

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านมูลฝอยชุมชน และการจัดการมูลฝอยชุมชน

##### 4.1.1 สรุปตัวแปร/ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชน

มีปัจจัย/ตัวแปรที่กล่าวถึงในระบบการจัดการมูลฝอยชุมชน สรุปได้ ดังตาราง 14

ตาราง 14 ปัจจัย/ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่

แหล่งข้อมูล	ปัจจัย/ตัวแปรที่กล่าวถึงในระบบการจัดการมูลฝอยชุมชน				
	P	C	S	M	Su
*Tchobanoglous et al., 1993	●	●	●	●	●
**อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2541		●	●	●	●
ขวัญกมล ทองนาค, 2541	●	●	●	●	●
นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543	●	●	●	●	●
กมลศักดิ์ ธรรมมาวุธ, 2545	●	●	●	●	●
สมพร เหมืองทอง, 2543	●	●	●	●	
สรุปคะแนน	5	6	6	6	5

\* = คู่มือการจัดการมูลฝอย (Integrated Solid Waste Management)

\*\* = คู่มือการจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

โดยที่ P = ประชากร C = องค์กรประกอบมูลฝอย  
 S = แหล่งกำเนิดมูลฝอย M = การจัดการมูลฝอย  
 Su = ปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอย

ดังนั้นองค์ประกอบที่สำคัญในระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่ และสอดคล้องกับการจัดการมูลฝอยทั่วไปจาก ตาราง 14 ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก คือ

- (1) ประชากรผู้ก่อมูลฝอยชุมชน
- (2) องค์กรประกอบมูลฝอยชุมชน
- (3) แหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน
- (4) รูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชน

## (5) ปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน

โดยที่ แต่ละองค์ประกอบ มีการแจกแจงรายละเอียดที่ควรนำมาพิจารณา ดังต่อไปนี้

## 4.1.1.1 ประชากรผู้ก่อมลฝอยชุมชน

ปัจจัย/ตัวแปรประชากรผู้ก่อมลฝอยชุมชน มีตัวแปรที่ควรพิจารณา ดังตาราง 15

ตาราง 15 ปัจจัย/ตัวแปรประชากรผู้ก่อมลฝอยชุมชน

แหล่งข้อมูล	ปัจจัย/ตัวแปรที่กล่าวถึงในกลุ่มประชากรผู้ก่อมลฝอยชุมชน		
	R	T	H
Tchobanoglous et al., 1993	●	●	●
ขวัญกมล ทองนาค, 2541	●	●*	●*
นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543	●	●*	●*
กมลศักดิ์ ธรรมาวุธ, 2545	●	●*	●*
สมพร เหมืองทอง, 2543	●	●*	●*
สรุปคะแนน	5	5	5

หมายเหตุ Tchobanoglous et al., 1993 กล่าวถึงประชากรที่มีส่วนผู้ก่อมลฝอยโดยไม่ได้แจกแจงรายละเอียดของกลุ่มประชากร จึงพิจารณาว่าหมายถึงประชากรทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในพื้นที่

\* มีการกล่าวถึงแต่ไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาในการหาอัตราการก่อเนื่องจากไม่ทราบจำนวนที่แน่ชัด

โดยที่ R = ประชากรตามทะเบียนราษฎร T = นักท่องเที่ยว

H = ประชากรแฝงที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎร

ดังนั้น ประชากรผู้ก่อมลฝอยชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่ สรุปได้เป็น 3 ส่วน คือ

(1) ประชากรตามทะเบียนราษฎร (2) นักท่องเที่ยว

(3) ประชากรแฝงที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎร

## 3.1.1.2 องค์ประกอบมูลฝอยชุมชน

ปัจจัย/ตัวแปรองค์ประกอบมูลฝอยชุมชน มีตัวแปรที่ควรพิจารณา ดังตาราง 15

ตาราง 16 ปัจจัย/ตัวแปรองค์ประกอบมูลฝอยชุมชน

แหล่งข้อมูล	ปัจจัย/ตัวแปรที่กล่าวถึงในองค์ประกอบมูลฝอยชุมชน					
	Pa	Pl	G	M	Or	Ot
Tchobanoglous et al., 1993	●	●	●	●	●	●
ขวัญกมล ทองนาค, 2541	●	●	●	●	●	●
นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543	●	●	●	●	●	●
อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2541	●	●	●	●	●	●
กมลศักดิ์ ธรรมาวุธ, 2545	●	●	●	●	●	●
สมพร เหมืองทอง, 2543	●	●	●	●	●	●
สรุปคะแนน	5	5	5	5	5	5

**หมายเหตุ** กลุ่มอื่น ๆ ได้แก่ ขาง เศษผ้า กระเบื้อง ฯลฯ เป็นการรวมกลุ่มองค์ประกอบที่มีปริมาณน้อย และในหลายๆแหล่งข้อมูลมีการแยกออกเป็นชนิดที่ละเอียดกว่านี้ เช่นกลุ่มโลหะ แยกเป็นเหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง เป็นต้น แต่สามารถจัดเป็นกลุ่มหลักๆ ได้ในรูปแบบเดียวกัน คือ 6 กลุ่มนี้

**โดยที่**

Pa =	กลุ่มกระดาษต่าง ๆ	Pl =	กลุ่มพลาสติกต่าง ๆ
G =	กลุ่มแก้วต่าง ๆ	M =	กลุ่มโลหะต่าง ๆ
Or =	กลุ่มสารอินทรีย์ต่าง ๆ	Ot =	กลุ่มอื่น ๆ

ดังนั้น องค์ประกอบมูลฝอยชุมชนหลัก ๆ ในเทศบาลนครหาดใหญ่ จากตาราง 16 สรุปได้ว่าแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่ม คือ

- |                 |  |
|-----------------|--|
| (1) กระดาษ      | (2) พลาสติก                                      |
| (3) แก้ว        | (4) โลหะ   |
| (5) สารอินทรีย์ | (6) มูลฝอยอื่น ๆ ได้แก่ กระเบื้อง ขาง เศษผ้า ฯลฯ |

#### 4.1.1.3 แหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนที่สำคัญในเทศบาลนครหาดใหญ่

ปัจจัย/ตัวแปรแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน โดยสรุปตัวแปรที่ควรพิจารณาดังตาราง 17

ตาราง 17 ปัจจัย/ตัวแปรแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน

แหล่งข้อมูล	ปัจจัย/ตัวแปรที่กล่าวถึงในส่วนของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน								
	R	H	I	Ho	C	S	Co	In	A
Tchobanoglous et al., 1993	●		●		●	●	●		
ขวัญกมล ทองนาค, 2541	●	●	●	●	●				
นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543	●	●	●	●	●			●	
อดิศักดิ์ ทองไข่มุกด์, 2541	●	●	●	C-I	●	●	●	●	●
กมลศักดิ์ ธรรมาวุธ, 2545	●				●				
สมพร เหมืองทอง, 2543	●	●	●		●				
สรุปคะแนน	6	4	5	3	6	2	2	2	1

**หมายเหตุ** Tchobanoglous et al., 1993 แบ่งกลุ่มแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน โดยจัดกลุ่ม Hospital อยู่ในกลุ่ม Institution และ Hotel อยู่ในกลุ่ม Commercial และรวมกลุ่ม Residential and Commercial ไว้ด้วยกัน แต่จากการสังเกตในพื้นที่พบว่าน่าจะมีการแยกบางแหล่งกำเนิดที่น่าสนใจออกจากกลุ่มดังกล่าว จากแนวโน้มการขยายตัวลักษณะมูลฝอยที่ก่อ และรูปแบบการจัดการ

<u>โดยที่</u>	R	=	บ้านเรือนที่อยู่อาศัย	H	=	โรงแรม
	I	=	สถาบันและสถานที่ราชการต่าง ๆ	Ho	=	โรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่าง ๆ
	C	=	ธุรกิจการค้าและตลาด	S	=	ระบบสาธารณูปโภคและสถานที่สาธารณะ
	Co	=	การก่อสร้างต่าง ๆ	In	=	อุตสาหกรรม
	A	=	เกษตรกรรม	C-I	=	รวมอยู่ในกลุ่มสถานที่ราชการ

ดังนั้น แหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จากตาราง 17 แหล่งกำเนิดที่สำคัญ สรุปได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

- (1) บ้านเรือน ที่พักอาศัย
- (2) ย่านธุรกิจการค้าและตลาด
- (3) สถานที่ราชการ และสถาบันต่าง ๆ
- (4) โรงแรม
- (5) โรงพยาบาลและสถานพยาบาลต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังมีแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนที่อยู่นอกเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ แต่ใช้บริการพื้นที่ฝังกลบของทางเทศบาลนครหาดใหญ่ ได้แก่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ค่ายเสนาณรงค์ และโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่ง (นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543) ซึ่งเป็นอีกส่วนหนึ่งที่

สำคัญในระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่ ซึ่งจะพิจารณาเป็นตัวแปรหนึ่งในแบบจำลองโดยจัดเป็นตัวแปรมูลฝอยชุมชนจากนอกเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

#### 4.1.1.4 รูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่

สำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่มี 2 หน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดการมูลฝอย คือ

ก. งานพัฒนาระบบจัดเก็บมูลฝอยฯ สำนักการสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครหาดใหญ่ ดำเนินการเก็บขนมูลฝอยตามจุดวางถังต่าง ๆ ทั่วทั้งเทศบาลนครหาดใหญ่ เพื่อนำไปทิ้งในพื้นที่ฝังกลบ

ข. งานกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ส่วนช่างสุขาภิบาล สำนักการช่างดำเนินการในส่วนของการฝังกลบมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบ

สำหรับรูปแบบการกำจัดมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่ในอดีตใช้วิธีเทกองกลางแจ้งปล่อยให้ย่อยสลายเองโดยธรรมชาติ และมีการฝังกลบเป็นครั้งคราว ปัจจุบันดำเนินการจัดจ้างบริษัทเอกชนเข้ามาดำเนินการฝังกลบเพื่อให้เป็นไปตามหลักสุขาภิบาล แต่ก็ยังคิดปัญหาของผู้ค้าขยะเก็บมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบ ทำให้การจัดการฝังกลบตามหลักสุขาภิบาลยังทำได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ แต่ก็มีข้อดีคือลดปริมาณมูลฝอยที่ถูกฝังกลบ

พื้นที่ฝังกลบตั้งอยู่ในบริเวณตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา บนเส้นทางหาดใหญ่ สนามบิน บนเนื้อที่ 135 ไร่ แบ่งออกเป็น 3 เฟส คือ A B และ C โดยในเฟส A กับ C ได้ดำเนินการปรับปรุงภูมิทัศน์ ในโครงการปรับปรุงพื้นที่ฝังกลบเป็นสวนสาธารณะ ไปแล้วจึงเหลือพื้นที่ในเฟส B ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 45 ไร่ ที่ใช้ในการฝังกลบอยู่ ในปัจจุบัน

ในส่วนของพื้นที่ฝังกลบแหล่งใหม่ที่อยู่ในพื้นที่ตำบลทุ่งขมิ้น เนื้อที่ประมาณ 517 ไร่ กำลังอยู่ในช่วงเจรจากับชาวบ้านในพื้นที่ ซึ่งต่อต้านการก่อสร้างพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย และมีอีกพื้นที่ที่เป็นทางเลือกในการก่อสร้างพื้นที่ฝังกลบแห่งใหม่อยู่ในเขต อำเภอบางกล่ำ ซึ่งยังไม่ได้ข้อสรุปว่าจะดำเนินการในพื้นที่ใด เพื่อใช้เป็นพื้นที่ฝังกลบแห่งใหม่ของเทศบาลนครหาดใหญ่

รูปแบบของการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่เป็น ดังตาราง 18

ตาราง 18 ปัจจัย/ตัวแปรรูปแบบของการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่

แหล่งข้อมูล	ปัจจัย/ตัวแปรที่กล่าวถึงในส่วนของจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาล			
	การรวบรวม	การคัดแยก	การเก็บขน/ขนส่ง	การฝังกลบ
Tchobanoglous et al., 1993	●	●	●	●
นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543	●	●	●	●
สมพร เหมืองทอง, 2543	●	●	●	●
สรุปคะแนน	3	3	3	3

ดังนั้น สรุปรูปแบบของการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่เป็น ดังนี้

- (1) การรวบรวมมูลฝอยชุมชนจากพื้นที่ต่าง ๆ ในเทศบาลนครหาดใหญ่
- (2) การคัดแยกมูลฝอยจากส่วนต่าง ๆ ของการจัดการ
- (3) การเก็บขนและการขนส่งมูลฝอยชุมชน สู่อำเภอที่ฝังกลบมูลฝอย
- (4) การจัดการมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ฝังกลบ

#### 4.1.1.5 ปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน

ปัจจัย/ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน มีตัวแปรที่ควรพิจารณา ดังตาราง 19

ตาราง 19 ปัจจัย/ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน

แหล่งข้อมูล	ปัจจัย/ตัวแปรที่กล่าวถึงในระบบการจัดการมูลฝอยชุมชน			
	N	M	R	C
Tchobanoglous et al., 1993	●	●		
ขวัญกมล ทองนาค, 2541	●	●	●	●
นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543	●	●	●	●
อดิศักดิ์ ทองไข่มุกด์, 2541	●	●		●
กมลศักดิ์ ธรรมาวุธ, 2545	●	●	●	●
สรุปคะแนน	5	5	3	4

**หมายเหตุ** Tchobanoglous et al., 1993 จะกล่าวถึงเกี่ยวกับการออกแบบรูปแบบการรวบรวมการคัดแยก โดยพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์ งบประมาณและค่าใช้จ่าย และการกำหนดมาตรการทางกฎหมายในการควบคุม และเทคโนโลยีที่จะเข้ามาช่วยเสริมประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอย

**โดยที่** N = นโยบายและแผน ที่ครอบคลุมถึงการปฏิบัติ      M = งบประมาณสนับสนุน  
R = การศึกษาและวิจัย      C = การให้ความรู้ การจัดกิจกรรม และ  
การรณรงค์ประชาสัมพันธ์

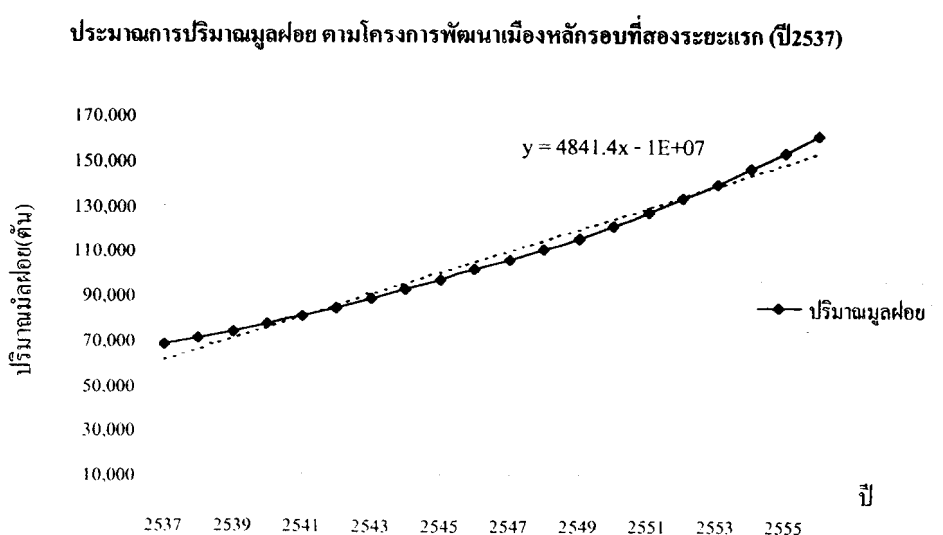
ดังนั้น ปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน แบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ

- (1) นโยบายและแผน ที่ครอบคลุมถึงการปฏิบัติ
- (2) งบประมาณสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน
- (3) การศึกษาและวิจัยที่นำไปสู่การปฏิบัติ
- (4) การให้ความรู้ การจัดกิจกรรม และการรณรงค์ประชาสัมพันธ์

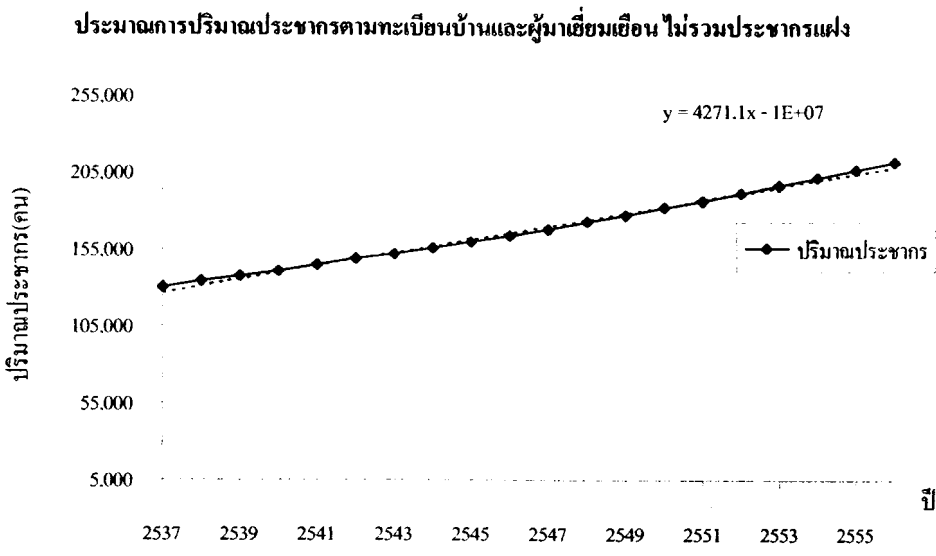
#### 4.1.2 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอยชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่

##### 4.1.2.1 ค่าเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอย

(1) ในปี พ.ศ. 2537 มีการประมาณการเกิดมูลฝอยชุมชนในขนาดของเทศบาลนครหาดใหญ่ตามโครงการพัฒนาเมืองหัตถ์รอบที่สองระยะแรก (นิภาส นิลสุวรรณ, 2543) ดังภาพประกอบ 11 และภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 11 กราฟการประมาณการมูลฝอยชุมชนตามโครงการพัฒนาเมือง ฯ  
ปี พ.ศ. 2537



ภาพประกอบ 12 กราฟการประมาณการประชากรตามทะเบียนราษฎร และผู้มาเยี่ยมเยือนตามโครงการพัฒนาเมือง ฯ ปี พ.ศ. 2537

จากกราฟในภาพประกอบ 14 และภาพประกอบ 15 พบว่า  
 อัตราการเปลี่ยนแปลงของมูลฝอยชุมชน +4,841.4 คันต่อปี  
 อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากร +4,271.1 คนต่อปี

(2) ข้อมูลปริมาณประชากรตามทะเบียนราษฎร สรุปดังตาราง 20

ตาราง 20 ข้อมูลปริมาณประชากรตามทะเบียนราษฎรในเทศบาลนครหาดใหญ่

รายการ	ปี2539 <sup>s</sup>	ปี2540 <sup>w</sup>	ปี2541 <sup>w</sup>	ปี2542 <sup>w</sup>	ปี2543 <sup>w</sup>	ปี2544 <sup>w</sup>
ประชากร(คน)	147,842	155,313	155,313	156,627	156,893	157,740

ที่มา S = สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2541  
 W = <http://www.hatyaicity.go.th>, 2546

ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรตามทะเบียนราษฎรอยู่ที่ +1,587 คน/ปี



## (3) ข้อมูลปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ทิ้งสู่พื้นที่ฝังกลบ สรุปดังตาราง 21

ตาราง 21 ข้อมูลปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ทิ้งสู่พื้นที่ฝังกลบ

รายการ	ปี2538 <sup>K</sup>	ปี2539 <sup>N</sup>	ปี2541 <sup>S-1</sup>	ปี2542 <sup>S-2</sup>	ปี2543 <sup>SM</sup>	ปี2544 <sup>NP</sup>	ปี2545 <sup>S-3</sup>
มูลฝอยที่ทิ้ง (ตัน/วัน)	200.93	201.11	249.33	250.62	227.92	216.69	250

- ที่มา K = ขวัญมงคล ทองนาค, 2541  
 N = นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543  
 S-1 = สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 (ข้อมูลแหล่งกำเนิด ปริมาณมูลฝอยและสิ่ง  
 ปฏิรูปใน 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ปี พ.ศ. 2541)  
 S-2 = สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 (รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมภาคใต้  
 ตอนล่างปี พ.ศ. 2543)  
 SM = สมพร เหมืองทอง, 2543  
 NP = นภรัตน์ ไวเจริญ, 2544  
 S-3 = สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 (รายงานการสำรวจข้อมูลในการนำมูลฝอยมาใช้  
 ประโยชน์ใหม่ในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ปี พ.ศ. 2545)

ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงของมูลฝอยชุมชนที่ทิ้งสู่พื้นที่ฝังกลบอยู่ที่ +2.6277 ตัน/ปี

## (4) องค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ สรุปดังตาราง 22

ตาราง 22 ข้อมูลสัดส่วนองค์ประกอบมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นของเทศบาลนครหาดใหญ่

ประเภทองค์ประกอบ	ปี2538 <sup>K</sup>	ปี2539 <sup>N</sup>	ปี2543 <sup>SM</sup>	ปี2545 <sup>S</sup>	ปี2546 <sup>J</sup>
สารอินทรีย์ (%)	54.4	46.5	39.27	37.94	47.53
กระดาษ (%)	10.8	18.48	11.13	11.13	11.9
พลาสติก (%)	18.9	10.86	16.08	16.08	17.2
แก้ว (%)	5.4	5.04	10.86	10.86	12.06
โลหะ (%)	5.7	2.43	11.54	11.54	2.27
อื่น ๆ (%)	4.8	16.69	11.3	12.63	9.04

ที่มา K = ขวัญมงคล ทองนาค, 2541 N = นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543

SM = สมพร เหมืองทอง, 2543      S = สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2545  
 J = โครงการวิจัยร่วมไทย-ญี่ปุ่น, 2546

(5) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในแต่ละองค์ประกอบ ดังตาราง 23

ตาราง 23 อัตราการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบมูลฝอย

องค์ประกอบ	อัตราการเปลี่ยนแปลง
สารอินทรีย์	-1.1618% ต่อปี
กระดาษ	-0.3781% ต่อปี
พลาสติก	+0.1794% ต่อปี
แก้ว	+0.8950% ต่อปี
โลหะ	+0.3633% ต่อปี
อื่น ๆ	+0.1021% ต่อปี

ที่มา ภาคผนวก ข การหาอัตราการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบมูลฝอยชุมชน โดยใช้ Excel 97

#### 4.1.3 สมดุลมวลของสัดส่วนมูลฝอยชุมชนและการเปลี่ยนแปลงในเทศบาลนครหาดใหญ่

สมดุลมวลของสัดส่วนมูลฝอยชุมชนและการเปลี่ยนแปลงในเทศบาลนครหาดใหญ่ ทั้งระบบ ตั้งแต่แหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน จนไปสู่พื้นที่ฝังกลบ จากสัดส่วนมูลฝอยชุมชนใน 2 ช่วงปี ตามแผนภาพ ในภาคผนวก ก โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลง ดังตาราง 24

ตาราง 24 อัตราการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นของสัดส่วนต่าง ๆ ในเทศบาลนครหาดใหญ่

รายการ	2538	2546	อัตราการเปลี่ยนแปลง
1. มูลฝอยที่มีศักยภาพ	90.44%	87.37%	-0.3838% ต่อปี
2. มูลฝอยอื่น ๆ	9.56%	12.63%	+0.3838% ต่อปี
3. กัดแยกโดยผู้ก่อ	6.84%	8.43%	+0.2438% ต่อปี
4. แยกเศษอาหาร	N.A.	24.83%	+3.0475% ต่อปี
5. เหลือจากการคัดแยก	83.6%	66.74%	-2.1075% ต่อปี
6. กำจัดในพื้นที่	N.A.	1.96%	+0.2450% ต่อปี
7. แยกจากถังขยะ	N.A.	6.76%	+0.8450% ต่อปี

## ตาราง 24 (ต่อ)

8. ทิ้งลงถังขยะ	83.6%	64.78%	-2.3525% ต่อปี
9. รดเก็บขน	83.6%	58.02%	-3.1975% ต่อปี
10. แยกจากรถ	0.08%	0.08%	0% ต่อปี
11. สู่พื้นที่ฝังกลบ	83.52%	57.94%	-3.19% ต่อปี
12. แยกจากที่ฝังกลบ	1.16%	1.16%	0% ต่อปี
13. สัตว์เลี้ยงมากิน	N.A.	N.A.	0% ต่อปี
14. ข่อยสลายในพื้นที่ฝังกลบ	82.36%	56.78%	-3.19% ต่อปี

หมายเหตุ ตัวแปรที่ไม่ทราบค่า (N.A.) กำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ เพื่อใช้ในการคำนวณ  
มูลฝอยที่มีศักยภาพ คือ กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ และสารอินทรีย์

ตาราง 25 สัดส่วนองค์ประกอบมูลฝอยที่คัดแยกได้ใน แหล่งกำเนิด รดเก็บขน และพื้นที่ฝังกลบของ  
เทศบาลนครหาดใหญ่ (คัดแปลงจาก นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543)

องค์ประกอบ	แหล่งกำเนิด	รดเก็บขน	พื้นที่ฝังกลบ
1. กระดาษ	74.74%	38.9%	37.59%
2. พลาสติก	11.36%	50%	43.98%
3. แก้ว	8.18%	5.55%	8.27%
4. โลหะ	5.72%	5.55%	10.16%

นอกจากนี้ ข้อมูลในส่วนของค่าเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2538 ที่จะนำมาใช้ในแบบจำลอง  
อีกส่วนหนึ่งได้มาจากการประมาณการค่าเริ่มต้น และอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งมี  
รายละเอียดการคำนวณ ดังภาคผนวก ก.

## 4.2 ผลการศึกษาตัวแบบจำลองพลวัตรระบบที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยด้านพลวัตรระบบที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอยชุมชน ได้แก่ แบบจำลองมูลฝอยชุมชนของรัฐมินนิโซตา สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นการนำเสนอผลการประชุมเชิงปฏิบัติการของตัวแทนผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชน ด้านต่าง ๆ ของรัฐมินนิโซตา โดยใช้ทฤษฎีระบบทั่วไป ร่วมกับการคิดเป็นระบบ และพลวัตรระบบ อีกรงานวิจัยหนึ่งเป็นของเมืองมิลาน ประเทศอิตาลี เป็นการสร้างแบบจำลองของการเกิดมูลฝอยชุมชนทั่วไป เผยแพร่เป็นเว็บไซต์ โดยมีการนำเสนอโครงสร้างแบบจำลองพลวัตรระบบที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งแสดงกราฟจากการคำนวณของแบบจำลองเล็กน้อยและอภิปรายสรุป และอีกตัวแบบหนึ่งเป็นการพัฒนาพลวัตรระบบเพื่อการทำนายการเปลี่ยนแปลงของมูลฝอยชุมชน ของเมืองเบอร์ลิน เยอรมัน จากตัวอย่างทั้ง 3 มีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

### 4.2.1 ตัวแบบจากรายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการ (Work Shop) ของรัฐ Minnesota

รายงานฉบับนี้เกิดขึ้นจากการประชุมเชิงปฏิบัติการ (work shop) ของตัวแทนผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชนของรัฐมินนิโซตา มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนา Systems Mapping ซึ่งจะอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของรัฐมินนิโซตา ซึ่งตัวแทนจากส่วนต่าง ๆ สามารถแลกเปลี่ยนประสบการณ์เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน ซึ่งจะทำให้สามารถป้องกันและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งรายงานฉบับนี้เป็นก้าวแรกของการพัฒนาพลวัตรระบบ ซึ่งจะขยายผลสู่การประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ต่อไปโดยตัวแทนจากส่วนต่าง ๆ ที่เข้าร่วม มีดังนี้

- |  |  |
|--|--|
| (1) Country Solid Waste Administrators | (2) Residential MSW generator              |
| (3) Commercial generators              | (4) MN Pollution Control Agency            |
| (5) MN Department of Finance           | (6) MN Office of Environmental Assistance  |
| (7) Waste Processing                   | (8) Recycling industries and organizations |
| (9) Haulers/Collectors                 | (10) Private landfills                     |
| (11) Public landfills                  | (12) Environmental interest groups         |

จะเห็นว่าการพัฒนาแบบจำลองตามทฤษฎีพลวัตรระบบ จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย เพราะครอบคลุมตัวแปร/ปัจจัยจำนวนมาก การพัฒนาจากกลุ่มผู้มีประสบการณ์สาขาต่าง ๆ จะช่วยให้สามารถสังเคราะห์แบบจำลองในประเด็นตัวแปร/ปัจจัยที่สำคัญ ๆ ได้รวดเร็ว และทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นต้นเหตุ กับผลกระทบที่จะตามมา

โครงสร้างแบบจำลองของรัฐมินนิโซตาแบ่งเป็น 10 โครงสร้างแบบจำลองย่อย ดังนี้

- |  |  |
|--|--|
| (1) Natural Resource (Not Waste)         | (2) Consumer Behavior & Choices          |
| (3) Consumer Education and Understanding | (4) Composting Stock and Flows           |
| (5) Home Burning Stock and Flows         | (6) Landfill Stock and Flows             |
| (7) Recycling Stock and Flows            | (8) Waste-to-Energy Stock and Flows      |
| (9) Hazardous Waste Stock and Flows      | (10) State Opportunities Stock and Flows |

จากโครงสร้างแบบจำลองทั้ง 10 พบว่าประเด็นที่รัฐมินนิโซตา ให้ความสำคัญ และ อยู่ภายใต้ขอบเขตการจัดการมูลฝอยชุมชน คือ

(1) พฤติกรรมการบริโภครวมทั้งความรู้และความเข้าใจของผู้บริโภค: โดยความรู้ ความเข้าใจของผู้บริโภคจะมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดมูลฝอยชุมชนและการจัดการ โดยตัวผู้ก่อเอง

(2) การกำจัดโดยการเผาในพื้นที่: เป็นการจัดการรูปแบบหนึ่งโดยตัวผู้ก่อเอง ซึ่งจะ ช่วยลดมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่ฝังกลบ แต่ถ้ามีการกำจัดแบบนี้มากก็จะเกิดมลพิษทางอากาศ และเถ้าที่เกิด จากการเผาที่จำเป็นต้องมีการจัดการต่อไป

(3) การทำปุ๋ยจากมูลฝอย: เป็นการจัดการมูลฝอยชุมชนประเภทสารอินทรีย์ที่นำกลับมา ใช้ประโยชน์ แต่ต้องคำนึงถึงน้ำชะที่ออกจากกองปุ๋ย พื้นที่ และแก๊สที่เกิดขึ้นด้วย

(4) ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ฝังกลบ: เป็นกระบวนการในตอนท้าย ๆ ของการ จัดการมูลฝอยที่ต้องคำนึงถึงน้ำชะจากกองมูลฝอยที่ต้องมีการบำบัด แก๊สที่เกิดขึ้น และการ ปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำใต้ดิน

(5) การคัดแยกเพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์: เป็นการจัดการที่ลดมูลฝอยชุมชนที่จะ ไปสู่พื้นที่ฝังกลบโดยการหมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ แต่มีปัจจัยความต้องการของผู้รับซื้อ ราคา ตลาด และคุณภาพของวัสดุคืบที่คัดแยกได้ที่ควรพิจารณา

#### 4.2.2 ตัวแบบจากงานวิจัยที่เมืองมิลาน ประเทศอิตาลี

ตัวแบบจำลองที่เมืองมิลาน ประเทศอิตาลี ที่มีการเผยแพร่ในเว็บไซต์ เป็นการนำเสนอ งานวิจัยที่ใช้ทฤษฎีพลวัตระบบเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเกิดมูลฝอยชุมชนของเมืองมิลาน โดยผลการวิจัยได้นำเสนอตัวแบบจำลองที่ผ่านการสังเคราะห์ขึ้น แบ่งออกเป็น 5 ระบบย่อย ดังนี้

- |   |   |
|---|---|
| (1) Model outline of municipal solid waste generation | (2) Detailed Submodel of the coefficient of Trust |
| (3) Detailed submodel of Material Intensity           | (5) Detailed central structure                    |
| (4) Detailed submodel of Population                   |   |

ประเด็นความสัมพันธ์ที่พิจารณา คือ รายรับ จำนวนประชากร และพฤติกรรมในการก่อมลพิษชุมชน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อปริมาณมลพิษชุมชนที่เกิดขึ้น โดยตัวพฤติกรรมที่จะนำไปสู่อัตราการก่อมลพิษต่อคนนั้น เกิดจากประเด็นรายรับเป็นสาเหตุหลักที่กระทบต่ออัตราการบริโภค โดยเมื่อมีการบริโภคมมาก ก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดมลพิษมากตามมา ซึ่งอัตราการบริโภคจะมีอีกปัจจัยที่ควบคุม คือ ความเชื่อถือ (trust) ซึ่งเกิดจากการรับรู้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ การโฆษณา หรือการรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ ซึ่งส่งผลให้พฤติกรรมของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปได้ และปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง คือ ปริมาณประชากร ซึ่งแบบจำลองแบ่งประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ประชากรทั่วไปของเมือง และประชากรที่เป็นนักท่องเที่ยว อีกส่วนหนึ่งที่แบบจำลองกล่าวถึง คือ ประเภทมลพิษชุมชน โดยแบบจำลองแบ่งออกเป็นมลพิษหนัก (heavy materials) คือ แก้วกับเหล็ก และมลพิษเบา (lighter materials) คือ พลาสติก กบอลูมิเนียม

#### 4.2.3 ตัวแบบจากงานวิจัยที่เมืองเบอร์ลิน ประเทศเยอรมัน

เป็นการนำเสนอพลวัตระบบของปัจจัยมลพิษชุมชน โดยใช้พื้นที่ศึกษาเป็นของเมืองเบอร์ลิน โดยในรายงานกล่าวถึงปัจจัยหลัก ๆ ในระบบอยู่ 5 ปัจจัย คือ

(1) พฤติกรรมของผู้บริโภค: ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบที่เข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของมลพิษและมีการนำมลพิษกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ และแบบที่ละเลย เพิกเฉยต่อการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

(2) การนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่: เป็นการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากมลพิษชุมชนที่ถูกรวบรวม ซึ่งขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของผู้บริโภคช่วยในการแยกมลพิษเข้าสู่การใช้ประโยชน์ใหม่

(3) ค่าใช้จ่ายในการบำบัด: จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับพฤติกรรมของผู้บริโภคเนื่องจากเป็นผู้จ่ายค่าธรรมเนียมในการจัดการ โดยสัมพันธ์กับปริมาณมลพิษชุมชนที่ก่อ คือ ถ้าค่าใช้จ่ายในการบำบัดเพิ่มสูงขึ้น จะเกิดพฤติกรรมการตระหนักที่จะต้องมีการคัดแยกเพิ่มขึ้น แต่ถ้าค่าใช้จ่ายในการบำบัดต่ำพฤติกรรมเพิกเฉย และละเลยต่อการมีส่วนร่วมในการนำมลพิษชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จะเพิ่มขึ้น

(4) การรวบรวมมลพิษชุมชน: เป็นการรวบรวมเพื่อการนำสู่การบำบัด โดยถ้ามีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่เพิ่มมากขึ้นปริมาณที่นำสู่การบำบัดจะลดลง และสัมพันธ์กับรูปแบบการจัดการที่ถูกต้องด้วย เช่น ถ้ามีการกำจัดด้วยตนเองปริมาณที่รวบรวมได้ก็จะลดลง แต่การกำจัดที่ไม่ถูกต้องอาจก่อให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมา

(5) มาตรการ: กล่าวถึงมาตรการในการควบคุมการกำจัดที่ไม่ถูกต้อง การบังคับใช้จะส่ง  
ผลใน 2 ลักษณะ คือ การใช้มาตรการที่หละหลวม และการใช้มาตรการที่เข้มงวด โดยสัมพันธ์กับ  
การนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ และจะไปควบคุมการกำจัดแบบไม่ถูกต้องไม่ให้เกิดขึ้น

ซึ่งเป้าหมายของแบบจำลองที่สร้างขึ้นของเมืองมิลาน เพื่อการศึกษาพฤติกรรมของ  
องค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในปัจจัยบางตัว เช่น เมื่อค่าใช้จ่ายในการ  
ฝังกลบมูลฝอยชุมชนเปลี่ยนแปลงหรือสัดส่วนของการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ที่เปลี่ยนแปลง

จากงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีพลวัตระบบ เพื่อการจัดการมูลฝอยชุมชนทั้ง 3 ตัวอย่าง  
สรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ ดังตาราง 26

ตาราง 26 สรุปประเด็นสำคัญจากงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีพลวัตระบบเพื่อการจัดการมูลฝอย  
ชุมชน

ประเด็น	A	B	C	สรุปคะแนน
1. พฤติกรรมการบริโภคและทางเลือก	●	●	●	3
2. การกำจัดโดยการเผาในพื้นที่	●			1
3. การทำปุ๋ยจากมูลฝอย	●			1
4. ปริมาณมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบ	●			1
5. การคัดแยกเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์	●		●	2
6. ประชากร		●		1
7. องค์ประกอบมูลฝอย		●		1
8. อัตราการบริโภคและการก่อมูลฝอย		●		1
9. ค่าใช้จ่ายในการบำบัดและกำจัด			●	1
10. การรวบรวมมูลฝอย			●	1
11. มาตรการในการควบคุม			●	1
12. การศึกษาและความเข้าใจของผู้บริโภค	●			1
13. มูลฝอยอันตรายจากบ้านเรือน	●			1
14. การเปลี่ยนมูลฝอยเป็นพลังงาน	●			1

หมายเหตุ A = มินนิโซตา, 2001 (Minnesota Office of Environmental Assistance, 2001)

B = อิตาลี, 1998 (System Analysis Team, 1998)

C = เซอร์มัน, 2001 (Karavezyris, 2001)

โดยสรุปจากตัวอย่างการนำทฤษฎีระบบ และพลวัตรระบบ ร่วมกับการสร้างแบบจำลอง มาใช้ในเรื่องของมูลฝอยชุมชน มีประเด็นที่สำคัญที่ควรพิจารณา คือ

- (1) พฤติกรรมการบริโภค
- (2) การคัดแยกเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์

โดยมีปัจจัยอื่น ๆ ที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ศึกษา เช่น ค่าใช้จ่าย งบประมาณ นโยบาย มาตรการและการบริหารจัดการ เทคโนโลยีด้านการจัดการ เช่น การทำปุ๋ย การเปลี่ยนมูลฝอยเป็นพลังงาน และในส่วนของ การสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชนให้มีประสิทธิภาพ เช่น ความรู้ความเข้าใจ การให้ข้อมูลข่าวสารกับผู้บริโภค และการมีส่วนร่วมของประชาชนก็เป็น ประเด็นที่ไม่ควรมองข้าม ซึ่งจะนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปพัฒนาด้านแบบ จ้างลงในงานวิจัยนี้ต่อไป

#### 4.3 ผลการสังเคราะห์ตัวแปร ปัจจัย และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชน

##### 4.3.1 สรุปตัวแปร/ปัจจัย และสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชน

ตัวแปร/ปัจจัยหลัก ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชน จากการวิจัยเอกสาร การจัดการมูลฝอยชุมชนทั่วไปและมูลฝอยชุมชนในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ และงานวิจัยพลวัตร ระบบด้านมูลฝอยชุมชน โดยสรุปแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มคือ

- (1) ประชากร
- (2) องค์ประกอบมูลฝอยชุมชน
- (3) แหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน
- (4) การจัดการมูลฝอยชุมชน
- (5) ปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน

โดยที่ องค์ประกอบมูลฝอยชุมชนควรพิจารณาทั้งในส่วนของแหล่งกำเนิดมูลฝอย และการจัดการมูลฝอย เนื่องจากอาจมีสัดส่วนองค์ประกอบที่แตกต่างกัน

ซึ่งในแต่ละกลุ่ม จะประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้



4.3.1.1 กลุ่มประชากร ประกอบด้วย ประชากรตามทะเบียนราษฎร ประชากรแฝงที่ไม่มีชื่ออยู่ในทะเบียนราษฎร และนักท่องเที่ยว

4.3.1.2 กลุ่มองค์ประกอบมูลฝอยชุมชน ประกอบด้วย สารอินทรีย์ กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ และมูลฝอยอื่น ๆ

4.3.1.3 กลุ่มแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน ประกอบด้วย บ้านเรือน โรงแรม การค้าและอุตสาหกรรม สถาบันและสถานที่ราชการ โรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่าง ๆ

4.3.1.4 กลุ่มการจัดการมูลฝอยชุมชน ประกอบด้วย การรวบรวม การเก็บขนและการขนส่ง การบำบัดและกำจัด การคัดแยกและนำกลับมาใช้ประโยชน์

4.3.1.5 กลุ่มปัจจัยสนับสนุน ประกอบด้วย นโยบายและแผนที่ครอบคลุมถึงการปฏิบัติงานประมาณในการสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน การศึกษาและวิจัย การให้ความรู้ การจัดกิจกรรมและการรณรงค์ประชาสัมพันธ์

#### 4.3.2 สมมติฐานความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชนเบื้องต้น

สมมติฐานความสัมพันธ์เบื้องต้น เพื่อการพัฒนาแบบจำลองสรุปได้ ดังนี้

4.3.2.1 ปริมาณประชากรตามทะเบียนราษฎรมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับอัตราการเกิดและอัตราการตาย โดยสัมพันธ์กับอัตราการเกิดแบบแปรผันตรงกัน โดยที่ถ้ามีอัตราการเกิดสูงก็จะทำให้ปริมาณประชากรมีเพิ่มมากขึ้น และสัมพันธ์กับอัตราการตายแบบแปรผันผกผัน โดยถ้ามีอัตราการตายสูงก็จะทำให้ประชากรลดลง

4.3.2.2 ปริมาณประชากรมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับอัตราการย้ายเข้าและย้ายออก โดยสัมพันธ์กับอัตราการย้ายเข้าแบบแปรผันผกผันกัน โดยที่ถ้ามีอัตราการย้ายเข้าสูงก็จะทำให้ปริมาณประชากรมีปริมาณเพิ่มขึ้น และสัมพันธ์กับอัตราการย้ายออกแบบแปรผันผกผันกัน โดยที่ถ้ามีอัตราการย้ายออกสูงก็จะทำให้ปริมาณประชากรลดลง

4.3.2.3 อัตราเข้าและออกของนักท่องเที่ยวที่เข้าและออกจากพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่มีผลต่อปริมาณนักท่องเที่ยวในเทศบาลนครหาดใหญ่และประชากรรวมในเทศบาลนครหาดใหญ่

4.3.2.4 ประชากรในแต่ละกิจกรรมมีปริมาณแตกต่างกัน และมีความสัมพันธ์กับปริมาณมูลฝอยชุมชน โดยที่จะทำให้ปริมาณมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ มีปริมาณที่แตกต่างกัน

4.3.2.5 ประชากรในแต่ละกิจกรรม มีการก่อมูลฝอยใน 6 ประเภท คือ มูลฝอยอินทรีย์ แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ และมูลฝอยอื่น ๆ โดยมีความแตกต่างที่ส่วนส่วนของแต่ละประเภท

4.3.2.6 อัตราการบริโภคจะสัมพันธ์กับอัตราการก่อมลพิษชุมชนแบบแปรผันตรงกัน โดยเมื่ออัตราการบริโภคมมากขึ้น อัตราการก่อมลพิษชุมชนก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

4.3.2.7 อัตราการบริโภคมีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ ฤดูกาล อิทธิพลของสื่อโฆษณา และพฤติกรรมของตัวบุคคลด้วย ซึ่งจะเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับอัตราการก่อมลพิษชุมชนโดยตรง

4.3.2.8 อัตราการก่อมลพิษชุมชนจะสัมพันธ์กับปริมาณมลพิษชุมชนที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาใด ๆ แบบแปรผันตรงกัน โดยเมื่ออัตราการก่อมลพิษชุมชนเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณมลพิษชุมชนจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

4.3.2.9 ปริมาณมลพิษชุมชนที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณประชากร และอัตราการก่อมลพิษชุมชนที่เปลี่ยนแปลง แบบแปรผันตรงกัน โดยเมื่อปริมาณประชากรเพิ่มมากขึ้น ปริมาณมลพิษชุมชนก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย หรือเมื่ออัตราการก่อมลพิษชุมชนเพิ่มขึ้น ปริมาณมลพิษชุมชนก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเช่นเดียวกัน

4.3.2.10 ปริมาณมลพิษชุมชนที่เกิดขึ้นจะเข้าสู่การจัดการมลพิษชุมชนให้หมด โดยมีประสิทธิภาพในการจัดการ แปรผันแบบผกผันกับปริมาณมลพิษชุมชนที่จะตกค้างอยู่ในพื้นที่

4.3.2.11 มลพิษชุมชนที่ก่อขึ้นแต่ละประเภทมีสัดส่วนและปริมาณการก่อที่แตกต่างกัน และสามารถนำไปจัดการด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันได้

4.3.2.12 นโยบายและการดำเนินการ นำไปสู่การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ และการมีส่วนร่วมของประชาชนจะเป็นส่วนสนับสนุนให้การแยกมลพิษชุมชนกลับมาใช้ใหม่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น

#### 4.3.3 พัฒนาการของตัวแปร/ปัจจัย และสมมติฐานตามพัฒนาการของแบบจำลอง

การพัฒนาแบบจำลองเริ่มต้นจากการศึกษาทฤษฎีการจัดการมลพิษชุมชน จากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ การสำรวจและสังเกตในพื้นที่ และรูปแบบที่พบเห็นอยู่ในชีวิตประจำวัน ร่วมกับการศึกษาจากตัวอย่างการสร้างแบบจำลองตามทฤษฎีพลวัตระบบ โดยขั้นตอนของงานวิจัยด้านพลวัตระบบนั้นจะเริ่มต้นพัฒนาจากแบบจำลองอย่างง่าย แล้วขยายตัวแปร/ปัจจัยไปสู่แบบจำลองที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งจะทำให้การพัฒนาสามารถปรับปรุงให้สอดคล้องกับพื้นที่ได้เป็นอย่างดี ในหัวข้อนี้จึงเป็นการนำเสนอผลการสังเคราะห์ตัวแปร/ปัจจัย และสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมลพิษชุมชนจากการวิเคราะห์ ที่เชื่อมโยงสู่การพัฒนาแบบจำลอง เพื่อให้เห็นถึงพัฒนาการและความเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบและความสัมพันธ์ที่ครอบคลุมขึ้นเรื่อย ๆ

โดยสรุปตัวแปร/ปัจจัยในระบบการจัดการมลพิษชุมชนเพื่อการพัฒนาต้นแบบจำลองพลวัตระบบของการจัดการมลพิษชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ดังตาราง 27

ตาราง 27 สรุปตัวแปร/ปัจจัยในระบบการจัดการมูลฝอยชุมชน เพื่อพัฒนาแบบจำลอง

ก. กลุ่มตัวแปรประชากร	
ตัวแปร	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
(1) ประชากรตามทะเบียนราษฎร (2) นักท่องเที่ยวและทัศนจร (3) ประชากรแฝงที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎร	(1) อัตราการเกิด - ตาย (2) อัตราการย้ายเข้า - ย้ายออก (3) อัตราการเข้า - ออก (4) ระยะเวลาที่เข้ามาท่องเที่ยว (5) แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงประชากรแฝง
ข. กลุ่มตัวแปรองค์ประกอบมูลฝอยชุมชน	
ตัวแปร	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
(1) สารอินทรีย์ (2) กระดาษ (3) พลาสติก (4) แก้ว (5) โลหะ (6) มูลฝอยอื่น ๆ	(1) การก่อกองมูลฝอย (2) การคัดแยกเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์
ค. กลุ่มตัวแปรแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน	
ตัวแปร	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
(1) บ้านเรือน (2) โรงแรม (3) ย่านธุรกิจการค้า และตลาดต่าง ๆ (4) สถานพยาบาลต่าง (5) สถานที่ราชการ และสถาบันต่าง ๆ	(1) ประชากรที่มีกิจกรรมในพื้นที่ (2) พฤติกรรมการก่อกองมูลฝอยของคนในพื้นที่ (3) อัตราการคัดแยกมูลฝอยในพื้นที่ (4) สัดส่วนที่มีการจัดการในพื้นที่ (5) รูปแบบการจัดการมูลฝอย (6) นโยบายสนับสนุนจากทางเทศบาล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (7) ความรู้และความเข้าใจของประชาชน

ตาราง 27 (ต่อ)

ง. กลุ่มตัวแปรการจัดการมูลฝอยชุมชน	
ตัวแปร	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
(1) การรวบรวม	(1) อัตราการทิ้งมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ
(2) การเก็บขนและการขนส่ง	(2) อัตราการคัดแยก ณ จุดรวบรวม
(3) การฝังกลบ	(3) อัตราการเก็บขนมูลฝอย
(4) การนำกลับมาใช้ประโยชน์	(4) อัตราการคัดแยกในรถเก็บขน
	(5) อัตราการคัดแยกมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบ
	(6) ปริมาณภาชนะรองรับมูลฝอย
	(7) จำนวนคนงานในการเก็บขน
	(8) จำนวนคนงานในการดำเนินการฝังกลบ
	(9) ชนิดและจำนวนรถที่ใช้ในการเก็บขน
	(10) จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ปฏิบัติงาน
	(11) ความถี่และจำนวนเที่ยวในการเก็บขน
	(12) อัตราการขนส่งมูลฝอยสู่พื้นที่ฝังกลบ
	(13) อัตรามูลฝอยที่เข้าสู่ร้านรับซื้อของเก่า
	(14) อัตรามูลฝอยจากร้านรับซื้อของเก่าเข้าสู่การผลิตใหม่
	(15) สัดส่วนน้ำชะจากมูลฝอยที่ออกจากพื้นที่ฝังกลบ
	(16) สัดส่วนมูลฝอยที่ถูกสัตว์เลี้ยงในพื้นที่บรีโลก
	(17) ระยะเวลาในการย่อยสลายของมูลฝอย
	(18) ค่าใช้จ่ายในการจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการรวบรวม
	(19) ค่าใช้จ่ายในการเก็บขนและการขนส่ง
	(20) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการฝังกลบ
	(21) นโยบายสนับสนุนการรวบรวมมูลฝอย
	(22) นโยบายสนับสนุนการคัดแยกโดยมีถังแยกประเภท
	(23) นโยบายสนับสนุนการเก็บขนและการขนส่ง
	(24) นโยบายสนับสนุนการคัดแยกมูลฝอยของพนักงาน
	(25) นโยบายสนับสนุนการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล
	(26) นโยบายสนับสนุนการคัดแยกมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบ

## ตาราง 27 (ต่อ)

จ. กลุ่มตัวแปรปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน	
ตัวแปร	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
(1) นโยบายและแผนงานที่นำไปสู่การปฏิบัติ	(1) นโยบายการรวบรวมมูลฝอยและเก็บขนไปกำจัดที่หลุมฝังกลบ
(2) งบประมาณสนับสนุนการจัดการมูลฝอย	(2) นโยบายในการดำเนินการฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล
(3) การศึกษาและวิจัย	(3) นโยบายสนับสนุนการศึกษาวิจัยด้านมูลฝอย
	(4) นโยบายการคัดแยกมูลฝอยตั้งแต่แหล่งกำเนิด โดยการจัดวางถังแยกประเภท
	(5) นโยบายการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอย
	(6) นโยบายการแยกมูลฝอยอันตรายออกจากมูลฝอยชุมชน
	(7) นโยบายการนำมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์
	(8) งบประมาณเพื่อการรวบรวมเก็บขนและการขนส่งมูลฝอย
	(9) งบประมาณเพื่อการฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล
	(10) งบประมาณเพื่อการสนับสนุนการศึกษาวิจัย
	(11) งบประมาณสนับสนุนระบบการคัดแยกมูลฝอยตั้งแต่แหล่งกำเนิด
	(12) งบประมาณสนับสนุนการสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ จัดกิจกรรม และการให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง
	(13) จำนวนงานวิจัย
	(14) คุณภาพงานวิจัย
	(15) งบประมาณสนับสนุน
	(16) การนำไปใช้ในทางปฏิบัติ
	(17) ความล้าสมัยของงานวิจัย

ซึ่งตัวแปร/ปัจจัยเหล่านี้จะนำไปพัฒนาเป็นต้นแบบจำลองพลวัตระบบเพื่อการจัดการมูลฝอยชุมชน เทศบาลนครหาดใหญ่ ต่อไป

#### 4.4 ต้นแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่

โครงสร้างต้นแบบของแบบจำลองการจัดการมูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1: โครงสร้างต้นแบบของประชากรเทศบาลนครหาดใหญ่

ส่วนที่ 2 : โครงสร้างต้นแบบของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่

ส่วนที่ 3 : โครงสร้างต้นแบบของการจัดการมูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่

ส่วนที่ 4: โครงสร้างต้นแบบของปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่

**หมายเหตุ** องค์ประกอบมูลฝอยชุมชน ได้พิจารณาเป็นองค์ประกอบร่วมทั้งในส่วนของโครงสร้างต้นแบบของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน และโครงสร้างต้นแบบของการจัดการมูลฝอยชุมชน

##### 4.4.1. ส่วนที่ 1: โครงสร้างต้นแบบของประชากรเทศบาลนครหาดใหญ่

โครงสร้างต้นแบบของประชากรเทศบาลนครหาดใหญ่ประกอบด้วยประชากร ดังนี้

1. ประชากรตามทะเบียนราษฎร
2. ประชากรแฝงที่ไม่มีชื่ออยู่ในทะเบียนราษฎร
3. ประชากรที่เป็นนักท่องเที่ยว

โดยในรายละเอียด โครงสร้างต้นแบบของประชากร แสดงด้วยสัญลักษณ์ทางทฤษฎีพลวัตระบบดังภาพประกอบ 39 (ภาคผนวก ง) และสรุปตัวแปรเหตุ ตัวแปรผลของระบบประชากรจากโครงสร้างต้นแบบ ดังตาราง 28

ตาราง 28 สรุปตัวแปรเหตุ - ตัวแปรผลของระบบประชากรจากโครงสร้างต้นแบบ

ตัวแปรเหตุ (Cause)	ตัวแปรผล (Effect)
อัตราการเกิด - ตาย	ประชากรตามทะเบียนราษฎร
อัตราการย้ายเข้า - ออก	
จำนวนนักท่องเที่ยวชาวไทย	ประชากรที่เป็นนักท่องเที่ยว
จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติ	
ประชากรตามทะเบียนราษฎร	ประชากรรวมของเทศบาลนครหาดใหญ่
ประชากรแฝงที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎร	
นักท่องเที่ยว	

#### 4.4.2 ส่วนที่ 2: โครงสร้างต้นแบบของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน

โครงสร้างต้นแบบของแหล่งกำเนิดมูลฝอยประกอบด้วยแหล่งกำเนิดมูลฝอย ดังนี้

1. มูลฝอยจากบ้านเรือน
2. มูลฝอยจากโรงแรม
3. มูลฝอยจากธุรกิจการค้า และตลาดต่าง ๆ
4. มูลฝอยจากโรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่าง ๆ
5. มูลฝอยจากสถาบัน และสถานที่ราชการต่าง ๆ

โดยมีรายละเอียดในโครงสร้างต้นแบบของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชน แสดงด้วยสัญลักษณ์ทางทฤษฎีพลวัตระบบดังภาพประกอบ 40 ถึงภาพประกอบ 44 (ภาคผนวก ง) และสรุปตัวแปรเหตุ ตัวแปรผลของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนจากโครงสร้างต้นแบบ ดังตาราง 29

ตาราง 29 สรุปตัวแปรเหตุ - ตัวแปรผลของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนจากโครงสร้างต้นแบบ

ตัวแปรเหตุ (Cause)	ตัวแปรผล (Effect)
ประชากรที่อาศัยอยู่ในเทศบาลนครหาดใหญ่	มูลฝอยจากบ้านเรือน
อัตราการก่อมูลฝอยจากบ้านเรือน	
ประชากรที่เป็นนักท่องเที่ยว	มูลฝอยจากโรงแรม
ประชากรที่เป็นพนักงาน	
อัตราการก่อมูลฝอยจากโรงแรม	
ประชากรที่มาจับจ่ายซื้อของ	มูลฝอยจากการค้าและตลาดต่าง ๆ
ประชากรที่เป็นนักท่องเที่ยว	
ประชากรที่เป็นคนค้าขายในพื้นที่	
อัตราการก่อมูลฝอยจากการค้า	
ประชากรที่เข้ามาใช้บริการ	มูลฝอยจากสถาบันและสถานที่ราชการต่าง ๆ
ประชากรที่เป็นพนักงานหรือข้าราชการ	
อัตราการก่อมูลฝอยในสถาบันฯ	
ผู้ป่วยใน	มูลฝอยจากสถานพยาบาลต่าง ๆ
ญาติผู้ป่วย	
ผู้ป่วยนอก	
บุคลากรของสถานพยาบาล	

ตาราง 29 (ต่อ)

มูลฝอยที่ทิ้งลงถัง	มูลฝอยที่เข้าสู่ระบบการจัดการ
มูลฝอยที่แยกไว้ขายให้ชาเล็ง	มูลฝอยที่ไม่เข้าสู่ระบบการจัดการ
มูลฝอยประเภทเศษอาหารที่นำไปเลี้ยงสัตว์	
มูลฝอยที่ถูกเผากำจัดในพื้นที่	
มูลฝอยที่ถูกนำไปใช้ใหม่ (Reuse & Recycle)	
ความรู้ ความเข้าใจของประชาชน	มูลฝอยที่ถูกคัดแยก
การณรงค์ ประชาสัมพันธ์	
มูลค่าของมูลฝอย	
นโยบายและมาตรการ	

#### 4.4.3 ส่วนที่ 3: โครงสร้างต้นแบบของการจัดการมูลฝอยชุมชน

โครงสร้างต้นแบบของการจัดการมูลฝอยชุมชนประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การรวบรวมมูลฝอยชุมชน
2. การเก็บขนและการขนส่งมูลฝอยชุมชน
3. การบำบัดและกำจัดมูลฝอยชุมชน
4. การคัดแยกมูลฝอยชุมชนเพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์

โดยมีรายละเอียดใน โครงสร้างต้นแบบของการจัดการมูลฝอยชุมชน แสดงด้วย สัญลักษณ์ทางทฤษฎีพลวัตรระบบดังภาพประกอบ 45 (ภาคผนวก ง) และสรุปตัวแปรเหตุ ตัวแปรผลของการจัดการมูลฝอยชุมชนจาก โครงสร้างต้นแบบ ดังตาราง 30

ตาราง 30 สรุปตัวแปรเหตุ - ตัวแปรผลของการจัดการมูลฝอยชุมชนจาก โครงสร้างต้นแบบ

ตัวแปรเหตุ (Cause)	ตัวแปรผล (Effect)
มูลฝอยที่ทิ้งจากบ้านเรือน	มูลฝอยที่เข้าสู่การรวบรวม
มูลฝอยที่ทิ้งจากโรงแรม	
มูลฝอยที่ทิ้งจากการค้าและตลาดต่าง ๆ	
มูลฝอยที่ทิ้งจากสถานพยาบาลต่าง ๆ	
มูลฝอยที่ทิ้งจากสถาบันและสถานที่ราชการ	
มูลฝอยจากการรวบรวม	มูลฝอยที่เข้าสู่การเก็บขนและการขนส่ง



## ตาราง 30 (ต่อ)

มูลฝอยที่ถูกคัดแยก ณ จุดรวบรวม	มูลฝอยที่ไปยังพื้นที่ฝังกลบ
มูลฝอยที่เข้าสู่การเก็บขนและการขนส่ง	
มูลฝอยที่ถูกคัดแยก ณ รถเก็บขน	มูลฝอยที่อยู่ในพื้นที่ฝังกลบ
มูลฝอยจากนอกเขตเทศบาล	
มูลฝอยที่ไปยังพื้นที่ฝังกลบ	
มูลฝอยที่ถูกย่อยสลาย	
มูลฝอยที่ถูกคัดแยกในพื้นที่ฝังกลบ	มูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์(Recycle)
มูลฝอยที่ขายให้ชาล้งจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ	
มูลฝอยถูกคัดแยก ณ จุดรวบรวม	
มูลฝอยถูกคัดแยกในรถเก็บขน	
มูลฝอยถูกคัดแยกในพื้นที่ฝังกลบ	

## 4.4.4 ส่วนที่ 4: โครงสร้างต้นแบบของปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน

โครงสร้างต้นแบบของปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน ประกอบด้วยปัจจัยด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. นโยบายและแผนงาน ที่ครอบคลุมถึงการปฏิบัติ
2. งบประมาณสนับสนุนการจัดการมูลฝอย
3. การศึกษาและวิจัย ที่มีการถ่ายทอดสู่ชุมชน

ซึ่งทั้ง 3 ส่วนนำไปสู่การปฏิบัติ คือ การให้ความรู้ การจัดกิจกรรม และการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ ฯลฯ

โดยมีรายละเอียดในโครงสร้างต้นแบบของปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน แสดงด้วยสัญลักษณ์ทางทฤษฎีพลวัตระบบดังภาพประกอบ 46 ถึงภาพประกอบ 48 (ภาคผนวก ง) และสรุปตัวแปรเหตุ ตัวแปรผลของปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชนจากโครงสร้างต้นแบบดังตาราง 31

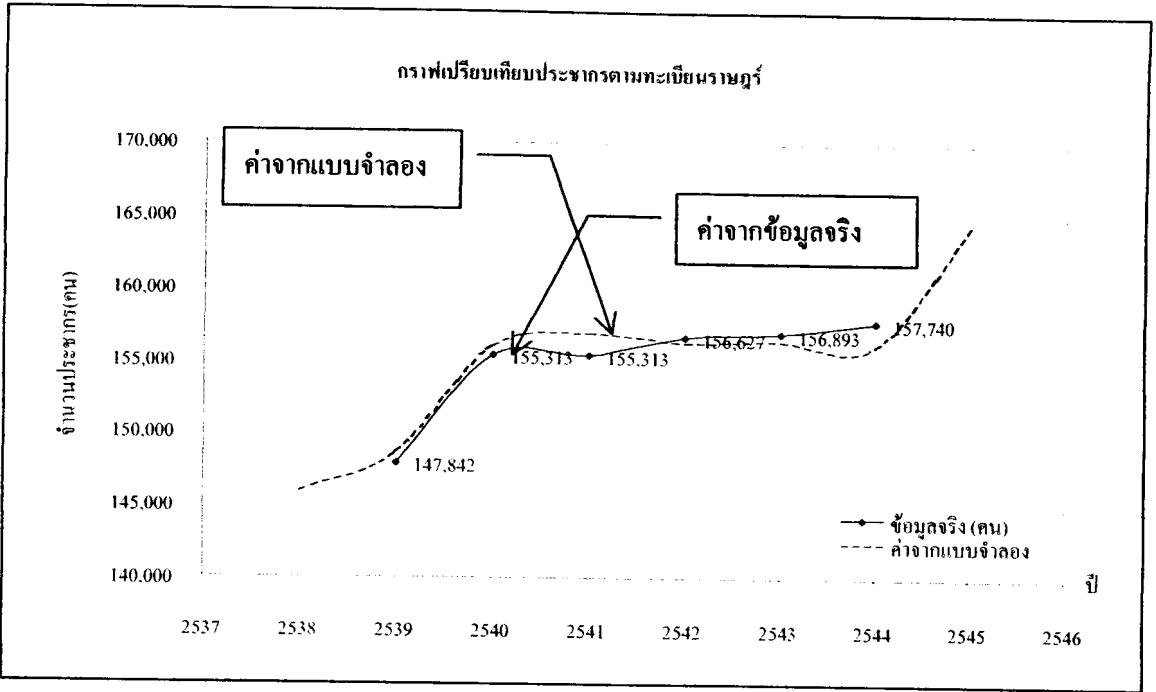
ตาราง 31 สรุปตัวแปรเหตุ - ตัวแปรผลของปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชนจาก  
โครงสร้างต้นแบบ

ตัวแปรเหตุ (Cause)	ตัวแปรผล (Effect)
นโยบายและการดำเนินการในการจัดการรวบรวมและเก็บขน	มีการรวบรวมเก็บขนมูลฝอย
งบประมาณสนับสนุนการรวบรวมและเก็บขน	
นโยบายและการดำเนินการในการฝังกลบมูลฝอย	มีการฝังกลบมูลฝอย
งบประมาณสนับสนุนการฝังกลบ	
นโยบายและการดำเนินการคัดแยกมูลฝอย	ประชาชนมีการคัดแยกมูลฝอย
งบประมาณสนับสนุนการคัดแยกมูลฝอย	
นโยบายและดำเนินการรณรงค์ ประชาสัมพันธ์	
การศึกษาและวิจัยเพื่อให้ความรู้	
นโยบายและการดำเนินการเพื่อให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการจัดการมูลฝอย	ประชาชนมีส่วนร่วมในการจัดการมูลฝอย
การประชาสัมพันธ์ข่าวสาร	
งบประมาณสนับสนุนการมีส่วนร่วม	
ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจและความตระหนัก	
การศึกษาและวิจัยในการถ่ายทอดความรู้	ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจ และความตระหนัก
การรณรงค์ประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความเข้าใจ และการขอความร่วมมือ	

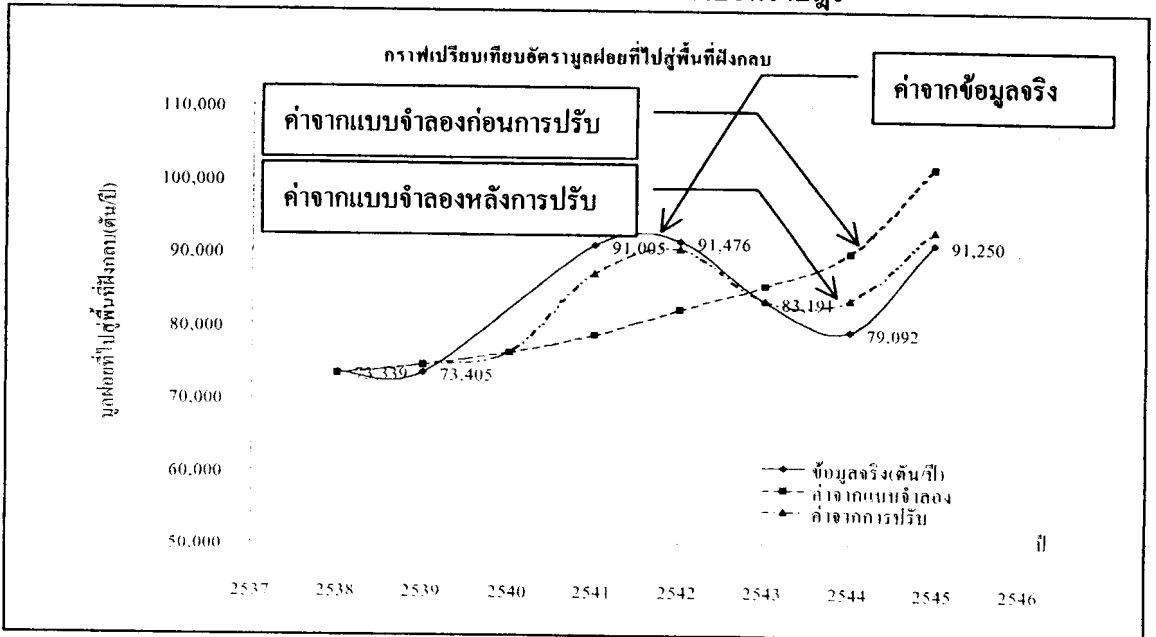
### 4.5 ผลการทดสอบแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง

#### 4.5.1 การเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองกับข้อมูลจริง

การทดสอบแบบจำลอง ในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546 โดยนำผลการคำนวณจากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่เกิดขึ้น พิจารณาผลการเปรียบเทียบในตัวแปรประชากรตามทะเบียนราษฎร และปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ ดังภาพประกอบ 13 และ 14



ภาพประกอบ 13 กราฟเปรียบเทียบประชากรตามทะเบียนราษฎร



ภาพประกอบ 14 กราฟเปรียบเทียบปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ

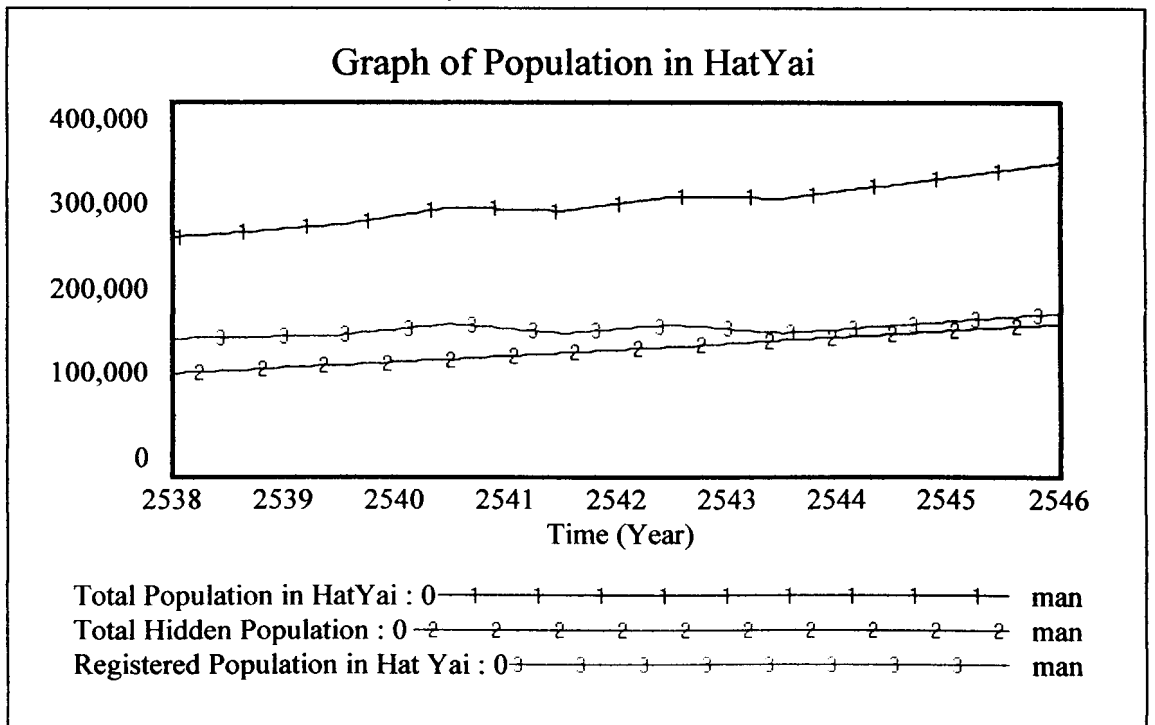
จากการเปรียบเทียบพบว่า ตัวแปรประชากรตามทะเบียนราษฎร สามารถปรับแก้ให้ค่าจากแบบจำลองมีการแกว่งคล้ายค่าจริง ๆ ได้โดยเลือกปรับค่าอัตราการย้ายเข้า – ออกของประชากรตามทะเบียนราษฎร เนื่องจากเป็นตัวแปรที่มีการแกว่งของค่าจากข้อมูลจริง

การเปรียบเทียบปริมาณมูลฝอยที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ เริ่มต้นด้วยสมมติฐานว่า ถ้ากราฟประชากรมีความใกล้เคียงกับค่าจริง ปริมาณมูลฝอยน่าจะใกล้เคียงกับค่าจริงด้วย แต่ผลการคำนวณปรากฏคังกราฟก่อนการปรับแก้ ซึ่งกราฟไม่แกว่งขึ้น – ลง แค่อ้อย ๆ เพิ่มขึ้น แสดงว่าปัจจัยที่มีผลต่อมูลฝอยที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบนั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กัประชากรเพียงอย่างเดียว การปรับแก้ทำได้ในหลายตัวแปรประกอบกัน หรือเลือกที่จะปรับเฉพาะตัวแปรบางตัว ซึ่งจะง่ายกว่า เช่น ทดลองปรับค่าตัวแปรมูลฝอยที่มาจากภายนอกเขตเทศบาลแบบเฉพาะเจาะจงเพียงตัวแปรเดียว ซึ่งผลที่ได้แสดงคังกราฟหลังการปรับแก้ ซึ่งจะพบว่ามีการแกว่งที่ใกล้เคียงค่าจริงมากขึ้น

#### 4.5.2 การนำเสนอผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองในตัวแปรปัจจัยที่สำคัญ

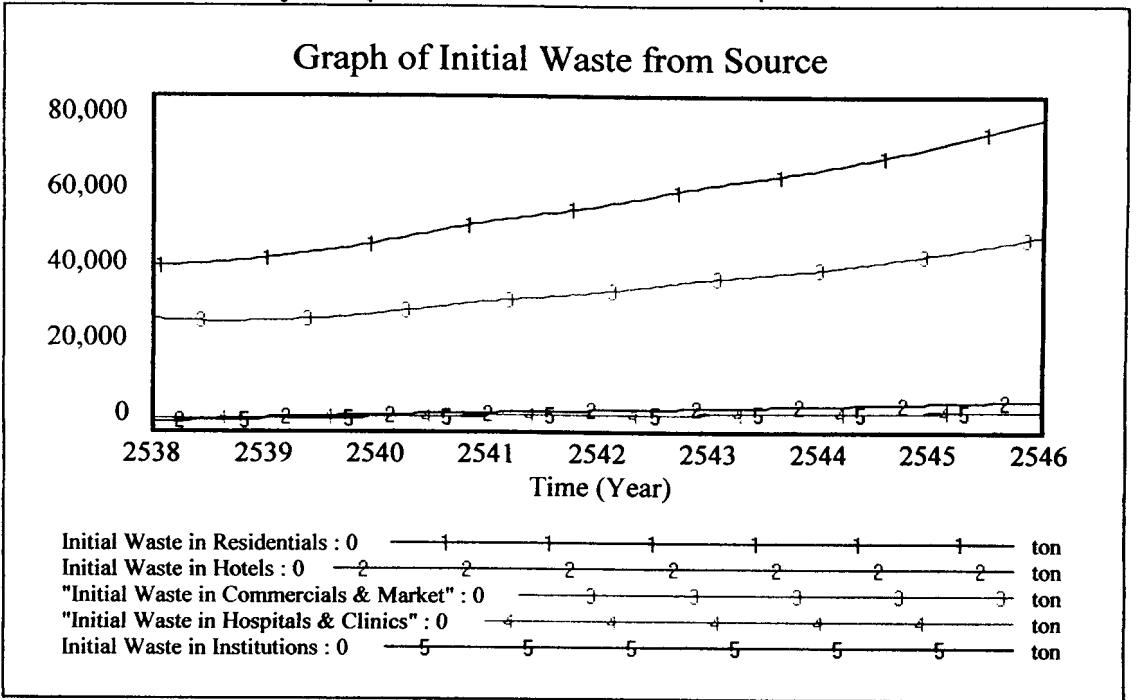
ผลการคำนวณจากแบบจำลอง ในช่วงปี พ.ศ. 2538 – 2546 จะนำเสนอทั้งในรูปกราฟแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ดังนี้

ก. ปริมาณประชากรในกลุ่มต่าง ๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546



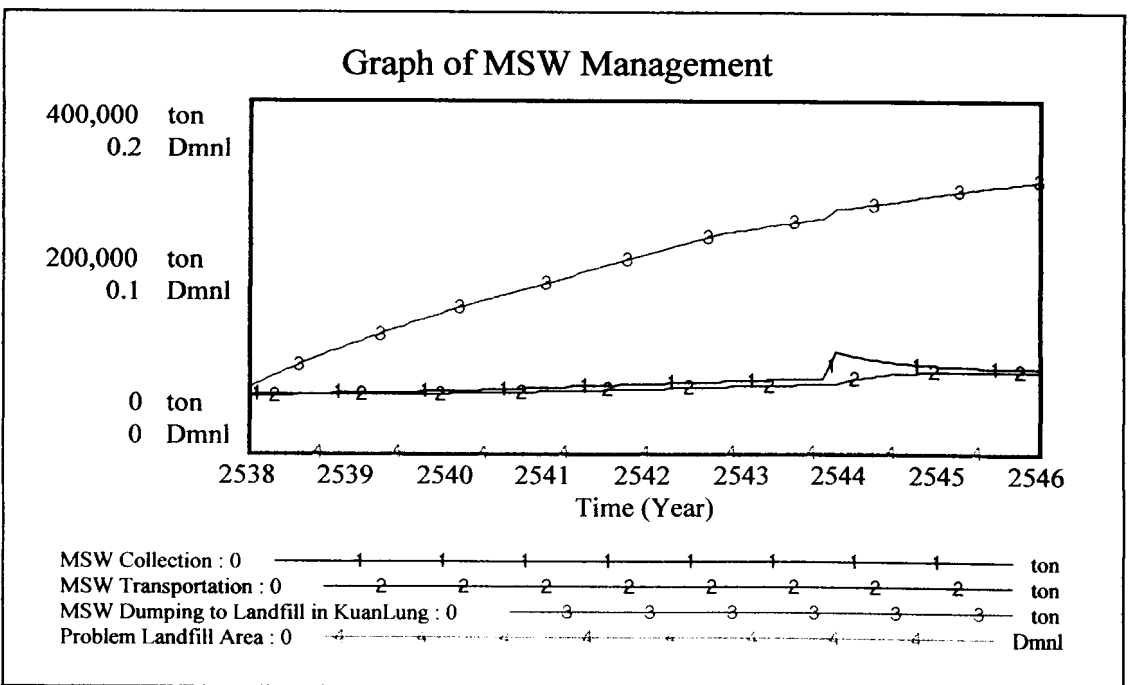
ภาพประกอบ 15 กราฟประชากรในกลุ่มต่าง ๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546

ข. ปริมาณมูลฝอยชุมชนเริ่มต้นจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546



ภาพประกอบ 16 กราฟปริมาณมูลฝอยชุมชนเริ่มต้นจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546

ค. ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่การจัดการของทางเทศบาลในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546



ภาพประกอบ 17 กราฟปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่ระบบการจัดการของทางเทศบาล ในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546

สรุปจากกราฟทั้ง 3 รูป (ภาพประกอบ 43 ถึงภาพประกอบ 45) จากการคำนวณของแบบจำลองในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546 จะพบว่าประชากรตามทะเบียนราษฎรจะอยู่ในช่วง 145,861 - 172,585 คน ประชากรแฝงรวมนักท่องเที่ยวอยู่ในช่วง 108,482 - 159,771 คน และประชากรรวมทั้งสองส่วนจะอยู่ในช่วง 254,343 - 332,356 คน

ในส่วนของปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ก่อกำเนิดจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่าง ๆ พบว่า ปริมาณมูลฝอยจากบ้านเรือนอยู่ในช่วง 39,120 - 83,977 ตัน ย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ อยู่ในช่วง 26,626 - 58,910 ตัน โรงแรมอยู่ในช่วง 1,762 - 10,168 ตัน โรงพยาบาลอยู่ในช่วง 2,770 - 5,240 ตัน และสถานที่ราชการอยู่ในช่วง 1,762 - 5,316 ตัน

ในส่วนของปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่ระบบการจัดการมูลฝอยของทางเทศบาล พบว่า มูลฝอยที่เข้าสู่การรวบรวม ณ จุดรวบรวมอยู่ในช่วง 63,864 - 94,689 ตัน เข้าสู่การเก็บขนอยู่ในช่วง 63,798 - 89,210 ตัน และไปสู่พื้นที่ฝังกลบอยู่ในช่วง 72,368 - 306,641 ตัน โดยความแตกต่างระหว่างกราฟมูลฝอยจากการรวบรวม และมูลฝอยที่ขนส่งจะเป็นส่วนที่ถูกคัดแยกจากจุดรวบรวม

ความสามารถในการรองรับของพื้นที่ฝังกลบพบว่ายังสามารถรองรับมูลฝอยชุมชนได้อยู่โดยไม่เกิดปัญหาพื้นที่ฝังกลบเต็มตลอดช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2546 แม้ว่าในช่วงปลายปี พ.ศ. 2543 จะเกิดวิกฤติพื้นที่ฝังกลบจากมูลฝอยที่เกิดจากน้ำท่วมใหญ่ในเทศบาลนครหาดใหญ่ ซึ่งจากกราฟในภาพประกอบ 17 จะพบว่าเส้นกราฟของมูลฝอยที่รวบรวมเพิ่มสูงขึ้น แต่จากการฟื้นฟูพื้นที่ฝังกลบทำให้สามารถใช้งานพื้นที่ฝังกลบต่อมาได้จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2547) โดยแบบจำลองสามารถแสดงเหตุการณ์ที่มีความสอดคล้องดังกล่าวได้ ด้วยการปรับค่าตัวแปรปริมาณมูลฝอยในช่วงเวลาดังกล่าวให้เพิ่มขึ้นกว่าปรกติ แล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรอื่นได้

#### 4.6 การทดสอบสถานการณ์จำลอง และแนวทางการจัดการมูลฝอยชุมชน

##### 4.6.1 การทดสอบความอ่อนไหวเพื่อนำไปสู่การสร้างสถานการณ์จำลอง

ก่อนการสร้างสถานการณ์จำลองจำเป็นที่จะต้องเลือกตัวแปรที่มีความอ่อนไหว เพื่อนำมาสร้างสถานการณ์จำลอง เนื่องจากตัวแปรที่มีความอ่อนไหวจะเปลี่ยนแปลงได้ง่ายและส่งผลกระทบต่อตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งระบบ

ตัวแปรที่เลือกมาวิเคราะห์ความอ่อนไหวมี ดังนี้

- (1) ประชากร
- (2) พฤติกรรมการบริโภค และการก่อมูลฝอย ในรูปอัตราการก่อมูลฝอยต่อคน
- (3) สัดส่วนการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด

- (4) สัดส่วนการคัดแยกมูลฝอย ณ ถังรวบรวม
- (5) สัดส่วนการคัดแยกมูลฝอย ณ รถเก็บขน
- (6) สัดส่วนการคัดแยกมูลฝอย ณ สถานที่กำจัด

โดยมีเกณฑ์การพิจารณา คือการเปลี่ยนแปลงของปริมาณมูลฝอยชุมชนที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบ ที่เปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด จากการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรทั้ง 6 ตัวแปร ที่นำมาวิเคราะห์ความอ่อนไหว

#### 4.6.2 หลักเกณฑ์ และวิธีการในการทดสอบความอ่อนไหว

- (1) ทดลองปรับค่าตัวแปรที่เลือกมาวิเคราะห์ความอ่อนไหวข้างต้น ทีละตัวแปร โดยเพิ่มค่าขึ้นจากเดิม 50% และ ลดค่าลงจากเดิม 50% (คูณด้วยค่า 1.5 และ 0.5 ตามลำดับ)
- (2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเส้นกราฟปริมาณมูลฝอยที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบ ในปี พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นปีสุดท้ายในการศึกษาครั้งนี้
- (3) เลือกตัวแปรที่ทำให้ปริมาณสะสมในพื้นที่ฝังกลบเปลี่ยนแปลงมากที่สุด 3 อันดับ เพื่อใช้ในการศึกษาการจำลองสถานการณ์ต่อไป

ซึ่งกราฟแสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ดังแสดงในภาคผนวก จ

#### 4.6.3 ผลการทดสอบความอ่อนไหว

สรุปผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวที่ส่งผลต่อปริมาณมูลฝอยที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบในปี พ.ศ. 2556 ดังตาราง 32

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณมูลฝอยที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบในปี พ.ศ. 2556

ตัวแปรที่วิเคราะห์ความอ่อนไหว	ฐานเดิม	Up 50%	Down 50%	%ผลต่าง
1. ประชากร	442,547	627,133	257,961	±41.70
2. พฤติกรรมการก่อมูลฝอย	442,547	638,358	246,736	±44.25
3. การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด	442,547	422,291	462,804	±4.58
4. การคัดแยก ณ ถังรวบรวม	442,547	430,380	455,516	±2.75
5. การคัดแยก ณ รถเก็บขน	442,547	442,393	442,702	±0.03
6. การคัดแยก ณ พื้นที่ฝังกลบ	442,547	434,012	451,405	±1.93

หมายเหตุ ค่าในตารางเป็นปริมาณมูลฝอยที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบ (ตัน) ในปี พ.ศ. 2556

#### 4.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวสูงสุด 3 อันดับแรก คือ

- (1) พฤติกรรมการก่อมลพิษ
- (2) ประชากรผู้ก่อมลพิษ
- (3) การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด

#### 4.7 การสร้างสถานการณ์จำลอง และแนวทางการจัดการ

การสร้างสถานการณ์จำลองจากตัวแปรที่มีความอ่อนไหวสูงสุด 3 อันดับแรก โดยกำหนดให้แต่ละสถานการณ์เป็นการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรที่มีความอ่อนไหวทั้ง 3 ตัวแปรพร้อมกัน โดยการปรับค่าจะเริ่มต้นจากปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2547) ไปจนถึงปี พ.ศ. 2556 แบ่งออกเป็น 3 สถานการณ์จำลองหลัก ดังนี้

##### 4.7.1 สถานการณ์จำลอง 1

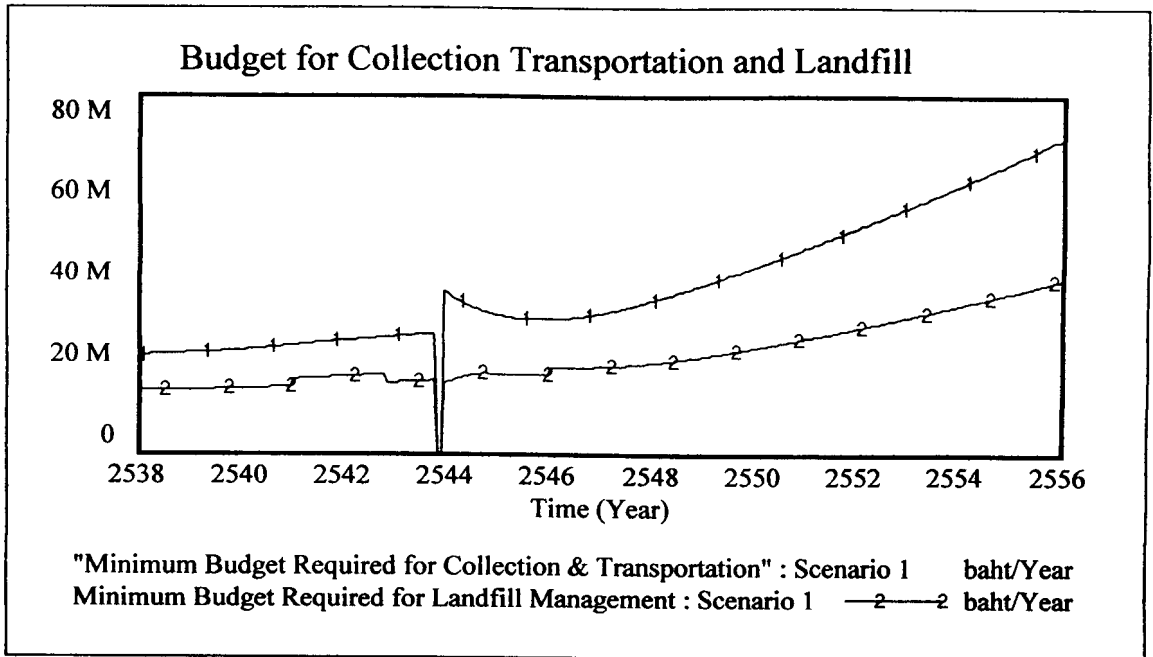
เป็นสถานการณ์จำลองที่เลวร้ายที่สุด ซึ่งเกิดจากทั้ง 3 ตัวแปรพร้อม ๆ กัน โดยสมมติให้เกิดเหตุการณ์ที่มีประชากรย้ายเข้ามาในเทศบาลนครหาดใหญ่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีแหล่งงานรองรับจำนวนมาก รวมทั้งการเข้ามาศึกษาต่อในเทศบาลนครหาดใหญ่จากชื่อเสียงด้านสถานที่ศึกษาที่มีคุณภาพ และมีสถานศึกษาใหม่ ๆ เปิดสอนเพิ่มขึ้นอีกหลายแห่ง ในส่วนของการท่องเที่ยว มีนักท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น ทั้งชาวไทย และต่างชาติ โดยประชากรทั้งหมดมีพฤติกรรมการจับจ่ายใช้สอยและก่อมลพิษชุมชนเพิ่มขึ้นด้วย อีกทั้งการดูแลเอาใจใส่ด้านมูลฝอยชุมชนของทางเทศบาลนครหาดใหญ่ลดความสำคัญลง เช่น ไม่มีนโยบายที่จะส่งเสริมการคัดแยกมูลฝอยชุมชน และไม่ส่งเสริมการนำมูลฝอยชุมชนไปใช้ประโยชน์ ส่งผลให้การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดลดลง

จากสถานการณ์ดังกล่าวส่งผลให้ค่าตัวแปรที่มีความอ่อนไหวเปลี่ยนแปลง (จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสูงสุดจากข้อมูลในอดีตในภาคผนวก ก) ใน 3 ตัวแปรที่อ่อนไหว ดังนี้

- (1) พฤติกรรมการก่อมลพิษชุมชน ในรูปอัตราการก่อมลพิษชุมชนเพิ่มขึ้น 24.62% ต่อปี ในทุกแหล่งกำเนิด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 - 2556
- (2) อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรเพิ่มขึ้น 6.69% ต่อปี จาก 2 กลุ่มประชากร คือ ประชากรตามทะเบียนราษฎร ประชากรแฝงที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎร
- (3) นักท่องเที่ยวมีแนวโน้มอยู่ท่องเที่ยวยาวนานขึ้น
- (3) อัตราการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด ลดลง 24.62% ต่อปี ในทุก ๆ แหล่งกำเนิด โดยแสดงผลการจำลองสถานการณ์ในตัวแปรที่น่าสนใจ ดังนี้







ภาพประกอบ 20 ค่าใช้จ่ายในการรวบรวมเก็บขน และค่าใช้จ่ายในการฝังกลบใน  
 สถานการณ์จำลอง 1

สรุปผลจากสถานการณ์จำลอง 1 ในปี พ.ศ. 2547 - 2556 จะพบว่า แหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนที่สำคัญ คือ จากบ้านเรือน และจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนที่สำคัญจะเป็นกลุ่มบ้านเรือนที่อยู่อาศัย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 81,719 - 172,147 ตัน และจากย่านธุรกิจการค้าและตลาดต่าง ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 51,766-114,490 ตัน และความสามารถในการรองรับมูลฝอยชุมชนของพื้นที่ฝังกลบที่ควนลังจะสามารถรองรับมูลฝอยชุมชนได้จนถึงประมาณกลางปี พ.ศ. 2550 ปริมาณที่เข้าสู่การรวบรวมอยู่ในช่วง 99,294 - 224,369 ตัน ปริมาณที่เข้าสู่การเก็บขนอยู่ในช่วง 89,844 - 193,456 ตัน และปริมาณสะสมในพื้นที่ฝังกลบจะอยู่ที่ 325,011 - 600,893 ตัน ซึ่งค่าใช้จ่ายในการรวบรวมเก็บขนจะอยู่ในช่วง 31.16 - 70.42 ล้านบาทต่อปี และค่าใช้จ่ายในการฝังกลบจะอยู่ในช่วง 19.11 - 38.51 ล้านบาทต่อปี

ในสถานการณ์จำลอง 1 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่แย่ที่สุด พบว่า ความสามารถในการรองรับมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ฝังกลบของควนลังจะอยู่ได้ไม่เกินกลางปี พ.ศ. 2550 ดังนั้นแนวทางในการจัดการจากสถานการณ์นี้ คือ การหาพื้นที่ฝังกลบใหม่ เป็นสิ่งจำเป็นที่ค่อนข้างเร่งด่วน ร่วมกับการเพิ่มสัดส่วนการคัดแยกจากส่วนต่าง ๆ เช่น แหล่งกำเนิด จุครวบรวม รถเก็บขน และพื้นที่ฝังกลบโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากแหล่งกำเนิด ซึ่ง ทำได้โดยการสร้างระบบการคัดแยกให้มีประสิทธิภาพตั้งแต่แหล่งกำเนิด เช่น มีถังแยกประเภท และระบบรองรับมูลฝอยชุมชนที่สามารถคัดแยกได้ ร่วมกับการณรงค์ประชาสัมพันธ์ การให้ความรู้และขอความร่วมมือหน่วยงานต่าง ๆ

เพื่อการคัดแยกมูลฝอยชุมชน รวมทั้งอาจจำเป็นต้องมีมาตรการทางกฎหมายเพื่อกำกับดูแล ซึ่งจะช่วยยืดอายุพื้นที่ฝังกลบไปได้อีกหนึ่งระยะหนึ่ง

**4.7.2 สถานการณ์จำลอง 2**

เป็นสถานการณ์จำลองที่มีความเป็นไปได้ที่สุด จากการเปลี่ยนค่าทั้ง 3 ตัวแปรพร้อมกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 สถานการณ์ย่อย ดังนี้

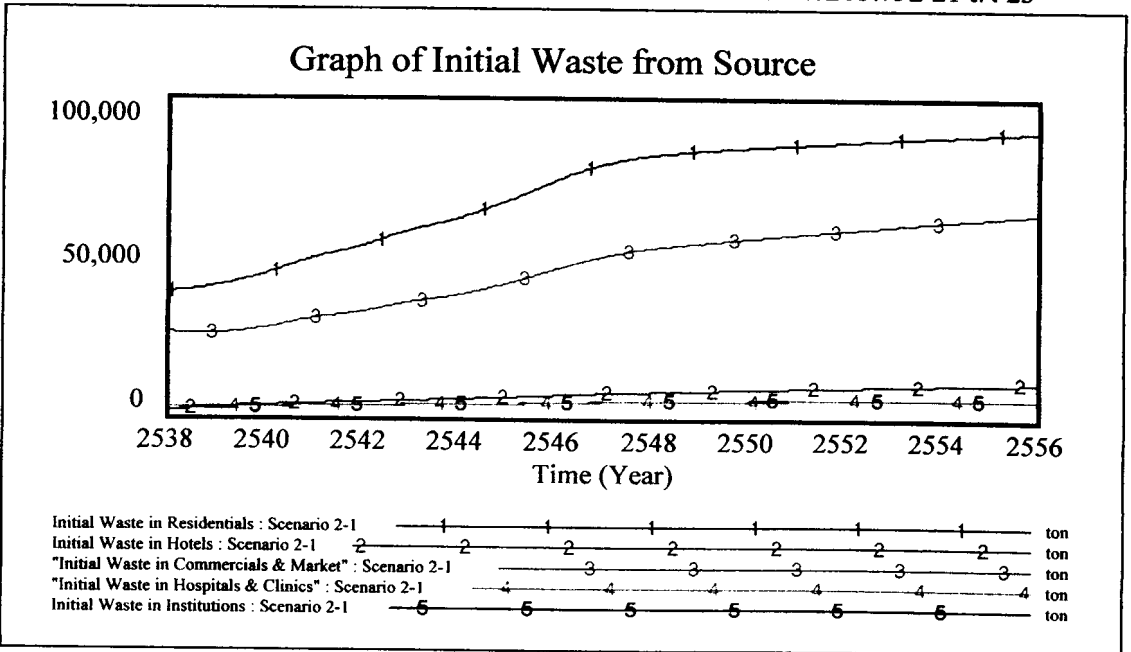
**ก. สถานการณ์จำลองย่อย 2.1**

สมมติฐานว่าการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของตัวแปรต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ได้ มีค่าคงที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 จนถึงปี พ.ศ. 2556 ในทุก ๆ ตัวแปรที่อ่อนไหว ดังนี้

- (1) พฤติกรรมการก่อมลฝอยชุมชนในรูปอัตราการก่อมลฝอยคงที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546
- (2) อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรคงที่จากทั้ง 3 กลุ่มประชากร คือ ประชากรตามทะเบียนราษฎร ประชากรแฝงที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎร และนักท่องเที่ยว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546
- (3) อัตราการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด คงที่ ในทุก ๆ แหล่งกำเนิด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 โดยแสดงผลการจำลองสถานการณ์ในตัวแปรที่น่าสนใจ ดังนี้

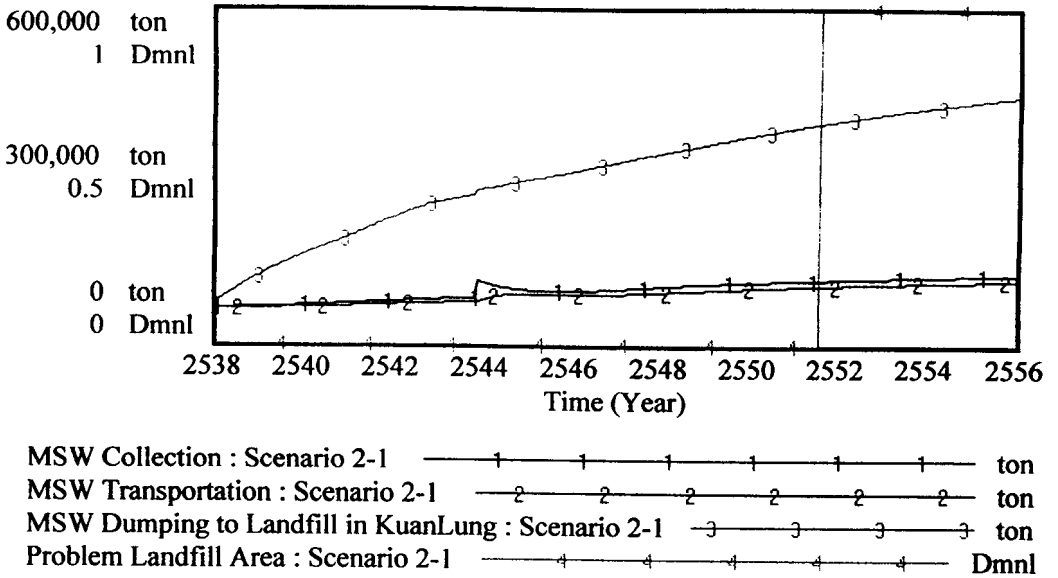
**ผลจากสถานการณ์จำลองย่อย 2.1**

จากสถานการณ์จำลอง 2.1 แสดงผลจากการคำนวณ ดังภาพประกอบ 21 ถึง 23



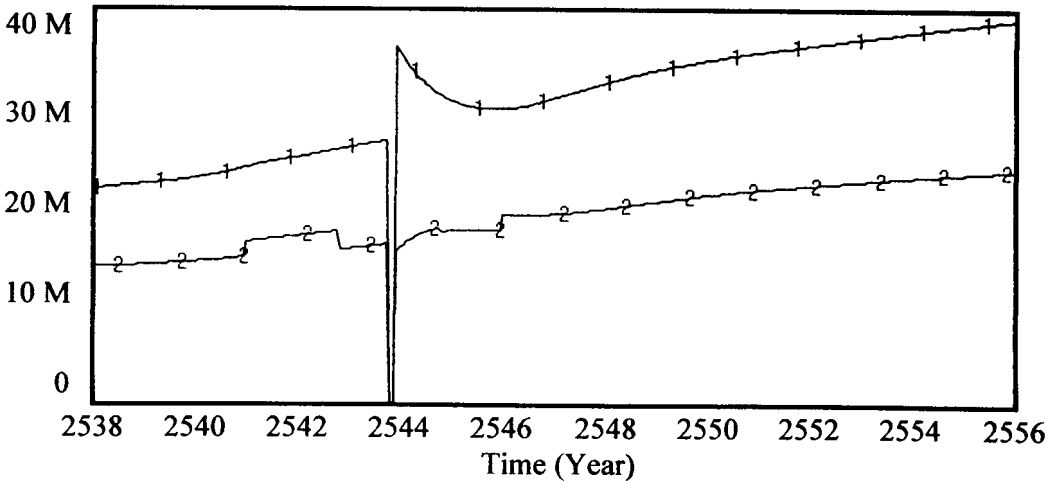
ภาพประกอบ 21 ปริมาณมูลฝอยชุมชนในแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่าง ๆ ในสถานการณ์จำลอง 2.1

### Graph of MSW Management



ภาพประกอบ 22 ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่การรวบรวม การเก็บขน การฝังกลบ และปัญหาพื้นที่ฝังกลบในสถานการณ์จำลอง 2.1

### Budget for Collection Transportation and Landfill



"Minimum Budget Required for Collection & Transportation" : Scenario 2-1 21 baht/Year  
 Minimum Budget Required for Landfill Management : Scenario 2-1 2 baht/Year

ภาพประกอบ 23 ค่าใช้จ่ายในการรวบรวมเก็บขน และค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ ในสถานการณ์จำลอง 2.1

สรุปผลจากสถานการณ์จำลองย่อย 2.1 ในช่วงปี พ.ศ. 2547 - 2556 จะพบว่า แหล่งกำเนิดมลพิษชุมชนที่สำคัญ คือจากบ้านเรือน และจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษชุมชนที่สำคัญจะเป็นบ้านเรือน มีค่าอยู่ระหว่าง 79,052 - 89,504 ตัน และกลุ่มย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 50,342 - 63,677 ตัน และความสามารถในการรองรับมลพิษชุมชนของพื้นที่ฝั่งกลบที่ควนลึงจะสามารถรองรับมลพิษชุมชนได้จนถึงประมาณ กลางปี พ.ศ. 2551 ปริมาณที่เข้าสู่การรวบรวมอยู่ในช่วง 98,346 - 123,907 ตัน ปริมาณที่เข้าสู่การเก็บขนอยู่ในช่วง 89,667 - 113,685 ตัน และปริมาณสะสมในพื้นที่ฝั่งกลบจะอยู่ที่ 324,981 - 442,547 ตัน ซึ่งค่าใช้จ่ายในการรวบรวมเก็บขนจะอยู่ในช่วง 30.86 - 38.88 ล้านบาทต่อปี และค่าใช้จ่ายในการฝั่งกลบจะอยู่ในช่วง 19.07 - 23.57 ล้านบาทต่อปี

ในสถานการณ์จำลองย่อย 2.1 พบว่า ความสามารถในการรองรับมลพิษชุมชนในพื้นที่ฝั่งกลบของควนลึงจะอยู่ได้ไม่เกินกลางปี พ.ศ. 2551 ซึ่งปัญหาหาพื้นที่ฝั่งกลบ แม้ยังไม่เร่งด่วนนัก แต่ก็ควรเริ่มดำเนินการ โดยทำร่วมไปกับการเพิ่มสัดส่วนการคัดแยกจากส่วนต่าง ๆ ทั้งจากแหล่งกำเนิด จากจุดรวบรวม จากรถเก็บขน และจากพื้นที่ฝั่งกลบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากแหล่งกำเนิด ซึ่งมูลฝอยที่รีไซเคิลมีคุณภาพดี และไม่ส่งผลกระทบต่อระบบการกำจัดเหมือนอย่างการคัดแยกจากรถเก็บขน และในพื้นที่ฝั่งกลบ โดยแนวทางที่ควรพิจารณา คือ การสร้างระบบการคัดแยกให้มีประสิทธิภาพตั้งแต่แหล่งกำเนิด โดยมีถังแยกประเภท และระบบที่จะรองรับมลพิษชุมชนที่คัดแยกได้ ร่วมกับการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ การให้ความรู้ประชาชนและขอความร่วมมือหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการคัดแยก รวมทั้งอาจจำเป็นต้องมีมาตรการทางกฎหมายเพื่อกำกับดูแล ซึ่งจะช่วยให้ลดอายุพื้นที่ฝั่งกลบไปได้อีกระยะหนึ่ง ก่อนที่จะสามารถหาพื้นที่ฝั่งกลบใหม่ได้

#### ข. สถานการณ์จำลองย่อย 2.2

สมมติฐานว่าเทศบาลนครหาดใหญ่ยังคงดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับมลพิษชุมชนอย่างต่อเนื่อง ทำให้แนวโน้มการคัดแยกมูลพิษชุมชนจากแหล่งกำเนิดมีแนวโน้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามแนวโน้มเดิม โดยที่ประชากรรวมและแต่ละกลุ่มยังคงมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากการขยายตัวของเทศบาลตามการเติบโตทางเศรษฐกิจ รวมทั้งอัตราการก่อมลพิษชุมชนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เช่นเดียวกัน

จากสถานการณ์ดังกล่าวส่งผลให้ค่าตัวแปรที่มีความอ่อนไหวเปลี่ยนแปลงตามแนวโน้มเดิมในทุก ๆ ตัวแปรที่อ่อนไหว ดังนี้

(1) พฤติกรรมการก่อมลพิษชุมชน ในรูปอัตราการก่อมลพิษเปลี่ยนแปลงตามแนวโน้มเดิมไปตลอดถึงปี พ.ศ. 2556





สรุปผลจากสถานการณ์จำลองย่อย 2.2 ในช่วงปี พ.ศ. 2547 - 2556 จะพบว่า แหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนที่สำคัญ คือ จากบ้านเรือน และจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนที่สำคัญจะเป็นกลุ่ม จากบ้านเรือนมีค่าประมาณอยู่ระหว่าง 80,877 - 143,032 ตัน และย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ โดยมีอยู่ระหว่าง 51,154 - 88,457 ตัน และความสามารถในการรองรับมูลฝอยชุมชนของพื้นที่ฝั่งกลบที่ควนล้งจะสามารถรองรับมูลฝอยชุมชนได้จนถึงประมาณปลายปี พ.ศ. 2550 ปริมาณที่เข้าสู่การรวบรวมอยู่ในช่วง 98,765 - 173,931 ตัน ปริมาณที่เข้าสู่การเก็บขนอยู่ในช่วง 89,736 - 153,910 ตัน และปริมาณสะสมในพื้นที่ฝั่งกลบจะอยู่ที่ 324,991 - 524,169 ตัน ซึ่งค่าใช้จ่ายในการรวบรวมเก็บขนจะอยู่ในช่วง 30.99 - 54.58 ล้านบาทต่อปี และค่าใช้จ่ายในการฝังกลบจะอยู่ในช่วง 19.09 - 31.10 ล้านบาทต่อปี

ในสถานการณ์จำลองย่อย 2.2 พบว่า ความสามารถในการรองรับมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ฝั่งกลบของควนล้งจะอยู่ได้ไม่เกินปลายปี พ.ศ. 2550 ดังนั้นแนวทางการจัดการ คือ การหาพื้นที่ฝั่งกลบแห่งใหม่เป็นสิ่งที่มีความจำเป็น โดยการดำเนินการจะต้องทำร่วมไปกับการเพิ่มสัดส่วนการคัดแยกจากส่วนต่าง ๆ ทั้งจากแหล่งกำเนิด จากจุดรวบรวม จากรถเก็บขน และจากพื้นที่ฝั่งกลบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากแหล่งกำเนิดซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อระบบการกำจัดเหมือนอย่างการคัดแยกจากรถเก็บขน และในพื้นที่ฝั่งกลบ ซึ่งแนวทางที่ควรพิจารณา คือ การสร้างระบบการคัดแยกให้มีประสิทธิภาพตั้งแต่แหล่งกำเนิด โดยมีถังแยกประเภท และระบบที่จะรองรับมูลฝอยชุมชนที่คัดแยกได้ ร่วมกับการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ การให้ความรู้ประชาชน และขอความร่วมมือหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการคัดแยก รวมทั้งอาจจำเป็นต้องมีมาตรการทางกฎหมายเพื่อกำกับดูแล ซึ่งจะช่วยยืดอายุพื้นที่ฝั่งกลบไปได้อีกระยะหนึ่ง ก่อนที่จะสามารถหาพื้นที่ฝั่งกลบใหม่ได้

### ค. สถานการณ์จำลองย่อย 2.3

สมมติฐานว่าเทศบาลนครหาดใหญ่ยังคงดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอยชุมชนอย่างต่อเนื่อง และมุ่งเน้นการคัดแยกมูลฝอยอินทรีย์นำมาใช้ประโยชน์ ส่งผลให้แนวโน้มการคัดแยกมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดมีแนวโน้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมูลฝอยอินทรีย์ โดยที่ประชากรรวม และประชากรแต่ละกลุ่มยังคงมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากการขยายตัวของเทศบาลตามการเติบโตทางเศรษฐกิจ รวมทั้งอัตราการก่อมูลฝอยชุมชนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

จากสถานการณ์ 2.3 ส่งผลให้ค่าตัวแปรที่มีความอ่อนไหวเปลี่ยนแปลง ดังนี้

(1) พฤติกรรมการก่อมูลฝอยชุมชน ในรูปอัตราการก่อมูลฝอยเปลี่ยนแปลงตามแนวโน้มเดิม เดิมตลอดถึงปี พ.ศ. 2556







สรุปผลจากสถานการณ์จำลองย่อย 2.3 พบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2547 -2556 แหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนที่สำคัญ คือ จากบ้านเรือน และจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนที่สำคัญจะยังเป็นกลุ่มบ้านเรือน ซึ่งมีปริมาณมูลฝอยอยู่ระหว่าง 80,877 - 143,032 ตัน และกลุ่มย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ โดยมีปริมาณมูลฝอยอยู่ระหว่าง 51,154 - 88,457 ตัน และความสามารถในการรองรับมูลฝอยชุมชนของพื้นที่ฝังกลบที่ควนลังจะสามารถรองรับมูลฝอยชุมชนได้จนถึงประมาณต้นปี พ.ศ. 2552 ปริมาณที่เข้าสู่การรวบรวมอยู่ในช่วง 97,406 - 116,893 ตัน ปริมาณที่เข้าสู่การเก็บขนและขนส่งอยู่ในช่วง 89,414 - 108,594 ตัน และปริมาณสะสมในพื้นที่ฝังกลบจะอยู่ที่ 324,922 - 432,365 ตัน ซึ่งค่าใช้จ่ายในการรวบรวมเก็บขนจะอยู่ในช่วง 30.57 - 36.68 ล้านบาทต่อปี และค่าใช้จ่ายในการฝังกลบจะอยู่ในช่วง 19.03 - 22.62 ล้านบาทต่อปี

ในสถานการณ์จำลองย่อย 2.3 พบว่า ความสามารถในการรองรับมูลฝอยชุมชนในพื้นที่ฝังกลบที่ควนลังจะรองรับได้ถึงปี พ.ศ. 2552 ซึ่งดีกว่าสถานการณ์จำลองย่อย 2.2 เล็กน้อย (ประมาณ 1 ปี) จากการที่สามารถนำมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์กลับมาใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามแนวโน้มเดิม ดังนั้น การจัดการในสถานการณ์นี้ เรื่องของพื้นที่ฝังกลบใหม่เป็นสิ่งจำเป็นแต่ไม่เร่งด่วนนัก เช่นเดียวกับสถานการณ์จำลองย่อย 2.1 แต่แนวโน้มการจัดการปัญหามูลฝอยชุมชนภาพรวมเป็นไปในแนวทางที่ดีกว่า โดยการดำเนินการจะต้องทำร่วมไปกับการเพิ่มสัดส่วนการคัดแยกจากส่วนต่าง ๆ ทั้งจากแหล่งกำเนิด จากจุดรวบรวม จากรถเก็บขน และจากพื้นที่ฝังกลบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากแหล่งกำเนิดซึ่งมีความอ่อนไหวสูง และไม่มุ่งเน้นเฉพาะมูลฝอยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว แต่ต้องควบคู่ไปกับมูลฝอยชุมชนที่มีศักยภาพอื่น ๆ ด้วย โดยแนวทาง คือ การสร้างระบบการคัดแยกให้มีประสิทธิภาพตั้งแต่แหล่งกำเนิด โดยมีถังแยกประเภท และระบบที่จะรองรับมูลฝอยชุมชนที่คัดแยกได้ โดยเน้นการจัดการมูลฝอยอินทรีย์ให้ได้เพิ่มขึ้น เช่น มีโรงหมักปุ๋ยจากขยะอินทรีย์ประจำชุมชน และมีการรับซื้อผลผลิต หรือหาตลาดมารับซื้อ ร่วมกับการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ การให้ความรู้ประชาชนและขอความร่วมมือหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการคัดแยก รวมทั้งอาจจำเป็นต้องมีมาตรการทางกฎหมายเพื่อกำกับดูแล ซึ่งจะช่วยยืดอายุพื้นที่ฝังกลบไปได้อีกระยะหนึ่ง ก่อนที่จะสามารถหาพื้นที่ฝังกลบใหม่ได้

#### 4.7.3 สถานการณ์จำลอง 3

เป็นสถานการณ์จำลองที่ดีที่สุด โดยสมมติฐานให้เทศบาลนครหาดใหญ่มีนโยบาย และความทุ่มเทที่จะดำเนินการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิดให้เพิ่มมากขึ้น ทั้งการรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ และร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ การสร้างระบบรองรับการคัดแยกมูลฝอยชุมชนตั้งแต่แหล่งกำเนิด และมีมาตรการรองรับ ซึ่งส่งผลให้เกิดการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิดได้

เพิ่มขึ้น และส่งผลให้ลดพฤติกรรมการก่อมลพิษลง โดยที่การคัดแยกจากส่วนอื่น ๆ ยังคงดำเนินไปตามปกติ อีกทั้งแนวโน้มประชากรแฝงที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎรมีแนวโน้มคงที่

จากสถานการณ์ดังกล่าวส่งผลให้ค่าตัวแปรที่มีความอ่อนไหวเปลี่ยนแปลง ดังนี้

(1) พฤติกรรมการก่อมลพิษชุมชน ในรูปอัตราการก่อมลพิษเปลี่ยนแปลงโดยลดลง 9.06% จากแนวโน้มเดิม (วิเคราะห์จากข้อมูลในอดีตของการเปลี่ยนแปลงแบบลดลงสูงสุดที่เป็นไปได้ในภาคผนวก ก) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547

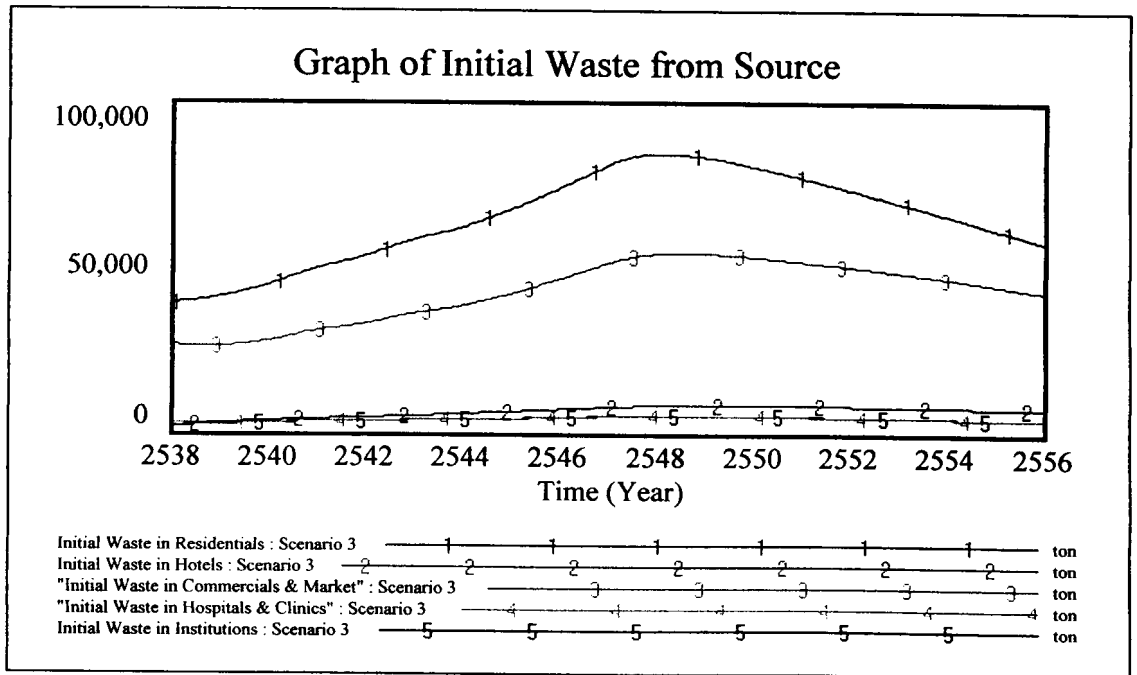
(2) อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรเปลี่ยนแปลงในแนวโน้มเดิม จากกลุ่มประชากรตามทะเบียนราษฎร และนักท่องเที่ยว ส่วนประชากรแฝงที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎรคงที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547

(3) อัตราการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด เปลี่ยนแปลงในอัตราเพิ่มขึ้น 24.62% จากแนวโน้มเดิมในทุก ๆ แหล่งกำเนิด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547

โดยแสดงผลการจำลองสถานการณ์ในตัวแปรที่น่าสนใจ ดังนี้

**ผลจากสถานการณ์จำลองที่ 3**

จากสถานการณ์จำลอง 3 แสดงผลจากการคำนวณ ดังภาพประกอบ 30 ถึง 32



ภาพประกอบ 30 ปริมาณมูลฝอยชุมชนในแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่าง ๆ ในสถานการณ์จำลอง 3



สรุปผลจากสถานการณ์จำลอง 3 พบว่า แหล่งกำเนิดมลพิษชุมชนที่สำคัญ ยังคงเป็น บ้านเรือน และจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษชุมชนที่สำคัญจะเป็น กลุ่มบ้านเรือนมีค่าอยู่ระหว่าง 80,877 - 57,376 ตัน ย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 51,154 - 42,397 ตัน และความสามารถในการรองรับมลพิษชุมชนของพื้นที่ฝั่งกลบที่ควนลังจะสามารถรองรับมลพิษชุมชนได้จนถึงต้นปี พ.ศ. 2552 ปริมาณที่เข้าสู่การรวบรวมอยู่ในช่วง 98,765 - 84,294 ตัน ปริมาณที่เข้าสู่การเก็บขนและการขนส่งอยู่ในช่วง 89,736 - 83,003 ตัน และปริมาณสะสมในพื้นที่ฝั่งกลบจะอยู่ที่ 324,991 - 389,515 ตัน ซึ่งค่าใช้จ่ายในการรวบรวมเก็บขนจะอยู่ในช่วง 30.99 - 26.45 ล้านบาทต่อปี และค่าใช้จ่ายในการฝังกลบจะอยู่ในช่วง 19.09 - 17.83 ล้านบาทต่อปี

ในสถานการณ์จำลอง 3 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ดีที่สุดในเวลาอันใกล้ จะพบว่า ความสามารถในการรองรับมลพิษชุมชนในพื้นที่ฝั่งกลบของควนลังจะอยู่ได้ถึงต้นปี พ.ศ. 2552 ใกล้เคียงกับสถานการณ์จำลองที่ 2.3 ดังนั้นในสถานการณ์นี้ การหาพื้นที่ฝั่งกลบใหม่เป็นสิ่งที่ยังไม่เร่งด่วนนัก เพราะแนวโน้มมลพิษที่เข้าสู่การจัดการของทางเทศบาลมีแนวโน้มลดลง แต่ทั้งนี้ จำเป็นต้องรักษาแนวโน้มของการคัดแยกจากส่วนต่าง ๆ เช่น แหล่งกำเนิด จุกรวบรวม รถเก็บขน และพื้นที่ฝั่งกลบด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากแหล่งกำเนิดโดยการสร้างระบบการคัดแยกให้มีประสิทธิภาพตั้งแต่แหล่งกำเนิด โดยมีถึงแยกประเภท และระบบรองรับมลพิษชุมชนที่สามารถคัดแยกได้ ร่วมกับการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ การให้ความรู้และขอความร่วมมือหน่วยงานต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องและจริงจัง เพื่อการคัดแยกมลพิษชุมชน รวมทั้งอาจจำเป็นต้องมีมาตรการทางกฎหมายเพื่อกำกับดูแล และการติดตามตรวจสอบเป็นระยะ ซึ่งจะช่วยให้โรงงานพื้นที่ฝั่งกลบไปได้ อีกถึงต้นปี พ.ศ. 2552

### สรุปสถานการณ์จำลอง

จากทั้ง 3 สถานการณ์จำลองที่เกิดขึ้น พบว่าความสามารถในการรองรับพื้นที่ฝั่งกลบ ในสถานการณ์ที่แย่ที่สุด เกิดขึ้นในช่วงกลางปี พ.ศ. 2550 และในสถานการณ์ที่ดีที่สุด เกิดขึ้นในช่วงต้นปี พ.ศ. 2552 ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษชุมชนที่สำคัญ คือบ้านเรือน และย่านธุรกิจการค้าและตลาดต่าง ๆ ผลจากสถานการณ์จำลองชี้ให้เห็นว่า บ้านเรือน เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษชุมชนที่ก่อมลพิษสูงสุด รองลงมาคือ ย่านธุรกิจการค้าและตลาดต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นเพราะเทศบาลนครหาดใหญ่เป็นเมืองท่องเที่ยวในลักษณะของเมืองศูนย์กลางทางการค้าในภาคใต้ ซึ่งมีร้านค้าต่าง ๆ มากมาย เช่น ร้านอาหาร แผงลอย ซุปเปอร์มาร์เก็ต ห้างสรรพสินค้า ตลาดสด หรือแม้กระทั่งย่านการค้ากิมหยง และสันติสุข และอื่น ๆ จึงทำให้สัดส่วนจากย่านการค้าและตลาดมีปริมาณมลพิษสูงรอง

จากบ้านเรือน รวมทั้งแหล่งกำเนิดประเภท โรงแรมที่มีการขยายตัวของโรงแรมจากนักท่องเที่ยวที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี จัดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่น่าสนใจและน่าติดตามถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณมลพิษ

ในสถานการณ์จำลอง 1 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่แย่ที่สุด ประชากร และพฤติกรรม การก่อมลพิษชุมชนเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น รวมทั้งการตัดแยกที่แหล่งกำเนิดลดลง ทำให้ปริมาณมลพิษชุมชนเกิดขึ้นมาก มลพิษดังกล่าวจึงไปสู่พื้นที่ฝั่งกลบมากตามไปด้วย นำไปสู่ค่าใช้จ่ายในการจัดการที่ตามมา และความสามารถในการรองรับของพื้นที่ฝั่งกลบอยู่ที่ประมาณกลางปี พ.ศ. 2550 ในสถานการณ์จำลองย่อย 2.1 เป็นการพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ ในระบบมีค่าคงที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จริง จึงทำให้ความสามารถในการรองรับของพื้นที่ฝั่งกลบดีขึ้นกว่าสถานการณ์จำลอง 1 โดยอยู่ที่ประมาณกลางปี พ.ศ. 2551 แต่ในสถานการณ์จำลองย่อย 2.2 กำหนดให้ทุกอย่างเปลี่ยนแปลงตามแนวโน้มเดิมจนถึงปี พ.ศ. 2556 แม้ว่าจะให้จำนวนประชากรและพฤติกรรมก่อมลพิษชุมชนเพิ่มขึ้น แต่ก็มีส่วนที่ส่งผลให้ปริมาณมลพิษชุมชนลดลง คือ สัดส่วนการตัดแยกที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ส่งผลให้สถานการณ์จำลองย่อย 2.2 จัดเป็นสถานการณ์ที่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นได้อีกสถานการณ์หนึ่งจาก 3 สถานการณ์ย่อย โดยความสามารถในการรองรับของพื้นที่ฝั่งกลบที่ควนลังจะใช้ได้จนถึงปลายปี พ.ศ. 2550 ในสถานการณ์จำลองย่อย 2.3 จะใกล้เคียงกับสถานการณ์จำลองย่อย 2.2 แต่ปรับแนวโน้มการนำมลพิษประเภทสารอินทรีย์มาใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้สามารถใช้พื้นที่ฝั่งกลบได้จนถึงต้นปี พ.ศ. 2552 ในส่วนของสถานการณ์จำลอง 3 เป็นสถานการณ์ที่ดีที่สุด เพราะตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวต่อการลดลงของมลพิษชุมชน คือ ปริมาณประชากรแฝงคงที่ พฤติกรรมก่อมลพิษชุมชนในรูปอัตราการก่อมลพิษลดลง และอัตราการตัดแยกมลพิษชุมชน ณ แหล่งกำเนิดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณมลพิษชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝั่งกลบลดลงได้มาก ช่วยลดค่าใช้จ่ายทั้งการรวบรวมเก็บขน และการฝั่งกลบได้ จนทำให้สถานการณ์จำลอง 3 สามารถใช้พื้นที่ฝั่งกลบที่ควนลังต่อไปได้จนถึงประมาณต้นปี พ.ศ. 2552

จาก 3 สถานการณ์จำลองจะเป็นการปรับเปลี่ยน 3 ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวสูง แต่ในความเป็นจริง ตัวแปรอื่น ๆ ก็มีผลสนับสนุนเช่นเดียวกัน เช่น สัดส่วนการตัดแยกที่จุกรวบรวม สัดส่วนการตัดแยกที่รถเก็บขน และสัดส่วนการตัดแยกที่พื้นที่ฝั่งกลบ ที่อาจมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ปริมาณมลพิษชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝั่งกลบไม่เป็นไปตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเดิม ซึ่งค้นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถทำการปรับเปลี่ยนค่าเพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรการตัดแยกจากจุดต่าง ๆ นั้นได้ แต่คาดว่าจะทำให้สถานการณ์จำลองต่าง ๆ ข้างต้น มีแนวโน้มดีขึ้น ช่วยยืดอายุการใช้งานพื้นที่ฝั่งกลบที่ควนลังไปได้อีกเล็กน้อย