667**	**-**	**28,497,667**
ค่าใช้จ่ายสุทธิ	**มีรายจ่าย 20,561,840**	**มีรายรับ 10,856,387**	**มีรายจ่าย 43,669,060**	**มีรายรับ 6,524,027**

หมายเหตุ : แนวทางที่ 1 คือ การกำจัดขยะมูลฝอยทั้งหมดด้วยวิธีการฝังกลบสุขาภิบาล

แนวทางที่ 2 คือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และ โลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือ ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบ

แนวทางที่ 3 คือ การนำขยะมูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้ทั้งหมดไปเผาในเตาเผา แล้วจึงนำเถ้าจากเตาเผา และขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบ

แนวทางที่ 4 คือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ยและคัดแยกขยะมูลฝอยประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยในส่วนที่เหลือ ไปเผาในเตาเผา แล้วจึงนำขี้เถ้าจากเตาเผา และขยะมูลฝอยในส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบ

เมื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงวิศวกรรม พบว่าขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนี้ สามารถนำไปกำจัดได้ทั้ง 3 วิธี คือ การฝังกลบสุขาภิบาล การหมักทำปุ๋ย และการเผาในเตาเผา ซึ่งถ้ามีการกำจัดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการแล้ว ทุกวิธีสามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้หมดสิ้น และไม่สร้างปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกัน แต่เมื่อวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยในแต่ละแนวทางแล้ว พบว่าระบบการกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 -2554 ที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด คือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือ ซึ่งได้แก่ โฟม ผ้า ไม้ กระเบื้อง ยางหนัง และขยะมูลฝอยประเภทอื่นๆ ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล

ดังนั้นการกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่มีความเหมาะสมทั้งในเชิงวิศวกรรมและเชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งควรเลือกมาปฏิบัติ คือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือ ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล

4.3.4 พื้นที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนี้ ได้กำหนดให้ใช้พื้นที่ภายในบริเวณมหาวิทยาลัย เพื่อความสะดวกในการขนส่งขยะมูลฝอยไปยังแหล่งกำจัด และสามารถดูแลควบคุมได้ง่าย อีกทั้งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อหรือเช่าที่ดินภายนอก เพื่อสร้างเป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ในการเลือกพื้นที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมนั้น ต้องคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน

จากการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาช่วยในการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยนี้ มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ คือ

(1) ใช้แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร เป็น Base Map เพื่อนำค่าพิกัด มากำหนดเส้นโครง และวางกรอบ สำหรับบริเวณพื้นที่ศึกษา

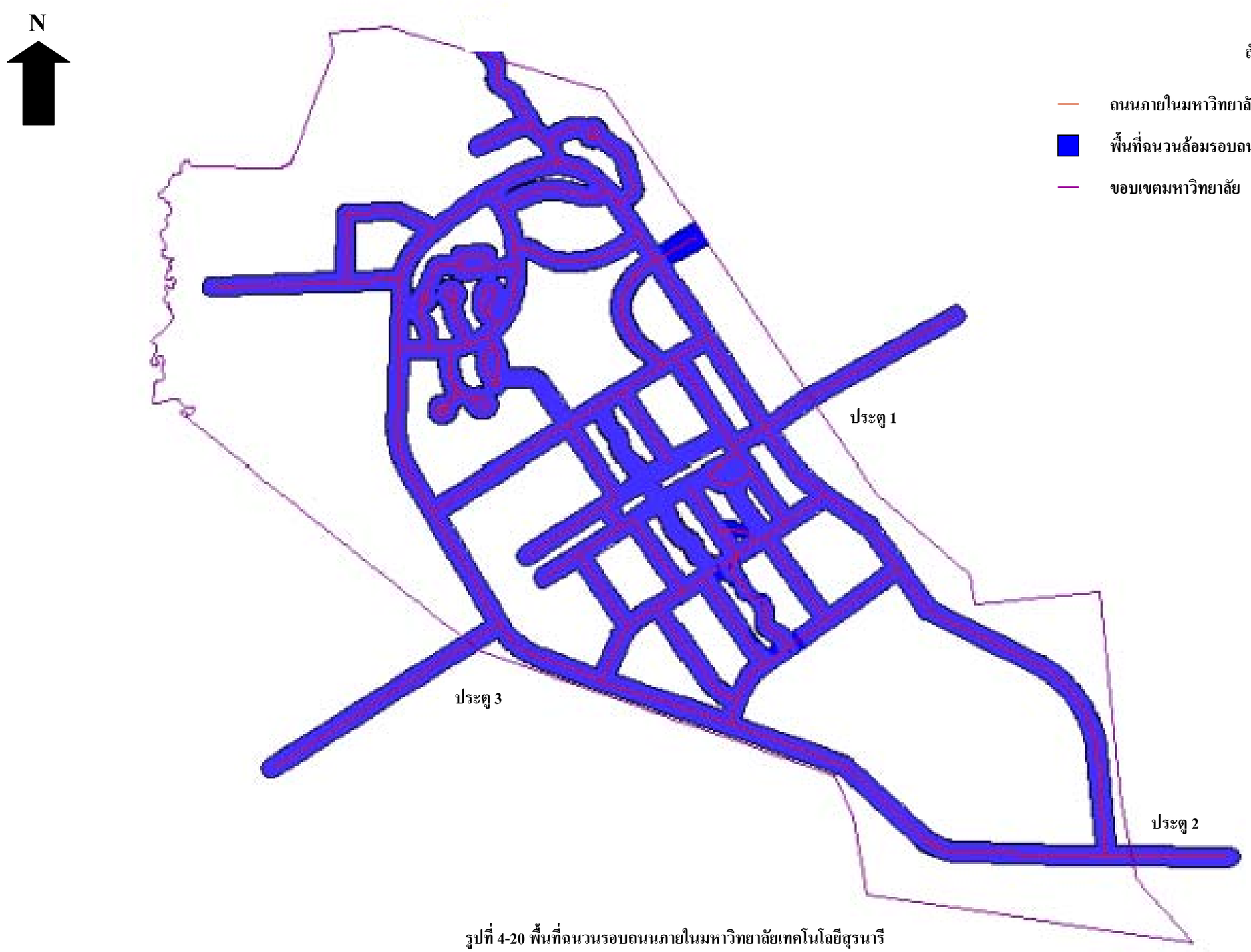
(2) นำเข้าข้อมูลแผนที่ จากส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งประกอบไปด้วย ชั้นข้อมูลแผนที่ขอบเขตมหาวิทยาลัย แผนที่ถนนในมหาวิทยาลัยและเส้นทางเข้า-ออก แผนที่แหล่งน้ำผิวดิน ตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล และแผนที่สิ่งปลูกสร้าง และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีมาตราส่วน 1 : 5,000 โดยการกำหนดพิกัดในแผนที่เหล่านี้ ให้ตรงกันกับพิกัดกรอบของพื้นที่ศึกษา

(3) ทำการปรับแก้ข้อมูลให้ทันสมัย ด้วยการนำเข้าข้อมูลแผนที่ล่าสุด จากภาพถ่ายทางอากาศของกรมแผนที่ทหาร โดยวิธีการ Register

การกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยนี้ ได้กำหนดให้ใช้สถานที่ในพื้นที่ของมหาวิทยาลัย ดังนั้นเมื่อนำเข้าข้อมูลแผนที่ต่างๆ เสร็จแล้ว จึงต้องทำการกำหนดพื้นที่ฉนวน เพื่อเป็นการกันพื้นที่ ที่อาจจะได้รับผลกระทบจากการสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยนี้ ออกไปไม่ให้ถูกคัดเลือกไปเป็นพื้นที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอย โดยการกำหนดพื้นที่ฉนวนได้ใช้หลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

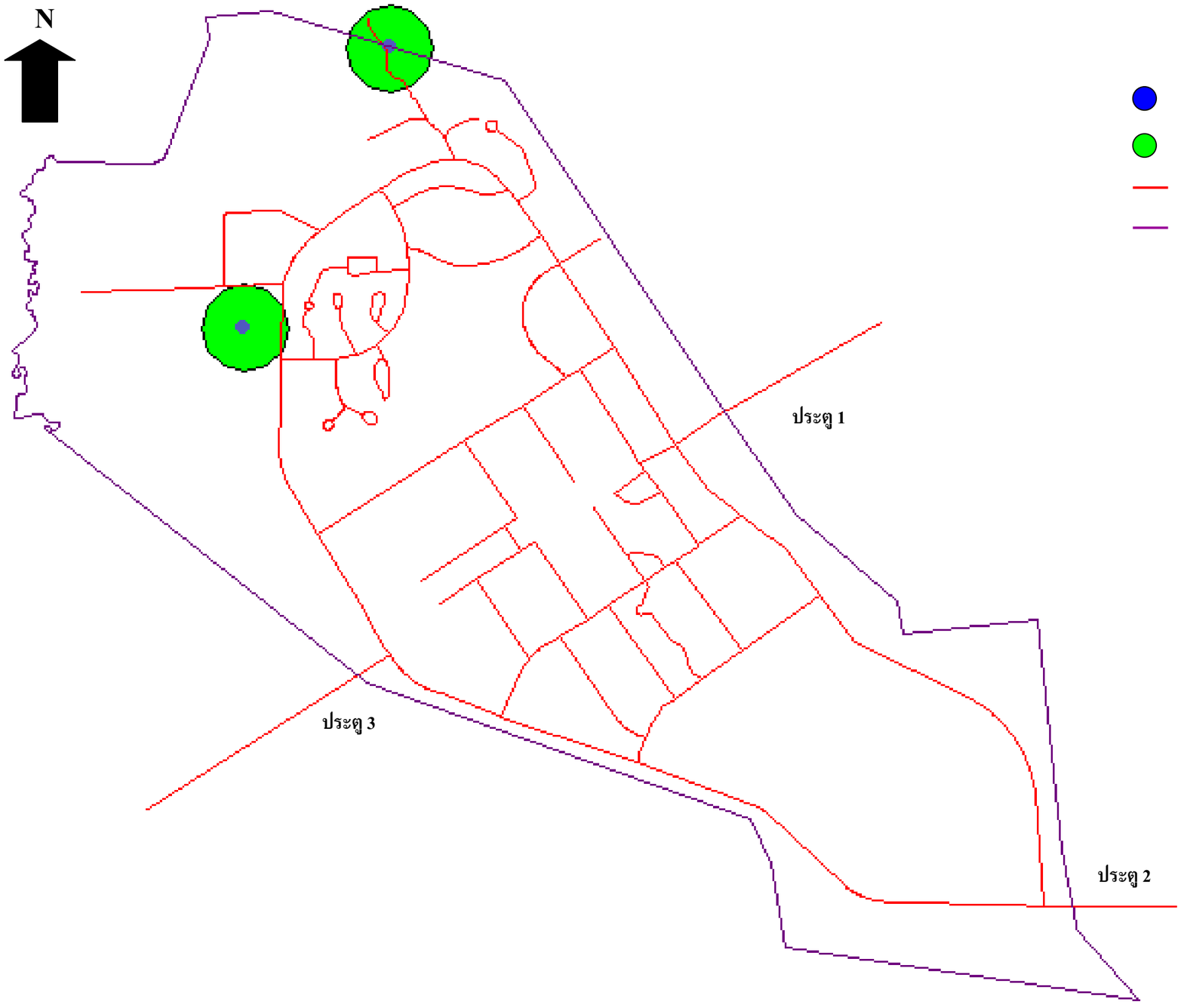
- พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ต้องอยู่ห่างจากถนนไม่น้อยกว่า ด้านละ 25 เมตร ซึ่งนอกจากจะเพื่อป้องกันปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวน และทัศนียภาพที่ไม่พึงประสงค์แล้ว ยังป้องกันสิ่งสกปรกปนเปื้อนสู่ทางระบายน้ำริมถนนอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.20
- พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ต้องอยู่ห่างจากแหล่งน้ำผิวดินไม่น้อยกว่า ด้านละ 100 เมตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสิ่งสกปรก และน้ำชะขยะมูลฝอยลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน ดังแสดงในรูปที่ 4.21
- พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ต้องอยู่ห่างจากบ่อน้ำบาดาลไม่น้อยกว่า ด้านละ 200 เมตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะมูลฝอย และสารพิษ จากขยะมูลฝอย ลงสู่แหล่งน้ำบาดาล ดังแสดงในรูปที่ 4.22
- พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ต้องอยู่ห่างจากสถานที่ทำงาน ที่พักอาศัย และชุมชนไม่น้อยกว่า ด้านละ 300 เมตร เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องกลิ่นจากกองขยะและฝุ่นจากการปฏิบัติงานรบกวนต่อประชาชนในแหล่งชุมชน ป้องกันปัญหาการมองเห็นกองขยะซึ่งจะทำลายทัศนียภาพ และป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคและสัตว์พาหะนำโรค จากกองขยะในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย สู่ประชาชนในชุมชน นอกจากนั้นแล้วยังเพื่อเป็นการป้องกันการต่อต้านของประชาชนในสังคม ที่จะมีต่อสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งตั้งอยู่ใกล้ชุมชนของตนเอง ดังแสดงในรูปที่ 4.23

เมื่อได้กำหนดพื้นที่ฉนวนทั้งหมดแล้ว ดังรูปที่ 4.24 จึงทำการคัดเลือกบริเวณสำหรับสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากพื้นที่ว่างที่เหลือ โดยคัดเลือกจากพื้นที่น้ำท่วมไม่ถึง มีทางเข้าออกสะดวก และมีระดับน้ำใต้ดินลึกกว่าระดับก้นหลุมฝังกลบ มากกว่า 1 เมตร ซึ่งถ้าได้กำหนด



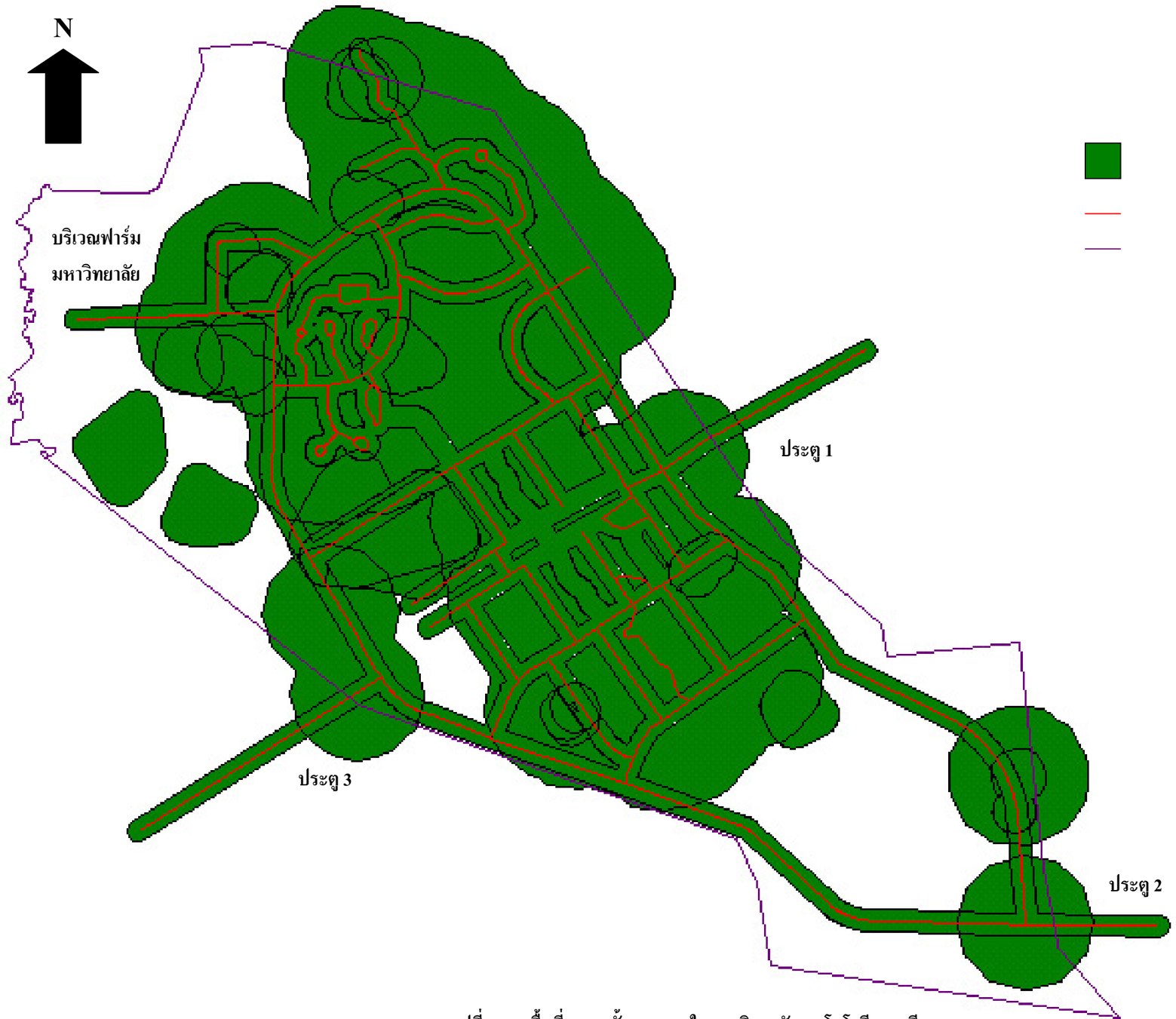
รูปที่ 4-20 พื้นที่ฉนวนรอบถนนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4-21 พื้นที่ฉนวนรอบบริเวณแหล่งน้ำผิวดินในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4-22 พื้นที่ฉนวนรอบบริเวณบ่อน้ำบาดาลในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4-23 พื้นที่ฉนวนรอบแหล่งชุมชนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

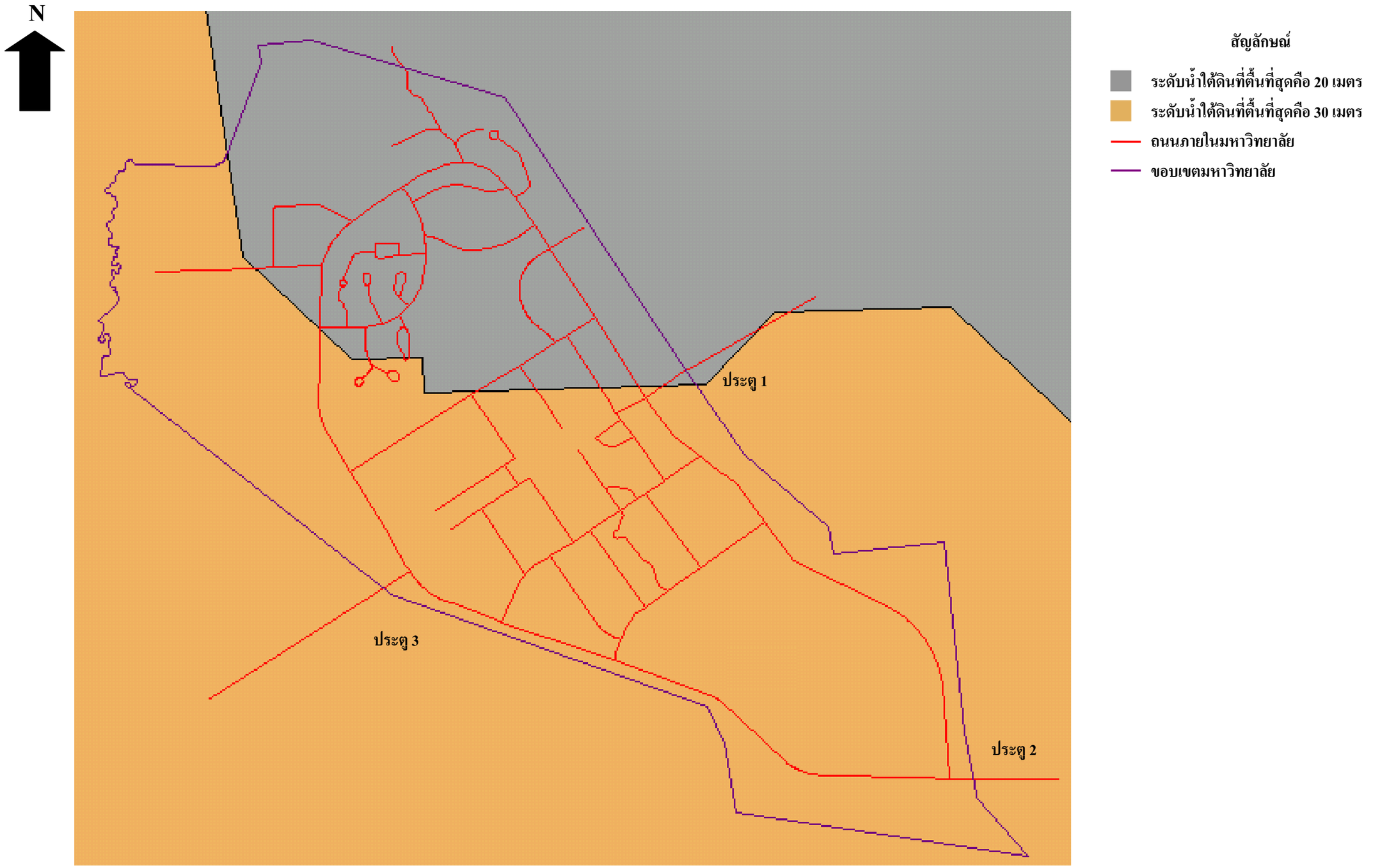


รูปที่ 4-24 พื้นที่ฉนวนทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

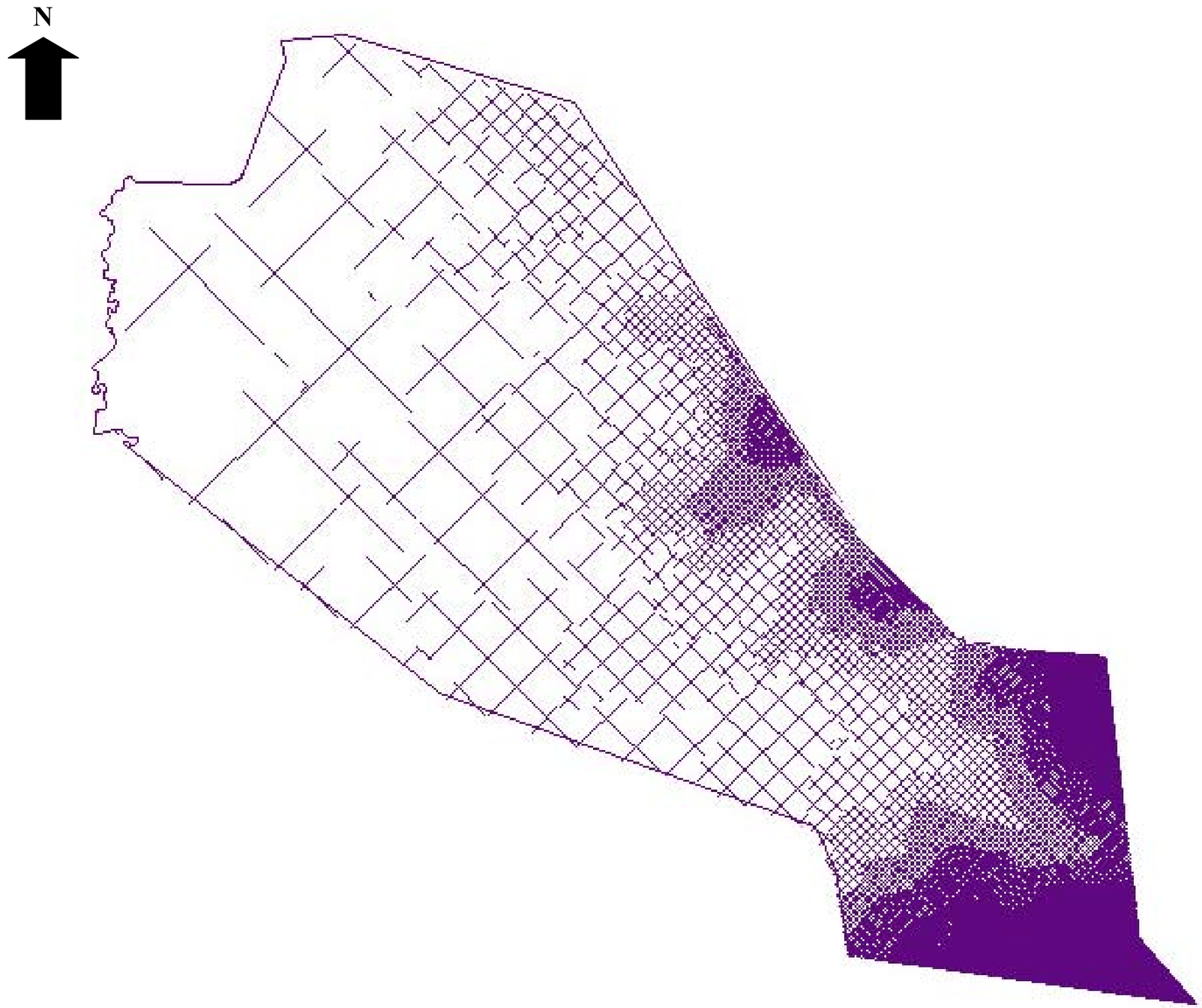
หลุมฝังกลบมีความลึกประมาณ 4 เมตรแล้ว พื้นที่ว่างเปล่าทั้งหมดสามารถตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยได้ เนื่องจากแผนที่ระดับน้ำใต้ดิน ดังรูปที่ 4.25 พบว่าระดับน้ำใต้ดินในมหาวิทยาลัยนี้ จะอยู่ที่ระดับความลึก 20 เมตร เป็นอย่างน้อย ดังนั้น จึงทำการพิจารณาในหลักเกณฑ์ด้านพื้นที่ที่น้ำท่วมไม่ถึง ซึ่งจากแผนที่ความลาดชันในรูปที่ 4.26 พบว่า พื้นที่บริเวณทิศตะวันออกเฉียงใต้ของมหาวิทยาลัย เป็นบริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากที่สุด และจะมีการลดระดับความสูงลงเรื่อยๆ ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ จนถึงอ่างเก็บน้ำห้วยยาง ดังนั้นจึงควรจะมีการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ในพื้นที่ว่างเปล่าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของมหาวิทยาลัย เนื่องจากจะไม่เกิดปัญหาน้ำท่วมขัง ในบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

จากการพิจารณาความสะดวกในการเดินทางเข้า-ออก ของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแล้ว พบว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยนั้น มี 2 แห่ง บริเวณที่ 1 คือ พื้นที่ว่างเปล่าด้านถนนมหาวิทยาลัย 3 ระหว่างประตู 1 และประตู 2 โดยห่างจากประตู 1 ประมาณ 1.6 กิโลเมตร และมีระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 250-255 เมตร และบริเวณที่ 2 คือ พื้นที่ว่างเปล่าด้านถนนมหาวิทยาลัย 3 ระหว่างประตู 2 และประตู 3 โดยห่างจากประตู 3 ประมาณ 1.5 กิโลเมตร และมีระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 245-255 เมตร ดังได้แสดงตำแหน่งไว้ในรูปที่ 4.27 เนื่องจาก พื้นที่ทั้ง 2 แห่งนี้ มีที่ตั้งอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย ซึ่งสามารถช่วยให้รถเก็บขนขยะมูลฝอยใช้ระยะเวลาและระยะทางน้อย สำหรับการเดินทางไปเก็บขนขยะมูลฝอย และการขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด รวมถึงยังเป็นการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของรถเก็บขนขยะมูลฝอยอีกด้วย นอกจากนั้นแล้วบริเวณนี้ยังเป็นพื้นที่ที่ติดถนน จึงสะดวกต่อการเดินทางเข้า-ออก ของรถเก็บขนขยะมูลฝอยและพนักงานผู้ปฏิบัติงานในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

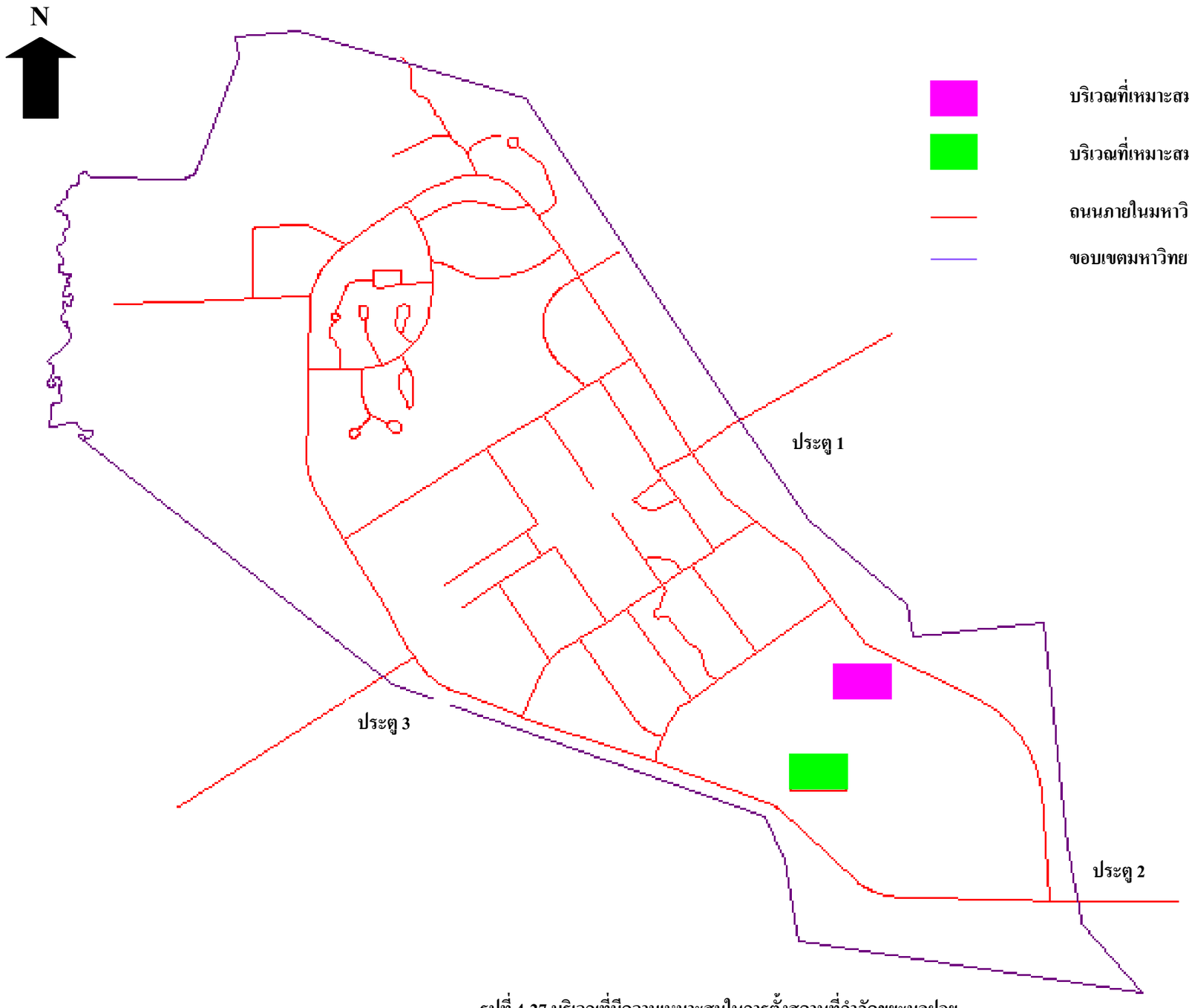
จากการสำรวจสถานที่จริง พบว่า ความแตกต่างระหว่างบริเวณที่ 1 และบริเวณที่2 คือ ถนนมหาวิทยาลัย 3 เส้นทางที่ผ่านบริเวณที่ 1 เป็นถนน 4 ช่องทางการจราจร มีเกาะกลางถนน และ ทางจักรยาน อีก 2 ช่องทางตลอดเส้นทางระหว่างประตู 1 และประตู 2 ดังนั้น ในการที่จะให้รถเก็บขนขยะมูลฝอยเดินทางเข้าสู่พื้นที่นี้ได้ รถเก็บขนขยะมูลฝอยต้องเดินทางไปกลับรถที่ใกล้ที่สุด คือ บริเวณประตู 2 และต้องทุบทำลาย ขอบกั้นระหว่างถนนและทางจักรยานเป็นบางส่วน ในขณะที่ถนนมหาวิทยาลัย 3 เส้นทางที่ผ่านบริเวณที่ 2 นั้น เป็นถนน 2 ช่องทางการจราจรและไม่มีเกาะกลางถนน จึงสามารถเดินทางเข้า-ออกพื้นที่นี้ได้ทันที ทั้ง 2 ช่องทางและไม่ต้องทำลายสิ่งก่อสร้างอื่นๆ รวมไปถึงบริเวณนี้ยังมีพื้นที่ว่างเปล่าเหลืออีกมาก ซึ่งจะสามารถขยายพื้นที่ของแหล่งกำจัดขยะมูลฝอยออกไปได้ เพื่อรองรับการกำจัดขยะมูลฝอยในอนาคตหลังจาก 10 ปีแรกได้อีก ดังนั้นจากข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น บริเวณที่ 2 คือ พื้นที่ใกล้ถนนมหาวิทยาลัย 3 เส้นทางระหว่างประตู 2



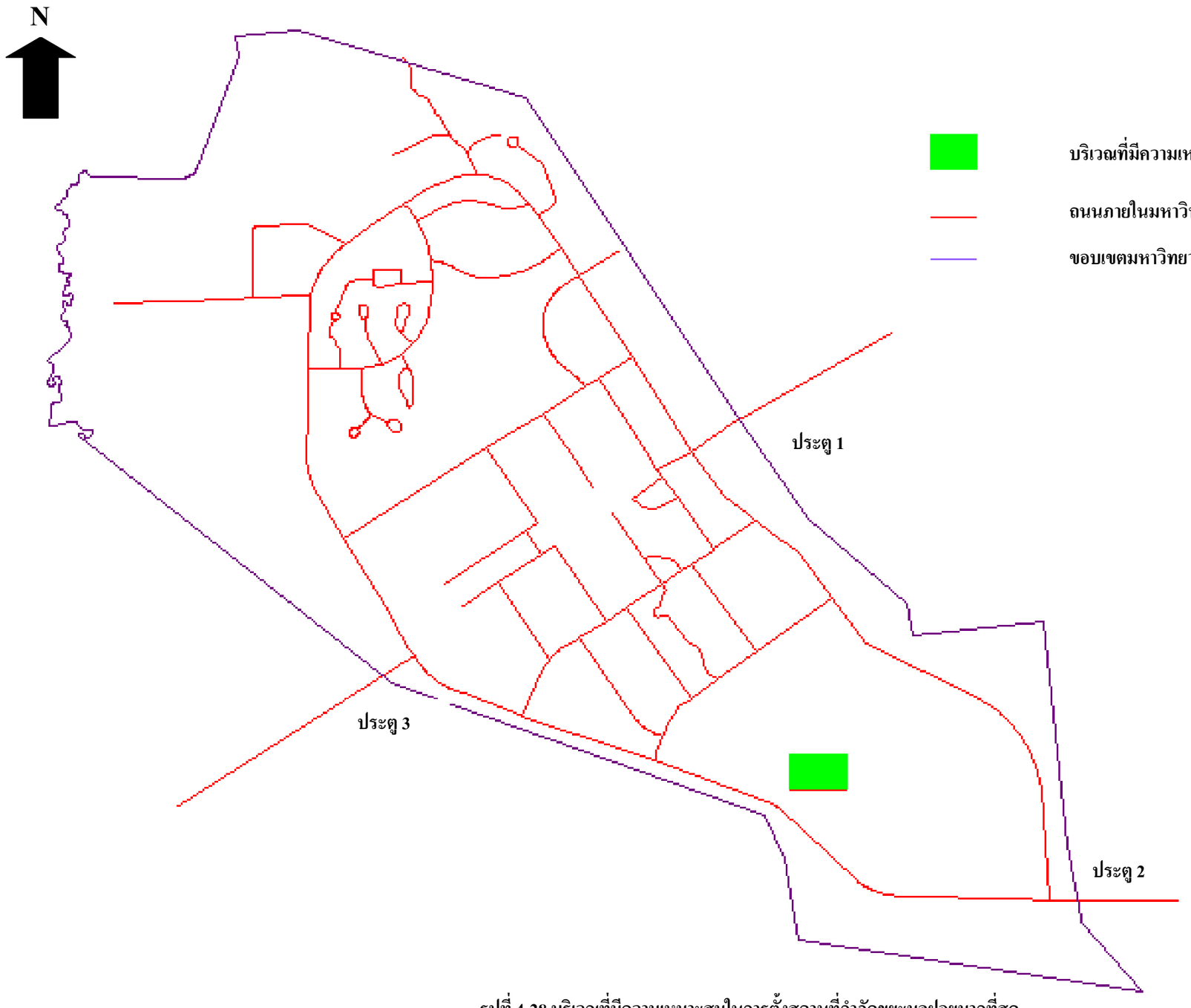
รูปที่ 4-25 ระดับความลึกของน้ำใต้ดินในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4-26 ระดับความสูงของพื้นที่ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4-27 บริเวณที่มีความเหมาะสมในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

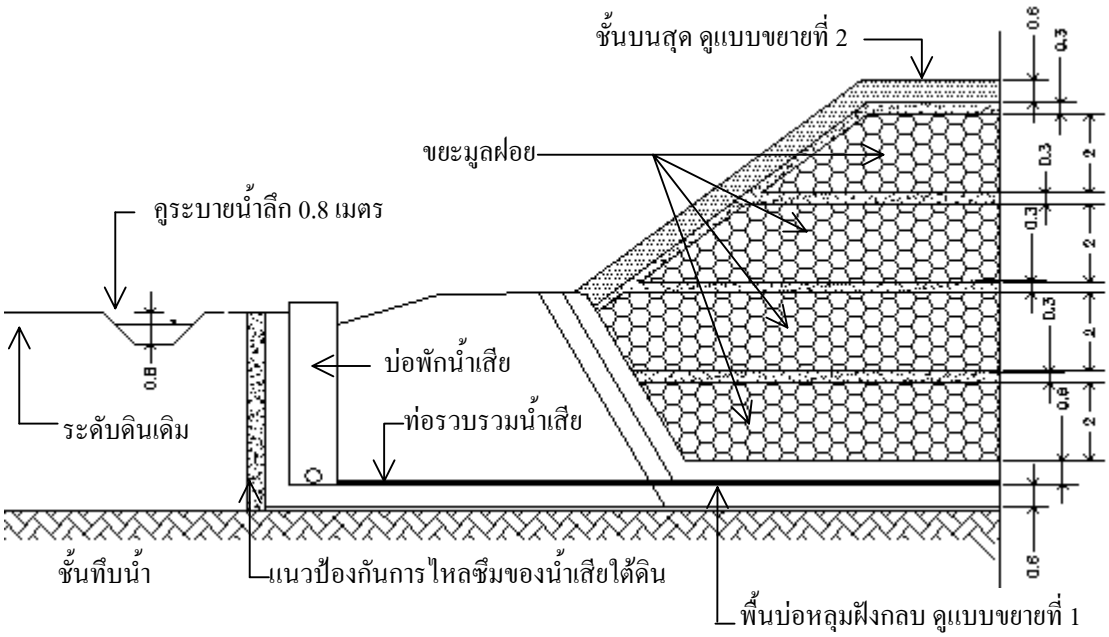


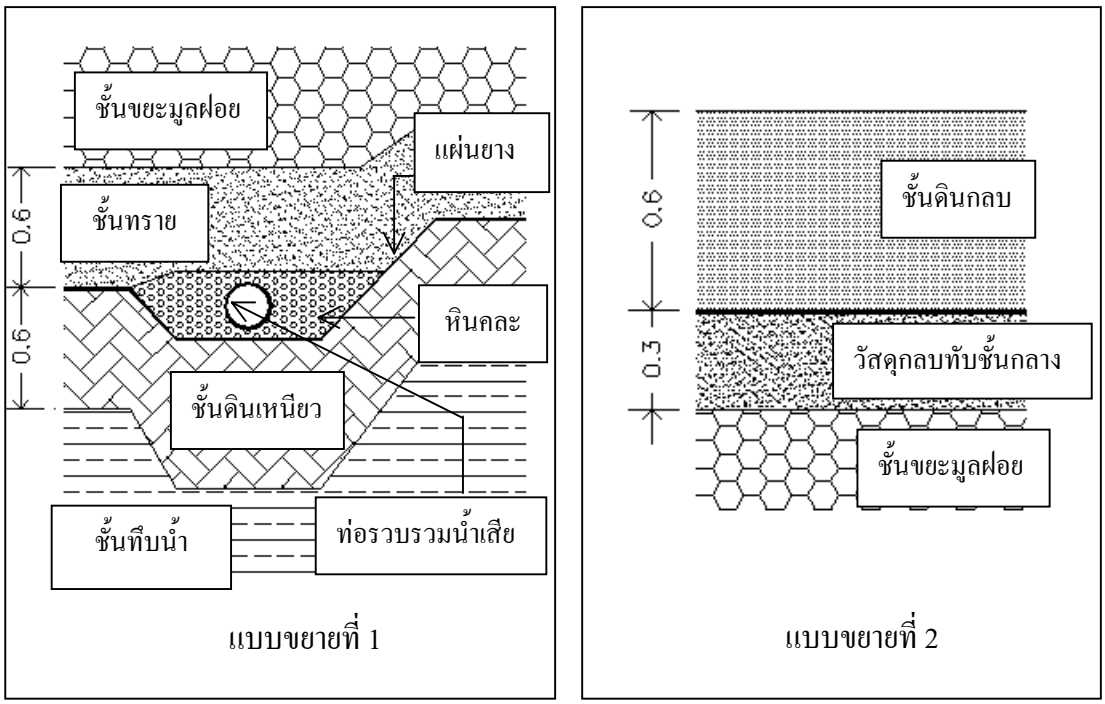
รูปที่ 4-28 บริเวณที่มีความเหมาะสมในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยมากที่สุด

และ ประตู 3 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากประตู 3 ประมาณ 1.5 กิโลเมตร จึงเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมากที่สุด

ขนาดของพื้นที่ ในการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย และขนาดของหลุมฝังกลบนั้นขึ้นอยู่กับระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เลือกใช้ ซึ่งถ้านำขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตลอดระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2554 มาทำการฝังกลบสุขาภิบาลแล้วจะต้องใช้หลุมฝังกลบขนาดประมาณ 1.7 ไร่ แต่จากการคัดเลือกระบบการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม ดังได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น พบว่า ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม คือ การคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่าแล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล ซึ่งวิธีนี้มีความต้องการพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างน้อย 0.18 ไร่ เมื่อกำหนดให้ลักษณะของหลุมฝังกลบนั้น ระดับชั้นที่อยู่ต่ำกว่าดินเดิมฝังกลบด้วยวิธีแบบขุดเป็นร่อง จำนวน 2 ชั้น สูงชั้นละ 2.3 เมตร โดยจะขุดดินลึกประมาณ 6 เมตร สำหรับพื้นชั้นล่างสุดของหลุมฝังกลบจะมีชั้นดินเหนียวบดอัดหนา 0.6 เมตร และปูแผ่นยางกันซึมหนา 1.5 มิลลิเมตรเหนือชั้นดินเหนียวบดอัด เพื่อป้องกันน้ำชะขยะมูลฝอยซึมผ่านชั้นดินลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน และด้านบนของแผ่นยางกันซึม จะมีท่อรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยเพื่อส่งไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสีย อยู่ในชั้นทรายหนา 0.6 เมตร โดยจะมีการฝังกลบขยะมูลฝอยชั้นแรกเหนือชั้นทรายนี้ ในขณะที่ชั้นบนดินเหนือระดับดินเดิม จะทำการฝังกลบด้วยวิธี ฝังกลบบนพื้นที่ จำนวน 2 ชั้น สูงชั้นละ 2.3 เมตร สำหรับชั้นบนสุดจะปูแผ่นยางกันซึม ความหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตรก่อนและกลบด้วยดินกลบทับหนา 0.6 เมตร แล้วปรับผิวดินให้มีความลาดเอียงประมาณร้อยละ 3-5 พร้อมทั้งปลูกพืชคลุมดิน เพื่อการระบายน้ำและลดปริมาณน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นจากน้ำที่ซึมผ่านลงไปในชั้นฝังกลบ ดังนั้น ในหลุมฝังกลบจะมีชั้นฝังกลบขยะมูลฝอยรวมทั้งหมด 4 ชั้น และมีความสูงทั้งหมด 11 เมตร โดยแบ่งเป็นส่วนที่อยู่ต่ำกว่าระดับดินเดิม มีความลึก 6 เมตร และส่วนที่อยู่เหนือระดับดินเดิม มีความสูง 5 เมตร ดังรูปที่ 4.29

การฝังกลบสุขาภิบาลขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนี้ ได้แบ่งพื้นที่ในการฝังกลบออกเป็น 4 หลุมฝังกลบติดกัน แต่ละหลุมมีขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 14 เมตร และจะใช้ดินที่ถูกขุดขึ้นมาจากการทำหลุมฝังกลบ สำหรับการปิดกลบหน้าดินภายหลังบดอัดขยะมูลฝอย การขุดดินสำหรับการฝังกลบจะกระทำทีละหลุมฝังกลบ จนกระทั่งมีการฝังกลบขยะมูลฝอยจนเต็มครบทั้ง 4 ชั้นแล้ว จึงทำการขุดหลุมฝังกลบต่อไปเพื่อทำการฝังกลบในลักษณะเดียวกันต่อไป จากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำมาฝังกลบ พบว่า หลุมฝังกลบร่องที่ 1 จะสามารถรองรับการฝังกลบขยะมูลฝอยได้เป็นเวลาประมาณ 3 ปี 5 เดือน จึงจะเต็ม และร่องที่ 2 จะรองรับการฝังกลบจากปี พ.ศ. 2548 ได้อีกประมาณ 2 ปี 5 เดือน ดังนั้น จะเริ่มทำการฝังกลบขยะมูลฝอยในร่องที่ 3 ในปี พ.ศ. 2550





ระยะทางหน่วยเป็นเมตร

รูปที่ 4.29 รูปตัดของชั้นฝังกลบขยะมูลฝอย

ซึ่งจะรองรับการฝังกลบได้เป็นเวลาประมาณ 2 ปี 1 เดือน จึงจะเต็ม ในขณะที่การฝังกลบขยะมูลฝอยในร่องที่ 4 จะเริ่มดำเนินการใน ปี พ.ศ. 2552 ซึ่งจะสามารถรองรับการฝังกลบขยะมูลฝอย ไปได้อีกประมาณ 2 ปี 1 เดือน จนกระทั่งถึง ปี พ.ศ. 2554 โดยนอกจากหลุมฝังกลบแล้ว ภายในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจะประกอบไปด้วย พื้นที่ใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น พื้นที่ของโรงเรือนหมักปุ๋ย อาคารสำนักงาน อาคารเครื่องชั่ง โรงจอดรถ ระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอย และถนน เป็นต้น อีกอย่างน้อยประมาณ 1.19 ไร่ โดยรวมแล้วสถานที่สำหรับกำจัดขยะมูลฝอย ด้วยวิธีการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขาย แล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือ ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล ที่สามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2545-2554 ได้นั้น ต้องการพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1.37ไร่ เป็นอย่างน้อย โดยรูปที่ 4.30 และรูปที่ 4.31 แสดงการแบ่งพื้นที่ใช้ประโยชน์และแผนผังภายใน สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดยในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยนี้ ได้ออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยด้วยระบบเอสบีอาร์ โดยถังปฏิกิริยานี้มีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร และสูง 1.875 เมตร ซึ่งมีความสามารถในการบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยที่มีค่า BOD เฉลี่ยประมาณ 320 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อให้เป็นน้ำทิ้งที่มีค่า BOD 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ก่อนปล่อยสู่ท่อระบายน้ำของมหาวิทยาลัยต่อไป และสามารถรองรับอัตราการเกิดน้ำชะขยะมูลฝอยได้มากถึง 2.625 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งต้องทำการเติมอากาศให้แก่ระบบในอัตรา 37.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และต้องมีความเข้มข้นของน้ำตะกอน(จุลินทรีย์) 3,200 มิลลิกรัมต่อลิตร

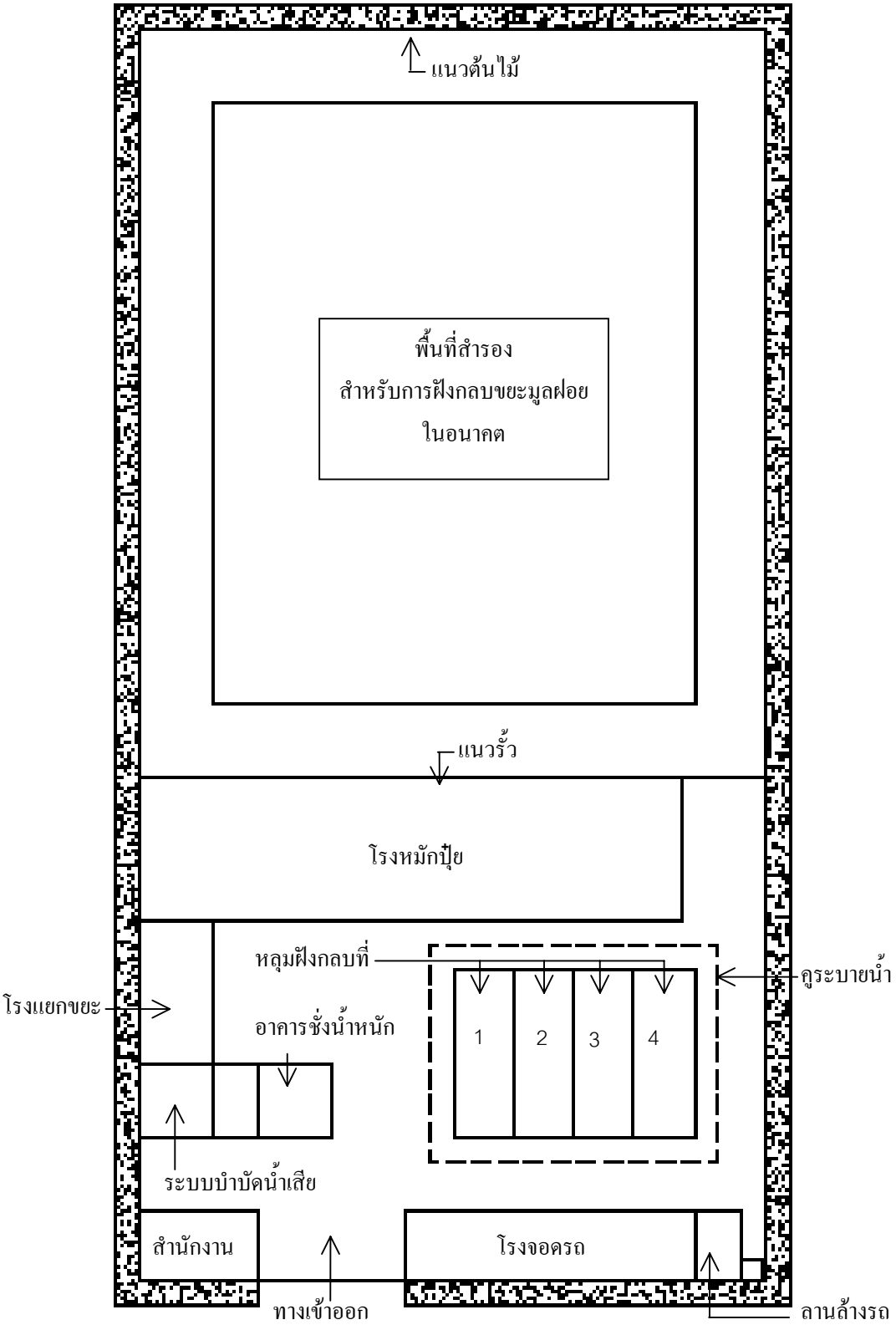
นอกจากในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจะมีระบบบำบัดน้ำเสีย และการป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะมูลฝอยแล้ว ควรจะมีการสร้างฉนวนเพื่อปกป้องสิ่งแวดล้อมภายนอกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ด้วยวิธีทางธรรมชาติด้วย ซึ่งก็คือ การปลูกไม้ยืนต้นรอบบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของฝุ่นและกลิ่นไม่พึงประสงค์ และในขณะเดียวกัน รากของต้นไม้ยังจะสามารถทำหน้าที่ดูดซับ และป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษ ที่จะรั่วไหลออกไปสู่พื้นที่ภายนอกต่อไปได้อีกด้วย

จากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้น ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีต่อไปในอนาคต และการพิจารณาที่ตั้งของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแห่งนี้แล้ว พบว่า ภายหลังจากมีการกำจัดและฝังกลบขยะมูลฝอย จนเต็มบริเวณของพื้นที่แห่งนี้ ในปี พ.ศ. 2554 แล้ว ยังสามารถขยายบริเวณของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ออกไปสู่พื้นที่ว่างเปล่าที่อยู่ติดกัน ให้สามารถรองรับการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีเดียวกันนี้ ต่อไปได้อีกไม่น้อยกว่า 40 ปี หรือ จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2594 เป็นอย่างต่ำ และต้องการพื้นที่ของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยอีกอย่างน้อย 2 ไร่ ซึ่งในพื้น

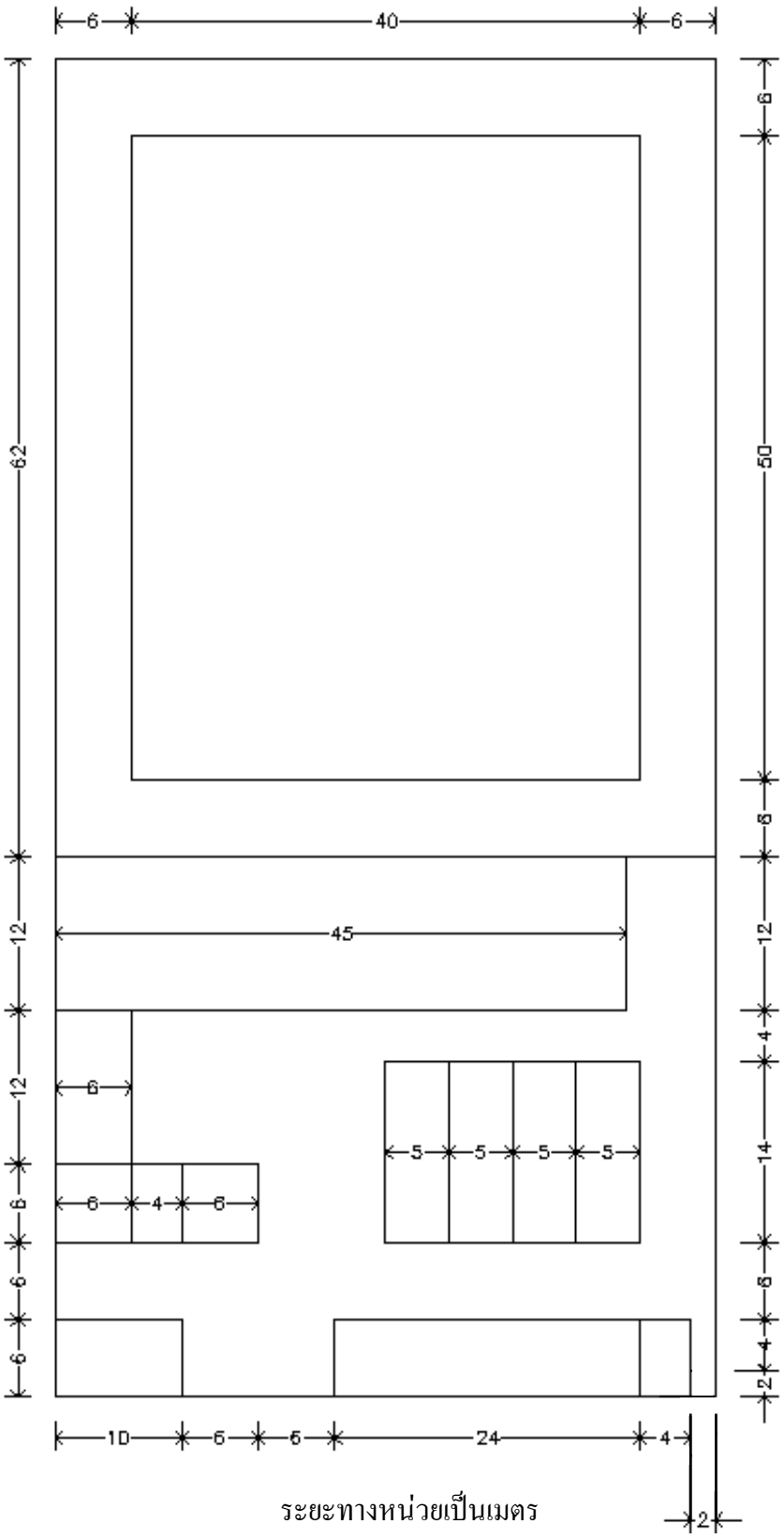
ที่นี้ได้แบ่งออกเป็นบริเวณหลุมฝังกลบประมาณ 1.26 ไร่ เพื่อให้สามารถรองรับการฝังกลบขยะมูลฝอยประมาณ 11,263 ตันได้ ในระยะเวลา 40 ปี

ตารางที่ 4.17 การประมาณการณ์ขนาดของพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยในอนาคต

ปี	ระยะเวลา (ปี)	ปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องฝังกลบ (ตัน)	พื้นที่หลุมฝังกลบ (ไร่)
พ.ศ. 2555-2564	10	2,276	0.25
พ.ศ. 2565-2574	10	2,696	0.30
พ.ศ. 2575-2584	10	3,014	0.34
พ.ศ. 2585-2594	10	3,277	0.37
รวม	**40**	**11,263**	**1.26**



รูปที่ 4.30 การแบ่งพื้นที่ใช้ประโยชน์ในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย



รูปที่ 4.31 แผนผังภายในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

4.3.5 บุคลากรในการจัดการขยะมูลฝอย

จากการออกแบบระบบการจัดการขยะมูลฝอยเบื้องต้นนั้น พบว่าต้องใช้พนักงานในแต่ละขั้นตอน ให้มีจำนวนที่เหมาะสมกับปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องกำจัด และลักษณะการปฏิบัติงานดังได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.18

โดยการหาความต้องการจำนวนพนักงานนี้ ได้คำนึงถึงหลักการต่างๆ คือ พนักงานขับรถเก็บขนขยะมูลฝอยนี้ ควรมีประจำรถเก็บขนขยะมูลฝอยอย่างน้อยคันละ 1 คน และรับผิดชอบขับรถคันนั้นตลอดทุกวัน เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษารถ และเกิดความคล่องตัวในการขับรถตามเส้นทางประจำ คุณสมบัติพื้นฐานที่ต้องมี คือ ขับรถยนต์ได้ มีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ และการศึกษาขั้นต่ำคือ มัธยมศึกษาปีที่ 3 และควรมีพนักงานขับรถสำรอง เผื่อไว้ในกรณีที่พนักงานขับรถประจำ มีการลาหรือหยุดงาน โดยอาจจะเป็นพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยประจำรถคันนั้นๆ ที่มีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ก็ได้

พนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยนี้ ควรมีประจำรถเก็บขนขยะมูลฝอยอย่างน้อยคันละ 3 คน และปฏิบัติงานกับรถคันเดิมในเส้นทางเดิมตลอด เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการเก็บขนขยะมูลฝอย โดยพนักงาน 2 คน ทำหน้าที่เก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากถังรองรับ แล้วนำมาส่งให้พนักงานอีก 1 คน ที่คอยรับอยู่บนรถ การเก็บรวบรวมจำเป็นต้องใช้พนักงาน 2 คน เนื่องจาก ขยะมูลฝอยในบางจุดมีปริมาณและน้ำหนักมาก จำเป็นต้องใช้แรงงานของคนอย่างน้อย 2 คน เพื่อยกขยะมูลฝอยขึ้นสู่ถังบรรทุกขยะบนรถ และพนักงานอีก 1 คนบนรถ นอกจากจะคอยรับและจัดวางขยะในถังบรรทุกขยะมูลฝอยแล้ว ยังต้องมีหน้าที่ในการคัดแยกประเภทของขยะมูลฝอยตามกลุ่มขยะเปียก ขยะแห้ง และขยะที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ ในระหว่างการเดินทางและระหว่างที่พนักงานอีก 2 คนกำลังเก็บรวบรวมขยะ เพื่อไม่ให้ขยะมูลฝอยเหล่านี้ปะปนกันในขั้นตอนของการขนส่ง และเกิดความสะดวก ในการแบ่งขยะมูลฝอยไปกำจัดตามประเภท พนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยควรมีการศึกษาขั้นต่ำคือ มัธยมศึกษาปีที่ 3 และพนักงานขับรถเก็บขนขยะมูลฝอยประจำรถแต่ละคัน ควรมีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์อย่างน้อย 1 คน เผื่อไว้เป็นพนักงานขับรถสำรอง ในกรณีที่พนักงานขับรถประจำ มีการลาหรือหยุดงาน

ในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ต้องการพนักงานเพื่อปฏิบัติงานในหน้าที่ต่างๆ ได้แก่ พนักงานชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย 1 คน พนักงานขับรถบด 1 คน พนักงานขับรถตักหน้าขุดหลัง 1 คน สำหรับการปฏิบัติงานในขั้นตอนการฝังกลบสุขาภิบาล และพนักงานที่มีหน้าที่ดูแลการหมักปุ๋ยอีก 4 คน ซึ่งมีหน้าที่ในการคัดแยกและเตรียมเศษอาหาร ตั้งกองหมักปุ๋ย ดูแลการหมักปุ๋ย และบรรจุปุ๋ยที่ได้ลงหีบห่อ

ตารางที่ 4.18 จำนวนพนักงานของระบบการจัดการขยะมูลฝอยในขั้นตอนต่างๆ

ปี	พนักงานขับรถเก็บขน (คน)	พนักงานเก็บขน (คน)	พนักงานในระบบกำจัด (คน)
2545	2	6	6
2546	3	9	6
2547	3	9	6
2548	3	9	6
2549	4	12	6
2550	4	12	6
2551	4	12	6
2552	4	12	6
2553	4	12	6
2554	4	12	6

โดยปกติแล้ว ในแต่ละวันมีการชั่งน้ำหนักเพียงวันละ 1 ครั้ง ของรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน จึงไม่จำเป็นต้องมีพนักงานชั่งน้ำหนักประจำ ซึ่งอาจจะให้พนักงานประจำรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคัน เป็นผู้ชั่งและจดบันทึกน้ำหนักขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้ในแต่ละวันด้วยตนเอง ในขณะที่พนักงานขับรถบดและพนักงานขับรถตักหน้าขุดหลังนั้น มีระยะเวลาในการปฏิบัติงานอย่างมาก ไม่เกิน 6 ชั่วโมง และพนักงานขับรถเก็บขนขยะมูลฝอย ก็ใช้เวลาในการปฏิบัติงานประมาณ 2 ชั่วโมง ดังนั้น ควรกำหนดหน้าที่ให้พนักงานขับรถเก็บขนขยะมูลฝอย มารับผิดชอบการขับรถบด และรถตักหน้าขุดหลังอีกอย่างน้อยคันละ 1 คน เพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานได้คุ้มค่า และเหมาะสมกับค่าตอบแทน เช่นเดียวกันกับพนักงานที่ดูแลการหมักปุ๋ย ซึ่งการปฏิบัติหน้าที่หลักในแต่ละวัน จะเริ่มต้นหลังจาก มีการขนส่งขยะมูลฝอยมายังสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแล้ว จึงควรกำหนดให้พนักงานประจำรถเก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ในการปฏิบัติงานแต่ละวัน มารับผิดชอบหน้าที่ดูแลการหมักปุ๋ยต่อ ภายหลังกลับจากการเก็บขนขยะมูลฝอย เพื่อให้พนักงานมีระยะเวลาในการปฏิบัติงาน คุ้มค่าเหมาะสมกับค่าตอบแทน และเป็นการลดจำนวนพนักงาน รวมทั้งค่าใช้จ่ายที่มากเกินความจำเป็น

ดังนั้น จำนวนพนักงานรวมทั้งหมด ที่มีความเหมาะสมในการปฏิบัติงาน ของระบบกำจัดขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และค่าตอบแทนพนักงานทั้งหมด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 จำนวนพนักงานในระบบการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปี	จำนวนพนักงานทั้งหมด (คน)	ค่าตอบแทนพนักงานทั้งหมด (บาท)
2545	8	576,000
2546	12	864,000
2547	12	864,000
2548	12	864,000
2549	16	1,152,000
2550	16	1,152,000
2551	16	1,152,000
2552	16	1,152,000
2553	16	1,152,000
2554	16	1,152,000

4.3.6 แนวโน้มในการหมุนเวียนขยะกลับมาใช้ประโยชน์

การหมุนเวียนขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ ในที่นี้หมายถึง การแยกขยะมูลฝอยที่สามารถแปรสภาพ แล้วนำกลับมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปใช้ได้อีก (Recycle) ได้แก่ กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ และ กระป๋องโลหะ การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4-2 ซึ่งได้มาจากการคำนวณเมื่อ ปริมาณ กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และ โลหะ เป็นร้อยละ 15.9, 18.7, 3.2, 1.2 และ 0.5 ของขยะมูลฝอยทั้งหมด ที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของช่วงเปิดการศึกษา และเป็นร้อยละ 15.2, 19.4, 4.1, 1.5 และ 0.4 ตามลำดับ ในช่วงปิดการศึกษา พบว่าในแต่ละวัน จะมีขยะมูลฝอยประเภทเหล่านี้เกิดขึ้นไม่ต่ำกว่าวันละ 800 กิโลกรัม และถ้ามีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอแล้ว จะสามารถนำขยะมูลฝอยเหล่านี้หมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด โดยวิธีการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ดีนั้น ควรรณรงค์และกำหนดให้มีการทิ้งขยะประเภท ปริมาณ กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และ โลหะ แยกต่างหาก ออกจากขยะประเภทอื่นๆ และในขั้นตอนของการเก็บขนนั้น ต้องทำการรวบรวมขยะเหล่านี้ไว้เป็นส่วนเฉพาะ ในถังบรรทุกขยะของรถเก็บขนขยะมูลฝอยไม่ให้ปะปนกับขยะมูลฝอยประเภทอื่น เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ในการคัดแยกประเภทของขยะมูลฝอย เมื่อขนส่งไปถึงสถานที่กำจัดแล้ว โดยคาดว่าเมื่อนำขยะมูลฝอยเหล่านี้ไปขายแล้ว จะมีรายได้ทั้งหมดกลับคืนสู่มหาวิทยาลัยไม่ต่ำกว่า 36,992,300 บาท ตลอดระยะเวลา 10 ปี ในกรณีที่คาดการณ์ว่าสามารถขายขยะมีมูลค่าเหล่านี้ได้หมดทั้ง 100 % แต่ในกรณีที่กำหนดให้ ขยะมีมูลค่า

เหล่านี้สามารถนำไปขายได้เพียงร้อยละ 50 นั้น มหาวิทยาลัยจะมีรายได้จากการขายขยะมีมูลค่าเหล่านี้ ไม่ต่ำกว่า 18,496,150 บาท ซึ่งรายได้ส่วนนี้คำนวณจากราคารับซื้อของเก่า ของห้างจำกัด พัฒนกิจ โคราช ที่ตั้งราคารับซื้อ กระดาษ พลาสติก แก้ว กระป๋องโลหะ และ โลหะ ไว้ที่ ประมาณ 2, 8, 0.75, 35 และ 3.5 บาท/กิโลกรัม ณ วันที่ 21 พฤษภาคม 2545 ในขณะเดียวกันการนำเศษอาหารมาหมักทำปุ๋ยนั้น ในระยะเวลา 10 ปี ถ้าสามารถนำเศษอาหารทั้งหมดมาหมักปุ๋ยได้ 100 % จะสามารถผลิตปุ๋ยหมักได้เป็นจำนวน 2,500 ตัน เนื่องจากปุ๋ยหมักจะมีน้ำหนักเหลือประมาณ 1 ใน 3 ของน้ำหนักเศษอาหารที่นำมาหมัก เมื่อปุ๋ยหมักสามารถขายได้ในราคากิโลกรัมละ 7 บาท มหาวิทยาลัยจะมีรายได้ทั้งหมดจากการขายปุ๋ยหมัก ประมาณ 17,503,034 บาท แต่ถ้าสามารถนำเศษอาหารมาหมักทำปุ๋ยได้เพียงร้อยละ 50 ของเศษอาหารทั้งหมดแล้ว มหาวิทยาลัยจะมีรายได้จากการขายปุ๋ยหมักประมาณ 8,751,517 นอกจากนั้นแล้วในปัจจุบัน ทางมหาวิทยาลัยก็มีการรวบรวมของเหลือใช้ในสำนักงาน ประเภทตลับหมึกพิมพ์ใช้แล้ว และกระดาษ รวมถึงอุปกรณ์ชำรุดประเภทโลหะ แยกไว้ต่างหากโดยไม่ทำการทิ้งผ่านถังรองรับขยะมูลฝอยทั่วไปอยู่แล้ว ซึ่งวัสดุเหลือใช้เหล่านี้ ทางมหาวิทยาลัยจะนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่าทุกๆ 4 เดือน เป็นรายได้กลับคืนสู่มหาวิทยาลัยอีกประมาณปีละ 250,000 บาท ซึ่งรายได้รวมจากการขายขยะมีมูลค่าเหล่านี้ ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2545 ถึง 2554 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 รายได้รวมโดยประมาณของมหาวิทยาลัยจากการขายขยะมีมูลค่าตลอด 10 ปี

ประเภท	ปริมาณรวม (ตัน)	ราคาต่อหน่วย	รายได้จากการขาย (บาท)	
			ขายได้ 100 %	ขายได้ 50 %
กระดาษ	2,366	2 บาท/กิโลกรัม	4,733,300	2,366,650
พลาสติก	2,823	8 บาท/กิโลกรัม	22,580,000	11,290,000
แก้ว	500	0.75 บาท/กิโลกรัม	370,000	185,000
กระป๋องโลหะ	187	35 บาท/กิโลกรัม	6,560,000	3,280,000
โลหะ	72	3.5 บาท/กิโลกรัม	250,000	125,000
ปุ๋ยหมัก	2,500	7 บาท/กิโลกรัม	17,503,034	8,751,517
รายได้จากการขายของเหลือใช้ในสำนักงาน ของส่วนพัสดุ			2,500,000	
รวมรายได้ทั้งหมด			**54,495,334**	**28,497,667**

4.3.7 ค่าใช้จ่ายและการลงทุน

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการดำเนินการจัดการขยะมูลฝอย ด้วยวิธีการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เพื่อนำไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยกขยะมีมูลค่าไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือ ไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบสุขาภิบาล ตลอดระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 - 2554 สามารถแบ่งออกได้เป็น

- ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อถังรองรับขยะมูลฝอย และถุงดำ
- ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อรถเก็บขนขยะมูลฝอย
- ค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมพื้นที่ และการก่อสร้าง ในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย
- ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อตาชั่ง และเครื่องจักรกลต่างๆ
- ค่าใช้จ่าย ในการจัดซื้อรถตักหน้าขุดหลัง และรถบด
- ค่าใช้จ่ายในการในการดำเนินการ ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องมือเครื่องจักร
- ค่าตอบแทนพนักงาน

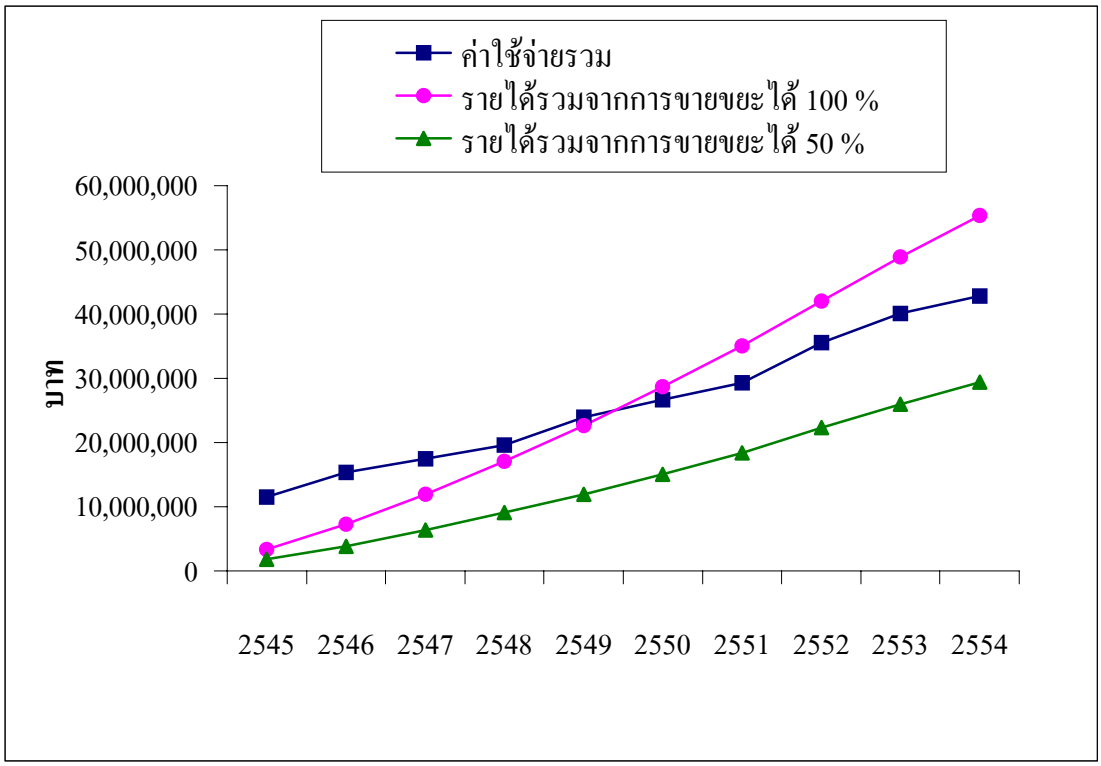
รวมแล้วตลอดระยะเวลา 10 ปี ต้องใช้งบประมาณทั้งหมด ประมาณ 42,780,000 บาท ซึ่งในการลงทุนนี้ คาดว่าจะสามารถสร้างรายได้ กลับคืนสู่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จากการขายขยะมีมูลค่าและปุ๋ยหมัก ได้ประมาณ 54,495,334 บาท และ 28,497,667 บาท ในกรณีที่กำหนดให้สามารถนำขยะมีมูลค่ากลับมาใช้ประโยชน์ได้ 100 % และ 50 % ตามลำดับ และสามารถขายต่อรถเก็บขนขยะมูลฝอย ที่หมดอายุแล้ว 3 คัน ในราคาคันละประมาณ 300,000 บาท รวมเป็นเงิน 900,000 บาท ดังนั้นในช่วงระยะเวลา 10 ปี มหาวิทยาลัยจะมีรายได้รวมทั้งหมดเป็นเงิน 55,395,334 บาท และ 29,397,667 บาท ในกรณีที่กำหนดให้สามารถนำขยะมีมูลค่ากลับมาใช้ประโยชน์ได้ 100 % และ 50 % ตามลำดับ และเมื่อหักค่าใช้จ่ายต่างๆแล้ว จะมีกำไรสุทธิ ประมาณ 12,615,334 บาท และขาดทุนประมาณ 13,382,333 บาท ตามลำดับ ดังได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.20 โดยงบประมาณสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยในแต่ละปีนั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.21 และการลงทุนสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนี้ จะมีโอกาสได้กำไรในกรณีที่สามารถนำขยะมีมูลค่านี้ กลับมาใช้ประโยชน์ได้หมดทั้ง 100 % โดยมีระยะเวลาในการคืนทุน 5 ปี ดังนั้น มหาวิทยาลัยจะเริ่มมีกำไรสุทธิในปี พ.ศ. 2550 แต่ถ้าสามารถนำขยะมีมูลค่ากลับมาใช้ประโยชน์ได้เพียง 50 % แล้วมหาวิทยาลัยจะไม่ได้กำไรจากการลงทุนสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังสามารถนำรายได้กลับคืนมาสู่มหาวิทยาลัยได้ถึงประมาณ 69 % ของการลงทุนทั้งหมด ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.32

ตารางที่ 4.21 การลงทุนและรายได้จากการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน (บาท)	
ขั้นตอนการรวบรวมขยะมูลฝอย (ค่าจัดซื้อถุงดำ และ ถังขยะ)	5,484,000	
ขั้นตอนการเก็บขน และขนส่ง (ค่าจะจัดซื้อรถ น้ำมันเชื้อเพลิง และการดูแลรักษา)	14,602,000	
ขั้นตอนการกำจัดขยะมูลฝอย (ค่าจัดเตรียมสถานที่ ก่อสร้าง เครื่องจักร และอุปกรณ์)	12,614,000	
ค่าตอบแทนพนักงาน	10,080,000	
รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด	**42,780,000**	
รายการรายได้	ขายได้ 100 %	ขายได้ 50 %
รวมรายได้ทั้งหมดจากการขายขยะมีมูลค่า และปุ๋ยหมัก	54,495,334	28,497,667
รวมรายได้จากการขายต่อ รถเก็บขนขยะมูลฝอยที่หมดอายุ	900,000	
รวมรายได้ทั้งหมด	**55,395,334**	**29,397,667**
ผลกำไร (หรือขาดทุน) สุทธิ	**+ 12,615,334**	**- 13,382,333**

ตารางที่ 4.22 งบประมาณสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปี	**ค่าใช้จ่าย**	**รายได้**		**กำไร (หรือขาดทุน) สุทธิ**	
		ขายได้ 100%	ขายได้ 50 %	ขายได้ 100 %	ขายได้ 50 %
2545	11,556,000	3,336,333	1,793,167	ขาดทุน 8,219,667	ขาดทุน 9,762,834
2546	3,776,000	3,937,100	2,093,550	161,100	ขาดทุน 1,682,450
2547	2,117,000	4,647,267	2,448,634	2,530,267	331,634
2548	2,181,000	5,185,567	2,717,784	3,004,567	536,784
2549	4,354,000	5,530,300	2,890,150	1,176,300	ขาดทุน 1,463,850
2550	2,650,000	6,046,133	3,148,067	3,396,133	498,067
2551	2,682,000	6,329,567	3,289,784	3,647,567	607,784
2552	6,283,000	7,035,267	3,942,634	752,267	ขาดทุน 2,340,367
2553	4,489,000	6,798,267	3,674,134	2,309,267	ขาดทุน 814,867
2554	2,692,000	6,549,533	3,399,767	3,857,533	707,767
รวม	**42,780,000**	**55,395,334**	**29,397,667**	**กำไร 12,615,334**	**ขาดทุน 13,382,333**



รูปที่ 4.32 ค่าใช้จ่ายและรายได้รวม ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 แนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากการศึกษาและวิเคราะห์ พบว่าแนวทางที่ควรนำไปปฏิบัติหรือประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2545 ไปจนกระทั่ง พ.ศ. 2554 คือ

การรวบรวมขยะมูลฝอย

การทิ้งขยะมูลฝอยเพื่อรอการเก็บขนไปทำลาย ควรเตรียมภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่มีความเหมาะสม คือ ถังขยะพลาสติกขนาด 120 ลิตรที่มีฝาปิด ให้มีจำนวนที่เพียงพอต่อการรองรับขยะชุมชนที่เกิดขึ้นในทุกๆวัน โดยในปี พ.ศ. 2545 ควรมีถังรองรับขยะนี้ตั้งตามแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย ทั่วทั้งมหาวิทยาลัยไม่ต่ำกว่า 224 ถัง และเพิ่มจำนวนขึ้นทุกๆปี จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2554 ควรมีถังรองรับขยะมูลฝอย ไม่ต่ำกว่า 435 ถัง และควรรณรงค์ให้มีการแยกทิ้งขยะมูลฝอยลงในถังรองรับ ตามประเภทของขยะมูลฝอย อย่างน้อย 3 ประเภท คือ เศษอาหาร ขยะมีมูลค่าซึ่งได้แก่ กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ และกระป๋องโลหะ ประเภทสุดท้ายคือ ขยะชนิดอื่นๆ นอกจากนั้นแล้ว ควรมีมาตรการในการแยกทิ้งในส่วนของขยะอันตรายหรือขยะพิษต่างหาก ไม่ให้ปะปนกันกับขยะมูลฝอยชุมชน โดยตั้งถังรองรับขยะมูลฝอยอันตรายโดยเฉพาะ ตามบริเวณที่อาจจะมีการเกิดขยะมูลฝอยและเป็นจุดที่มีความสะดวกในการทิ้ง อย่างน้อย 13 จุด ซึ่งได้แก่ อาคารบริหาร อาคารเรียนรวม อาคารวิชาการ บรรณสาร ศูนย์เครื่องมือและวิทยาศาสตร์ กลุ่มบ้านพักบุคลากร กลุ่มเรือนพักบุคลากร กลุ่มหอพักนักศึกษาชาย กลุ่มหอพักนักศึกษาหญิง กลุ่มอาคารในฟาร์มมหาวิทยาลัย อาคารกิจกรรม ศูนย์ Synchrotron และสุรสัมมนาคาร ซึ่งควรจะมีการศึกษาแนวทางการจัดการขยะอันตราย ที่เกิดขึ้นต่อไปด้วยเช่นกัน

การเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย

การเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย ควรกระทำทุกวันในช่วงเช้าโดยเริ่มตั้งแต่เวลาประมาณ 8:00 นาฬิกา โดยใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ที่ถังบรรทุกขยะมูลฝอยมีความจุ 18 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งรถแต่ละคัน ควรมีพนักงานขับรถ 1 คน และพนักงานเก็บขน 3 คนเพื่อปฏิบัติหน้าที่ประจำแต่ละคัน ซึ่งในปี พ.ศ. 2545 ต้องการรถเพียง 2 คัน ในการเก็บขน 2 เส้นทาง และจากการนำระบบสาร

สนเทศภูมิศาสตร์ มาเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทำให้การเก็บขนขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดภายในบริเวณมหาวิทยาลัย มีระยะทางในการปฏิบัติงาน รวมทั้งสิ้น 32 กิโลเมตร และในอนาคตมีปริมาณขยะมูลฝอยมากขึ้น ต้องเพิ่มจำนวนรถเก็บขนเป็น 3 คัน ในปี พ.ศ. 2546 และ 4 คัน ในปี พ.ศ. 2549 เพื่อให้เพียงพอต่อการเก็บขนขยะมูลฝอย ที่มีปริมาณมากขึ้น โดยในขั้นตอนของการขนส่งขยะมูลฝอยนี้ ควรมีการแยกประเภทของขยะมูลฝอย ไม่ให้ปะปนกัน เช่นเดียวกับขั้นตอนการรวบรวมขยะมูลฝอยในถังขยะ เพื่อความสะดวกรวดเร็ว ในการแยกกำจัด ซึ่งอาจจะใช้การแบ่งพื้นที่ในถังบรรทุกออกเป็น 3 ส่วน สำหรับวางขยะมูลฝอยทั้ง 3 ประเภท โดยพนักงานประจำรถ ที่มีหน้าที่รอรับขยะมูลฝอยในถังบรรทุก ควรเป็นผู้คัดแยกและจัดวางขยะมูลฝอยตามประเภท เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการจัดการขยะมูลฝอยแยกตามประเภท ซึ่งภายหลังขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัดแล้ว ทุกๆวันควรทำความสะอาดรถเก็บขนขยะมูลฝอยทันที เพื่อไม่ให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค และให้พร้อมสำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอยในวันต่อไป

การกำจัดขยะมูลฝอย

จากการศึกษาลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย พบว่าขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สามารถนำไปกำจัดได้ทุกวิธี แต่จากการศึกษาในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้ว พบว่า วิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่คุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด คือ การแยกเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ย และคัดแยก ขยะประเภท กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ และกระป๋องโลหะ เพื่อนำไปขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า แล้วจึงนำขยะมูลฝอยที่เหลือไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบสุขาภิบาล เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้เงินลงทุนต่ำ และในขณะเดียวกัน ยังสามารถทำให้เกิดรายได้กลับเข้าสู่มหาวิทยาลัยอีกด้วย

จากการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือ ช่วยในการเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยภายในบริเวณมหาวิทยาลัย พบว่าสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม คือ พื้นที่ว่างเปล่าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ในมหาวิทยาลัย ซึ่งอยู่ใกล้ถนนมหาวิทยาลัย 3 เส้นทางระหว่างประตู 2 และประตู 3 โดยต้องการพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1.32 ไร่ ควรมีรั้วมิดชิด รอบพื้นที่ทุกด้านและมีทางเข้าออกแค่ทางเดียว ในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยนี้ ประกอบไปด้วย หลุมฝังกลบขนาด 0.35 ไร่ มีความลึก 4 เมตร ซึ่งมีระบบการระบายน้ำชะขยะมูลฝอย ไปสู่บ่อบำบัดน้ำเสีย มีท่อสำหรับระบายก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบ ออกสู่บรรยากาศภายนอก และภายใต้หลุมฝังกลบมีชั้นวัสดุกันซึม ป้องกันการรั่วซึมของน้ำเสีย และสารพิษสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ในส่วนของพื้นที่ที่เหลือ ประกอบไปด้วยถนนภายในสถานที่กำจัด อาคารชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย โรงเรือนหมักปุ๋ย โรงจอดรถที่ใช้ในการฝังกลบ และรถเก็บขนขยะมูลฝอย เนื่องจากใช้สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เป็นสถานีจอดรถเก็บ

ขนด้วย อาคารสำนักงานสำหรับควบคุมดูแลการกำจัดขยะมูลฝอย และระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอย

พนักงานในระบบการจัดการขยะมูลฝอย

ระบบการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ควรมีพนักงานสำหรับการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ 8 คน ในปี พ.ศ. 2545 ประกอบด้วยพนักงานขับรถ 2 คน มีหน้าที่ขับรถเก็บขนขยะมูลฝอย คันละ 1 คนในขั้นตอนการเก็บขนขยะมูลฝอย และเมื่อขนส่งขยะมูลฝอยมายังสถานที่กำจัดแล้ว จะมีหน้าที่ขับรถบด และรถตักหน้าขุดหลังในขั้นตอนการฝังกลบ ในขณะที่พนักงานอีก 6 คน ทำหน้าที่เป็นพนักงานเก็บขน ในขั้นตอนการเก็บขนขยะมูลฝอย และกลับมาสถานที่กำจัด เพื่อดูแลการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งได้แก่ การชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย การคัดแยกขยะมีมูลค่า การคัดแยกเศษอาหาร การบดเศษอาหาร การตั้งกองหมักและดูแลการหมักปุ๋ย การบรรจุปุ๋ยลงหีบห่อ และการดูแลความสะอาดเรียบร้อยในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย โดยในปี พ.ศ. 2546 จะต้องการพนักงานเพิ่มเป็น 12 คน เนื่องจาก มีรถเก็บขนขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นเป็น 3 คัน จึงต้องมีพนักงานขับรถเพิ่มเป็น 3 คน และต้องมีพนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยประจำคันละ 3 คน เช่นเดียวกับในปี พ.ศ. 2549 จะต้องการพนักงานเพิ่มเป็น 16 คน เนื่องจาก มีรถเก็บขนขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นเป็น 4 คัน จึงต้องมีพนักงานขับรถเพิ่มเป็น 4 คน และพนักงานที่เหลือจะมีหน้าที่และลักษณะงานเช่นเดิม เพื่อให้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว รวมถึงพนักงานจะมีการปฏิบัติงานได้คุ้มค่ากับค่าตอบแทน

งบประมาณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีต้องเสียค่าใช้จ่ายให้แก่บริษัทเอกชนที่เป็นผู้รับผิดชอบในการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน เฉลี่ยประมาณ 2,398.16 บาทต่อตัน ของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ซึ่งถ้ามหาวิทยาลัยยังคงใช้การจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีเดียวกันนี้ต่อไป ตลอดระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า คือ ปี พ.ศ. 2545-2554 มหาวิทยาลัยต้องเสียค่าใช้จ่าย เป็นเงินรวมทั้งสิ้น 35,977,196.32 บาท แต่ถ้าเลือกใช้ระบบการจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัย ด้วยแนวทางที่ได้ศึกษาแล้วพบว่ามีความเหมาะสมดังกล่าวแล้ว ตลอดระยะเวลา 10 ปี จะใช้งบประมาณสำหรับการจัดซื้ออุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องจักร ยานพาหนะ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าดูแลรักษาซ่อมบำรุง เครื่องมือเครื่องจักรและยานพาหนะ ค่าก่อสร้างและเตรียมสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย และค่าตอบแทนพนักงาน รวมทั้งหมดเป็นเงินประมาณ 42,780,000 บาท แต่อย่างไรก็ตาม การลงทุนสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยด้วยแนวทางนี้ สามารถสร้างรายได้ให้มหาวิทยาลัย จากการหมุนเวียนขยะมูลฝอยบางส่วนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งได้แก่การขายขยะมีมูลค่า ขายปุ๋ยหมัก และขายต่อรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่หมดอายุ ได้เป็นเงินประมาณ 55,395,334 บาท ในกรณีที่ สามารถนำขยะมีมูลค่ามาใช้ประโยชน์

ได้ทั้งหมด 100 % แต่ถ้านำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ได้เพียง 50 % มหาวิทยาลัยจะมีรายได้รวมประมาณ 29,397,667 บาท

5.1.2 ประโยชน์และข้อจำกัด ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการใช้เป็นเครื่องมือช่วยวิเคราะห์ระบบการจัดการขยะมูลฝอย สำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านสิ่งแวดล้อมได้ในหลายๆด้าน ซึ่งรวมถึงการนำมาช่วยในการวิเคราะห์ระบบการจัดการขยะมูลฝอยด้วยเช่นกัน และงานวิจัยนี้จึงเป็นการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาช่วยในการออกแบบเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอย และเลือกสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับขีดความสามารถของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยประโยชน์ของการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในงานวิจัยนี้คือ เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยไว้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสะดวกต่อการค้นหา นำมาใช้ประโยชน์ และสามารถปรับปรุงข้อมูลเหล่านี้ให้ทันสมัยได้ง่าย ดังนั้นจึงสามารถทำการคัดเลือกพื้นที่ ที่มีความเหมาะสมต่อการตั้งสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลายๆด้าน ได้สะดวกรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังช่วยให้สามารถวิเคราะห์ หาเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสม คือใช้ระยะทางในการปฏิบัติงานน้อย และมีความคล่องตัวในขณะเดินทาง ซึ่งการออกแบบเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพนี้ ต้องคำนึงถึงปัจจัยในหลายๆด้านประกอบกัน แต่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ช่วยให้ สามารถออกแบบเส้นทางเก็บขนนี้ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากสามารถช่วยให้มองเห็นภาพ ของพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้อย่างเป็นรูปธรรม ในขณะเดียวกัน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ยังสามารถคำนวณระยะทาง ของเส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้ทำการออกแบบไว้ได้ จึงเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย สำหรับการออกไปสำรวจและเก็บข้อมูลระยะทางในภาคสนาม ได้เป็นอย่างดี

แต่อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้กับการจัดการขยะมูลฝอยสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กคือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไม่ใช่เครื่องมือที่จะสามารถตัดสินใจแทนมนุษย์ หรือคัดเลือกแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุดได้ ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาด้านขยะมูลฝอยและสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องละเอียดอ่อน และสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ จึงต้องมีการตัดสินใจขั้นสุดท้ายโดยมนุษย์ ด้วยการวิเคราะห์และพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบอีกครั้ง ก่อนที่จะเลือกแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมไปปฏิบัติจริง

5.2 การประยุกต์ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นประโยชน์โดยตรงต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เนื่องจากได้ทำการศึกษาในสถานที่จริง และเป็นการนำข้อมูลจริงมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบการจัดการขยะมูลฝอย ผลจากการวิจัยนี้จึงสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ ในการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทั้งในปัจจุบันและอนาคตได้โดยตรง นอกจากนั้นแล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถาบันการศึกษา หรือชุมชนขนาดเล็กอื่นๆ ที่มีลักษณะและพื้นที่ใกล้เคียงกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีอีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

การวิจัยนี้เป็นเพียงการศึกษาแนวทางการจัดการขยะชุมชนเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาแนวทางการจัดการขยะอันตรายที่เกิดขึ้นต่อไป และในการออกแบบเส้นทางการเก็บขนขยะมูลฝอยนี้เป็นการออกแบบเส้นทางสำหรับเก็บขนขยะมูลฝอยในปัจจุบัน ที่ต้องใช้รถเก็บขนขยะมูลฝอย 2 คันในอนาคตจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนรถเก็บขนเป็น 3 และ 4 คัน จึงควรมีการออกแบบเส้นทางเดินรถเหล่านี้ในอนาคต ซึ่งอาจจะต้องปรับเปลี่ยนเส้นทางการเดินรถเก็บขน เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยอื่นๆเพิ่มขึ้นอีก นอกจากนั้นแล้ว ควรมีการศึกษาและออกแบบระบบการคัดแยกประเภทของขยะมูลฝอย และการหมุนเวียนขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีกลับมาใช้ประโยชน์ ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด รวมไปถึงควรศึกษาลักษณะของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม ของแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยแต่ละประเภท ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีต่อไป

นอกจากแนวทางในการจัดการและกำจัดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่เหมาะสม ซึ่งได้นำเสนอไปแล้วข้างต้น ยังมีการกำจัดขยะมูลฝอยอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นที่น่าสนใจ และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในกรณีที่ไม่ต้องการขยายพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย หรือต้องการยืดอายุการใช้งานของหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย แต่วิธีดังกล่าวไม่ได้มีการศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งก็คือ การใช้เตาเผาขยะชุมชนพร้อมระบบกำจัดอนุภาค ที่มีชื่อว่า เตาเผาขยะอัตตาหิฯ ซึ่งเป็นเตาเผาขยะขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เมตร สูง 1.78 เมตร ซึ่งประกอบด้วยห้องเผาไหม้แบบไพโรไลซีส 1 ห้อง และห้องลดมลพิษ 1 ห้อง มีอัตราการเผาไหม้ 64 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งใช้ขยะแห้งเป็นเชื้อเพลิง ด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องอาศัยเชื้อเพลิงชนิดอื่นเพิ่มเติม และมีอุณหภูมิภายในเตาขณะเผาไหม้ประมาณ 500-900 ° C โดยในห้องลดมลพิษนั้นใช้วิธีบำบัดควันเสียด้วยระบบสัมผัสเปียก (Wet Scrubber) ซึ่งปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์จากห้องลดมลพิษที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศของกระทรวงอุตสาหรรม และนอกจากนั้นแล้ว เตาเผาอัตตาหิฯ นี้ ยังมีงบ

ประมาณในการก่อสร้างต่ำ คือ ไม่เกิน 100,000 บาท ใช้งานและดูแลรักษาง่ายเนื่องจากไม่มีระบบการทำงานที่ซับซ้อน อีกทั้งไม่ต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิง จึงประหยัดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน ซึ่งจากคุณสมบัติของเตาเผาอัตตาหิฯ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น จะพบว่าเตาเผาอัตตาหิฯนี้ ควรได้รับการสนับสนุนและนำไปใช้สำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยในชุมชนต่างๆ ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพของเตาเผาอัตตาหิฯ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานในชุมชนต่างๆได้อย่างแพร่หลาย ในราคาถูกและมีคุณภาพที่ดีต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กองวิชาการ สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร ร่วมกับ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2528). **รายงานการศึกษาค่าใช้จ่ายและอายุการใช้งานของรถยนต์เก็บขนมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร.** กรุงเทพ: สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร.

เกริกพงษ์ ชาญประทีป และคณะ. (2535). ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. ใน **Forest to Factories:GIS Technology in defence of the Kingdom's Environment**. กรุงเทพ: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2543). **การจัดการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม**. นนทบุรี.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2537). **วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพ: มิตรนราการพิมพ์.

คณะกรรมการกำกับการจัดทำแผนปฏิบัติการจัดการสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัด. (2536**). คู่มือการจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับจังหวัด**. กรุงเทพ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2541). **คู่มือการฝึกอบรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์(ArcView Version 3.0) สำหรับการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพ: โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม. (2535). **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการเก็บข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดตั้งโครงการการกำจัดขยะนำร่อง**. กรุงเทพ: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม. (2542). **สภาวะแวดล้อมของเรา**. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์.(2544). **รายงานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลอง องค์ประกอบมูลฝอยและปุ๋ยหมัก กทม.**. กรุงเทพ:

นวลวรรณ โตรักษา. (2537). **การประยุกต์การใช้สารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อช่วยในการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอย กรณีศึกษา : จังหวัดปทุมธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญชัย วิจิตรเสถียร และคณะ. (2542**). โครงการก่อสร้างเตาเผาขยะชุมชนพร้อมระบบกำจัดอนุภาค (เตาเผาขยะอัตตาหิฯ)**. นครราชสีมา: เทคโนธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ไพศาล ผดุงศิริกุล. (2535). การสุ่มและวิเคราะห์ตัวอย่างมูลฝอย. ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรขยะ (การวิเคราะห์ขยะ)**. กรุงเทพ: ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม.

ไพศาล ผดุงศิริกุล. (2537). **การจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลจังหวัดนนทบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

เทศบาลนครนครราชสีมา. (2541). **การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบเบื้องต้น ระบบการจัดการขยะมูลฝอย เทศบาลนครนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา**. กรุงเทพ: บริษัท แมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2537). **คู่มือออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน**. กรุงเทพ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2533**). เอกสารการสอนชุดวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 8-15 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์สุขภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2535). **คู่มือดัชนีสารสนเทศเชิงพื้นที่**. กรุงเทพ: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย และกรุงเทพมหานคร. (2535). **เทคนิคการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาและวิธีฝังกลบ**. กรุงเทพ: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนีย์ มัลลิกะมาลย์ และคณะ. (2543). **การจัดการขยะชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ : รูปแบบและมาตรการทางสังคม เศรษฐศาสตร์ การจัดการ และกฎหมาย เพื่อแก้ไขปัญหาขยะชุมชน**. กรุงเทพ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สุทิน อยู่สุข. (2531). การคาดประมาณปริมาณและลักษณะของมูลฝอย. ใน **การจัดการมูลฝอย.** กรุงเทพ: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

สุระ พัฒนเกียรติ. (2533**). หลักเบื้องต้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ:

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ร่วมกับ กรมการปกครอง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น(JICA). (2531). **การจัดการมูลฝอย.** นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

American Public Work Association. (1975). **Solid Waste Collection Practice.** Chicago: Illinois.

Environmental Health Division. (1989). **Solid Waste Management in Thailand**. Bangkok: Environmental Health Division.

Pfeffer, J. T. (1992). **Solid Waste Management Engineering.** Prentice-Hall. New Jersey. U.S.A.

Tchobanoglous, G., Thiesen, H. and Elliassen, R. (1977). **Solid Wastes : Engineering Principles and Management Issues.** McGraw-Hill. New York. U.S.A.

Tchobanoglous, G., Thiesen, H. and Vigil, S. (1993). **Integrated Solid Waste Management.** McGraw-Hill. New York. U.S.A.

Vesilind, P. A. and Rimer, A. E. (1981). **Unit Operations in Resource Recovery Engineering**. Prentice-Hall. New Jersey. U.S.A.

ภาคผนวก ก.

ลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยในช่วงเปิดภาคการศึกษา

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Avg.	SD.
	7/1/02	8/1/02	9/1/02	10/1/02	11/1/02	12/1/02	6/1/02		
Weight (Kg)	1,580	2,070	2,020	1,880	2,120	1,800	1,230	1,814	316.7
Transportation Density (Kg/ m3)	100	110	101	101	110	105	97	103.4	4.7
Bulk Density (Kg/100 L)	20	23	20	19.4	20.3	21.2	19	20.4	1.2
องค์ประกอบ (% W / W)									
กระดาษ	11.5	13	17.5	22.2	17.2	15.5	14.7	15.9	3.2
พลาสติก	12.5	15.6	17.5	18.6	22	24	20.6	18.7	3.6
โฟม	1	0.9	1.5	1	1	1.4	0.5	1	0.3
ผ้า	0.5	0.4	1	2	1.5	1	1	1.1	0.5
ไม้	10	4.3	6.5	9.3	5.4	6	6.8	6.9	1.9
เศษอาหาร	50	59	50	43.3	46.8	48	49.5	49.6	4.5
แก้ว	8	1.7	3	3.6	2	2.4	2	3.2	2
กระป๋องโลหะ	1.5	1.3	1.5	1	1	1	1	1.2	0.2
โลหะ	0.5	0.9	0.5	0.5	1	0	0	0.5	0.4
กระเบื้อง	0.5	0.9	1	0	0	0	0	0.3	0.4
ยาง , หนัง	2.5	1.3	0	0	1	0	0	0.7	0.9
อื่นๆ	1.5	0.4	0	1.5	1.1	0.7	1	0.9	0.5
ขนาด (% W / W)									
ใหญ่กว่า 3 "	43	32.6	37	47.9	50.2	57	35.8	43.3	8.2
3 " - 1.5 "	21.5	30.4	32.5	26.3	25.9	21.2	26.3	26.3	3.9
เล็กกว่า 1.5 "	35.5	37	30.5	25.8	31.6	21.8	37.9	31.4	5.5
ความชื้น (% W / W)	59	65.7	61.7	63.6	68	66.2	55	62.7	4.2
ของแข็ง (% W / W)	41	34.3	38.3	36.4	32	33.8	45	37.3	4.2
Ash (% W / W)	9	6.5	8	7.4	6.1	5.6	7.3	7.2	1.1
Volatile (% W / W)	32	27.8	30.3	29	25.9	28.2	37.7	30.1	3.6
Nitrogen (% W / W)	1.5	1.7	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	1.7	0.1
Phosphorus (mg-P / Kg)	4.5	4.8	4.4	5.7	3.9	5.3	4.7	4.8	0.6
Hydrogen(% w/w)	2.1	1.9	2	1.9	1.7	1.9	2.5	1.9167	0.2
Carbon(% w/w)	17.8	15.4	16.8	16.1	14.4	15.7	20.9	16.7	2
DSCV (cal/g)	4367.7	4178.5	4875.1	4207	4628.8	4264.9	4389.9	4416	233.6

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Avg.	SD.
HSCV (cal/g)	1790.8	1433.2	1867.2	1531.3	1481.2	1441.5	1975.5	1645.8	209
LSCV (cal/g)	1323.4	936.4	1389	1047.1	981.4	941.7	1510.5	1161.4	221.8
LHV (calculation)	1086	856.8	993.3	923.4	757.5	871.8	1366.5	979.3	185.3

ลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยในช่วงปิดภาคการศึกษา

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Avg.	SD.
	24/12/01	25/12/01	26/12/01	27/12/01	28/12/01	29/12/01	30/12/01		
Weight (Kg)	1090	1160	1200	1200	1130	980	910	1,096	111.8
Transportation Density (Kg/ m3)	95.7	90.4	92.3	105.5	92	102.4	102.8	97.3	5.7
Bulk Density (Kg/100 L)	20	20.8	20.5	20.3	20.8	20.5	19.8	20.4	0.4
องค์ประกอบ (% W / W)									
กระดาษ	15.8	14.4	17	17.2	12	16.7	13	15.2	1.9
พลาสติก	17.6	21.2	12.7	20.7	20.2	18.8	24.8	19.4	3.4
โฟม	1	1.5	1	1	1	2	1.2	1.2	0.4
ผ้า	1	0	1.5	1.5	1	2.4	5	1.7	1.5
ไม้	8.7	4.6	11.2	6.9	6.7	4.3	3.5	6.6	2.5
เศษอาหาร	48.7	49.4	46.8	46.8	49	47.2	44.6	47.5	1.5
แก้ว	2.4	1.6	6.8	1.7	5.8	5.6	4.9	4.1	2
กระป๋องโลหะ	1.5	2	0.5	1	1.4	2	2	1.5	0.5
โลหะ	0	1.5	0.5	0	1	0	0	0.4	0.6
กระเบื้อง	0	0	2	3	1.9	0	0.5	1.1	1.1
ยาง , หนัง	1.8	2	0	0	0	1	0	0.7	0.8
อื่นๆ	1.5	1.8	0	0.2	0	0	0.5	0.6	0.7
ขนาด (% W / W)									
ใหญ่กว่า 3 "	37.3	41.4	30.2	30	28.8	38.7	40.4	32.3	5.1
3 " - 1.5 "	25	19.4	23.4	15.8	30.3	30.3	26.3	27.3	5.1
เล็กกว่า 1.5 "	37.7	39.2	46.4	54.2	40.9	31	33.3	40.4	7.3
ความชื้น (% W / W)	54.8	56.4	53.2	52.9	55.6	59.4	55.3	55.4	2
ของแข็ง (% W / W)	45.2	43.6	46.8	47.1	44.4	40.6	44.7	44.6	2
Ash (% W / W)	8.4	10.5	12.7	9.3	8.8	7.3	8.1	9.3	1.7
Volatile (% W / W)	36.8	33.1	34.1	37.8	35.6	33.3	36.6	35.3	1.7

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Avg.	SD.
Nitrogen (% W / W)	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.8	1.9	1.6	0.2
Phosphorus (mg-P / Kg)	5.2	4.8	6.8	5.6	4.9	5.4	6.6	5.6	0.7
Hydrogen (% w/w)	2.5	2.2	2.3	2.5	2.4	2.2	2.4	2.4	0.1
Carbon(% w/w)	20.4	18.4	18.9	21	19.8	18.5	20.4	19.6	1
DSCV (cal/g)	-	-	-	4730.4	4090.5	3924.7	4667.1	4,227	355.7
HSCV (cal/g)	-	-	-	2114.5	1914.3	1848.5	2072.2	1,945	111.2
LSCV (cal/g)	-	-	-	1653.1	1461.9	1373.3	1609	1,481	114
LHV (calculation)	1327.2	1151.1	1215.3	1383.6	1268.4	1142.1	1315.2	1,259	85.3

ภาคผนวก ข.

การออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอย

การหาค่าอัตราการไหลของน้ำชะขยะมูลฝอย

กำหนดให้ C = 0.15

A = 70 ตารางเมตร

n = 0.1

S = 0.02

ℓ = 47 ฟุต

t = $[2 / 3 . \ell .(n/ S)]^{0.467}$

= $[2/3 \text{ x } (47 \text{ ฟุต}) \text{ x } (0.1/0.02)]^{0.467}$

= 15 นาที

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝนที่สถานีฝน อ. เมือง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า เมื่อความถี่ของฝน 50 ปี จะมีความเข้มฝน 250 มิลลิเมตร/ชั่วโมง

เมื่อ i = 250 มิลลิเมตร/ชั่วโมง

= 0.25 เมตร/ชั่วโมง

Q = CiA

= 0.15 (0.25 เมตร/ชั่วโมง) x (70 ตารางเมตร)

= 2.625 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ดังนั้นน้ำชะขยะมูลฝอยจะมีอัตราการไหล 2.625 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง หรือ 2,625 ลิตร/ชั่วโมง

การคำนวณขนาดของถังปฏิกิริยา (Reactor)

กำหนดให้ Q = 2.625 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

HRT = 12 ชั่วโมง

BOD_{in} = 320 มิลลิกรัม/ลิตร

BOD_{out} = 20 มิลลิกรัม/ลิตร

γ = 0.1

% O_2 = 0.21

ρa = 1 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

F/M = 0.2 กิโลกรัมBOD/(กิโลกรัมVSS-วัน)

V = HRT . Q

= (12 ชั่วโมง) x (2.625 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)

= 31.5 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นปริมาตรของถังปฏิกิริยาที่ต้องการคือ 31.5 ลูกบาศก์เมตร จึงกำหนดให้ถังปฏิกิริยามีพื้นที่ 20 ตารางเมตร

กำหนดให้ W = 4 เมตร

L = 5 เมตร

H = V/(L.W)

= 31.5 ลูกบาศก์เมตร/(5 เมตร x 4 เมตร)

= 1.575 เมตร

ดังนั้นความสูงของถังปฏิกิริยา คือ 1.575 เมตรรวมกับความสูงของขอบถังเหนือระดับน้ำอีก 0.3 เมตร รวมแล้วถังปฏิกิริยานี้จะมีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร และสูง 1.875 เมตร โดยกำหนดเป็นถังปฏิกิริยาระบบเอสบีอาร์ จึงต้องทำการเติมอากาศ

O_2 = $Q.(BOD_{in} - BOD_{out})$

= 2,625 ลิตร/ ชั่วโมง x (320-20) มิลลิกรัม/ลิตร

= 787,500 มิลลิกรัม/ชั่วโมง

O_2 จริง = O_2/γ

= (787,500 มิลลิกรัม/ชั่วโมง)/0.1

= 7,875 กรัม/ชั่วโมง

Air = O_2 จริง/% O_2 = (7,875 กรัม/ชั่วโมง)/0.21

= 37,500 กรัม/ชั่วโมง

Q_a = Air/ρa = (37,500 กรัม/ชั่วโมง)/ (1 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

= 37.5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

Q_a จริง = $\rho a/\gamma$

= (37.5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)/0.1

= 375 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ดังนั้นต้องทำการเติมอากาศเข้าสู่ระบบในอัตรา 375 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

การคำนวณหาปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ในถังปฏิกิริยา

กำนดให้	θ_c	=	0.5 วัน
	F/M	=	BOD/VSS.θ_c
	0.2	=	(320 มิลลิกรัม/ลิตร)/[(VSS) x (0.5 วัน)]
	VSS	=	3,200 มิลลิกรัม/ลิตร

ดังนั้นในถังปฏิกิริยาต้องใช้น้ำตะกอน(จุลินทรีย์)ความเข้มข้น 3,200 มิลลิกรัม/ลิตร

ประวัติผู้เขียน

นายสุภกิณห์ สมศรี เกิดเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2521 เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ในจังหวัดนครราชสีมา และสำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2541 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้เริ่มเปิดรับนักศึกษาเข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา จึงได้เล็งเห็นโอกาสที่จะเพิ่มพูนความรู้ ประกอบกับมีความสนใจเป็นทุนเดิม จึงได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท ในสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2541