

การประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน:
กรณีศึกษาเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

ปริญญานิพนธ์
ของ
ชมพูนุท สงกลาง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
พฤษภาคม 2548
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน:
กรณีศึกษาเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

บทคัดย่อ
ของ
ชมพูนุท สงกลาง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
พฤษภาคม 2548

ชมพูนุท สงกลาง. (2548). *การประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร. วราภรณ์ พรหมรัตน์, รองศาสตราจารย์ ดร. เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา.

การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน ทั้งด้านการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด รวมทั้งการดำเนินโครงการลดปริมาณมูลฝอย และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงาน เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล โดยใช้การจำลองแบบ System Dynamics และเพื่อเสนอแนะนโยบายการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนที่เหมาะสมให้กับผู้บริหารของเทศบาล เพื่อให้การบริหารจัดการในอนาคตมีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน จากการศึกษาวิจัยพบว่า ปัจจุบันเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีการจัดการมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพ สามารถเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยได้ครอบคลุมพื้นที่รับผิดชอบ 100% ไม่พบปัญหามูลฝอยตกค้างและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการจัดการมูลฝอยชุมชน เทศบาลให้ความสำคัญกับการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอย และการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะกิจกรรมการรีไซเคิล และในอนาคตจะสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ให้มากขึ้น เนื่องจากเทศบาลมีมูลฝอยที่ขายได้ (รีไซเคิลได้) รวมกับมูลฝอยอินทรีย์ถึง 70% ของมูลฝอยทั้งหมด ในการสร้างแบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี โดยการจำลองแบบ System Dynamics ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป POWERSIM เป็นเครื่องมือสร้างแบบจำลอง ระยะเวลาในการพยากรณ์ 10 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2548 ถึงปี พ.ศ. 2557 ในแบบจำลองประกอบด้วยปัจจัยที่สัมพันธ์กันในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล โดยครอบคลุมการเก็บรวบรวม การขนส่ง การกำจัด การดำเนินโครงการลดปริมาณมูลฝอย และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการในแต่ละส่วน ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น คือจำนวนประชากรและรายได้ต่อหัวของประชากร ซึ่งมีผลต่ออัตราการผลิตมูลฝอยของประชากร และปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยรีไซเคิล คือค่าใช้จ่ายที่ใช้ในกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน และปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด คือการคัดแยกมูลฝอยเพื่อนำไปรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ การจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน พบว่าเทศบาลต้องจัดการกับปริมาณมูลฝอยที่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ได้มีการวิเคราะห์และนำเสนอ 8 นโยบาย ประกอบด้วย นโยบายสนับสนุนการรีไซเคิล นโยบายสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ และนโยบายแบบผสมผสานในการสนับสนุนการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ พบว่าการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ทั้งจากการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมัก

จากมูลฝอยอินทรีย์ ส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานลดลง ดังนั้นนโยบายในการจัดการมูลฝอยชุมชน ควรให้ความสำคัญกับการสนับสนุนให้มีการแยกมูลฝอยเพื่อนำไปรีไซเคิล และ/หรือนำมูลฝอยอินทรีย์ไปทำปุ๋ยหมัก ข้อเสนอแนะสำคัญที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้คือ ในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพ เทศบาลควรมีการประชาสัมพันธ์อย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการดำเนินการ ส่งเสริมตลาดการรีไซเคิล และจัดทำระบบฐานข้อมูลการจัดการมูลฝอย เพื่อให้มีข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วนสำหรับผู้บริหารในการตัดสินใจ

THE APPLICATION OF SYSTEM DYNAMICS FOR SOLID WASTE
MANAGEMENT: A CASE STUDY OF SUPHAN BURI MUNICIPALITY,
SUPHAN BURI PROVINCE

AN ABSTRACT
BY
CHOMPOONUT SONGKLANG

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science Degree in Environmental Science
at Srinakharinwirot University
May 2005

Chompoonut Songklang. (2004). *The Application of System Dynamics for Solid Waste Management : A Case Study of Suphan Buri Municipality, Suphan Buri Province*. Master thesis, M.Sc. (Environmental Science). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Warangkana Punrattanasin, Assoc. Prof. Dr. Seriwat Saminpanya.

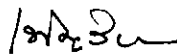
The research focuses on the application of System Dynamics to study the municipal solid waste management of Suphan Buri Municipality, Suphan Buri Province. The aims of this research are to study the process of solid waste management in terms of collection, transportation, disposal, waste reduction activities and management costs, to study those variables and their relationships which impact on the flow of municipal solid wastes, and to simulate and propose the appropriate policies to administrators of Suphan Buri Municipality in order to improve the efficiency of municipal solid waste management and reduce the management costs. Currently, the municipality have collected and transported 100% of the solid waste generated within its responsible area. The municipality is now focusing on supporting activities of waste reduction by recycling and reusing. In the future, there will be more composting from organic waste because recycling and composting wastes are accounted for 70% of generated wastes. A system dynamics modeling by a computer programme, Powersim, is used to simulate the municipal solid waste management and a prediction period is 10 years, i.e., from 2005 to 2014. The model is comprised of related factors on solid waste management: collection, transportation, disposal, waste reduction activities and management costs. Factors which impact on the generated wastes are populations and income per capita. Factor which impacts on the amounts of recycling by community is costs for waste reduction activities. Factor which impacts on amounts of collected waste, transported waste and disposal waste is waste reduction activities. The amounts of collected waste, transported waste and disposal waste tend to increase in the future which will impact on the management costs. Eight policies have been proposed with the models, comprising of the promotion of recycling, the promotion of composting, and the promotion of both recycling and composting. If these policies shall be used during 2005 to 2014, the collected waste, transported waste, disposal waste and the management costs would be decreased. Recommendations from this study include the continuous campaign on waste reduction activities, public participation of stakeholders on waste reduction activities, promotion of recycling market, and development of database system on municipal solid waste management.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน:
กรณีศึกษาเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

ของ
ชมพูนุท สงกลาง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

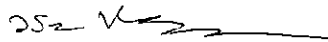


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

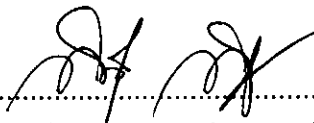
วันที่ ...10.... เดือน พฤษภาคม..... พ.ศ. 2548

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



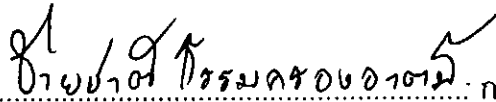
..... ประธาน

(อาจารย์ ดร. วราภรณ์ พรหมรัตน์ศิลป์)



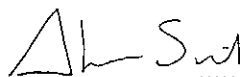
..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา)



..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ชายชาติ ธรรมครองอาตม์)



..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร. โอสม ตรีนิล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.วรางคณา พรหมรัตนศิลป์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน รวมทั้งช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำวิจัย ตั้งแต่ต้นจนจบ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและคำแนะนำ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ชายชาติ ธรรมครองอาตม์ และ ดร. โอม ศรีนิล ที่ร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ซึ่งทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ปรีชา วิจิตรธรรมรส ภาควิชาสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ที่อนุเคราะห์โปรแกรม POWERSIM Version 1.1 เพื่อใช้ในการงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณประภัสสร ผลวงษ์ เจ้าหน้าที่งานสุขาภิบาล 6 กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เจ้าหน้าที่จากกองคลังและกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรีทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาให้ผู้วิจัยได้ติดตามไปที่เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี เมื่อมีการประชุมหรือสัมมนาเกี่ยวกับกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนของเทศบาล

ท้ายสุดขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่ น้อง และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้อำลัใจที่ดีเยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำงานวิจัย

ชมพูนุท สงกลาง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
ความหมายของมูลฝอยชุมชน.....	6
แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน.....	7
การจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นของไทย.....	8
ข้อมูลของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี.....	9
หลักการจำลองแบบ System Dynamics.....	28
โปรแกรม POWERSIM.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	40
การกำหนดประชากรหรือแหล่งข้อมูล.....	40
อุปกรณ์ที่ใช้.....	40
วิธีดำเนินการวิจัย.....	41
4 ผลการวิจัย.....	47
การจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน.....	47
การกำหนดแนวคิดในการสร้างแบบจำลอง (Model conceptualization).....	48
การสร้างแบบจำลอง (Model formulation).....	56
การทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model validation).....	73
การวิเคราะห์และการนำเสนอนโยบาย (Policy analysis and propose).....	76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	93
สรุปผลและอภิปรายผล.....	93
ข้อเสนอแนะ.....	98
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป.....	99
บรรณานุกรม.....	101
ภาคผนวก.....	105
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	162

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สัญลักษณ์ (Symbols) ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง.....	57
2 ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง.....	58
3 ค่าของตัวแปรที่ได้จากการพยากรณ์จากแบบจำลอง.....	69
4 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของพฤติกรรมแบบจำลองของปี พ.ศ. 2546.....	74
5 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของพฤติกรรมแบบจำลองของปี พ.ศ. 2547.....	74
6 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของพฤติกรรมแบบจำลอง จากปี พ.ศ. 2546 และ 2547.....	75
7 สรุปค่าของตัวแปรที่สนใจเมื่อมีการจำลองนโยบายต่างๆ เทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน.....	96
8 ค่าของข้อมูลย้อนหลัง 5 ปีของตัวแปรที่ใช้เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปใช้ในแบบจำลอง.....	144
9 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน และปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลโดยรวม ภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด เป็น 18.34% และ 23.34%).....	149
10 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการรีไซเคิลภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอย ทั้งหมด เป็น 18.34% และ 23.34%).....	150
11 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด เมื่อมีการรีไซเคิลภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมี การเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด เป็น 18.34% และ 23.34%).....	151
12 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย เมื่อมีการรีไซเคิลภายใต้นโยบาย ปัจจุบัน และเมื่อมีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด เป็น 18.34% และ 23.34%).....	152
13 ค่าใช้จ่ายในการทำจัดมูลฝอย เมื่อมีการรีไซเคิลภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อ มีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอย ทั้งหมดเป็น 18.34% และ 23.34%).....	153

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ปริมาณการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด.....	154
15 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมัก) และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด.....	154
16 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมัก) และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด.....	155
17 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมัก) และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด.....	155
18 ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมัก) และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด.....	156
19 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลรวมกับปริมาณการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ ภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลรวมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์.....	157
20 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งภายใต้นโยบายปัจจุบันและเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลรวมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์..	158
21 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลรวมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์.....	159
22 ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลรวมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์.....	160
23 แสดงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการกำจัดมูลฝอยภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลรวมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์.....	161

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
2	แผนที่ประเทศไทยแสดง 76 จังหวัดและแสดงที่ตั้งของจังหวัดสุพรรณบุรี.....	10
3	แผนที่เขตเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี.....	12
4	เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี.....	13
5	ลักษณะมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี.....	14
6	องค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีเป็นร้อยละ.....	15
7	ถึงขยะรวบรวมมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี.....	16
8	ศูนย์กำจัดมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ณ ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี.....	17
9	ขั้นตอนการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี.....	19
10	ผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี.....	20
11	มูลฝอยที่ถูกคัดแยกแล้ว และสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้.....	24
12	การดำเนินงานโครงการธนาคารขยะรีไซเคิลในโรงเรียน.....	25
13	การทอดผ้าป่าขยะรีไซเคิล.....	25
14	รถยนต์สำหรับขนขยะรีไซเคิลชุมชน.....	26
15	การอบรมอาสาสมัครโรงเรียนในการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน.....	26
16	จุดสาธิตการทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ได้รับการสนับสนุนการก่อสร้างจาก กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.....	27
17	ขั้นตอนในการจำลองแบบ System Dynamics.....	30
18	ตัวอย่างสมมุติฐานแบบจำลอง.....	33
19	ตัวอย่างโครงสร้างแบบจำลอง.....	33
20	ตัวอย่างพฤติกรรมของแบบจำลอง.....	34
21	แสดงวิธีดำเนินการวิจัย.....	41
22	ขอบเขตของแบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน ของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี.....	50
23	หน่วยอ้างอิง (Reference mode).....	52
24	วงจรที่เป็นเหตุเป็นผลกัน (Causal loop) แสดงการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของ เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี.....	54

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

25	แสดงแบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี.....	62
26	แสดงการพยากรณ์ปริมาณมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี.....	71
27	แสดงการพยากรณ์ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน ของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี.....	72
28	ปริมาณมูลฝอยที่รีไซเคิลโดยรวม เมื่อมีการรีไซเคิล เพิ่มขึ้น 5% และ 10% จากอัตราปัจจุบัน (14.53%).....	77
29	ปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการรีไซเคิล เพิ่มขึ้น 5% และ 10% จากอัตราปัจจุบัน (14.53%).....	78
30	ปริมาณมูลฝอยที่นำไปกำจัด เมื่อมีการรีไซเคิลเพิ่มขึ้น 5% และ 10% จากอัตราปัจจุบัน (14.53%).....	78
31	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด เมื่อมีการรีไซเคิลเพิ่มขึ้น 5% และ 10% จากอัตราปัจจุบัน (14.53%).....	79
32	ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ที่นำไปทำปุ๋ยหมัก เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด เทียบกับนโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมัก).....	81
33	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ จำนวน 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด เทียบกับนโยบายปัจจุบัน.....	82
34	ปริมาณมูลฝอยที่นำไปกำจัด เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ จำนวน 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด เทียบกับนโยบายปัจจุบัน.....	82
35	ค่าใช้จ่ายที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย เมื่อมีการนำมูลฝอย อินทรีย์มาทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด.....	83
36	ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลและปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ที่นำไปทำปุ๋ยหมัก เมื่อมีการผสมผสานนโยบาย เทียบกับนโยบายปัจจุบัน.....	84
37	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิล ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เทียบกับนโยบายปัจจุบัน.....	86
38	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด เมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลร่วมกับ การทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เทียบกับนโยบายปัจจุบัน.....	87

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

39	ค่าใช้จ่ายที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด เมื่อมีการผสมผสาน นโยบายการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เทียบกับ นโยบายปัจจุบัน.....	88
40	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดที่ลดลงเฉลี่ยต่อปี เมื่อมีการจำลองนโยบายทั้ง 8 นโยบายเทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน.....	90
41	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดที่ลดลงเฉลี่ย เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี เมื่อมีการจำลองนโยบายทั้ง 8 นโยบาย เทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน.....	90
42	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย เมื่อมีการจำลอง นโยบายทั้ง 8 นโยบายเทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน.....	91
43	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี เมื่อมีการจำลองนโยบายทั้ง 8 นโยบาย เทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน.....	92

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันมีความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วและการพัฒนาประเทศที่เพิ่มขึ้น มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้มากขึ้น ประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดวัสดุเหลือใช้หรือมูลฝอยมีปริมาณสูงขึ้นด้วย ทั้งจากชุมชน ครุภัณฑ์ และสถานประกอบการ ปัญหามูลฝอยชุมชนเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่หลายพื้นที่กำลังเผชิญอยู่ และได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนเป็นเวลานานและรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ มีความจำเป็นต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วนโดยต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่าย ทั้งจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและประชาชน

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 กำหนดให้การดำเนินการจัดการมูลฝอยเป็นบทบาทหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ทั้งด้านการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด รวมทั้งการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการเก็บขนมูลฝอย รัฐบาลได้จัดสรรงบประมาณให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ในการก่อสร้างระบบกำจัดมูลฝอย อย่างไรก็ตามองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ต้องรับผิดชอบงบประมาณในส่วนการบริหารจัดการและการบำรุงรักษาระบบกำจัดงบประมาณดังกล่าวมาจากรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) และจากค่าธรรมเนียมที่เก็บได้จากประชาชน ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ในการดำเนินการจัดการมูลฝอย คืออัตราค่าธรรมเนียมในการเก็บขนมูลฝอยที่มีการกำหนดในอัตราที่ต่ำ ประกอบกับการจัดเก็บยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ให้บริการ ส่งผลให้ค่าธรรมเนียมที่เก็บรวบรวมได้น้อยกว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานมาก

ในปี พ.ศ. 2546 กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จัดให้มีโครงการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนแบบครบวงจรในท้องถิ่นนำร่อง 6 ภูมิภาค และคัดเลือกเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีเป็นพื้นที่นำร่องสำหรับพื้นที่ภาคกลาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ และมีเป้าหมายที่จะลดปริมาณมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีลงร้อยละ 20 จากการศึกษาของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2546 พบว่าเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีปริมาณมูลฝอยชุมชนประมาณ 42 ตันต่อวัน ภายหลังการดำเนินโครงการบริหารจัดการมูลฝอยแบบครบวงจรในท้องถิ่นนำร่องพบว่า มูลฝอยชุมชนของเทศบาลลดลงเหลือประมาณ 37 ตันต่อวันหรือลดลงร้อยละ 12 สำหรับองค์ประกอบมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีประกอบด้วย เศษอาหาร 30.4% พลาสติก 24.9% กระดาษ 20.8% ยางรถยนต์ 1.7% ไม้ 8.2% โลหะ 3.6% และโฟม 10.4% (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2546: ไม่มีเลขหน้า) จะเห็นได้ว่ามูลฝอยที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาล สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้

มากถึงกว่าร้อยละ 80 หากทางเทศบาลจัดให้มีโครงการรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ และสนับสนุนให้ครัวเรือนชุมชน และองค์กรต่างๆ นำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ จะส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยที่ต้องกำจัดลดลง และค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการดำเนินการลดลงด้วย

System Dynamics เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการจำลองระบบเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบในสถานะต่างๆ วิธีการนี้ได้ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในหลายด้าน เช่น การกำหนดนโยบายในการบริหารหน่วยงานและโครงการจัดการสิ่งแวดล้อม System Dynamics มักใช้ในการศึกษาและบริหารจัดการระบบที่มีความซับซ้อน ที่ตัวแปรต่างๆ มีความสัมพันธ์และมีการตอบสนองต่อกัน เพราะ System Dynamics สามารถแสดงถึงตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้น ที่จะส่งผลต่อพฤติกรรมของระบบในช่วงระยะเวลาปัจจุบันและอนาคต ดังนั้น System Dynamics จึงเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจพฤติกรรมของระบบและเสนอแนะวิธีการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน ที่ครอบคลุมทั้งด้าน การเก็บรวบรวม การขนส่ง และการกำจัดมูลฝอยชุมชน รวมทั้งการดำเนินโครงการลดปริมาณมูลฝอยและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน โดยใช้การจำลองแบบ System Dynamics เพื่อเสนอแนะนโยบายการบริหารจัดการที่เหมาะสมให้แก่ผู้บริหารของเทศบาล เพื่อใช้ในการวางแผนการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลในอนาคตต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน ที่ครอบคลุมด้านการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอยชุมชน รวมทั้งการดำเนินโครงการลดปริมาณมูลฝอยและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน
2. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัย และความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน โดยใช้การจำลองแบบ System Dynamics
3. เพื่อเสนอแนะนโยบายการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนที่เหมาะสมให้กับผู้บริหารของเทศบาล เพื่อให้การบริหารจัดการในอนาคตมีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

ความสำคัญของการวิจัย

1. เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีทราบถึงปัจจัย และความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนในปัจจุบัน
2. เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีเครื่องมือช่วยการตัดสินใจของผู้บริหารในการวางแผนการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนที่มีประสิทธิภาพ
3. มีแนวทางการประยุกต์ใช้การจำลองแบบ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การสัมภาษณ์และการระดมสมองร่วมกับผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ของเทศบาล การจำลองแบบ System Dynamics และการเสนอแนะนโยบายการจัดการที่เหมาะสมของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี รายละเอียดของขอบเขตการวิจัยสรุปดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของเทศบาล และการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน ใน ปัจจุบัน โดยใช้แบบสำรวจข้อมูลและสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลเรื่องนโยบายการบริหารจัดการในปัจจุบันและอนาคต โดย การสัมภาษณ์ผู้บริหารของเทศบาล
3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล โดยการระดมสมองร่วมกับผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ของเทศบาล
4. การนำเสนอปัจจัย และความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล โดยใช้การจำลองแบบ System Dynamics
5. การวิเคราะห์นโยบายเพื่อเป็นทางเลือกในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล โดยใช้การจำลองแบบ System Dynamics
6. การเสนอแนะนโยบายที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล

นิยามศัพท์เฉพาะ

ประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยชุมชน หมายถึง การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนที่ทำให้ปริมาณมูลฝอยที่ต้องเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดลดลง รวมทั้งค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานลดลงด้วย

มูลฝอยชุมชน หมายถึง บรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ที่เป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตและการใช้สอยของมนุษย์ ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร ถังพลาสติก แก้ว ภาชนะต่างๆ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในชุมชน เช่น บ้านพักอาศัย ธุรกิจร้านค้า สถานประกอบการ ตลาดและสถาบันต่างๆ ไม่รวมของเสียอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ

การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน หมายถึง การดำเนินการ หรือการเตรียมการในการจัดการมูลฝอยชุมชนที่ครอบคลุมทั้งด้านการเก็บรวบรวม ขนส่งและกำจัดมูลฝอย รวมทั้งการดำเนินการกิจกรรมหรือโครงการ เพื่อรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้มีการลดปริมาณมูลฝอย โดยมีความสัมพันธ์กับงบประมาณของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

การรีไซเคิล หมายถึง การคัดแยกมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ออกจากมูลฝอยทั่วไปเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือจำหน่ายต่อไป

การทำปฏิกิริยาจากมูลฝอยอินทรีย์ หมายถึง การคัดแยกมูลฝอยอินทรีย์ที่เป็นสารอินทรีย์ออกจากมูลฝอยทั่วไป เพื่อนำไปทำปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยน้ำชีวภาพ

การจำลองแบบ System Dynamics หมายถึง วิธีการที่ใช้ในการจำลองระบบที่ตัวแปรต่างๆ มีความสัมพันธ์และตอบสนองกันหรือเรียกว่าระบบที่มีการป้อนกลับ (Feedback systems) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบในสภาวะต่างๆ โดยเป็นการจำลองที่มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลา (Time-dependent)

การจัดสรรงบประมาณ หมายถึง การจัดสรรเงินที่เป็นงบประมาณของทางเทศบาล สำหรับใช้ในการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน หมายถึง จำนวนเงินที่ใช้ในการจัดการมูลฝอยชุมชน ทั้งด้านเก็บรวบรวม ขนส่ง กำจัด และกิจกรรมหรือโครงการเพื่อรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้มีการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

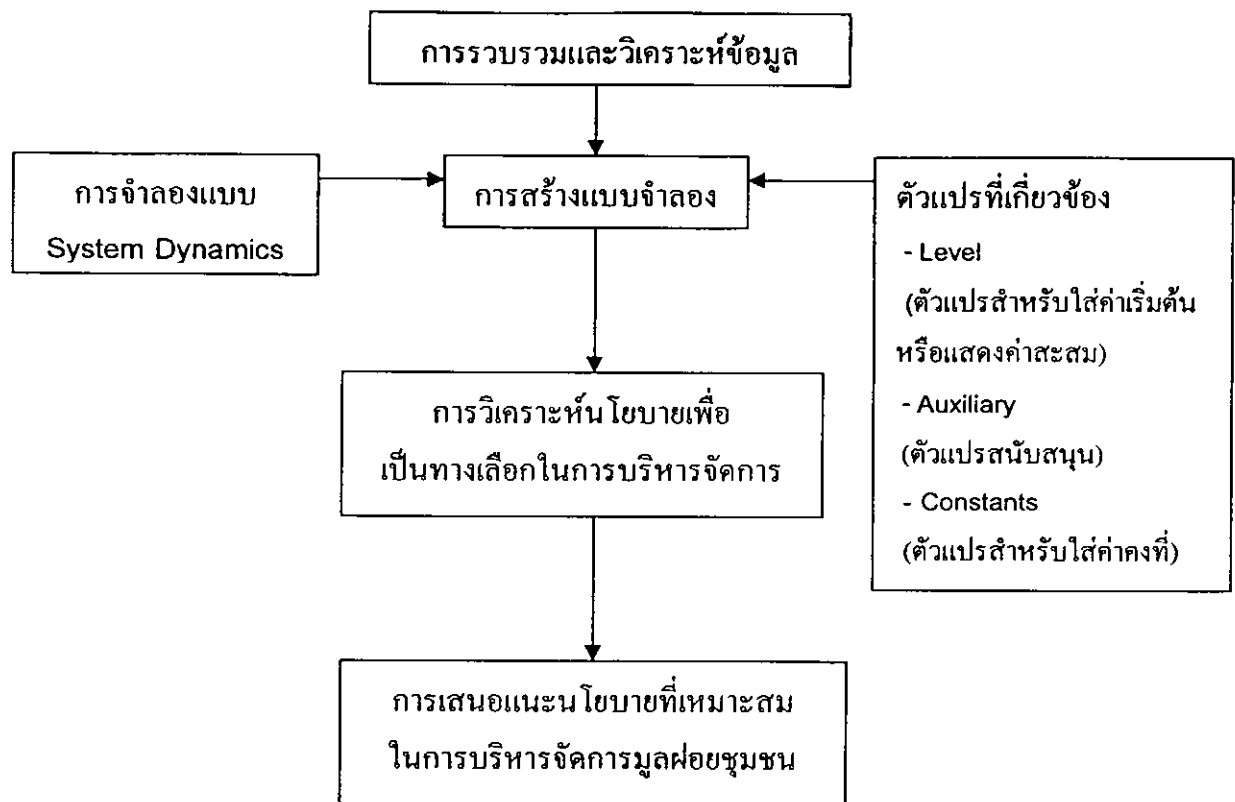
ผู้บริหาร หมายถึง บุคคลที่มีอำนาจในการกำหนดนโยบาย ควบคุมและรับผิดชอบการบริหารงาน รวมทั้งจัดสรรงบประมาณในการดำเนินงานด้านต่างๆ ของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

เจ้าหน้าที่ หมายถึง บุคลากรของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีที่รับผิดชอบในการดำเนินงานด้านการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนซึ่ง ได้แก่ บุคลากรของกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม

ทางเลือกในการกำหนดนโยบายที่เหมาะสม หมายถึง ทางเลือกที่ได้จากการจำลองนโยบายที่ทำให้ปริมาณมูลฝอยและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานลดลง และมีความเหมาะสมกับสถานการณ์และความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ซึ่งจะเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมต่อไป

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี โดยการสร้างแบบจำลองทาง System Dynamics เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์นโยบายที่เหมาะสม ที่จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร ในการวางแผนด้านนโยบายการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี กรอบแนวคิดในการวิจัยแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายของมูลฝอยชุมชน
2. แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน
3. การจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นของไทย
4. ข้อมูลของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี
5. หลักการจำลองแบบ System Dynamics
6. โปรแกรม POWERSIM
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของมูลฝอยชุมชน

มูลฝอยหรือขยะหรือบางครั้งเรียกรวมกันว่าขยะมูลฝอย มีผู้ให้คำจำกัดความที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของคำจำกัดความสรุปดังนี้

ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 “มูลฝอย” หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น

ตามพระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 มูลฝอย หมายถึง บรรดาสิ่งของ ซึ่งในขณะนั้นผู้ที่เป็นเจ้าของไม่ต้องการและทิ้งไป ทั้งนี้รวมทั้งเศษผ้า เศษอาหาร มูลสัตว์ ซากสัตว์ เถ้า ฝุ่นละอองและเศษวัสดุสิ่งของที่เก็บกวาดจากถนน เคหสถาน อาคาร ร้านค้า และที่อื่นๆ

กรมควบคุมมลพิษ (2544: 6) ให้ความหมาย “ขยะมูลฝอยชุมชน” (Municipal solid waste) หมายความว่า ขยะมูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในชุมชน เช่น บ้านพักอาศัย ธุรกิจ ร้านค้า สถานประกอบการ สถานบริการ ตลาดสด สถาบันต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุก่อสร้าง ทั้งนี้ไม่รวมของเสียอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ

เพ็ญญา ดันรงกลาง (2546: 6) ให้ความหมายของ “ขยะมูลฝอย” หมายถึง สิ่งปฏิกูลที่อยู่ในรูปของแข็ง ซึ่งอาจมีน้ำหรือความชื้นปนมาด้วยจำนวนหนึ่ง ขยะที่เกิดจากอาคารที่พักอาศัย สถานที่ทำการ โรงงานอุตสาหกรรม หรือตลาดก็ตาม จะมีปริมาณและลักษณะที่แตกต่างกันออกไป มีทั้งในรูปอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร สารวัตถุต่างๆ เหล่านี้บางชนิดย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ในเวลาอันรวดเร็ว โดยเฉพาะพวกอาหาร เศษพืชผัก เป็นต้น แต่บางชนิดไม่อาจย่อยสลายได้เลย เช่น พลาสติก เศษแก้ว

สุภาวดี ธนสีลังกูร (2545: 8) ให้ความหมาย “มูลฝอย” หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร ถูพลาสติก แก้ว ภาชนะต่างๆ แก้ว มูลสัตว์ และของเสียต่างๆ ซึ่งเกิดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ อาคารบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรมและอื่นๆ

หากพิจารณาสาระสำคัญของคำจำกัดความข้างต้นจะพบว่าความหมายของ “มูลฝอย” หรือ “ขยะมูลฝอย” มีความหมายคล้ายคลึงกัน สรุปสาระสำคัญได้ว่า มูลฝอยชุมชน หมายถึง บรรดา สิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ที่เป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตและการใช้สอยของมนุษย์ ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร ถูพลาสติก แก้ว ภาชนะต่างๆ แก้ว มูลสัตว์ ซากสัตว์ ซึ่งเกิดจาก กิจกรรมต่างๆ ในชุมชน เช่น บ้านพักอาศัย ธุรกิจร้านค้า สถานประกอบการ ตลาดและสถาบันต่างๆ ไม่รวมของเสียอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ

2. แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน

การจัดการมูลฝอย (กรมควบคุมมลพิษ. 2544: 1) ครอบคลุมทั้งด้าน การรวบรวม เก็บขน และกำจัดมูลฝอย ด้วยวิธีการที่ถูกหลักสุขาภิบาล โดยประชาชนเป็นผู้เก็บรวบรวมมูลฝอยที่เกิดจาก กิจกรรมในบ้านเรือนของตนซึ่งอาจมีการคัดแยกมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น พลาสติก แก้ว โลหะ กระดาษ มูลฝอยอินทรีย์ เป็นต้น ก่อนที่จะถึงเก็บรวบรวมมูลฝอย ส่วนทาง องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจะส่งเจ้าหน้าที่ไปดำเนินการกิจด้านทำความสะอาดที่สาธารณะปิดกวาด ทำความสะอาดถนน บำรุงรักษาระบบระบายน้ำ พร้อมกับเก็บขนมูลฝอยตามถังเก็บรวบรวมมูลฝอย และขนส่งมากำจัดต่อไป

การบริหารจัดการมูลฝอยในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการลดปริมาณมูลฝอยเพราะ การลดปริมาณมูลฝอยจะเกิดประโยชน์ต่อทุกฝ่าย ในส่วนของชุมชนเองจะได้รับประโยชน์คือลดมลภาวะ ในสภาพแวดล้อม เป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตและสุขภาพอนามัยแก่ประชาชน และในส่วนขององค์กร ปกครองส่วนท้องถิ่นจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ทั้งจากการเก็บขน และการกำจัด มูลฝอย สุณีัย มัลลิกะมาสย์; และคนอื่นๆ (2543: 8-9) และกรมควบคุมมลพิษ (2543: 11) ได้เรียก แนวทางการจัดการนี้ว่า การบริหารจัดการสมัยใหม่ โดยมีกระบวนการดำเนินงาน 5 ขั้นตอนดังนี้

2.1 การลดการก่อเกิดมูลฝอย (Reduce) คือการลดมูลฝอยจากแหล่งที่เกิด (Reduce at source) ซึ่งมีแนวคิดที่ว่าเมื่อมูลฝอยไม่เกิดหรือเกิดน้อย ก็ไม่ต้องกำจัดหรือกำจัดในปริมาณที่ น้อยลง ถือเป็นการป้องกันเบื้องต้นไม่ให้มีมูลฝอยเกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นน้อยที่สุด นับเป็นขั้นตอนที่ สำคัญที่สุด

2.2 การนำผลิตภัณฑ์มาใช้ซ้ำ (Reuse) คือการนำเอาวัสดุเดิมที่มีอยู่มาใช้ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ในรูปแบบเดิม หรืออาจนำมาซ่อมแซมหรือนำมาใช้ประโยชน์อื่นๆ แก่บุคคลอื่น เช่น การนำกระดาษ มาใช้สองหน้า การนำพลาสติกมาใส่ของซ้ำ

2.3 การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) เป็นการแยกวัสดุที่ไม่สามารถนำกลับ มา ใช้ซ้ำออกจากมูลฝอย แล้วรวบรวมหรือนำวัสดุนั้นมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตต่อไป เช่น นำขวด

แก้วหรือเศษแก้วมาหลอม แล้วผ่านกระบวนการผลิตออกมาเป็นขวดแก้วในที่มีลักษณะหรือรูปแบบใหม่ เป็นต้น

2.4 การฟื้นฟูประโยชน์จากมูลฝอย (Recovery) เป็นการดึงเอาพลังงานจากมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าจากเตาเผามูลฝอย หรือนำก๊าซที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบมูลฝอย เช่น ก๊าซมีเทน มาใช้ประโยชน์ เป็นต้น

2.5 การกำจัดมูลฝอย (Residue disposal) เป็นการนำมูลฝอยมากำจัดอย่างถูกวิธีให้หมดสิ้นไป เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารพิษหรือสารปนเปื้อนมิให้ออกไปสู่สิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปใช้วิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล วิธีการกำจัดอื่น ได้แก่ การหมักทำปุ๋ย และการเผาในเตาเผา เป็นต้น รายละเอียดวิธีการกำจัดแต่ละวิธี สรุปได้ดังนี้

2.5.1 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary landfill)

เป็นการกำจัดมูลฝอยโดยการนำไปฝังกลบในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกตามหลักวิชาการทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วิศวกรรม สถาปัตยกรรม และการยินยอมจากประชาชน จากนั้นจึงทำการออกแบบและก่อสร้าง โดยการวางมาตรการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เช่น การปนเปื้อนของน้ำเสียจากกองขยะมูลฝอย มาตรการป้องกันน้ำท่วม กลิ่นเหม็น และผลกระทบต่อสภาพภูมิทัศน์

2.5.2 การหมักทำปุ๋ย (Composting)

เป็นการแปรรูปมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ มีขั้นตอนคือ แยกมูลฝอยส่วนที่ไม่อาจย่อยสลายได้โดยธรรมชาติ เช่น พลาสติก โลหะ กระเบื้อง จากนั้นนำมูลฝอยส่วนที่ย่อยสลายได้ไปหมักในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี 5-7 วัน จากนั้นปล่อยให้มูลฝอยย่อยสลายต่อแบบไม่ใช้อากาศเป็นเวลา 2-4 เดือน มูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์จะย่อยสลายเกือบหมดมีสภาพค่อนข้างคงตัว สามารถใช้สำหรับเป็นสารปรับปรุงคุณภาพดิน หรือใช้เป็นปุ๋ยสำหรับต้นไม้ได้

2.5.3 การเผา (Incineration)

เป็นการทำลายมูลฝอยด้วยวิธีการเผาในเตาเผา ที่ได้รับการออกแบบและก่อสร้างอย่างเหมาะสม โดยมีอุณหภูมิในการเผาที่ 850–1,200 องศาเซลเซียส การกำจัดโดยเตาเผามีข้อดีคือ กำจัดได้รวดเร็ว ลดปริมาณมูลฝอยได้เกือบหมด และสามารถนำความร้อนจากการเผาไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ก็มีข้อเสียคือค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งต้องควบคุมมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกมาด้วย

3. การจัดการมูลฝอยชุมชนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นของไทย

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 กำหนดให้การดำเนินการจัดการมูลฝอยเป็นบทบาทหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ทั้งด้านการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด รวมทั้งการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการเก็บขนมูลฝอย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวม ขนส่งและกำจัดมูลฝอย (บริษัท โปรเกรสเทคโนโลยีคอนซัลแทนส์ จำกัด. 2542ก: 4-2-4-4)

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม และ/หรือกองช่างสุขาภิบาล มีรายละเอียดการดำเนินงานครอบคลุมเรื่องการกวาดล้าง ทำความสะอาดถนน เก็บรวบรวมมูลฝอย การขนถ่ายมูลฝอย รวมทั้งดูแลรักษาระบบกำจัดให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

งานเก็บรวบรวม ขนส่งมูลฝอย บุคลากรประกอบด้วย พนักงานกวาดถนน พนักงานขับรถเก็บขนมูลฝอย พนักงานประจำรถเก็บขน คนงานท่อระบายน้ำ ส่วนงานกำจัดมูลฝอยโดยเฉพาะการกำจัดขยะแบบฝังกลบ บุคลากรประกอบด้วย พนักงานควบคุมการฝังกลบ พนักงานขับรถขุด ดินบรรจุทุก พนักงานขนน้ำหนัก ช่างซ่อมบำรุง และคนงาน

3.2 ค่าธรรมเนียมในการจัดการมูลฝอยชุมชน

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ให้อำนาจองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการเก็บขนมูลฝอย แต่ยังไม่สามารถจัดเก็บค่าธรรมเนียมการกำจัดมูลฝอยได้ หน่วยงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ทำหน้าที่ในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการเก็บขนมูลฝอย คือ ฝ่ายพัฒนารายได้ กองคลัง

3.3 ปัญหาที่มักพบในการดำเนินงาน

จากการศึกษาของบริษัท โปรเกรสเทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์ จำกัด (2542ข: 7-23) และเพ็ญภา ดันรังกลาง (2546: 15) สรุปได้ว่า ปัญหาที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมักพบในการจัดการมูลฝอยชุมชนได้แก่ ขีดความสามารถในการเก็บขนมูลฝอยของเทศบาลมีจำกัดไม่เพียงพอต่อปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน บุคลากรระดับผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้ความเข้าใจ ประสิทธิภาพและจิตสำนึก ในการเก็บขนเคลื่อนย้ายและกำจัดอย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องจักรหรือยานพาหนะในการกำจัดมูลฝอยมีน้อย ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษา และบุคลากรผู้ชำนาญการใช้เครื่องจักรกลต่างๆ มีอยู่อย่างจำกัด และปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ การจัดเก็บค่าธรรมเนียม กล่าวคืออัตราค่าธรรมเนียมที่สามารถจัดเก็บได้มีค่าต่ำ นอกจากนั้นการจัดเก็บค่าธรรมเนียมยังไม่ครอบคลุมพื้นที่รับผิดชอบ ทำให้เงินรายได้ที่จัดเก็บได้เป็นสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

4. ข้อมูลของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

สุพรรณบุรีเป็นจังหวัดซึ่งอยู่ทางภาคกลางของประเทศไทย ที่ตั้งของจังหวัดแสดงในภาพประกอบ 2 (แผนที่ประเทศไทย. 2547: ซีดีรอม) แผนที่แสดงเขตเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีดังภาพประกอบ 3 (แผนที่เขตเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี. 2546: แผนที่) และภาพของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรีแสดงในภาพประกอบ 4 ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไป แนวโน้มการเจริญเติบโต การคาดการณ์ประชากรในอนาคต และการบริหารจัดการมูลฝอย ซึ่งประกอบด้วยมูลฝอยทั่วไป มูลฝอยติดเชื้อและมูลฝอยอันตราย มีรายละเอียดต่อไปนี้

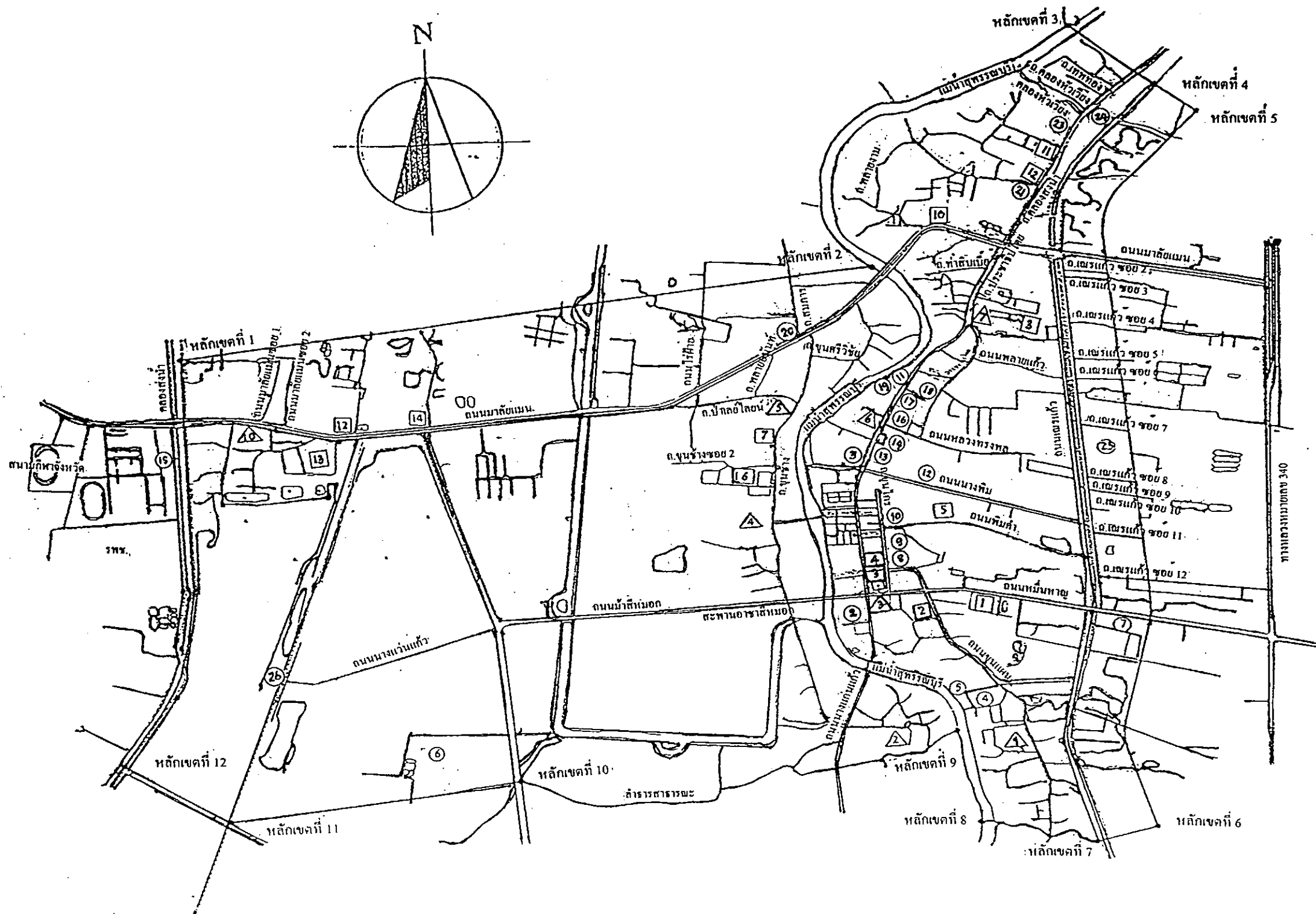
4.1 ข้อมูลทั่วไป

เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี ตั้งอยู่เลขที่ 338 ถนนหิมาลัย ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี มีพื้นที่ 9.013 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตทิศเหนือจดพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) สนามชัย (โรงเรียน 99) ทิศใต้จดพื้นที่ อบต.ท่าระหัด (วัดชายทุ่ง) และอบต. ไร่ใหญ่ (วัดศรีบัวบาน) ทิศตะวันออกจดพื้นที่ อบต. สนามชัย และอบต. ท่าระหัด ทิศตะวันตกจดพื้นที่ อบต. ไร่ใหญ่ (คลองชลประทานวัดป่าเลไลยก์) จากการสำรวจข้อมูลของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีพบว่า ในปี พ.ศ.2546 มีจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร 28,001 คน จำนวนประชากรแฝง 12,525 คน จำนวนครัวเรือน 5,579 ครัวเรือน จำนวนหลังคาเรือนทั้งสิ้น 9,754 หลัง ความหนาแน่นของประชากร 3,092 คน/ตารางกิโลเมตร (กรมการปกครอง. 2546: Online) อาชีพส่วนใหญ่ของประชากรคือ ธุรกิจการค้า รับราชการ และรับจ้าง

ชุมชนย่อยมีทั้งสิ้นจำนวน 16 ชุมชนย่อย ได้แก่ ชุมชนย่อยวัดพระรูป ชุมชนย่อยวัดประดู่สาร ชุมชนย่อยวัดไทรย์ ชุมชนย่อยวัดปราสาททอง ชุมชนย่อยวัดสุวรรณภูมิ ชุมชนย่อยวัดป่าเลไลยก์ ชุมชนย่อยวัดไชนาวาส ชุมชนย่อยวัดหอยโข่ง ชุมชนย่อยวัดโพธิ์คลาน ชุมชนย่อยวัดศรีบัวบาน ชุมชนย่อยดงข้าวช่วยก่อ ชุมชนย่อยเนินแก้ว ชุมชนย่อยตลาดใหญ่ ชุมชนย่อยคูเมืองสุพรรณ ชุมชนย่อยพระพันวษา และชุมชนย่อยวัดพระศรีรัตนมหาธาตุ การบริหารงานของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี เป็นเทศบาลชั้น 1 ประกอบด้วย สมาชิกสภาเทศบาลจำนวน 18 คน และคณะเทศมนตรี มีจำนวน 4 คน ประกอบด้วย นายกเทศมนตรี จำนวน 1 คน และเทศมนตรีจำนวน 3 คน เป็นผู้กำหนดนโยบาย ควบคุม และรับผิดชอบการบริหารงาน (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2546: 5)

4.2 แนวโน้มการเจริญเติบโต (บริษัท เทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์ จำกัด. 2542ข: 2-46)

ชุมชนเมืองสุพรรณบุรีมีสภาพทางภูมิศาสตร์และภูมิประเทศคล้ายคลึงกับชุมชนเมืองอื่นๆ ในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง กล่าวคือบริเวณโดยรอบเป็นที่ดินที่อุดมสมบูรณ์ มีโครงข่ายและระบบชลประทาน ที่ดินเหมาะแก่การเพาะปลูก โดยเฉพาะการทำนาข้าว แต่ยังขาดโครงข่ายถนนที่จะกระจายการจราจรให้เข้าถึงพื้นที่ด้านในซึ่งห่างจากถนนสายหลัก ซึ่งเป็นข้อจำกัดและอุปสรรคในการขยายตัวของชุมชนในอนาคต การเจริญเติบโตของชุมชนเมืองสุพรรณบุรี คาดว่าจะขยายตัวจากบริเวณชุมชนหนาแน่นในปัจจุบันไปทางด้านตะวันออกเข้าสู่ทางหลวงหมายเลข 340 เป็นส่วนใหญ่ และจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีโครงข่ายถนนอยู่ก่อนแล้ว ส่วนทางด้านตะวันตกจะมีการขยายตัวตามแนวถนนมาลัยแมนมากกว่าบริเวณอื่นๆ



ภาพประกอบ 3 แผนที่เขตเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี มาตราส่วน 1 : 20,000

ที่มา: แผนที่เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี. (2546). (แผนที่)

สถานที่ราชการ

- ① เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี
- ② โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร
- ③ ธนาคารออมสิน
- ④ ศูนย์เยาวชนเทศบาลเมือง
- ⑤ ที่ทำการเจ้าท่าสุพรรณบุรี
- ⑥ โรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมือง
- ⑦ สำนักงานการไฟฟ้าจังหวัด
- ⑧ สถานธนาภิบาลเทศบาลเมือง
- ⑨ ที่ทำการทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์
- ⑩ สวนเฉลิมภัทรราชินี
- ⑪ ที่ทำการประปา
- ⑫ ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข
- ⑬ อาคารชุมสายโทรศัพท์
- ⑭ สำนักงานที่ดินจังหวัด
- ⑮ อุดสาหกรรมจังหวัด
- ⑯ ศาลากลางจังหวัดสุพรรณบุรี
- ⑰ ส.ก.อ. เมืองสุพรรณบุรี
- ⑱ กองกำกับการตำรวจภูธรจังหวัด
- ⑲ ป่าไม้จังหวัด
- ⑳ แขวงการทางสุพรรณบุรี
- ㉑ ศาลจังหวัดสุพรรณบุรี
- ㉒ ที่ว่าการอำเภอเมือง
- ㉓ ส่วนโยธาองค์การบริหารส่วนจังหวัด
- ㉔ สาธารณสุขจังหวัด
- ㉕ บริษัทขนส่งจังหวัด
- ㉖ สถานีรถไฟ
- ㉗ หอนาฬิกา

โรงเรียน

- ① โรงเรียนสุพรรณภูมิ
- ② โรงเรียนเทศบาล 2 วัดปราสาททอง
- ③ โรงเรียนนเรศวร
- ④ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี
- ⑤ โรงเรียนวิทยาศาสตร์
- ⑥ วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี
- ⑦ โรงเรียนเทศบาล 1 วัดประดู่สาร
- ⑧ โรงเรียนเทศบาล 3 วัดไชนาวาส
- ⑨ โรงเรียนสหวิทย์พาณิชยการ
- ⑩ โรงเรียนอนุบาลสุพรรณบุรี
- ⑪ โรงเรียนสวนหมิง
- ⑫ โรงเรียนกรรณสูต
- ⑬ โรงเรียนวัดป่าเลไลยก์
- ⑭ โรงเรียนสารพัดช่าง บรรหารแจ่มใส

วัด

- ① วัดไทรย์
- ② วัดศรีบัวบาน
- ③ วัดปราสาททอง
- ④ วัดพระรูป
- ⑤ วัดประดู่สาร
- ⑥ วัดสุพรรณภูมิ
- ⑦ วัดไชนาวาส
- ⑧ วัดหอยโข่ง
- ⑨ วัดพระศรีรัตนมหาธาตุ
- ⑩ วัดป่าเลไลยก์วรวิหาร
- ⑪ วัดโพธิ์กลาง
- ⑫ ศาลเจ้าพ่อหลักเมือง



ภาพประกอบ 4 เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

4.3 การคาดการณ์ประชากรในอนาคต

จากการศึกษาของบริษัท เทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์ จำกัด (2542ข: 2-48) พบว่าเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งท่องเที่ยว แหล่งประวัติศาสตร์ ศูนย์กีฬาพื้นที่ชุมชนได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา จากสถิติของสำนักบริหารการทะเบียนกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย (2548: Online) สรุปได้ว่า ในปี พ.ศ. 2530 มีจำนวนประชากร 25,435 คน และเพิ่มขึ้นเป็น 28,628 คน ในปี พ.ศ. 2540 หรือคิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย 3,176 คน/ตร.กม. กล่าวได้ว่าประชากรมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงมากขึ้น เมื่อพิจารณาอัตราเพิ่มในช่วงปี พ.ศ. 2530-2540 จะได้ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.19 ต่อปี และในการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต คาดว่าจะอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 1.19 ต่อปี เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยที่ผ่านมา ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2560 คาดว่าเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีจะมีจำนวนประชากรในทะเบียนราษฎร์ประมาณ 36,270 คน ส่วนประชากรนอกทะเบียนราษฎร์นั้น คาดว่ามีสัดส่วนประมาณร้อยละ 75 ของประชากรในทะเบียนราษฎร์ ดังนั้นในปี พ.ศ. 2560 จะมีประชากรนอกทะเบียนราษฎร์จำนวน ประมาณ 27,200 คน รวมประชากรทั้งหมดประมาณ 63,470 คน

4.4 การบริหารจัดการมูลฝอย

การบริหารจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี แบ่งออกเป็นการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน มูลฝอยติดเชื้อ และมูลฝอยอันตราย โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 มูลฝอยชุมชน

4.4.1.1 ปริมาณมูลฝอย

จากการศึกษาของบริษัทโปรเกรสเทคโนโลยีคอนซัลแตนท์ พบว่าปี พ.ศ. 2540 เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้นทั้งสิ้นประมาณ 45 ตัน/วัน โดยเทศบาลสามารถให้บริการเก็บขนมูลฝอยได้ประมาณร้อยละ 95 ของปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด หรือประมาณ 43 ตัน/วัน อัตราการเกิดมูลฝอยคิดเป็น 0.80 กิโลกรัม/คน/วัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดการมูลฝอย (การเก็บขนมูลฝอยและการกำจัดมูลฝอย) ไม่รวมต้นทุนการเตรียมการและดำเนินการก่อสร้างระบบกำจัดมูลฝอยเท่ากับ 694 บาท/ตัน (บริษัท โปรเกรสเทคโนโลยีคอนซัลแตนท์ จำกัด. 2542ก: 4-3)

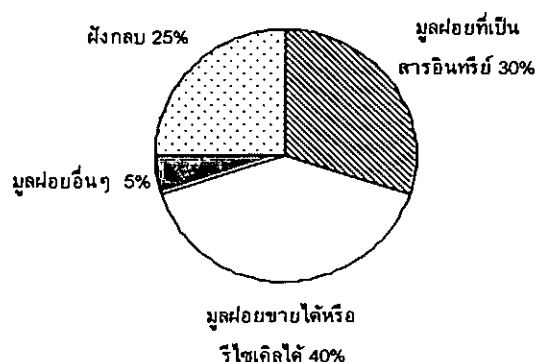
ในปี 2546 จากการศึกษางานของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมพบว่าเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 42 ตัน/วัน และจากแบบสำรวจข้อมูลพบว่าเทศบาลสามารถเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยได้ 100% ซึ่งกล่าวได้ว่าไม่มีมูลฝอยตกค้างในเขตเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

4.4.1.2 องค์ประกอบมูลฝอย

ภาพถ่ายมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีแสดงในภาพประกอบ 5 และข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี พบว่าในปี 2546 พบว่าองค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลประกอบด้วย มูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ร้อยละ 30 มูลฝอยขายได้หรือรีไซเคิลได้ร้อยละ 40 มูลฝอยอื่นๆ ได้แก่ มูลฝอยอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ ร้อยละ 5 และที่เหลือนำไปฝังกลบร้อยละ 25 โดยแสดงไว้ในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 5 ลักษณะมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี



ภาพประกอบ 6 องค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีเป็นร้อยละ

ในปี 2546 กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2546: 5) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี พบว่ามีสัดส่วนของมูลฝอยแต่ละประเภทดังต่อไปนี้ เศษอาหาร 30.4% พลาสติก 24.9% กระดาษ 20.8% ยางรถยนต์ 1.7% ไม้ 8.2% โลหะ 3.6% และโฟม 10.4%

4.4.1.3 การเก็บรวบรวม

เทศบาลเป็นผู้รับผิดชอบในการเก็บรวบรวมมูลฝอยเอง ใช้ถังขยะสาธารณะวางในพื้นที่แต่ละจุด 3 ใบ คือ ถังขยะสีเขียว สำหรับขยะที่ย่อยสลายได้ ถังขยะสีเหลือง สำหรับขยะที่ย่อยสลายไม่ได้ และถังขยะสีแดง สำหรับขยะที่รีไซเคิลได้ เทศบาลได้ทำการตั้งถังขยะดังกล่าวอย่างในภาพประกอบ 7 ไว้บริการในเขตชุมชนทั่วเขตเทศบาล โดยจำนวนถังรองรับมูลฝอยมีขนาด 50 ลิตร 350 ใบ ขนาด 100 ลิตร 150 ใบ ขนาด 200 ลิตร 300 ใบ และขนาดอื่นๆ 700 ใบ มีพนักงานขับรถ 14 คน และพนักงานประจำรถ 41 คน สำหรับขยะที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ยังไม่มีการจัดถังสำหรับทิ้งเฉพาะ

ในส่วนของการรักษาความสะอาดถนนและที่สาธารณะ มีพนักงานกวาดถนน 55 คน กวาดถนนสายหลัก 3 เวลา คือ 05.00 - 07.00 น. 10.30 - 12.30 น. และ 15.00 - 18.00 น. สายรองกวาดสัปดาห์ละ 1 - 2 ครั้ง เวลา 13.30 - 15.00 น. โดยมีการปฏิบัติงานแบ่งออกเป็น 8 กลุ่ม มีหัวหน้ากลุ่มดูแล และมีหัวหน้าคนงานรับผิดชอบ ตรวจสอบการปฏิบัติงาน พนักงานปฏิบัติกวาดคูน้ำขยะ 1 คน เวลาปฏิบัติงาน 08.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 16.30 น. (เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี: 2546)



ภาพประกอบ 7 ถังขยะรวบรวมมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

4.4.1.4 การขนส่ง

เทศบาลเป็นผู้รับผิดชอบในการขนส่งมูลฝอยเอง โดยระหว่างทางก่อนส่งไปกำจัด ไม่มีสถานียขนถ่ายมูลฝอย เทศบาลมีรถเก็บมูลฝอย รับผิดชอบตามพื้นที่เป้าหมายตามที่เทศบาล กำหนดคือ

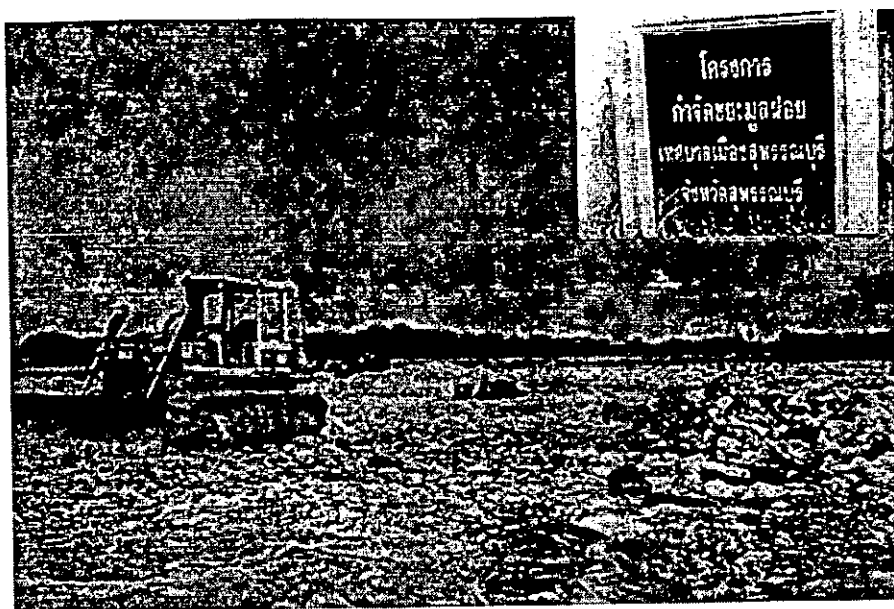
รถเก็บขนขยะ ขนาด 12 ลบ.หลา (ขนาดกลาง)	จำนวน 10 คัน
รถเก็บขนขยะ ขนาด 4 ลบ.หลา (ขนาดเล็ก)	จำนวน 2 คัน
รถคอนเทนเนอร์	จำนวน 3 คัน

เวลาในการเก็บขน ทำการเก็บขนขยะมูลฝอยทุกวัน วันละ 3 เวลา ได้แก่ รอบเช้า ตั้งแต่เวลา 05.00 น. จนแล้วเสร็จ รอบสายตั้งแต่เวลา 11.00 น. จนแล้วเสร็จ และรอบเย็น ตั้งแต่เวลา 17.00 น. จนแล้วเสร็จ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2546: 5-6) ส่วนรถ คอนเทนเนอร์จะเริ่มตั้งแต่เวลา 06.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 18.00 น. (เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี: 2546)

เส้นทางการเก็บขน มีการแบ่งเขตการเก็บขนจำนวน 9 เขต โดยมีระยะทางจาก เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ไปสถานที่กำจัดประมาณ 13 กิโลเมตร (เที่ยวเดียว)

ผู้ดำเนินการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย ได้แก่ พนักงานขับรถ 9 คน พนักงาน เก็บขนประจำรถ 36 คน พนักงานรถเก็บขนขยะคอนเทนเนอร์ 3 คน พนักงานกวาดมูลฝอย 55 คน และพนักงานเก็บค่าธรรมเนียม 2 คน

4.4.1.5 การกำจัด เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีการกำจัดมูลฝอยแบบการฝังกลบ แบบถูกหลักสุขาภิบาล ศูนย์กำจัดมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีเป็นศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมใน พื้นที่เขตอำเภอเมือง อำเภอบางปลาม้า และอำเภอกศรีประจันต์ มีสถานที่กำจัดขยะตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 3



ภาพประกอบ 8 ศูนย์กำจัดมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ณ ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ห่างจากที่ตั้ง สำนักงานเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี 13 กิโลเมตร ดังแสดงในภาพประกอบ 8 ซึ่งมีพื้นที่ 139 ไร่ 99 ตารางวา เป็นพื้นที่ตั้งอาคารสำนักงาน และส่วนประกอบอื่นประมาณ 10 ไร่ ดำเนินการฝังกลบตั้งแต่ พ.ศ. 2539 ใช้พื้นที่ไปแล้วประมาณ 30 ไร่ และมีพื้นที่สำรองจำนวน 2 แห่งคือ ที่หมู่ 3 ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมืองจังหวัดสุพรรณบุรีใกล้พื้นที่เดิมจำนวน 31 ไร่ 63 ตารางวา และที่หมู่ 4 ตำบลสระแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรีจำนวน 52 ไร่ 2 งาน 18 ตารางวา มีบ้านเรือนตั้งห่างจากบริเวณฝังกลบขยะไปทางทิศเหนือและทิศใต้ประมาณ 500 และ 300 เมตร ตามลำดับ เทศบาลทำการฝังกลบขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามหลักวิชาการ ได้แก่ระบบป้องกันการซึมเปื้อนของน้ำเสียจากมูลฝอย ระบบระบายก๊าซ ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับการนำบัติน้ำชะ มูลฝอยและระบบระบายน้ำ สำหรับมูลฝอยรีไซเคิลส่วนใหญ่จะถูกคัดแยกและนำไปจำหน่าย มีเหลือบางส่วนที่ต้องทำการฝังกลบ (เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี: 2546)

เครื่องจักรกลที่ใช้ในการดำเนินงาน ได้แก่ รถแทรกเตอร์ดินตะขาบ 2 คัน รถบดอัดและดันกลบขยะ (น้ำหนัก 20 ตัน) 1 คัน รถแบคโฮ 1 คัน รถบรรทุกดิน 1 คัน และรถบรรทุกน้ำ 1 คัน พนักงานที่ดำเนินการบริเวณสถานที่กำจัดมูลฝอยประกอบด้วย พนักงานประจำเครื่องจักรกล 8 คน นอกจากนี้มีเจ้าหน้าที่จากกองช่างสุขาภิบาล เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและร่วมดำเนินการด้วย เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีให้ความสำคัญกับระบบ

รักษาความปลอดภัย ได้มีคำสั่งแต่งตั้งให้พนักงานและลูกจ้าง ทำหน้าที่อยู่เวรยามรักษาความปลอดภัยของสถานที่กำจัดมูลฝอย

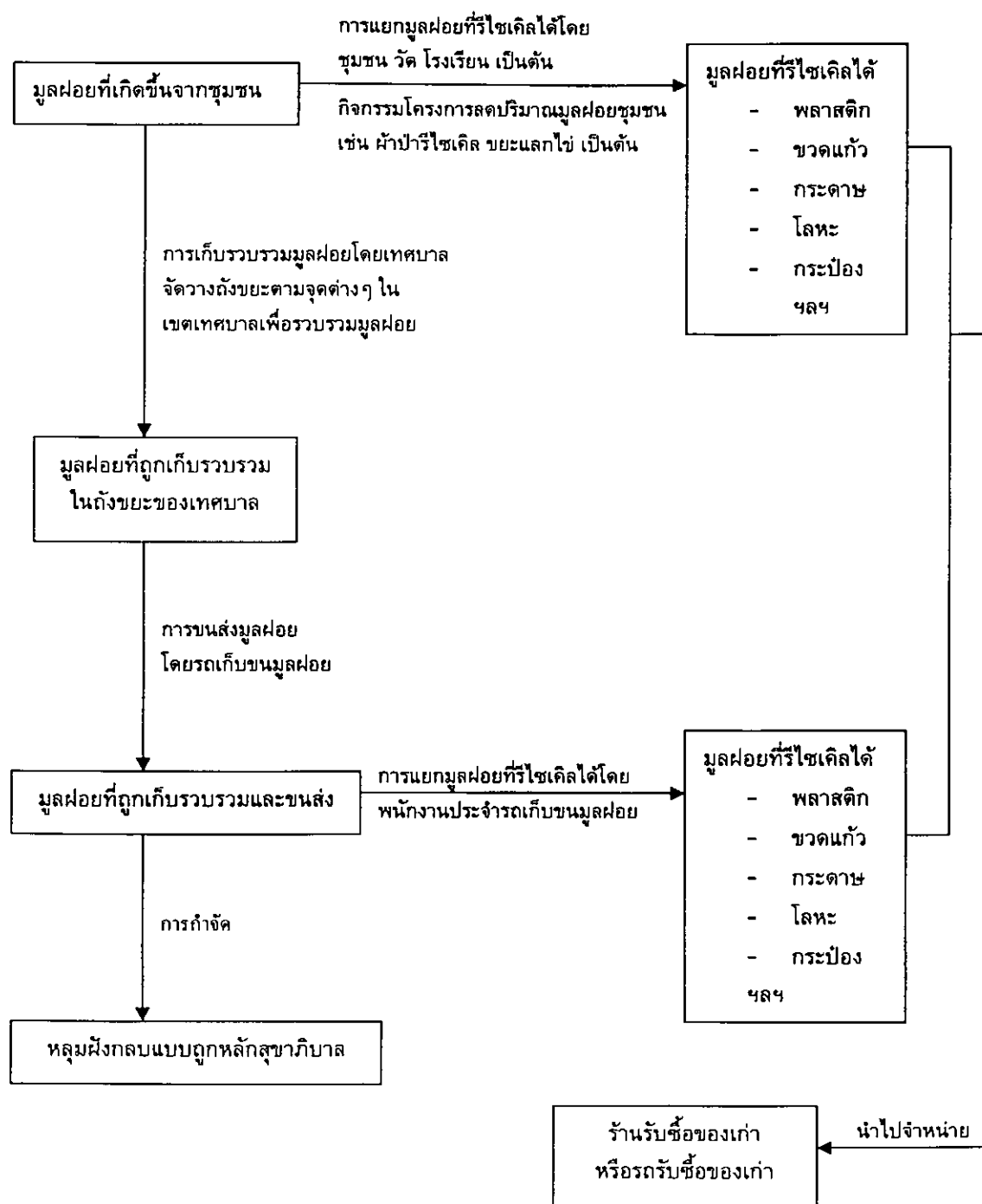
ขั้นตอนของการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ทั้งด้านเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดที่กล่าวมาข้างต้นแสดงในภาพประกอบ 9 และผู้รับผิดชอบงานการจัดการ มูลฝอยแสดงดังภาพประกอบ 10 ซึ่งอธิบายได้ว่า กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเป็นผู้รับผิดชอบด้านการบริหารจัดการมูลฝอย ประกอบด้วย นักบริหารงานสาธารณสุข 8 (ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม) ฝ่ายบริหารงานสาธารณสุข (นักบริหารงานสาธารณสุข 7) งานสุขาภิบาลและอนามัยสิ่งแวดล้อม (เจ้าพนักงานสุขาภิบาล 6) ซึ่งควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการโดยแบ่งออกเป็น เจ้าหน้าที่ด้านการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย และด้านการกำจัดมูลฝอย ซึ่งแต่ละด้านมีผู้ปฏิบัติหน้าที่รับผิดชอบคือ ด้านการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย ประกอบด้วย พนักงานกวาดถนน 55 คน พนักงานกวาดดูดฝุ่น 1 คน พนักงานประจำรถเก็บขนขยะ 45 คน และพนักงานประจำรถเก็บขนขยะคอนเทนเนอร์ 3 คน ส่วนด้านการกำจัดมูลฝอย ประกอบด้วย พนักงานประจำเครื่องจักรกล 8 คน

4.4.1.6 การจัดเก็บค่าธรรมเนียม

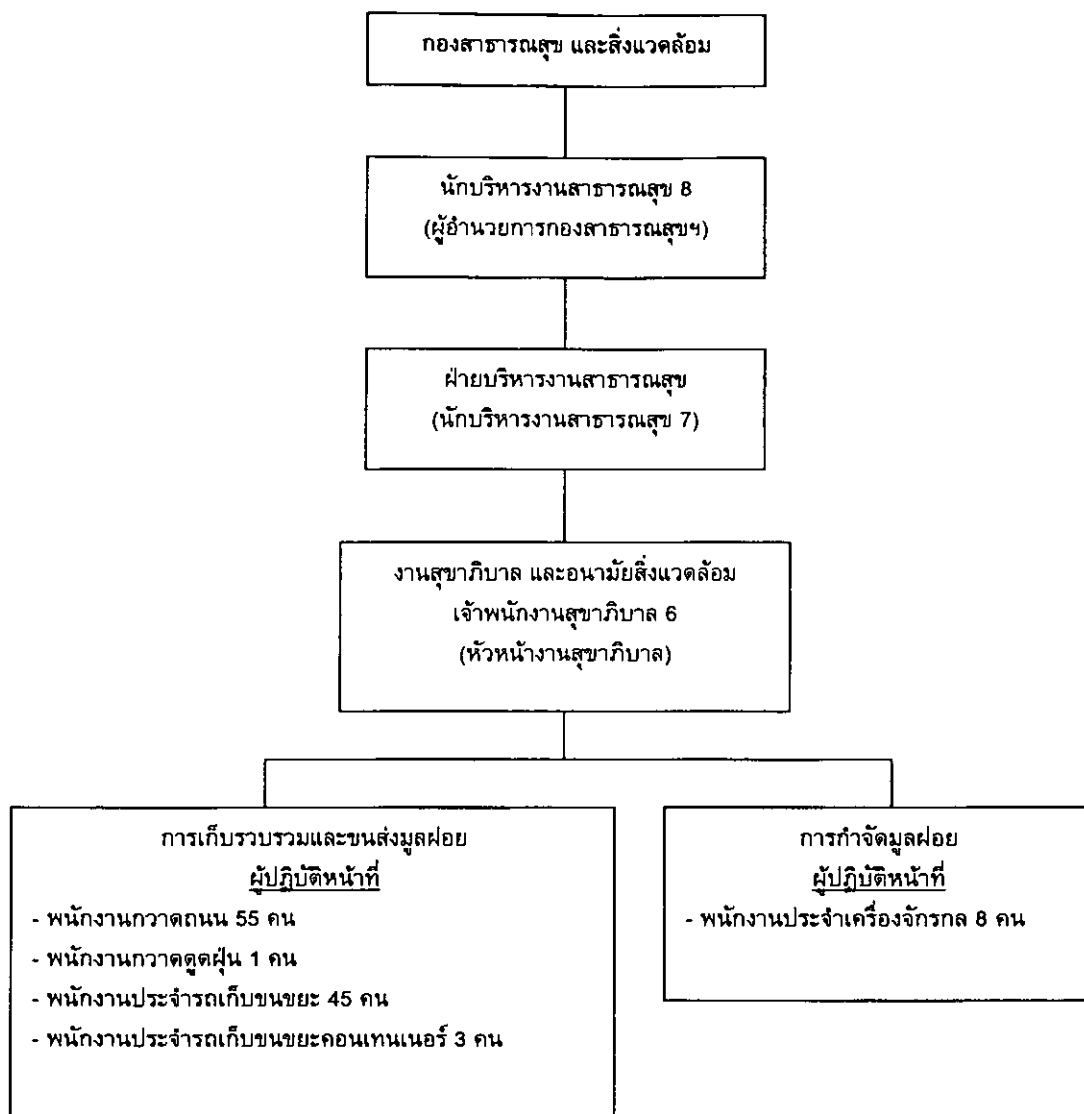
เทศบาลจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการเก็บขนมูลฝอย โดยอัตราที่กำหนดในเทศบัญญัติของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี เรื่องการเก็บ ขนและกำจัดสิ่งปฏิกูลมูลฝอย พ.ศ. 2543 (เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี. 2543: ไม่ปรากฏเลขหน้า) สรุปดังนี้

- คริวเรือนทั่วไป ไม่เกิน 20 ลิตรต่อวัน 10 บาทต่อเดือน
- เลหะสถานที่มีขยะตั้งแต่ 40 - 500 ลิตรต่อวัน 40 – 750 บาทต่อเดือน
- ตลาด / โรงงานที่มีขยะตั้งแต่ 500 ลิตรต่อวันขึ้นไป 1,500 บาทต่อเดือน
- การเก็บเป็นครั้งคราว 150 บาทต่อ ลบ.ม.
- สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่นำขยะมาฝังกลบที่ศูนย์กำจัดมูลฝอย

รวมของเทศบาล ต้นละ 300 บาท (เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี. 2547)



ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี



ภาพประกอบ 10 ผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

4.4.1.7 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดการมูลฝอย (บริษัท โปรเกรสเทคโนโลยี คอนซัลแต้นส์ จำกัด. 2542ข: 4-50-4-53)

ค่าดำเนินการจัดการมูลฝอย ประกอบด้วยค่าดำเนินการจัดเก็บมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบ และค่าดำเนินการในการจัดการมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดของชุมชน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ค่าดำเนินการเก็บขนมูลฝอย จำแนกได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้

- ค่าแรงงานในการจัดการเก็บขน ประกอบด้วยค่าจ้างข้าราชการประจำ ที่ดูแลกำกับควบคุมการทำงานเก็บขนมูลฝอย ค่าแรงงานลูกจ้างประจำและชั่วคราว ซึ่งเป็นลูกจ้าง พนักงานขับรถบรรทุกมูลฝอย พนักงานเก็บขนมูลฝอยประจำรถ พนักงานกวาดมูลฝอยในเขตเทศบาล

- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นสำหรับรถเก็บขนมูลฝอยประเภทต่างๆ ของ

- ค่าซ่อมบำรุง ได้แก่ ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษารถเก็บขนมูลฝอยของเทศบาล รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บขนมูลฝอย เช่น ค่าซ่อมรถ ค่าบำรุงรักษาประจำปี เป็นต้น

- ค่าวัสดุอุปกรณ์ในการเก็บขนและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ค่าอุปกรณ์เก็บขนมูลฝอย เช่น ไม้กวาด เชิง ถูงมือ รองเท้า เสื้อผ้าปฏิบัติงานของพนักงานกวาดมูลฝอย เป็นต้น และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บมูลฝอยอันเป็นวัสดุสิ้นเปลือง

2) ค่าดำเนินการกำจัดมูลฝอย สามารถสรุปได้เป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

- ค่าแรงงาน ได้แก่ ค่าจ้างข้าราชการประจำเพื่อทำงานดูแลควบคุมการกำจัดมูลฝอย ค่าจ้างพนักงานประจำและลูกจ้างชั่วคราว ที่ทำหน้าที่กำจัดมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดมูลฝอย

- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เติมกับเครื่องจักรกลที่ใช้ทำงานกำจัดมูลฝอยเป็นสำคัญ

- ค่าซ่อมบำรุง ได้แก่ ค่าซ่อมแซมเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในการกำจัดมูลฝอย

- ค่าสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดพวกแมลง เชื้อโรค บริเวณหลุมฝังกลบมูลฝอย ได้แก่ สารเคมี ยาฆ่าเชื้อโรค ยาฆ่าหนู ยาเบื่อแมลงวัน เป็นต้น

- ค่าซื้อดินฝังกลบมูลฝอย เป็นการจัดซื้อดินเพื่อนำมาฝังกลบมูลฝอยเพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นและสัตว์มาคุ้ยเขี่ย

- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการกำจัดมูลฝอย เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าน้ำจืด ค่ารักษาพยาบาลของพนักงานกำจัดมูลฝอย เป็นต้น

4.4.2 การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2546: 6)

เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีร่วมกับกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขศึกษาปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้นทั้งหมดภายในเทศบาลในปี พ.ศ. 2544 พบว่า อัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลของรัฐและเอกชนเท่ากับ 0.54 กิโลกรัม/เตียง/วัน และจากคลินิกเท่ากับ 0.9 กิโลกรัม/แห่ง/วัน คิดเป็นปริมาณมูลฝอยรวมเฉลี่ย 498 กิโลกรัมต่อวัน สถานพยาบาลในเขตเทศบาลประกอบด้วยโรงพยาบาลของรัฐ จำนวน 1 แห่ง โรงพยาบาลเอกชนจำนวน 3 แห่ง และคลินิกจำนวน 40 แห่ง

การรวบรวม : สถานพยาบาลจะทำการคัดแยกและรวบรวมมูลฝอยติดเชื้อไว้ที่สถานพยาบาล

การเก็บขน : เทศบาลมีรถเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อโดยเฉพาะ เป็นรถห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิได้ ขนาด 6 ล้อ ความจุ 10 ลบ.ม. จำนวน 1 คัน มีพนักงานรับผิดชอบ จำนวน 2 คน

เวลาในการเก็บขน : โรงพยาบาลเก็บขนช่วงเวลา 16.00–17.00 น. ทุกวัน คลินิกและสถานพยาบาลขนาดเล็ก เก็บวันจันทร์และวันศุกร์ เวลา 08.30-10.30 น.

การกำจัด : โดยใช้ระบบเตาเผาไร้มลพิษชนิดเตาหมุนรอบตัวเอง หรือระบบโรตารีคลินขนาด 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีห้องเผาไหม้ 2 ห้อง และทำการเผามูลฝอยติดเชื้อ 3 วันต่อสัปดาห์ โดยเทศบาลยังไม่ได้คิดอัตราค่าธรรมเนียมสำหรับสถานพยาบาลในเขตเทศบาล ส่วนสถานพยาบาลนอกเขตที่นำมูลฝอยติดเชื้อ มากำจัดจะคิดอัตราค่าธรรมเนียมตามที่เทศบาลกำหนดในปี 2546 คิดกิโลกรัมละ 12 บาท

4.4.3 ขยะอันตราย เทศบาลยังไม่มีสถานที่กำจัดอย่างถูกวิธี อยู่ระหว่างการหาแนวทางจัดการ

4.5 รายได้ของเทศบาล

ปัจจุบันรายได้ของเทศบาลมีที่มาจาก 5 แหล่งดังนี้

1) รายได้จากภาษีอากร แยกเป็น

1.1) ภาษีอากรที่เทศบาลดำเนินการจัดเก็บเอง ได้แก่ ภาษีโรงเรือนและที่ดิน ภาษีบำรุงท้องที่ ภาษีป้าย อากรฆ่าสัตว์

1.2) ภาษีอากรที่รัฐจัดเก็บและจัดสรรให้ ได้แก่ ภาษีมูลค่าเพิ่มและภาษีธุรกิจเฉพาะ ภาษีสุรา ภาษีสรรพสามิต

1.3) ภาษีอากรที่รัฐจัดเก็บให้ ได้แก่ ภาษีและค่าธรรมเนียมรถยนต์และล้อเลื่อน

หน่วยงานของเทศบาลจะทำหน้าที่ในการจัดเก็บภาษีเฉพาะในหัวข้อ 1.1 เท่านั้น และหน่วยงานที่ดำเนินการจัดเก็บได้แก่ กองคลังของเทศบาล

2) รายได้จากค่าธรรมเนียม ค่าปรับ และใบอนุญาตต่างๆ

ค่าธรรมเนียมได้แก่ ค่าธรรมเนียมเกี่ยวกับ การฆ่าสัตว์ เก็บขนมูลฝอย เก็บขนสิ่งปฏิกูล เป็นต้น ค่าปรับ ได้แก่ ค่าปรับเกี่ยวกับ บัตรประจำตัวประชาชน กฎหมายเกี่ยวกับการจอดรถยนต์ เป็นต้น ค่าใบอนุญาตเกี่ยวกับ โฆษณา ขายของในตลาด เป็นต้น

3) รายได้จากทรัพย์สิน ได้แก่ ค่าเช่า ดอกเบี้ยเงินกู้ เงินปันผล เป็นต้น

4) รายได้จากสาธารณูปโภคและเทศพาณิชย์ ได้แก่ เงินช่วยเหลือท้องถิ่นจากสถานธนาณเคราะห์ เงินช่วยเหลือท้องถิ่นจากการประปา

5) รายได้เบ็ดเตล็ด ได้แก่ ค่าขายแบบประกวตราค่า ค่าขายเศษของเหลือใช้ เงินที่มีผู้อุทิศให้ เป็นต้น

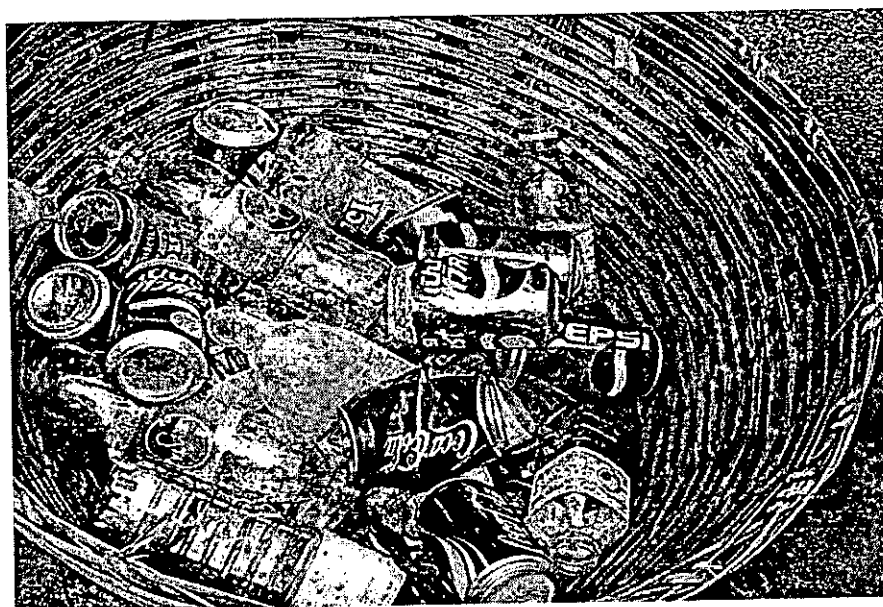
ปัจจุบัน (พ.ศ. 2548) หน่วยงานที่ทำหน้าที่จัดเก็บรายได้ในหัวข้อ 2 ถึง 5 ของเทศบาล คือกองคลังของเทศบาล

4.6 การดำเนินโครงการลดปริมาณมูลฝอย (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2546: 7)

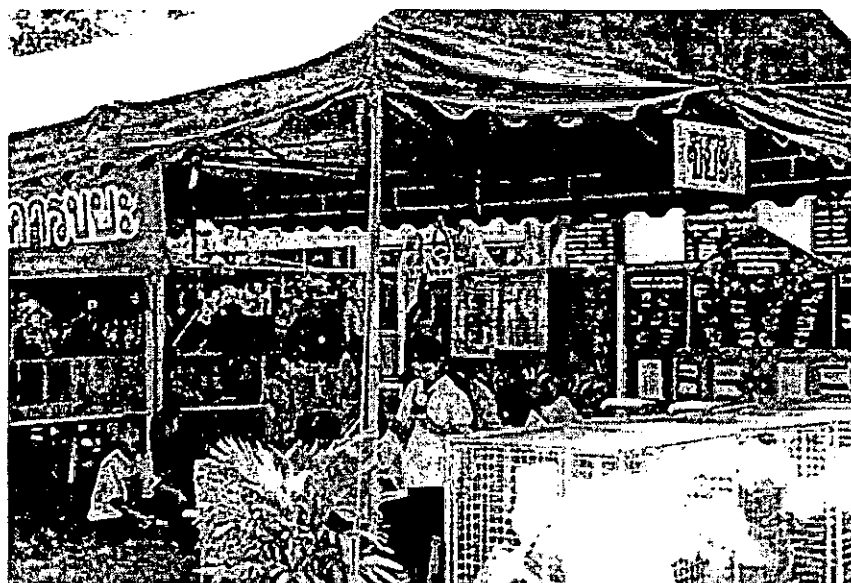
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กำหนดโครงการบริหารจัดการมูลฝอยแบบครบวงจรในปีงบประมาณ 2546 โดยดำเนินการในท้องถิ่นนำร่อง 6 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ โดยภาคกลางได้คัดเลือกเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี เป็นท้องถิ่นนำร่อง โดยส่งเสริมให้ประชาชนมีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการจัดการปัญหามูลฝอยของเทศบาลอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน และได้กำหนดรูปแบบการดำเนินงานให้โรงเรียน ชุมชน และหน่วยงานในเขตเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีเสนอโครงการที่สนใจที่มีส่วนช่วยลดปริมาณมูลฝอยในชุมชนมายังเทศบาล เพื่อขอรับการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินกิจกรรม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมและเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีได้จัดให้มีกิจกรรมในการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้แก่ประชาชนในการจัดการปัญหามูลฝอยของชุมชน ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 9 กิจกรรมคือ

- 1) รณรงค์ลดมูลฝอยในบ้านเรือน
- 2) รณรงค์ลดมูลฝอยในชุมชน
- 3) การทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ โดยท้องถิ่นหรือชุมชน
- 4) ส่งเสริมกิจกรรมการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์
- 5) สนับสนุนการจัดตั้งธนาคารขยะในชุมชน
- 6) อบรมให้ความรู้กับเจ้าหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือผู้รับผิดชอบในการกำจัดมูลฝอยอย่างถูกวิธี ทั้งแบบฝังกลบหรือเผา
- 7) แนะนำให้ความรู้ในการจัดการมูลฝอยติดเชื้ออย่างถูกวิธี
- 8) แนะนำให้ความรู้ในการจัดการมูลฝอยอันตรายจากชุมชนอย่างถูกวิธี
- 9) แนะนำให้ความรู้ในการเก็บเงินค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสม

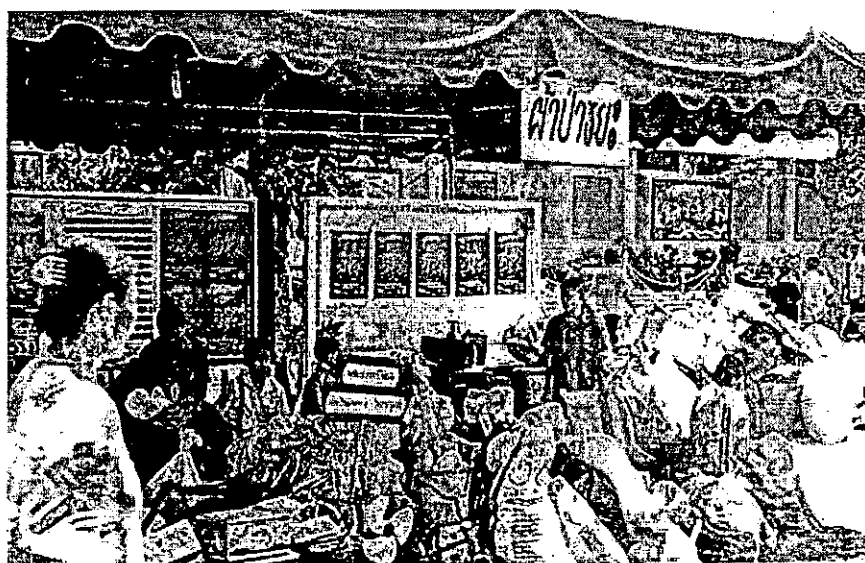
ทั้งนี้ชุมชนและโรงเรียน/สถาบันการศึกษาเข้าร่วมโครงการและดำเนินกิจกรรมเพื่อลดปริมาณมูลฝอย ตามโครงการรณรงค์เพื่อการลดปริมาณขยะมูลฝอยและการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดตั้งธนาคารขยะรีไซเคิลในโรงเรียน การทอดผ้าป่าขยะรีไซเคิล การจัดตลาดนัดขยะรีไซเคิล ขยะแลกไข่ และการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่การคัดแยกมูลฝอยที่สามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ ดังภาพประกอบ 11 และภาพตัวอย่างเกี่ยวกับกิจกรรมดังกล่าวของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในภาพประกอบ 12, 13, 14, 15 และ 16 ผลการดำเนินโครงการบริหารจัดการมูลฝอยแบบครบวงจรในท้องถิ่นนำร่องพบว่า ปริมาณมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีลดลงจาก 42 ตันต่อวันเหลือ 37 ตันต่อวัน หรือลดลงร้อยละ 12 (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2546: 7)



ภาพประกอบ 11 มูลฝอยที่ถูกคัดแยกแล้ว และสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้



ภาพประกอบ 12 การดำเนินงานโครงการธนาคารขยะรีไซเคิลในโรงเรียน



ภาพประกอบ 13 การทอดผ้าป่าขยะรีไซเคิล



ภาพประกอบ 14 รถยนต์สำหรับขนขยะรีไซเคิลชุมชน



ภาพประกอบ 15 การอบรมอาสาสมัครโรงเรียนในการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน

ที่มา: กิจกรรมโครงการบริหารจัดการมูลฝอยแบบครบวงจรพื้นที่เทศบาลเมือง
สุพรรณบุรี. (2546). (ภาพถ่าย).



ภาพประกอบ 16 จุดสาธิตการทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ได้รับการสนับสนุนการก่อสร้างจากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ที่มา: จุดสาธิตการทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพ. (2546). (ภาพถ่าย).

4.7 นโยบายของเทศบาลในเรื่องการบริหารจัดการรักษาความสะอาดและการจัดการมูลฝอย ปี 2546 – 2550 (เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี. 2546: เอกสาร)

เทศบาลได้กำหนดนโยบายในเรื่องการบริหารจัดการรักษาความสะอาดและการจัดการมูลฝอยกำหนดช่วงเวลา 5 ปี ในปี 2546 – 2550 ดังนี้

- 1) จัดให้มีการรักษาความสะอาดถนนและที่สาธารณะ ให้สะอาดตลอดเวลา ครอบคลุมทุกพื้นที่
- 2) จัดให้มีรถบริการเก็บขนมูลฝอยทุกถนน ตรอก ซอย โดยทุกวันจะต้องจัดเก็บอย่างน้อยจุดละครั้งต่อวัน และบริการเก็บขนพิเศษตามคำขอ
- 3) จัดให้มีภาชนะรองรับมูลฝอยโดยกำหนดจุดติดตั้งที่แน่นอนครอบคลุมพื้นที่บริการทั้งหมด
- 4) ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน องค์กรต่าง ๆ สถาบันการศึกษา สถาบันศาสนา ในเรื่องของการมีส่วนร่วมในการรักษาความสะอาด และแก้ไขปัญหามูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี
- 5) การให้ความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง และสร้างจิตสำนึกให้ประชาชน โดยเฉพาะเรื่องประเภทของมูลฝอย การคัดแยกที่เหมาะสมในสถานการณ์ปัจจุบัน โดยการจัดโครงการกิจกรรม

ต่าง ๆ ลงสู่ชุมชนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีเป้าหมายที่จะคัดแยกมูลฝอยแยกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้ ประเภทที่ 1 มูลฝอยรีไซเคิลหรือมูลฝอยที่ขายได้หรือมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น พลาสติก ขวดแก้ว กระดาษ โลหะ และอลูมิเนียม เป็นต้น ประเภทที่ 2 คือมูลฝอยที่ย่อยสลายได้สามารถทำปุ๋ยได้ เช่น เศษอาหาร เศษหญ้า ใบไม้ และวัชพืช เป็นต้น ประเภทที่ 3 มูลฝอยที่ย่อยสลายยากนำไปฝังกลบ เช่น คอนกรีต และเศษอิฐ เป็นต้น ประเภทที่ 4 มูลฝอยอันตรายกำจัดด้วยวิธีพิเศษ เช่น แบตเตอรี่ หลอดไฟ บรรจุภัณฑ์สารเคมี และบรรจุภัณฑ์ยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น และประเภทที่ 5 มูลฝอยติดเชื้อกำจัดโดยวิธีเผาในเตาปลอดมลพิษ เช่น เชื้อฉนวน ยางล้อ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการรักษาพยาบาลและการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ เป็นต้น

6) การรณรงค์ให้ความรู้และปลูกฝังเยาวชนให้รักสิ่งแวดล้อม และช่วยกันลดปริมาณมูลฝอย เช่น การจัดตั้งธนาคารขยะในโรงเรียน การประดิษฐ์สิ่งของจากวัสดุเหลือใช้ หลีกเลี่ยงสิ่งที่จะก่อให้เกิดมูลฝอย รวมทั้งขอความร่วมมือให้สถานศึกษา สอดแทรกความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเข้าสู่หลักสูตรการเรียนการสอน

7) การปรับปรุงมาตรการด้านภาษี/ค่าธรรมเนียม ในเรื่องการเก็บขนและการกำจัดอย่างเหมาะสมสอดคล้องกับมาตรการการลดปริมาณมูลฝอย และกิจกรรมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมเพื่อเป็นรายได้ของชุมชน เสริมให้ชุมชนเข้มแข็ง

8) การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเก็บขน กำจัดมูลฝอยให้ถูกต้องตามประเภทมูลฝอยตามหลักวิชาการที่เหมาะสมของโลกปัจจุบัน ด้วยความประหยัดและปลอดภัยกับประชาชนมากที่สุด

9) การปรับปรุงประสิทธิภาพในการบริการประชาชน ในเรื่องการเก็บขนมูลฝอยจากบ้านเรือน ชุมชน โดยจัดตั้งขยะให้แต่ละครัวเรือนโดยตรง

5. หลักการจำลองแบบ System Dynamics

โมเดลดาตา เอเอส (ModelData AS. 1993: 9–13) กล่าวว่า ระบบและสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมักมีความซับซ้อน มีความสัมพันธ์กันและเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา จึงต้องมีการใช้แบบจำลองมาช่วยในการศึกษาระบบที่มีความซับซ้อนนี้ ซึ่งแบบจำลองทั่วไปมักมีข้อจำกัดในการศึกษาและจัดการกับระบบที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ การจำลองแบบพลศาสตร์ (System Dynamics) สามารถนำมาใช้แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรในโครงสร้าง และพฤติกรรมแบบจำลอง โดยสอดคล้องกับปัญหาของแต่ละระบบได้

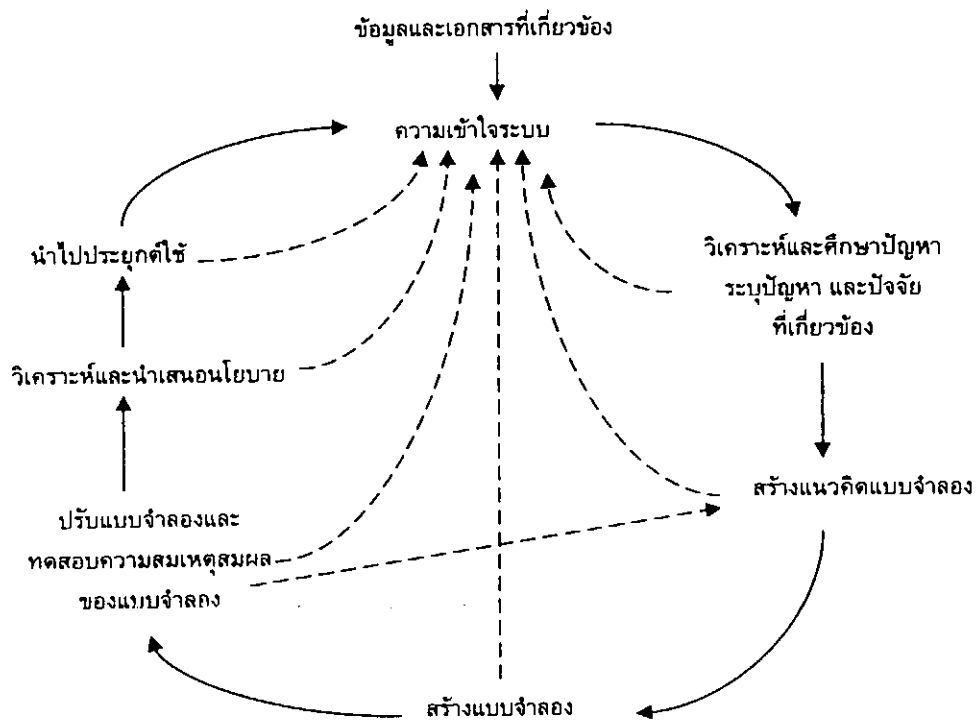
ModelData AS สรุปว่าลักษณะระบบที่มีการเคลื่อนไหวหรือระบบแบบพลศาสตร์ (Dynamics system) ได้แก่ ระบบที่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่มีอยู่ของตัวแปร (Stock) กับอัตราการเปลี่ยนแปลง โดยประกอบด้วยวงจรป้อนกลับ (Feedback loop) ซึ่งมีผลจากตัวแปรหนึ่งส่งผลไปยังอีกตัวแปรหนึ่งจนครบวงจร โดยตัวแปรหนึ่งจะมีผลต่ออีกตัวแปรหนึ่งได้มากกว่า 1 ตัวแปร ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งภายในระบบในระยะเวลาหนึ่งจะส่งผลให้พฤติกรรมของระบบเปลี่ยนไปได้

ซูชีว (Sushil. 1993: 3-7) ได้กล่าวถึงการจำลองแบบ System Dynamics คือวิธีการสำหรับศึกษาและจัดการกับระบบที่มีการตอบสนองภายในที่ซับซ้อน เพื่อช่วยให้เข้าใจระบบที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น และช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารในระดับนโยบาย กล่าวคือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการตัดสินใจให้มีความน่าเชื่อถือ และเพิ่มความถูกต้องให้กับกระบวนการตัดสินใจมากขึ้น ซึ่งจะก่อประโยชน์ให้องค์กรมากมาย การนำแบบจำลองนี้มาใช้แตกต่างจากแบบจำลองอื่นๆ ตรงที่สามารถจัดการกับระบบที่มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องหลายตัวแปร รวมทั้งความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อกันทั้งในทางลบและทางบวก ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองมาจากหลายแหล่ง ทั้งจากงานวิจัยหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง หรือจากบุคคลและกรณีศึกษาต่างๆ โดยแบบจำลอง System Dynamics จะแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรกับช่วงเวลา (Time dependent) นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์หาข้อเปรียบเทียบในสถานการณ์ต่างๆ ได้

ในปี ค.ศ.1950 Jay W. Forrester ได้พัฒนากระบวนการทาง System Dynamics ขึ้น และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการออกแบบและวางแผนนโยบายของรัฐบาล เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับผู้วางแผนและผู้กำหนดนโยบาย และนอกจากนี้ ฟอว์เรสเตอร์ (Forester. 1972: 24) กล่าวว่าหลักการจำลองแบบ System Dynamics สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่น การวางแผนขององค์กร การออกแบบนโยบาย การจัดการชุมชน การสร้างแบบจำลองทางชีววิทยาและการแพทย์ การจัดการด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาทฤษฎีทางธรรมชาติและวิทยาศาสตร์สังคม เป็นต้น

5.1 ขั้นตอนในการจำลองแบบ System Dynamics

ขั้นตอนในการจำลองแบบ System Dynamics แสดงไว้ในภาพประกอบ 17 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ขั้นตอนในการจำลองแบบ System Dynamics มีขั้นตอนเริ่มจาก จะต้องทำความเข้าใจกับระบบที่ศึกษาหรือสนใจ โดยค้นคว้าและศึกษาข้อมูลจากองค์กร หน่วยงาน เอกสารที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยต่างๆ ซึ่งเป็นข้อมูลจากช่วงเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อให้เห็นแนวโน้มและเกิดความเข้าใจในระบบ หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ ศึกษาปัญหา และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะระบุปัญหาและปัจจัยสำคัญที่มีอยู่ แล้วนำไปสู่การสร้างแนวคิดแบบจำลองซึ่งประกอบด้วย กำหนดขอบเขตแบบจำลอง สร้างหน่วยอ้างอิง และสร้างสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ โดยในขั้นตอนนี้จะกำหนดขอบเขตแบบจำลองส่วนที่สนใจ สร้างหน่วยอ้างอิงโดยแสดงกราฟของพฤติกรรมของตัวแปรที่มีความสำคัญกับช่วงเวลา ทำให้ทราบแนวโน้มในการคาดการณ์ในอนาคต ซึ่งก่อให้เกิดความเข้าใจระบบและสัมพันธ์กับปัญหาที่ระบุไว้ โดยหน่วยอ้างอิงที่จัดทำขึ้นช่วยในการสร้างสมมุติฐานแบบจำลองที่เหมาะสม ซึ่งจะนำเสนอเป็นสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ที่แสดงออกมาเป็นวงจรป้อนกลับ (Feedback loop) ที่มีความเป็นเหตุเป็นผลและสัมพันธ์กับข้อมูลที่แสดงไว้ในระบบ



ภาพประกอบ 17 ขั้นตอนในการจำลองแบบ System Dynamics

ที่มา: ดัดแปลงจาก Sushil. (1993). *System Dynamics For Management Support*. p. 8. and Duong Hieu Mihn. (1999). *System Dynamics approach for Municipal Solid Waste Management: A Case Study of Nam Dinh City, Vietnam*. p.13.

หลังจากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองซึ่งมีความสัมพันธ์กับสมมติฐานแบบจำลอง และรายละเอียดด้านโครงสร้างอื่นๆ ของระบบ โดยมีการนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ เช่น โปรแกรม Powersim และ Vensim เป็นต้น ในระหว่างการสร้างแบบจำลองจะปรับแบบจำลองจนกว่าจะทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองแล้วได้แบบจำลองที่สอดคล้อง และเป็นตัวแทนของระบบจริงได้ โดยทำการเปรียบเทียบกับหน่วยอ้างอิงและการพิจารณาจากผู้ที่มีความเข้าใจในระบบจริงของแบบจำลองนั้นๆ หลังจากนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองไปวิเคราะห์นโยบายแบบต่างๆ และนำไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับปัญหาและความสนใจของหน่วยงานหรือองค์กรนั้นๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้าใจระบบและเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้มากขึ้น

จากภาพประกอบ 17 ลูกศรเส้นทึบ หมายถึง ขั้นตอนหลักในการจำลองแบบ System Dynamics ที่แสดงเป็นลำดับจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง ส่วนลูกศรเส้นประ หมายถึง ในระหว่างขั้นตอนการจำลองเมื่อเกิดปัญหาขึ้นสามารถที่จะย้อนกลับไปพิจารณาขั้นตอนก่อนหน้านี้ได้

เช่น ขั้นตอนปรับแบบจำลองและทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง หากแบบจำลองยังไม่มี ความสมเหตุสมผลให้ย้อนกลับไปดูส่วนของแนวคิดแบบจำลอง เพื่อพิจารณาขอบเขตและตัวแปร ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอีกครั้ง เพื่อทำการสร้างและปรับแบบจำลองจนกว่าจะมีความสมเหตุสมผล นอกจากนี้ลูกศรเส้นประชี้ให้เห็นว่า ทุกๆ ขั้นตอนในการจำลองแบบ System Dynamics สิ่งที่ต้อง คำนึงถึงเสมอคือความเข้าใจความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือปัจจัยต่างๆ ของระบบที่ศึกษาอย่าง แท้จริง

5.2 แหล่งข้อมูลสำหรับแบบจำลอง System Dynamics

ข้อมูล หมายถึง ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ อาจอยู่ในรูปตัวเลข ตัวอักษร หรือข้อความ นอกจากนี้ยังอาจอยู่ในลักษณะของภาพและเสียง เช่น เทป บันทึกการ สัมภาษณ์ของผู้บริหาร เป็นต้น และต้องเป็นข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์และน่าเชื่อถือ (กิตติ ภัคติวัฒนกุล. 2546: 50)

ดอง ฮิว มิน (Dong Hieu Minh. 1999: 14-15) กล่าวถึงแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ใน แบบจำลอง System Dynamics ได้แก่ ข้อมูลจากองค์กร (Mental data) ข้อมูลที่มีการบันทึก (Written data) และ ข้อมูลตัวเลข (Numerical data)

5.2.1 ข้อมูลจากองค์กรหรือระบบ (Mental data) เป็นข้อมูลที่มีอยู่ในองค์กรหรือ ระบบ เช่น ข้อมูลที่เกี่ยวกับนโยบายและโครงสร้างขององค์กรหรือระบบ รวมทั้งข้อมูลในอดีตที่ เกี่ยวข้องขององค์กรซึ่งจะใช้ในการกำหนดปัญหา และทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

5.2.2 ข้อมูลที่มีการบันทึก (Written data) เป็นข้อมูลที่มีการบันทึกหรือรวบรวมไว้ โดยทั่วไปเป็นข้อมูลซึ่งประกอบด้วยแนวคิดต่างๆ ข้อมูลจากงานวิจัย จากแหล่งข้อมูลอื่นๆ ภาย นอกองค์กร

5.2.3 ข้อมูลตัวเลข (Numerical data) เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขที่ไม่ใช่ข้อมูลด้าน โครงสร้างและนโยบาย ประกอบด้วยค่าของตัวแปรต่างๆ อาจรวมถึงค่าเฉลี่ย ค่ามาตรฐาน อัตราส่วน

5.3 ข้อดีของการจำลองแบบ System Dynamics

การจำลองแบบ System Dynamics มีข้อแตกต่างซึ่งเป็นข้อดีจากการจำลองแบบอื่นๆ ดังนี้

- ประหยัดเวลาในการสร้างแบบจำลองและให้ผลการพยากรณ์จากแบบจำลองที่รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง
- สามารถแยกแยะผลการจัดการเฉพาะเจาะจงในแต่ละด้านได้ เพราะจะแสดงตัวแปรต่างๆ ภายใต้วงจรป้อนกลับ (Feedback loop) ได้อย่างชัดเจน และยังสามารถที่รวมการจัดการในแต่ละ ส่วนย่อยให้เป็นส่วนที่ใหญ่ขึ้นได้
- สามารถเสนอทางเลือกต่างๆ ของกิจกรรมหรือนโยบายให้กับผู้บริหารองค์กรได้

- ลดความเสี่ยงและความผิดพลาดให้น้อยลงเพราะมีการจำลองหรือการวิเคราะห์นโยบายที่จะนำไปใช้ในแบบจำลองก่อนนำไปใช้จริง

- สามารถเข้าใจระบบจริงได้ถ่องแท้ยิ่งขึ้น เนื่องจากต้องมีการทำความเข้าใจกับระบบจริงก่อนที่จะสร้างแบบจำลอง และสามารถที่จะกำหนดแนวทางในการผสมผสานความร่วมมือจากส่วนต่างๆ ในองค์กรหรือหน่วยงาน โดยทดสอบในแบบจำลองได้ก่อนนำไปใช้จริง

6. โปรแกรม POWERSIM

โมเดลดาตา เอเอส (ModelData AS. 1993: 9–13); และ บวงสโต; และ คนอื่นๆ (Baugsto; et al. 1994: Online) กล่าวถึง POWERSIM ว่าเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างแบบจำลองแบบพลศาสตร์ (Dynamics models) เพื่อจำลองระบบจริงในปัจจุบันและพยากรณ์ตัวแปรที่สนใจในอนาคต โดยการสร้างแผนภาพ (Diagram) ความสัมพันธ์ของตัวแปร และวงจรป้อนกลับ (Feedback loops) ในหน้าจอต้งาน (Worksheet) ของคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรม POWERSIM มีแถบเครื่องมือ (Toolbar) และสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างแผนภาพบนหน้าจอต้งาน (ตัวอย่างอยู่ในภาคผนวก ก) โดยแสดงผลออกมาในรูปของกราฟ ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของตัวแปรและเห็นภาพของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ได้ชัดเจนมากขึ้น

6.1 การทำงานโดยใช้โปรแกรม POWERSIM

ในการสร้างแบบจำลอง ผู้สร้างจะเลือกสัญลักษณ์ต่างๆ บนแถบเครื่องมือที่ประกอบด้วย Level, Auxiliary, Constant ซึ่งแต่ละตัวมีความหมายดังนี้ (รายละเอียดของโปรแกรมอยู่ในภาคผนวก ก)

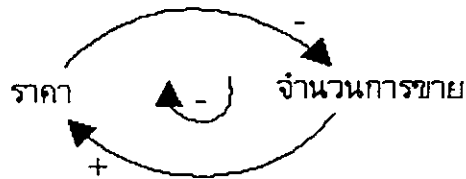
- Level หมายถึง ชนิดของตัวแปรที่เรียกว่าตัวแปรเริ่มต้น หรือตัวแปรสะสมเพื่อใส่ค่าเริ่มต้นในแบบจำลอง

- Auxiliary หมายถึง ตัวแปรที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Level กับ Constant ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของระบบหรือเรียกว่า Flow

- Constant หมายถึง ตัวแปรสำหรับใส่ค่าคงที่ในแบบจำลอง

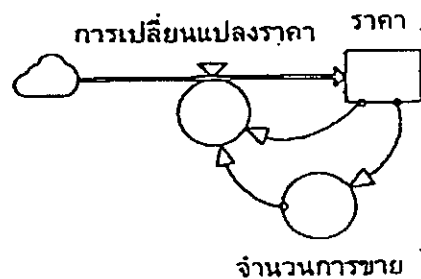
และจะเลือกสัญลักษณ์ต่างๆ ลงบนหน้าจอต้งาน และใส่ค่าซึ่งเป็นตัวเลขลงบนตัวแปร Level และ Constant บนหน้าจอต้งานจะแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องและความสัมพันธ์กัน ซึ่งตัวแปรหรือส่วนประกอบหนึ่งที่มีอิทธิพลต่ออีกส่วนหนึ่งจะใช้สัญลักษณ์ลูกศรเชื่อมโยง ($\rightarrow$) ในการสร้างแบบจำลองนี้จะสร้างโดยพิจารณาจากสมมุติฐานแบบจำลอง (Model hypothesis) ซึ่งจะแสดงเป็นวงจรที่เป็นเหตุเป็นผลกันเรียกว่า Causal loop (Causal loop ประกอบด้วยวงจรป้อนกลับหรือ Feedback loop หลายวงจร) เมื่อได้โครงสร้างแบบจำลองแล้วสามารถที่จะจำลองพฤติกรรมแบบจำลอง ซึ่งแสดงผลออกมาได้ในรูปของกราฟหรือตารางในหน้าจอต้งาน ได้ รวมทั้งสามารถใช้ทำนายพฤติกรรมของแบบจำลองเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปได้

จากการทำงานโดยใช้โปรแกรม POWERSIM ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถยกตัวอย่างให้เห็นถึงสมมุติฐานแบบจำลอง โครงสร้างแบบจำลอง และพฤติกรรมแบบจำลองได้ ดังภาพประกอบ 18, 19 และ 20 ตามลำดับ



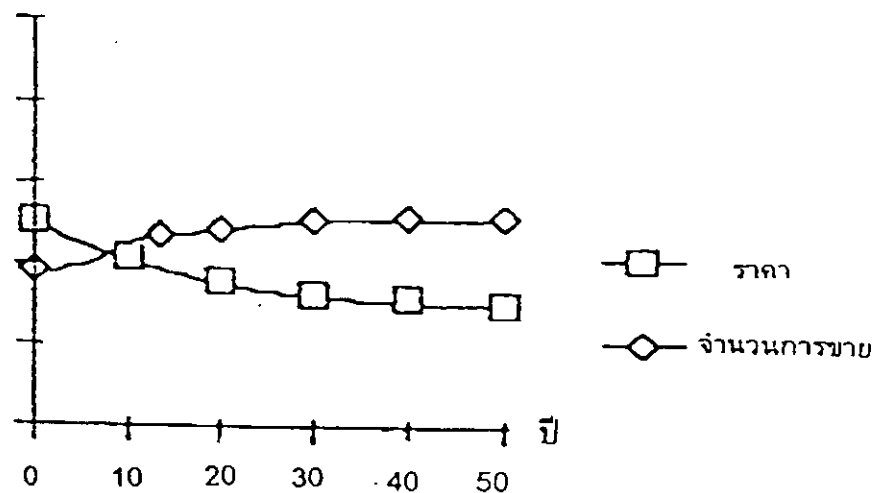
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างสมมุติฐานแบบจำลอง

ที่มา: ModellData. (1993). *User's Guide and Reference POWERSIM The Complete Software Tool for Dynamics Simulation*. p.12.



ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างโครงสร้างแบบจำลอง

ที่มา: ModellData. (1993). *User's Guide and Reference POWERSIM The Complete Software Tool for Dynamics Simulation*. p.12.



ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างพฤติกรรมของแบบจำลอง

ที่มา: ModellData. (1993). *User's Guide and Reference POWERSIM The Complete Software Tool for Dynamics Simulation*. p.12.

จากภาพประกอบ 18 อธิบายได้ว่า การเพิ่มราคาของสินค้าขึ้นทุกปี เมื่อราคาของสินค้าสูงขึ้นจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณการขายลดลง ซึ่งมีผลย้อนกลับไปยังบังคับให้ต้องลดราคาให้ต่ำลงเพื่อที่จะขายสินค้าได้ ส่วนกรณีที่จำนวนการขายเพิ่มขึ้น ส่งผลให้สามารถปรับราคาขายต่ำลงได้ เมื่อราคาขายต่ำลงทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะขายสินค้าได้มากขึ้น จากภาพประกอบ 19 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างแบบจำลองโดยจะมีตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อกันคือ ราคาสินค้ากับจำนวนการขาย และการเปลี่ยนแปลงราคาแต่ละปี จากภาพประกอบ 20 จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของราคาและจำนวนการขายของสินค้า กล่าวคือเมื่อราคาสินค้าต่ำลงจำนวนการขายจะเพิ่มขึ้นดังกราฟ

จะเห็นได้ว่า โปรแกรม POWERSIM สามารถจำลองพฤติกรรมของระบบได้เป็นเวลานานตามเท่าที่ต้องการ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารหรือผู้กำหนดนโยบาย ดังนั้นก่อนที่จะวางแผนหรือนโยบายจริง สามารถนำนโยบายเหล่านี้มาทดสอบในแบบจำลองก่อนโดยใช้โปรแกรม POWERSIM เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบที่มีต่อนโยบายเหล่านั้น และเลือกนโยบายที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดมาปฏิบัติจริง

6.2 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์เมื่อต้องการใช้โปรแกรม POWERSIM

6.2.1 ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย

- IBM, PC 80386 หรือสูงกว่า
- 4Mb RAM หรือมากกว่า
- Hard Disk มีที่ว่างอย่างน้อย 4Mb

6.2.2 ซอร์ฟแวร์ Microsoft Window 3.1 หรือสูงกว่า

6.3 การประยุกต์ใช้โปรแกรม POWERSIM

โปรแกรม POWERSIM สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น

- ด้านการจัดการ เช่น การวิเคราะห์นโยบาย การพัฒนาแบบแผน การจำลองสถานการณ์ต่างๆ เป็นต้น
- ด้านอุตสาหกรรม เช่น การจำลองกระบวนการผลิตโดยเฉพาะในด้านเงินทุนและวัตถุดิบ การขนส่ง การกระจายสินค้า และการวางแผนทางอุตสาหกรรมและโรงงาน เป็นต้น โดยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกและภายในที่มีผลต่อการผลิตและกำไร (Baugsto; et al : Online)
- ด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การจำลองระบบนิเวศและปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยการสร้างแบบจำลองเพื่อดูผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป
- ด้านวิทยาศาสตร์ เช่น การสร้างแบบจำลองและการจำลองสถานการณ์เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับทดสอบสมมุติฐาน การทดลองที่มีความซับซ้อน ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลง และระบบที่มีการตอบสนองต่อกัน เป็นต้น
- ด้านการศึกษาและการอบรม เช่น การสร้างแบบจำลองและจำลองสถานการณ์เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจำลองแบบ System Dynamics ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการด้านต่างๆ มากกว่า 40 ปี ผู้ที่นำ System Dynamics มาใช้ในยุคแรกๆ คือ เจ ดับเบิลยู ฟอว์เรสเตอร์ (Forrester, 1972: 4-11) ทำการศึกษาการพัฒนาแบบใหม่โดยนำแนวคิดของ System Dynamics มาใช้อธิบายพฤติกรรมของระบบอุตสาหกรรม และการเคลื่อนไหวภายในระบบอุตสาหกรรม เพื่อหาแนวทางในการกำหนดนโยบาย และโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กันในระบบ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อการเติบโตและความมั่นคงของภาค อุตสาหกรรม โดยภายในระบบจะรวมหน้าที่แต่ละส่วน (Functional areas) ของการจัดการเข้าด้วยกัน ได้แก่ ส่วนการตลาด การผลิต การบริหารงานบุคคล การเงิน เป็นต้น และในการสร้างแบบจำลองจะให้ความสำคัญกับความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งด้านการเงิน วัสดุ แรงงาน และการลงทุนร่วมกัน ทั้งนี้แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะสามารถแสดงแนวโน้มของพฤติกรรมออกมาหลายรูปแบบตามค่าตัวเลขที่ป้อนเข้าไปในตัวแปรหรือปัจจัยต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้มีอำนาจตัดสินใจหรือผู้บริหารเพื่อใช้ในการกำหนดนโยบายต่อไป นอกจากนี้ยังมีผู้ศึกษาวิจัยอีกหลายท่านนำการจำลองแบบ System Dynamics มาใช้ในงานวิจัย โดยประยุกต์ใช้หลายด้านตามความสนใจดังต่อไปนี้

มาซาเยกิ (Mashayekhi, 1993: Abstract) ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการการกำจัดมูลฝอยของมหานครนิวยอร์ก จากการฝังกลบมูลฝอยมาเป็นการกำจัด

โดยวิธีอื่น เนื่องจากมหานครนิวยอร์กมีแนวโน้มในการขาดพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยในอนาคต เพราะเมืองเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว การศึกษาครั้งนี้ได้นำการจำลองแบบ System Dynamics มาใช้ทดสอบนโยบายต่างๆ เพื่อเสนอแนะทางเลือกให้กับรัฐบาลในระดับท้องถิ่นและระดับรัฐ และพบว่าทางเลือกของนโยบายได้แก่ การเพิ่มการช่วยเหลือทางการเงิน การเพิ่มภาษีท้องถิ่น และการลดการผลิตมูลฝอย นโยบายดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้โดยรัฐบาลของประเทศที่พัฒนาแล้ว อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้อาจไม่เหมาะกับระบบการจัดการขยะในประเทศกำลังพัฒนา เพราะประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกัน

นิลส์สัน; และ ซิกเท็นสัน (Nilsson; & Sixtensson. 1998?: Online) ทำการสร้างแบบจำลองเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการจัดการมูลฝอยจากอุตสาหกรรม ประเภทคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์การสื่อสาร โดยคำนึงถึงรูปแบบและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของแต่ละโรงงาน ได้แก่ วัตถุประสงค์ที่ใช้ กระบวนการผลิต ระบบการจัดการของเสีย และการปฏิบัติงานของพนักงานในแต่ละแผนก ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์และส่งผลต่อกัน ผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองพบว่า สามารถปรับปรุงกระบวนการจัดการมูลฝอยของโรงงานได้ดีขึ้น และสามารถลดปริมาณของเสียจากโรงงานได้มากขึ้น

วิดเมอร์ (Widmer. 1998: 1-12) นำ System dynamics มาประยุกต์ใช้ในการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผา กรณีศึกษาเมืองมันซิงเกิน (Munsingen) ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดยใช้โปรแกรม POWERSIM ซึ่งพิจารณาตัวแปรที่สนใจคือ ค่าใช้จ่าย พลังงาน และวัสดุที่ใช้ในการเผา เป้าหมายของงานวิจัยนี้คือ หาวิธีการจัดการของเสียโดยการเผาด้วยเทคโนโลยีและวิธีการต่างๆ ที่มีผลทำให้ค่าใช้จ่าย พลังงาน และวัสดุที่ใช้ในการเผามีความเหมาะสมและคุ้มค่าที่สุด ผลการวิจัยพบว่า การคัดแยกมูลฝอยอินทรีย์ออกจากมูลฝอยที่เกิดขึ้น จะทำให้ปริมาณพลังงานที่ใช้ในเตาเผา และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเผาน้อยลง ผลที่ได้จากการจำลองได้นำไปใช้ในการกำหนดนโยบายระยะสั้น 1 ปี และระยะยาว 15 ปี ในการกำจัดมูลฝอยโดยการเผา นอกจากนี้ได้เสนอแนะการพัฒนาในขั้นต่อไปเกี่ยวกับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผา และเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผา ซึ่งต้องพิจารณาประกอบกับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ และปริมาณมูลฝอยรีไซเคิล

ดอง ฮิว มิน (Duong Hieu Minh. 1999: 1-89) นำแนวคิดเรื่อง System Dynamics มาใช้ในการจัดการมูลฝอยชุมชน : กรณีศึกษาเมืองนามดิน (Nam Dinh) ประเทศเวียดนาม โดยให้ความสำคัญต่อปัญหาที่เกิดขึ้นได้แก่ งบประมาณที่ไม่เพียงพอ ปัญหามูลฝอยตกค้าง และการทิ้งมูลฝอยกลางแจ้งอย่างผิดกฎหมาย ผู้วิจัยได้นำการจำลองแบบ System Dynamics มาใช้เพื่อช่วยในการจัดสรรงบประมาณ โดยจำลองรูปแบบการจัดสรรเงินทุนในแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่นโยบายในการจัดการกับปัญหาที่กล่าวข้างต้น จากการศึกษาได้เสนอแนะนโยบายที่จะช่วยลดปัญหามูลฝอยตกค้าง และการทิ้งมูลฝอยกลางแจ้งอย่างผิดกฎหมายในระยะยาว คือการเพิ่มการช่วยเหลือด้านการเงินสำหรับเทศบาล และการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมการเก็บขนมูลฝอยจากประชาชน นอกจากนี้ทางเทศบาลควรสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการลดขยะจากแหล่งกำเนิด รวมทั้งสนับสนุนการทำปฏิกิริยาจากมูลฝอย และการรีไซเคิลด้วย ถ้าเกิดความร่วมมือจากประชาชนในระยะ

ยาวจะสามารถลดปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้ถึง 10% ต่อปี และถ้ามีการจัดสรรงบประมาณให้กับนโยบายการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์เป็น 5% ต่อปี จากงบประมาณการจัดการมูลฝอยทั้งหมดจะมีผลในการลดมูลฝอยตกค้าง มูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดด้วย

เม ทิน ชาร์ ฮาน (May Thin Zar Han. 1999: 1-90) นำ System Dynamics มาใช้ในการวางแผนสิ่งแวดล้อมและการจัดการมูลฝอย : กรณีศึกษาเมืองย่างกุ้ง (Yangon) ประเทศพม่า โดยเมืองย่างกุ้งมีปัญาในการจัดการด้านขยะมูลฝอยคือ มีการกำจัดมูลฝอยแบบเททิ้งกลางแจ้ง ก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมด้านน้ำ ดิน และอากาศ ซึ่งจะมีผลต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชากร ผู้วิจัยได้นำ System Dynamics มาใช้ในการแก้ไขปัญหามูลฝอยของเมืองในระยะยาว โดยทำนายสิ่งคาดว่าจะเกิดขึ้นในการใช้นโยบายต่างๆ ในช่วงระยะเวลา 20 ปี จากการจำลองนโยบายที่หลากหลายเพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้น พบว่าการผสมผสานระหว่างการณรงค์เรื่องการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอย การมีส่วนร่วมของประชาชน และการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานที่มาก จะเป็นนโยบายที่เหมาะสมในการจัดการมูลฝอยในระยะยาวของเมืองย่างกุ้ง

ยุกัน; และ คิปปิง (Yucun; & Qiping. 2000: Abstract) นำ System Dynamics มาช่วยในการวางแผนการจัดการด้านที่อยู่อาศัยในชุมชนเมืองในฮ่องกง (Hong Kong) โดยปัญหาที่เกิดขึ้นคือพื้นที่ที่มีแนวโน้มที่จะแออัดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชากร ผู้ศึกษาได้นำ System Dynamics มาใช้เป็นเครื่องมือที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ การเพิ่มขึ้นของประชากร พื้นที่ที่มีอยู่ เศรษฐกิจของประชากรและชุมชนเมืองและจำนวนสมาชิกในครอบครัว เป็นต้น ซึ่งแต่ละปัจจัยล้วนมีผลต่อความต้องการที่อยู่อาศัยของประชากรในชุมชน ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลให้กับเจ้าหน้าที่ของรัฐรวมทั้งผู้ประกอบการอุตสาหกรรมบ้านและที่อยู่อาศัยในการกำหนดนโยบายและการตัดสินใจด้านการวางแผนการใช้ที่ดินและการสร้างที่อยู่อาศัยในอนาคตได้

โจกินเน (Jokinen. 2001: Online) ประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการศึกษาอุณหภูมิในหลุมฝังกลบมูลฝอย โดยแสดงถึงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและการตายของจุลินทรีย์ และความร้อนจากหลุมฝังกลบที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งผลการศึกษาพฤติกรรมของมูลฝอยในหลุมฝังกลบที่จะช่วยในการลดจำนวนหลุมฝังกลบที่ไม่ได้มาตรฐานและอยู่ในภาวะเสี่ยงลง โดยช่วยให้หน่วยงานที่รับผิดชอบเข้าใจและป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งช่วยในการวางแผนการสร้างหลุมฝังกลบมูลฝอยที่ถูกหลักสุขาภิบาล

ซิลเวียร์ อัลลี เบียร์ (Silvia Ulli-Beer. 2002: Online) ศึกษาแนวทางการจัดการที่ยั่งยืน โดยนำการจำลองแบบ System Dynamics มาใช้สนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดการมูลฝอย กล่าวคือใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนและการกำหนดนโยบาย ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองมาจากหลายๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายการขนส่ง ฝ่ายพลังงาน และฝ่ายจัดการน้ำทิ้ง เป็นต้น ปัญหาที่พบคือปัญหาในการบริหารจัดการและการเพิ่มปริมาณมูลฝอยที่มากขึ้นอย่าง

รวดเร็ว จากการศึกษพบว่านโยบายที่เหมาะสมคือ การหลีกเลี่ยงการผลิตมูลฝอย และการสนับสนุนการรีไซเคิลให้เพิ่มขึ้น

อามัด (Ahmad. 2002: Online) ศึกษากระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดการปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเรด (Red River Basin) เมืองมานิโทบา (Manitoba) ประเทศแคนาดา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมเป็นประจำทุกปี ผู้ศึกษาได้นำ System Dynamics มาใช้ร่วมกับการใช้ภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาคือสามารถทำนายการเกิดน้ำท่วม และเสนอแนะวิธีการลดความเสียหายจากน้ำท่วมโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert systems) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์แบบมีเงื่อนไข (What-if analysis) และทำการวางแผนด้านการระบายน้ำควบคู่กันไป รวมทั้งเสนอแนะให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจด้านการจัดการปัญหาน้ำท่วมและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องต้องให้ความสำคัญในการแก้ไขปัญหาด้วย

เวเกอร์; และ ฮิลตี้ (Wager; & Hilty. 2002: Online) นำการจำลองแบบ System Dynamics มาใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดการมูลฝอย โดยเฉพาะการจัดการมูลฝอยประเภทพลาสติก ซึ่งคำนึงถึงงบประมาณในการบริหารจัดการ ผลกระทบทางด้านนิเวศวิทยาและเศรษฐศาสตร์ โดยแบบจำลองประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ในการจัดการมูลฝอย ได้แก่ การเก็บรวบรวม การขนส่ง ประเภทมูลฝอย และปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการจำลองพฤติกรรมของระบบ ประกอบด้วยการศึกษารูปแบบการกำจัดที่แตกต่างกัน เช่น การกำจัดโดยวิธีเดียวหรือผสมผสานจากหลายวิธี และเส้นทางการขนส่งเพื่อนำมากำจัด จากการศึกษาพบว่าปริมาณมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัดมีปริมาณและค่าใช้จ่ายในการกำจัดที่แตกต่างกัน รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก็มีความแตกต่างกันด้วย

คาราเวไซริส; ทิมป์; และ มาร์ซี (Karavezyris; Timpe; & Marzi. 2002: 149-158) นำ System dynamics มาใช้เพื่อการทำนายแนวโน้มการจัดการมูลฝอยชุมชนในระยะเวลา 8 ปี กรณีศึกษาที่เมืองเบอร์ลิน (Berlin) ประเทศเยอรมนี (Germany) โดยใช้โปรแกรม Vensim ตัวแปรที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ค่าธรรมเนียมในการจัดการมูลฝอย การรีไซเคิลและการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บขน พฤติกรรมของประชากรในพื้นที่ และการเปลี่ยนแปลงกฎหมาย ผลการวิเคราะห์และนำเสนอแนะนโยบายที่เหมาะสม ได้แก่ นโยบายการเพิ่มค่าธรรมเนียมในการจัดการมูลฝอย และควรรอกกฎหมายเกี่ยวกับการรีไซเคิลและกฎหมายเกี่ยวกับการลงโทษประชาชนที่กำจัดมูลฝอยผิดหลัก เช่น การเททิ้งกลางแจ้ง การเผามูลฝอยโดยไม่ได้เผาในเตาเผาเป็นต้น ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด และปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิล รวมทั้งยังเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้มีความสนใจในการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ด้วย

ฟิโอรุคชี; และ คนอื่นๆ (Fiorucci; et al. 2003: 301-328) นำ System Dynamics มาใช้ในการจัดการมูลฝอยในพื้นที่ชนบท กรณีศึกษาของ เทศบาลเมืองจีโนวา (Genova) ประเทศอิตาลี เพื่อใช้ประเมินจำนวนหลุมฝังกลบที่ต้องใช้ในอนาคต ปริมาณมูลฝอยที่สามารถจะนำไปรีไซเคิลได้

ปริมาณมูลฝอยที่จะถูกทำลายโดยวิธีการเผา ปริมาณมูลฝอยที่จะถูกทำลายโดยวิธีการฝังกลบ
ค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการรีไซเคิล การขนส่ง และการบำรุงรักษา

ลีโอ (Leo. 2004?: Online) นำโปรแกรม POWERSIM มาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ของ
บริษัท ฟอร์ด มอเตอร์ (Ford Motor Company) โดยบริษัทจะวางแผนในการบริหารทุกๆ 2 ปี
โดยเฉพาะในด้านกระบวนการผลิตชิ้นส่วนและประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ในโรงงานให้มีความรวดเร็ว
และลดค่าใช้จ่ายในด้านการจัดการ ผลการนำโปรแกรมนี้ไปใช้ในการวางแผนพบว่า ลดปัญหาใน
กระบวนการผลิตได้มากขึ้น เช่น ในเวลาที่เท่ากันสามารถผลิตชิ้นส่วนและประกอบรถยนต์ได้มาก
ขึ้นและต่อเนื่อง โดยลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 800,000 ดอลลาร์ในส่วนของการผลิตในปีแรก และคาดว่าจะ
ลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตได้ทั้งหมดถึง 200 ล้านดอลลาร์ในระยะเวลา 10 ปี

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการนำ System Dynamics มาใช้ในการวางแผนและ
สนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารหรือผู้มีอำนาจตัดสินใจในการบริหารในด้านต่างๆ สำหรับใน
ประเทศไทยยังไม่ได้มีการนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้อย่างแพร่หลายนัก การประยุกต์ใช้ System
Dynamics สำหรับการจัดการมูลฝอย ได้มีการศึกษาวิจัยในหลายพื้นที่ซึ่งแต่ละงานวิจัยจะมีปัญหา
แตกต่างกัน และมีการแก้ไขและกำหนดนโยบายที่แตกต่างกันไป ในส่วนของเทศบาลเมือง
สุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรีนั้นเทศบาลไม่มีปัญหาด้านการเก็บขนมูลฝอยหรือการตกค้างของ
มูลฝอย เนื่องจากทางเทศบาลสามารถเก็บขนได้เกือบ 100% แต่เนื่องจากเทศบาลได้รับการ
คัดเลือกให้เป็นพื้นที่นำร่องของภาคกลาง ในการบริหารจัดการมูลฝอยแบบครบวงจรตามโครงการ
ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยเทศบาล
ต้องการลดปริมาณมูลฝอยด้วยความร่วมมือจากชุมชน สถาบันการศึกษา และหน่วยงานต่างๆ โดย
จัดกิจกรรมต่างๆ เช่น การรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอย การศึกษาวิจัยครั้งนี้มี
วัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการวิเคราะห์และเสนอแนะนโยบายให้กับ
ผู้บริหารในการวางแผนนโยบายการจัดการมูลฝอยชุมชนที่มีประสิทธิภาพต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการภายใต้หัวข้อ 3 ประการ ดังนี้

1. การกำหนดประชากรหรือแหล่งข้อมูล
2. อุปกรณ์ที่ใช้
3. วิธีดำเนินการวิจัย

ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การกำหนดประชากรหรือแหล่งข้อมูล

ประชากร ประชากรที่ศึกษาประกอบด้วย

- ผู้บริหารของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จำนวน 1 คน คือปลัดเทศบาล ซึ่งมีอำนาจในการกำหนดนโยบาย ควบคุมและรับผิดชอบการบริหารงาน รวมทั้งจัดสรรงบประมาณในการดำเนินงานต่างๆ ของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

- เจ้าหน้าที่ของกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีที่รับผิดชอบในการจัดการมูลฝอยชุมชน จำนวน 2 คน ได้แก่ ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม และหัวหน้างานสุขาภิบาล กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

การวิจัยนี้ไม่มีการสุ่มตัวอย่างประชากร เนื่องจากเป็นการเลือกประชากรจำเพาะเจาะจงเพื่อต้องการสัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูล เพื่อที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองแบบ System Dynamics

แหล่งข้อมูล ที่ศึกษา คือ ข้อมูลของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี โดยแหล่งข้อมูลส่วนใหญ่มาจากกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

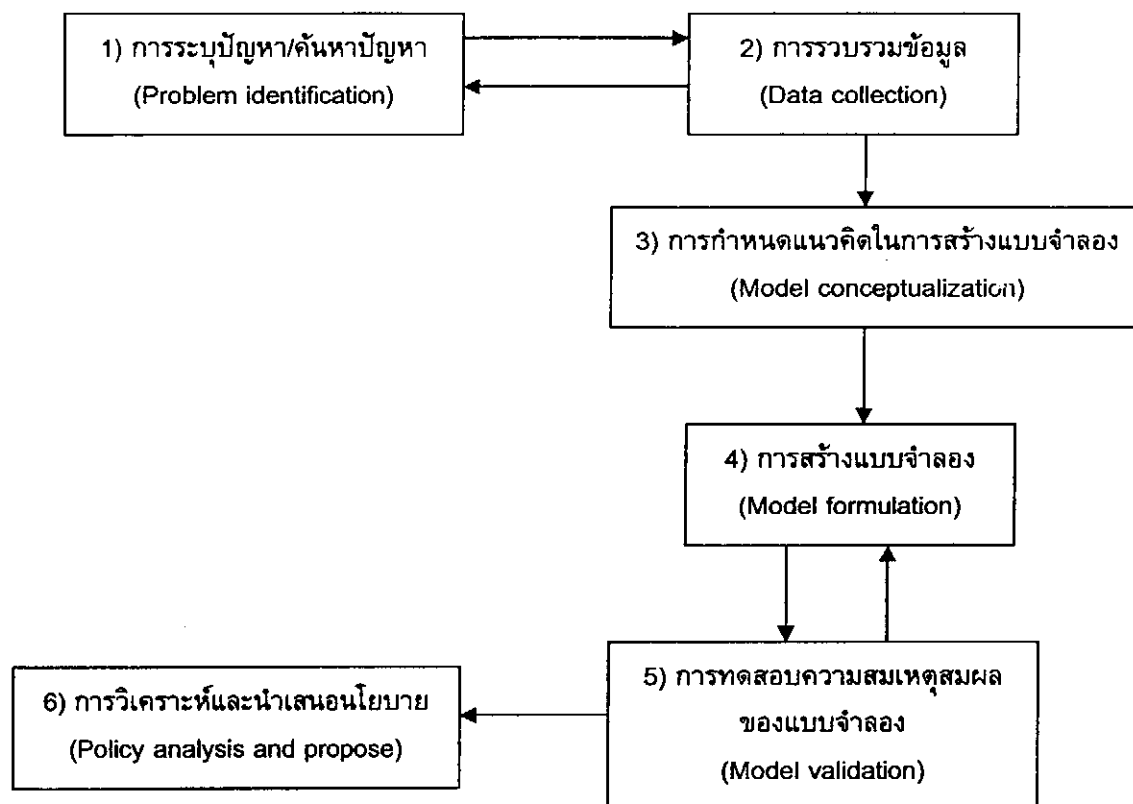
อุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์
2. โปรแกรมสำเร็จรูป POWERSIM Version 1.1 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองที่มีการจำลองแบบพลศาสตร์ (Dynamics simulation) โดยได้รับการอนุเคราะห์จาก ผศ. ดร.ปรีชา วิจิตรธรรมรส ภาควิชาสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ซึ่งได้ซื้อโปรแกรมนี้มาใช้อย่างถูกต้องตามกฎหมายลิขสิทธิ์
3. แบบสำรวจข้อมูลและเทปบันทึกเสียงที่ใช้ในการสำรวจข้อมูลและสัมภาษณ์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน และการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบันจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเพื่อสัมภาษณ์ผู้บริหารของเทศบาล เกี่ยวกับเรื่องนโยบายการบริหาร

จัดการในปัจจุบันและอนาคต (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข)

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวิธีดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการจำลองแบบ System Dynamics ตามวิธีการของ Jay W. Forrester แสดงไว้ในภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 แสดงวิธีดำเนินการวิจัย

จากภาพประกอบ 21 แสดงวิธีดำเนินการวิจัย สามารถอธิบายรายละเอียดจากแผนภาพได้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา/ค้นหาปัญหา (Problem identification)

โดยศึกษาข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ในเรื่องการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน และโครงการลดปริมาณมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จากเอกสารและรายงานการวิจัยที่

เกี่ยวข้อง เพื่อทราบข้อมูลพื้นฐานและปัญหาการดำเนินงานของทางเทศบาล โดยขั้นตอนนี้ทำควบคู่ไปกับขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

2. การรวบรวมข้อมูล (Data collection)

2.1 รวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและงานวิจัย

มีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

- หน่วยงานในเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ที่มีหน้าที่หลักเกี่ยวข้องกับงานบริหารจัดการและการจัดสรรงบประมาณในด้านการจัดการมูลฝอย ได้แก่ กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม และสิ่งแวดล้อม ทำให้ทราบถึงโครงสร้างองค์กรเทศบาลและหน้าที่รับผิดชอบ
- ข้อมูลจำนวนประชากร อัตราการเกิดมูลฝอย ปริมาณมูลฝอย และองค์ประกอบมูลฝอย
- จำนวนครัวเรือนและรายได้ประชากร
- ข้อมูลการเก็บรวบรวม การขนส่ง และการกำจัดมูลฝอยชุมชน
- ข้อมูลด้านการลดปริมาณมูลฝอย ได้แก่ การรีไซเคิล (Recycling) และการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ (Composting)
- ข้อมูลด้านงบประมาณ ค่าใช้จ่าย ค่าธรรมเนียม เงินช่วยเหลือ และรายได้ของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี
- ข้อมูลด้านกฎหมายและพระราชบัญญัติและรายงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และเทศบัญญัติของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี เรื่องการเก็บขนและกำจัดสิ่งปฏิกูลมูลฝอย พ.ศ. 2543

2.2 รวบรวมข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล และการสัมภาษณ์

โดยใช้แบบสำรวจข้อมูลที่จัดทำขึ้น ประกอบกับการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ระดับหัวหน้างานของกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ด้านงบประมาณและค่าใช้จ่ายในการจัดการด้านมูลฝอยในปัจจุบัน รวมทั้งมีการรวบรวมข้อมูลเรื่องนโยบายการบริหารจัดการมูลฝอยทั้งในปัจจุบันและอนาคตโดยการสัมภาษณ์ผู้บริหาร ซึ่งจะเน้นประเด็นในการที่จะกำหนดขอบเขตของแบบจำลองให้สอดคล้องกับทิศทางการดำเนินโครงการ การบริหารจัดการมูลฝอยของทางเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

2.3 การรวบรวมข้อมูลของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (Model Data. 1993: 31-35)

จะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรที่จะศึกษา เพื่อที่จะนำมาใช้ในแบบจำลอง โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องหลายตัว ซึ่งจะยกตัวอย่างตามประเภทได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 ตัวแปรที่แสดงค่าเริ่มต้นหรือค่าสะสม (Level) เช่น จำนวนประชากร ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง และปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด เป็นต้น

2.3.2 ตัวแปรสนับสนุน (Auxiliary) เช่น อัตราการเพิ่มประชากร อัตราการเกิด

มูลฝอย อัตราการเก็บรวบรวมมูลฝอย และอัตราการกำจัดมูลฝอย เป็นต้น

2.3.3 ตัวแปรสำหรับใส่ค่าคงที่ (Constant) เช่น ราคาต่อหน่วยสำหรับการรีไซเคิล ราคาต่อหน่วยสำหรับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มค่าใช้จ่ายในแต่ละปี เป็นต้น

โดยข้อมูลที่จะนำมาใส่ในตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองได้มาจากการสำรวจข้อมูลจาก เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และจากหน่วยงานอื่นๆ เช่น กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3. การกำหนดแนวคิดในการสร้างแบบจำลอง (Model conceptualization)

แนวคิดในการสร้างแบบจำลองเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างแบบจำลอง โดยใช้โปรแกรม POWERSIM จะมีการทำตามลำดับขั้นตอนประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การกำหนดขอบเขตของแบบจำลอง การสร้างหน่วยอ้างอิง และการสร้างสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การกำหนดขอบเขตแบบจำลอง (Model boundary determination)

โดยกำหนดขอบเขตของแบบจำลองให้สัมพันธ์กับปัญหา และรูปแบบของการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี เพื่อที่จะใช้ในการพิจารณาตัวแปรสำคัญที่จะนำไปสร้างในขั้นตอนการสร้างหน่วยอ้างอิงต่อไป ขอบเขตแบบจำลองในการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีจะแสดงในบทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย

3.2 การกำหนดข้อสมมุติในการศึกษา (Assumption determination)

โดยกำหนดข้อสมมุติในการศึกษาขึ้นมา ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกและปัจจัยร่วมอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี แต่ไม่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง

3.3 การสร้างหน่วยอ้างอิง (Reference mode formulation)

เป็นการสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรสำคัญที่ผู้ศึกษาสนใจกับช่วงเวลา โดยแสดงออกมาในรูปของกราฟ ซึ่งแกนตั้งจะเป็นค่าของตัวแปร ส่วนแกนนอนแสดงถึงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างหน่วยอ้างอิงได้มาจาก ข้อมูลในอดีตของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี และจากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะนำไปพิจารณาเพื่อสร้างโครงสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม นอกจากนี้หน่วยอ้างอิงยังใช้ในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองเมื่อสร้างเสร็จแล้วด้วย

ตัวแปรที่มีความสำคัญที่ผู้ศึกษาสนใจ ที่จะมีผลต่อพฤติกรรมแบบจำลองทั้งในปัจจุบัน และในอนาคต รวมทั้งเมื่อนโยบายในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี เปลี่ยนไปภายใต้ขอบเขตของแนวคิดและสมมุติฐานของการศึกษาวิจัยนี้ ได้แก่ ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด ปริมาณมูลฝอยที่

นำไปใช้เซลล์ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย และ ค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอย

3.4 การสร้างสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ (Dynamic hypothesis formulation)

สมมุติฐานแบบพลศาสตร์ หรือสมมุติฐานแบบที่มีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงภายในระบบ มีขั้นตอนในการสร้างคือ ใช้โปรแกรม POWERSIM version 1.1 เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นเหตุเป็นผลต่อกันออกมาในรูปของวงจรปิดที่เป็นเหตุเป็นผลกัน เรียกว่า วงจรที่เป็นเหตุเป็นผลกัน (Causal loop) ซึ่งภายในวงจรที่เป็นเหตุเป็นผลกันจะประกอบไปด้วยวงจรย่อยๆ ที่เรียกว่า วงจรป้อนกลับ (Feedback loop) หรือวงจรที่มีการตอบสนองต่อกัน โดยสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์และพิจารณาของผู้ศึกษาวิจัย ซึ่งทำการวิเคราะห์จากรายงานการวิจัย เอกสารที่เกี่ยวข้อง การรวบรวมข้อมูลจากระบบจริง การสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่และผู้บริหารของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี และข้อมูลรายงานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้การสร้างสมมุติฐานแบบพลศาสตร์จะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรในหน่วยอ้างอิง และครอบคลุมขอบเขตแบบจำลองที่กำหนดขึ้น รายละเอียดในการสร้างสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ของการวิจัยนี้ จะได้กล่าวต่อไปในบทที่ 4

4. การสร้างแบบจำลอง (Model formulation)

หลังจากสร้างสมมุติฐานแบบพลศาสตร์แล้ว จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ POWERSIM version 1.1 เพื่อสร้างแบบจำลอง โดยพิจารณาจากสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ที่สร้างขึ้น ร่วมกับรายละเอียดของระบบและปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ในการสร้างแบบจำลองจะมีการใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ที่อยู่ในโปรแกรมในการสร้างโครงสร้างของแบบจำลอง และทำการจำลอง (Simulation) พฤติกรรมของการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลในปัจจุบัน ทั้งนี้จะต้องมีการปรับเปลี่ยนตัวแปร ค่าของตัวแปร และความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง จนได้แบบจำลองที่ยอมรับได้ และสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง

ในงานวิจัยนี้ใช้ช่วงเวลาในการทำนาย 10 ปีนับจากปี พ.ศ. 2548 ถึงปี พ.ศ. 2557 เนื่องจากต้องใช้เวลาในการรณรงค์เพื่อสร้างจิตสำนึกและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของประชาชนในชุมชน สถาบันการศึกษา และหน่วยงานต่างๆ ในด้านการดำเนินการลดปริมาณมูลฝอย ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงแสดงผลที่คาดว่าจะเกิดในระยะยาว มีผู้ศึกษาวิจัยโดยใช้การจำลองแบบ System Dynamics และใช้ช่วงเวลาในการทำนายที่แตกต่างกัน เช่น Duong Hieu Minh (1999) ใช้ช่วงเวลาในการทำนาย 30 ปี และ May Thin Zar Han (1999) ใช้ช่วงเวลาในการทำนาย 20 ปี เป็นต้น ซึ่งช่วงเวลาในการทำนายขึ้นกับสถานการณ์และปัญหาของแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตามความถูกต้องของการทำนายจะคงมีอยู่หากยังมีการนำนโยบายด้านการบริหารจัดการมูลฝอยมาดำเนินการ และเมื่อนโยบายดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปจากที่ระบุในแบบจำลอง การทำนายจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ในการนำข้อมูลมาใช้ในแบบจำลองจะต้องนำข้อมูลในอดีตมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ถ้ามีข้อมูลมากจะได้แบบจำลองที่เป็นตัวแทนของระบบจริง แต่ในความเป็นจริงแล้วเทศบาลมักไม่ค่อย

ได้เก็บรวบรวมข้อมูลอย่างครบถ้วน สำหรับกรณีศึกษาของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีข้อจำกัดคือ เทศบาลมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีรายละเอียดเพียงพอที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเพียง 5 ปี เท่านั้น ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองนี้จะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี เพื่อให้เห็นแนวโน้มของนโยบาย การดำเนินงานของคณะผู้บริหารในวาระที่ผ่านมา จากงานวิจัยของ Duong Hieu Minh (1999) พบว่า ได้ใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี จะเห็นได้ว่าความสมบูรณ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของแต่ละหน่วยงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ผ่านมา หากข้อมูลหรือตัวแปรบางอย่างมีไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จากหน่วยงานอื่นๆ เช่น กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และข้อมูลจากงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในเรื่องการจัดการมูลฝอยชุมชน

5. การทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model validation)

ความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง หมายถึง ความมั่นใจในการนำแบบจำลองไปใช้ โดยแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนและสอดคล้องกับระบบการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี การทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองทาง System Dynamics แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบความสมเหตุสมผลของ โครงสร้าง และพฤติกรรมแบบจำลอง

5.1 การทดสอบความสมเหตุสมผลของโครงสร้าง (Structural validation)

ทดสอบโดยบุคคลที่มีความรู้หรือผู้ที่มีความเข้าใจในระบบการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีพิจารณาแบบจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อทำการแก้ไขให้สอดคล้องและตรงตามระบบจริง ในที่นี้มีการทดสอบโดยหัวหน้างานสุขาภิบาล กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

5.2 การทดสอบความสมเหตุสมผลของพฤติกรรม (Structural validation)

5.2.1 การทดสอบโดยเปรียบเทียบกับหน่วยอ้างอิง (Reference mode) โดยพฤติกรรมแบบจำลองหรือกราฟพยากรณ์ที่ได้ ต้องมีแนวโน้มและลักษณะทิศทางเดียวกับหน่วยอ้างอิง

5.2.2 การทดสอบโดยหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน โดยเปรียบเทียบค่าของตัวแปรที่ได้จากแบบจำลองกับค่าจริง

6. การวิเคราะห์และนำเสนอแนะนโยบาย (Policy analysis and propose)

โดยทำการเลือกนโยบายแบบต่างๆ เข้ามาจำลองค่า (Simulation) ในแบบจำลองที่ผ่านการทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองแล้ว ซึ่งการจำลองค่าของนโยบายต่างๆ เหล่านี้จะต้องมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและสามารถดำเนินการได้ ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์นโยบายโดยให้ความสำคัญกับนโยบายการสนับสนุนการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน ได้แก่ การรีไซเคิล การทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ และการผสมผสานระหว่างการใช้รีไซเคิลและทำ

ปัญหามาจากมูลฝอยอินทรีย์ โดยมีเปอร์เซ็นต์ของการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ที่แตกต่างกัน เพื่อเสนอเป็นทางเลือกให้กับผู้บริหารในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลให้ดีขึ้น

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน : กรณีศึกษาเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี ได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยในบทที่ 3 ซึ่งได้ผลการศึกษาวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

4.1 การจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน

จากการรวบรวมข้อมูล จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี รวมทั้งการสำรวจข้อมูลโดยแบบสำรวจข้อมูล และการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจากกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี สรุปได้ดังนี้

ในปัจจุบันเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีแบ่งการจัดการมูลฝอยชุมชนออกเป็นการเก็บรวบรวมขนส่ง และกำจัด โดยเป็นความรับผิดชอบของกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ในการดำเนินงานเริ่มจากการจัดวางถังขยะไว้ตามจุดต่างๆ ตามเส้นทางการเก็บขนที่แบ่งออกเป็น 9 เขต เพื่อรองรับมูลฝอยจากประชาชนในชุมชน โดยมีพนักงานกวาดถนนแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มเพื่อกวาดถนนตามถนนสายหลักวันละ 3 รอบ และถนนสายรองสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง หลังจากนั้นรถเก็บขนมูลฝอยจะเก็บขนมูลฝอยที่ประชาชนนำมาทิ้งในถังขยะ 3 เวลาต่อวัน แล้วขนส่งไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอยที่ใช้วิธีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจัดการมูลฝอยเป็นงบประมาณที่กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมได้รับการจัดสรรจากเทศบาล

ปริมาณมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541-2545 พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นประมาณ 375 ตัน/ปี ดังแสดงในตาราง 8 ภาคผนวก ง ส่วนในปีล่าสุด พ.ศ. 2547 มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้น 15,442 ตันหรือคิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 42 ตันต่อวัน จากการสำรวจองค์ประกอบมูลฝอยในปี 2547 พบว่ายังไม่เปลี่ยนแปลงจากปี 2546 เท่าใดนัก ยังคงมีองค์ประกอบมูลฝอยประกอบด้วย มูลฝอยอินทรีย์ 30% และมูลฝอยขายได้ (รีไซเคิล) 40% จะเห็นได้ว่ามีมูลฝอยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ถึง 70% ของมูลฝอยทั้งหมด

การเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยชุมชน ในปี พ.ศ. 2547 มีปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง 13,323 ตัน โดยเทศบาลสามารถเก็บขนได้ครอบคลุมพื้นที่รับผิดชอบ กล่าวคือไม่มีการตกค้างของมูลฝอย แต่ยังมีปัญหาเรื่องการไม่ตรงต่อเวลาในการเก็บขนมูลฝอย การขาดบุคลากรระดับความชำนาญ เช่น วิศวกร นอกจากนี้ยังขาดระบบฐานข้อมูล การสนับสนุนในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการเก็บขนมูลฝอย ปัญหาที่พบเกี่ยวกับค่าธรรมเนียมคือ ยังไม่สามารถเก็บ

ค่าธรรมเนียมได้ครอบคลุมทุกครัวเรือน เนื่องจากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบทำงานหลายอย่าง และค่าธรรมเนียมในการเก็บขนมูลฝอยมีอัตราค่อนข้างต่ำคือ 10 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือน

เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีกำจัดมูลฝอยชุมชนโดยวิธีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดมีแนวโน้มมากขึ้น อย่างไรก็ตามในการดำเนินงานมีการตรวจสอบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันยังไม่พบปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม แต่ในอนาคตทางเทศบาลคาดว่าจะอาจมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย ถ้าหากไม่มีการดำเนินโครงการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน

ในด้านค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชนพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541-2545 เทศบาลมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเพิ่มขึ้นตามปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้น ยกตัวอย่างดังนี้

- ปี พ.ศ. 2541 มีค่าใช้จ่ายทั้งหมด 10,280,000 บาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย 7,700,000 บาท และด้านการกำจัดมูลฝอย 2,330,000 บาท

- ปี พ.ศ. 2545 มีค่าใช้จ่ายทั้งหมด 13,900,000 บาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย 10,820,000 บาท และด้านการกำจัดมูลฝอย 2,840,000 บาท

โดยคิดเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อตันต่อปีของการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยประมาณ 650 บาทต่อตัน และค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อตันต่อปีของการกำจัดมูลฝอยประมาณ 180 บาทต่อตัน สำหรับค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนระหว่างปี พ.ศ. 2541-2545 เป็นเงิน 250,000 บาทต่อปี และในปี พ.ศ. 2546 มีค่าใช้จ่าย 300,000 บาท หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดการด้านการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนประมาณ 224 บาทต่อตัน

ในการดำเนินโครงการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนของเทศบาล ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานราชการจากส่วนกลางและส่วนภูมิภาค เช่น กรมส่งเสริมคุณภาพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5 เป็นต้น โดยให้ความรู้และส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการลดและนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ รวมทั้งสนับสนุนงบประมาณ ในการดำเนินงานกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยและการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ในชุมชน โรงเรียน และวัด มีหลายกิจกรรม ได้แก่ การจัดตั้งธนาคารขยะรีไซเคิลในโรงเรียน การทอดผ้าป่าขยะรีไซเคิล การจัดตั้งตลาดนัดขยะรีไซเคิล และกิจกรรมขยะแลกไข่ไก่ในชุมชน ในปี พ.ศ. 2547 พบว่ามีปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลที่ถูกแยกโดยชุมชนประมาณ 2,317 ตัน หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการรีไซเคิลในปี พ.ศ. 2547 ประมาณ 14% ส่วนการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์เริ่มมีการดำเนินการในระดับครัวเรือนเท่านั้น ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก เทศบาลมีความพยายามที่จะผลักดันให้มีการดำเนินกิจกรรมเหล่านี้อย่างต่อเนื่องและเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากจะช่วยลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และยืดอายุการใช้งานของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน (พ.ศ. 2548) กิจกรรมเหล่านี้ยังมีงบประมาณสนับสนุนอยู่อย่างจำกัด เนื่องจากส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในการจัดการหลักคือ การเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย

4.2 การกำหนดแนวคิดในการสร้างแบบจำลอง (Model conceptualization)

การวิจัยนี้ใช้แบบจำลอง System Dynamics เพื่อศึกษาแนวทางการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี การสร้างแบบจำลองประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดขอบเขตของแบบจำลอง 2) การกำหนดข้อสมมุติในการศึกษา 3) การสร้างหน่วยอ้างอิง และ 4) การสร้างสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ รายละเอียดในการสร้างแบบจำลองมีดังนี้

4.2.1 การกำหนดขอบเขตของแบบจำลอง (Model boundary determination)

ขอบเขตของแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี แสดงไว้ในภาพประกอบ 22 ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ซึ่งส่วนต่างๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กันและมีผลต่อประสิทธิภาพการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน ส่วนประกอบหลักมี 5 ส่วนคือ การผลิตมูลฝอย การเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย การกำจัดมูลฝอย การคัดแยกเพื่อนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ และการบริหารจัดการมูลฝอย รายละเอียดของส่วนต่างๆ อธิบายได้ดังนี้

1) การผลิตมูลฝอย

ส่วนนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร รายได้ต่อหัวของประชากร ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการผลิตมูลฝอยต่อคน อัตราการผลิตมูลฝอย และปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น

2) การเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย

ส่วนนี้ประกอบด้วย การเก็บกวาด การเก็บรวบรวมมูลฝอยจากถังขยะที่จัดวางในพื้นที่ต่างๆ ในเขตเทศบาล และการขนส่งโดยรถขนส่งมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอย โดยมูลฝอยที่เกิดขึ้นเทศบาลเก็บรวบรวมและขนส่งได้ 100% กล่าวคือไม่มีมูลฝอยตกค้างในเขตเทศบาล

3) การกำจัดมูลฝอย

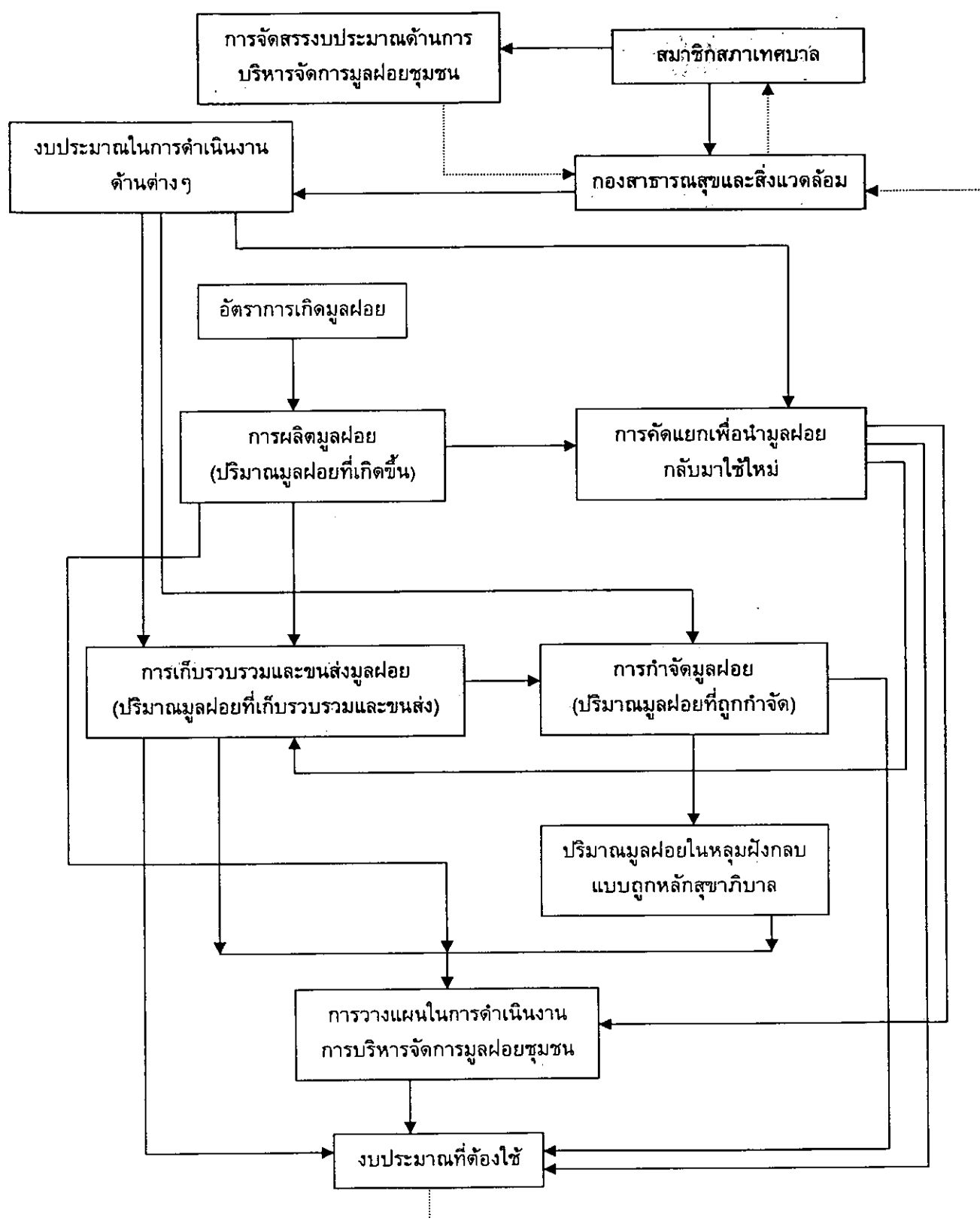
เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล นอกจากนี้เทศบาลยังรับกำจัดมูลฝอยจากพื้นที่ใกล้เคียงด้วย โดยคิดในอัตรา 300 บาทต่อตัน

4) การคัดแยกเพื่อนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่

เทศบาลจัดกิจกรรมโครงการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน โดยสนับสนุนให้ชุมชน โรงเรียน และองค์กรต่างๆ ในเขตเทศบาลมีการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์หรือรีไซเคิล นอกจากนี้ระหว่างกระบวนการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย มีการคัดแยกมูลฝอยเพื่อการรีไซเคิลโดยพนักงานประจำรถขนส่งมูลฝอยด้วย การรีไซเคิลจะช่วยให้ปริมาณมูลฝอยที่นำไปกำจัดลดลง

5) การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน

ส่วนนี้ประกอบด้วยฝ่ายบริหาร ได้แก่ สมาชิกสภาเทศบาล ซึ่งเป็นผู้กำหนดนโยบายวางแผน และสนับสนุนงบประมาณ และฝ่ายดำเนินการ ได้แก่ กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมที่รับผิดชอบในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย รวมทั้งการณรงค์และประชาสัมพันธ์ในการคัดแยกเพื่อนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ด้วย นอกจากนี้กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมยังเป็นผู้สนับสนุนข้อมูลด้านการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนให้แก่ผู้บริหาร เพื่อใช้กำหนดนโยบายวางแผน



ภาพประกอบ 22 ขอบเขตของแบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี
(ดูคำอธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหา)

และจัดสรรงบประมาณเพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากภาพประกอบ 22 ลูกศรเส้นทึบ ($\longrightarrow$) หมายถึงส่วนประกอบที่เชื่อมโยงและมีผลต่อกันหรือเกี่ยวข้องกันโดยตรงจากส่วนประกอบหนึ่งไปยังอีกส่วนประกอบหนึ่ง ส่วนลูกศรเส้นประ ($\dashrightarrow$) หมายถึงส่วนประกอบที่มีผลต่อกันในลักษณะที่ส่วนประกอบหนึ่งย้อนกลับไปมีผลต่ออีกส่วนประกอบหนึ่ง

4.2.2 การกำหนดข้อสมมุติในการศึกษา (Assumption determination)

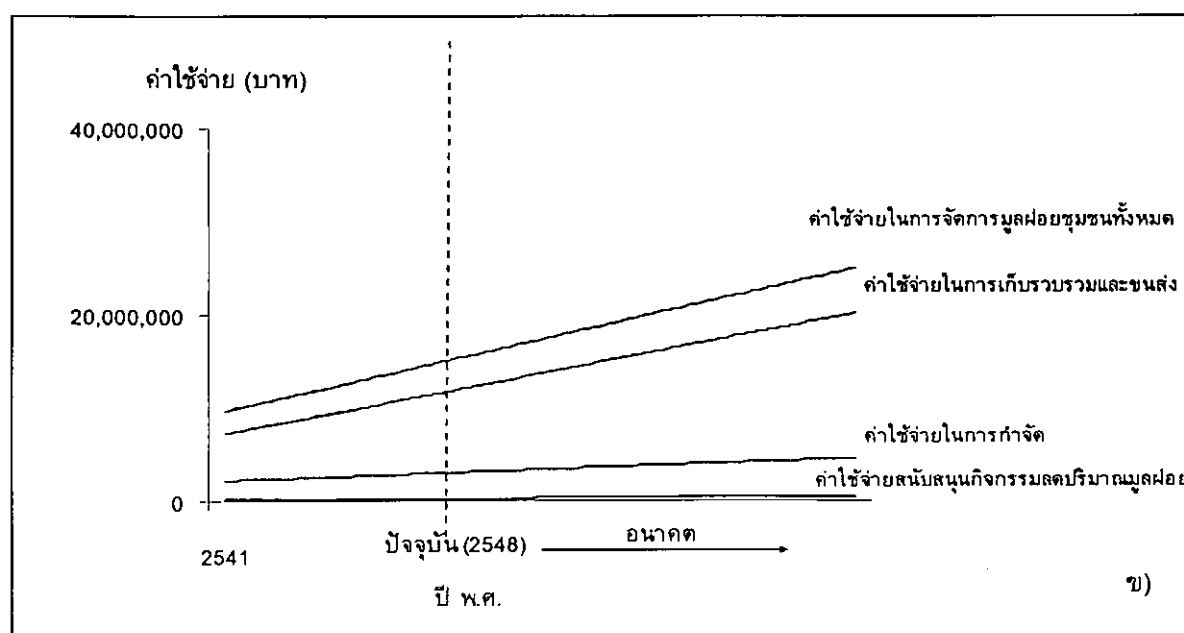
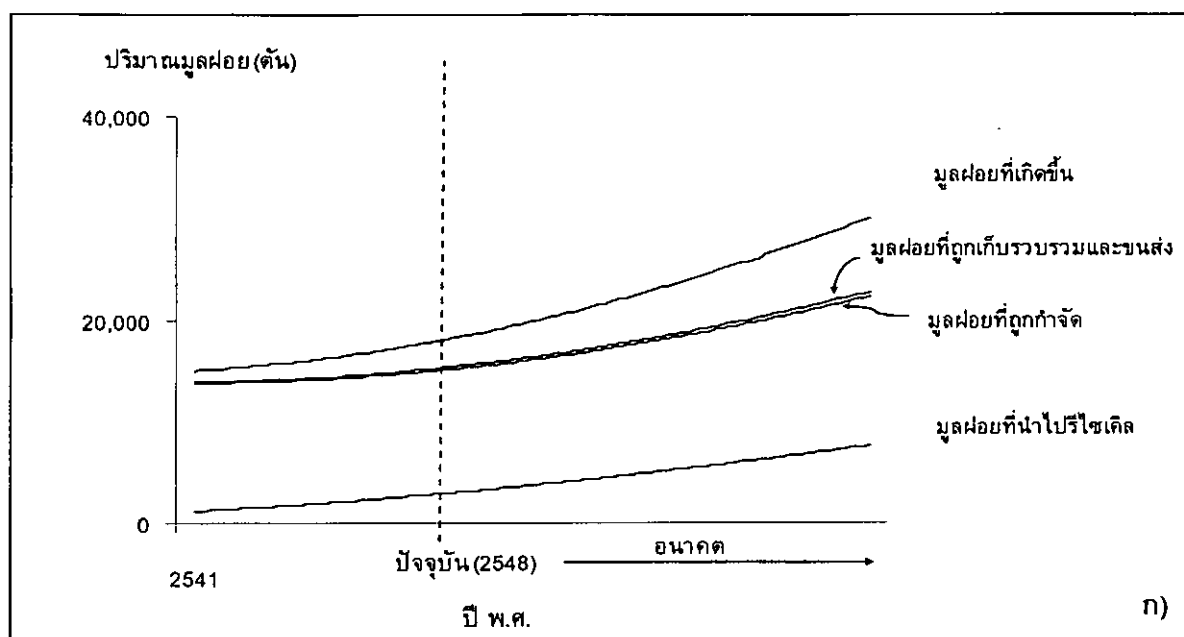
- 1) หลุมฝังกลบสามารถรองรับมูลฝอยที่นำมากำจัดได้ไม่จำกัด
- 2) การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลในอนาคตอยู่ในสภาวะปกติ โดยไม่นำภาวะผิดปกติมาเกี่ยวข้อง เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจของประเทศ หรือเกิดภาวะฉุกเฉิน เช่น กรณีมีภัยพิบัติ หรือน้ำท่วม เป็นต้น
- 3) ปริมาณมูลฝอยที่ถูกคัดแยกเพื่อนำไปรีไซเคิล เกิดจากการดำเนินกิจกรรมภายใต้โครงการลดปริมาณมูลฝอย ซึ่งมีปัจจัยหลัก คือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเท่านั้น ไม่ได้ขึ้นกับปัจจัยร่วมอื่นๆ เช่น การสนับสนุนการดำเนินโครงการจากหน่วยงานอื่น เช่น หน่วยงานจากส่วนกลางและส่วนภูมิภาค และภาคเอกชน เป็นต้น รวมทั้งไม่ขึ้นกับระดับของการมีส่วนร่วมของประชาชน
- 4) พฤติกรรมของผู้อุปโภคบริโภคในชุมชน ไม่มีผลต่อปริมาณและประเภทมูลฝอยที่เกิดขึ้น

4.2.3 การสร้างหน่วยอ้างอิง (Reference mode formulation)

หน่วยอ้างอิง คือกราฟแสดงตัวแปรสำคัญต่างๆ ที่สนใจในงานวิจัย ซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลา และเมื่อมีการวิเคราะห์นโยบาย (Policy analysis) แบบต่างๆ ตัวแปรที่สนใจในงานวิจัยนี้ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงประสิทธิภาพในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิล ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย ค่าใช้จ่ายในการกำจัด และค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอย ซึ่งตัวแปรที่ปรากฏในหน่วยอ้างอิง กับตัวแปรที่ได้จากการพยากรณ์จากแบบจำลองมักจะเป็นตัวเดียวกัน

หน่วยอ้างอิงได้มาจากการพล็อตกราฟข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อแสดงแนวโน้ม (Trend) ตามเวลาที่เปลี่ยนไปจากอดีตถึงอนาคต โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ถึง พ.ศ. 2545 ซึ่งสมการของกราฟในการวิจัยนี้คือ $y = ax^2 + bx + c$ ทั้งนี้ได้ตรวจสอบความถูกต้องของแนวโน้มที่ได้จากการพล็อตกราฟ โดยการสอบถามกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม และหัวหน้ากลุ่มงานสุขาภิบาลซึ่งรับผิดชอบในการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลโดยตรง ซึ่งปรากฏว่ากราฟแสดงหน่วยอ้างอิงที่ได้มีความถูกต้องและมีแนวโน้มของตัวแปรที่เป็นไปได้ หน่วยอ้างอิงที่สร้างขึ้นจะถูกนำมาใช้ในการเปรียบ เทียบกับพฤติกรรมแบบจำลอง (Model behavior) ที่ได้จากแบบจำลอง เพื่อการทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model

validation) ด้วย กล่าวคือ แนวโน้มจากแบบจำลองและหน่วยอ้างอิงต้องมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง หน่วยอ้างอิงของการวิจัยนี้แสดงในภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 หน่วยอ้างอิง (Reference mode)

ก) หน่วยอ้างอิงแสดงปริมาณมูลฝอย

ข) หน่วยอ้างอิงแสดงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานจัดการมูลฝอย

4.2.4 การสร้างสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ (Dynamics hypothesis formulation)

ภาพสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ ซึ่งเป็นวงจรแสดงความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลต่อกัน (Causal loop) ของตัวแปรหรือองค์ประกอบต่างๆ ของการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี แสดงไว้ในภาพประกอบ 24

โดยมีสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างวงจรที่เป็นเหตุเป็นผลกัน (Causal loop) ดังนี้

- $\longrightarrow$, $\curvearrowright$ คือสัญลักษณ์แสดงทิศทางการส่งผลของปัจจัยหนึ่งไปสู่ปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กันโดยตรง

- เครื่องหมายบวก (+) คือความสัมพันธ์ของปัจจัยหนึ่งต่อปัจจัยหนึ่งโดยเป็นเหตุเป็นผลในลักษณะเสริมกัน เช่น อัตราการรีไซเคิล (อัตราการลดปริมาณมูลฝอย) $\xrightarrow{+}$ ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลโดยชุมชน อธิบายได้ว่า เมื่ออัตราการรีไซเคิล (อัตราการลดปริมาณมูลฝอย) มากขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลโดยชุมชนมากขึ้นด้วย

- เครื่องหมายลบ (-) คือความสัมพันธ์ของปัจจัยหนึ่งต่อปัจจัยหนึ่งโดยเป็นเหตุเป็นผลในลักษณะตรงข้ามกัน เช่น ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลโดยชุมชน $\xrightarrow{-}$ ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย อธิบายได้ว่า เมื่อปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลโดยชุมชนมากขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งน้อยลง

- $\curvearrowright^{+}$, $\curvearrowright^{-}$ คือผลลัพธ์สุดท้ายของแต่ละวงจร (Loop) เช่น วงจร 6 ผลลัพธ์สุดท้ายคือบวก และวงจร 4 ผลลัพธ์สุดท้ายคือลบ เป็นต้น

การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี แบ่งออกเป็นด้านการเก็บรวบรวมและขนส่ง การกำจัด และการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอย ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในแต่ละด้าน ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ แสดงเป็นวงจรป้อนกลับ (Feedback loop) 7 วงจร ดังภาพประกอบ 24 รายละเอียดของวงจรป้อนกลับแต่ละวงจรมีดังนี้

- 1) ส่วนของค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอย ประกอบด้วย วงจร 1, 2 และ 3
- 2) ส่วนของการลดปริมาณมูลฝอย (การรีไซเคิล) ประกอบด้วย วงจร 4 และ 5
- 3) ส่วนของจำนวนประชากรและรายได้ ประกอบด้วย วงจร 6 และ 7

เพื่อช่วยในการสร้างวงจรที่เป็นเหตุเป็นผลกัน (Causal loop) จะทำการเขียนสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ในลักษณะเส้นตรงก่อน จึงค่อยนำมารวมกันเป็นวงจร

- 1) ส่วนของค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอย (วงจร 1, 2 และ 3)

วงจร 1 ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอย $\xrightarrow{+}$
 ค่าใช้จ่ายสนับสนุนการรีไซเคิล $\xrightarrow{+}$ อัตราการรีไซเคิล (อัตราการลดปริมาณมูลฝอย) $\xrightarrow{+}$
 ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลโดยชุมชน $\xrightarrow{-}$ ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง $\xrightarrow{+}$
 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด (ฝังกลบ) $\xrightarrow{+}$ แนวโน้มค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยในอนาคต $\xrightarrow{+}$

ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชน (เก็บรวบรวมและขนส่ง กำจัด และการลดปริมาณมูลฝอย)

→ ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอย

เมื่อมีการสนับสนุนค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยมากขึ้น จะทำให้มีค่าใช้จ่ายสนับสนุนการรีไซเคิลมากขึ้นด้วย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดอัตราการรีไซเคิลหรืออัตราการลดปริมาณมูลฝอยในภาพรวมเพิ่มมากขึ้น นั่นคือปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลโดยชุมชนมีมากขึ้น เมื่อปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลโดยชุมชนมากขึ้นแล้ว ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งก็จะน้อยลง ส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดโดยการฝังกลบน้อยลงด้วย และเมื่อปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดน้อยลงแล้ว ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยก็จะลดลง ก็จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชนลดลงด้วย ทำให้เทศบาลสามารถเพิ่มค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยได้มากขึ้น

วงจร 2 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย → ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง → แนวโน้มค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยในอนาคต → ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชน (เก็บรวบรวมและขนส่ง กำจัด และการลดปริมาณมูลฝอย) → ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย

เมื่อค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยน้อยลง จะทำให้ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งลดลง จะส่งผลให้แนวโน้มค่าใช้จ่ายของการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยในอนาคตลดน้อยลง นั่นคือค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลลดลงด้วย ทำให้สามารถที่จะลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยได้

วงจร 3 ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย → ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด → แนวโน้มค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยในอนาคต → ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชน (เก็บรวบรวมและขนส่ง กำจัด และการลดปริมาณมูลฝอย) → ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย

เมื่อค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยลดลง จะทำให้ปริมาณมูลฝอยที่นำไปกำจัดน้อยลง ส่งผลให้แนวโน้มค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยลดน้อยลงด้วย นั่นคือค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลจะลดลงด้วย ทำให้สามารถที่จะลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยได้

2) ส่วนของการลดปริมาณมูลฝอย (วงจร 4 และ 5)

วงจร 4 ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น → อัตราการรีไซเคิล (อัตราการลดปริมาณมูลฝอย) → ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น

เมื่อปริมาณมูลฝอยมีมากขึ้น จะส่งผลให้อัตราการรีไซเคิลหรืออัตราการลดปริมาณมูลฝอยมีได้มากขึ้น ซึ่งจะมีผลให้ปริมาณมูลฝอยลดปริมาณลงได้

วงจร 5 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง → รีไซเคิลระหว่างเก็บขน → ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง

เมื่อปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งมีมากขึ้น การรีไซเคิลระหว่างการเก็บขนโดยพนักงานเก็บขนประจำรถก่อนส่งไปกำจัดก็จะมีมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งก่อนส่งไปกำจัดจะมีปริมาณน้อยลง

3) ส่วนของจำนวนประชากรและรายได้ (วงจร 6 และ 7)

วงจร 6 จำนวนประชากร $\xrightarrow{+}$ อัตราการเพิ่ม $\xrightarrow{+}$ จำนวนประชากร

ถ้าอัตราการเพิ่มประชากรมากขึ้น จะส่งผลให้จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น

วงจร 7 รายได้ต่อหัวของประชากร $\xrightarrow{+}$ อัตราการเพิ่มของรายได้ $\xrightarrow{+}$

รายได้ต่อหัวของประชากร

ถ้าอัตราการเพิ่มรายได้ของประชากรมากขึ้น ส่งผลให้รายได้ต่อหัวของประชากรเพิ่มขึ้นด้วย

จากวงจร 6 และ 7 อธิบายได้ว่า รายได้ของประชากรและจำนวนประชากรจะส่งผลต่ออัตราการผลิตมูลฝอยและปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น โดยเมื่อรายได้ต่อหัวของประชากรเพิ่มขึ้น ทำให้มีกำลังซื้อเพื่อการอุปโภคบริโภคเพิ่มขึ้น และเมื่อมีจำนวนประชากรมากขึ้น จะส่งผลให้อัตราการผลิตมูลฝอยและปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นยังขึ้นอยู่กับพฤติกรรม การอุปโภคบริโภคของประชากรด้วย ซึ่งในขั้นตอนนี้ไม่นำมาพิจารณาในการสร้างวงจรที่เป็นเหตุเป็นผลกัน (Causal loop)

หลังจากทำตามขั้นตอนในแนวคิดในการสร้างแบบจำลองแล้วจะนำไปสู่การสร้างแบบจำลองตามหัวข้อ 4.3 ต่อไป

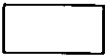
4.3 การสร้างแบบจำลอง (Model formulation)

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง ประกอบด้วย การกำหนดสัญลักษณ์ การกำหนดตัวแปรในแบบจำลอง และสร้างแบบจำลองในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลจากวงจรที่เป็นเหตุเป็นผลกัน (Causal loop) แสดงการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี (ภาพประกอบ 24) เป็นพื้นฐานในการสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 สัญลักษณ์ (Symbols) ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม POWERSIM มีการกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้งาน ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 สัญลักษณ์ (Symbols) ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ชื่อ	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
Level (ค่าสะสม)		เป็นค่าสะสมของตัวแปร เช่น จำนวนประชากร หรือจำนวนเงิน เป็นต้น โดยแสดงถึงสถานะ (State) ของระบบ ซึ่งค่าสะสมจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate) หรือมีการเปลี่ยนแปลงการไหล (Flow) ของค่าที่เข้าหรือออกจากค่าสะสมนั้น
Auxiliary (ตัวแปรสนับสนุน)		เป็นค่าของตัวแปรช่วยในการคำนวณค่าที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ง่ายขึ้น
Flow (การไหล)		ส่วนที่ควบคุมการไหล (Flow) ของค่าที่เข้าหรือออกจากค่า Level เช่น อัตราการเพิ่มของประชากร ซึ่งการวัดค่าจะทำให้ยากกว่าค่า Level
Sources or sink of variables (ตัวแปรอื่นที่ไม่ นำมาเกี่ยวข้อง)		เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงว่า มีตัวแปรอื่นที่ไม่ได้นำมาเกี่ยวข้องในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งมีจำนวนมากมาย แต่มีอิทธิพลน้อยมาก จนถือได้ว่า ไม่มีอิทธิพลต่อการไหล (Flow) ของค่าที่เข้าหรือออกจากค่า Level และเป็นจุดที่สามารถใส่สัญลักษณ์ของตัวแปร Level ได้
Constants (ค่าคงที่)		เป็นค่าคงที่ของตัวแปรที่เป็นตัวเลขที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งช่วยในการคำนวณค่าที่เกี่ยวข้องและทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ง่ายขึ้น
Link (การเชื่อมต่อ)		เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้เชื่อมต่อความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร

4.3.2 ตัวแปรในแบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

จากสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ (Dynamic hypothesis) จะนำไปสู่การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม POWERSIM ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองจะใช้เป็นภาษาอังกฤษเนื่องจากให้สอดคล้องกับคำสั่งในโปรแกรม POWERSIM คำอธิบายของตัวแปรต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ชนิดของ ตัวแปร	ชื่อที่ใช้ในแบบจำลอง	คำอธิบาย	Unit (หน่วย)
Level (ค่าสะสม)	1) Population	จำนวนประชากร	Persons (คน)
	2) Income per capita	รายได้ต่อหัวของประชากร	Baht/person (บาท/คน)
	3) Generated waste	ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้น	Tons (ตัน)
	4) Amount of recycling by community	ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลโดยชุมชน	Tons (ตัน)
	5) Amount of collected and transported waste	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง	Tons (ตัน)
	6) Amount of recycling during collection	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกคัดแยกระหว่างการเก็บรวบรวมโดยเจ้าหน้าที่ประจำรถเก็บขนมูลฝอยเพื่อนำไปรีไซเคิล	Tons (ตัน)
	7) Amount of waste in landfill	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดโดยวิธีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล	Tons (ตัน)
	8) Cost for SWM of municipality (SWU ย่อจาก Solid waste management)	ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลด้านการเก็บรวบรวมและขนส่ง การกำจัด และการลดปริมาณมูลฝอย	Baht (บาท)
Auxiliary (ตัวแปร สนับสนุน)	1) Population growth	อัตราการเพิ่มประชากรต่อปี	Persons/year (คน/ปี)
	2) Generation rate	อัตราการผลิตมูลฝอยต่อปี	Tons/year (ตัน/ปี)
	3) Waste generation per capita	อัตราการผลิตมูลฝอยต่อคนต่อปี	Tons/person/ year (ตัน/คน/ปี)
	4) Annual income growth	อัตราการเปลี่ยนแปลงของรายได้ประชากรต่อคนต่อปี	Baht/person/ year (บาท/คน/ปี)
	5) Recycling rate	อัตราการเปลี่ยนแปลงในการรีไซเคิลโดยชุมชนต่อปี	Tons/year (ตัน/ปี)
	6) Composting	ปริมาณการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ต่อปี	Tons/year (ตัน/ปี)

ตาราง 2 (ต่อ)

ชนิดของตัวแปร	ชื่อที่ใช้ในแบบจำลอง	คำอธิบาย	Unit (หน่วย)
Auxiliary (ตัวแปร สนับสนุน)	7) Total amount of recycling	ปริมาณรวมของมูลฝอยรีไซเคิล	Tons (ตัน)
	8) Collection and transportation rate	อัตราการเปลี่ยนแปลงการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยต่อปี	Tons/year (ตัน/ปี)
	9) Recycling rate during collection	อัตราการเปลี่ยนแปลงในการรีไซเคิลระหว่างการเก็บขนต่อปี	Tons/year (ตัน/ปี)
	10) Disposal rate	อัตราการเปลี่ยนแปลงในการกำจัดต่อปี	Tons/year (ตัน/ปี)
	11) Increasing rate	อัตราการเพิ่มของค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยต่อปี	Baht/year (บาท/ปี)
	12) Total cost for solid waste management	ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดการมูลฝอยชุมชน	Baht/year (บาท/ปี)
	13) Cost for collection and transportation	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย	Baht/year (บาท/ปี)
	14) Cost for disposal	ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย	Baht/year (บาท/ปี)
	15) Cost for activity for reducing waste	ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน	Baht/year (บาท/ปี)
	16) Cost for activity for reducing waste1	ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนโดยการรีไซเคิล	Baht/year (บาท/ปี)
	17) Cost for activity for reducing waste2	ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนโดยการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์	Baht/year (บาท/ปี)
Constants (ค่าคงที่)	1) Fraction of population growth	เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มประชากรต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
	2) Fraction of generation rate	เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มการผลิตมูลฝอยต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
	3) Waste generation per income	ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อรายได้ของประชากรทั้งเทศบาล	Tons/baht (ตัน/บาท)
	4) Fraction of income growth rate	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของรายได้ประชากรต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
	5) Fraction of recycling	เปอร์เซ็นต์ของการรีไซเคิลต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)

ตาราง 2 (ต่อ)

ชนิดของ ตัวแปร	ชื่อที่ใช้ในแบบจำลอง	คำอธิบาย	Unit (หน่วย)
6) Unit cost for recycling		ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยสำหรับการรีไซเคิล ใน ที่นี้หมายถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ และสนับสนุนกิจกรรมการ รีไซเคิลให้กับชุมชน	Baht/ton (บาท/ตัน)
7) Fraction of collection and transportation		เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงการ เก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
8) Fraction of cost for activity for reducing waste 1		เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายสนับสนุน กิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน (การรีไซเคิล) จากค่าใช้จ่ายสนับสนุน กิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยทั้งหมด	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
9) Fraction of recycling during collection		เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการ รีไซเคิลระหว่างการเก็บขนต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
10) Fraction of disposal		เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการกำจัด มูลฝอยต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
11) Fraction of cost for activity for reducing waste		เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายสนับสนุน กิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนต่อปี เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการจัดการมูล ฝอยทั้งหมดต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
12) Unit cost for composting		ราคาต่อหน่วยสำหรับการทำปุ๋ยหมักจาก มูลฝอยอินทรีย์ ในที่นี้หมายถึงค่าใช้จ่ายที่ ใช้ในการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ การ ฝึกอบรม และสนับสนุนกิจกรรมการทำปุ๋ย หมัก และปุ๋ยน้ำชีวภาพให้กับชุมชน ไม่ รวมค่าก่อสร้างระบบ	Baht/ton (บาท/ตัน)
13) Fraction of composting		เปอร์เซ็นต์การทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอย อินทรีย์ต่อปี เท่ากับ 0% เนื่องจากใน ปัจจุบันมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอย อินทรีย์ระดับครัวเรือนเท่านั้น จึง กำหนดให้ยังไม่มี การสนับสนุนจากทาง เทศบาล	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
14) Fraction of cost for activity for reducing waste 2		เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายสนับสนุน กิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน (การทำปุ๋ยหมัก)	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)

ตาราง 2 (ต่อ)

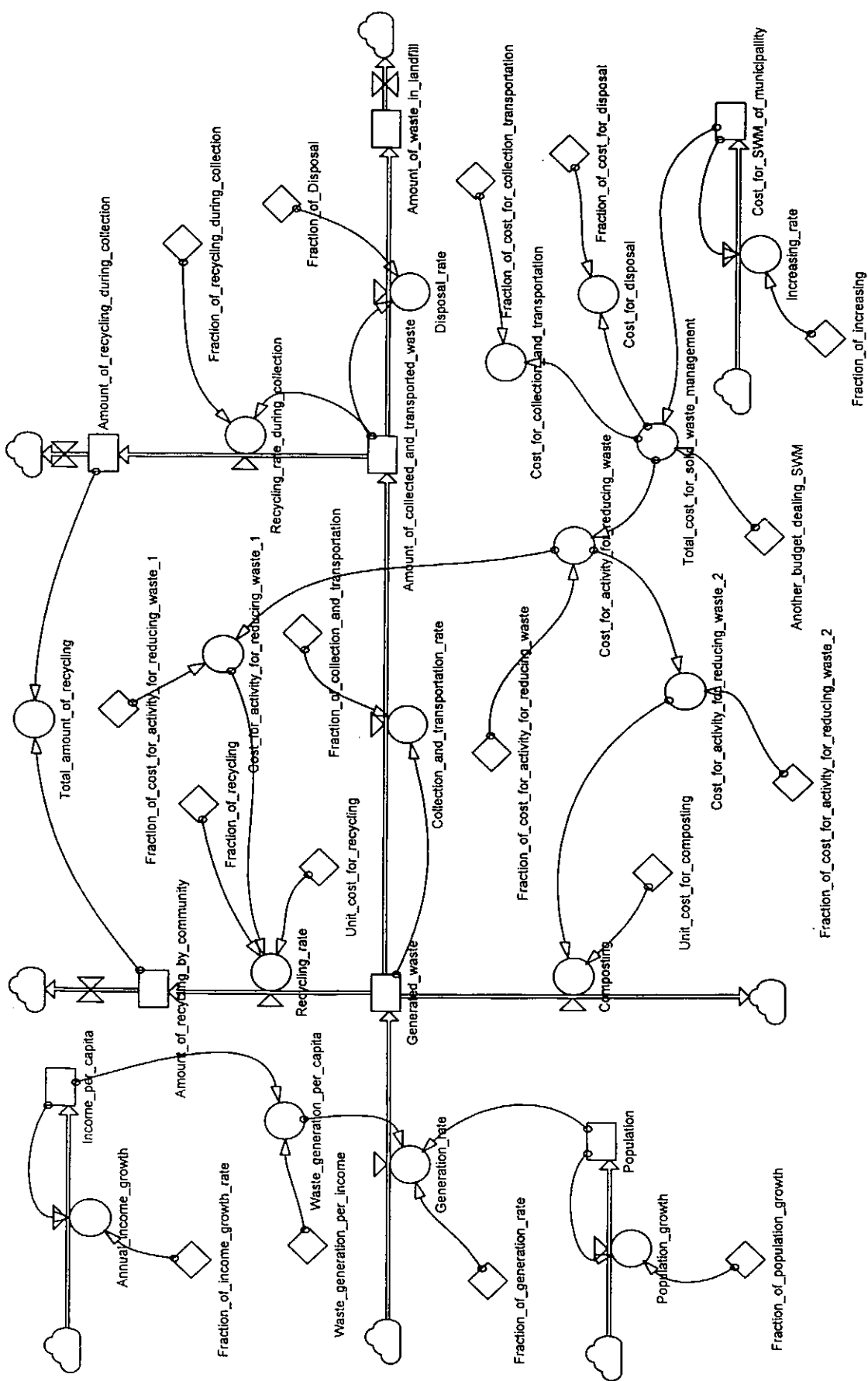
ชนิดของ ตัวแปร	ชื่อที่ใช้ในแบบจำลอง	คำอธิบาย	Unit (หน่วย)
Constants (ค่าคงที่, ตัวเลข)	15) Another budget dealing SWM	งบประมาณจากแหล่งอื่นที่เกี่ยวข้องกับการ บริหารจัดการมูลฝอย	Baht/year (บาท/ปี)
	16) Fraction of increasing	เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการ จัดการมูลฝอยต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
	17) Fraction of cost for collection and transportation	เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม และขนส่งมูลฝอยต่อปี เมื่อเทียบกับ ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยทั้งหมดต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)
	18) Fraction of cost for disposal	เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอย ทั้งหมดต่อปี	Percent/year (เปอร์เซ็นต์/ปี)

4.3.3 การสร้างแบบจำลองของการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมือง สุพรรณบุรี

แบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม POWERSIM แสดงในภาพประกอบ 25 แบบจำลองที่สร้างขึ้นประกอบด้วยโครงสร้างแบบจำลอง (Model structure) และพฤติกรรมแบบจำลอง (Model behavior) มีรายละเอียดดังนี้

4.3.3.1 โครงสร้างแบบจำลอง (Model structure)

ภาพวงจรที่เป็นเหตุเป็นผลกัน (Causal loop) ในขั้นตอนการสร้างสมมุติฐานแบบพลศาสตร์ตามภาพประกอบ 24 จะถูกนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง โดยนำสัญลักษณ์และตัวแปรต่าง ๆ ในตาราง 1 และ 2 มาประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างแบบจำลองดังภาพประกอบ 25 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองได้มาจากการรวบรวมข้อมูลที่จัดเก็บไว้โดยเทศบาล ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่น จากกรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นต้น และจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่ใช้คือข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2541 ถึง พ.ศ. 2545 เนื่องจากข้อมูลก่อนปี 2541 มีไม่เพียงพอหรือไม่ครบถ้วนในการนำมาใช้สร้างแบบจำลอง รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองมีดังนี้



ภาพประกอบ 25 แสดงแบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

1) ค่าสะสมของตัวแปร (Level) และค่าคงที่ของตัวแปร (Constants)

สัญลักษณ์ Level จะแสดงถึงค่าสะสมของตัวแปร โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าเริ่มต้นของตัวแปรเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ส่วน Constant คือ ค่าคงที่หรือตัวเลขที่จะทำให้ตัวแปรหรือปัจจัยที่ประกอบกันเป็นแบบจำลองเปลี่ยนแปลงไป นั่นคือมีผลต่อค่า Level โดยค่า Level และ Constant ที่นำมาใช้ในแบบจำลองเป็นข้อมูลที่ได้มาจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีเป็นส่วนใหญ่ แต่มีข้อมูลของบางตัวแปรที่ทางเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีไม่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ จึงได้นำข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ มาใช้ เช่น ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการคำนวณ ซึ่งจะระบุไว้ในรายละเอียดของข้อมูลแต่ละตัวแปร ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

ค่า Level ของแต่ละตัวแปรที่นำมาใช้ในแบบจำลองนี้ เป็นค่าเริ่มต้นที่เริ่มทำการจำลองค่าในปี พ.ศ. 2541 ส่วนค่า Constant ของตัวแปรที่นำมาใช้ในแบบจำลองนี้ คือค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร (Fraction of ...) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่า Level กับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อหน่วยเวลา โดยนำข้อมูลของตัวแปรระหว่างปี พ.ศ. 2541 ถึง พ.ศ. 2545 มาสร้างกราฟและหาความชันของกราฟโดยใช้สมการเส้นตรง เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่อหน่วยเวลา แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร ยกเว้นข้อมูลรายได้ต่อหัวประชากร ที่ใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2537 2539 2541 2543 และ 2545 เนื่องจากข้อมูลปี พ.ศ. 2542 และ 2544 ไม่มีการเก็บรวบรวม ค่า Level และค่า Constant ของแต่ละตัวแปรอาจมีที่มาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน แต่วิธีการคิดค่าของตัวแปรเพื่อนำมาใส่ในแบบจำลองจะใช้หลักการเดียวกันดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ค่า Level และ Constant ที่ใช้ในแบบจำลอง และแหล่งที่มาของข้อมูลแต่ละตัวแปรมีดังนี้

- Population คือ จำนวนประชากร ค่า Level ที่ใช้ คือ 37,521 คน - (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)
- Fraction of population growth คือ เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มจำนวนประชากรต่อปี ค่า Constant ที่ใช้คือ 0.013 หรือ 1.3% (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)
- Income per capita คือ รายได้ต่อหัวของประชากร ค่า Level ที่ใช้คือ 40,245 บาท/คน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2547: Online)
- Fraction of income growth rate คือ เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มรายได้ต่อหัวประชากรต่อปี ค่า Constant ที่ใช้คือ 0.063 หรือ 6.3% ข้อมูลในปี พ.ศ. 2537, พ.ศ. 2539, พ.ศ. 2541, พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2545 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2547: Online)

- Waste generation per income คือ ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อรายได้ประชากร ค่า Constant ที่ใช้คือ 9.926×10^{-6} ดัน/บาท (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี และข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2547: Online))
- Generated waste คือ ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น ค่า Level ที่ใช้คือ 14,989 ดัน (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)
- Fraction of generation rate คือ เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มการผลิตมูลฝอยต่อปี ค่า Constant ที่ใช้คือ 0.023 หรือ 2.3 % (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)
- Amount of recycling by community คือ ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน ค่า Level ที่ใช้คือ 1,116.71 ดัน (กรมควบคุมมลพิษ. 2547: Online)
- Fraction of recycling คือ เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มการรีไซเคิลต่อปี ค่า Constant ที่ใช้คือ 0.0018 หรือ 0.18% (กรมควบคุมมลพิษ. 2547: Online)
- Unit cost for recycling คือ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยสำหรับการรีไซเคิล ในที่นี้หมายถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ และสนับสนุนกิจกรรมการรีไซเคิลให้กับชุมชน ค่า Constant ที่ใช้คือ 223.87 บาท/ตัน (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี โดยการคำนวณจากค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมโครงการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนย้อนหลัง 5 ปี ต่อปริมาณมูลฝอยเฉลี่ยที่ถูกนำไปรีไซเคิล)
- Amount of collected and transported waste คือ ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง ค่า Level ที่ใช้คือ 13,872.75 ดัน (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)
- Fraction of collection and transportation คือ เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยต่อปี ค่า Constant ที่ใช้คือ 0.0089 หรือ 0.89% (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)
- Amount of recycling during collection คือ ปริมาณการแยกมูลฝอยรีไซเคิลระหว่างเก็บขน ค่า Level ที่ใช้คือ 90 ดัน (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์หัวหน้างานสุขาภิบาล กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)
- Fraction of recycling during collection คือ เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการรีไซเคิลระหว่างการเก็บขนต่อปี ค่า Constant ที่ใช้คือ 0.0013 หรือ 0.13% (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์หัวหน้างานสุขาภิบาล กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)
- Amount of waste in landfill คือ ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด ค่า Level ที่ใช้คือ 13,782.75 ดัน (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)

- Fraction of disposal คือ เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการกำจัดมูลฝอยต่อปี ค่า Constant ที่ใช้คือ 0.004 หรือ 0.4% (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)

- Cost for SWM (Solid waste management) of municipality คือ ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชน ค่า Level ที่ใช้คือ 10,280,000 บาท (บริษัท โปรเกรสเทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์ จำกัด. 2542ค: จ.4-46)

- Fraction of increasing คือ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชนต่อปี ค่า Constant ที่ใช้ คือ 0.007 หรือ 0.7% ต่อปี (บริษัท โปรเกรสเทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์ จำกัด. 2542ค: จ.4-46)

- Another budget dealing SWM (Solid waste management) คือ งบประมาณจากแหล่งอื่นที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอย ค่า Constant ที่ใช้คือ 0 บาท เนื่องจากกำหนดให้ไม่มีงบประมาณจากแหล่งอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)

- Fraction of cost for collection and transportation คือ เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย ค่า Constant ที่ใช้คือ 0.765 หรือ 76.5% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน (บริษัท โปรเกรสเทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์ จำกัด. 2542ค: จ.4-46)

- Fraction of cost for disposal คือ เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย ค่า Constant ที่ใช้ คือ 0.215 หรือ 21.5% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน (บริษัท โปรเกรสเทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์ จำกัด. 2542ค: จ.4-46)

- Fraction of cost for activity for reducing waste คือ เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนต่อปี ค่า Constant ที่ใช้คือ 0.02 หรือ 2% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)

- Fraction of cost for activity for reducing waste 1 คือ เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยในการรีไซเคิล เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนทั้งหมด ค่า Constant ที่ใช้คือ 1 หรือ 100% (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)

- Fraction of cost for activity for reducing waste 2 คือ เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนในการทำปุ๋ยหมัก เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนทั้งหมด ค่า Constant ที่ใช้คือ 0 หรือ 0% เนื่องจากกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนโดยการทำปุ๋ยหมักของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน มีการทำเฉพาะระดับครัวเรือนเท่านั้น และยังไม่แพร่หลายมากนัก (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)

- Unit cost for composting คือ ราคาต่อหน่วยสำหรับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ โดยเป็นค่าใช้จ่ายในการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ การฝึกอบรม และสนับสนุนกิจกรรมการทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพให้กับชุมชน ซึ่งไม่รวมค่าก่อสร้างระบบ ค่า Constant ที่ใช้คือ 223.87 บาท/ตัน (ข้อมูลจากแบบสำรวจข้อมูล การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)

- Fraction of composting คือ เปอร์เซ็นต์ของการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ต่อปี ค่า Constant ที่ใช้คือ 0 หรือ 0% ต่อปี เนื่องจากเทศบาลยังไม่มีการจัดทำระบบทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ มีเพียงการจัดทำในระดับครัวเรือน และมีจำนวนไม่มากนัก (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์หัวหน้างานสุขาภิบาล กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี)

2) ความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลง (Flow with rate relationships)

อัตราการเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏในแบบจำลองคือ อัตราการไหลเข้า (Inflow) และอัตราการไหลออก (Outflow) ของ Level โดยอัตราการเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Level ของตัวแปร ซึ่งค่าของอัตราการเปลี่ยนแปลงหาได้จากความชันของกราฟข้อมูลย้อนหลัง ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลย้อนหลังระหว่าง ปี พ.ศ. 2541-2545 กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงและค่า R^2 แสดงไว้ในภาคผนวก ง หลังจากทราบอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อหน่วยเวลาแล้ว สามารถหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จากความสัมพันธ์ของค่า Level ของตัวแปรกับอัตราการเปลี่ยนแปลงนั้น ค่าความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลง มีดังนี้

- Population growth คือ อัตราการเพิ่มประชากรต่อปี มาจากผลคูณของ Population (จำนวนประชากร) กับ Fraction of population growth (เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มประชากรต่อปี)

- Annual income growth คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของรายได้ประชากรต่อคนต่อปี มาจากผลคูณของ Income per capita (รายได้ของประชากรต่อหัว) กับ Fraction of income growth rate (เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มรายได้ประชากรต่อปี)

- Waste generation per capita คือ อัตราการผลิตมูลฝอยต่อคนต่อปี มาจากผลคูณของ Income per capita (รายได้ของประชากรต่อหัว) กับ Waste generation per income (ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อรายได้ของประชากร)

- Generation rate คือ อัตราการผลิตมูลฝอยต่อปี มาจากผลคูณของ Waste generation per capita (อัตราการผลิตมูลฝอยต่อคนต่อปี) กับ Population (จำนวนประชากร) และกับ Fraction of generation rate (เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มการผลิตมูลฝอยต่อปี)

- Collection and transportation rate คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยต่อปี มาจากผลคูณของ Generated waste (ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น) กับ Fraction of collection and transportation (เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยต่อปี)

- Recycling rate คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงในการรีไซเคิลโดยชุมชนต่อปี มาจากผลหารของ Cost for activity for reducing waste¹ (ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนโดยการรีไซเคิล) กับ Unit cost for recycling (ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยสำหรับการรีไซเคิล) แล้วคูณด้วย Fraction of recycling (เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มการรีไซเคิลต่อปี)

- Recycling rate during collection คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงการรีไซเคิลระหว่างการเก็บขนต่อปี มาจากผลคูณของ Amount of collected and transported waste (ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง) กับ Fraction of recycling during collection (เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงในการรีไซเคิลระหว่างการเก็บขนต่อปี)

- Total amount of recycling คือ ปริมาณรวมของมูลฝอยรีไซเคิล มาจากผลบวกของ Amount of recycling by community (ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน) กับ Amount of recycling during collection (ปริมาณการแยกมูลฝอยรีไซเคิลระหว่างเก็บขน)

- Composting คือ ปริมาณการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ต่อปี มาจากผลหารของ Cost for activity for reducing waste 2 (ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนโดยการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์) กับ Unit cost for composting (ราคาต่อหน่วยสำหรับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์) แล้วคูณด้วย Fraction of composting (เปอร์เซ็นต์ของการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ต่อปี)

- Disposal rate คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงในการกำจัดต่อปี มาจากผลคูณของ Amount of collected and transported waste (ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง) กับ Fraction of disposal (เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการกำจัดมูลฝอยต่อปี)

- Increasing rate คือ อัตราการเพิ่มของค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยต่อปี มาจากผลคูณของ Cost for SWM of municipality (ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยชุมชน) กับ Fraction of increasing (เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยต่อปี) . -

- Total cost for solid waste management คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดการมูลฝอยชุมชน มาจากผลบวกของ Another budget dealing SWM (งบประมาณจากแหล่งอื่นที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการ) กับ Cost for SWM of municipality (ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน)

- Cost for collection and transportation คือ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย มาจากผลคูณของ Fraction of cost for Collection and transportation (เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยต่อปี) กับ Cost for solid waste management (ค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชน)

- Cost for disposal คือ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการฝังกลบ มาจากผลคูณของ Fraction of cost for disposal (เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย) กับ Cost for solid waste management (ค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชน)

- Cost for activity for reducing waste คือ ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน มาจากผลคูณของ Fraction of cost for activity for reducing waste (เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายที่สนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนต่อปี) กับ Total cost for solid waste management (ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดการมูลฝอยชุมชน)

- Cost for activity for reducing waste 1 คือ ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนโดยการรีไซเคิล มาจากผลคูณของ Cost for activity for reducing waste (ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน) กับ Fraction of cost for activity for reducing waste1 (เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายที่สนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนในการรีไซเคิล)

- Cost for activity for reducing waste 2 คือ ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนโดยการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ มาจากผลคูณของ Cost for activity for reducing waste (ค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน) กับ Fraction of cost for activity for reducing waste 2 (เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายที่สนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนในการทำปุ๋ยหมัก)

4.3.3.2 พฤติกรรมแบบจำลอง (Model behavior)

โครงสร้างของแบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ที่สร้างขึ้น จะใช้ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรที่สนใจประกอบด้วย ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลที่ถูกคัดแยกระหว่างการเก็บขน ปริมาณมูลฝอยที่นำไปกำจัด ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลรวม ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการกำจัดมูลฝอย และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสนับสนุนกิจกรรมโครงการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน แสดงในตาราง 3 นอกจากนี้ยังแสดงพฤติกรรมแบบจำลองในรูปกราฟพยากรณ์ ของตัวแปรภายใต้นโยบายปัจจุบันของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ดังภาพประกอบ 26 และ 27 ในการวิจัยนี้ทำการพยากรณ์ค่าของตัวแปรที่สนใจตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541-2557

จากภาพประกอบ 26 และ 27 ค่าของปีที่ 0, 1, 2, ..., 16 ในแกน X คือ พ.ศ. 2541, 2542, 2543, ..., 2557 พฤติกรรมแบบจำลอง แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น = ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน + ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง

ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง = ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลระหว่างการเก็บขน + ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัด

ปริมาณมูลฝอยที่รีไซเคิลโดยรวม = ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน + ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลที่ถูกแยกระหว่างการเก็บขน

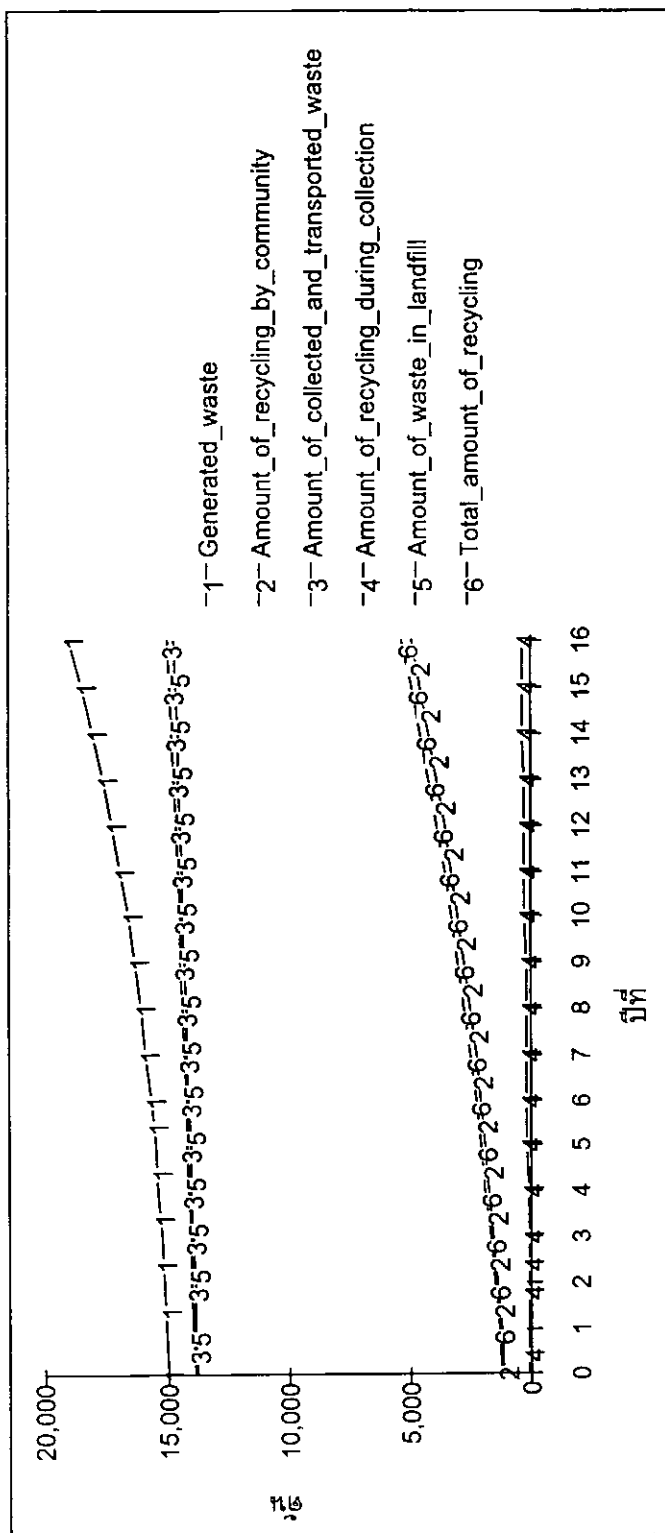
ตาราง 3 ค่าของตัวแปรที่ได้จากการพยากรณ์จากแบบจำลอง

ปี พ.ศ.	ค่าของตัวแปร หน่วย : ตัน						ค่าของตัวแปร หน่วย : บาท			
	ปริมาณ	ปริมาณ	ปริมาณ	ปริมาณ	ปริมาณ	ปริมาณ	ค่าใช้จ่ายใน	ค่าใช้จ่ายใน	ค่าใช้จ่ายใน	ค่าใช้จ่ายใน
	มูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด	มูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน	มูลฝอยที่ถูกนำปรีไซเคิล	มูลฝอยที่ถูกรวบรวมและขนส่ง	มูลฝอยที่ถูกรีไซเคิลที่ถูกต้อง	ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลรวม	การจัดการมูลฝอยทั้งหมด	การเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย	ค่าใช้จ่ายในการกำจัด	ค่าให้จ่ายสำหรับการลดปริมาณมูลฝอย
2546	15,531.84	1,908.92	14,177.00	180.96	2,089.88	14,062.62	14,418,231	11,029,947	3,099,919	288,364
2547	15,699.52	2,102.14	14,240.10	199.39	2,301.52	14,119.32	15,427,508	11,802,044	3,316,914	308,550
2548	15,890.51	2,308.88	14,304.35	217.90	2,526.77	14,176.29	16,507,433	12,628,187	3,549,098	330,148
2549	16,106.63	2,530.09	14,369.96	236.49	2,765.58	14,233.50	17,662,953	13,512,160	3,797,535	353,259
2550	16,349.80	2,766.78	14,437.15	255.18	3,021.96	14,290.98	18,899,360	14,458,011	4,063,362	377,987
2551	16,622.10	3,020.04	14,506.15	273.94	3,293.99	14,348.73	20,222,315	15,470,072	4,347,798	404,446
2552	16,925.81	3,291.04	14,577.20	292.80	3,583.84	14,406.76	21,637,878	16,552,977	4,652,144	432,757
2553	17,263.36	3,581.00	14,650.58	311.75	3,892.75	14,465.06	23,152,529	17,711,685	4,977,794	463,050
2554	17,637.38	3,891.26	14,726.58	330.80	4,222.05	14,523.67	24,773,206	18,951,503	5,326,239	495,464
2555	18,050.73	4,223.23	14,805.50	349.94	4,573.17	14,582.57	26,507,331	20,278,108	5,699,076	530,146
2556	18,506.47	4,578.45	14,887.68	369.79	4,947.64	14,641.79	28,362,844	21,697,576	6,098,011	567,257
2557	19,007.93	4,958.53	14,973.48	388.54	5,347.07	14,701.35	30,348,243	23,216,406	6,524,872	606,965

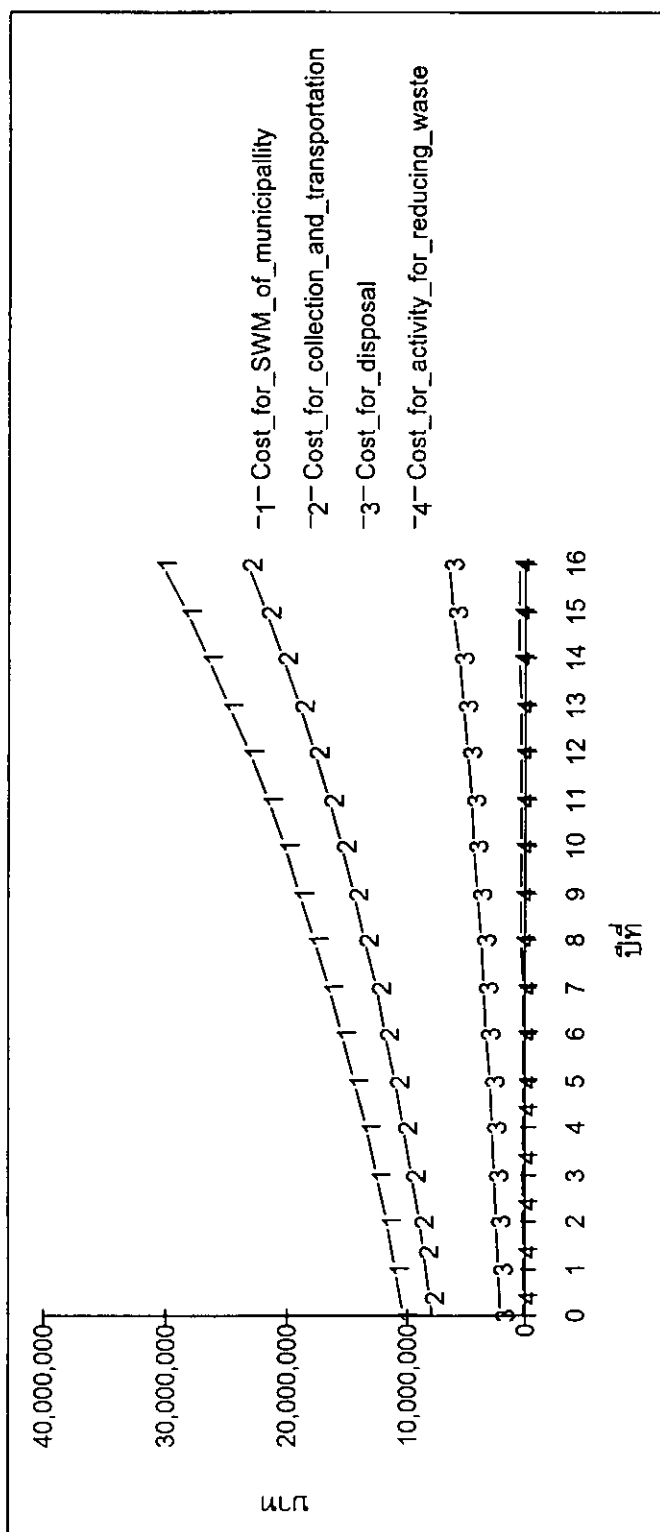
ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน = ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย + ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการกำจัดมูลฝอย + ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสนับสนุนกิจกรรมโครงการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน

พฤติกรรมแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่า ปริมาณมูลฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชนก็มีแนวโน้มมากขึ้นด้วย แต่ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลยังคิดเป็นสัดส่วนที่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น ซึ่งมีผลต่อปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวมและขนส่งยังไม่มีแนวโน้มที่จะลดลง สำหรับค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี พบว่าค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ (76.5 เปอร์เซ็นต์) ใช้ไปในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยโดยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ปริมาณมูลฝอยมีแนวโน้มมากขึ้นดังกล่าวข้างต้น สัดส่วนของค่าใช้จ่ายที่ไ้ร่รองลงมาคือค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการกำจัดมูลฝอยซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสนับสนุนกิจกรรมโครงการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนยังมีไม่มากนักและแนวโน้มในการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

โดยสรุป ในอนาคตหากเทศบาลมีนโยบายในการดำเนินงานด้านการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน เช่น ปัจจุบันจะพบว่าเทศบาลจะต้องจัดการกับปริมาณมูลฝอยที่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่เพิ่มมากขึ้นด้วย



ภาพประกอบ 26 แสดงการพยากรณ์ปริมาณขยะชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี



ภาพประกอบ 27 แสดงการพยากรณ์ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี

(SWM = Solid waste management)

4.4 การทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model validation)

เมื่อสร้างแบบจำลองเสร็จแล้วจะต้องทำการทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นตัวแทนหรือสอดคล้องกับระบบการดำเนินงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ขั้นตอนการทดสอบความสมเหตุสมผล แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบความสมเหตุสมผลของโครงสร้างแบบจำลอง (Structure validation) และการทดสอบความสมเหตุสมผลของพฤติกรรมแบบจำลอง (Behavior validation) รายละเอียดมีดังนี้

4.4.1 การทดสอบความสมเหตุสมผลของโครงสร้างแบบจำลอง (Structure validation)

ทำการทดสอบโดยให้ผู้รับผิดชอบโดยตรงในการบริหารจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ซึ่งคือหัวหน้างานสุขาภิบาล กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน ซึ่งคือ ดร. วรางคณา พรณรัตน์ ศิลป์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ พิจารณาโครงสร้างแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับการดำเนินงานของเทศบาล หากแบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่เป็นตัวแทนหรือสอดคล้องกับระบบการดำเนินงานในปัจจุบัน จะต้องทำการแก้ไขแบบจำลอง โดยตรวจสอบรายละเอียดของตัวแปรต่างๆ ว่าถูกต้องครบถ้วนหรือไม่ ทั้งค่า Level, Auxiliary และ Constant จนกระทั่งแบบจำลองที่ได้เป็นตัวแทนและสอดคล้องกับระบบจริง จากการปรับแก้ไขแบบจำลองและทดสอบความสมเหตุสมผลของโครงสร้างแบบจำลอง พบว่าโครงสร้างแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับระบบการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีจริง

4.4.2 การทดสอบความสมเหตุสมผลของพฤติกรรมแบบจำลอง (Behavior validation)

4.2.2.1 การทดสอบโดยเปรียบเทียบกับหน่วยอ้างอิง (Reference mode) โดยพฤติกรรมแบบจำลองหรือกราฟพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลองที่มีแนวโน้มในทิศทางเดียวกับหน่วยอ้างอิง ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีความสมเหตุสมผล ดังภาพประกอบ 26 และ 27

4.4.2.2 การทดสอบโดยหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน โดยการนำค่าที่ได้จากการพยากรณ์มาเปรียบเทียบกับค่าของข้อมูลจริง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน กล่าวคือ นำข้อมูลจากปี พ.ศ. 2546 และ 2547 มาหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ดังแสดงในตาราง 4 และ ตาราง 5 พบว่า เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.53 ถึง 7.57 เปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลโดยชุมชนและปริมาณรีไซเคิลรวมที่คลาดเคลื่อน อาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากข้อมูลการรีไซเคิลโดยชุมชนไม่มีการเก็บข้อมูลในภาคสนามจริง เพราะการสำรวจที่ถูกต้องและครบถ้วนทำได้ค่อนข้างยาก ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเป็นข้อมูลจากงานวิจัย อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆ มีค่าน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ดังสรุปในตาราง 6

ตาราง 4 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของพฤติกรรมแบบจำลองของปี พ.ศ. 2546

ตัวแปร	ข้อมูลจริง	ข้อมูลจาก แบบจำลอง	เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน
ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น	15,240.87	15,531.84	1.91
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน	1,953.88	1,908.92	2.30
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง	13,287.15	14,177.00	6.70
ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลที่ถูกแยกระหว่างเก็บขน	180.00	180.96	0.53
ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลโดยรวม	2,133.88	2,089.88	2.06
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด	13,107.15	14,062.62	7.29
ค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการมูลฝอย	13,840,000	14,418,231.79	4.18
ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่ง	10,560,000	11,029,946.32	4.45
ค่าใช้จ่ายในการกำจัด	2,980,000	3,099,919.84	4.02
ค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรมลดปริมาณมูลฝอย	300,000	288,364.64	3.88

ตาราง 5 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของพฤติกรรมแบบจำลองของปี พ.ศ. 2547

ตัวแปร	ข้อมูลจริง	ข้อมูลจาก แบบจำลอง	เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน
ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น	15,441.65	15,699.52	1.67
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน	2,118.59	2,102.14	0.78
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง	13,323.40	14,240.10	6.88
ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลที่ถูกแยกระหว่างเก็บขน	198	199.39	0.70
ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลโดยรวม	2,316.59	2,301.52	0.65
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด	13,125.40	14,119.32	7.57
ค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการมูลฝอย	15,080,000	15,427,508.02	2.30
ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่ง	11,650,000	11,802,043.63	1.30
ค่าใช้จ่ายในการกำจัด	3,130,000	3,316,914.22	5.97
ค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรมลดปริมาณมูลฝอย	300,000	308,550.16	2.85

ตาราง 6 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของพฤติกรรมแบบจำลองจากปี พ.ศ. 2546 และ 2547

ตัวแปร	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย
ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น	1.79
ปริมาณมูลฝอยที่รีไซเคิลโดยชุมชน	1.54
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง	6.79
ปริมาณมูลฝอยที่รีไซเคิลระหว่างเก็บขน	0.62
ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลโดยรวม	4.71
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด	7.43
ค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการมูลฝอย	3.24
ค่าใช้จ่ายในการเก็บขน	2.88
ค่าใช้จ่ายในการกำจัด	5.00
ค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรมลดปริมาณมูลฝอย	3.36

4.5 การวิเคราะห์และการนำเสนอนโยบาย (Policy analysis and propose)

หลังจากได้แบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี ที่มีความสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับระบบการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีแล้ว แบบจำลองที่ได้จะนำไปใช้วิเคราะห์นโยบายเพื่อนำเสนอทางเลือกให้กับผู้บริหาร เพื่อใช้ในการวางแผนการดำเนินงานด้านการจัดการมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต โดยนโยบายที่จะนำมาจำลองและวิเคราะห์จะให้ความสำคัญในการหาแนวทางการลดปริมาณมูลฝอยและการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เพราะองค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีมูลฝอยรีไซเคิลได้ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และมูลฝอยอินทรีย์ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของมูลฝอยทั้งหมด (โดยน้ำหนัก) รวมทั้งต้องสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง กล่าวคือ สนับสนุนให้มีการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

ขั้นตอนในการวิเคราะห์และการนำเสนอนโยบายประกอบด้วย การจำลองนโยบาย (Policy simulations) และการเปรียบเทียบเพื่อนำเสนอแนะนโยบายที่เหมาะสม

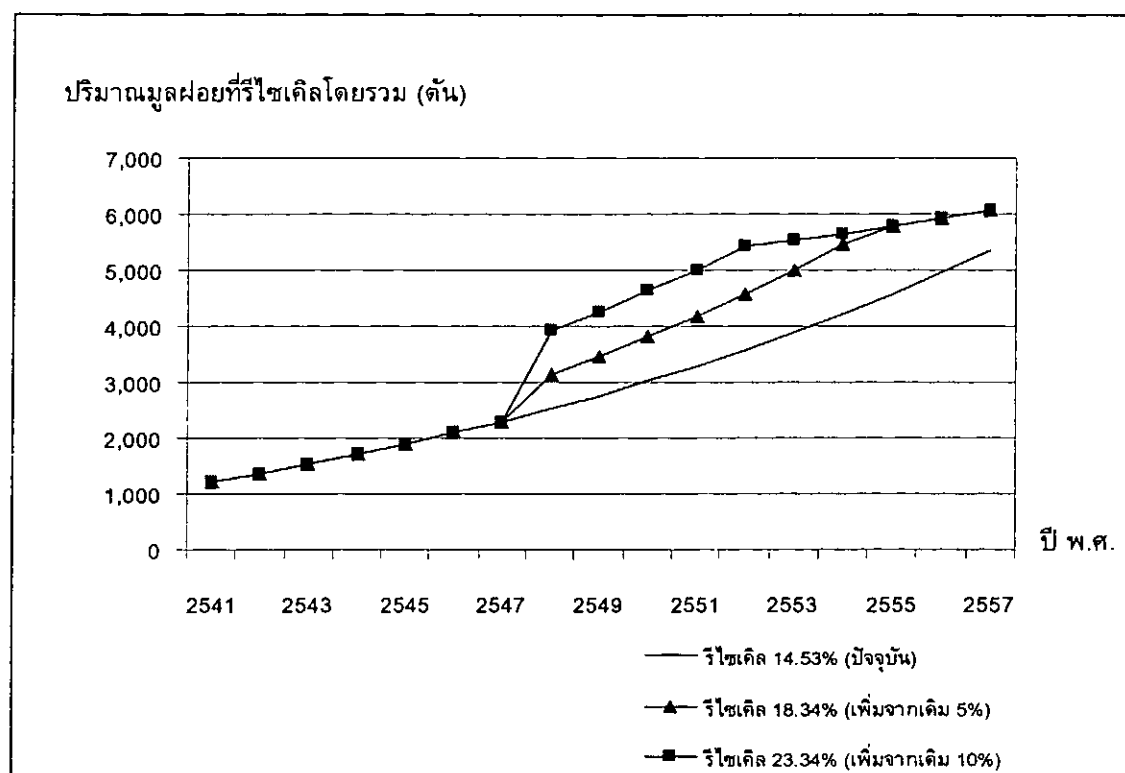
4.5.1 การจำลองนโยบาย (Policy simulations)

การจำลองนโยบายเป็นส่วนที่สำคัญ ที่จะนำแบบจำลองซึ่งสร้างขึ้นไปใช้ในการจำลองนโยบายต่างๆ เพื่อแสดงถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากนโยบายดังกล่าว ซึ่งผู้บริหารสามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานในอนาคต นโยบายที่ทำการจำลองมีดังนี้

4.5.1.1 นโยบายสนับสนุนการรีไซเคิล (Recycling)

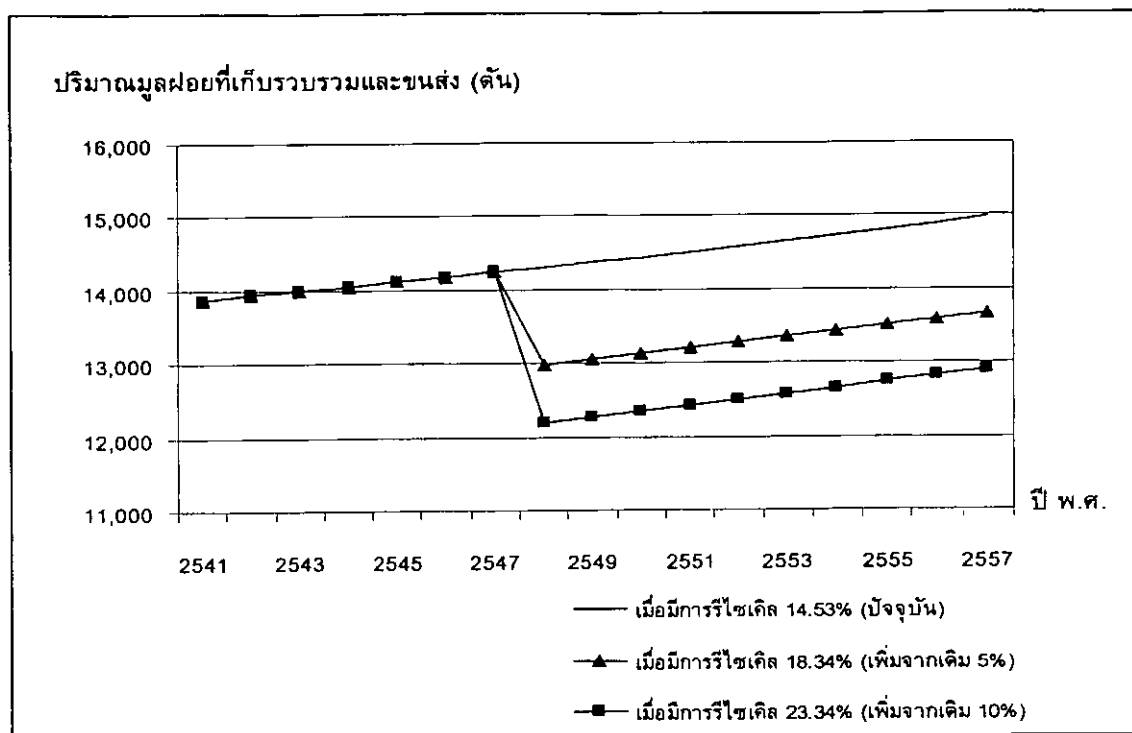
จากองค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีประกอบด้วย มูลฝอยขายได้หรือมูลฝอยรีไซเคิล 40% มูลฝอยอินทรีย์ 30% มูลฝอยที่ฝังกลบ 25% และอื่นๆ 5% ซึ่งเห็นได้ว่าองค์ประกอบมูลฝอยมีมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลได้ถึง 40% ของมูลฝอยทั้งหมด ซึ่งในปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2548) เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีอัตราการรีไซเคิลประมาณ 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด ดังนั้นยังสามารถเพิ่มสัดส่วนการรีไซเคิลได้อีก โดยการจำลองนโยบายนี้จึงได้มีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิมอีก 5% และ 10% หรือคือ 18.34% และ 23.34% ของมูลฝอยทั้งหมด (จากข้อมูลปี พ.ศ. 2541 ถึง 2545 พบว่าอัตราการรีไซเคิลเพิ่มขึ้น 1.19% ดังนั้นการรีไซเคิลเพิ่มจากเดิม 5% จึงใช้ตัวเลข 3.81% และ การรีไซเคิลเพิ่มจากเดิม 10% จึงใช้ตัวเลข 8.81%) ตามลำดับ การจำลองพฤติกรรมหรือการพยากรณ์เมื่อมีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% แสดงดังภาพประกอบ 28 ซึ่งจะเปรียบเทียบให้เห็นปริมาณมูลฝอยที่มีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% กับการรีไซเคิลภายใต้ต้นนโยบายปัจจุบัน อย่างไรก็ตามการคัดแยกมูลฝอยรีไซเคิลออกมาทั้งหมด (40% ของมูลฝอยทั้งหมด) มีโอกาสเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ จึงกำหนดให้ความสามารถสูงสุดในการคัดแยกมูลฝอยรีไซเคิลอยู่ที่ระดับ 80% ของมูลฝอยรีไซเคิลที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละปีเท่านั้น (ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลสามารถคัดแยกได้สูงสุดเท่ากับ 32% ของมูลฝอยทั้งหมด)

ในการวิจัยนี้จะแสดงการจำลองการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิมอีก 5% และ 10% เนื่องจากเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีได้ดำเนินการรณรงค์ให้มีการคัดแยกมูลฝอย เพื่อนำมารีไซเคิลบางส่วนแล้ว (อัตราการรีไซเคิลในปัจจุบันเท่ากับ 14.53%) ดังนั้นหากกำหนดให้มีอัตราการรีไซเคิลเพิ่มขึ้นในจำนวนที่สูงเกินไปจะเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ อย่างไรก็ตามการจำลองนโยบายสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นสามารถกำหนดอัตราการรีไซเคิลที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความพร้อมด้านงบประมาณ บุคลากร การประชาสัมพันธ์ และการมีส่วนร่วมของประชาชน

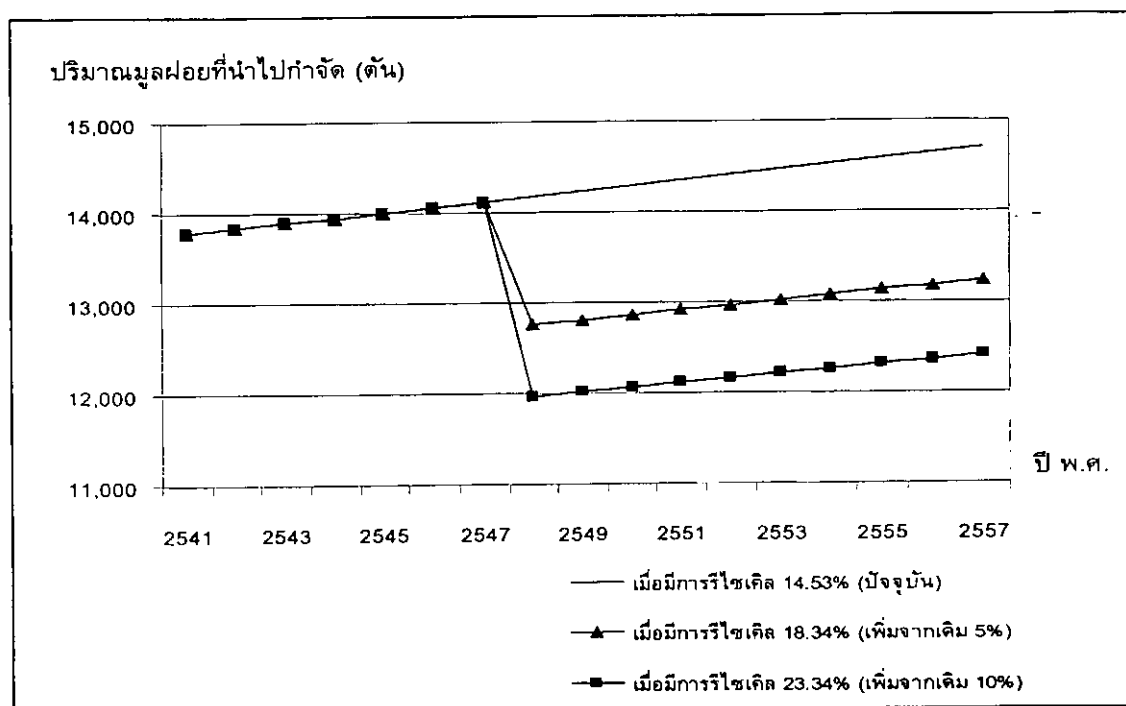


ภาพประกอบ 28 ปริมาณมูลฝอยที่รีไซเคิลโดยรวม เมื่อมีการรีไซเคิลเพิ่มขึ้น 5% และ 10% จากอัตราปัจจุบัน (14.53%)

การรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวมและขนส่ง และนำไปกำจัดตามภาพประกอบ 29 และ 30 ซึ่งอธิบายได้ว่าหากมีการเพิ่มการรีไซเคิลอีก 5% ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งระหว่างปี พ.ศ. 2548-2557 จะลดลงเฉลี่ยประมาณ 1,300 ตันต่อปี หรือ 9.0% ต่อปี และปริมาณมูลฝอยที่นำไปกำจัดลดลงประมาณ 1,400 ตันต่อปี หรือ 10.0% ต่อปี หากการรีไซเคิลเพิ่มขึ้นอีก 10% ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งจะลดลงประมาณ 2,100 ตันต่อปี หรือ 14.3% ต่อปี และปริมาณมูลฝอยที่นำไปกำจัดลดลงประมาณ 2,250 ตันต่อปี หรือ 15.6% ต่อปี

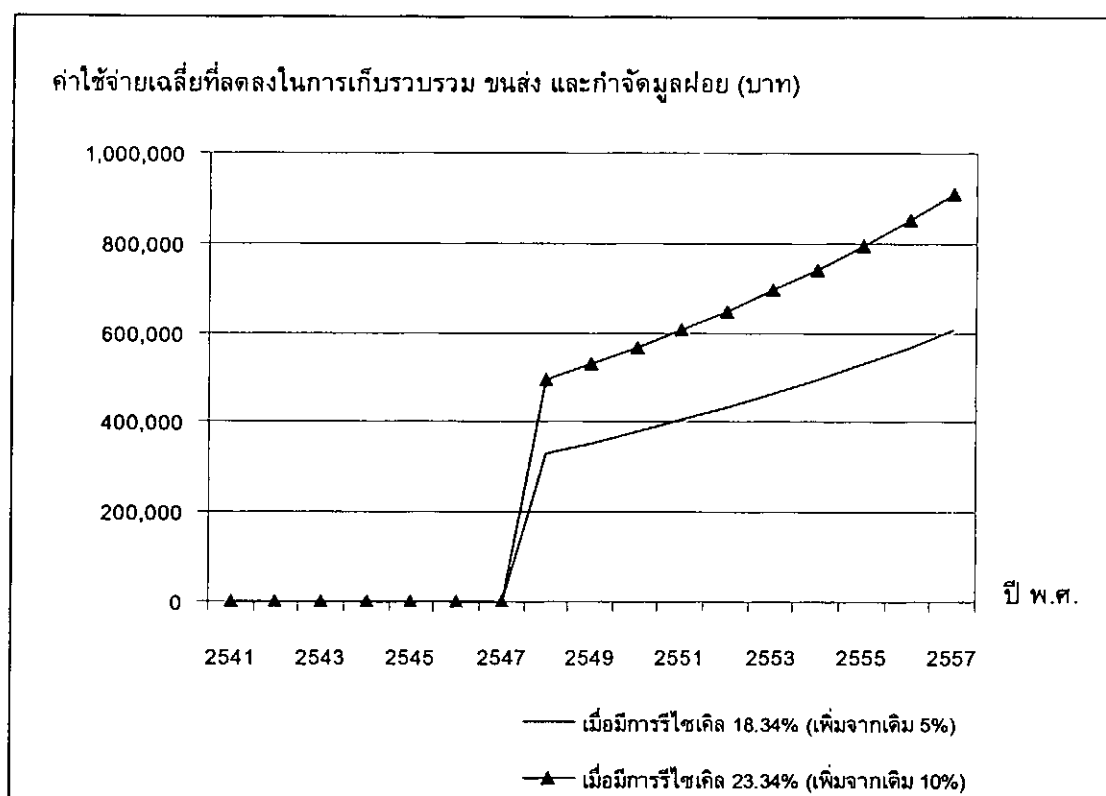


ภาพประกอบ 29 ปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการรีไซเคิลเพิ่มขึ้น 5% และ 10% จากอัตราปัจจุบัน (14.53%)



ภาพประกอบ 30 ปริมาณมูลฝอยที่นำไปกำจัด เมื่อมีการรีไซเคิลเพิ่มขึ้น 5% และ 10% จากอัตราปัจจุบัน (14.53%)

เมื่อปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง และกำจัดลดลงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานก็จะลดลงด้วย ตามภาพประกอบ 31 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานระหว่าง ปี 2548-2557 ที่ลดลงมีดังนี้ เมื่อมีการรีไซเคิลเพิ่มขึ้น 5% ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการเก็บรวบรวมและขนส่ง และการกำจัดลดลงประมาณ 456,000 บาทต่อปี หรือ 2.04% ต่อปี และเมื่อมีการรีไซเคิลเพิ่มขึ้นอีก 10% ทำให้ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการเก็บรวบรวมและขนส่ง และการกำจัดลดลงประมาณ 684,000 บาทต่อปี หรือ 3.06% ต่อปี สำหรับค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดภายใต้นโยบาย ปัจจุบันประมาณ 21,782,000 บาทต่อปี



ภาพประกอบ 31 ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย เมื่อมีการรีไซเคิลเพิ่มขึ้น 5% และ 10% จากอัตราปัจจุบัน (14.53%)

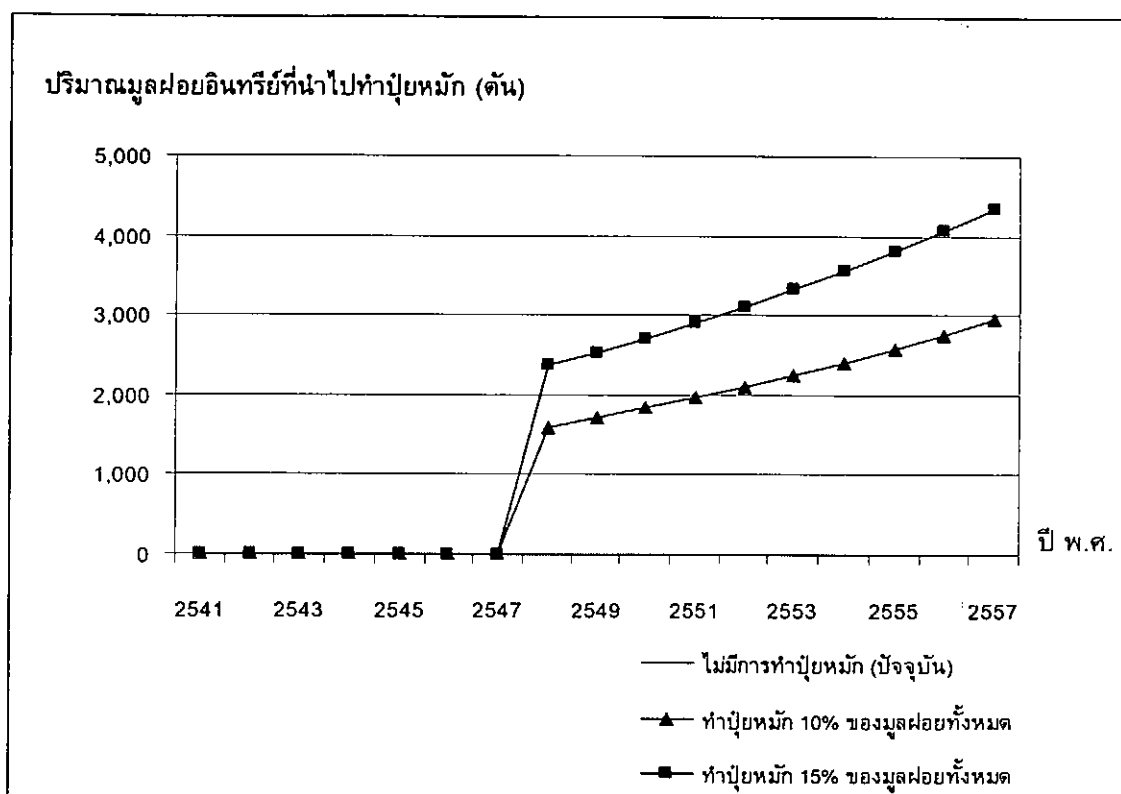
4.5.1.2 นโยบายสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ (Composting)

ปัจจุบันในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ยังไม่มีการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ โดยมีเฉพาะระดับครัวเรือนเท่านั้น จากการศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยชุมชน พบว่ามีมูลฝอยอินทรีย์คิดเป็น 30% ของมูลฝอยทั้งหมด ดังนั้นการนำมูลฝอยอินทรีย์มาใช้ประโยชน์จึงเป็นทางหนึ่งที่จะส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยลดลง อย่างไรก็ตามการคัดแยกมูลฝอยอินทรีย์ออกมาเพื่อนำไปทำปุ๋ยหมักทั้งหมด (30% ของมูลฝอยทั้งหมด) มีโอกาสเป็นไปได้

ได้ยากในทางปฏิบัติ จึงกำหนดให้ความสามารถสูงสุดในการคัดแยกมูลฝอยอินทรีย์เพื่อนำไปทำปุ๋ยหมักอยู่ที่ระดับ 80% ของมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละปี (ซึ่งคิดเป็นปริมาณที่สามารถคัดแยกได้สูงสุดเท่ากับ 24% ของมูลฝอยทั้งหมด)

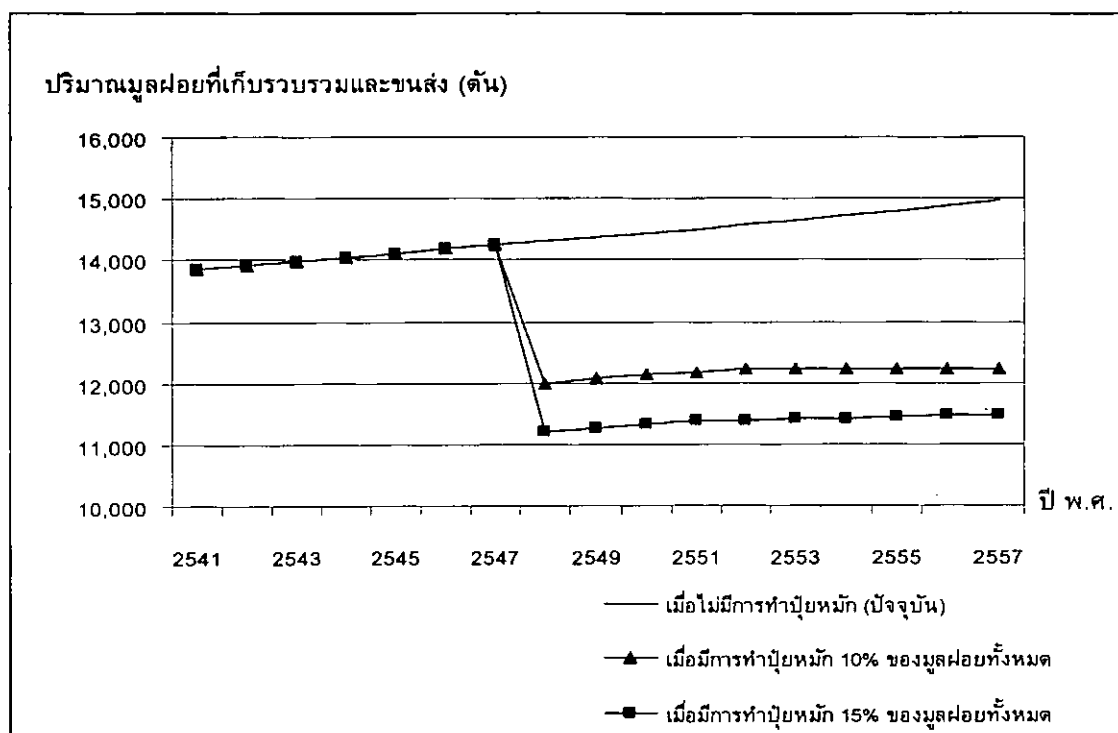
การวิจัยนี้จะแสดงการจำลองการเพิ่มการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% และ 15% เนื่องจากเทศบาลยังไม่มี การสนับสนุนให้มีการทำปุ๋ยหมักมากนัก ดังนั้นจึงกำหนดให้อัตราการทำปุ๋ยหมักไม่สูงมากนักเพื่อให้มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ อย่างไรก็ตามองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถเริ่มการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ จากเปอร์เซ็นต์ที่น้อยหรือมากขึ้นอยู่กับความพร้อมของเทศบาลทั้งด้านงบประมาณ บุคลากร การประชาสัมพันธ์ และการมีส่วนร่วมของประชาชน

กำหนดให้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยสำหรับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ คือ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการประชาสัมพันธ์และสนับสนุนกิจกรรมเกี่ยวกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เท่ากับ 223.87 บาทต่อปี ซึ่งเป็นจำนวนงบประมาณเท่ากับที่ใช้ในการประชาสัมพันธ์และการสนับสนุนกิจกรรมรีไซเคิล โดยงบประมาณจำนวนนี้ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบทำปุ๋ยหมัก การจำลองพฤติกรรมหรือการพยากรณ์ปริมาณการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เมื่อมีการสนับสนุนให้มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% และ 15% จากมูลฝอยทั้งหมด โดยยังคงมีการรีไซเคิลในอัตราที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากอัตราปัจจุบันคือ 14.53% และการรีไซเคิลโดยพนักงานเก็บขน 1.37% แสดงไว้ในภาพประกอบ 32

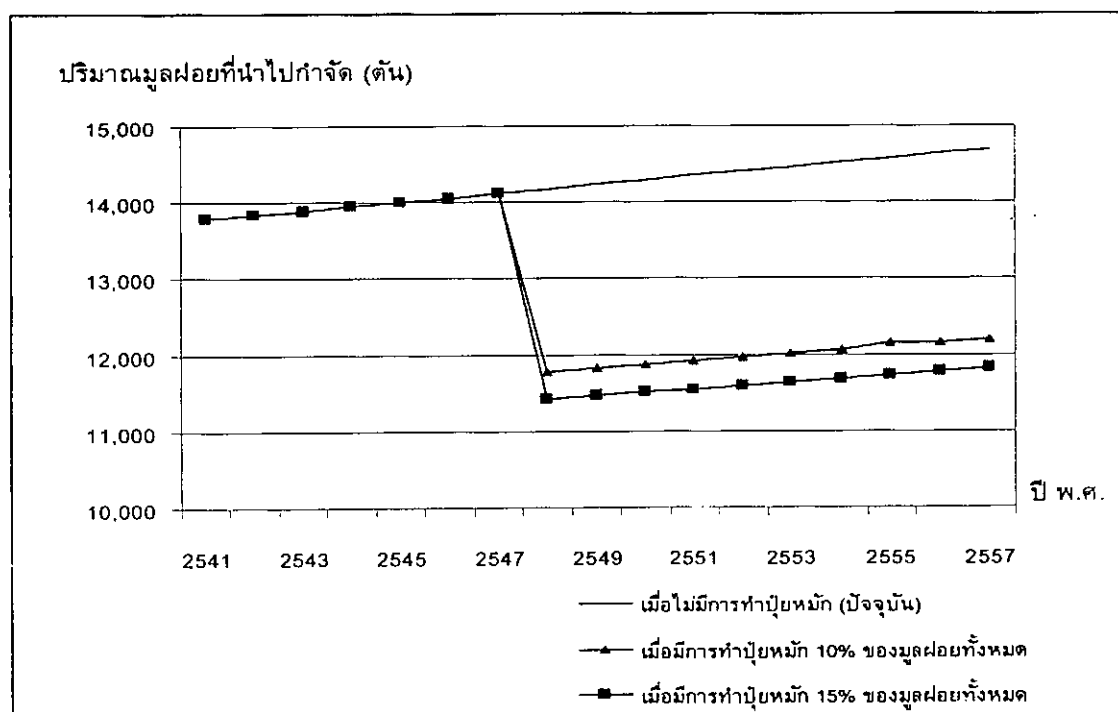


ภาพประกอบ 32 ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ที่นำไปทำปุ๋ยหมัก เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด เทียบกับนโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมัก)

จากกราฟพยากรณ์พบว่า ปริมาณของมูลฝอยอินทรีย์ที่นำไปทำปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์การนำมูลฝอยอินทรีย์ไปทำปุ๋ยหมัก ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด ตามภาพประกอบ 33 และ 34 ซึ่งอธิบายได้ว่า หากมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด โดยเริ่มดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2548 ถึง 2557 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งจะลดลงเฉลี่ยประมาณ 2,400 ตันต่อปี หรือ 16.7% ต่อปี และปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดจะลดลงเฉลี่ยประมาณ 2,400 ตันต่อปี หรือ 16.9% ต่อปี หากมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์เพิ่มขึ้นเป็น 15% ของมูลฝอยทั้งหมด ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งจะลดลงเฉลี่ยประมาณ 3,100 ตันต่อปี หรือ 21.0% ต่อปี และปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 3,100 ตันต่อปี หรือ 22.1% ต่อปี (ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งมีปริมาณลดลงเท่ากับปริมาณที่ถูกนำไปกำจัด แต่ปริมาณที่ถูกนำไปกำจัดคิดเป็นสัดส่วนที่มากกว่า เนื่องจากยังคงกำหนดให้มีการรีไซเคิลโดยพนักงานเก็บขยะ 1.37%)

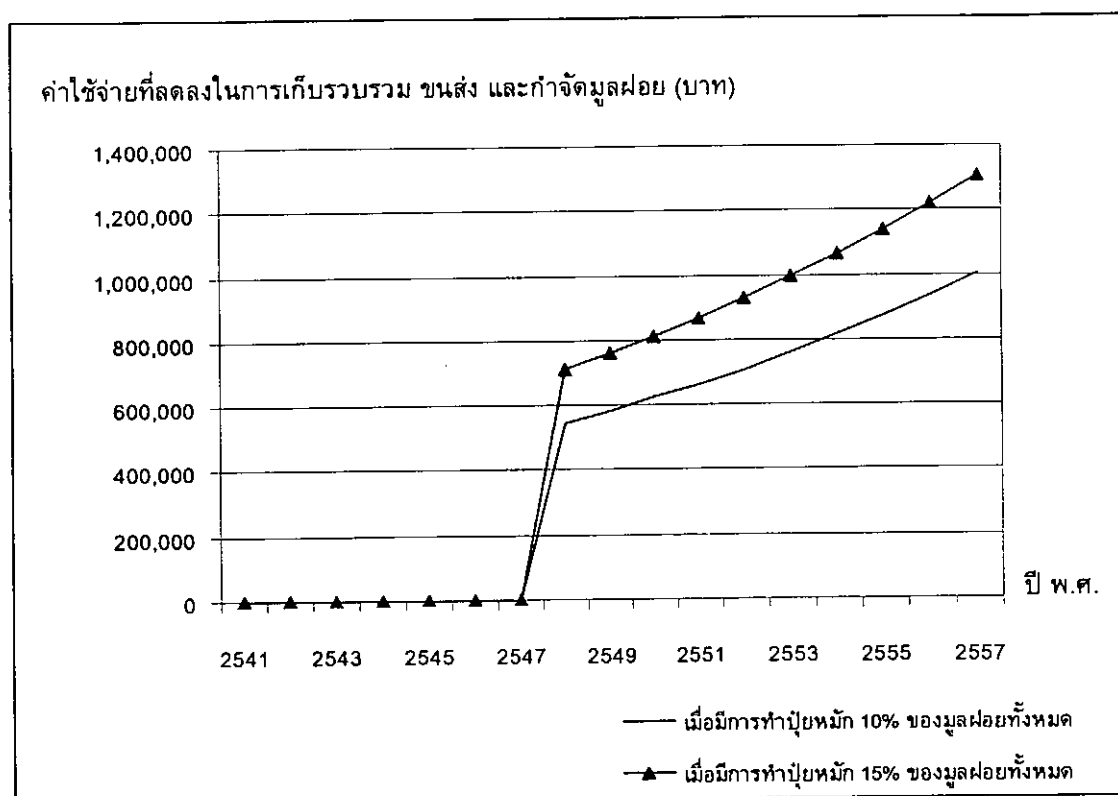


ภาพประกอบ 33 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการทำปฎิบัติจากมูลฝอยอินทรีย์จำนวน 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด เทียบกับนโยบายปัจจุบัน



ภาพประกอบ 34 ปริมาณมูลฝอยนำไปกำจัด เมื่อมีการทำปฎิบัติจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด เทียบกับนโยบายปัจจุบัน

นอกจากนี้ปริมาณมูลฝอยที่ลดลงจากการนำมูลฝอยอินทรีย์ไปทำปุ๋ยหมัก จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานลดลงด้วย ตามภาพประกอบ 35 ซึ่งอธิบายได้ว่า เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด ค่าใช้จ่ายด้านการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 746,000 บาทต่อปี หรือ 3.37% ต่อปี และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์เพิ่มขึ้นเป็น 15% ของมูลฝอยทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดจะลดลงเฉลี่ยประมาณ 980,000 บาทต่อปี หรือ 4.39% ต่อปี สำหรับค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อปีในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด หากดำเนินงานภายใต้นโยบายปัจจุบันเฉลี่ยประมาณ 21,782,000 บาท



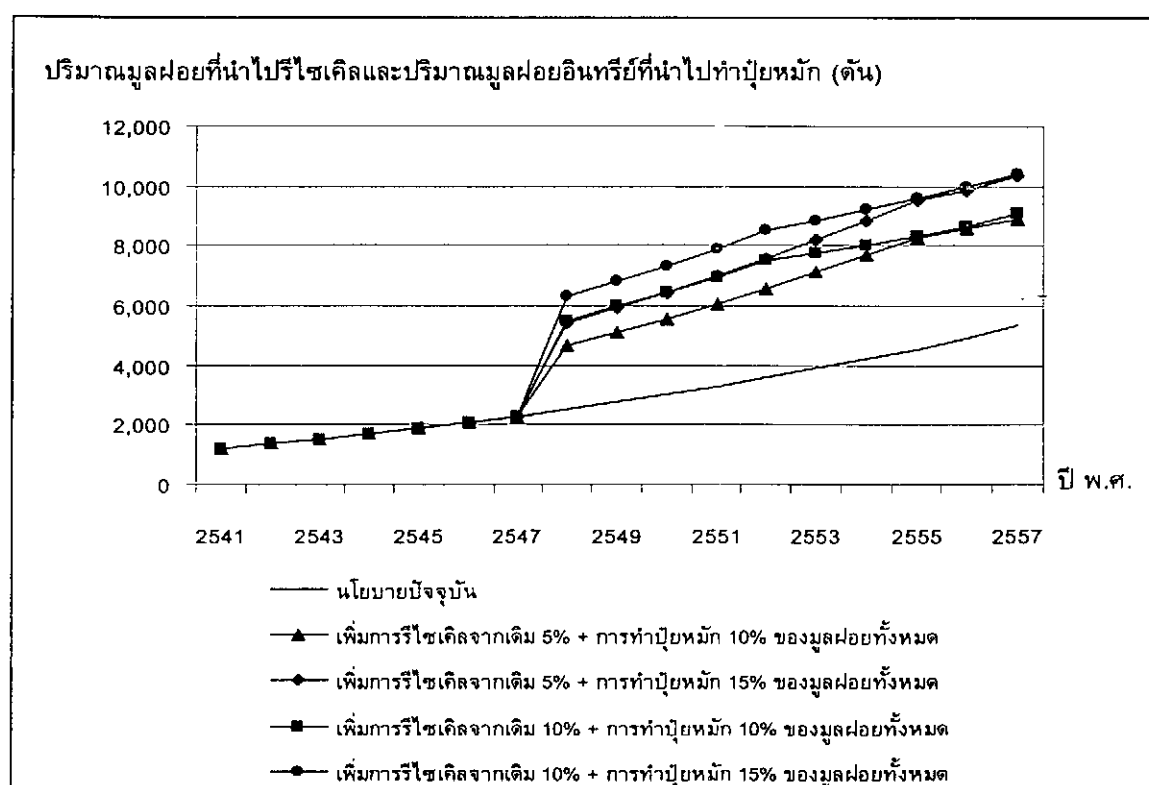
ภาพประกอบ 35 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย เมื่อมีการนำมูลฝอยอินทรีย์มาทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

4.5.1.3 นโยบายแบบผสมผสานในการสนับสนุนการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ (Recycling and composting)

การลดปริมาณมูลฝอยและค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด สามารถทำได้โดย การผสมผสานนโยบายการสนับสนุนการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ การผสมผสานนโยบายในส่วนนี้ ประกอบด้วย

- 1) การเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิมอีก 5% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10%
- 2) การเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิมอีก 5% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15%
- 3) การเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิมอีก 10% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10%
- 4) การเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิมอีก 10% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15%

การจำลองพฤติกรรมหรือการพยากรณ์ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลรวมกับปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ที่นำไปทำปุ๋ยหมัก เมื่อมีการผสมผสานนโยบายดังกล่าว แสดงไว้ในภาพประกอบ 36



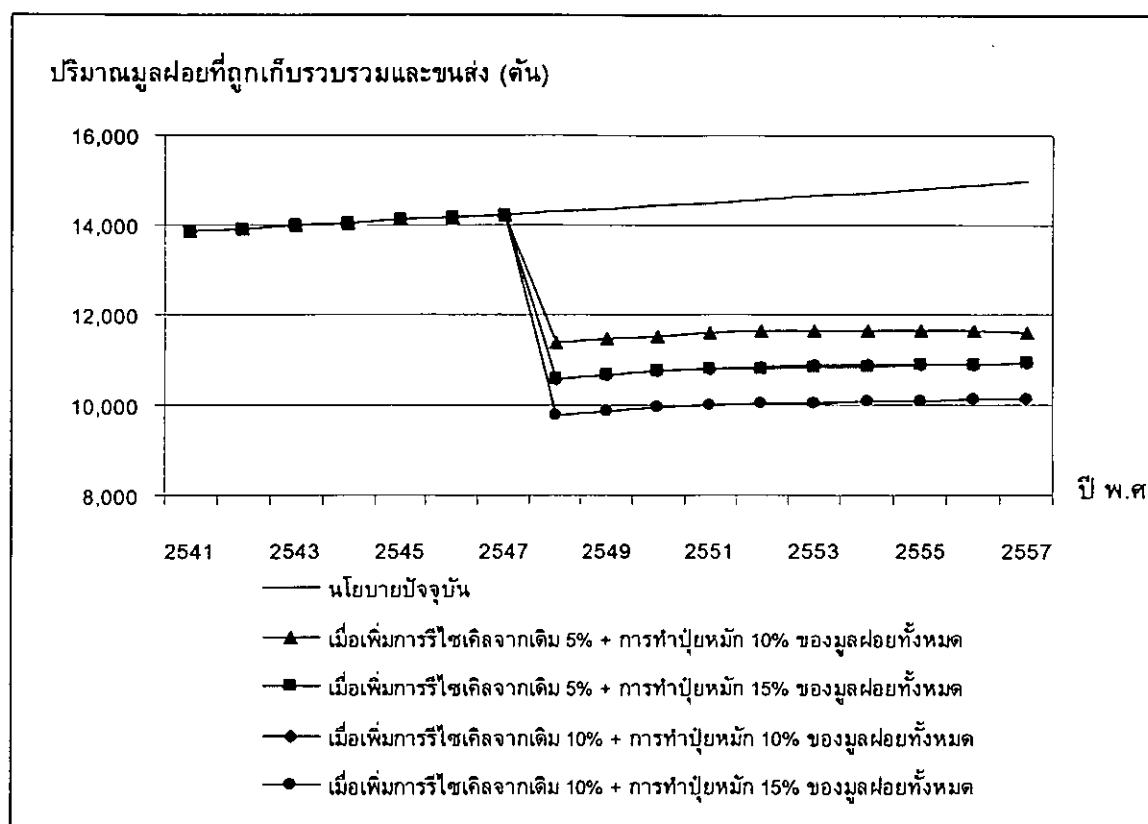
ภาพประกอบ 36 ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลและปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ที่นำไปทำปุ๋ยหมัก เมื่อมีการผสมผสานนโยบาย เทียบกับนโยบายปัจจุบัน

จากกราฟพยากรณ์พบว่า ปริมาณมูลฝอยที่นำไปรีไซเคิลรวมกับปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ที่นำไปทำปุ๋ยหมัก เพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์จากการผสมผสานนโยบาย ปริมาณมูลฝอยที่ลดลงจากการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมัก ยังส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวมและขนส่ง และมูลฝอยที่กำลังจัด ตามภาพประกอบ 37 และ 38 ซึ่งพบว่า กรณีเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งจะลดลงเฉลี่ยประมาณ 3,050 ตันต่อปี หรือประมาณ 20.8% ต่อปี และปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 3,060 ตันต่อปี หรือประมาณ 21.2% ต่อปี

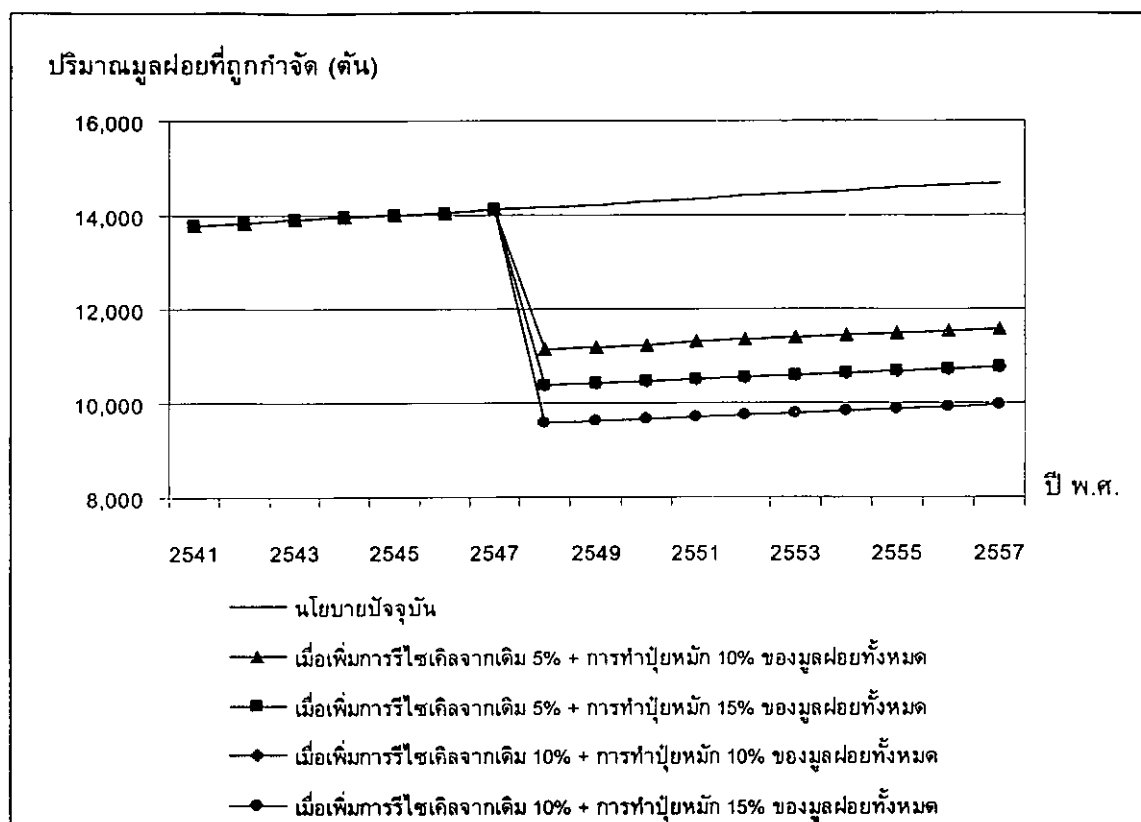
กรณีเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งจะลดลงเฉลี่ยประมาณ 3,800 ตันต่อปี หรือประมาณ 26.1% ต่อปี และปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 3,850 ตันต่อปี หรือประมาณ 26.8% ต่อปี

กรณีเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งจะลดลงเฉลี่ยประมาณ 3,700 ตันต่อปี หรือประมาณ 26.0% ต่อปี และปริมาณ มูลฝอยที่ถูกกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 3,800 ตันต่อปี หรือประมาณ 26.8% ต่อปี

กรณีเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งจะลดลงเฉลี่ยประมาณ 4,600 ตันต่อปี หรือประมาณ 31.5% ต่อปี และปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 4,650 ตันต่อปี หรือประมาณ 32.4% ต่อปี

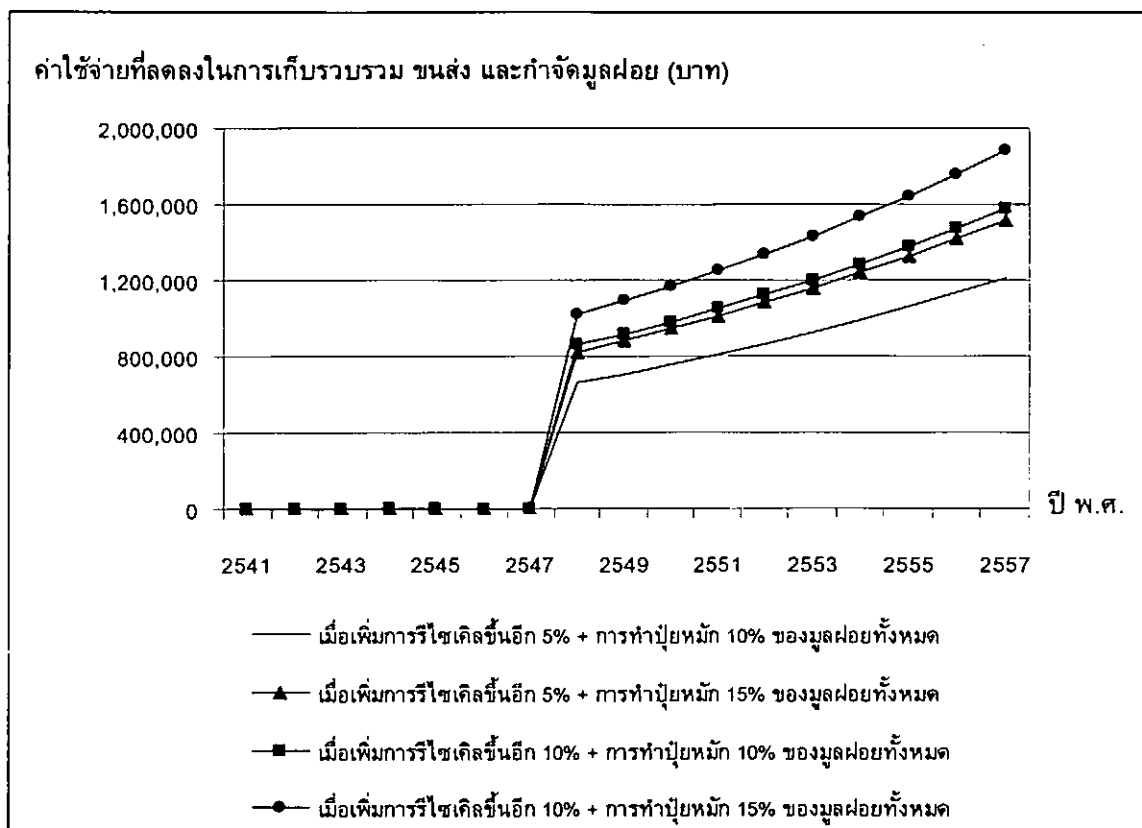


ภาพประกอบ 37 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เทียบกับนโยบายปัจจุบัน



ภาพประกอบ 38 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด เมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เทียบกับนโยบายปัจจุบัน

จากการผสมผสานนโยบายสนับสนุนการรีไซเคิลและทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานลดลงด้วย ตามภาพประกอบ 39 พบว่า เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 912,000 บาทต่อปี หรือประมาณ 4.08% ต่อปี เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 1,140,000 บาทต่อปี หรือประมาณ 5.10% ต่อปี เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 1,182,000 บาทต่อปี หรือประมาณ 5.30% ต่อปี และเมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด ค่าใช้จ่ายด้านการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดลดลงเฉลี่ยประมาณ 1,414,000 บาทต่อปี หรือประมาณ 6.33% ต่อปี สำหรับค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อปีในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดภายใต้ต้นนโยบายปัจจุบันเฉลี่ยประมาณ 21,782,000 บาทต่อปี



ภาพประกอบ 39 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย เมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เทียบกับนโยบายปัจจุบัน

4.5.2 การเปรียบเทียบนโยบายจากการจำลองนโยบายเพื่อนำเสนอแนะนโยบาย

การจำลองนโยบายแบบต่างๆ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 8 นโยบาย ที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนการลดปริมาณมูลฝอย คือ

- 1) การสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มจากเดิม 5% แต่ไม่มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์
- 2) การสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มจากเดิม 10% แต่ไม่มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์
- 3) การสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด แต่การรีไซเคิลคงที่ตามนโยบายปัจจุบัน
- 4) การสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด แต่การรีไซเคิลคงที่ตามนโยบายปัจจุบัน
- 5) การผสมผสานการสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มจากเดิม 5% กับ การสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด

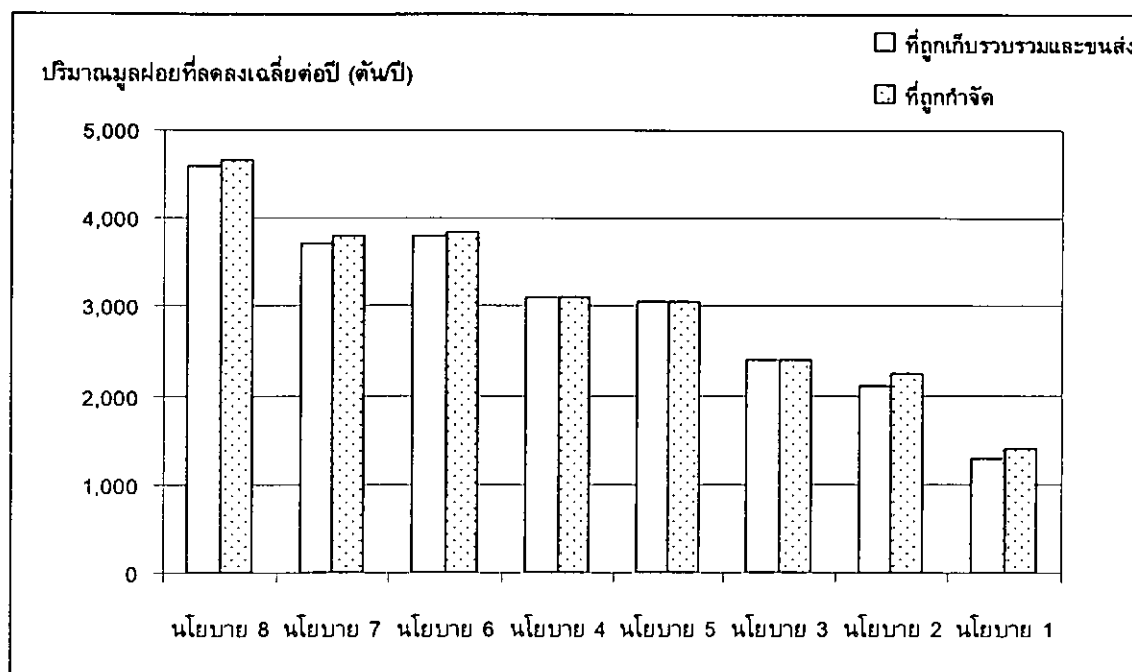
6) การผสมผสานการสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มจากเดิม 5% กับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

7) การผสมผสานการสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มขึ้นจากเดิม 10% กับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด

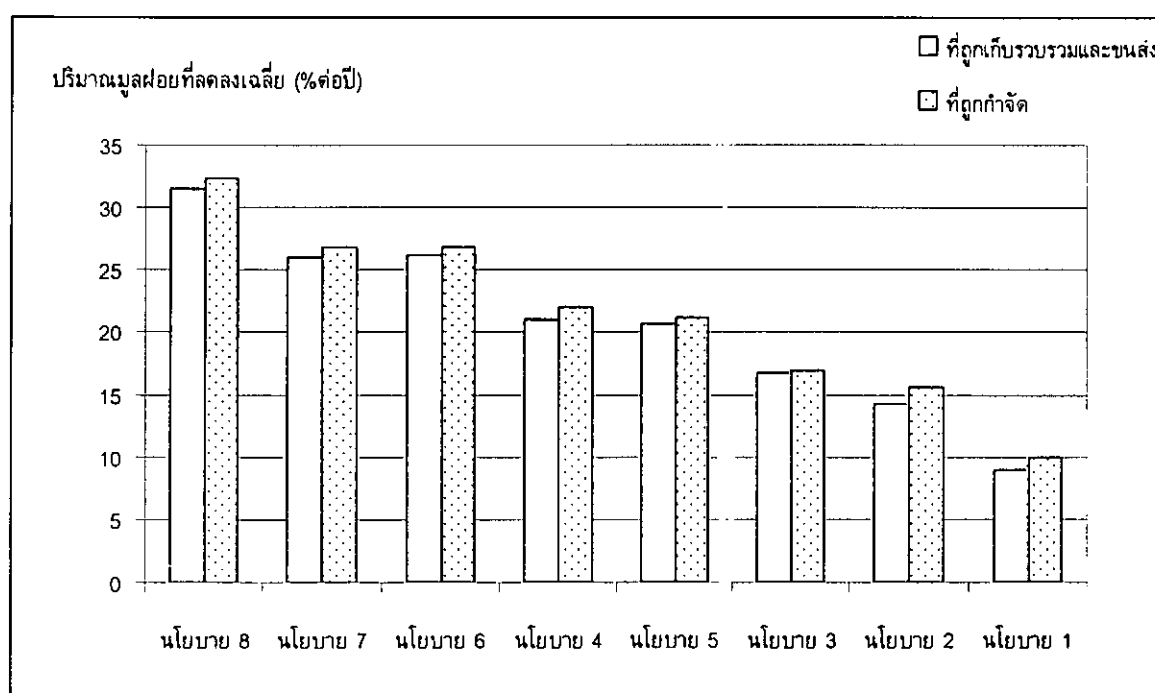
8) การผสมผสานการสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มขึ้นจากเดิม 10% กับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

จากการจำลองนโยบายในข้างต้น พบว่า การนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ทั้งจากการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ ส่งผลให้ปริมาณมูลฝอย และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานลดลง ดังนั้นนโยบายในการจัดการมูลฝอยชุมชนควรให้ความสำคัญกับการสนับสนุนให้มีการแยกมูลฝอยเพื่อนำไปรีไซเคิล และ/หรือนำมูลฝอยอินทรีย์ไปทำปุ๋ยหมัก จากผลการจำลองนโยบายพบว่า นโยบายการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมัก (นโยบาย 4) และนโยบายการผสมผสานนโยบายการสนับสนุนการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ (นโยบายที่ 5 ถึง 8) จะช่วยลดปริมาณมูลฝอยลงมากกว่า 3,000 ตันต่อปี ดังภาพประกอบที่ 40 หรือลดลงได้มากกว่าร้อยละ 20 ดังภาพประกอบ 41 รายละเอียดของปริมาณมูลฝอยที่คาดว่าจะลดลงจากการดำเนินงานตามนโยบาย 1-8 ระหว่างปี พ.ศ. 2548-2557 แสดงดังตาราง 9 ถึง 11, 14 ถึง 16 และ 19 ถึง 21 ในภาคผนวก จ

การลดปริมาณมูลฝอยโดยนำส่วนที่เป็นอินทรีย์สารไปทำปุ๋ยหมัก มีความเป็นไปได้สูงในทางปฏิบัติ เนื่องจากองค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี มีสัดส่วนที่เป็นมูลฝอยอินทรีย์มากถึงร้อยละ 30 และในปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2548 มีการนำมูลฝอยอินทรีย์มาทำปุ๋ยหมักเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ในการสร้างแบบจำลอง กำหนดให้ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ เนื่องจากการดำเนินการในปัจจุบัน (พ.ศ. 2548) เป็นเพียงการเริ่มสนับสนุนให้มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ อีกทั้งยังไม่มีเก็บรวบรวมข้อมูลด้านปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ที่นำมาทำปุ๋ยหมัก) สำหรับมูลฝอยที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ ถึงแม้จะมีการคัดแยกไปรีไซเคิลแล้วบางส่วน (ประมาณ 14.53%) ก็ยังสามารถรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้มีการรีไซเคิลเพิ่มเติมได้ เพราะสัดส่วนของมูลฝอยรีไซเคิลมีมากถึงร้อยละ 40 ของมูลฝอยทั้งหมด ดังนั้นการดำเนินงานตามนโยบายที่ 4-8 จึงมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

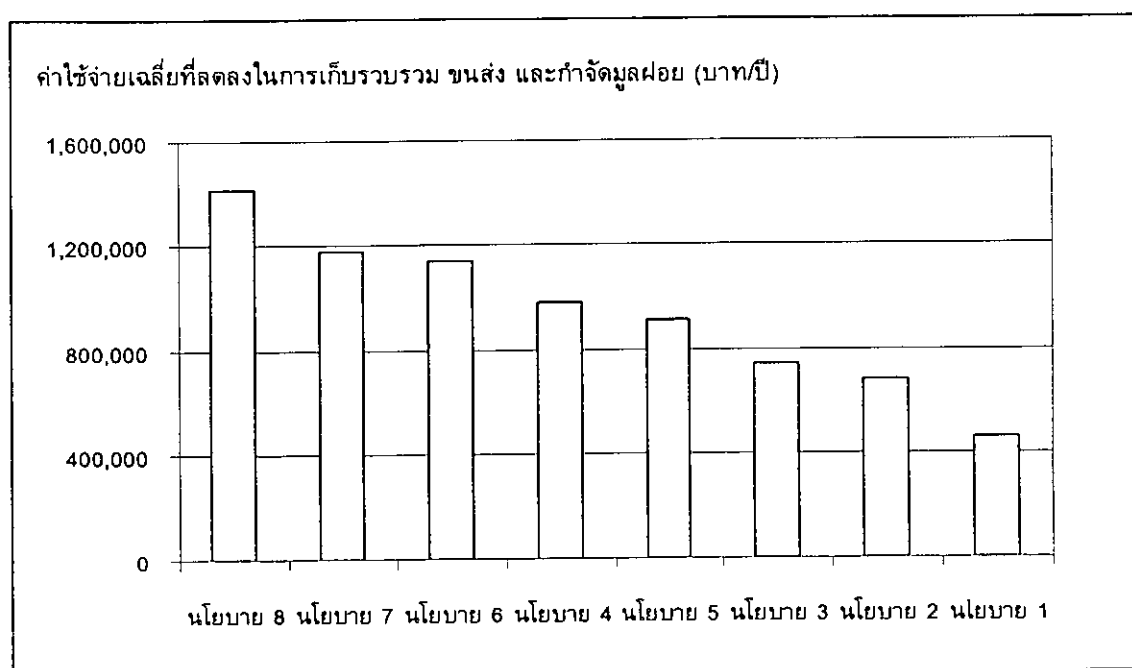


ภาพประกอบ 40 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดที่ลดลงเฉลี่ยต่อปี เมื่อมีการจำลองนโยบายทั้ง 8 นโยบายเทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน

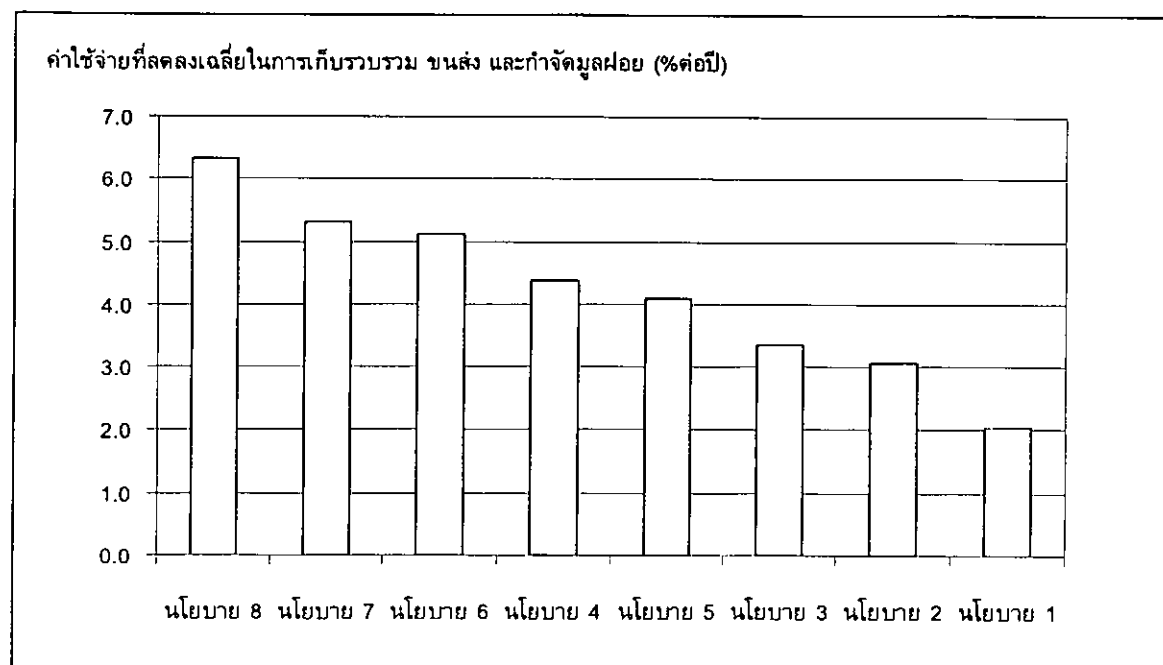


ภาพประกอบ 41 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดที่ลดลงเฉลี่ยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี เมื่อมีการจำลองนโยบายทั้ง 8 นโยบายเทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน

สำหรับค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการดำเนินงานที่ให้ความสำคัญต่อการคัดแยกเพื่อนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ แสดงดังภาพประกอบ 42 โดยเทศบาลสามารถลดค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการดำเนินงานได้มากกว่า 900,000 บาทต่อปี หากดำเนินนโยบาย 4, 5, 6, 7 หรือ 8 หรือมากกว่าร้อยละ 4 ต่อปี ดังภาพประกอบ 43 สำหรับรายละเอียดของค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะลดลงจากการดำเนินงานตามนโยบาย 1-8 ระหว่างปี พ.ศ. 2548 - 2557 แสดงดังตาราง 12, 13, 17, 18, 22 และ 23 ในภาคผนวก จ ค่าใช้จ่ายที่ลดลงเหล่านี้ เทศบาลสามารถนำไปใช้ในการสนับสนุนให้มีการดำเนินกิจกรรมการรีไซเคิลหรือการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ได้มากขึ้น หรือเก็บไว้เป็นเงินสำรองเพื่อใช้ในการบำรุงรักษาระบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพประกอบ 42 ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย เมื่อมีการจำลองนโยบายทั้ง 8 นโยบายเทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน



ภาพประกอบ 43 ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี เมื่อมีการจำลองนโยบายทั้ง 8 นโยบายเทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน กรณีศึกษาเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบันที่ครอบคลุมด้านการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด รวมทั้งการดำเนินโครงการลดปริมาณมูลฝอยและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลโดยใช้การจำลองแบบ System Dynamics ในการสร้างแบบจำลองจะนำไปสู่การสำเร็จรูป POWERSIM แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะนำมาใช้ในการจำลองนโยบายเพื่อเสนอแนะนโยบายการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนที่เหมาะสมให้กับผู้บริหารของเทศบาล เพื่อให้การบริหารจัดการในอนาคตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิธีการวิจัย เริ่มจากการค้นหาปัญหาหรือสิ่งที่เทศบาลให้ความสำคัญในด้านการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จากเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากเทศบาล และการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่จากกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นผู้ที่มีหน้าที่ในการดำเนินการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จะนำไปวิเคราะห์เพื่อกำหนดตัวแปรที่สนใจและหาความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้น เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง โดยการจำลองแบบ System Dynamics สำหรับขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย การสร้างหน่วยอ้างอิง การสร้างสมมติฐานแบบพลวัต และการสร้างโครงสร้างแบบจำลอง โดยโครงสร้างแบบจำลองจะแสดงถึงการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลในปัจจุบัน ซึ่งแสดงผลออกมาเป็นพฤติกรรมแบบจำลอง แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะต้องทดสอบความสมเหตุสมผลทั้งด้านโครงสร้างแบบจำลองและพฤติกรรมแบบจำลอง ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์นโยบายเพื่อเสนอเป็นทางเลือกให้กับผู้บริหารในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนต่อไป

สรุปผลและอภิปรายผล

ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน การสร้างแบบจำลองโดยการจำลองแบบ System Dynamics และการจำลองนโยบาย เพื่อทำนายพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้นโยบายแบบต่างๆ เพื่อเสนอเป็นทางเลือกให้กับผู้บริหารในการวางแผนการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในอนาคต ผลการศึกษาวิจัยในแต่ละส่วน สรุปดังนี้

1. การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน

ปัจจุบันเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีแบ่งการจัดการมูลฝอยชุมชนออกเป็น การเก็บรวบรวมขนส่ง และกำจัดมูลฝอย โดยเป็นความรับผิดชอบของกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจัดการมูลฝอยเป็นงบประมาณที่กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ได้รับการจัดสรรจากเทศบาล ปริมาณมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยมีมูลฝอยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ถึง 70% ของมูลฝอยทั้งหมด (โดยน้ำหนัก) ประกอบด้วย มูลฝอยอินทรีย์ 30% และมูลฝอยขายได้ (รีไซเคิล) 40% ในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยชุมชน เทศบาลสามารถเก็บขนได้ครอบคลุมพื้นที่รับผิดชอบโดยไม่มีการตกค้างของมูลฝอย และในการกำจัดมูลฝอยของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี มีวิธีกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดมีแนวโน้มมากขึ้น

การดำเนินโครงการกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยและการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี มีหลายกิจกรรม ได้แก่ การจัดตั้งธนาคารขยะรีไซเคิลในโรงเรียน การทอดผ้าป่าขยะรีไซเคิล การจัดตั้งตลาดนัดขยะรีไซเคิล และกิจกรรมขยะแลกไข่ไก่ในชุมชน โดยได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานราชการจากส่วนกลางและส่วนภูมิภาค เช่น กรมส่งเสริมคุณภาพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5 เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ โดยเริ่มมีการดำเนินการในระดับครัวเรือนเท่านั้น เทศบาลมีความพยายามที่จะผลักดันให้มีการดำเนินกิจกรรมเหล่านี้อย่างต่อเนื่องและเพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน (พ.ศ. 2548) กิจกรรมเหล่านี้ยังมีงบประมาณสนับสนุนอยู่อย่างจำกัด เนื่องจากงบประมาณส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในการจัดการหลักคือ การเก็บรวบรวมขนส่ง และกำจัดมูลฝอย

2. การสร้างแบบจำลองโดยการจำลองแบบ System Dynamics

แบบจำลองที่สร้างขึ้น แสดงรูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบัน ทั้งด้านการเก็บรวบรวมขนส่ง กำจัดมูลฝอย และการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน โดยการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบันและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปดังนี้

- ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น คือจำนวนประชากร และรายได้ต่อหัวของประชากร ซึ่งมีผลต่ออัตราการผลิตมูลฝอยของประชากร และปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น
- ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยรีไซเคิล คือค่าใช้จ่ายที่ใช้ในกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน
- ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมขนส่ง และกำจัด คือการคัดแยกมูลฝอยเพื่อนำไปรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ ซึ่งการรีไซเคิลมีทั้งจากการคัดแยกมูลฝอยรีไซเคิลเพื่อนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน และการคัดแยกมูลฝอยรีไซเคิลโดยพนักงาน

ประจำรถเก็บขนมูลฝอย สำหรับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีในปัจจุบันยังมีน้อยมากให้ถือว่ามีความคุ้มค่ากับศูนย์ในแบบจำลอง

การพยากรณ์ค่าของตัวแปรสำคัญที่สนใจได้แก่ ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลโดยชุมชน ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลรวม ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการกำจัด จากพฤติกรรมแบบจำลอง (Model behavior) พบว่า การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีโดยนโยบายในปัจจุบัน ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัด มีแนวโน้มเพิ่มปริมาณมากขึ้นในอนาคต โดยมูลฝอยที่นำไปกำจัดมีปริมาณน้อยกว่ามูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งเล็กน้อยเพราะมีการคัดแยกเพื่อนำไปรีไซเคิลระหว่างการเก็บขน ส่วนปริมาณมูลฝอยที่รีไซเคิลโดยชุมชนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในอนาคตเช่นกัน อย่างไรก็ตามยังเป็นสัดส่วนที่น้อยเพื่อเทียบกับมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการจัดการด้านการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอยมีแนวโน้มมากขึ้นในอนาคต

การทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองประกอบด้วย การทดสอบโครงสร้างแบบจำลอง (Structure validation) และพฤติกรรมแบบจำลอง (Behavior validation) พบว่าแบบจำลองมีความสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับระบบการดำเนินงานของเทศบาลในปัจจุบัน เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่าตัวแปรสำคัญอยู่ในช่วง 0.53 ถึง 7.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ในส่วนของการทดสอบพฤติกรรมแบบจำลอง เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลโดยชุมชนและปริมาณรีไซเคิลรวมที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากข้อมูลการรีไซเคิลโดยชุมชนไม่มีการเก็บข้อมูลในภาคสนามจริง เพราะการสำรวจที่ถูกต้องและครบถ้วนทำได้ค่อนข้างยาก ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเป็นข้อมูลจากงานวิจัย

3. การจำลองนโยบาย

จากแบบจำลองที่สร้างขึ้น จะพบว่าการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ทั้งการนำไปรีไซเคิล และทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ยังเป็นสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ดังนั้นการจำลองนโยบายเพื่อเสนอเป็นทางเลือกให้ผู้บริหารในการตัดสินใจ จึงให้ความสำคัญกับนโยบายการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ ซึ่งนโยบายที่จำลองในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย 8 นโยบาย ซึ่งค่าของตัวแปรที่สนใจในการจำลองนโยบาย ประกอบด้วย ปริมาณมูลฝอยเฉลี่ยที่ลดลงในการเก็บรวบรวมและขนส่ง ปริมาณมูลฝอยที่ลดลงในการกำจัด ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่ลดลงในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย รายละเอียดสรุปไว้ในตาราง 7

จากตาราง 7 สรุปได้ว่าการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ทั้งจากการรีไซเคิลและ/หรือการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ ส่งผลให้ปริมาณมูลฝอย และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานลดลงจากข้อมูลองค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาล พบว่าเทศบาลยังสามารถเพิ่มสัดส่วนในการนำมูลฝอยไปรีไซเคิลและทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์อีกได้ ดังนั้นการผสมผสานนโยบายที่จะสนับสนุนการ

ตาราง 7 สรุปค่าของตัวแปรที่สนใจเมื่อมีการจำลองนโยบายต่างๆ เทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน

นโยบาย	ค่าของตัวแปรที่เกิดจากการจำลองนโยบายเทียบกับค่าภายใต้นโยบายปัจจุบัน					
	ปริมาณมูลฝอยที่ลดลงต่อปี (ตันปี)		ปริมาณมูลฝอยที่ลดลงเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี (%ต่อปี)		ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอยที่ลดลง (บาทปี)	
	ที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง	ที่ถูกกำจัด	ที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง	ที่ถูกกำจัด	เก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอยที่ลดลง (บาทปี)	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอยที่ลดลงเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี (%ต่อปี)
1) การสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มจากเดิม 5% แต่ไม่มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์	1,300	1,400	9.0	10.0	456,000	2.04
2) การสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มจากเดิม 10% แต่ไม่มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์	2,100	2,250	14.3	15.6	684,000	3.06
3) การสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด และมีการรีไซเคิลลงที่ตามนโยบายปัจจุบัน	2,400	2,400	16.7	16.9	746,000	3.37
4) การสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด และมีการรีไซเคิลลงที่ตามนโยบายปัจจุบัน	3,100	3,100	21.0	22.1	980,000	4.39
5) การผสมผสานระหว่างการสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มจากเดิม 5% ร่วมกับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด	3,050	3,060	20.8	21.2	912,000	4.08

ตาราง 7 (ต่อ)

นโยบาย	ค่าของตัวแปรที่เกิดจากการจำลองนโยบายเทียบกับค่าภายในปัจจุบัน					
	ปริมาณมูลฝอยที่ลดลงต่อปี		ปริมาณมูลฝอยที่ลดลงเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี (%ต่อปี)		ค่าใช้จ่ายในการเก็บ	
	(ตัน/ปี)				รวมรวม ขนส่ง และกำจัดมูลฝอย	
	ที่ถูกต้องกับรวบรวมและขนส่ง	ที่ถูกต้องกำจัด	ที่ถูกต้องกับรวบรวมและขนส่ง	ที่ถูกต้องกำจัด	ที่ลดลง(บาท/ปี)	ที่ลดลงเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี (%ต่อปี)
6) การผสมผสานระหว่างการผลิตกับสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มเติม 5% ร่วมกับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด	3,800	3,850	26.1	26.9	1,140,000	5.10
7) การผสมผสานระหว่างการผลิตกับสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มเติม 10% ร่วมกับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด	3,700	3,800	26.0	26.8	1,182,000	5.30
8) การผสมผสานระหว่างการผลิตกับสนับสนุนการรีไซเคิลเพิ่มเติม 10% ร่วมกับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด	4,600	4,650	31.5	32.4	1,414,000	6.33

ริโซเคิลและการทำปฏิกิริยาหมักจากมูลฝอยอินทรีย์จึงสามารถดำเนินการได้จริงในทางปฏิบัติ ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยลดลงในปริมาณที่มากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามเป้าหมายของสัดส่วนในการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์นี้ขึ้นกับความพร้อมของเทศบาล ทั้งงบประมาณสนับสนุน บุคลากรที่รับผิดชอบ และการมีส่วนร่วมของประชาชน ดังนั้นหากเทศบาลยังไม่มีความพร้อมในการดำเนินการให้เริ่มจากสัดส่วนที่น้อยก่อน และสร้างเครือข่ายในการดำเนินงานทั้งจากชุมชน สถานศึกษา และหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยในการขยายผลการดำเนินงานให้กว้างขวางมากขึ้น นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายที่ลดลงยังสามารถนำมาใช้ในการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยให้เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

ข้อจำกัดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้คือ ข้อมูลในอดีตของเทศบาลที่นำมาใช้สร้างแบบจำลอง มักไม่ค่อยได้เก็บรวบรวมข้อมูลอย่างครบถ้วน สำหรับกรณีศึกษาของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีข้อจำกัดของเทศบาลในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีเพียง 5 ปี เท่านั้นที่มีรายละเอียดเพียงพอที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองนี้จะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี ซึ่งทางเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีเก็บข้อมูลส่วนใหญ่ไว้ไม่เกิน 3 ปี ค่าของตัวแปรบางตัวจึงได้มาจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง ข้อมูลจากงานวิจัยอื่น จากสถิติการรวบรวมจากหน่วยงานอื่น เช่น กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานสถิติแห่งชาติ รวมถึงจากการคำนวณโดยอ้างอิงจากข้อมูลเหล่านี้ อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลการพยากรณ์จากแบบจำลองคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรต่างๆ จะได้แบบจำลองที่เป็นตัวแทนของระบบจริงยิ่งขึ้น ถ้ามีการเก็บข้อมูลในอดีตโดยเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีหลายปีมากกว่านี้

ทั้งนี้ผู้วิจัยคาดว่าวิทยานิพนธ์นี้จะเป็ประโยชน์ต่อเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี ได้นำผลจากการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการมูลฝอยชุมชน รวมทั้งการวิเคราะห์นโยบายจะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร ในการวางแผนนโยบายการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะด้านการสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน และยังอาจมีการประยุกต์ใช้การจำลองแบบ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัย ได้สรุปข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้การดำเนินงานตามนโยบายที่จำลองขึ้น เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ดังนี้

1. การสนับสนุนกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยทั้งการริโซเคิลและการทำปฏิกิริยาหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ นอกจากเทศบาลต้องสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่จะส่งผลต่อความสำเร็จ ได้แก่ การมีส่วนร่วมของประชาชนโดยต้องมีการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์อย่างทั่วถึง การชี้ให้ประชาชนเห็นถึงผลที่จะได้รับเพื่อสร้างแรงจูงใจ เช่น มีรายได้จากการขายมูลฝอยริโซเคิล นอกจากนี้ทางเทศบาลควรชี้แจงถึงด้านค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจัดการมูลฝอยชุมชน และ

ขั้นตอนการจัดการตั้งแต่การเก็บรวบรวม ขนส่ง และการกำจัดมูลฝอย ให้ประชาชนในชุมชนทราบ เพื่อสร้างแรงกระตุ้นให้มีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง

2. ในการส่งเสริมให้มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ จะต้องดำเนินการอย่างครบวงจร ตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนถึงการสร้างตลาดเพื่อจัดจำหน่าย ดังนั้นเมื่อสนับสนุนให้ประชาชนทำปุ๋ยหมักแล้ว จะต้องมีการศึกษาคุณลักษณะของมูลฝอยอินทรีย์ที่ได้เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้ ซึ่งอาจต้องมีการปรับปรุงคุณภาพปุ๋ยก่อนนำไปใช้ มีการทดลองใช้ปุ๋ยหมักก่อนนำไปใช้จริงสำหรับการส่งเสริมการนำไปใช้ อาจสนับสนุนให้นำไปใช้สำหรับพืชผักสวนครัวในโรงเรียนหรือส่งเสริมด้านการตลาด เช่น จัดให้มีตลาดนัดสินค้าทางการเกษตร เพราะการสนับสนุนด้านการตลาดจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการดำเนินงานอย่างกว้างขวาง เพราะเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน

3. ในการสนับสนุนด้านการรีไซเคิล เทศบาลควรส่งเสริมเรื่องการตลาดโดยสนับสนุนให้มีร้านค้ารับซื้อมูลฝอยรีไซเคิลมากขึ้น เพื่อให้เกิดการแข่งขันทางราคา ซึ่งจะเป็นการจูงใจให้ประชาชนนำมูลฝอยรีไซเคิลไปขายมากขึ้น

4. เทศบาลยังมีข้อจำกัดด้านบุคลากร ดังนั้นควรให้ความสำคัญในการทำงานในรูปแบบของอาสาสมัครจากชุมชนและโรงเรียน โดยจะต้องส่งเสริมสร้างศักยภาพของอาสาสมัครให้มีความรู้ความเข้าใจ และสร้างแรงจูงใจในการดำเนินงาน เพื่อให้การดำเนินงานมีความต่อเนื่องและครอบคลุมพื้นที่ต่างๆ มากยิ่งขึ้น ในด้านกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน ทั้งการรีไซเคิลและการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ ซึ่งปัจจุบันทางเทศบาลมีการดำเนินการเพื่อเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมบ้างแล้ว เช่น การสัมมนาด้านกิจกรรมการลดปริมาณมูลฝอยชุมชน โดยมีตัวแทนจากชุมชน วัด และโรงเรียน ทั้งในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลมาร่วมสัมมนา

5. เทศบาลเมืองสุพรรณบุรีมีข้อมูลด้านการจัดการมูลฝอยชุมชนมาก แต่ยังไม่มีการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ หากมีการจัดทำระบบฐานข้อมูล จะช่วยในการนำข้อมูลมาใช้งานได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น รวมทั้งสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ นอกจากนี้ระบบฐานข้อมูลจะช่วยให้สามารถสรุปข้อมูลให้แก่หน่วยงานต่างๆ ที่ขอวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องอีกด้วย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. แบบจำลองสามารถเพิ่มปัจจัยและรายละเอียดอื่นๆ เพื่อศึกษาและเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในประเด็นปัญหาอื่น ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล เช่น อายุการใช้งานของหลุมฝังกลบมูลฝอย รวมทั้งยังสามารถใช้สร้างแบบจำลองในกรณีอื่นๆ เช่น การจัดการมูลฝอยอันตราย และการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

2. ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดคือ เทศบาลขาดข้อมูลย้อนหลังที่ครบถ้วนและสมบูรณ์ในอนาคต หากเทศบาลมีข้อมูลที่ครบถ้วนมากขึ้น อาจนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองอีกครั้ง เพื่อให้การพยากรณ์ค่าตัวแปรต่างๆ มีความถูกต้องและมี

ความน่าเชื่อถือมากขึ้น รวมทั้งใช้ในการเสนอแนะนโยบายอื่นเพิ่มเติม เช่น นโยบายการมีส่วนร่วมของประชาชน การเพิ่มค่าธรรมเนียมในการเก็บขนมูลฝอย เป็นต้น เพื่อให้เกิดทางเลือกที่หลากหลายนำไปใช้ในองค์กร

3. สามารถนำแบบจำลองการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรีไปเป็นตัวอย่างในการประยุกต์ใช้ในการทำแบบจำลองสำหรับพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นตามปัญหาของแต่ละพื้นที่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมการปกครอง. (2546). จำนวนประชากร. สืบค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2547, จาก <http://www.dopa.go.th/index3.htm>
- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร คู่มือสำหรับผู้บริหาร องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เรโปร เฮาส์.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2544). เกณฑ์มาตรฐาน และแนวทางการจัดการมูลฝอยชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: อรุณสาลาดพร้าว.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2547). ข้อมูลการลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาล. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2547, จาก http://infofile.pcd.go.th/waste/waste_recycle.htm
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2546). ผลการดำเนินงานโครงการจัดการมูลฝอยแบบครบวงจร พื้นที่เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน กรมฯ.
- กระทรวงมหาดไทย. (2548). สถิติของสำนักบริหารการทะเบียนกรมการปกครอง. สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2548, จาก <http://www.dopa.go.th/thai/stat/stat.htm>
- กิจกรรมโครงการบริหารจัดการมูลฝอยแบบครบวงจรพื้นที่เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี. (2546). (ภาพถ่าย). กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม: ส่วนประยุกต์เทคโนโลยีที่เหมาะสม.
- กิตติ ภัคดิวัฒนกุล. (2546). คัมภีร์ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- จุดสถิติการทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพ. (2546). (ภาพถ่าย). กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม: ส่วนประยุกต์เทคโนโลยีที่เหมาะสม.
- เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี. (2543). เทศบัญญัติของเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี เรื่องการเก็บ ขนและกำจัดสิ่งปฏิกูลมูลฝอยพุทธศักราช 2543. (เอกสาร). สุพรรณบุรี: เทศบาลฯ. อัดสำเนา.
- (2546). นโยบายของเทศบาลในเรื่องการบริหารจัดการรักษาความสะอาดและการจัดการมูลฝอย ปี 2546 – 2550. (เอกสาร). สุพรรณบุรี: เทศบาลฯ. อัดสำเนา.
- (2547). แจ้งค่าบริการกำจัดมูลฝอย. (บันทึกข้อความ). สุพรรณบุรี: เทศบาลฯ. อัดสำเนา.
- บริษัท โปรเกรสเทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์ จำกัด. (2542ก). รายงานสรุปสำหรับผู้บริหารโครงการศึกษาความเหมาะสมของค่าบริการและองค์การบริหารของท้องถิ่นที่จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียและระบบกำจัดมูลฝอย. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.
- (2542ข). รายงานฉบับสุดท้าย: เล่มที่ 1 รายงานหลัก โครงการศึกษาความเหมาะสมของค่าบริการและองค์การบริหารของท้องถิ่นที่จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียและระบบกำจัดมูลฝอย. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.

- (2542ค). รายงานฉบับสุดท้าย: เล่มที่ 2 ภาคผนวก โครงการศึกษาความเหมาะสมของ
ค่าบริการและองค์การบริหารของท้องถิ่นที่จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียและระบบกำจัด
มูลฝอย. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.
- แผนที่เขตเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี. (2546). (แผนที่). สุพรรณบุรี: เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี.
- แผนที่ประเทศไทย. (2547). (ซีดีรอม). กรุงเทพฯ: เจเนซิสมีเดียคอม.
- เพ็ญภา ดันรังกลาง. (2546). ความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมในการจัดเก็บขยะมูลฝอย:
กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์. วท.ม.
(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2547). รายได้ประชากร. สืบค้น
เมื่อ 15 มีนาคม 2547, จาก http://www.nesdb.go.th/economic_html
- สุนัย มัลลิกะมาลย์; และคนอื่นๆ. (2543). โครงการวิจัยการจัดการขยะชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ:
รูปแบบและมาตรการทางสังคม เศรษฐศาสตร์ การจัดการ และกฎหมาย เพื่อแก้ไขปัญหา
ขยะชุมชน. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สุภาวดี ธนสีลังกูร. (2545). การมีส่วนร่วมของประชาชนเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยในเขตองค์การบริหาร
ส่วนตำบล : ศึกษาเฉพาะกรณีในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเปิด จังหวัด
ขอนแก่น. วิทยานิพนธ์. สช.ม. (สาขารัฐศาสตร์). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- Ahmad, S. (2002). *Antelligent Decision Support System for Flood Management: A Spatial
System Dynamics Approach*. Retrieved February 20, 2004, from
<http://www.cgrg.geog.uvic.ca/abstracts/AhmadAn.html>
- Baugsto, G.; et al. (1994). *For further evaluations of software plus any updates to this
package visit the alphabetical listing of reviews commissioned by CTI Centre*.
Retrieved February 20, 2004, from <http://www.liv.ac.uk/ctichem/powersim.html>
- Duong, Hieu Mihn. (1999). *System Dynamics approach for Municipal Solid Waste
Management: A Case Study of Nam Dinh City, Vietnam*. Dissertation Thesis, M.S.
(Environmental Science). Bangkok: Asian Institute of Technology. Photocopied.
- Fiorucci, P.; et.al. (2003). Solid waste management in urban areas Development and
application of a decision support system. *Resources, Conservation and Recycling*.
37: 301–328.
- Forrester, J. W. (1972). *Principles of Systems*. 6th ed. Massachusetts: Massachusetts
Institute of Technology.
- Jokinen, D. A. (2001). *A System Dynamics Approach to Modelling Temperature Effects in
Solid Waste Landfills*. Retrieved February 22, 2004, from <http://www.stormingmedia.us/cgi-bin/advancedsearch.cgi>

- Karavezyris, V.; Timpe, K. P.; & Marzi, R. (2002). Application of system dynamics and fuzzy logic to forecasting of municipal solid waste. *Mathematics and Computers in Simulation*. 60: 149–158.
- Leo, V. (2004). Decision support for the automotive industry. Retrieved March 14, 2005, from http://www.powersimsolutions.com/Clients_Partners/client_Ford.asp
- Mashayekhi, A. N. (1993). Transition in the New York State Solid Waste System: a Dynamic Analysis. In *System Dynamics Review, Winter (1993)*.
- May, Thin Zar Han. (1999). *A System Dynamics Approach to Environmental Planning and Management of Solid Waste: A Case Study of Yangon, Myanmar*. Dissertation Thesis, M.S. (Environmental Science). Bangkok: Asian Institute of Technology. Photocopied.
- ModellData AS. (1993). *User's Guide and Reference POWERSIM The Complete Software Tool for Dynamics Simulation*. Norway.
- Nilsson, B.; & Sixtensson, A. (1998?). *Reinventing Process Improvement and Change Management through Systems Thinking and System Dynamics*. Retrieved March 14, 2005, from <http://www.ie.boun.edu.tr/sesdyn/isdc97/accepted.html>
- Silvia, U. B. (2002). Managing for Sustainability: A Decision Support Model for Solid Waste Management. Retrieved February 25, 2004, from <http://www.unibe.ch/forshung/diss-ulli-beer/diss-ulli-beer.engl.html>
- Sushil. (1993). *System Dynamics For Management Support*. New Delhi: Baba Barkha Nath.
- Wager, P.A.; & Hilty, L.M. (2002). *A Simulation System for Waste Management From System Dynamics Modelling to Decision Support*. Retrieved February 15, 2004, from http://www.iemss.org/iemss2002/proceedings/pdf/volume/20uno/146_waeger.pdf
- Widmer, H. (1998, February 25-26). System Dynamics of MSW Incineration : Better Understanding of Costs, Energy - and Material – Flow. *Systems and engineering models for waste management*. 1-12.
- Yucun, Hu; & Qiping, Shen. (2000). STAR: a System Dynamics Model for Urban Housing Development in Hong Kong. *Strategic Property Management*. 1(4): 39-43.

ภาคผนวก

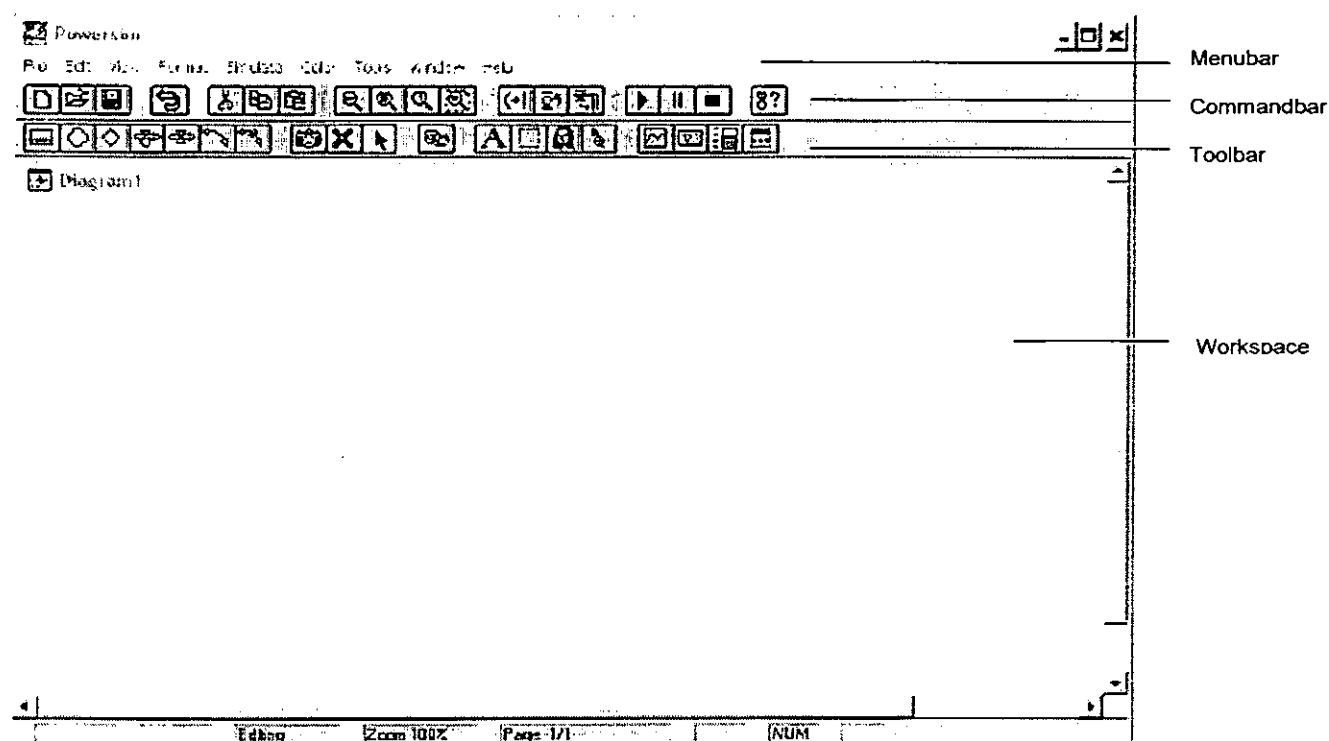
ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการใช้โปรแกรม POWERSIM

ตัวอย่างการใช้โปรแกรม POWERSIM

หน้าจอตํางาน (Worksheet)

ประกอบด้วยรายการการทํางานต่างๆ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และที่ว่างบนหน้าจอตํางาน สำหรับการสร้างแบบจำลอง และการประยุกต์ใช้งานต่างๆ ดังนี้



Menubar (ModelData AS. 1993: 14)

เป็นแถบเมนูอยู่บนสุดของหน้าจอตํางาน ประกอบด้วยคำสั่งทั้งหมดของโปรแกรม POWERSIM ได้แก่ File, Edit, View, Format, Simulate, Color, Tool, Window และ Help โดยในแต่ละเมนูจะมีคำสั่งย่อยให้ผู้ใช้เลือกเมื่อต้องการใช้งาน เช่น เมนู Simulate เมื่อผู้ใช้ต้องการพยากรณ์ค่าข้อมูลจากโครงสร้างแบบจำลองที่สร้างขึ้น ให้เลือกคำสั่งย่อย Run ในเมนู Simulate เป็นต้น

Commandbar (ModelData AS. 1993: 15)

เป็นแถบคำสั่งที่เป็นปุ่มรูปภาพ อยู่ถัดลงมาจาก Menubar เป็นคำสั่งที่ใช้บ่อยในการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม POWERSIM ทำให้สะดวกในการทำงานมากขึ้น ประกอบด้วยปุ่มคำสั่งต่างๆ ดังนี้

	New		Paste		Rotate Name
	Open		"Zoom out"		Move Valve
	Save		"Zoom in"		Options
	Undo		"Zoom to 100%"		Run
	Cut		"Zoom to fit in window"		Pause on/off
	Copy		Straighten		Stop

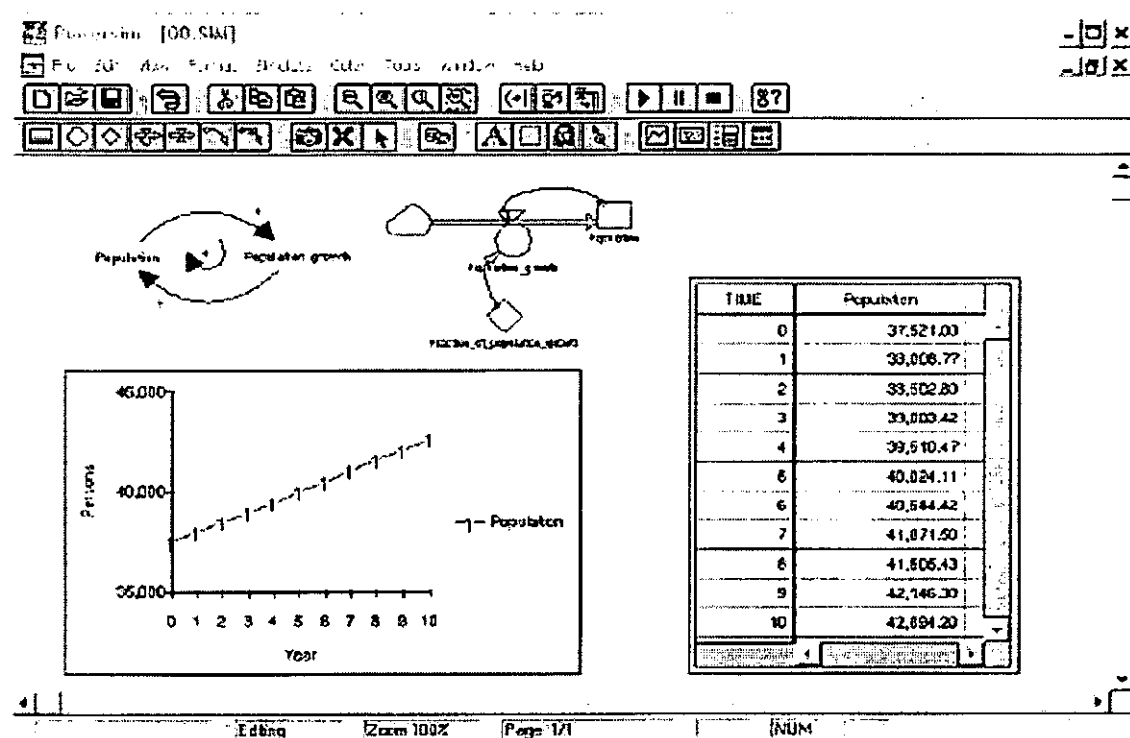
Toolbar (ModelData AS. 1993: 15)

เป็นแถบเครื่องมืออยู่ถัดจาก Commandbar ประกอบด้วยคำสั่งสำหรับการสร้างและแก้ไขงานที่อยู่บนหน้าจอการทำงาน ประกอบด้วยปุ่มต่างๆ ดังนี้

	Level		Camera		Line
	Auxiliary		Eraser		Time Graph
	Constant		Pointer		Time Table
	Flow-with-rate		Chain		Number
	Flow		Text		Slider/Bar
	Link		Frame		
	Delayed Link		Picture		

Workspace

เป็นที่ว่างบนหน้าจอทำงาน สำหรับการสร้างวงจรที่เป็นเหตุเป็นผล (Causal loop) โครงสร้างแบบจำลอง พฤติกรรมแบบจำลอง และแสดงค่าที่พยากรณ์ที่ได้ในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี



ตัวอย่างขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม POWERSIM ประกอบด้วย การสร้างโครงสร้างแบบจำลอง และการสร้างพฤติกรรมแบบจำลอง ในกรณีตัวอย่างนี้จะสร้างแบบจำลองจำนวนประชากร (Population) ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองดังนี้

การสร้างโครงสร้างแบบจำลอง

เมื่อเปิดหน้าจอทำงาน (Worksheet) แล้ว มีขั้นตอนในการสร้างโครงสร้างแบบจำลองดังนี้

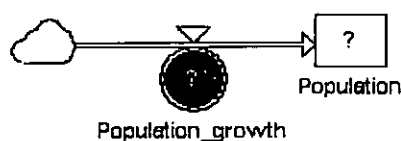
1. สร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร เริ่มจากเคอร์เซอร์เมาส์ (Mouse) เลือกสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแถบเครื่องมือ (Toolbar) โดยกดปุ่มเลือกสัญลักษณ์ Level ที่อยู่บนซ้ายมือสุดของแถบเครื่องมือ เคลื่อนเมาส์มาวางไว้บนที่ว่างบนหน้าจอ (Workspace) จะปรากฏดังภาพ



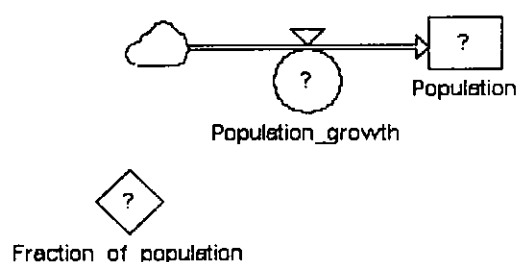
2. เปลี่ยนชื่อของตัวแปร Level จาก Level_1 เป็น Population โดยพิมพ์คำว่า Population ลงไปแทนที่คำว่า Level_1



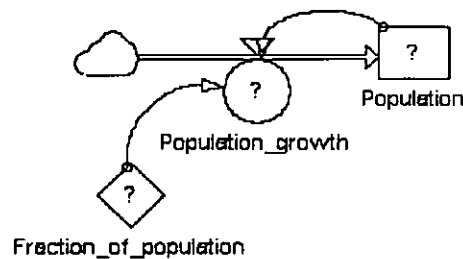
3. กดปุ่มเลือกสัญลักษณ์ Flow-with-rate ที่ปรากฏอยู่บนแถบเครื่องมือ (Toolbar) เคลื่อนเมาส์มาวางที่ว่างบนหน้าจอ (Workspace) ลากลูกศรจากสัญลักษณ์นี้มายังตัวแปร Level คือ Population แล้วพิมพ์ชื่อตรงอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate) เป็น Population growth ดังภาพ



4. กดปุ่มเลือกสัญลักษณ์ Constant ที่ปรากฏอยู่บนแถบเครื่องมือ (Toolbar) เคลื่อนเมาส์มาวางที่ว่างบนหน้าจอ (Workspace) แล้วเปลี่ยนชื่อของตัวแปร Constant จาก Constant_1 เป็น Fraction of population โดยพิมพ์คำว่า Fraction of population ลงไปแทนที่คำว่า Constant_1 ดังภาพ



5. กดปุ่มเลือกสัญลักษณ์ Link ที่ปรากฏอยู่บนแถบเครื่องมือ (Toolbar) เพื่อเชื่อมโยงตัวแปร โดยลากเมาส์จากตัวแปร Fraction of population ไปยัง Population growth และจาก Population ไปยัง Population growth ดังภาพ



6. ป้อนค่าของตัวแปรแต่ละตัวโดย double-click ที่ตัวแปร Population จะปรากฏหน้าจอซึ่งเขียนว่า Define Variable ใส่ค่าเริ่มต้นลงไปตรงช่อง Definition ในกรณีตัวอย่างนี้กำหนดให้จำนวนประชากรเริ่มต้นคือ 37,521 คน และพิมพ์หน่วยที่วัดเป็น Persons ตรงช่อง Unit of measure แล้วกดปุ่ม Set ดังภาพ

Define Variable

Variable: ☐ Population Unit of Measure:

Dimensions:

Definition: ☒ Initial ☐ Flow ☐ Full View

37521

Documentation:

Linked Variables:

Functions:
AND
ARCCOS
ARCSIN
ARCTAN

Ranges: Unit:

Function Group:
☐ Paste Func Arguments

OK Cancel Locate Graph... Less <<

(	)	E	-
7	8	9	+
4	5	6	/
1	2	3	*
0		.	^
<	>	[	]
-		=	:
<--		<	>
☐ ☐ ☐ ☐			

ตัวแปร Fraction of population มีวิธีป้อนค่าของตัวแปรเช่นเดียวกัน โดยให้ Fraction of population คือ 0.013 และพิมพ์หน่วยที่วัดเป็น Fraction/year ตรงช่อง Unit of measure

ส่วนตัวแปร Population growth เกิดจากความสัมพันธ์ของ Population คูณกับ Fraction of population เมื่อ double-click ที่ Population growth แล้ว จะปรากฏหน้าจอ Define Variable ให้กดเลือกตัวแปร Population และ Fraction of population ที่ปรากฏอยู่ในช่อง Linked variables มาสัมพันธ์กันโดยใช้เครื่องหมาย * ที่อยู่บนหน้าจอนี้แทนการคูณ จะได้ความสัมพันธ์เป็น

Population* Fraction of population และหน่วยเป็น Persons/year แล้วกดปุ่ม

Set ดังภาพ

Define Variable

Variable: Unit of Measure:

Dimensions:

Definition:

Documentation:

Linked Variables:

- ☐ Population
- ☒ Fraction_of_population_growth

Functions:

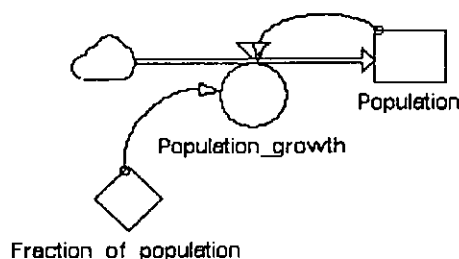
- ABS
- AND
- ARCCOS
- ARCSIN
- ARCTAN

Function Group:

Paste Func Arguments ☒

Ranges: Unit:

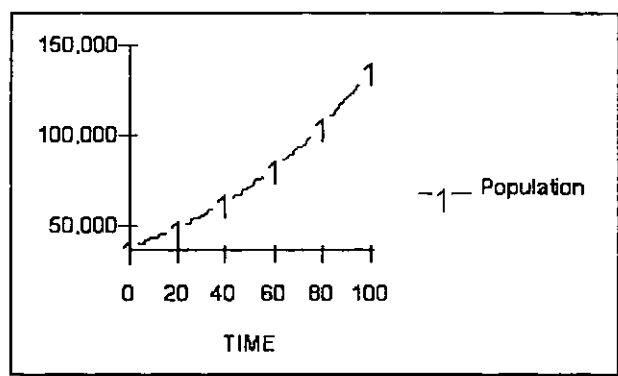
7. ได้โครงสร้างแบบจำลองดังภาพ เพื่อนำไปพยากรณ์หรือจำลองค่า ในขั้นตอนการสร้างพฤติกรรมแบบจำลองต่อไป



การสร้างพฤติกรรมแบบจำลอง

เมื่อได้โครงสร้างแบบจำลองแล้ว สามารถพยากรณ์ค่าแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมแบบจำลอง ประกอบด้วยกราฟแสดงค่าพยากรณ์ และตารางแสดงค่าพยากรณ์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อได้โครงสร้างแบบจำลองแล้ว เริ่มทำการพยากรณ์ค่าโดยกดปุ่มเลือกสัญลักษณ์ Run ที่ปรากฏอยู่บนแถบคำสั่งรูปภาพ (Commandbar)
2. แสดงกราฟพยากรณ์ค่าที่ได้ โดยเลือกสัญลักษณ์ Time graph ที่อยู่บนแถบเครื่องมือ (Toolbar) เลื่อนเมาส์มาวางไว้ที่ Workspace แล้วเลือกตัวแปร Population เพื่อพยากรณ์ค่า โดย click บนตัวแปร Population แล้วลากเมาส์มาในพื้นที่ใน Time graph แล้วกด Run อีกครั้ง ได้กราฟพยากรณ์ดังภาพ



3. แสดงค่าพยากรณ์ที่ได้ในตาราง โดยกดปุ่มเลือกสัญลักษณ์ Time table ที่อยู่บนแถบเครื่องมือ (Toolbar) เลื่อนเมาส์มาวางไว้ที่ Workspace แล้วเลือกตัวแปร Population เพื่อพยากรณ์ค่าแสดงในตาราง โดย click บนตัวแปร Population แล้วลากเมาส์มาในพื้นที่ใน Time table แล้วกด Run อีกครั้ง จะได้ค่าพยากรณ์แสดงในตารางดังนี้

TIME	Population	
0	37,521.00	
1	38,008.77	
2	38,502.89	
3	39,003.42	
4	39,510.47	
5	40,024.11	
6	40,544.42	
7	41,071.50	
8	41,605.43	
9	42,146.30	
10	42,694.20	

4. บันทึกแบบจำลองที่สร้างเสร็จโดยกดปุ่มเลือกสัญลักษณ์ Save ซึ่งอยู่บนแถบคำสั่งรูปภาพ (Commandbar) จะปรากฏหน้าจอเพื่อให้ตั้งชื่อเอกสารตรงช่อง File name เมื่อตั้งชื่อเสร็จแล้วกดปุ่ม OK

ภาคผนวก ข

แบบสำรวจข้อมูล

แบบสำรวจข้อมูล
การบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน
สำหรับเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

วัตถุประสงค์: เพื่อสำรวจข้อมูลทั่วไป และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนของ เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การประยุกต์ใช้ System Dynamics ในการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน : กรณีศึกษาเทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี”

วิธีการออกแบบสำรวจ : โปรดกรอกข้อความ หรือทำเครื่องหมายลงในแบบสำรวจข้อมูล

คำชี้แจง : แบบสำรวจข้อมูลแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ประกอบด้วย

1. ข้อมูลทั่วไป
2. ปริมาณและองค์ประกอบมูลฝอย
3. การเก็บรวบรวมและการขนส่งมูลฝอย
4. การกำจัดมูลฝอย
5. การลดปริมาณมูลฝอยในครัวเรือนและชุมชน และการมีส่วนร่วมของประชาชน
6. การจัดสรรงบประมาณด้านการบริหารจัดการมูลฝอย

ชื่อผู้กรอกแบบสำรวจ.....

ตำแหน่ง.....

หน่วยงาน.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

E-mail.....วันที่ตอบแบบสอบถาม.....

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 ชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น.....

ที่อยู่.....

โทรศัพท์..... โทรสาร.....

1.2 ข้อมูลพื้นที่ ประชากร และรายได้ของประชากร

ข้อมูล	ปี พ.ศ.				
	2546	2545	2544	ปีอื่นๆ (ถ้ามี)	
- พื้นที่เทศบาล (ตร.กม.)					
- จำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร (คน)					
- จำนวนประชากรแฝง (คน)					
- จำนวนครัวเรือน (ครัวเรือน)					
- อัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร (คน/ปี)					
- จำนวนสมาชิกโดยเฉลี่ยต่อครอบครัว (คน/ครอบครัว)					
- รายได้โดยเฉลี่ยของประชากร (บาท/ปี/คน)					

1.3 โปรดแนบผังโครงสร้างการบริหารงานด้านการจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นด้วย

1.4 จำนวนชุมชนที่มีอยู่ในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีจำนวน ชุมชน ได้แก่

- 1) 10).....
- 2) 11).....
- 3) 12).....
- 4) 13).....
- 5) 14).....
- 6) 15).....
- 7) 16).....
- 8) 17).....
- 9) 18).....

1.5 จำนวนโรงเรียนที่มีอยู่ในเขตองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีจำนวน.....แห่ง ได้แก่

- 1) 6)
- 2) 7)
- 3) 8)
- 4) 9)
- 5) 10).....

1.6 จำนวนตลาดสดที่มีอยู่ในเขตองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีจำนวน.....แห่ง ได้แก่

- | | |
|----------|----------|
| 1) | 6) |
| 2) | 7) |
| 3) | 8) |
| 4) | 9) |
| 5) | 10)..... |

1.7 จำนวนโรงแรมที่มีอยู่ในเขตองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีจำนวน.....แห่ง ได้แก่

- | | |
|----------|----------|
| 1) | 6) |
| 2) | 7) |
| 3) | 8) |
| 4) | 9) |
| 5) | 10)..... |

1.8 จำนวนห้างสรรพสินค้าที่มีอยู่ในเขตองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีจำนวน.....แห่ง ได้แก่

- | | |
|----------|----------|
| 1) | 6) |
| 2) | 7) |
| 3) | 8) |
| 4) | 9) |
| 5) | 10)..... |

1.9 จำนวนศาสนสถานที่มีอยู่ในเขตองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีจำนวน.....แห่ง ได้แก่

- | | |
|----------|----------|
| 1) | 6) |
| 2) | 7) |
| 3) | 8) |
| 4) | 9) |
| 5) | 10)..... |

1.10 จำนวนสถานที่ราชการที่มีอยู่ในเขตองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีจำนวน.....แห่ง ได้แก่

- | | |
|----------|----------|
| 1) | 6) |
| 2) | 7) |
| 3) | 8) |
| 4) | 9) |
| 5) | 10)..... |

1.11 องค์การอื่น เช่น ชมรม (โปรดระบุ)

- | | |
|----------|----------|
| 1) | 6) |
| 2) | 7) |
| 3) | 8) |
| 4) | 9) |
| 5) | 10)..... |

2. องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยชุมชน

ปีที่สำรวจ.....

องค์ประกอบ	ร้อยละ	องค์ประกอบ	ร้อยละ
- เศษผัก/อาหาร		- เศษกระดาษ	
- ไม้/ใบไม้		- เศษผ้า	
- พลาสติก/โฟม		- หนัง	
- ยาง		- แก้ว	
- โลหะ		- หิน/กระเบื้อง	
- มูลฝอยอันตราย		- อื่นๆ	

3. การเก็บรวบรวมและการขนส่งมูลฝอย

3.1 ผู้รับผิดชอบในการเก็บรวบรวมมูลฝอย

☐ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจัดการเอง

☐ จัดจ้างเอกชนจัดเก็บและขนส่ง โดย

☐ ใช้รถภาคเอกชนทั้งหมด

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

☐ ใช้รถขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

☐ ใช้รถภาคเอกชนและรถขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นบางส่วน

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

3.2 ผู้รับผิดชอบในการขนส่งมูลฝอย

3.2.1 กรณีไม่มีสถานีขนถ่าย (Transfer Station)

☐ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจัดการเอง

☐ จัดจ้างเอกชนจัดเก็บและขนส่ง โดย

☐ ใช้รถภาคเอกชนทั้งหมด

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

☐ ใช้รถขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

☐ ใช้รถภาคเอกชนและรถขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นบางส่วน

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

3.2.2 กรณีมีสถานีขนถ่าย (Transfer Station)

☐ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจัดการเอง

☐ จัดจ้างเอกชนจัดเก็บและขนส่ง โดย

☐ ใช้รถภาคเอกชนทั้งหมด

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

☐ ใช้รถขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

☐ ใช้รถภาคเอกชนและรถองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นบางส่วน

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

อัตราค่าจ้าง.....หน่วย บาทต่อตัน/ บาทต่อเดือน/ อื่นๆ.....

3.3 ปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้

เดือน	ปริมาณมูลฝอย (ตัน)			ปีอื่นๆ (ถ้ามี)		
	2546	2545	2544			
มกราคม						
กุมภาพันธ์						
มีนาคม						
เมษายน						
พฤษภาคม						
มิถุนายน						
กรกฎาคม						
สิงหาคม						
กันยายน						
ตุลาคม						
พฤศจิกายน						
ธันวาคม						
รวม						

3.4 การวัดปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้

☐ เครื่องชั่งมูลฝอย ☐ คำนวณจากขนาดรถ ☐ อื่นๆ (ระบุ).....

3.5 ความครอบคลุมในการเก็บรวบรวมมูลฝอย.....เปอร์เซ็นต์

3.6 หากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้บริการเก็บขนไม่ครอบคลุม 100 % ของพื้นที่รับผิดชอบ

โปรดระบุสาเหตุ ปัญหา หรืออุปสรรคในการดำเนินงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.7 จำนวนรถขนมูลฝอย

คันที่	ประเภทรถ	ราคา (บาท)	ขนาดความจุ (ลบ.ม.)	ปีที่ จัดซื้อ	แบบ/ชนิด
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

3.8 เส้นทางรถเก็บขน

3.8.1 การแบ่งเขตการเก็บขน

☐ ไม่มี ☐ มี จำนวน.....เขต

โปรดแนบแผนที่การแบ่งเขตการเก็บขน (ถ้ามี)

3.8.2 ระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการเก็บขนของแต่ละเส้นทาง กรณีไม่มีสถานีขนถ่าย

- ระยะทางจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไปสถานที่กำจัด.....กิโลเมตร(เที่ยวเดียว)

คันที่	จำนวนเที่ยวในการ เก็บขน (เที่ยว/วัน)	ระยะทางทั้งหมดในการเก็บขน (กม./คัน)	เวลาเก็บขนทั้งหมด ชม./วัน
1			
2			
3			
4			
5			

คันที่	จำนวนเที่ยวในการเก็บขน (เที่ยว/วัน)	ระยะทางทั้งหมดในการเก็บขน (กม./คัน)	เวลาเก็บขนทั้งหมด ชม./วัน
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

3.8.3 ระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการเก็บขนของแต่ละเส้นทาง กรณีมีสถานีขนถ่าย

- ระยะทางจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไปสถานีขนถ่าย.....กิโลเมตร(เที่ยวเดียว)

คันที่	จำนวนเที่ยวในการเก็บขน (เที่ยว/วัน)	ระยะทางทั้งหมดในการเก็บขน (กม./คัน)	เวลาเก็บขนทั้งหมด ชม./วัน
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

- ระยะทางจากสถานีขนถ่ายไปสถานที่กำจัดกิโลเมตร(เที่ยวเดียว)

คันที่	จำนวนเที่ยวในการขนถ่าย (เที่ยว/วัน)	ระยะทางทั้งหมดในการขนถ่าย (กม./คัน)	เวลาขนถ่ายทั้งหมด ชม./วัน
1			
2			
3			
4			
5			
6			

3.11 ปัญหาและอุปสรรคในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

.....

3.12 ค่าธรรมเนียมในการเก็บขนมูลฝอย

ปี พ.ศ.	ค่าธรรมเนียมที่เก็บได้ (บาท/ปี)							ค่าธรรมเนียมที่ เก็บได้ทั้งหมด (บาท/ปี)
	ครัวเรือน	โรงเรียน	โรงพยาบาล	ตลาดสด	ห้างสรรพสินค้า	โรงแรม	อื่นๆ	
2546								
2545								
2544								

โปรดแนบประกาศอัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

3.13 ปัญหาและอุปสรรคในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น(โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

4. การกำจัดมูลฝอย

4.1 วิธีการกำจัด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ กองกลางแจ้ง (ตอบข้อ 4.2)
- ☐ ผังกลบ (ตอบข้อ 4.3)
- ☐ เมา (ตอบข้อ 4.4)
- ☐ ทำปุ๋ยหมัก (ตอบข้อ 4.5)

4.2 กองกลางแจ้ง

- 1) สถานที่ตั้งของพื้นที่ เลขที่.....หมู่.....ตำบล.....
อำเภอ.....จังหวัด.....
- 2) จำนวนพื้นที่เทกองกลางแจ้งทั้งหมด.....ไร่
- 3) จำนวนพื้นที่ที่ดำเนินการเทกองไปแล้ว.....ไร่
- 4) อายุการใช้งานพื้นที่ที่คาดการณ์ไว้.....ปี

5) ร้อยละของมูลฝอยที่กำจัดโดยการฝังกลบเมื่อเทียบกับมูลฝอยที่เก็บขนทั้งหมด.....

6) เครื่องจักรกลที่ใช้ในการเทกลางแจ้ง

ลำดับที่	ประเภทเครื่องจักรกล	ขนาด/แรง	ปีที่จัดซื้อ	ราคาที่จัดซื้อ (บาท)

4.3 กำจัดโดยการฝังกลบ

1) สถานที่ตั้งของพื้นที่ฝังกลบ เลขที่.....หมู่.....ตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....

2) ปีที่เริ่มใช้งาน.....

3) อายุการใช้งานพื้นที่ที่ออกแบบไว้.....ปี

4) จำนวนพื้นที่ฝังกลบทั้งหมด.....ไร่

5) จำนวนพื้นที่ฝังกลบที่ดำเนินฝังกลบแล้ว.....ไร่

6) ร้อยละของมูลฝอยที่กำจัดโดยการฝังกลบเมื่อเทียบกับมูลฝอยที่เก็บขนได้ทั้งหมด

7) ระบบกันซึมที่ใช้ในหลุมฝังกลบ

☐ ไม่มี ☐ ดินเหนียว ☐ แผ่นพลาสติก ☐ แผ่นพลาสติกและดินเหนียว

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)

8) การรวบรวมน้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบ

☐ ไม่มีการรวบรวม ☐ ใช้ท่อ PVC ☐ ร่องดินธรรมชาติ

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)

9) การบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่รวบรวมไว้

☐ ไม่มีการบำบัด ☐ ใช้บ่อฝัง ☐ ใช้บ่อเติมอากาศ ☐ ใช้ระบบตะกอนเร่ง

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)

10) พารามิเตอร์ในการติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน

☐ ไม่มีการติดตามตรวจสอบ

☐ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ☐ ซีโอดี (COD)

☐ ความกระด้าง (Hardness) ☐ โลหะหนัก (Heavy Metal)

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)

11) ความถี่ในการตรวจสอบ.....ครั้ง/ปี โปรดแนบผลการวิเคราะห์

12) การระบายก๊าซจากหลุมฝังกลบ

☐ ไม่มีระบบระบายก๊าซ ☐ มีระบบระบายก๊าซ

13) เครื่องจักรกลที่ใช้ในการฝังกลบ

ลำดับที่	ประเภทเครื่องจักรกล	ขนาด/แรง	ปีที่จัดซื้อ	ราคาที่จัดซื้อ (บาท)

4.4 กำจัดโดยการเผา

- 1) สถานที่ตั้ง เลขที่ หมู่ ตำบล.....
อำเภอ..... จังหวัด.....
- 2) ขนาดของเตาเผามูลฝอยตัน/วัน
- 3) ปีที่ใช้งาน.....ราคาค่าก่อสร้าง.....ล้านบาท
- 4) ร้อยละของมูลฝอยที่กำจัดโดยการเผาเมื่อเทียบกับมูลฝอยที่เก็บขนได้ทั้งหมด.....
- 5) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ.....บาท/ตัน
- 6) การคัดแยกมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ก่อนนำเข้าเตาเผา
☐ ไม่มีการคัดแยก ☐ มี ปริมาณมูลฝอยที่คัดแยกได้ตัน/วัน
- 7) ระบบควบคุมมลพิษทางอากาศของเตาเผา
☐ ไม่มี
☐ มี โปรดระบุ.....
- 9) การตรวจสอบคุณภาพอากาศของเตาเผามูลฝอย
☐ ไม่มีการตรวจสอบ ☐ มีการตรวจสอบ ด้วยความถี่.....ครั้ง/ปี
 โปรดระบุพารามิเตอร์ที่ตรวจสอบ.....

4.5 กำจัดโดยการทำปุ๋ยหมัก

- 1) ปริมาณมูลฝอยที่นำไปทำปุ๋ยหมักตัน/วัน
- 2) ร้อยละของมูลฝอยที่ทำปุ๋ยหมักเมื่อเทียบกับมูลฝอยที่เก็บขนได้ทั้งหมด.....
- 3) การนำปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์
☐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นใช้เอง เช่น ใช้กับสวนสาธารณะ
☐ จำหน่าย และแหล่งจำหน่าย ได้แก่.....
 ราคาที่จำหน่าย..... บาท/กิโลกรัม

4.8.2 การฝังกลบ

[illegible]

4.8.3 การใช้เตาเผา

[illegible]

4.8.4 การทำปุ๋ยหมัก

[illegible]

4.9 การรับกำจัดมูลฝอยจากที่อื่นๆ เช่น ชุมชนนอกเขตพื้นที่การปกครอง หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่น

ปี พ.ศ.	ชื่อชุมชนอพท.	ปริมาณมูลฝอย/ปี (กก.)	ราคาที่เก็บ (บาท/ปี)
2546			
2545			
2544			

4.10 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการกำจัดมูลฝอย

.....

.....

.....

.....

.....

5.การลดปริมาณมูลฝอยในครัวเรือนและชุมชนและการมีส่วนร่วมของประชาชน

(ข้อมูลปีล่าสุด)

5.1 การลดปริมาณมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ มีการคัดแยกขยะรีไซเคิลโดยเจ้าหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในขั้นตอนการเก็บรวบรวม
- ☐ มีการคัดแยกขยะรีไซเคิลในขั้นตอนการเก็บรวบรวม และผู้ดำเนินการคือ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ☐ เจ้าหน้าที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
ปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้ประมาณ.....กก./เดือน
- ☐ เอกชน โดยให้ผลตอบแทนแก่ท้องถิ่น เช่น ได้รับสัมปทาน ในอัตรา.....บาท/เดือน
ปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้ประมาณ.....กก./เดือน
- ☐ ประชาชนที่ไม่ได้มีผลตอบแทน
ปริมาณมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้ประมาณ.....กก./เดือน

5.2 การรับซื้อวัสดุรีไซเคิลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

- ☐ ไม่มี
- ☐ มี ปริมาณวัสดุรีไซเคิลที่รวบรวมได้.....กิโลกรัม/เดือน
ค่าใช้จ่ายในการรับซื้อ.....บาท/เดือน
และรายได้จากการขาย.....บาท/เดือน

5.3 จำนวนร้านรับซื้อของเก่าในเขตองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีแห่ง

ลำดับ	ชื่อร้านรับซื้อของเก่า	ที่อยู่	สถานที่นำไปขายต่อ (จังหวัด)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

5.4 การดำเนินการลดปริมาณผลผลิตขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ปี พ.ศ.	กิจกรรม	กลุ่มเป้าหมาย	หน่วยงานที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ	งบประมาณที่ใช้ (บาท/ปี)	ปริมาณผลผลิตที่เก็บรวบรวมได้จากกิจกรรม (กก./ปี)	จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม	ปัญหาอุปสรรค
2546	1.						
	2.						
	3.						
2545	1.						
	2.						
	3.						
2544	1.						
	2.						
	3.						

หมายเหตุ : กิจกรรมการลดผลผลิต เช่น ธนาคารขยะ ขยะแลกไข่ ผ้าป่าขยะรีไซเคิล ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยน้ำชีวภาพ เป็นต้น

6. การจัดสรรงบประมาณด้านการบริหารจัดการมูลฝอย

ปี พ.ศ.	รายรับ (บาท/ปี)						
	งบประมาณทั้งหมด	ที่ได้รับจัดสรรในการจัดการมูลฝอย			งบอุดหนุนจากภายนอก	อื่นๆ	รวม
		การเก็บขน	การกำจัด	การรณรงค์ลดมูลฝอย			
2546							
2545							
2544							

ขอขอบคุณที่เสียสละเวลาในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์

ภาคผนวก ค

สมการของแบบจำลอง (Model equations)

- ประกอบด้วย
1. สมการของแบบจำลองภายใต้นโยบายปัจจุบัน
(Base run model equations)
 2. สมการของแบบจำลองเมื่อมีการวิเคราะห์นโยบาย
(Policy equations)

สมการของแบบจำลอง (Model equations)

1. สมการของแบบจำลองภายใต้นโยบายปัจจุบัน (Base run model equations)

Amount of recycling by community = INTEG (Recycling rate, 1116.71)

Units: Tons

Amount of recycling during collection = INTEG (Recycling rate during collection, 90)

Units: Tons

Amount of collected and transported waste = INTEG (-Recycling rate during collection + Collection and transportation rate - Disposal rate, 13872.75)

Units: Tons

Cost for SWM of municipality = INTEG (Increasing rate, 10280000)

Units: Baht

Generated waste = INTEG (-Recycling rate + Generation rate - Collection and transportation rate - Composting, 14989.46)

Units: Tons

Income per capita = INTEG (Annual income growth, 40245.41)

Units: Baht/person

Population = INTEG (Population growth, 37521)

Units: Persons

Amount of waste in landfill = INTEG (Disposal rate, 13782.75)

Units: Tons

Annual income growth = Income per capita* Fraction of generation rate

Units: Baht/person/year

Collection and transportation rate = Generated waste* Fraction of collection and transportation

Units: Tons/year

Composting = (Cost for activity for reducing waste/ Unit cost for composting)* Fraction of composting

Units: Tons/year

Disposal rate = Amount of collected and transported waste* Fraction of disposal

Units: Tons/year

Generation rate = Population* Waste generation per capita* Fraction of generation rate

Units: Tons/year

Increasing rate = Cost for SWM of municipality* Fraction of increasing

Units: Baht/year

Population growth = Population* Fraction of population growth

Units: Persons/year

Recycling rate = (Cost for activity for reducing waste1/ Unit cost for recycling)* Fraction of recycling

Units: Tons/year

Recycling rate during collection = Amount of collected and transported waste* Fraction of recycling
during collection

Units: Tons/person

Cost for activity for reducing waste = Cost for solid waste management* Fraction of cost for activity for
reducing waste

Units: Baht/year

Cost for activity for reducing waste 1 = Cost for activity for reducing waste* Fraction of cost for activity
for reducing waste1

Units: Baht/year

Cost for activity for reducing waste 2 = Cost for activity for reducing waste* Fraction of cost for activity
for reducing waste2

Units: Baht/year

Cost for collection and transportation = Cost for solid waste management* Fraction of cost for collection
and transportation

Units: Baht/year

Cost for disposal = Cost for solid waste management*Fraction of cost for disposal

Units: Baht/year

Cost for solid waste management = Cost for SWM of municipality + Another budget dealing SWM

Units: Baht

Total amount of recycling = Amount of recycling by community + Amount of recycling during collection

Units: Tons

Waste generation per capita = Income per capita* Normal waste generation per income

Units: Tons/person

Another budget dealing SWM = 0

Units: Baht

Fraction of collection and transportation = 0.0089

Units: Percent/year

Fraction of composting = 0

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste = 0.02

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 1 = 1

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 2 = 0

Units: Percent/year

Fraction of cost for collection and transportation = 0.765

Units: Percent/year

Fraction of cost for disposal = 0.215

Units: Percent/year

Fraction of disposal = 0.004

Units: Percent/year

Fraction of generation rate = 0.023

Units: Percent/year

Fraction of income growth rate = 0.063

Units: Percent/year

Fraction of increasing = 0.07

Units: Percent/year

Fraction of population growth = 0.013

Units: Percent/year

Fraction of recycling = 0.15

Units: Percent/year

Fraction of recycling during collection = 0.0013

Units: Percent/year

Normal waste generation per income = 0.000009926

Units: Tons/baht

Unit cost for composting = 223.87

Units: Baht/ton

Unit cost for recycling = 223.87

Units: Baht/ton

2. สมการของแบบจำลองเมื่อมีการวิเคราะห์นโยบาย (Policy equations)

นโยบาย 1 การสนับสนุนการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% แต่ไม่มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

Fraction of recycling = 0.1056

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste = 0.04

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 1 = 1

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 2 = 0

Units: Percent/year

Fraction of cost for collection and transportation = 0.755

Units: Percent/year

Fraction of cost for disposal = 0.205

Units: Percent/year

นโยบาย 2 การสนับสนุนการเพิ่มการใช้เคลจจากเดิม 10% แต่ไม่มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

Fraction of recycling = 0.088

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste = 0.05

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 1 = 1

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 2 = 0

Units: Percent/year

Fraction of cost for collection and transportation = 0.75

Units: Percent/year

Fraction of cost for disposal = 0.20

Units: Percent/year

นโยบาย 3 การสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด และมีการรีไซเคิลคงที่ตามนโยบายปัจจุบัน

Fraction of cost for activity for reducing waste = 0.053

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 1 = 0.59

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 2 = 0.41

Units: Percent/year

Fraction of cost for collection and transportation = 0.7485

Units: Percent/year

Fraction of cost for disposal = 0.1985

Units: Percent/year

นโยบาย 4 การสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด และมีการรีไซเคิลคงที่ตามนโยบายปัจจุบัน

Fraction of cost for activity for reducing waste = 0.063

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 1 = 0.49

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 2 = 0.51

Units: Percent/year

Fraction of cost for collection and transportation = 0.7435

Units: Percent/year

Fraction of cost for disposal = 0.1935

Units: Percent/year

นโยบาย 5 การผสมผสานระหว่างการสนับสนุนการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% ร่วมกับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด

Fraction of recycling = 0.1056

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste = 0.06

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 1 = 0.65

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 2 = 0.35

Units: Percent/year

Fraction of cost for collection and transportation = 0.745

Units: Percent/year

Fraction of cost for disposal = 0.195

Units: Percent/year

นโยบาย 6 การผสมผสานระหว่างการสนับสนุนการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% ร่วมกับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

Fraction of recycling = 0.1056

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste = 0.07

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 1 = 0.55

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 2 = 0.45

Units: Percent/year

Fraction of cost for collection and transportation = 0.74

Units: Percent/year

Fraction of cost for disposal = 0.19

Units: Percent/year

นโยบาย 7 การผสมผสานระหว่างการสนับสนุนการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% ร่วมกับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 10% ของมูลฝอยทั้งหมด

Fraction of recycling = 0.088

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste = 0.072

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 1 = 0.70

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 2 = 0.30

Units: Percent/year

Fraction of cost for collection and transportation = 0.739

Units: Percent/year

Fraction of cost for disposal = 0.189

Units: Percent/year

นโยบาย 8 การผสมผสานระหว่างการสนับสนุนการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% ร่วมกับการสนับสนุนการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

Fraction of recycling = 0.088

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste = 0.082

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 1 = 0.607

Units: Percent/year

Fraction of cost for activity for reducing waste 2 = 0.393

Units: Percent/year

Fraction of cost for collection and transportation = 0.734

Units: Percent/year

Fraction of cost for disposal = 0.184

Units: Percent/year

ภาคผนวก ง

ค่าของข้อมูลย้อนหลัง 5 ปีของตัวแปรหรือปัจจัย
ที่ใช้เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปใช้ในแบบจำลอง

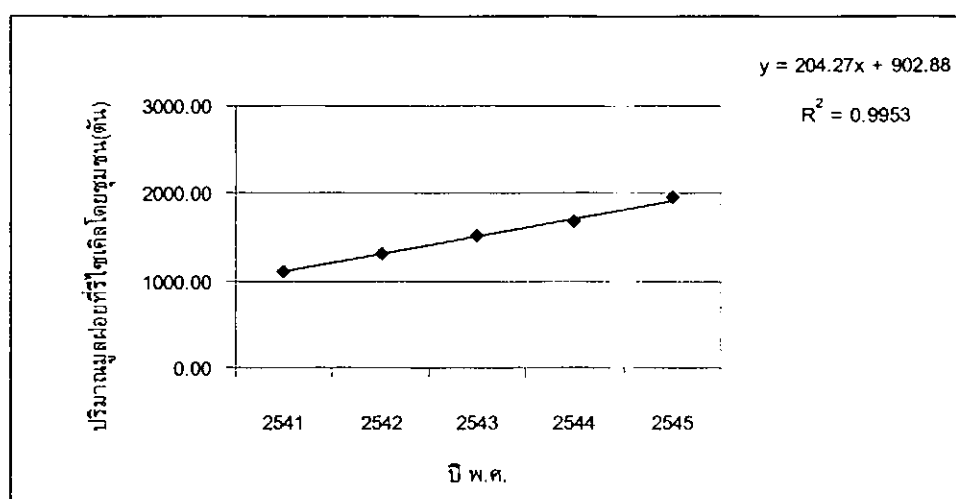
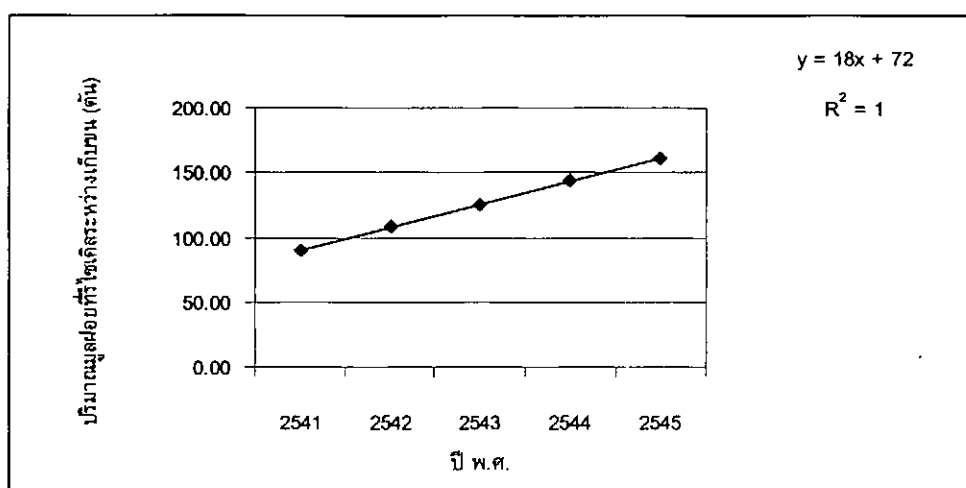
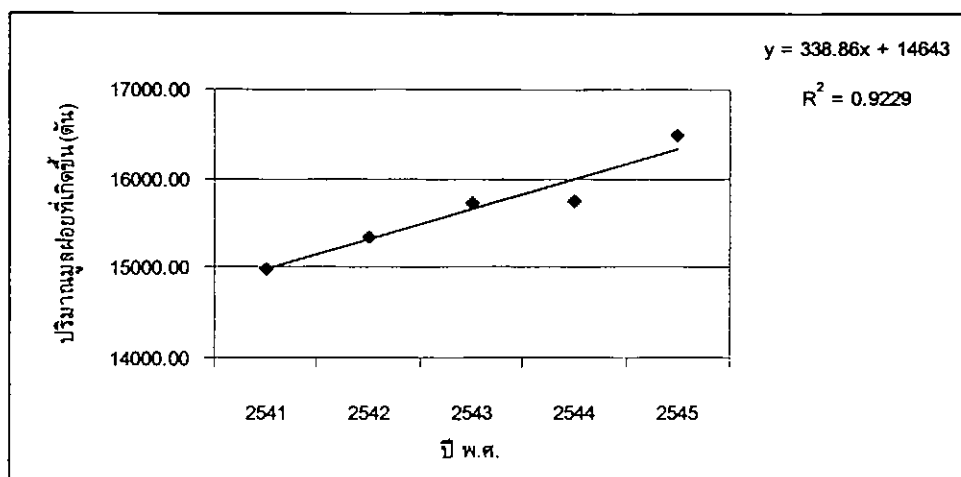
กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงและค่า R^2 ของข้อมูล

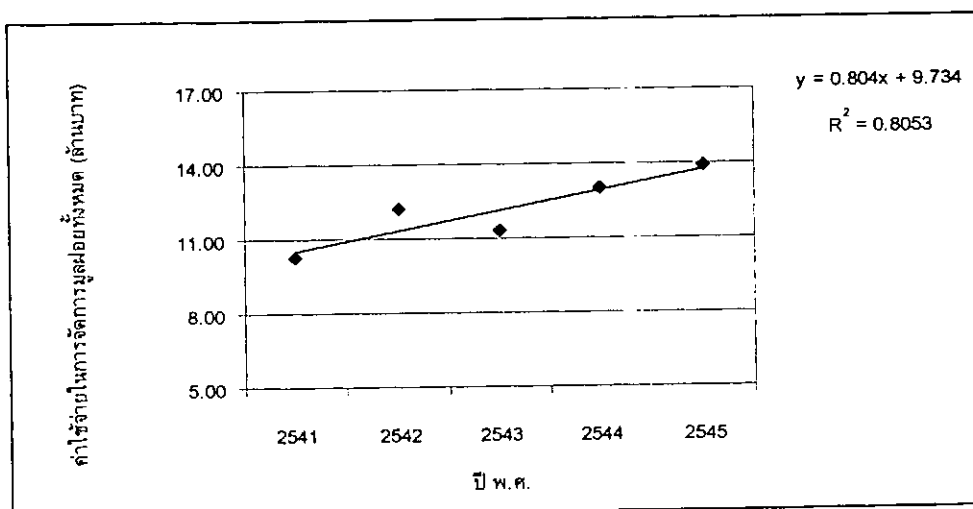
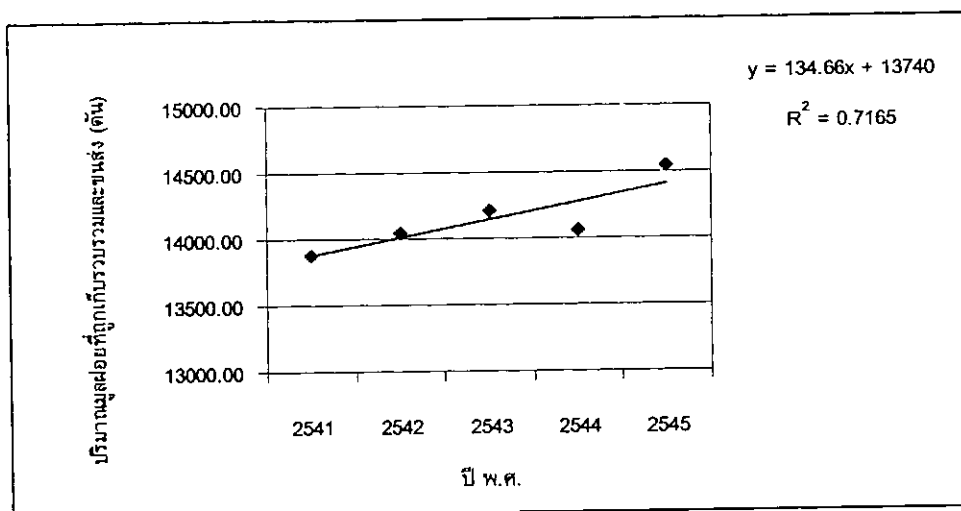
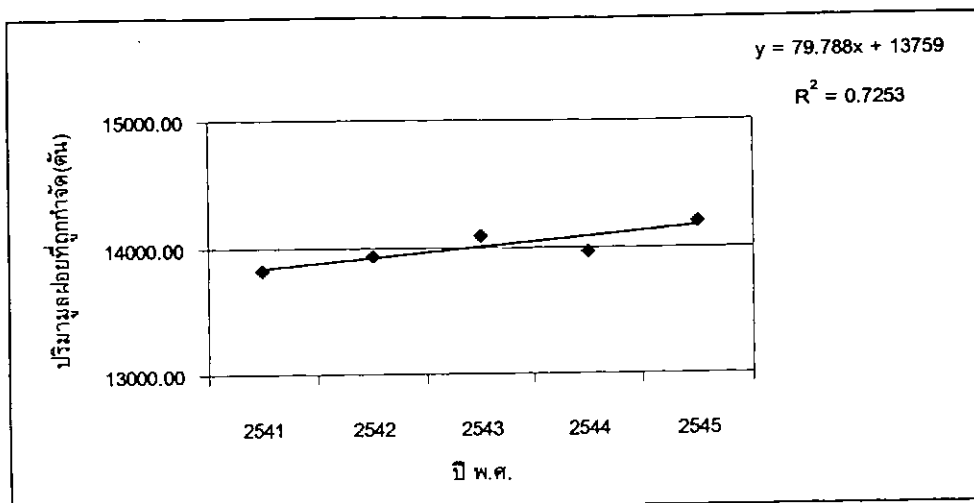
ตาราง 8 ค่าของข้อมูลย้อนหลัง 5 ปีของตัวแปรที่ใช้เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปใช้ในแบบจำลอง

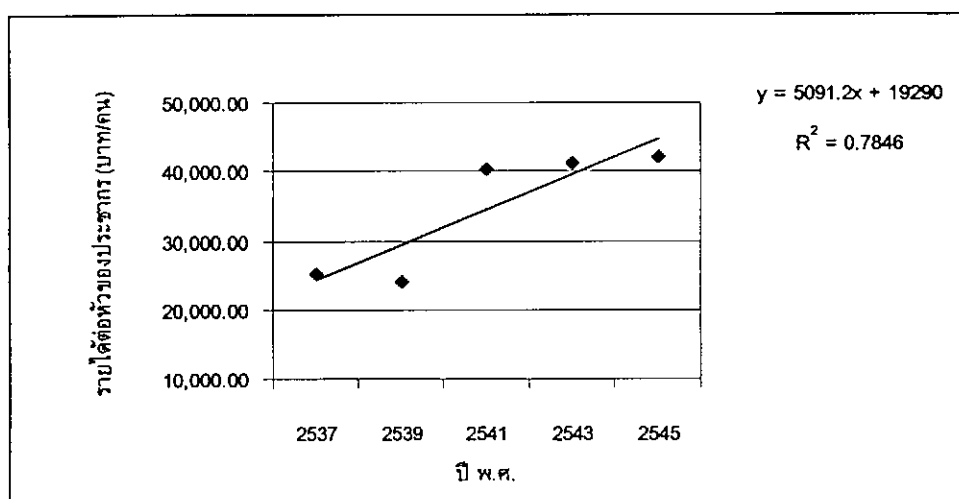
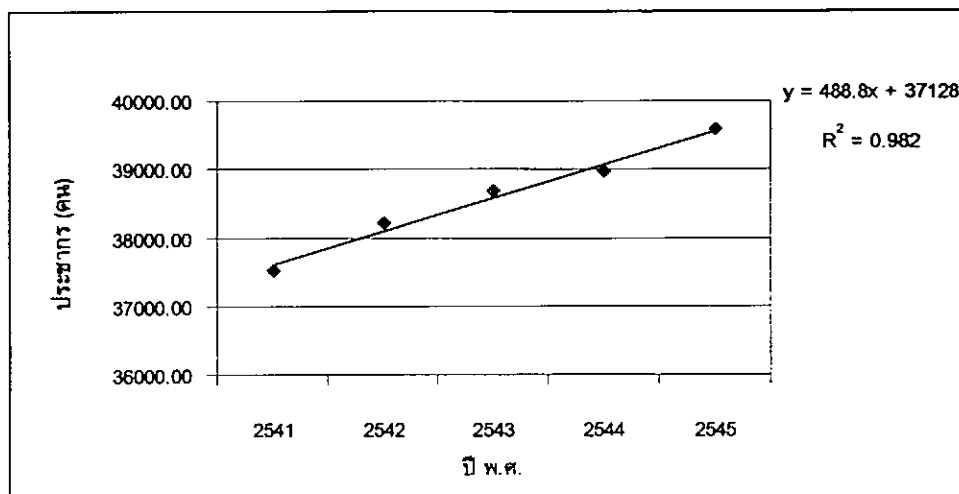
ตัวแปร	ค่าของตัวแปร				
	2541	2542	2543	2544	2545
จำนวนประชากร (คน)	37,521	38,210	38,690	38,964	39,588
รายได้ของประชากรต่อหัว* (บาท/คน)	25,196.84	24,090.81	40,245.41	41,175.84	42,110.27
ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น (ตัน)	14,989.46	15,351.10	15,726.13	15,739.02	16,489.79
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไป รีไซเคิลโดยชุมชน (ตัน)	1,116.71	1,310.98	1,514.43	1,685.65	1,950.74
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวม และขนส่ง (ตัน)	13,872.75	14,040.12	14,211.70	14,054.15	14,539.05
ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลที่ถูกแยก ระหว่างการเก็บขน (ตัน)	90.00	108.00	126.00	144.00	162.00
ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด (ตัน)	13,782.75	13,932.12	14,085.70	13,910.15	14,377.05
ค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการ มูลฝอยทั้งหมด (บาท)	10,280,000	12,220,000	11,310,000	13,020,000	13,900,000

* ข้อมูลปี พ.ศ. 2537, พ.ศ. 2539, พ.ศ. 2541, พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2545 ตามลำดับ

กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงและค่า R^2 ของข้อมูล







ภาคผนวก จ

ค่าของปริมาณมูลฝอยและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจัดการที่ได้จากแบบจำลอง
เมื่อมีการวิเคราะห์นโยบายแบบต่าง ๆ เทียบกับนโยบายปัจจุบัน

นโยบายการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม แต่ไม่มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

ตาราง 9 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลโดยชุมชน และปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลโดยรวม ภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด เป็น 18.34% และ 23.34%)

ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิล (ตัน)									
	รีไซเคิลโดยชุมชน					รีไซเคิลจากพนักงานเก็บขน				
	14.53%	18.34%	23.34%	14.53%	18.34%	23.34%	14.53%	18.34%	23.34%	รีไซเคิลรวม
	ของมูลฝอยทั้งหมด	(เพิ่มจากเดิม 5%)	(เพิ่มจากเดิม 10%)	ของมูลฝอยทั้งหมด	(เพิ่มจากเดิม 5%)	(เพิ่มจากเดิม 10%)	ของมูลฝอยทั้งหมด	(เพิ่มจากเดิม 5%)	(เพิ่มจากเดิม 10%)	
2541	1,116.71	1,116.71	1,116.71	90.00	90.00	90.00	1,206.71	1,206.71	1,206.71	1,206.71
2542	1,254.47	1,254.47	1,254.47	108.03	108.03	108.03	1,362.50	1,362.50	1,362.50	1,362.50
2543	1,401.87	1,401.87	1,401.87	126.15	126.15	126.15	1,528.02	1,528.02	1,528.02	1,528.02
2544	1,559.59	1,559.59	1,559.59	144.34	144.34	144.34	1,703.93	1,703.93	1,703.93	1,703.93
2545	1,728.35	1,728.35	1,728.35	162.61	162.61	162.61	1,890.96	1,890.96	1,890.96	1,890.96
2546	1,908.92	1,908.92	1,908.92	180.96	180.96	180.96	2,089.88	2,089.88	2,089.88	2,089.88
2547	2,102.14	2,102.14	2,102.14	199.38	199.38	199.38	2,301.52	2,301.52	2,301.52	2,301.52
2548*	2,308.88	2,914.32	3,708.85	217.89	217.89	217.89	2,526.77	3,132.22	3,926.75	3,926.75
2549	2,530.09	3,225.78	4,033.29	236.49	234.77	233.74	2,766.58	3,460.55	4,267.03	4,267.03
2550	2,766.78	3,559.05	4,380.44	255.18	251.73	249.68	3,021.96	3,810.78	4,630.12	4,630.12
2551	3,020.04	3,915.64	4,751.90	273.95	268.80	265.71	3,293.99	4,184.44	5,017.61	5,017.61
2552	3,291.04	4,297.20	5,149.35	292.80	285.95	281.85	3,583.84	4,583.15	5,431.20	5,431.20
2553	3,581.00	4,705.47	5,524.28	311.75	303.20	0	3,892.75	5,008.67	5,524.28	5,524.28
2554	3,891.26	5,142.31	5,643.84	330.79	320.55	0	4,222.05	5,462.86	5,643.84	5,643.84
2555	4,223.23	5,609.73	5,776.23	349.94	166.50	0	4,573.17	5,776.23	5,776.23	5,776.23
2556	4,578.45	5,922.07	5,922.07	369.19	0	0	4,947.64	5,922.07	5,922.07	5,922.07
2557	4,958.53	6,082.54	6,082.54	388.54	0	0	5,347.07	6,082.54	6,082.54	6,082.54

* เริ่มวิเคราะห์นโยบาย ปี พ.ศ. 2548

ตาราง 10 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการรีไซเคิลภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด เป็น 18.34% และ 23.34%)

ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง(ตัน)		
	เมื่อมีการรีไซเคิล 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด (ปัจจุบัน)	เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% (18.34% ของมูลฝอยทั้งหมด)	เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% (23.34% ของมูลฝอยทั้งหมด)
2541	13,872.75	13,872.75	13,872.75
2542	13,932.63	13,932.63	13,932.63
2543	13,992.85	13,992.85	13,992.85
2544	14,053.55	14,053.55	14,053.55
2545	14,114.88	14,114.88	14,114.88
2546	14,177.00	14,177.00	14,177.00
2547	14,240.10	14,240.10	14,240.10
2548*	14,304.35	12,976.19	12,181.66
2549	14,369.96	13,048.84	12,258.52
2550	14,437.15	13,122.23	12,335.98
2551	14,506.15	13,196.54	12,414.22
2552	14,577.20	13,271.97	12,493.43
2553	14,650.58	13,348.75	12,573.83
2554	14,726.58	13,427.10	12,655.64
2555	14,805.50	13,507.28	12,739.10
2556	14,887.68	13,589.56	12,824.47
2557	14,973.48	13,674.23	12,912.04

* เริ่มวิเคราะห์นโยบาย ปี พ.ศ. 2548

ตาราง 11 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด เมื่อมีการรีไซเคิลภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด เป็น 18.34% และ 23.34%)

ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด (ตัน)		
	เมื่อมีการรีไซเคิล 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด (ปัจจุบัน)	เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% (18.34% ของมูลฝอยทั้งหมด)	เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% (23.34% ของมูลฝอยทั้งหมด)
2541	13,782.75	13,782.75	13,782.75
2542	13,838.24	13,838.24	13,838.24
2543	13,893.97	13,893.97	13,893.97
2544	13,949.94	13,949.94	13,949.94
2545	14,006.16	14,006.16	14,006.16
2546	14,062.62	14,062.62	14,062.62
2547	14,119.32	14,119.32	14,119.32
2548*	14,176.29	12,758.30	11,963.76
2549	14,233.50	12,810.20	12,012.49
2550	14,290.98	12,862.40	12,061.52
2551	14,348.73	12,914.89	12,110.86
2552	14,406.76	12,967.68	12,160.52
2553	14,465.06	13,020.76	12,210.50
2554	14,523.67	13,074.16	12,260.79
2555	14,582.57	13,127.87	12,311.41
2556	14,641.79	13,181.90	12,362.37
2557	14,701.35	13,236.25	12,413.67

* เริ่มวิเคราะห์นโยบาย ปี พ.ศ. 2548

ตาราง 12 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย เมื่อมีการรีไซเคิลภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด เป็น 18.34% และ 23.34%)

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย (บาท)		
	เมื่อมีการรีไซเคิล 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด (ปัจจุบัน)	เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% (18.34% ของมูลฝอยทั้งหมด)	เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% (23.34% ของมูลฝอยทั้งหมด)
2541	7,864,200	7,864,200	7,864,200
2542	8,414,694	8,414,694	8,414,694
2543	9,003,772	9,003,772	9,003,772
2544	9,633,983	9,633,983	9,633,983
2545	10,308,362	10,308,362	10,308,362
2546	11,029,947	11,029,947	11,029,947
2547	11,802,044	11,802,044	11,802,044
2548*	12,628,187	12,463,112	12,380,575
2549	13,512,160	13,335,530	13,247,215
2550	14,458,010	14,269,017	14,174,520
2551	15,470,072	15,267,848	15,166,736.
2552	16,552,977	16,336,597	16,228,408
2553	17,711,685	17,480,159	17,364,397
2554	18,951,503	18,703,771	18,579,904
2555	20,278,108	20,013,034	19,880,498
2556	21,697,576	21,413,947	21,272,133
2557	23,216,406	22,912,923	22,761,182

* เริ่มวิเคราะห์นโยบาย ปี พ.ศ. 2548

ตาราง 13 ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย เมื่อมีการรีไซเคิลภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% และ 10% (จาก 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด เป็น 18.34% และ 23.34%)

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย (บาท)		
	เมื่อมีการรีไซเคิล 14.53% ของมูลฝอยทั้งหมด (ปัจจุบัน)	เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 5% (18.34% ของมูลฝอยทั้งหมด)	เมื่อเพิ่มการรีไซเคิลจากเดิม 10% (23.34% ของมูลฝอยทั้งหมด)
2541	2,210,200	2,210,200	2,210,200
2542	2,364,914	2,364,914	2,364,914
2543	2,530,458	2,530,458	2,530,458
2544	2,707,590	2,707,590	2,707,590
2545	2,897,121	2,897,121	2,897,121
2546	3,099,919	3,099,919	3,099,919
2547	3,316,914	3,316,914	3,316,914
2548*	3,549,098	3,384,024	3,301,486
2549	3,797,535	3,620,905	3,532,590
2550	4,063,362	3,874,368	3,779,872
2551	4,347,797	4,145,574	4,044,463
2552	4,652,143	4,435,765	4,327,575
2553	4,977,793	4,746,268	4,630,505
2554	5,326,239	5,078,507	4,954,641
2555	5,699,046	5,434,002	5,301,466
2556	6,098,011	5,814,383	5,672,568
2557	6,524,872	6,221,389	6,069,648

* เริ่มวิเคราะห์นโยบาย ปี พ.ศ. 2548

นโยบายการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ แต่มีการรีไซเคิลคงที่ตามนโยบายปัจจุบัน

ตาราง 14 ปริมาณการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

ปี พ.ศ.	ปริมาณการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ (ตัน)		
	ไม่มีการทำปุ๋ยหมัก	10% ของมูลฝอยทั้งหมด	15% ของมูลฝอยทั้งหมด
2548	0	1,602.30	2,369.16
2549	0	1,714.46	2,535.00
2550	0	1,834.47	2,712.45
2551	0	1,962.88	2,902.32
2552	0	2,100.29	3,105.49
2553	0	2,247.31	3,322.87
2554	0	2,404.62	3,555.47
2555	0	2,572.94	3,804.35
2556	0	2,753.05	4,070.66
2557	0	2,945.76	4,355.60

ตาราง 15 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมัก) และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง (ตัน)		
	เมื่อไม่มีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์	เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% ของมูลฝอยทั้งหมด	เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 15% ของมูลฝอยทั้งหมด
2548	14,304.35	11,992.58	11,198.05
2549	14,369.96	12,070.44	11,280.13
2550	14,437.15	12,134.45	11,341.53
2551	14,506.15	12,183.97	11,381.27
2552	14,577.20	12,218.34	11,398.26
2553	14,650.58	12,236.84	11,415.36
2554	14,726.58	12,238.69	11,432.31
2555	14,805.50	12,240.08	11,499.81
2556	14,887.68	12,242.13	11,466.42
2557	14,973.48	12,244.88	11,483.64

ตาราง 16 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมัก) และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด (ตัน)		
	เมื่อไม่มีการทำปุ๋ยหมัก จากมูลฝอยอินทรีย์	เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% ของมูลฝอยทั้งหมด	เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 15% ของมูลฝอยทั้งหมด
2548	14,176.29	11,774.68	11,415.95
2549	14,233.50	11,822.65	11,460.74
2550	14,290.98	11,870.93	11,505.86
2551	14,348.73	11,919.47	11,551.23
2552	14,406.76	11,968.21	11,596.75
2553	14,465.06	12,017.08	11,642.35
2554	14,523.67	12,066.03	11,687.91
2555	14,582.57	12,114.98	11,733.35
2556	14,641.79	12,163.87	11,778.55
2557	14,701.35	12,212.63	11,823.41

ตาราง 17 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มีการทำปุ๋ยหมัก) และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย (บาท)		
	เมื่อไม่มีการทำปุ๋ยหมัก จากมูลฝอยอินทรีย์	เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% ของมูลฝอยทั้งหมด	เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 15% ของมูลฝอยทั้งหมด
2548	12,628,187	12,355,814	12,273,276
2549	13,512,160	13,220,721	13,132,406
2550	14,458,010	14,146,171	14,051,675
2551	15,470,072	15,136,403	15,035,292
2552	16,552,977	16,195,952	16,087,762
2553	17,711,685	17,329,668	17,213,906
2554	18,951,503	18,542,745	18,418,879
2555	20,278,108	19,840,737	19,708,200
2556	21,697,576	21,229,588	21,087,775
2557	23,216,406	22,715,660	22,563,918

ตาราง 18 ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย เมื่อมีการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ภายใต้นโยบายปัจจุบัน (ยังไม่มี การทำปุ๋ยหมัก) และเมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% และ 15% ของมูลฝอยทั้งหมด

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย(บาท)		
	เมื่อไม่มีการทำปุ๋ยหมัก จากมูลฝอยอินทรีย์	เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 10% ของมูลฝอยทั้งหมด	เมื่อมีการทำปุ๋ยหมัก 15% ของมูลฝอยทั้งหมด
2548	3,549,098	3,276,725	3,194,188
2549	3,797,535	3,506,096	3,417,781
2550	4,063,362	3,751,523	3,657,026
2551	4,347,797	4,014,130	3,913,018
2552	4,652,143	4,295,119	4,186,929
2553	4,977,793	4,595,777	4,480,014
2554	5,326,239	4,917,481	4,793,615
2555	5,699,046	5,261,705	5,129,168
2556	6,098,011	5,630,025	5,488,210
2557	6,524,872	6,024,126	5,872,385

หมายเหตุ เริ่มการวิเคราะห์นโยบายการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ในปี 2548 ปี 2541-2547 ยังไม่มีการทำ ปุ๋ยหมัก

นโยบายการผสมผสานการรีไซเคิล ร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

ตาราง 19 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลรวมกับปริมาณการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์ ภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกนำไปรีไซเคิลรวมกับปริมาณการทำปุ๋ยหมัก (ตัน)				
	รีไซเคิลคงที่ และไม่มีกร ทำปุ๋ยหมัก (นโยบายปัจจุบัน)	รีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	รีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%	รีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	รีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%
2541	1,206.71	1,206.71	1,206.71	1,206.71	1,206.71
2542	1,362.50	1,362.50	1,362.50	1,362.50	1,362.50
2543	1,528.02	1,528.02	1,528.02	1,528.02	1,528.02
2544	1,703.93	1,703.93	1,703.93	1,703.93	1,703.93
2545	1,890.96	1,890.96	1,890.96	1,890.96	1,890.96
2546	2,089.88	2,089.88	2,089.88	2,089.88	2,089.88
2547	2,301.52	2,301.52	2,301.52	2,301.52	2,301.52
2548*	2,526.77	4,680.69	5,454.93	5,519.46	6,302.99
2549	2,766.58	5,107.55	5,931.07	5,971.76	6,805.04
2550	3,021.96	5,563.37	6,439.69	6,454.87	7,341.46
2551	3,293.99	6,050.14	6,983.02	6,970.91	7,914.61
2552	3,583.84	6,570.00	7,563.48	7,522.17	8,527.04
2553	3,892.75	7,125.25	8,183.61	7,758.14	8,856.80
2554	4,222.05	7,718.35	8,846.17	8,034.07	9,209.09
2555	4,573.17	8,262.74	9,505.76	8,333.78	9,591.72
2556	4,947.64	8,582.63	9,822.91	8,658.65	10,004.82
2557	5,347.07	8,929.34	10,352.74	9,010.68	10,450.62

* เริ่มวิเคราะห์นโยบาย ปี พ.ศ. 2548

ตาราง 20 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่งภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกเก็บรวบรวมและขนส่ง (ตัน)				
	เมื่อรีไซเคิลกองที่ และไม่มีกร ทำปุ๋ยหมัก (นโยบายปัจจุบัน)	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%
2541	13,872.75	13,872.75	13,872.75	13,872.75	13,872.75
2542	13,932.63	13,932.63	13,932.63	13,932.63	13,932.63
2543	13,992.85	13,992.85	13,992.85	13,992.85	13,992.85
2544	14,053.55	14,053.55	14,053.55	14,053.55	14,053.55
2545	14,114.88	14,114.88	14,114.88	14,114.88	14,114.88
2546	14,177.00	14,177.00	14,177.00	14,177.00	14,177.00
2547	14,240.10	14,240.10	14,240.10	14,240.10	14,240.10
2548*	14,304.35	11,380.76	10,592.61	10,592.61	9,798.08
2549	14,369.96	11,461.87	10,677.89	10,677.89	9,887.58
2550	14,437.15	11,529.95	10,743.28	10,749.53	9,956.47
2551	14,506.15	11,584.44	10,787.80	10,806.92	10,003.75
2552	14,577.20	11,624.71	10,810.44	10,849.39	10,028.37
2553	14,650.58	11,650.10	10,833.01	10,892.25	10,051.17
2554	14,726.58	11,676.90	10,856.74	10,935.75	10,075.91
2555	14,805.50	11,702.34	10,879.42	10,978.07	10,099.30
2556	14,887.68	11,728.63	10,902.32	11,021.37	10,123.91
2557	14,973.48	11,754.87	10,925.45	11,064.72	10,147.23

* เริ่มวิเคราะห์นโยบาย ปี พ.ศ. 2548

ตาราง 21 ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัด (ตัน)				
	เมื่อรีไซเคิลคงที่ และไม่มีการ ทำปุ๋ยหมัก (นโยบายปัจจุบัน)	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%
2541	13,782.75	13,782.75	13,782.75	13,782.75	13,782.75
2542	13,838.24	13,838.24	13,838.24	13,838.24	13,838.24
2543	13,893.97	13,893.97	13,893.97	13,893.97	13,893.97
2544	13,949.94	13,949.94	13,949.94	13,949.94	13,949.94
2545	14,006.16	14,006.16	14,006.16	14,006.16	14,006.16
2546	14,062.62	14,062.62	14,062.62	14,062.62	14,062.62
2547	14,119.32	14,119.32	14,119.32	14,119.32	14,119.32
2548*	14,176.29	11,162.86	10,374.71	10,374.71	9,580.18
2549	14,233.50	11,208.38	10,417.08	10,417.08	9,619.37
2550	14,290.98	11,254.23	10,459.79	10,459.79	9,658.92
2551	14,348.73	11,300.35	10,502.77	10,502.79	9,698.75
2552	14,406.76	11,346.69	10,545.92	10,546.02	9,738.76
2553	14,465.06	11,393.19	10,589.16	10,589.42	9,778.88
2554	14,523.67	11,439.79	10,632.40	10,632.92	9,818.99
2555	14,582.57	11,486.43	10,675.54	10,676.47	9,859.01
2556	14,641.79	11,533.04	10,718.48	10,719.99	9,898.83
2557	14,701.35	11,579.56	10,761.12	10,763.41	9,938.33

* เริ่มวิเคราะห์นโยบาย ปี พ.ศ. 2548

ตาราง 22 ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอย (บาท)				
	เมื่อรีไซเคิลกองที่ และไม่มี การทำปุ๋ยหมัก (นโยบายปัจจุบัน)	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%
2541	7,864,200	7,864,200	7,864,200	7,864,200	7,864,200
2542	8,414,694	8,414,694	8,414,694	8,414,694	8,414,694
2543	9,003,772	9,003,772	9,003,772	9,003,772	9,003,772
2544	9,633,983	9,633,983	9,633,983	9,633,983	9,633,983
2545	10,308,362	10,308,362	10,308,362	10,308,362	10,308,362
2546	11,029,947	11,029,947	11,029,947	11,029,947	11,029,947
2547	11,802,044	11,802,044	11,802,044	11,802,044	11,802,044
2548*	12,628,187	12,298,038	12,215,500	12,198,993	12,116,456
2549	13,512,160	13,158,900	13,070,585	13,052,923	12,964,608
2550	14,458,011	14,080,024	13,985,526	13,966,627	13,872,130
2551	15,470,072	15,065,625	14,964,513	14,944,291	14,843,180
2552	16,552,977	16,120,219	16,012,029	15,990,392	15,882,202
2553	17,711,685	17,248,634	17,132,871	17,109,719	16,993,956
2554	18,951,503	18,456,038	18,332,172	18,307,400	18,183,534
2555	20,278,108	19,747,962	19,615,424	19,588,917	19,456,381
2556	21,697,576	21,130,319	20,988,504	20,960,142	20,818,328
2557	23,216,406	22,609,441	22,457,700	22,427,352	22,275,610

* เริ่มวิเคราะห์นโยบาย ปี พ.ศ. 2548

ตาราง 23 แสดงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการกำจัดมูลฝอยภายใต้นโยบายปัจจุบัน และเมื่อมีการผสมผสานนโยบายการรีไซเคิลร่วมกับการทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยอินทรีย์

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอย (บาท)				
	เมื่อรีไซเคิลกองที่ และไม่มี การทำปุ๋ยหมัก (นโยบายปัจจุบัน)	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 5% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 10%	เมื่อรีไซเคิลเพิ่ม จากเดิม 10% และ ทำปุ๋ยหมัก 15%
2541	2,210,200	2,210,200	2,210,200	2,210,200	2,210,200
2542	2,364,914	2,364,914	2,364,914	2,364,914	2,364,914
2543	2,530,458	2,530,458	2,530,458	2,530,458	2,530,458
2544	2,707,590	2,707,590	2,707,590	2,707,590	2,707,590
2545	2,897,121	2,897,121	2,897,121	2,897,121	2,897,121
2546	3,099,919	3,099,919	3,099,919	3,099,919	3,099,919
2547	3,316,914	3,316,914	3,316,914	3,316,914	3,316,914
2548*	3,549,098	3,218,950	3,136,412	3,119,905	3,037,368
2549	3,797,535	3,444,276	3,355,961	3,338,298	3,249,983
2550	4,063,362	3,685,375	3,590,878	3,571,979	3,477,482
2551	4,347,798	3,943,352	3,842,240	3,822,017	3,720,906
2552	4,652,144	4,219,386	4,111,196	4,089,559	3,981,370
2553	4,977,794	4,514,743	4,398,980	4,375,828	4,260,065
2554	5,326,239	4,830,775	4,706,909	4,682,136	4,558,270
2555	5,699,076	5,168,930	5,036,392	5,009,885	4,877,348
2556	6,098,011	5,530,755	5,388,940	5,360,577	5,218,763
2557	6,524,872	5,917,907	5,766,166	5,735,818	5,584,077

*หมายเหตุ เริ่มมีการวิเคราะห์นโยบายในปี พ.ศ. 2548

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวชมพูนุท สงกลาง
วันเดือนปีเกิด	5 กันยายน 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 338 หมู่ 2 ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2534	จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนชนโยแซฟสกลนคร
พ.ศ. 2540	จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2544	วท.บ. (เคมี) จากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2546	ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
พ.ศ. 2548	วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ