

บทที่ 3

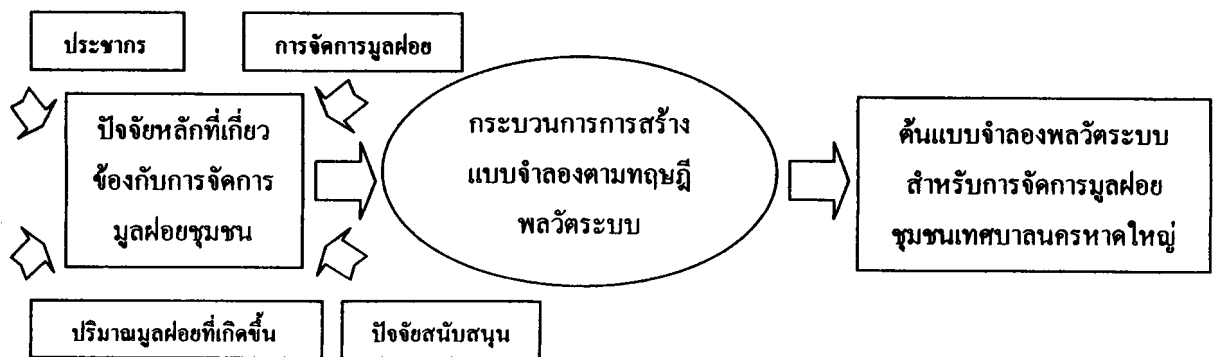
วิธีการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย เริ่มต้นจากสาระสำคัญของทฤษฎีพลวัตระบบ (system dynamics) ซึ่งเชื่อว่าสิ่งต่าง ๆ ไม่ได้หยุดนิ่งแต่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยมีปัจจัยที่แตกต่างกันทั้งในด้านพื้นที่ (space) และเวลา (time) ภายใต้กรอบแนวคิดนี้ จึงควรพิจารณาทุก ๆ ปัจจัยที่อาจมีความสัมพันธ์กันและส่งผลกระทบต่อเป้าหมาย และเกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบ

การประยุกต์กรอบแนวคิดของทฤษฎีพลวัตระบบ เพื่อใช้กับการจัดการมูลฝอยชุมชน จึงเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กันของการจัดการมูลฝอยชุมชน โดยอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่มีความแตกต่างของช่วงเวลา ร่วมกับการตั้งสมมติฐาน เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ค้นแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชนขึ้นมาได้

ดังนั้นกรอบแนวคิดในการวิจัยจึงอยู่ภายใต้กรอบของการสร้างค้นแบบจำลองพลวัตระบบที่ครอบคลุมปัจจัยหลัก ๆ ของการจัดการมูลฝอยชุมชน ได้แก่ ปริมาณประชากร ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น การจัดการมูลฝอย และปัจจัยสนับสนุน เพื่อให้ได้ค้นแบบจำลองพลวัตระบบที่สามารถคาดการณ์และจำลองสถานการณ์ความเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ภายใต้ขอบเขตของปัจจัยในตัวแบบจำลอง และสมมติฐานที่สร้างขึ้น (ดังภาพประกอบ 10)



ภาพประกอบ 10 กรอบแนวคิดในการวิจัยสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชน

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัย สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. การเตรียมการและการรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

- รวบรวมข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นด้านการจัดการมูลฝอย
- รวบรวมข้อมูลพื้นฐานทฤษฎีระบบและพลวัตรระบบ
- เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง

2. การศึกษาวิธีการนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองตามทฤษฎีพลวัตรระบบ

- ศึกษาข้อมูลทฤษฎีการจัดการมูลฝอยและรูปแบบการจัดการมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่
- ศึกษาข้อมูลทฤษฎีระบบ/พลวัตรระบบ และการสร้างแบบจำลองตามทฤษฎีพลวัตรระบบ
- ศึกษาและทดลองใช้อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและการพัฒนาแบบจำลอง

- กำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์ข้อมูล
- วิเคราะห์ข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นเพื่อเป็นกรอบในการวิเคราะห์
- พัฒนาแบบจำลองตามเงื่อนไข/ตัวแปร/ปัจจัย ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ในลักษณะของการขยายแบบจำลองจากเล็กไปใหญ่
- พัฒนาจนได้ค้นแบบจำลองที่ครอบคลุม ตัวแปร/ปัจจัย และเงื่อนไขจากการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ความอ่อนไหวและการสร้างสถานการณ์จำลอง

- กำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว
- วิเคราะห์ความอ่อนไหว และสรุปตัวแปรที่มีความอ่อนไหว
- สร้างสถานการณ์จำลองจากตัวแปรที่มีความอ่อนไหว
- วิเคราะห์ สรุปและเสนอแนะผลจากสถานการณ์จำลอง

5. การวิจารณ์ผล สรุป และเสนอแนะ

- วิจารณ์ผลจากแบบจำลองในภาพรวมผลการศึกษาทั้งหมด
- สรุปและเสนอแนะในภาพรวมผลการศึกษาทั้งหมด

3.3 วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 วิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1.1 การวิจัยเอกสาร

3.3.1.2 การสำรวจ และสังเกตในพื้นที่

3.3.1.3 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.3.2 เครื่องมือในการสร้าง และนำเสนอแบบจำลอง

3.3.2.1 คอมพิวเตอร์ พร้อมระบบปฏิบัติการ Windows 98 ขึ้นไปใช้ในการสร้างแบบจำลอง

3.3.2.2 อุปกรณ์บันทึกข้อมูล และสำเนาข้อมูลเพื่อการเผยแพร่

3.3.2.3 โปรแกรม Excel เพื่อหาความสัมพันธ์ทางสถิติเบื้องต้น และสร้างกราฟจากข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาเส้นแนวโน้มและสมการความสัมพันธ์ เพื่อนำอัตราการเปลี่ยนแปลงมาใช้ และสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองกับค่าจากข้อมูลจริง

3.3.2.4 โปรแกรม Vensim PLE Plus เวอร์ชัน 5.2 เป็นโปรแกรมที่จะใช้ในการสร้างต้นแบบจำลองตามทฤษฎีพลวัตระบบขึ้นมา และใช้จำลองสถานการณ์เพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงเพื่อหาแนวทางในการจัดการจากผลที่เกิดขึ้น

3.4 รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.4.1 การเตรียมการและรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

3.4.1.1 รวบรวมข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นด้านการจัดการมูลฝอยชุมชน

การรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากการสังเกต การสอบถามผู้ที่มีความรู้ และการอภิปรายกลุ่มย่อย ประกอบกัน ในส่วนของข้อมูลทุติยภูมิได้จาก รายงาน ตำรา และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชน โดยแบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

ก. ข้อมูลทั่วไปด้านการจัดการมูลฝอย

ข. ข้อมูลทั่วไปของเทศบาลนครหาดใหญ่

ค. ข้อมูลด้านการจัดการมูลฝอยชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่ ได้แก่

- การเกิดมูลฝอย
- การเก็บรวบรวมมูลฝอย
- การเก็บขนมูลฝอย
- การกำจัดมูลฝอย
- งบประมาณในการจัดการมูลฝอย

- ค่าใช้จ่ายในการเก็บขนและกำจัดมูลฝอย
- ปัจจัยด้านสังคมที่สนับสนุนการจัดการมูลฝอย

3.4.1.2 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานทฤษฎีระบบและพลวัตรระบบ

ข้อมูลพื้นฐานด้านทฤษฎีระบบและพลวัตรระบบ ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับระบบ ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยด้านระบบ ตัวอย่างงานวิจัยโดยใช้พลวัตรระบบด้านต่าง ๆ และ ตัวอย่างงานวิจัยด้านพลวัตรระบบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชน

3.4.1.3 การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างแบบจำลอง

ก. เตรียมจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองคือ คอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 98 ขึ้นไป

ข. เตรียมจัดหาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกใช้โปรแกรม Excel 97 ในการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการสร้างกราฟการเปลี่ยนแปลง แล้วหาเส้นแนวโน้มจากกราฟ และใช้โปรแกรมเป็นตัวกำหนดสมการสำหรับแนวโน้มของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่สำคัญ โดยเลือกเส้นแนวโน้มแบบเส้นตรงเพื่อนำค่าความชัน (slope) ไปใช้ในแบบจำลอง ก่อนปรับแก้ต่อไป

ง. เตรียมจัดหาเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง โดยเลือกใช้โปรแกรม Vensim PLE เวอร์ชัน 5.2 พร้อมคู่มือการใช้ เพื่อการศึกษา แล้วจึงจัดซื้อโปรแกรม Vensim PLE Plus เวอร์ชัน 5.2 เพื่อการพัฒนาเป็นต้นแบบจำลองพลวัตรระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชน ในเทศบาลนครหาดใหญ่

3.4.2 การศึกษาวิธีการนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองตามทฤษฎีพลวัตรระบบ

3.4.2.1 การศึกษาข้อมูลทฤษฎีการจัดการมูลฝอยชุมชนและรูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยศึกษาจากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ และเสริมตัวแปร/ปัจจัยที่เฉพาะเจาะจงในพื้นที่ในช่วงเวลาที่สำคัญ เช่น ตัวแปรปัจจัยเรื่องของน้ำท่วมเมื่อปลายปี พ.ศ. 2543 จากประสบการณ์ การสอบถามผู้เชี่ยวชาญ การสังเกตในพื้นที่ และการอภิปรายกลุ่มย่อย ซึ่งค่าต่าง ๆ ที่ได้จะนำไปสู่การหาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยเหล่านั้น ด้วยโปรแกรม Excel 97

3.4.2.2 การศึกษาข้อมูลทฤษฎีระบบ/พลวัตรระบบ และการสร้างแบบจำลองตามทฤษฎีพลวัตรระบบ โดยศึกษาจาก เอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการค้นหาข้อมูลทางเว็บไซต์ เช่น Roadmap SD ของ MIT (<http://sysdyn.cleexchange.org/road-maps/rm-toc.html>, 2546) เนื่องจากยังไม่พบการใช้ทฤษฎีพลวัตรระบบมาใช้สร้างแบบจำลองพลวัตรระบบในเมืองไทย ในการศึกษาจะเป็นการศึกษาลักษณะการสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนการดำเนินการ การใส่ค่าตัวแปร ผลที่

ได้ และการวิเคราะห์ภัยพิปรายผล เพื่อจะได้นำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลในเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยมีรูปแบบสมการเบื้องต้นของความสัมพันธ์ตามทฤษฎีพลวัตระบบ ดังนี้

สมการเบื้องต้นของความสัมพันธ์ตามทฤษฎีพลวัตระบบ

จากผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและตัวแบบจำลองที่เกี่ยวข้อง การตั้งสมมติฐานและวิเคราะห์ตัวแปร ปัจจัย ที่เกี่ยวข้องในระบบการจัดการมูลฝอยชุมชน เพื่อสังเคราะห์เป็นต้นแบบจำลองพลวัตระบบ ที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการมูลฝอยชุมชน โดยมีสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในการคำนวณ คือ การหาอนุพันธ์ของปริมาณ (stock) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในลักษณะของการสะสม (commutative) ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลง (flows) ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับปริมาณเหล่านั้น สมการทางคณิตศาสตร์ทั่วไป โดยอยู่ในรูป (Radzicki, 2001)

$$Stock_t = Stock_{(t-dt)} + \Delta Stock$$

$$\Delta Stock = dt \times Flow_{(t-dt)}$$

โดยที่ $Stock_t$ = ปริมาณที่พิจารณา ณ เวลา t ใด ๆ

$Stock_{(t-dt)}$ = ปริมาณที่พิจารณาในช่วงเวลา $t - dt$

$\Delta Stock$ = ปริมาณที่พิจารณา ณ เวลา dt

dt = ช่วงเวลาที่สั้นมากใด ๆ

$Flow_{(t-dt)}$ = อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณที่พิจารณาในช่วงเวลา $t - dt$

เนื่องจากอัตราเข้า-ออกของปริมาณหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ในการหาค่าปริมาณจากพื้นที่ใต้กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ไม่คงที่นี้ จึงมีแนวคิดโดยการแบ่งช่วงเวลาออกเป็นช่วงเวลาย่อย ๆ เพื่อให้เสมือนว่าที่ช่วงเวลาที่สั้นมากนั้นมีอัตราคงที่ ซึ่งแทนได้ด้วยสมการอนุพันธ์ ดังนี้

$$Stock(t) = \int_0^t \Delta F(t) dt$$

โดยที่ $Stock(t)$ = ปริมาณที่พิจารณา ณ เวลา t ใด ๆ

$\Delta F(t)$ = อัตราการเปลี่ยนแปลง ณ ช่วงเวลา t ใด ๆ

dt = ช่วงเวลาที่สั้นมากใด ๆ

ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณ และตัวแปรอัตราขององค์ประกอบใด ๆ ในโครงสร้างแบบจำลองในรูปของความสัมพันธ์ด้วยสมการการหาอนุพันธ์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น

3.4.2.2 การศึกษาและทดลองใช้อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างแบบจำลอง โดยการศึกษาจากคู่มือการใช้งาน หรือหนังสือตำราต่าง ๆ เช่น คู่มือการใช้คอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการ Windows 98 คู่มือการใช้โปรแกรม Excel 97 ซึ่งหาซื้อได้ตามร้านหนังสือทั่วไป หรือจากห้องสมุดกลางของมหาวิทยาลัย ส่วนคู่มือการใช้ฉบับสมบูรณ์ของโปรแกรม Vensim จะดำเนินการสั่งซื้อพร้อมโปรแกรม Vensim PLE Plus เวอร์ชัน 5.2 จากบริษัท Ventana System, inc. ผ่านทางเว็บไซต์ (www.vensim.com, 2546) เพื่อนำมาใช้พัฒนาต้นแบบจำลอง

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล และการพัฒนาแบบจำลอง

3.4.3.1 การกำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์ข้อมูล มีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

ก. เลือกพิจารณาข้อมูลตัวแปร/ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่เป็นหลัก ร่วมกับกับหนังสือการจัดการมูลฝอยทั่วไป โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาตัวแปรที่มีการกล่าวถึงเกิน 50% จากแหล่งข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้ ถือว่าเป็นตัวแปรที่คนทั่วไปสนใจในเรื่องของมูลฝอย

ข. ข้อมูลเชิงปริมาณจากตัวแปร/ปัจจัยจากข้อ ก ที่มีข้อมูลในพื้นที่ศึกษา และมีความแตกต่างอย่างน้อย 2 ช่วงเวลา จะนำมาหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงโดยใช้โปรแกรม Excel 97

ค. ข้อมูลเชิงปริมาณจากตัวแปร/ปัจจัยข้างต้น ที่ไม่มีการเก็บรวบรวมค่าของตัวแปรดังกล่าวในพื้นที่ศึกษา จะใช้วิธีการประมาณการจากตัวแปรแวดล้อมที่มีการรวบรวมไว้ ร่วมกับการตั้งสมมติฐานและกำหนดเงื่อนไขในส่วนที่จำเป็น เพื่อให้ได้ค่าประมาณการที่จะนำมาใช้ในแบบจำลอง ซึ่งจะใส่รายละเอียดวิธีการประมาณการไว้ใน ภาคผนวก ก และทวนสอบผลที่ได้จากค่าประมาณการดังกล่าว โดยการเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองภายหลังการใส่ค่าจากการประมาณการให้กับตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลองแล้ว

ง. ช่วงเวลาเริ่มต้นของการพิจารณา คือ ปี พ.ศ. 2538 เนื่องมาจากการรวบรวมข้อมูลพบว่าเอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องมีข้อมูลของเทศบาลนครหาดใหญ่เริ่มต้นประมาณปีดังกล่าว

จ. พิจารณาให้แบบจำลองประมาณการมูลฝอยชุมชนในช่วง 10 ปี เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมในงานวิจัยนี้สิ้นสุดประมาณต้นปี พ.ศ. 2546 ดังนั้น ปีสิ้นสุดของการจำลองสถานการณ์คือ ปี พ.ศ. 2556

ช. ค่าตัวแปรที่ไม่มีข้อมูลการศึกษาจะใช้สัญลักษณ์ (N.A.) โดยจะแทนค่าเป็นศูนย์

3.4.3.2 การพัฒนาแบบจำลองตามเงื่อนไข/ตัวแปร ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาแบบจำลองตามเงื่อนไขและตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะพัฒนาจากแบบจำลองขนาดเล็ก ที่มีตัวแปร/ปัจจัยจำนวนน้อย แล้วจึงดำเนินการเพิ่มตัวแปร ปรับปรุงแก้ไขตัวแปร และแจกแจงรายละเอียดแยกย่อยในตัวแปร เพื่อพัฒนาไปสู่แบบจำลองที่ครอบคลุมตัวแปรจากการวิเคราะห์ข้อมูลในพื้นที่ศึกษา

3.4.3.3 ขอบเขตในการพัฒนาดัชนีแบบจำลองในงานวิจัย (stop criteria)

ก. ครอบคลุมกลุ่มตัวแปร 5 กลุ่มหลัก จากการวิจัยเอกสาร คือ (1) กลุ่มประชากร (2) องค์ประกอบมูลฝอย (3) แหล่งกำเนิดมูลฝอย (4) การจัดการมูลฝอย และ (5) ปัจจัยสนับสนุนในการจัดการมูลฝอย

ข. สำหรับตัวแปรที่ทราบว่ามีผล แต่ยังไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้จะยังไม่นำมาพิจารณา เช่น มูลฝอยจากแหล่งก่อสร้าง เนื่องจากไม่มีข้อมูลจึงไม่ถูกนำมาพิจารณา

ค. การศึกษาไม่ครอบคลุมตัวแปรมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของมูลฝอยเนื่องจากหากพิจารณาจำเป็นต้องวิเคราะห์ ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งทำให้มีเนืองงานมากเกินไปจนขอบเขตด้านเวลา

3.4.3.4 ดัชนีแบบจำลองที่ได้จากการพัฒนาจนครอบคลุมตัวแปรปัจจัยในพื้นที่ศึกษา และสามารถจำลองสถานการณ์ได้ โดยจะนำเสนอในรายละเอียด ดังนี้

ก. โครงสร้างดัชนีแบบของแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (แสดงในภาคผนวก ง)

ข. สรุปตัวแปรเหตุ - ตัวแปรผลในโครงสร้างดัชนีแบบจำลองที่ได้

ค. เปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลจริงตลอดช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546

3.4.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว และการสร้างสถานการณ์จำลอง

3.4.4.1 การกำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว เริ่มต้นโดยการเลือกตัวแปร/ปัจจัย และตัวชี้วัด โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้

ก. ตัวชี้วัดกำหนดให้เป็นปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ ซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดในรูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชนทั่วไป และการจัดการของเทศบาลนครหาดใหญ่

ข. ตัวแปรที่จะนำมาทดสอบความอ่อนไหว กำหนดตัวแปรตั้งแต่แหล่งกำเนิดมูลฝอย ตลอดจนถึงระบบการจัดการมูลฝอย ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ โดยพิจารณาตัวแปรเชิงปริมาณในการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปร ดังนี้

- (1) ประชากร ณ แหล่งกำเนิด
- (2) พฤติกรรมการก่อมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดต่าง ๆ ในรูปอัตราการก่อมูลฝอยต่อคนต่อวัน
- (3) ความสามารถในการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิดโดยผู้ก่อมูลฝอย
- (4) ความสามารถในการคัดแยก ณ จุดรวบรวม
- (5) ความสามารถในการคัดแยก ณ รถเก็บขน
- (6) ความสามารถในการคัดแยก ณ พื้นที่ฝังกลบ

หมายเหตุ : การเลือกพิจารณาตัวแปรปริมาณเนื่องจากตัวแปรปริมาณสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ได้ง่าย ซึ่งจะแสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงได้โดยตรง

ก. เกณฑ์การตัดสินใจ ตัวแปรที่มีความอ่อนไหว กำหนดให้พิจารณา 3 อันดับแรกที่ส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ฝังกลบเปลี่ยนแปลงไปมากที่สุดในปี พ.ศ. 2556 เพื่อนำไปใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลอง

3.4.4.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวและสรุปตัวแปรที่มีความอ่อนไหว จะดำเนินการโดยตัวแปรทั้งหมดจะถูกทดสอบที่ละตัวแปร ด้วยการเพิ่มและลดค่าตัวแปรดังกล่าว $\pm 50\%$ ของค่าปกติที่เป็นอยู่ของตัวแปรนั้น ๆ แล้วพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ฝังกลบ ว่ามีปริมาณเปลี่ยนแปลงจากค่าปกติที่เปอร์เซ็นต์ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นปีสุดท้ายของการจำลองสถานการณ์

3.4.4.3 การนำตัวแปรที่มีความอ่อนไหวไปสร้างสถานการณ์จำลอง ดำเนินการโดยการสมมติสถานการณ์จำลองที่ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าปกติ พร้อม ๆ กันทั้ง 3 ตัวแปร โดยการกำหนดสถานการณ์จำลอง 3 สถานการณ์ คือ

ก. สถานการณ์จำลองที่ 1 : สถานการณ์ที่แย่ที่สุดของปริมาณมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ฝังกลบที่ควนลิ่ง

ข. สถานการณ์จำลองที่ 2 : สถานการณ์มูลฝอยชุมชนที่มีความเป็นไปได้ว่าจะเกิดขึ้นจริง ซึ่งจะแบ่งออกเป็นสถานการณ์จำลองย่อย ๆ 3 สถานการณ์

ค. สถานการณ์จำลองที่ 3 : สถานการณ์ที่ดีที่สุดของปริมาณมูลฝอยชุมชนต่อพื้นที่ฝังกลบที่ควนลิ่ง

แล้วพิจารณาการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อทั้ง 3 ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวสูงสุดดังกล่าวเปลี่ยนแปลงพร้อม ๆ กัน โดยกำหนดตัวแปรผลที่จะพิจารณาการเปลี่ยนแปลง และนำเสนอเป็นตัวแปรเชิงปริมาณที่น่าสนใจ ดังนี้

- (1) ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่าง ๆ
- (2) ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่การรวบรวม
- (3) ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่การเก็บขน
- (4) ปริมาณมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ฝังกลบ
- (5) ความสามารถในการรองรับมูลฝอยชุมชนของพื้นที่ฝังกลบ
- (6) ค่าใช้จ่ายในการจัดการ คือ การรวบรวมเก็บขน และการกำจัดในพื้นที่ฝังกลบ

หมายเหตุ : การเลือกพิจารณาตัวแปรปริมาณเนื่องจากตัวแปรปริมาณสามารถแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่กระทบต่อกัน ได้ชัดเจนกว่าตัวแปรเชิงคุณภาพ

3.4.4.4 การวิเคราะห์ สรุปและเสนอแนะผลการจำลองสถานการณ์จะดำเนินการวิเคราะห์ สรุป และเสนอแนะ ในแต่ละสถานการณ์และในภาพรวมของสถานการณ์จำลองทุกสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

3.4.5 สรุปและเสนอแนะ

3.4.5.1 การวิจารณ์ผลจากแบบจำลองในภาพรวมผลการศึกษาทั้งหมด จะพิจารณาเป็นหัวข้อ ดังนี้

ก. ปริมาณมูลฝอยชุมชน และองค์ประกอบมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยจะวิเคราะห์และวิจารณ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณมูลฝอย และองค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ จากอดีตถึงปัจจุบันโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลงานวิจัยอื่น ๆ ที่ผ่านมา

ข. การจัดการมูลฝอยชุมชน และความสามารถในการรองรับมูลฝอยชุมชนของพื้นที่ฝังกลบ โดยจะวิเคราะห์และวิจารณ์รูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่ และความสามารถในการรองรับมูลฝอยชุมชนของพื้นที่ฝังกลบจากอดีตถึงปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลงานวิจัยอื่น ๆ ที่ผ่านมา

ค. ปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชนให้มีประสิทธิภาพ โดยจะวิเคราะห์และวิจารณ์ปัจจัยที่มีส่วนสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชนจากอดีตถึงปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ผ่านมา

ง. ต้นแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชน เทศบาลนครหาดใหญ่จังหวัดสงขลา โดยจะวิเคราะห์และวิจารณ์ต้นแบบจำลองที่เกิดขึ้นในตัวแปรต่าง ๆ จากแบบจำลอง

3.4.5.2 การสรุปและเสนอแนะในการศึกษาทั้งหมดจะพิจารณาเป็นหัวข้อ ดังนี้

ก. องค์ประกอบของแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชน โดยจะนำเสนอองค์ประกอบหลัก ๆ ในแต่ละแบบจำลองย่อย โดยแสดงในรูปของตารางและค่าเริ่มต้นที่ให้กับแบบจำลอง ในปี พ.ศ. 2538 ทั้งตัวแปรปริมาณ (stock) และตัวแปรอัตรา (flow)

ข. ปริมาณมูลฝอยชุมชน และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง โดยจะนำเสนอปริมาณมูลฝอยที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ ทั้งในรูปปริมาณแต่ละปี ตั้งแต่ปีปัจจุบันถึงปี พ.ศ. 2556 และอัตราการก่อมูลฝอยชุมชนจากมูลฝอยที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบแต่ละปี ตั้งแต่ปีปัจจุบันถึงปี พ.ศ. 2556 ในทุกสถานการณ์จำลอง

ค. สถานการณ์จำลอง และแนวทางการจัดการ จะเป็นการสรุปค่าตัวแปรที่สำคัญจากทั้ง 3 สถานการณ์จำลอง ตั้งแต่ปีปัจจุบันถึงปี พ.ศ. 2556

ง. ปัญหา อุปสรรค และโอกาสในการพัฒนา จะเป็นการกล่าวสรุปถึงปัญหาและอุปสรรค ที่เกิดขึ้นจากการวิจัย และวิเคราะห์ถึงโอกาสในการพัฒนาต่อไปในอนาคต

จ. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป จะกล่าวถึง ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่าง ๆ ที่สามารถนำมาเนินการได้ต่อเนื่องจากงานวิจัยนี้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์