

บทที่ 6

สรุปและเสนอแนะ

การพัฒนาต้นแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจำลองสถานการณ์และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระบบตามสถานการณ์ต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจสำหรับการจัดการกับปัญหาค้นมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลการศึกษสามารถสรุปได้ ดังนี้

- 6.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชน
- 6.2 ปริมาณมูลฝอย และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
- 6.3 สถานการณ์จำลอง และแนวทางการจัดการ
- 6.4 ปัญหา อุปสรรค และโอกาสในการพัฒนา
- 6.5 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

6.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชน

ต้นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น แบ่งได้เป็น 4 ส่วน (โครงสร้างต้นแบบจำลอง ดังแสดงในภาคผนวก ง) คือ

- (1). แบบจำลองย่อยของประชากรในเทศบาลนครหาดใหญ่
- (2). แบบจำลองย่อยของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่
- (3). แบบจำลองย่อยของการจัดการมูลฝอยชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่
- (4). แบบจำลองย่อยของปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่

ซึ่งแต่ละแบบจำลองย่อยจะมีตัวแปรปริมาณ ตัวแปรอัตรา และค่าเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2538 ดังแสดงใน ตาราง 33 ถึง ตาราง 37

ตาราง 33 สรุปตัวแปรปริมาณและตัวแปรอัตราในแบบจำลองย่อยของประชากรในเทศบาลนคร
หาดใหญ่

ตัวแปรปริมาณ		ตัวแปรอัตรา	
ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น (คน)	ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น (คน/ปี)
จำนวนประชากรตาม ทะเบียนราษฎร์	145,861	อัตราการเกิด	3,948.21
		อัตราการตาย	1,095.67
		อัตราการย้ายเข้า	2,600
		อัตราการย้ายออก	1,130
จำนวนประชากรแฝงที่ ไม่มีชื่อในทะเบียน ราษฎร์	84,800	อัตราการเปลี่ยนแปลง ประชากรแฝง	4,271.1
จำนวนนักท่องเที่ยว	23,682	อัตราเข้า	2.225 ล้าน
		อัตราออก	2.222 ล้าน

หมายเหตุ ค่าเริ่มต้นเป็นค่าในปี พ.ศ. 2538

ตาราง 34 สรุปตัวแปรปริมาณและตัวแปรอัตราในแบบจำลองย่อยของแหล่งกำเนิดมูลฝอย
ชุมชนในเทศบาลนครหาดใหญ่

ตัวแปรปริมาณ		ตัวแปรอัตรา	
ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น (ตัน)	ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น (ตัน/ปี)
ปริมาณมูลฝอยจาก บ้านเรือน ที่อยู่อาศัย	39,120.7	อัตราการก่อมูลฝอยจากบ้าน เรือน	39,569.9
		อัตราการคัดแยกมูลฝอยจาก บ้านเรือน	2,420.04
		อัตราการทิ้งมูลฝอยจากบ้าน เรือน	36,700.7
ปริมาณมูลฝอยจากโรง แรม	1,762.95	อัตราการก่อมูลฝอยจากโรง แรม	3,249
		อัตราการคัดแยกมูลฝอยจาก โรงแรม	109.06

ตาราง 34 (ต่อ)

ตัวแปรปริมาณ		ตัวแปรอัตรา	
ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น (ตัน)	ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น (ตัน/ปี)
(ต่อ)	(ต่อ)	อัตราการทิ้งมูลฝอยจากโรงแรม	1,653.9
ปริมาณมูลฝอยจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ	26,626.8	อัตราการก่อมูลฝอยจากย่านการค้าฯ	24,267.7
		อัตราการคัดแยกมูลฝอยจากย่านการค้าฯ	1,647.16
		อัตราการทิ้งมูลฝอยจากย่านการค้าฯ	24,979.6
ปริมาณมูลฝอยจากสถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ	1,762	อัตราการก่อมูลฝอยจากสถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ	2,811.83
		อัตราการคัดแยกมูลฝอยจากสถานที่ราชการ และสถาบันต่าง ๆ	108.99
		อัตราการทิ้งมูลฝอยจากสถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ	1,653
ปริมาณมูลฝอยจากโรงพยาบาลและสถานพยาบาลต่าง ๆ	2,770.35	อัตราการก่อมูลฝอยจากโรงพยาบาลและสถานพยาบาลต่าง ๆ	2,835.68
		อัตราการคัดแยกมูลฝอยจากโรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่าง ๆ	171.38
		อัตราการทิ้งมูลฝอยจากโรงพยาบาลและสถานพยาบาลต่าง ๆ	2,598.97

หมายเหตุ ค่าเริ่มต้นเป็นค่าในปี พ.ศ. 2538

ตาราง 35 สรุปตัวแปรปริมาณและตัวแปรอัตราในแบบจำลองย่อยของการจัดการมูลฝอยชุมชน
ในเทศบาลนครหาดใหญ่

ตัวแปรปริมาณ		ตัวแปรอัตรา	
ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น (ตัน)	ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น (ตัน/ปี)
ปริมาณมูลฝอยในจุด รวบรวม	63,864.1	อัตราการทิ้งมูลฝอยลงถังรองรับ มูลฝอย	67,586.2
		อัตราการเก็บขนมูลฝอย	63,864.1
		อัตราการคัดแยกมูลฝอยจากจุด รวบรวม	0
ปริมาณมูลฝอยในรถ เก็บขน	63,798.4	อัตราการเก็บขนมูลฝอย	63,864.1
		อัตราการนำมูลฝอยสู่พื้นที่ฝัง กลบ	63,744.4
		อัตราการคัดแยกมูลฝอยจากรถ เก็บขน	51.04
ปริมาณมูลฝอยที่สะสม ในพื้นที่ฝังกลบ	72,368.5	อัตราการนำมูลฝอยสู่พื้นที่ฝัง กลบ	63,744.4
		อัตราการทิ้งมูลฝอยจากแหล่ง นอกเขตเทศบาล	9,541.1
		อัตราการย่อยสลายของมูลฝอย	2,623
		อัตราการคัดแยกมูลฝอยในพื้นที่ ฝังกลบ	839.47
		อัตราน้ำชะจากมูลฝอย	15,559.2

หมายเหตุ ค่าเริ่มต้นเป็นค่าในปี พ.ศ. 2538

ตาราง 36 สรุปตัวแปรปริมาณและตัวแปรอัตราในแบบจำลองย่อยของปัจจัยสนับสนุน
การจัดการมูลฝอยชุมชนด้านงบประมาณ และการวิจัยในเทศบาลนครหาดใหญ่

ตัวแปรปริมาณ		ตัวแปรอัตรา	
ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น	ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น
งบประมาณใน การจัดการมูล ฝอย	50 ล้านบาท	อัตรารายรับจากการจัดเก็บค่า ธรรมเนียม	3.73 ล้านบาท/ปี
		อัตรารายรับจากงบประมาณประ จําปี	48 ล้านบาท/ปี
		อัตรารายรับจากหน่วยงาน สนับสนุน	0 ล้านบาท/ปี
		อัตรารายจ่ายการเก็บขนและการ ขนส่ง	21.49 ล้านบาท/ปี
		อัตรารายจ่ายจากการฝังกลบ	13.74 ล้านบาท/ปี
		อัตรารายจ่ายจากการสนับสนุน การมีส่วนร่วมของประชาชนใน การจัดการมูลฝอย	0 ล้านบาท/ปี
		อัตรารายจ่ายจากการสนับสนุน ระบบการคัดแยก ณ แหล่ง กำเนิด	0 ล้านบาท/ปี
จำนวนการ ศึกษาและวิจัย ด้านมูลฝอย	5 งานวิจัย	อัตราการเกิดงานวิจัยด้านมูล ฝอย	3.3 งานวิจัย/ปี
		อัตราความล่าช้าของงานวิจัย	0.25 งานวิจัย/ปี

หมายเหตุ ค่าเริ่มต้นเป็นค่าในปี พ.ศ. 2538

ตาราง 37 สรุปตัวแปรปริมาณในแบบจำลองย่อยของปัจจัยสนับสนุนการจัดการมูลฝอยชุมชน
ด้านนโยบายในเทศบาลนครหาดใหญ่

ตัวแปรปริมาณ	ค่าเริ่มต้น (ไม่มีหน่วย)
นโยบายสนับสนุนการคัดแยกมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด	0
นโยบายสนับสนุนการรวบรวมเก็บขนมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพ	1
นโยบายสนับสนุนการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล	1
นโยบายสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชน	0
นโยบายการคัดแยกมูลฝอยอันตราย	0
นโยบายการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการจัดการมูลฝอย	0

หมายเหตุ ค่าเริ่มต้นเป็นค่าในปี พ.ศ. 2538

6.2 ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2556 ในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

ตาราง 38 สรุปปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบของเทศบาลนครหาดใหญ่ในแต่ละปี
ในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2556 ในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

ปี พ.ศ.									
2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ: Scenario 1 (ตัน)									
101,970	106,728	114,829	124,914	136,217	148,447	161,520	175,410	190,085	205,499
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ: Scenario 2.1 (ตัน)									
101,793	104,839	108,702	112,196	115,093	117,553	119,767	121,858	123,868	125,793
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ: Scenario 2.2 (ตัน)									
101,862	105,775	111,906	118,955	126,337	133,906	141,661	149,612	157,736	165,985
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ: Scenario 2.3 (ตัน)									
101,540	103,835	107,074	110,270	113,062	115,410	117,347	118,892	120,025	120,705
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ: Scenario 3 (ตัน)									
101,862	105,083	109,714	111,819	111,630	109,762	106,850	103,314	99,376	95,134

โดยที่ Scenario 1: เป็นสถานการณ์จำลองที่อัตราการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรที่มีความอ่อนไหวเปลี่ยนแปลงในแนวทางที่แย่งต่อพื้นที่ฝังกลบที่ควนล้ง ตลอดช่วงปี พ.ศ. 2547 - 2556

Scenario 2.1: เป็นสถานการณ์จำลองที่อัตราการก่อมลพิษชุมชนคงที่ตลอดช่วงปี 2546 - 2556

Scenario 2.2: เป็นสถานการณ์จำลองที่อัตราการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรที่มีความอ่อนไหวเปลี่ยนแปลงตามแนวโน้มเดิม ตลอดช่วงปี พ.ศ. 2547 - 2556

Scenario 2.3: เป็นสถานการณ์จำลองที่อัตราการก่อมลพิษตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 - 2556 ปริมาณการคัดแยกมลพิษอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น ณ แหล่งกำเนิด จากเดิม 25% และอัตราการเปลี่ยนแปลงสุทธิของประชากรตามทะเบียนราษฎร เท่ากับปีปัจจุบัน

Scenario 3: เป็นสถานการณ์จำลองที่อัตราการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรที่มีความอ่อนไหวเปลี่ยนแปลงในแนวทางที่ดีขึ้นต่อพื้นที่ฝังกลบที่ควนล้ง ตลอดช่วงปี พ.ศ. 2547 - 2556

ตาราง 39 สรุปอัตรามูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบ (ตัน/วัน) ของเทศบาลนครหาดใหญ่
ตลอดช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2556 ในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

ปี พ.ศ.									
2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
อัตรามูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบเฉลี่ย: Scenario 1 (ตัน/วัน)									
279.37	292.40	314.60	342.23	373.19	406.70	442.52	480.57	520.78	563.01
อัตรามูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบเฉลี่ย: Scenario 2.1 (ตัน/วัน)									
278.88	287.23	297.81	307.38	315.32	322.06	328.13	333.85	339.36	344.63
อัตรามูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบเฉลี่ย: Scenario 2.2 (ตัน/วัน)									
279.07	289.79	306.59	325.90	346.12	366.86	388.11	409.89	432.15	454.75
อัตรามูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบเฉลี่ย: Scenario 2.3 (ตัน/วัน)									
278.19	284.48	293.35	302.11	309.75	316.19	321.50	325.73	328.83	330.70
อัตรามูลฝอยชุมชนที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบเฉลี่ย: Scenario 3 (ตัน/วัน)									
279.07	289.25	300.58	306.35	305.83	300.72	292.74	283.05	272.26	260.64

6.4 ผลจากสถานการณ์จำลองต่าง ๆ และแนวทางการจัดการ

ผลการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 สถานการณ์จำลองในช่วงปี พ.ศ. 2547 - 2556 มี ดังนี้

6.4.1 ผลจากสถานการณ์จำลอง 1

ตาราง 40 สรุปตัวแปรสำคัญในสถานการณ์จำลอง 1: สถานการณ์ที่แย่ที่สุดสำหรับการจัดการ
 มวลฝอยชุมชน ที่อัตราการ ก่อมวลฝอยและประชากร เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546

ปี พ.ศ.									
2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
ปริมาณมวลฝอยชุมชนจากบ้านเรือน (ตัน)									
81,720	90,571	99,492	108,659	118,263	128,289	138,724	149,518	160,632	172,148
ปริมาณมวลฝอยชุมชนจากโรงแรม (ตัน)									
7,788	8,695	9,690	10,811	12,045	13,402	14,894	16,540	18,263	20,170
ปริมาณมวลฝอยชุมชนจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ (ตัน)									
51,767	57,686	63,554	69,655	76,143	83,032	90,339	98,057	106,026	114,491
ปริมาณมวลฝอยชุมชนจากโรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่าง ๆ (ตัน)									
4,989	5,532	6,059	6,591	7,150	7,733	8,340	8,965	9,605	10,268
ปริมาณมวลฝอยชุมชนจากสถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (ตัน)									
5,060	5,622	6,167	6,719	7,297	7,902	8,531	9,180	9,845	10,534
ปริมาณมวลฝอยชุมชนที่ทิ้งสู่ระบบการรวบรวมของทางเทศบาล (ตัน)									
99,295	108,710	120,127	132,530	145,744	159,784	174,703	190,474	207,019	224,370
ปริมาณมวลฝอยชุมชนที่เข้าสู่การเก็บขนและขนส่งของทางเทศบาล (ตัน)									
89,844	94,605	102,713	112,807	124,118	136,358	149,442	163,343	178,030	193,456
ปริมาณมวลฝอยชุมชนที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบ (ตัน)									
325,012	341,430	359,806	382,022	408,562	439,350	474,170	512,821	555,122	600,894
ค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและเก็บขน (ล้านบาท)									
31.16	34.12	37.70	41.60	45.74	50.15	54.83	59.78	64.97	70.42
ค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ (ล้านบาท)									
19.11	20.00	21.52	23.41	25.53	27.82	30.27	32.88	35.63	35.63
ปัญหาพื้นที่ฝังกลบเต็ม (0 = ไม่เกิดปัญหา, 1 = เกิดปัญหา)									
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

* ปัญหาพื้นที่ฝังกลบที่ความถี่เต็มในสถานการณ์จำลอง 1 เกิดประมาณกลางปี พ.ศ. 2550

6.4.2 ผลจากสถานการณ์จำลอง 2

สถานการณ์ที่มีความเป็นไปได้ว่าจะเกิดขึ้น โดยแบ่งเป็นสถานการณ์จำลองย่อย 3 สถานการณ์ ดังตาราง 41 ถึงตาราง 43

ตาราง 41 สรุปตัวแปรสำคัญในสถานการณ์จำลองย่อย 2.1: สถานการณ์ที่การเปลี่ยนแปลงของ ค่าตัวแปรต่าง ๆ คงที่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546

ปี พ.ศ.									
2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากบ้านเรือน (ตัน)									
79,052	81,916	83,430	84,439	85,347	86,227	87,098	87,934	88,717	89,505
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากโรงแรม (ตัน)									
7,603	8,060	8,444	8,817	9,177	9,529	9,879	10,234	10,537	10,858
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ (ตัน)									
50,342	52,992	54,714	56,116	57,448	58,755	60,056	61,340	62,492	63,678
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากโรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่าง ๆ (ตัน)									
4,846	5,069	5,199	5,293	5,383	5,473	5,561	5,647	5,727	5,808
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากสถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (ตัน)									
4,913	5,141	5,273	5,370	5,461	5,551	5,642	5,729	5,810	5,892
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ทิ้งสู่ระบบการรวบรวมของทางเทศบาล (ตัน)									
98,346	103,447	107,575	110,685	113,220	115,502	117,703	119,854	121,915	123,908
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่การเก็บขนและขนส่งของทางเทศบาล (ตัน)									
89,667	92,716	96,581	100,079	102,978	105,440	107,656	109,748	111,760	113,686
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบ (ตัน)									
324,982	340,678	355,904	370,891	385,220	398,574	410,877	422,219	432,736	442,547
ค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและเก็บขน (ล้านบาท)									
30.87	32.47	33.76	34.74	35.54	36.25	36.94	37.62	38.26	38.89
ค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ (ล้านบาท)									
19.08	19.65	20.37	21.03	21.57	22.03	22.45	22.84	23.22	23.58
ปัญหาพื้นที่ฝังกลบเต็ม (0 = ไม่เกิดปัญหา, 1 = เกิดปัญหา)									
0	0	0	0	1*	1	1	1	1	1

* ปัญหาพื้นที่ฝังกลบที่ความสูงเต็มในสถานการณ์จำลองย่อย 2.1 เกิดขึ้นประมาณกลางปี พ.ศ. 2551

ตาราง 42 สรุปตัวแปรสำคัญในสถานการณ์จำลองย่อย 2.2: สถานการณ์ที่การเปลี่ยนแปลงของ
ค่าตัวแปรต่าง ๆ เป็นไปตามแนวโน้มเดิม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538

ปี พ.ศ.									
2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากบ้านเรือน (ตัน)									
80,877	87,805	94,289	100,705	107,312	114,119	121,124	128,282	135,560	143,032
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากโรงแรม (ตัน)									
7,731	8,481	9,235	10,029	10,847	11,690	12,562	13,474	14,346	15,271
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ (ตัน)									
51,155	55,634	59,606	63,477	67,433	71,491	75,661	79,923	84,116	88,458
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากโรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่าง ๆ (ตัน)									
4,922	5,314	5,650	5,968	6,293	6,626	6,967	7,311	7,655	8,007
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากสถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (ตัน)									
4,992	5,398	5,747	6,078	6,416	6,762	7,117	7,476	7,834	8,201
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ทิ้งสู่ระบบการรวบรวมของทางเทศบาล (ตัน)									
98,766	106,155	114,239	122,343	130,495	138,800	147,334	156,073	164,935	173,931
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่การเก็บขนและขนส่งของทางเทศบาล (ตัน)									
89,736	93,652	99,788	106,843	114,230	121,806	129,567	137,524	145,655	153,911
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบ (ตัน)									
324,991	341,029	357,883	376,710	397,564	420,186	444,324	469,797	496,462	524,169
ค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและเก็บขน (ล้านบาท)									
31.00	33.32	35.85	38.40	40.96	43.56	46.24	48.98	51.77	54.59
ค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ (ล้านบาท)									
19.09	19.82	20.97	22.29	23.68	25.10	26.55	28.04	29.56	31.11
ปัญหาพื้นที่ฝังกลบเต็ม (0 = ไม่เกิดปัญหา, 1 = เกิดปัญหา)									
0	0	0	1*	1	1	1	1	1	1

* ปัญหาพื้นที่ฝังกลบที่ควมลังเต็มในสถานการณ์จำลองย่อย 2.2 เกิดขึ้นประมาณปลายปี พ.ศ. 2550

ตาราง 43 สรุปตัวแปรสำคัญในสถานการณ์จำลองย่อย 2.3: สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการนำ
มูลฝอยชุมชนประเภทสารอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546

ปี พ.ศ.									
2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากบ้านเรือน (ตัน)									
80,877	87,805	94,289	100,705	107,312	114,119	121,124	128,282	135,560	143,032
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากโรงแรม (ตัน)									
7,731	8,481	9,235	10,029	10,847	11,690	12,562	13,474	14,346	15,271
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ (ตัน)									
51,155	55,634	59,606	63,477	67,433	71,491	75,661	79,923	84,116	88,458
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากโรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่าง ๆ (ตัน)									
4,922	5,314	5,650	5,968	6,293	6,626	6,967	7,311	7,655	8,007
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากสถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (ตัน)									
4,992	5,398	5,747	6,078	6,416	6,762	7,117	7,476	7,834	8,201
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ทิ้งสู่ระบบการรวบรวมของทางเทศบาล (ตัน)									
97,407	101,555	105,352	108,444	110,957	113,011	114,671	115,905	116,646	116,894
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่การเก็บขนและขนส่งของทางเทศบาล(ตัน)									
89,414	91,711	94,952	98,151	100,945	103,294	105,234	106,780	107,914	108,594
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบ (ตัน)									
324,923	340,093	354,272	368,046	381,278	393,709	405,143	415,461	424,570	432,365
ค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและเก็บขน (ล้านบาท)									
30.57	31.87	33.07	34.04	34.82	35.47	35.99	36.38	36.61	36.69
ค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ (ล้านบาท)									
19.03	19.46	20.07	20.67	21.19	21.63	21.99	22.28	22.50	22.62
ปัญหาพื้นที่ฝังกลบเต็ม (0 = ไม่เกิดปัญหา, 1 = เกิดปัญหา)									
0	0	0	0	0	1*	1	1	1	1

* ปัญหาพื้นที่ฝังกลบที่ควมลังเต็มในสถานการณ์จำลองย่อย 2.3 เกิดขึ้นประมาณต้นปี พ.ศ. 2552

6.4.3 ผลจากสถานการณ์จำลอง 3

ตาราง 44 สรุปตัวแปรสำคัญในสถานการณ์จำลอง 3: สถานการณ์ที่ส่งผลดีสำหรับการจัดการ
มูลฝอยชุมชนมากที่สุด

ปี พ.ศ.									
2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากบ้านเรือน (ตัน)									
80,877	84,352	83,244	80,429	77,026	73,364	69,552	65,606	61,532	57,377
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากโรงแรม (ตัน)									
7,731	8,201	8,319	8,305	8,212	8,066	7,881	7,663	7,375	7,066
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากย่านการค้าและตลาดต่าง ๆ (ตัน)									
51,155	53,879	53,953	53,021	51,695	50,149	48,449	46,606	44,547	42,397
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากโรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่าง ๆ (ตัน)									
4,922	5,151	5,129	5,010	4,860	4,694	4,517	4,328	4,128	3,920
ปริมาณมูลฝอยชุมชนจากสถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (ตัน)									
4,992	5,227	5,200	5,072	4,911	4,734	4,545	4,344	4,130	3,909
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่ทิ้งสู่ระบบการรวบรวมของทางเทศบาล (ตัน)									
98,766	105,075	108,098	107,756	105,396	101,980	98,018	93,712	89,119	84,295
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่การเก็บขนและขนส่งของทางเทศบาล (ตัน)									
89,736	93,456	97,595	99,701	99,512	97,643	94,728	91,189	87,248	83,003
ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่สะสมในพื้นที่ฝังกลบ (ตัน)									
324,991	340,997	357,019	372,176	384,640	393,254	397,714	398,262	395,365	389,516
ค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและเก็บขน (ล้านบาท)									
31.00	32.98	33.93	33.82	33.08	32.01	30.76	29.41	27.97	26.46
ค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ (ล้านบาท)									
19.09	19.79	20.56	20.96	20.92	20.57	20.03	19.36	18.63	17.83
ปัญหาพื้นที่ฝังกลบเต็ม (0 = ไม่เกิดปัญหา, 1 = เกิดปัญหา)									
0	0	0	0	0	1*	1	1	1	1

* ปัญหาพื้นที่ฝังกลบที่ควมถึงเต็มในสถานการณ์จำลอง 3 เกิดขึ้นประมาณต้นปี พ.ศ. 2552

6.4.4 แนวทางในการจัดการในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

จากสถานการณ์จำลองพบว่าประเด็นเร่งด่วนที่ควรพิจารณา คือ การหาพื้นที่ฝังกลบแห่งใหม่ เพราะพื้นที่ฝังกลบที่ควนดั่งจะสามารถใช้ได้ไม่เกินปี พ.ศ. 2552 โดยทางเลือกของพื้นที่ฝังกลบแห่งใหม่ที่ตำบลทุ่งขมิ้น เนื้อที่ประมาณ 517 ซึ่งปัจจุบันยังติดปัญหาการต่อต้านจากชาวบ้านในพื้นที่ จึงควรมีการเร่งเจรจาให้ได้ข้อสรุปในเร็ววัน ไร่ หรือ อีกพื้นที่ คือ อ.บางกล้า ซึ่งกำลังดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้อยู่

นอกจากนั้นยังพบว่า ตัวแปรที่สำคัญที่จะช่วยยืดอายุพื้นที่ฝังกลบ คือ การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด และพฤติกรรมการก่อมลพิษ ซึ่งหากสามารถเพิ่มสัดส่วนการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิดได้มากขึ้น และสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการก่อมลพิษของประชาชนในเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยลดพฤติกรรมการก่อมลพิษให้น้อยลง และรณรงค์มีการแยกประเภทก่อนทิ้ง จะช่วยลดปริมาณมูลฝอยที่จะไปสู่พื้นที่ฝังกลบได้มาก โดยปัจจัยที่สนับสนุนให้เกิดขึ้น คือ นโยบาย และแผนงานของทางเทศบาล งบประมาณสนับสนุน และการศึกษาวิจัย ซึ่งจะนำไปสู่การมีส่วนร่วมของประชาชน ความรู้ความเข้าใจและความตระหนัก และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการจัดการมูลฝอย

6.5 ปัญหา อุปสรรค และโอกาสในการพัฒนา

6.5.1 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย

6.5.1.1 ขาดข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง ข้อมูลบางส่วนจำเป็นต้องใช้วิธีการประมาณการจากตัวแปรแวดล้อม และการสำรวจเบื้องต้นในปีปัจจุบัน ร่วมกับการตั้งสมมติฐาน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

6.5.1.2 ความน่าเชื่อถือของข้อมูลและวิธีการได้มา ซึ่งนำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีความแตกต่างกัน เช่น บางงานวิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม วิธีการเหล่านี้มีระดับความน่าเชื่อถือแตกต่างกัน อีกทั้งในแต่ละครั้งมีกรอบและเป้าหมายการสำรวจ และการวิเคราะห์กลุ่มตัวแปรที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาใช้จึงจำเป็นต้องตั้งสมมติฐานถึงข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดมีระดับความน่าเชื่อถือเดียวกัน ซึ่งอาจไม่ถูกต้อง

6.5.1.3 ขาดการศึกษาตัวแปร/ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอยชุมชนทั้งระบบ และจัดลำดับความสำคัญของตัวแปร/ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ

6.5.1.4 ขาดการศึกษาการไหลของมูลฝอยชุมชนที่ต่อเนื่อง ตั้งแต่การก่อมูลฝอย ไปจนถึงการจัดการมูลฝอย เช่น การเก็บข้อมูลสัดส่วนการคัดแยกมูลฝอยจากจุดต่าง ๆ อัตราการก่อมูลฝอยในแต่ละแหล่งกำเนิด การสำรวจประชากรแฝง ฯลฯ

6.5.1.5 ขาดข้อการศึกษาปัจจัยทางสังคมที่กระทบต่อปริมาณมูลฝอย เช่น ระดับของนโยบายด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณมูลฝอย หรือสัดส่วนมูลฝอยที่จะถูกคัดแยกไปอย่างไร การศึกษาและวิจัยที่มีผลต่อระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการมูลฝอย หรือพฤติกรรมการก่อมูลฝอยอย่างไร งานการวิจัยนี้จึงทำได้แค่เพียงรวบรวมปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมและรูปแบบการจัดการมูลฝอย โดยตัวแปรปัจจัยดังกล่าวอยู่ในรูปของ ไม่มีค่าหรือมีค่า (0 หรือ 1)

6.5.1.6 ความไม่แพร่หลายของซอฟต์แวร์ และทฤษฎี ทำให้ขาดผู้ที่จะให้คำแนะนำในการพัฒนาแบบจำลอง ทำให้การศึกษาเป็นไปได้ค่อนข้างยากเนื่องจากไม่ค่อยมีใครรู้จัก และเคยใช้ ที่จะสามารถให้คำแนะนำการศึกษาจึงต้องใช้การศึกษาค้นคว้าจากเว็บไซต์ในต่างประเทศ ร่วมกับการชี้แนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา และที่ปรึกษาร่วม

6.5.2 โอกาสในการพัฒนา

โอกาสในการพัฒนาต่อไป จากค้นแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่ มีความเป็นไปได้สูง หากได้มีการศึกษาทำความเข้าใจในทฤษฎีพลวัตระบบ และวิธีการใช้งานโปรแกรม ซึ่งอาจต้องใช้ความพยายามพอสมควร ดังนั้นแนวทางในอนาคตจึงควรส่งเสริมให้มีการสอน เผยแพร่แนวคิดและวิธีการประยุกต์ใช้ให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เกิดเป็นกลุ่มวิจัยระบบ ซึ่งจะช่วยให้โอกาสในการพัฒนาแบบจำลองเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ผู้ที่ศึกษาสามารถวิเคราะห์ ปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองให้ดีขึ้นสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันและทำนายอนาคตในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป และสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้สำหรับพัฒนาแบบจำลองด้านอื่น ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย เพราะด้วยกรอบแนวคิด และโครงสร้างเครื่องมือตามทฤษฎีพลวัตระบบ จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่ามีความยืดหยุ่น สามารถนำไปใช้กับศาสตร์แขนงต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างงานวิจัยที่มีอยู่อย่างหลากหลายในเว็บไซต์ต่าง ๆ

ในอนาคตงานวิจัยที่มีการศึกษาถึงพลวัตระบบต่าง ๆ นี้ น่าจะเป็นที่รู้จักมากขึ้นในประเทศไทย เช่นเดียวกับที่เกิดกลุ่มวิจัยด้านนี้ที่ MIT และพบว่ามีการสอนพื้นฐานตั้งแต่

ชั้นประถม เพื่อพัฒนาระบบการคิดแบบบูรณาการ เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ เกิดขึ้นในหลายมุมมอง และเห็นภาพกว้างขึ้น ช่วยสังเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่ไม่ใช่เพียงแนวทางเดียว แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้

6.6 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

6.6.1 ควรมีการศึกษาถึงค่าตัวแปรในอีกหลาย ๆ ตัวที่การวิจัยนี้ใช้ค่าประมาณการจากตัวแปรแวดล้อม การกำหนดเงื่อนไขและค่าสมมติฐาน ร่วมกับการใช้วิธีการลองผิดลองถูก (trial and error) เพื่อให้ได้ผลเป็นไปตามค่าบางตัวแปรที่มีข้อมูล เพื่อการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6.6.2 จากผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวพบว่า การคัดแยกมูลฝอยตั้งแต่แหล่งกำเนิดจะช่วยลดปริมาณมูลฝอยที่จะไปสู่พื้นที่ฝังกลบได้ จึงควรมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ และรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลนครหาดใหญ่ ในการสร้างระบบการคัดแยกมูลฝอยชุมชนตั้งแต่แหล่งกำเนิดเพื่อบรรเทาปัญหาพื้นที่ฝังกลบ

6.6.3 เนื่องจากในต้นแบบจำลองนี้ไม่ได้พิจารณาแหล่งกำเนิดประเภทที่ก่อสร้าง เพราะไม่มีข้อมูลเพียงพอ แต่จากการขยายตัวของเมืองที่เพิ่มมากขึ้น มูลฝอยจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้จึงน่าจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จึงควรมีการศึกษามูลฝอยจากแหล่งกำเนิดประเภทการก่อสร้างเพื่อนำมาพัฒนาแบบจำลองให้มีความสมบูรณ์ขึ้น

6.6.4 จากผลการจำลองสถานการณ์ พบว่า มูลฝอยอินทรีย์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องให้ความสนใจ เพราะมีสัดส่วนมากที่สุดในองค์ประกอบมูลฝอยที่ทิ้งสู่พื้นที่ฝังกลบ จึงควรมีการศึกษาหาวิธีการนำมูลฝอยอินทรีย์ และมูลฝอยที่มีศักยภาพอื่น ๆ มาใช้ประโยชน์ ทั้งในรูปแบบใหม่ และเพิ่มประสิทธิภาพในรูปแบบเดิมที่ดำเนินการอยู่

6.6.5 ควรมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำมูลฝอยชุมชนมาเปลี่ยนเป็นพลังงาน เช่น การนำก๊าซที่เกิดขึ้นในพื้นที่ฝังกลบมาใช้ประโยชน์ สำหรับพื้นที่ฝังกลบแห่งใหม่ที่ทุ่งขมิ้น และทำให้มูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ ถูกนำกลับมาใช้มากขึ้น

6.6.6 ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ ที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง คือ ด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งแบบจำลองในงานวิจัยนี้ยังไม่ครอบคลุม จึงควรมีการศึกษาขยายผลแบบจำลองให้สามารถวิเคราะห์ถึงหลักเศรษฐศาสตร์ของ ต้นทุน ค่าใช้จ่าย และผลตอบแทนที่เกิดขึ้นทั้งระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครหาดใหญ่ เพื่อนำมาพัฒนาให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์ขึ้น

6.6.7 ควรมีการศึกษาโดยการระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ ถึงประเด็นการเชื่อมโยงของตัวแปร/ปัจจัยทางสังคมที่เชื่อมโยงกับตัวแปรเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยชุมชน ในลักษณะของการให้ค่าน้ำหนักที่น่าเชื่อถือ การศึกษาฟังก์ชันรูปแบบเส้นแนวนอน เพื่อนำมาสร้างเป็นความสัมพันธ์ให้เกิดพลวัตระบบที่มีลักษณะของผลย้อนกลับ (feedback loop) ซึ่งกันและกันกับค่าตัวแปรเชิงปริมาณ ซึ่งจะทำให้แบบจำลองมีการปรับตัวเองให้มีลักษณะของความเป็นพลวัตมากขึ้น

6.6.8 จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวและผลจากแบบจำลองพบว่า พฤติกรรมการบริโภคในรูปอัตราการก่อมูลฝอย เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นและมูลฝอยที่ไปสู่พื้นที่ฝังกลบด้วย จึงควรมีการศึกษาวิจัยด้านพฤติกรรมของประชาชน เพื่อหาวิธีการที่จะสามารถสร้างแรงจูงใจให้เกิดการลดการก่อมูลฝอยให้ได้เพิ่มขึ้น

6.6.9 ควรมีการส่งเสริมให้มีการวิจัยเกี่ยวกับพลวัตระบบเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่มีการทำงานร่วมกับหน่วยงานที่รับผิดชอบ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง