บทที่ 5

กรณีศึกษา

ในประเทศไทยนั้น ถึงแม้ว่าการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบนั้นจะใช้ต้นทุนในการดำเนินการที่ต่ำที่สุด แต่เนื่องจากวิธีการดังกล่าวได้ส่งผลกระทบตามมาอีกมากมาย ไม่ว่าจะเป็นการก่อให้เกิดผลกระทบกับน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน และการแพร่กระจายของเชื้อโรค (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2548) และถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการนำขยะเหล่านี้ไปทำการแปรรูปเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า แต่ก็ถือเป็นสัดส่วนที่น้อยอยู่มากเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของปริมาณขยะทั้งหมด (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการนำขยะเหล่านี้กลับมาใช้ใหม่ เพื่อลดผลกระทบจากปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมดังกล่าว และเพื่อให้แบบจำลองนี้มีความถูกต้อง จึงได้มีการแสดงถึงข้อมูลต่างๆ ที่ทำการศึกษา ซึ่งนำมาจากขนาดของตัวอย่างจริง โดยการนำข้อมูลและทำเลที่ตั้งของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทยทั้ง 76 จังหวัดมาสร้างเป็นเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองในครั้งนี้ รวมทั้งข้อมูลหลักต่างๆที่เกี่ยวข้อง อันจะส่งผลกระทบต่อผลคำตอบที่ได้ให้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงให้มากที่สุด

เนื้อหาในบทที่ 5 นี้ จะได้แสดงถึงกรณีศึกษาของการการออกแบบโลจิสติกส์ย้อนกลับสำหรับการรีไซเคิลพลาสติกในประเทศไทย โดยประกอบไปด้วยข้อมูลหลักในการสร้างแบบจำลอง ผลเฉลยการเปิด-ปิด การดำเนินการของโรงงานและบ่อฝังกลบ และต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

5.1 ข้อมูลหลักในการสร้างแบบจำลอง

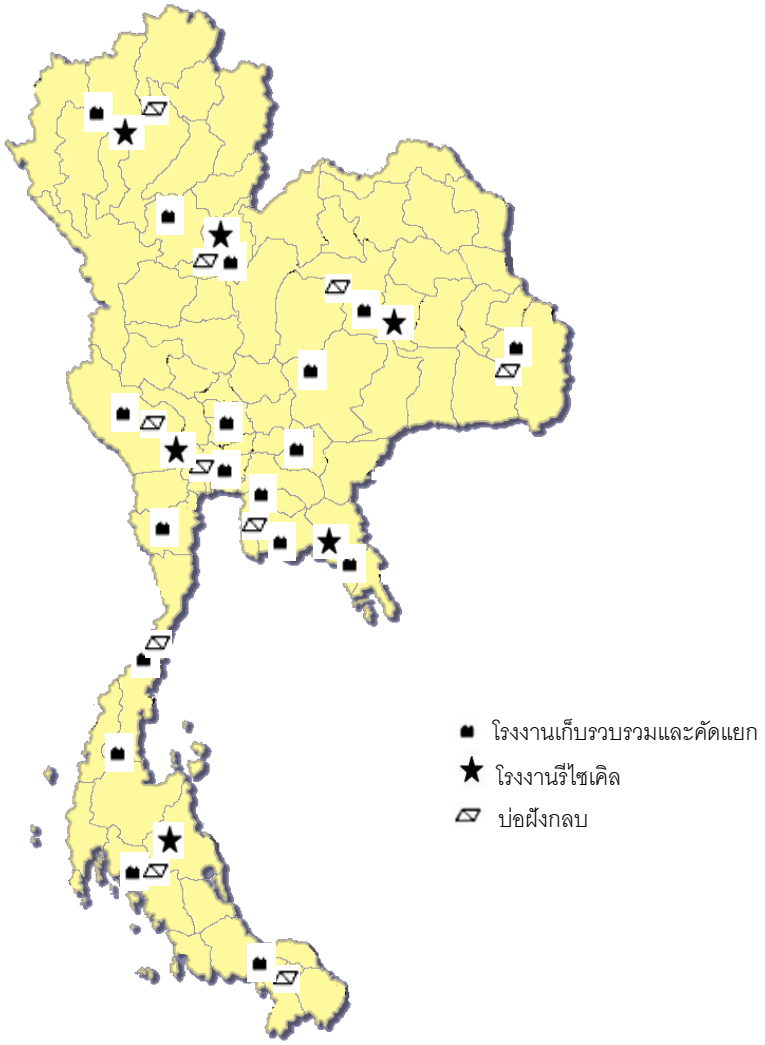
แบบจำลองนี้ได้พัฒนาด้วยโปรแกรม GAMS ซึ่งทำการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรเซสเซอร์ Intel(R) Core™2 Dou CPU T7500, 2.20 GHz , Ram 2 GB และเนื่องจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการที่นำมาสร้างเป็นแบบจำลองในครั้งนี้มีขนาดที่ใหญ่มาก อีกทั้งมีความสลับซับซ้อน ทำให้มีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เป็นจำนวนมาก ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้มีการละเว้นในการที่จะอธิบายหรือแทนค่าในบางข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดปลีกย่อยในกรณีศึกษานี้ ซึ่งข้อมูลหลักที่นำมาสร้างแบบจำลองในครั้งนี้ มีดังนี้

5.1.1 ข้อมูลในการกำหนดทำเลที่ตั้ง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสมมติที่ตั้งเพื่อรองรับการตั้งโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยกขยะขึ้นมาทั้งหมดจำนวน 18 แห่ง หรือประมาณ 3 แห่งต่อหนึ่งภาค คือ ในภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเขตพื้นที่ภาคกลาง โดยในขณะที่เปิดดำเนินการจะสามารถทำงานได้ทั้งสองอย่างพร้อมกัน คือทั้งการเก็บรวบรวมและคัดแยกขยะไปพร้อมๆกัน ต่อมาทำการสมมติที่ตั้งของโรงงานรีไซเคิล จำนวน 10 แห่ง เพื่อรองรับพลาสติกที่จะนำมารีไซเคิลให้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ และในส่วนข้อมูลของบ่อฝังกลบขยะนั้นจะรองรับการดำเนินการกระจายทั่วประเทศจำนวน 6 บ่อ ซึ่งแต่ละบ่อจะกระจายอยู่ในแต่ละภูมิภาค ซึ่งกำหนดให้มีหนึ่งบ่อได้เปิดทำการแล้วในเขตภาคกลางตอนบนโดยเป็นบ่อที่มีปริมาณความจุมากที่สุด ส่วนอีก 5 บ่อที่เหลือที่จะเปิดดำเนินการในแต่ละภูมิภาค จะมีปริมาณความจุเท่ากันทั้งหมด ซึ่งในกรณีศึกษานี้จะคำนึงถึงวัตถุดิบที่เป็นพลาสติกเป็นหลัก และกำหนดวิธีการขนส่งโดยใช้รถบรรทุกขยะ โดยปัญหาที่จะทำการแก้ไขจะถูกกำหนดให้ได้รับการแก้ไขในช่วงระยะเวลา 3 ปี ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดที่ตั้งของโรงงานเก็บรวบรวม โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ ซึ่งได้แสดงในภาพที่ 5.1

ในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของโรงงาน และบ่อฝังกลบนั้น เราสามารถกำหนดที่ตั้งของแต่ละจังหวัดให้อยู่ในรูปแบบของ ตำแหน่งของโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก ตำแหน่งของโรงงานรีไซเคิล และตำแหน่งของบ่อฝังกลบขยะ ดังแสดงในตารางที่ 5.1 โดยกำหนดให้ i(n) คือตำแหน่งที่ตั้งของจังหวัด โดยที่

i1- i76	แทนแหล่งขยะทั้ง 76 จังหวัด
i77- i94	แทนตำแหน่งของโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก
i95 - i104	แทนตำแหน่งของโรงงานรีไซเคิล
i105 - i110	แทนตำแหน่งของบ่อฝังกลบขยะ



ภาพที่ 5.1

ที่ตั้งของโรงงานเก็บรวบรวมคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ

ตารางที่ 5.1
กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละจังหวัด

ที่ตั้ง	จังหวัด	ที่ตั้ง	จังหวัด	ที่ตั้ง	จังหวัด	ที่ตั้ง	จังหวัด
i1	กรุงเทพฯ	i29	เชียงใหม่	i57	สุรินทร์	i85	อุบลราชธานี
i2	กาญจนบุรี	i30	ตาก	i58	หนองคาย	i86	ชลบุรี
i3	จันทบุรี	i31	นครสวรรค์	i59	หนองบัวลำภู	i87	ตราด
i4	ฉะเชิงเทรา	i32	น่าน	i60	อำนาจเจริญ	i88	ระยอง
i5	ชลบุรี	i33	พะเยา	i61	อุดรธานี	i89	กาญจนบุรี
i6	ชัยนาท	i34	พิจิตร	i62	อุบลราชธานี	i90	ประจวบคีรีขันธ์
i7	ตราด	i35	พิษณุโลก	i63	กระบี่	i91	เพชรบุรี
i8	นครนายก	i36	เพชรบูรณ์	i64	ชุมพร	i92	กระบี่
i9	นครปฐม	i37	แพร่	i65	ตรัง	i93	ชุมพร
i10	นนทบุรี	i38	แม่ฮ่องสอน	i66	นครศรีธรรมราช	i94	สงขลา
i11	ปทุมธานี	i39	ลำปาง	i67	นราธิวาส	i95	เชียงใหม่
i12	ประจวบคีรีขันธ์	i40	ลำพูน	i68	ปัตตานี	i96	พิษณุโลก
i13	ปราจีนบุรี	i41	สุโขทัย	i69	พังงา	i97	ขอนแก่น
i14	พระนครศรีอยุธยา	i42	อุตรดิตถ์	i70	พัทลุง	i98	อุบลราชธานี
i15	เพชรบุรี	i43	อุทัยธานี	i71	ภูเก็ต	i99	กาญจนบุรี
i16	ระยอง	i44	กาฬสินธุ์	i72	ยะลา	i100	กรุงเทพฯ
i17	ราชบุรี	i45	ขอนแก่น	i73	ระนอง	i101	ชลบุรี
i18	ลพบุรี	i46	ชัยภูมิ	i74	สงขลา	i102	ประจวบคีรีขันธ์
i19	สมุทรปราการ	i47	นครพนม	i75	สตูล	i103	กระบี่
i20	สมุทรสงคราม	i48	นครราชสีมา	i76	สุราษฎร์ธานี	i104	สงขลา
i21	สมุทรสาคร	i49	บุรีรัมย์	i77	กรุงเทพฯ	i105	พิษณุโลก
i22	สระแก้ว	i50	มหาสารคาม	i78	นครนายก	i106	นครปฐม
i23	สระบุรี	i51	มุกดาหาร	i79	พระนครศรีอยุธยา	i107	นครศรีธรรมราช
i24	สิงห์บุรี	i52	ยโสธร	i80	เชียงใหม่	i108	ลำปาง
i25	สุพรรณบุรี	i53	ร้อยเอ็ด	i81	พิษณุโลก	i109	ร้อยเอ็ด
i26	อ่างทอง	i54	เลย	i82	สุโขทัย	i110	จันทบุรี
i27	กำแพงเพชร	i55	ศรีสะเกษ	i83	ขอนแก่น		
i28	เชียงราย	i56	สกลนคร	i84	นครราชสีมา		

5.1.2 **ข้อมูลเชิงปริมาณ**

ข้อมูลเชิงปริมาณที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองในครั้งนี้ จะมุ่งเน้นไปที่การนำขยะพลาสติกไปรีไซเคิลโดยกระบวนการเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบ ซึ่งประเทศไทยได้ทำการศึกษาพัฒนาเป็นโครงการนำร่อง (กระทรวงพลังงาน, 2550) ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. อุปทานของขยะพลาสติก

ข้อมูลหลักที่ใช้อ้างอิงในกรณีศึกษานี้ ทางผู้วิจัยได้นำจำนวนประชากรของในแต่ละจังหวัดมาเป็นข้อมูลในการประมาณขยะพลาสติก โดยการอ้างอิงข้อมูลจริง (กระทรวงพลังงาน, 2550) โดยได้มีอุปทานรวมจากในปีแรก คือ 1,094,637 ตัน จากนั้นจะเพิ่มขึ้นอีก 5% ในสองปีถัดไป ตัวเลขนี้ได้จากเปอร์เซ็นต์ของขยะพลาสติกกับปริมาณขยะมูลฝอย ในปี พ.ศ. 2543 ซึ่งข้อมูลนี้จะนำไปกระจายให้เป็นอุปทานของขยะพลาสติกในแต่ละจังหวัด โดยอิงกับจำนวนประชากรในจังหวัดนั้น ซึ่งจำนวนประชากรของแต่ละจังหวัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2

จำนวนประชากรของแต่ละจังหวัด

ที่ตั้ง	จำนวนประชากร(คน)	ที่ตั้ง	จำนวนประชากร(คน)	ที่ตั้ง	จำนวนประชากร(คน)	ที่ตั้ง	จำนวนประชากร(คน)
i1	5,695,956	i21	462,510	i41	405,564	i61	1,527,562
i2	834,447	i22	538,344	i42	608,820	i62	1,783,035
i3	502,389	i23	609,855	i43	467,482	i63	403,363
i4	654,206	i24	216,969	i44	975,562	i64	478,964
i5	1,209,290	i25	535,800	i45	1,750,500	i65	607,450
i6	339,006	i26	283,943	i46	1,119,146	i66	1,510,460
i7	219,949	i27	326,988	i47	695,351	i67	707,171
i8	250,003	i28	728,320	i48	2,555,592	i68	635,730
i9	821,905	i29	1,225,713	i49	1,536,722	i69	245,394
i10	622,372	i30	1,658,298	i50	937,686	i70	503,321
i11	861,338	i31	527,677	i51	335,447	i71	300,737
i12	494,416	i32	1,076,015	i52	540,889	i72	468,252
i13	861,338	i33	477,662	i53	1,310,047	i73	179,850
i14	754,595	i34	486,219	i54	613,303	i74	1,317,501
i15	456,681	i35	557,832	i55	1,446,484	i75	281,545
i16	573,785	i36	844,508	i56	1,109,046	i76	969,106
i17	828,930	i37	1,002,317	i57	1,375,257		
i18	752,775	i38	468,373	i58	899,580		
i19	1,107,626	i39	255,174	i59	496,692		
i20	194,990	i40	773,790	i60	368,934		

2. การกำหนดเปอร์เซ็นต์ในการรีไซเคิล (Define Recycle Percentage)

ผู้วิจัยสมมติให้เรียกกลับคืนพลาสติกเข้าสู่กระบวนการในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละปี

3. การกำหนดจำนวนพลาสติก (Define amount of plastic)

จากค่าที่อ้างอิงในปีแรกมีปริมาณขยะ 1,094,637 ตัน (กรมควบคุมมลพิษ,2543) จากนั้นจะเพิ่มขึ้นอีก 5% ในสองปีถัดไป จึงกำหนดได้ว่าในระยะเวลา 3 ปี มีปริมาณขยะในแต่ละปี ดังต่อไปนี้

ปีที่ 1 มีปริมาณขยะ 1,094,637 ตัน

ปีที่ 2 มีปริมาณขยะ 1,149,368 ตัน

ปีที่ 3 มีปริมาณขยะ 1,206,837 ตัน

4. ต้นทุนในการเปิดโรงงานรวบรวมและคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ

จากข้อมูลที่ได้(กระทรวงพลังงาน, 2550) กำหนดให้ต้นทุนในการเปิดโรงงานรวบรวมและคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ เป็นดังนี้

ต้นทุนในการเปิดโรงงานรวบรวมและคัดแยก = 100,000,000 บาท

ต้นทุนในการเปิดโรงงานโรงงานรีไซเคิล = 1,950,000,000 บาท

ต้นทุนในการเปิดบ่อฝังกลบ = 12,000,000 บาท

5. ต้นทุนหลักในการดำเนินการของโรงงาน และบ่อฝังกลบ

สมมติให้ต้นทุนในการเปิดโรงงานรวบรวมและคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ มีต้นทุนเป็น 1 เปอร์เซ็นต์จากต้นทุนในการเปิดโรงงาน ดังนี้

ต้นทุนหลักในการดำเนินการของโรงงานรวบรวมและคัดแยก = 1,000,000 บาท

ต้นทุนหลักในการดำเนินการของโรงงานโรงงานรีไซเคิล = 19,500,000 บาท

ต้นทุนในการเปิดบ่อฝังกลบ = 120,000 บาท

6. ต้นทุนในการปิดโรงงาน และบ่อฝังกลบ

ในเบื้องต้นกำหนดให้ไม่มีต้นทุนในการดำเนินการในส่วนนี้

7. ต้นทุนในการจ้างแรงงาน

คิดจากอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำวันละ 206 บาท (ราชกิจจานุเบกษา, 2552) ดังนั้นในหนึ่งช่วงเวลา หรือ หนึ่งปี มีค่าจ้างแรงงาน = 75,190 บาท

8. ต้นทุนในการขนส่งของพาหนะ 1 คัน

คิดจากราคารถซึ่งมีราคาคันละ 3,500,000 บาท(บริษัท ปตท.จำกัด(มหาชน), 2548) + ค่าจ้างพนักงานขับรถอีก 75,190 บาท = 3,575,190 บาท/คัน

9. ต้นทุนในการจ้างแรงงานซึ่งปฏิบัติงานอยู่ภายในกระบวนการต่างๆ

ในที่นี้กำหนดให้มีพนักงานปฏิบัติงานในโรงงานรวบรวมและคัดแยก 10 คน โรงงานโรงงานรีไซเคิล 30 คน และ บ่อฝังกลบ 1 คน ซึ่งสามารถจำแนกเป็นต้นทุนดังนี้

ต้นทุนในการจ้างแรงงานของโรงงานรวบรวมและคัดแยก = 741,600 บาท

ต้นทุนในการจ้างแรงงานของโรงงานรีไซเคิล = 2,224,800 บาท

ต้นทุนในการจ้างแรงงานของบ่อฝังกลบ = 74,160 บาท

10. ต้นทุนในการขนส่งของขยะต่อหน่วย ซึ่งพาหนะ 1 คัน สามารถรองรับได้ ในการขนส่งขยะไปยังปลายทาง

จากข้อมูลอ้างอิงของกองนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ พบว่า รถเก็บขนขยะประเภทเก็บรวบรวมมูลฝอยแบบอัดท้าย 6 ล้อ ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด จึงนำมาเป็นยานพาหนะหลักในการสร้างแบบจำลองในครั้งนี้ โดยรถดังกล่าวนี้ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด (บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2548; ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550; หนังสือพิมพ์ยวดยาน, 2546) ซึ่งจะนำไปคำนวณหาต้นทุนในการขนส่ง โดยอาศัยระยะทางระหว่างที่ตั้งหนึ่งไปยังอีกที่ตั้งหนึ่งเป็นหลัก โดยรถเก็บขนขยะนี้มีความสามารถในการบรรทุก 10 ลูกบาศก์เมตร ยี่ห้อ ISUZU ซึ่งเป็นที่นิยมใช้งานมากที่สุดเนื่องด้วยมีอัตราการสิ้นเปลืองน้อยที่สุด โดยใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (NGV) เป็นเชื้อเพลิง สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ 5 ตัน ดังนั้น หากทำการขนส่งทุกวันตลอดทั้งปีจะสามารถขนส่งขยะได้ในปริมาณ = 1,825,000 กิโลกรัม/ปี ซึ่งรถเก็บขนขยะนี้มีราคาตัวรถ = 3,500,000 บาท/คัน

โดยที่รถเก็บขนขยะนี้มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่

ระยะทาง 5 กิโลเมตร/ก๊าซ 1 กิโลกรัม

ซึ่งเมื่อคิดจากราคาก๊าซ NGV ราคากิโลกรัมละ 8.50 บาท

มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ = 1.70 บาท/กิโลเมตร

∴ เมื่อน้ำหนักบรรทุก = 5 ตัน

คิดเป็นอัตราค่าใช้จ่ายในการขนส่ง = $\frac{1.7}{5}$ = 0. 34 บาท/ตัน/กิโลเมตร

ซึ่งต้นทุนในการขนส่งนี้จะนำไปคำนวณกับระยะทางระหว่างที่ตั้ง หรือระหว่างจังหวัด (ข้อมูลแสดงในภาคผนวก ข.)เพื่อหาต้นทุนที่แท้จริง

11. ต้นทุนในการจัดการขยะต่อหน่วยในกระบวนการย่อยภายในโรงงาน หรือบ่อฝังกลบ

จากข้อมูล ใช้ต้นทุนในการดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย = 100 บาท/ตัน (สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2550) จากนั้น สมมติให้ใช้ต้นทุนในการดำเนินการของโรงงานรวบรวมและคัดแยก = 200 บาท/ตัน และ สมมติให้ใช้ต้นทุนในการดำเนินการของโรงงานรีไซเคิล = 500 บาท/ตัน

12. การกำหนดอุปสงค์ของขยะ ณ ช่วงเวลาใด และทำเลที่ตั้งใด

โดยหลักแล้วต้องกำหนดให้มีปริมาณมากกว่าอุปทานการไหลของขยะในระบบ จึงจะไม่หยุดชะงัก ดังนั้น จึงกำหนดค่าไว้ = 10,000,000 ตัน ซึ่งเกินกว่าปริมาณขยะที่มีอยู่ในระบบซึ่งจะทำให้มีอุปทานอย่างต่อเนื่อง

13. ปริมาณขยะที่โรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยกสามารถรองรับได้ ในช่วงเวลาที่กำหนด

อ้างอิงข้อมูลที่ได้ จากการโครงการก่อสร้างโรงงานคัดแยกขยะแบบครบวงจรของเมืองพัทยา (ผู้จัดการ, 2550) ซึ่งโรงงานคัดแยกจะสามารถรองรับปริมาณขยะได้วันละ 500 ตัน ดังนี้จึงสามารถรองรับขยะได้ = 182,500 ตัน/ปี

14. ปริมาณขยะที่โรงงานรีไซเคิลสามารถรองรับได้ ในช่วงเวลาที่กำหนด

ในการติดตั้งเครื่องจักรเพื่อการรีไซเคิลพลาสติกนั้น ใช้ข้อมูล การลงทุนในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อการรีไซเคิลพลาสติกจาก บริษัท ชิงเกิ้ล พอยท์ พาร์ท (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) โดยเครื่องจักรดังกล่าวนี้มีกำลังการผลิต 6 ตัน/วัน ดังนั้นจึงต้องมีการติดตั้งเครื่องในแต่ละโรงงานอย่างน้อย 30 เครื่อง จึงจะสามารถรองรับปริมาณขยะที่ส่งมายังโรงงานรีไซเคิลได้หากมีการเดินเครื่องตลอดทั้งปีจะมีกำลังการผลิต = 65,700 ตัน/ปี

15. ปริมาณขยะที่คนงานสามารถรองรับได้ ในช่วงเวลาที่กำหนด

กำหนดค่าสมมติให้สามารถรองรับได้เท่ากับจำนวนที่โรงงานสามารถรองรับได้ คือ = 65,700 ตัน/ปี

16. ปริมาณขยะที่พาหนะสามารถบรรทุกได้ ในช่วงเวลาที่กำหนด

จากข้อมูลของ กองนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ พบว่ารถเก็บขนขยะสามารถเก็บขนขยะได้เที่ยวละ 5 ตัน ซึ่งหากสมมติให้สามารถขนได้วันละ 1 เที่ยว จะสามารถเก็บขนขยะได้ = 1,825 ตัน/ปี

17. ปริมาณขยะที่บ่อฝังกลบสามารถรองรับได้

ข้อมูลที่นำมาประกอบการสร้างแบบจำลองนี้ เนื่องด้วยเป็นการอาศัยข้อมูลจากบ่อฝังกลบขยะเดิมที่มีอยู่ จึงกำหนดให้มีบ่อฝังกลบ 2 แบบ คือ

- บ่อฝังกลบชนิดแรก จะเป็นบ่อฝังกลบที่เปิดดำเนินการอยู่ก่อนแล้วโดยกำหนดให้มีความจุ 5,913,000 ตัน ซึ่งบ่อนี้มีขยะอยู่ในบ่อก่อนนี้แล้วจำนวน 5,912,000 ตัน
- บ่อฝังกลบชนิดที่สอง อ้างอิงข้อมูลจากการก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นบ่อแบบ 7 ชั้น โดยแต่ละชั้นจะฝังกลบได้ชั้นละ 3 เมตร สามารถรองรับขยะได้ 2,555,000 ตัน

5.2 ผลเฉลยการเปิด-ปิด การดำเนินการของโรงงาน และบ่อฝังกลบ

เมื่อเราทำการแทนค่าพารามิเตอร์ตามที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ปรากฏผลเฉลยจากโปรแกรม GAMS ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าในห้วงระยะเวลา 3 ปี มีการเปิด-ปิด ทำการ ของโรงงานเก็บรวบรวม โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ ซึ่งได้สมมติสถานการณ์ในการเรียกกลับคืนพลาสติกจำนวน 5 เปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ดังต่อไปนี้

5.2.1 ผลเฉลยกรณีเรียกกลับคืนพลาสติก 5 เปอร์เซ็นต์

จากการแทนค่าพารามิเตอร์ปรากฏผลเฉลยจากโปรแกรม GAMS เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาในการประมวลผล 351 วินาที สามารถอธิบายได้ว่าในห้วงระยะเวลา 3 ปี มีการเปิด-ปิด ทำการ ของโรงงานเก็บรวบรวม โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบดังนี้

VARIABLE yop.L open/close a node, yop(i,t) = yoper

	t1	t2	t3
i77	1.000	1.000	1.000
i78		1.000	1.000
i80	1.000	1.000	1.000
i81	1.000	1.000	1.000
i83	1.000	1.000	1.000
i88	1.000	1.000	1.000
i91	1.000	1.000	1.000
i97	1.000	1.000	1.000
i105	1.000	1.000	1.000
i106	1.000	1.000	1.000
i108		1.000	1.000
i110	1.000	1.000	1.000

1. การเปิด- ปิด โรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก

ผลเฉลยที่ได้จาก GAMS สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 5 เปอร์เซ็นต์ มีการเปิด-ปิด โรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยกทั้งหมด จำนวน 7 แห่ง ดังนี้

โรงงานที่กรุงเทพมหานครฯ (i77) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดนครนายก (i78) เปิดดำเนินการในปีที่ 2 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดเชียงใหม่ (i80) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดพิษณุโลก (i81) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดขอนแก่น (i83) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดระยอง (i88) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดเพชรบุรี (i91) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

2. การเปิด- ปิด โรงงานรีไซเคิล

ผลเฉลยที่ได้จาก GAMS สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 5 เปอร์เซ็นต์ มีการเปิด- ปิด โรงงานรีไซเคิล ทั้งหมดจำนวน 1 แห่ง ดังนี้

โรงงานที่จังหวัดขอนแก่น (i97) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

3. การเปิด- ปิด บ่อฝังกลบ

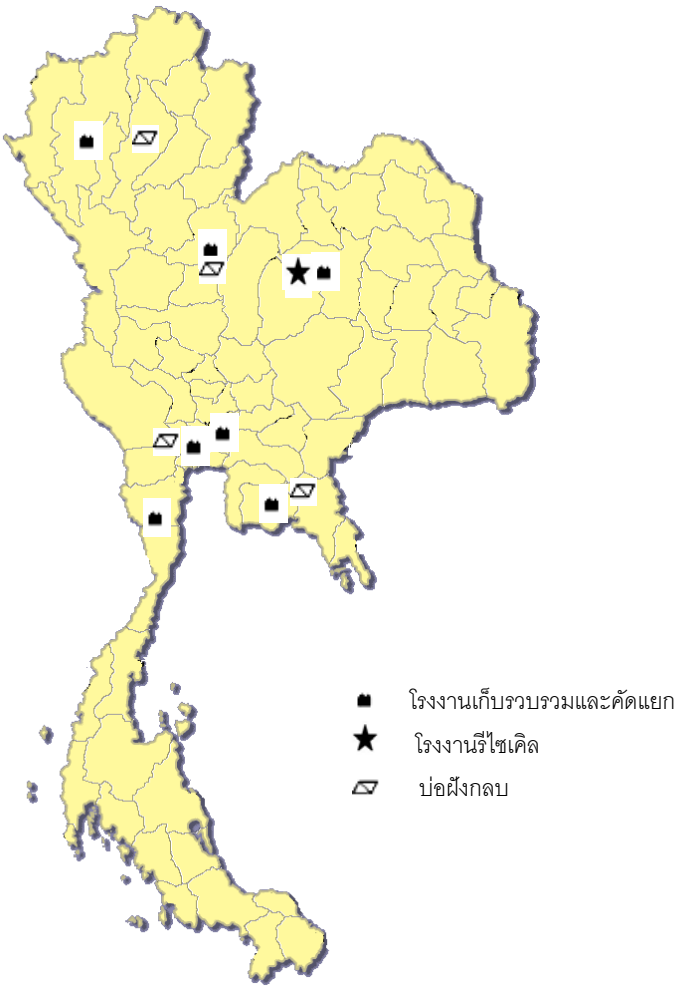
ผลเฉลยที่ได้จาก GAMS สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 5 เปอร์เซ็นต์ มีการเปิด - ปิด บ่อฝังกลบทั้งหมดจำนวน 4 แห่ง ดังนี้

บ่อฝังกลบที่จังหวัดพิษณุโลก (i105) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

บ่อฝังกลบที่จังหวัดนครปฐม (i106) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

บ่อฝังกลบที่จังหวัดลำปาง (i108) เปิดดำเนินการในปีที่ 2 จนถึงปีที่ 3

บ่อฝังกลบที่จังหวัดจันทบุรี (i110) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3



ภาพที่ 5.2

ผลเฉลยในการเปิดโรงงาน และบ่อฝังกลบ กรณีเรียกกลับคืน 5 %

ในภาพที่ 5.2 ได้ดังแสดงผลเฉลยที่ได้จาก GAMS เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาแสดงถึงที่ตั้งของโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ ที่เปิดดำเนินการ

5.2.2 ผลเฉลยกรณีเรียกกลับคืนพลาสติก 15 เปอร์เซ็นต์

จากการแทนค่าพารามิเตอร์ปรากฏผลเฉลยจากโปรแกรม GAMS เมื่อเราทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 15 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาในการประมวลผล 18,251 วินาที สามารถอธิบายได้ว่าในห้วงระยะเวลา 3 ปี มีการเปิด-ปิด ทำการ ของโรงงานเก็บรวบรวม โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ ดังนี้

VARIABLE yop.L open/close a node, yop(i,t) = yoper

	t1	t2	t3
i77	1.000	1.000	1.000
i81	1.000	1.000	1.000
i82	1.000	1.000	1.000
i83	1.000	1.000	1.000
i85	1.000	1.000	1.000
i91	1.000	1.000	1.000
i92	1.000	1.000	1.000
i97	1.000	1.000	1.000
i98	1.000	1.000	1.000
i103	1.000	1.000	1.000
i105	1.000	1.000	1.000
i106	1.000	1.000	1.000
i107	1.000	1.000	1.000
i109	1.000	1.000	1.000

1. การเปิด- ปิด โรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก

ผลเฉลยที่ได้จาก GAMS สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 15 เปอร์เซ็นต์ มีการเปิด- ปิด โรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยกทั้งหมด จำนวน 7 แห่ง ดังนี้

โรงงานที่กรุงเทพมหานครฯ (i77) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดพิษณุโลก (i81) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดสุโขทัย (i82) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดขอนแก่น (i83) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดอุบลราชธานี (i85) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดเพชรบุรี (i91) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดกระบี่ (i92) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

2. การเปิด- ปิด โรงงานรีไซเคิล

ผลเฉลยที่ได้จาก GAMS สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 15 เปอร์เซ็นต์ มีการเปิด- ปิด โรงงานรีไซเคิล ทั้งหมดจำนวน 3 แห่ง ดังนี้

โรงงานที่จังหวัดขอนแก่น (i97) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดอุบลราชธานี (i98) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดกระบี่ (i103) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

3. การเปิด- ปิด บ่อฝังกลบ

ผลเฉลยที่ได้จาก GAMS สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 15 เปอร์เซ็นต์ มีการเปิด- ปิด บ่อฝังกลบทั้งหมดจำนวน 4 แห่ง ดังนี้

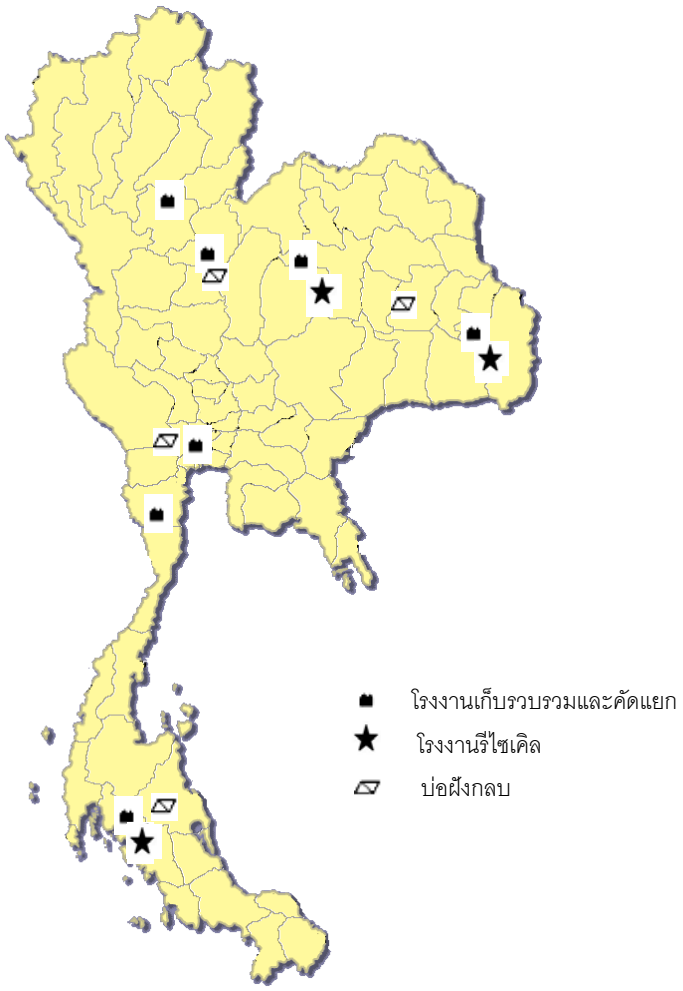
บ่อฝังกลบที่จังหวัดพิษณุโลก(i105) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

บ่อฝังกลบที่จังหวัดนครปฐม(i106) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

บ่อฝังกลบที่จังหวัดนครศรีธรรมราช(i107) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

บ่อฝังกลบที่จังหวัดร้อยเอ็ด(i109) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

จากผลเฉลยที่ได้จาก GAMS เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาแสดงถึงที่ตั้งของโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ ที่เปิดดำเนินการได้ดังแสดงในภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3

ผลเฉลยในการเปิดโรงงาน และบ่อฝังกลบ กรณีเรียกกลับคืน 15 %

5.2.3 ผลเฉลยกรณีเรียกกลับคืนพลาสติก 30 เปอร์เซ็นต์

จากการแทนค่าพารามิเตอร์ปรากฏผลเฉลยจากโปรแกรม GAMS เมื่อเราทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 30 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาในการประมวลผล 25,964 วินาที สามารถอธิบายได้ว่าในห้วงระยะเวลา 3 ปี มีการเปิด-ปิด ทำการ ของโรงงานเก็บรวบรวม โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ ดังนี้

VARIABLE yop.L open/close a node, yop(i,t) = yoper

	t1	t2	t3
i77	1.000	1.000	1.000
i81	1.000	1.000	1.000
i82	1.000	1.000	1.000
i83	1.000	1.000	1.000
i85	1.000	1.000	1.000
i86	1.000	1.000	1.000
i92	1.000	1.000	1.000
i96		1.000	1.000
i97	1.000	1.000	1.000
i98	1.000	1.000	1.000
i100	1.000	1.000	1.000
i101	1.000	1.000	1.000
i103	1.000	1.000	1.000
i105	1.000	1.000	1.000
i106	1.000	1.000	1.000
i107	1.000	1.000	1.000
i109	1.000	1.000	1.000

1. การเปิด- ปิด โรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก

ผลเฉลยที่ได้จาก GAMS สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 30 เปอร์เซ็นต์ มีการเปิด- ปิด โรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยกทั้งหมด จำนวน 7 แห่ง ดังนี้

โรงงานที่กรุงเทพมหานครฯ (i77) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดพิษณุโลก (i81) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดสุโขทัย (i82) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดขอนแก่น (i83) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดอุบลราชธานี (i85) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดชลบุรี (i86) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดกระบี่ (i92) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

2. การเปิด- ปิด โรงงานรีไซเคิล

ผลเฉลยที่ได้จาก GAMS สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 30 เปอร์เซ็นต์ มีการเปิด- ปิด โรงงานรีไซเคิล ทั้งหมดจำนวน 6 แห่ง ดังนี้

โรงงานที่จังหวัดพิษณุโลก (i96) เปิดดำเนินการในปีที่ 2 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดขอนแก่น (i97) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดอุบลราชธานี (i98) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่กรุงเทพมหานครฯ (i100) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดชลบุรี (i101) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

โรงงานที่จังหวัดกระบี่ (i103) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

3. การเปิด- ปิด บ่อฝังกลบ

ผลเฉลยที่ได้จาก GAMS สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 30 เปอร์เซ็นต์ มีการเปิด- ปิด บ่อฝังกลบทั้งหมดจำนวน 4 แห่ง ดังนี้

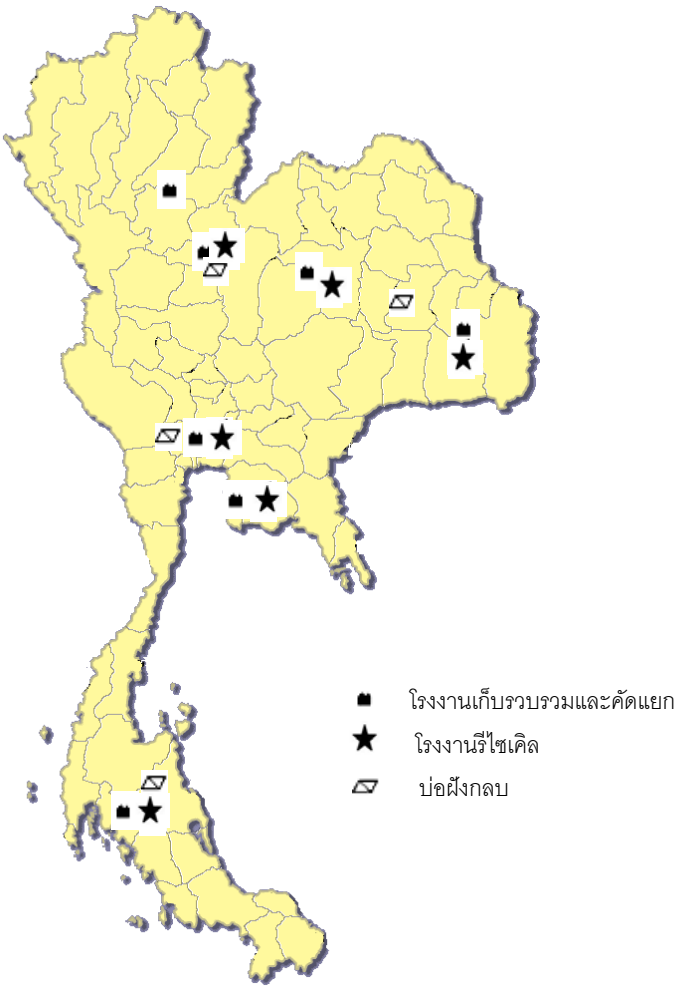
บ่อฝังกลบที่จังหวัดพิษณุโลก (i105) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

บ่อฝังกลบที่จังหวัดนครปฐม (i106) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

บ่อฝังกลบที่จังหวัดนครศรีธรรมราช (i107) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

บ่อฝังกลบที่จังหวัดร้อยเอ็ด (i109) เปิดดำเนินการในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 3

จากผลเฉลยที่ได้จาก GAMS เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาแสดงถึงที่ตั้งของโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ ที่เปิดดำเนินการได้ดังแสดงในภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4

ผลเฉลยในการเปิดโรงงาน และบ่อฝังกลบ กรณีเรียกกลับคืน 30 %

จากผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 3 โครงการสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อเราทำการเรียกกลับคืนพลาสติกที่ 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีการเปิดดำเนินการของโรงงานรีไซเคิลเพียง 1 โรงงาน ในขณะที่เมื่อเราเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนเป็น 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการเปิดโรงงานรีไซเคิลเพิ่มขึ้น เป็น 3 โรงงาน และ 6 โรงงานตามลำดับ ซึ่งก็เป็นการเปิดเพื่อรองรับปริมาณการรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง

ส่วนโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยกนั้นเปิดดำเนินการจำนวน 7 โรงงานเท่ากันทุกโครงการ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่าขยะทั้งหมดจะต้องถูกส่งเข้าโรงงานทั้งหมดก่อนที่จะถูกส่งไปยังโรงงานรีไซเคิล หรือบ่อฝังกลบนั่นเอง

ในส่วนของบ่อฝังกลบนั้นมีการเปิดดำเนินการทั้งหมดจำนวน 4 บ่อ ในทุกโครงการ ซึ่งการเปิดบ่อฝังกลบ และการเปิดโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก นั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ตั้งจากเดิม เมื่อทำการเรียกกลับคืนเพิ่มขึ้นจาก 5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ก็เพื่อปรับเปลี่ยนที่ตั้งเพื่อให้ต้นทุนต่ำที่สุด (Minimum Cost) เมื่อมีการเปิดโรงงานรีไซเคิลเพิ่มมากขึ้น อันส่งผลให้ระยะทางการขนส่งในระบบของสองโครงการหลังเปลี่ยนแปลงไปนั่นเอง

5.3 ต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินงาน

เมื่อเราทำการแทนค่าพารามิเตอร์ตามที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ปรากฏผลเฉลยจากโปรแกรม GAMS ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าในห้วงระยะเวลา 3 ปี มีต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินการของโรงงานเก็บรวบรวม โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ ซึ่งได้สมมติสถานการณ์ในการเรียกกลับคืนพลาสติกจำนวน 5 เปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ดังต่อไปนี้

5.3.1 กรณีเรียกกลับคืน 5 เปอร์เซ็นต์

จากผลเฉลย สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำมารีไซเคิลเป็นน้ำมันดิบ ในห้วงระยะเวลา 3 ปี ใช้ต้นทุนในการดำเนินการซึ่งแสดงผลที่ได้จากแบบจำลอง ดังนี้

----	VARIABLE TCost.L	= 5.110267E+9
----	PARAMETER CostCollectOpening	= 7.200000E+8
	PARAMETER CostProcessOpening	= 2.008500E+9
	PARAMETER CostLandFill	= 4.932000E+7
	PARAMETER Transportation	= 1.205855E+9
	PARAMETER CostProcessC	= 7.050004E+8
	PARAMETER CostProcessP	= 9.294545E+7
	PARAMETER CostProcessL	= 3.286458E+8

ผลเฉลยที่ได้จากโปรแกรม GAMS ข้างต้นนั้น ใช้ต้นทุนในการดำเนินโครงการทั้งหมด 5,110,266,650 บาท ซึ่งสามารถอธิบายได้ถึงต้นทุนของโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ โดยจำแนกต้นทุนแต่ละประเภทได้ ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3
สรุปผลเฉลยต้นทุนที่ใช้จากการเรียกคืน 5 %

รายการ	**ต้นทุน(บาท) / 3 ปี**			
	การเก็บรวบรวมและคัดแยก	การรีไซเคิล	การฝังกลบ	การขนส่ง
การเปิดโรงงาน	720,000,000	2,008,500,000	49,320,000	-
กระบวนการ	705,000,400	92,945,450	328,645,800	-
รวม	1,425,000,400	2,101,445,450	377,965,800	1,205,855,000

5.3.2 **กรณีเรียกกลับคืน 15 เปอร์เซ็นต์**

จากผลเฉลย สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำมารีไซเคิลเป็นน้ำมันดิบ ในห้วงระยะเวลา 3 ปี ใช้ต้นทุนในการดำเนินการซึ่งแสดงผลที่ได้จากแบบจำลอง ดังนี้

```
----    VARIABLE TCost.L                    =  9.162500E+9
----    PARAMETER CostCollectOpening        =  7.210000E+8
        PARAMETER CostProcessOpening        =  6.025500E+9
        PARAMETER CostLandFill              =  4.944000E+7
        PARAMETER Transportation            =  1.087771E+9
        PARAMETER CostProcessC              =  7.057420E+8
        PARAMETER CostProcessP              =  2.788364E+8
        PARAMETER CostProcessL              =  2.942115E+8
```

ผลเฉลยที่ได้จากโปรแกรม GAMS ข้างต้นนั้น ใช้ต้นทุนในการดำเนินโครงการทั้งหมด 9,162,500,900 บาท ซึ่งสามารถอธิบายได้ถึงต้นทุนของโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ โดยจำแนกต้นทุนแต่ละประเภทได้ ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4

สรุปผลเฉลยต้นทุนที่ใช้จากการเรียกคืน 15 %

รายการ	**ต้นทุน(บาท) / 3 ปี**			
	การเก็บรวบรวมและคัดแยก	การรีไซเคิล	การฝังกลบ	การขนส่ง
การเปิดโรงงาน	721,000,000	6,025,500,000	49,440,000	-
กระบวนการ	705,742,000	278,836,400	294,211,500	-
รวม	1,426,742,000	6,304,336,400	343,651,500	1,087,771,000

5.3.3 **กรณีเรียกกลับคืน 30 เปอร์เซ็นต์**

จากผลเฉลย สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการเรียกกลับคืนพลาสติก 30 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำมารีไซเคิลเป็นน้ำมันดิบ ในห้วงระยะเวลา 3 ปี ใช้ต้นทุนในการดำเนินการซึ่งแสดงผลที่ได้จากแบบจำลอง ดังนี้

```
----    VARIABLE TCost.L                    =  1.54119E+10
----    PARAMETER CostCollectOpening        =  7.210000E+8
        PARAMETER CostProcessOpening        =  1.20315E+10
        PARAMETER CostLandFill              =  4.944000E+7
        PARAMETER Transportation            =  1.106370E+9
        PARAMETER CostProcessC              =  7.057420E+8
        PARAMETER CostProcessP              =  5.554479E+8
        PARAMETER CostProcessL              =  2.424489E+8
```

ผลเฉลยที่ได้จากโปรแกรม GAMS ข้างต้นนั้น ใช้ต้นทุนในการดำเนินโครงการทั้งหมด 15,411,948,800 บาท ซึ่งสามารถอธิบายได้ถึงต้นทุนของโรงงานเก็บรวบรวมและคัดแยก โรงงานรีไซเคิล และบ่อฝังกลบ โดยจำแนกต้นทุนแต่ละประเภทได้ ดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5

สรุปผลเฉลยต้นทุนที่ใช้จากการเรียกคืน 30 %

รายการ	**ต้นทุน(บาท) / 3 ปี**			
	การเก็บรวบรวมและคัดแยก	การรีไซเคิล	การฝังกลบ	การขนส่ง
การเปิดโรงงาน	721,000,000	12,031,500,000	49,440,000	-
กระบวนการ	705,742,000	555,447,900	242,448,900	-
รวม	1,426,742,000	12,586,947,900	291,888,900	1,106,370,000

เมื่อพิจารณาผลเฉลยจาก GAMS เราพบว่า เมื่อเราเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนเพิ่มขึ้น จาก 5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ต้องใช้ต้นทุนในการดำเนินการรวมเพิ่มขึ้นจาก 5,110,266,650 บาท เป็น 9,162,500,900 บาท และ 15,411,948,800 บาท ตามลำดับ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากต้องลงทุนในการเปิดโรงงานรีไซเคิลเพิ่มขึ้นจากเดิม 2,008,500,000 บาท เป็น 6,025,500,000 และ 12,031,500,000 บาท ตามลำดับ ซึ่งการลงทุนดังกล่าวนี้ต้องใช้งบประมาณที่สูง อีกทั้งยังต้องใช้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในกระบวนการรีไซเคิลเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง

อย่างไรก็ตามเราพบว่า เมื่อมีการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืน จาก 5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ก็พบว่า ต้นทุนรวมในการดำเนินการฝังกลบนั้นลดลงจาก 377,965,800 บาท เป็น 343,651,500 บาท และ 291,888,900 บาท ตามลำดับ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่าพลาสติกถูกนำเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลมากขึ้น ซึ่งพลาสติกก็จะถูกนำไปฝังกลบน้อยลงอันส่งผลให้ต้นทุนในการฝังกลบลดน้อยลงนั่นเอง

ในกรณีของต้นทุนในการเก็บรวบรวมและคัดแยกนั้น เมื่อพิจารณาในแต่ละโครงการแล้วพบว่า มีต้นทุนที่แทบจะไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากขยะพลาสติกทั้งหมดต้องถูกนำมาเข้าสู่กระบวนการเก็บรวบรวมและคัดแยก ก่อนที่จะนำไปสู่กระบวนการหรือขั้นตอนถัดไป ซึ่งกระบวนการอื่น กล่าวคือ ในกระบวนการรีไซเคิล และกระบวนการฝังกลบนั้น จะมีปริมาณขยะพลาสติกที่เข้าสู่กระบวนการที่แตกต่างกันจึงมีต้นทุนในการดำเนินการที่ต่างกัน

กรณีต้นทุนในการขนส่งนั้น เมื่อพิจารณาจากทุกโครงการข้างต้นแล้ว พบว่า มีต้นทุนในการขนส่งที่มีความแตกต่างกันที่ไม่คงที่ ไม่เพิ่มหรือลดลงแบบเส้นตรง กล่าวคือเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนจาก 5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 15 เปอร์เซ็นต์ เราพบว่า ต้นทุนในการขนส่งลดลงจาก 1,205,855,000 บาท เป็น 1,087,771,000 บาท แต่เมื่อเราเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียก

กลับคืนเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าต้นทุนในการขนส่งกลับเพิ่มขึ้นเป็น 1,106,370,000 บาท ดังนี้ ย่อมเห็นได้ว่าเมื่อมีการเพิ่มจำนวนของโรงงานรีไซเคิล ณ ที่ตั้งต่างๆ ย่อมส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการขนส่ง ซึ่งอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างที่ตั้งอันจะส่งผลให้ระยะทางในการขนส่งแปรเปลี่ยนไปนั้น ทำให้ต้นทุนในการขนส่งมีความแปรเปลี่ยนตามไปด้วย

5.3.6 **การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลง** (Sensitivity Analysis)

อันเนื่องมาจากการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรม ที่ทำให้จำเป็นต้องใช้พลาสติกเข้ามาเป็นส่วนประกอบ ตลอดจนพลาสติกสามารถตอบสนองการใช้งานที่มีความหลากหลายมากขึ้น จึงอาจทำให้มีปริมาณการเพิ่มขึ้นของขยะพลาสติก รวมทั้งต้นทุนต่างๆในปัจจุบันที่อาจจะมีความแตกต่างไปจากข้อมูลที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) เพื่อวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ที่ได้จากการที่ปริมาณขยะและต้นทุนที่มีความเปลี่ยนแปลงไปซึ่งไม่แน่นอน ในกรณีการเรียกกลับคืนที่ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยอาศัยสถานการณ์สมมติ (Scenario) ทั้งนี้เพื่อทำการพิจารณาพารามิเตอร์ทีละตัวดังต่อไปนี้

1. ทำการสร้างสถานการณ์สมมติโดยกำหนดให้ เมื่อต้นทุนในการขนส่งซึ่งเป็นต้นทุนผันแปร (ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ในยานพาหนะ) เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากเดิม โดยเพิ่มขึ้นอีก 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์

2. สร้างสถานการณ์สมมติโดยกำหนดให้เพิ่มปริมาณขยะพลาสติก โดยรวมจากแหล่งต่างๆเพิ่มขึ้นจากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ โดยเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกรณีดังกล่าวที่สมมตินี้เป็นไปไม่ได้เลยที่จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปในทางลบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการสมมติเฉพาะค่าที่มีลักษณะเป็นเชิงบวก

3. สร้างสถานการณ์สมมติโดยกำหนดให้ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกลดลงจากราคาปัจจุบัน 30 เปอร์เซ็นต์ กรณีหนึ่ง และ เพิ่มขึ้นจากราคาปัจจุบัน 30 เปอร์เซ็นต์ อีกกรณีหนึ่ง

ดังนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงการ อันจะส่งผลต่อผลการตัดสินใจในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์สมมติข้างต้นเพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เปลี่ยนแปลงไปว่ามีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ 5.6 ตารางที่ 5.7 และตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.6
ต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงกรณีที่ปริมาณขยะและค่าขนส่งเพิ่มขึ้น 15 %

รายการต้นทุน	**ต้นทุนที่ใช้ (บาท / 3 ปี)**			
	เรียกกลับปกติ	**ค่าขนส่งเพิ่มขึ้น 15%**	**ขยะเพิ่มขึ้น 15%**	**เพิ่มขึ้น 15%ทั้งสองกรณี**
การเก็บและคัดแยก	1,425,000,400	1,425,000,400	1,635,492,200	1,635,492,200
การรีไซเคิล	2,101,445,450	2,101,445,450	4,107,835,700	4,107,835,700
การฝังกลบ	377,965,800	365,577,400	427,334,500	439,917,000
การขนส่ง	1,205,855,000	1,261,850,000	1,120,456,000	1,150,185,000
รวม	5,110,266,650	5,153,873,250	7,291,118,400	7,333,429,900

ตารางที่ 5.7
ต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงกรณีที่ปริมาณขยะและค่าขนส่งเพิ่มขึ้น 30 %

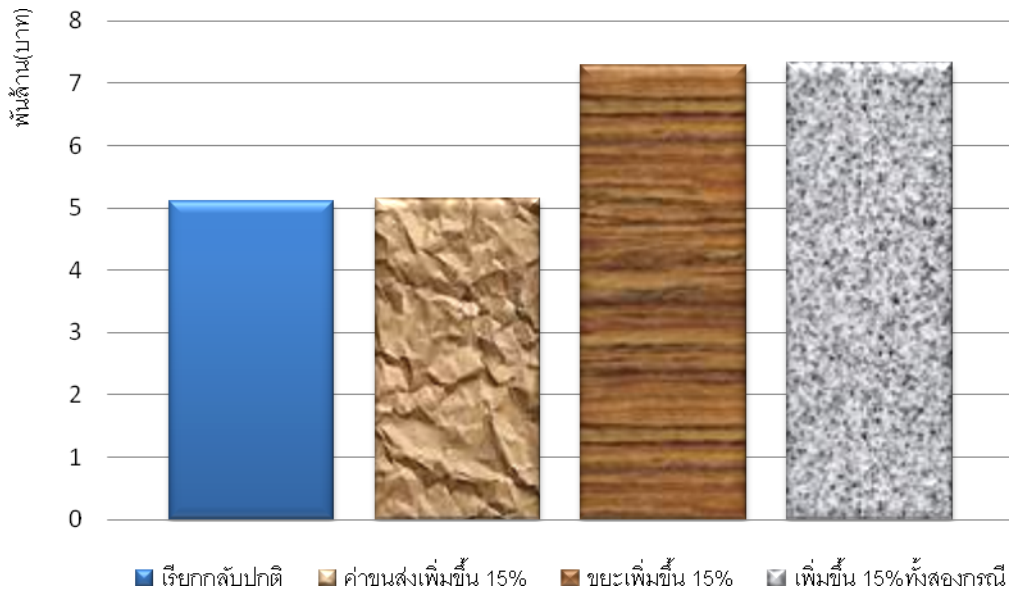
รายการต้นทุน	**ต้นทุนที่ใช้ (บาท / 3 ปี)**			
	เรียกกลับปกติ	**ค่าขนส่งเพิ่มขึ้น 30%**	**ขยะเพิ่มขึ้น 30%**	**เพิ่มขึ้น 30%ทั้งสองกรณี**
การเก็บและคัดแยก	1,425,000,400	1,425,000,400	1,844,242,000	1,844,242,000
การรีไซเคิล	2,101,445,450	2,101,445,450	4,142,501,200	4,142,501,200
การฝังกลบ	377,965,800	377,965,800	501,673,800	501,673,800
การขนส่ง	1,205,855,000	1,257,057,000	1,142,999,000	1,235,239,000
รวม	5,110,266,650	5,163,210,250	7,631,416,000	7,723,656,000

ตารางที่ 5.8
รายได้ที่เปลี่ยนแปลงกรณีราคาน้ำมันดิบเปลี่ยนแปลงไป 30 %

เปอร์เซ็นต์ที่เรียกกลับ	ต้นทุน	รายได้จากการขายน้ำมันดิบ (บาท / 3 ปี)		
		ณ ราคาปัจจุบัน	ราคาลดลง 30%	ราคาเพิ่มขึ้น 30%
5	5,110,266,650	2,276,583,545	1,593,502,864	2,959,664,226
15	9,162,500,900	6,829,750,635	4,780,508,592	8,878,992,677
30	15,411,948,800	13,659,501,269	9,561,017,184	17,757,985,354

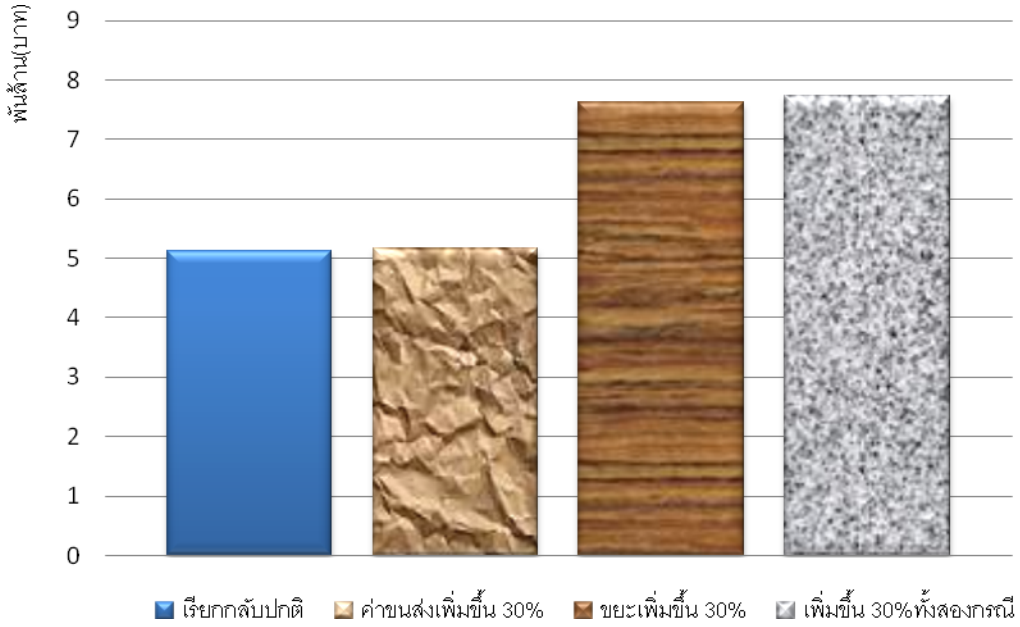
เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากตารางที่ 5.6 และตารางที่ 5.7 ในกรณีเรียกกลับคืนปกติที่ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ว จะเห็นได้ว่าหากค่าขนส่งในส่วนที่เป็นต้นทุนผันแปรเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 15 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ต้นทุนรวมเพิ่มจากเดิม 5,110,266,650 บาท เป็น 5,153,873,250 บาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมจำนวน 43,606,600 บาท หรือประมาณ 0.85 เปอร์เซ็นต์ จากเดิมเท่านั้น ซึ่งหากปริมาณขยะโดยรวมเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 15 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ต้นทุนเพิ่มจากเดิม 5,110,266,650 บาท เป็น 7,291,118,400 บาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมจำนวน 2,180,851,750 บาท หรือประมาณ 42.68 เปอร์เซ็นต์ จากเดิม ดังนี้หากว่าทั้งต้นทุนในการขนส่ง และปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ทั้งสองกรณีแล้ว จะทำให้ต้นทุนรวมเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมถึง 2,223,163,250 บาท หรือประมาณ 43.50 เปอร์เซ็นต์ จากเดิม ซึ่งสังเกตได้ถึงความแตกต่างของต้นทุนที่เพิ่มขึ้นดังภาพที่ 5.5

อีกกรณีหนึ่ง หากว่าเรากำหนดสถานการณ์สมมติให้ค่าขนส่งในส่วนที่เป็นต้นทุนผันแปรเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 30 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ต้นทุนรวมเพิ่มจากเดิม 5,110,266,650 บาท เป็น 5,163,210,250 บาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมจำนวน 52,943,600 บาท หรือประมาณ 1.04 เปอร์เซ็นต์ จากเดิมเท่านั้น ซึ่งหากปริมาณขยะโดยรวมเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 30 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ต้นทุนเพิ่มจากเดิม 5,110,266,650 บาท เป็น 7,631,416,000 บาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมจำนวน 2,521,149,350 บาท หรือประมาณ 49.33 เปอร์เซ็นต์ จากเดิม ดังนี้หากว่าทั้งต้นทุนในการขนส่งและปริมาณขยะ เพิ่มขึ้นเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ทั้งสองกรณีแล้ว จะทำให้ต้นทุนรวมเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมถึง 2,613,389,350 บาท หรือประมาณ 51.14 เปอร์เซ็นต์ จากเดิมซึ่งสังเกตได้ถึงความแตกต่างของต้นทุนที่เพิ่มขึ้นดังภาพที่ 5.6



ภาพที่ 5.5

แสดงถึงต้นทุนเมื่อมีการเพิ่มค่าขนส่งและปริมาณขยะอีก 15 %



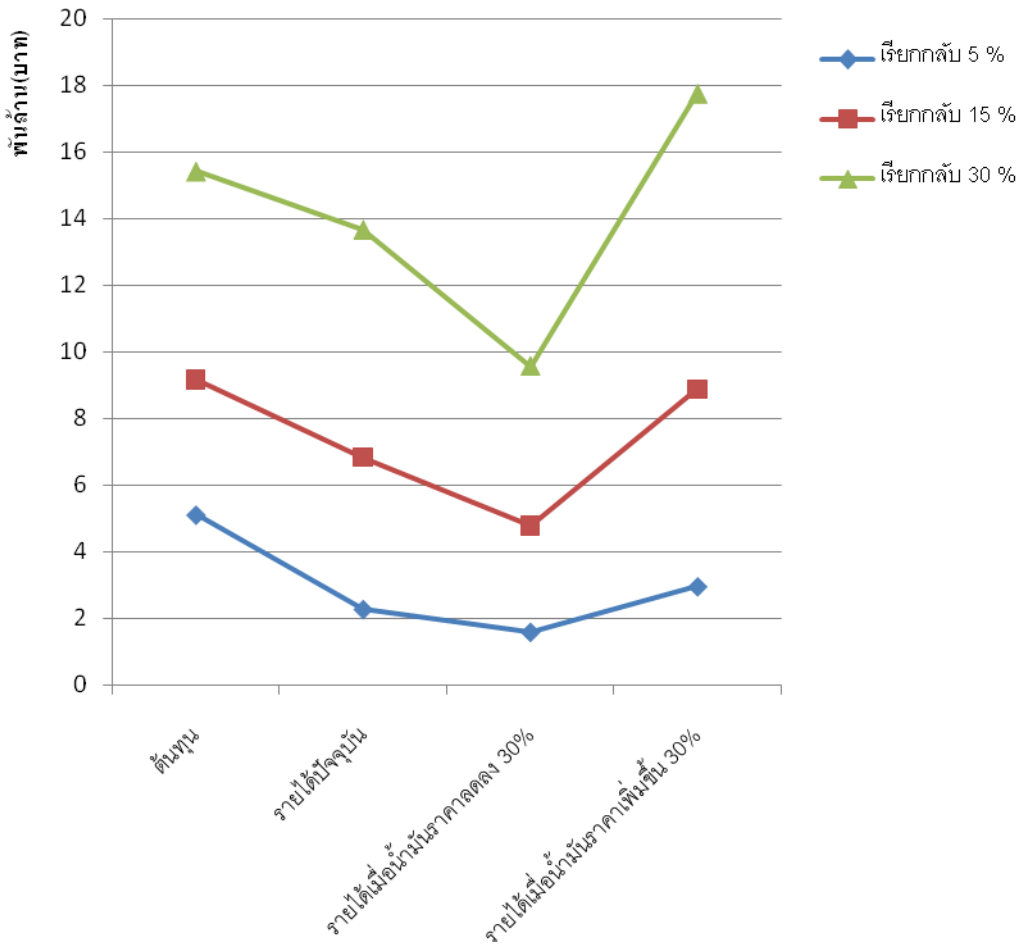
ภาพที่ 5.6

แสดงถึงต้นทุนเมื่อมีการเพิ่มค่าขนส่งและปริมาณขยะอีก 30 %

จากผลที่ได้ข้างต้น สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งจากเดิมเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเพียงประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนเดิมเท่านั้น ซึ่งถือว่าน้อยมาก จึงถือว่าเมื่อต้นทุนในการขนส่งมีการเปลี่ยนแปลง จะไม่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมที่ใช้ในการดำเนินการมากนัก หรือการเพิ่มขึ้นของต้นทุนในการขนส่งมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงน้อย ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากต้นทุนหลักนั้นอยู่ที่กระบวนการรีไซเคิล กระบวนการเก็บรวบรวม และกระบวนการฝังกลบนั่นเอง ในทางตรงกันข้ามหากมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะจากเดิมเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้นอย่างมาก กล่าวคือเมื่อมีปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้นกว่าที่เราได้ทำการประมาณการไว้ 15 เปอร์เซ็นต์ จะมีการใช้ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้นถึง 42.68 เปอร์เซ็นต์ จากเดิม ซึ่งถือว่าเมื่อปริมาณขยะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นกว่าที่ประมาณการไว้ จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมที่ใช้ในการดำเนินการมาก หรือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสูงมาก

กรณีการสร้างสถานการณ์สมมติ ซึ่งกำหนดให้ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกลดลงจากราคาปัจจุบัน 30 เปอร์เซ็นต์ กรณีหนึ่ง และ เพิ่มขึ้นจากราคาปัจจุบัน 30 เปอร์เซ็นต์ อีกกรณีหนึ่ง ดังแสดงผลลัพธ์ในตารางที่ 5.8 นั้น กรณีราคาน้ำมันดิบลดลงจากเดิม 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหากเราเรียกกลับคืนที่ 5 เปอร์เซ็นต์ เดิมนั้นเมื่อหักรายได้จากการขายน้ำมันดิบแล้วจะขาดทุน 2,833,683,105 บาท เป็นขาดทุนเพิ่มขึ้นเป็น 3,516,763,786 บาท โดยขาดทุนเพิ่มขึ้นจากเดิม 24.1 เปอร์เซ็นต์ หากเราเรียกกลับคืนที่ 15 เปอร์เซ็นต์ เดิมนั้นเมื่อหักรายได้จากการขายน้ำมันดิบแล้วจะขาดทุน 2,332,750,265 บาท เป็นขาดทุนเพิ่มขึ้นเป็น 4,381,992,308 บาท โดยขาดทุนเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 87.8 เปอร์เซ็นต์ และหากเราเรียกกลับคืนที่ 30 เปอร์เซ็นต์ เดิมนั้นเมื่อหักรายได้จากการขายน้ำมันดิบแล้วจะขาดทุน 1,752,447,531 บาท เป็นขาดทุนเพิ่มขึ้นเป็น 5,850,931,616 บาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 233.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีกกรณีหนึ่งหากราคาน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นจากเดิม 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหากเราเรียกกลับคืนที่ 5 เปอร์เซ็นต์ เดิมนั้นเมื่อหักรายได้จากการขายน้ำมันดิบแล้วจะขาดทุน 2,833,683,105 บาท เป็นขาดทุนลดลงเหลือ 2,150,602,424 บาท โดยขาดทุนลดลงจากเดิม 24.1 เปอร์เซ็นต์ หากเราเรียกกลับคืนที่ 15 เปอร์เซ็นต์ เดิมนั้นเมื่อหักรายได้จากการขายน้ำมันดิบแล้วจะขาดทุน 2,332,750,265 บาท เป็นขาดทุนลดลงเหลือ 283,508,223 บาท โดยขาดทุนลดลงจากเดิม 87.8 เปอร์เซ็นต์ และหากเราเรียกกลับคืนที่ 30 เปอร์เซ็นต์ เดิมนั้นเมื่อหักรายได้จากการขายน้ำมันดิบแล้วจะขาดทุน 1,752,447,531 บาท เป็นได้กำไรจากการลงทุน 2,346,036,554 บาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 233.9 เปอร์เซ็นต์

ดังนี้เราสามารถวิเคราะห์จากตัวเลขที่ได้ว่า กรณีที่ราคาน้ำมันดิบลดลงจากเดิม 30 เปอร์เซ็นต์ นั้น หากเราเรียกกลับคืนที่ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 15 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เรามีสัดส่วนในการขาดทุนเพิ่มขึ้นไม่มากนัก คือ ต่างกันไม่ถึง 1 เท่าตัว แต่เมื่อเราเรียกกลับคืนที่ 30 เปอร์เซ็นต์ แล้ว จะทำให้เราขาดทุนมากขึ้นกว่าเดิมกว่า 2 เท่าตัว ซึ่งจากผลลัพธ์ที่ได้นี้ก็พอสรุปได้ว่า หากราคาน้ำมันดิบเปลี่ยนแปลงไป การเรียกกลับคืนในปริมาณที่น้อย เช่น เรียกกลับคืนที่ 5 เปอร์เซ็นต์ จะไม่ส่งผลกระทบกับความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมากนัก ในขณะที่หากเราเรียกกลับคืนในปริมาณที่มาก เช่นเรียกกลับคืนที่ 30 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลกระทบกับความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมาก ดังนี้ในกรณีที่ราคาน้ำมันดิบลดลงจากเดิม 30 เปอร์เซ็นต์ นั้น เราควรที่จะลดอัตรากำลังการเรียกกลับคืนลงจาก 30 เปอร์เซ็นต์ เป็น 15 เปอร์เซ็นต์ หรือ 5 เปอร์เซ็นต์ ก็จะทำให้เราขาดทุนไม่มากนักในการดำเนินโครงการ ขณะที่ในทางตรงกันข้าม กรณีราคาน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นจากเดิม 30 เปอร์เซ็นต์ นั้น การเรียกกลับคืนที่ 5 เปอร์เซ็นต์ หรือ 15 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เราขาดทุนลดลงจากเดิม โดยเฉพาะหากเราทำการเรียกกลับคืนที่ 30 เปอร์เซ็นต์ นั้น จะทำให้เรามีกำไรจากการดำเนินโครงการ ซึ่งตัวเลขดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นว่า กรณีราคาน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นจากเดิมนี้สมควรที่จะเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนให้มากยิ่งขึ้น ก็จะช่วยให้การดำเนินโครงการมีสัดส่วนในการขาดทุนที่น้อยมาก จนกระทั่งถึงสามารถทำกำไรจากการดำเนินโครงการนี้ได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนในการวางแผนการเรียกกลับคืนได้ ซึ่งเราสามารถนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกันเพื่อทำวิเคราะห์ถึงแนวทางในการลงทุนได้ดังภาพที่ 5.7



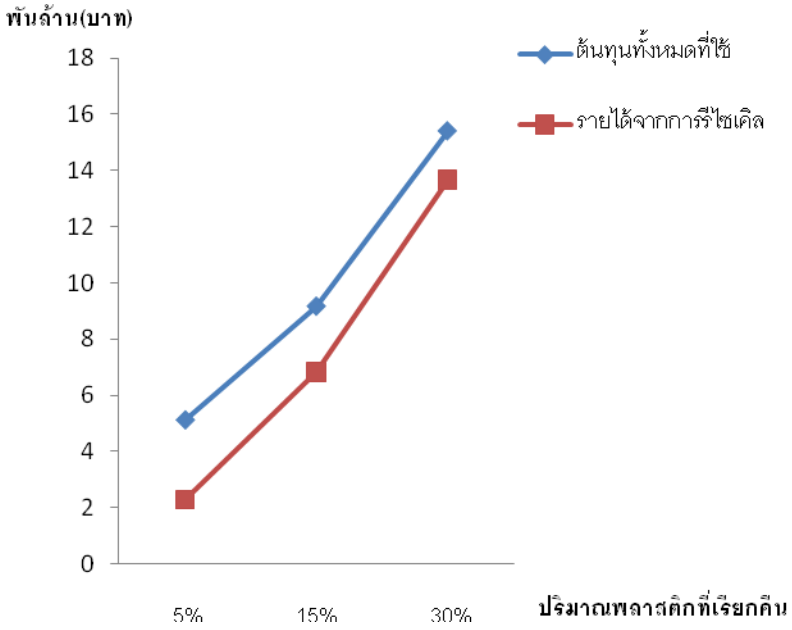
ภาพที่ 5.7

แสดงถึงรายได้เมื่อราคาน้ำมันดิบมีการเปลี่ยนแปลงจากปัจจุบัน 30 %

5.4 การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากโครงการ

สืบเนื่องมาจากโครงการเรียกกลับคืนดังกล่าวนี้ เป็นการนำพลาสติกมารีไซเคิลให้กลายเป็นน้ำมันดิบ ซึ่งถือว่ามูลค่าของน้ำมันดิบที่ได้จากกระบวนการนี้เป็นผลตอบแทนจากโครงการ ซึ่งการที่เราต้องใช้ต้นทุนในการเปิดโรงงานรีไซเคิลที่มากกว่าต้นทุนในก่อสร้างบ่อฝังกลบต้นทุนรวมทั้งหมดในกรณีนี้จึงสูงกว่า แต่ทั้งนี้ผลตอบแทนในรูปของน้ำมันดิบดังกล่าวนี้ก็ยังมิได้รวมถึงผลตอบแทนในรูปของการรักษาสมดุลทางด้านสิ่งแวดล้อม จากการลดปัญหาขยะพลาสติกดังกล่าวซึ่งไม่สามารถที่จะประเมินเป็นตัวเงินได้นั่นเอง อีกทั้งหากการรีไซเคิลพลาสติกนี้มิได้นำมาแปรรูปเป็นน้ำมันก็จะใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่านี้มาก เช่น หากเรานำพลาสติกเหล่านี้กลับมาแปรรูปเป็นเม็ดพลาสติก หรือ สารประกอบอื่น ก็อาจจะใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่านี้มาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้อง

อธิบายถึงเหตุผลในด้านอื่นๆประกอบด้วย โดยเฉพาะต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งและต้นทุนที่ใช้ในการฝังกลบ ซึ่งเมื่อมีเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนที่สูงก็จะยิ่งทำให้ต้นทุนเหล่านี้ลดลงดังแสดงในภาพที่ 5.7 ทั้งในปัจจุบันราคาน้ำมันดิบยังมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเทคโนโลยีในปัจจุบันนั้นขยะพลาสติกปริมาณ 6 ตันสามารถที่จะแปรรูปเป็นน้ำมันดิบได้ 4500 ลิตร (บางกอกโพสต์, 2550) ซึ่งเมื่อเรานำปริมาณขยะที่ต้องการนำกลับมารีไซเคิลมาทำการคำนวณเพื่อหามูลค่าของน้ำมันดิบที่ได้ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินการทั้งหมดจะพบว่าเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์เรียกกลับคืนพลาสติกให้มากขึ้น และมีแนวโน้มว่าจะได้ผลตอบแทนในรูปของมูลค่าจากน้ำมันดิบใกล้เคียงกับการลงทุนมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 5.8



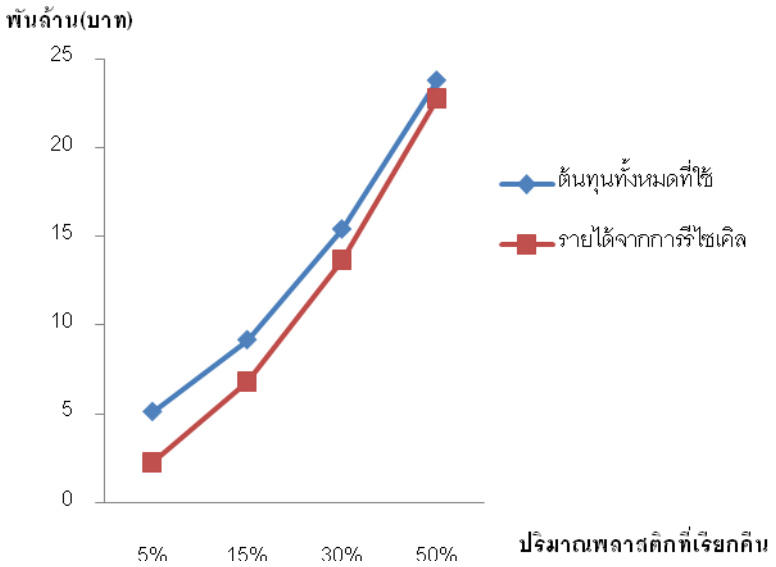
ภาพที่ 5.8
ต้นทุนที่ใช้ในการเรียกกลับคืนและรายได้จากการรีไซเคิลให้เป็นน้ำมันดิบ
(ที่ราคาน้ำมันดิบบาร์เรลละ 86.22 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ และอัตราแลกเปลี่ยนที่ 32.44 บาท/เหรียญดอลลาร์สหรัฐ)

จากภาพที่ 5.8 จะเห็นได้ว่าเมื่อนำข้อมูลในการดำเนินการรีไซเคิลในช่วงเวลาระยะเวลาสามปีมาทำการเปรียบเทียบรายได้จากการจำหน่ายน้ำมันดิบ ซึ่งหากเราทำการเรียกกลับคืนพลาสติกที่ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ต้นทุนในการดำเนินการทั้งหมด 5,110,266,650 บาท

ในขณะที่เราได้ผลตอบแทนเป็นน้ำมันดิบที่ได้จากกระบวนการรีไซเคิล จำนวน 2,276,583,545 บาท ซึ่งคิดเป็นรายได้ตอบแทนประมาณ 44.55 เปอร์เซ็นต์ ของเงินลงทุน ขณะเดียวกันหากเราทำการเรียกกลับคืนพลาสติกที่ปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ต้นทุนในการดำเนินการทั้งหมด 9,162,500,900 บาท ในขณะที่เราได้ผลตอบแทนเป็นน้ำมันดิบที่ได้จากกระบวนการรีไซเคิล จำนวน 6,829,750,635 บาท ซึ่งคิดเป็นรายได้ตอบแทนประมาณ 75.54 เปอร์เซ็นต์ ของเงินลงทุน และเมื่อเราทำการเรียกกลับคืนพลาสติกที่ปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ต้นทุนในการดำเนินการทั้งหมด 15,411,948,800 บาท ในขณะที่เราได้ผลตอบแทนเป็นน้ำมันดิบที่ได้จากกระบวนการรีไซเคิล จำนวน 13,659,501,269 บาท ซึ่งคิดเป็นรายได้ตอบแทนประมาณ 88.62 เปอร์เซ็นต์ ของเงินลงทุน

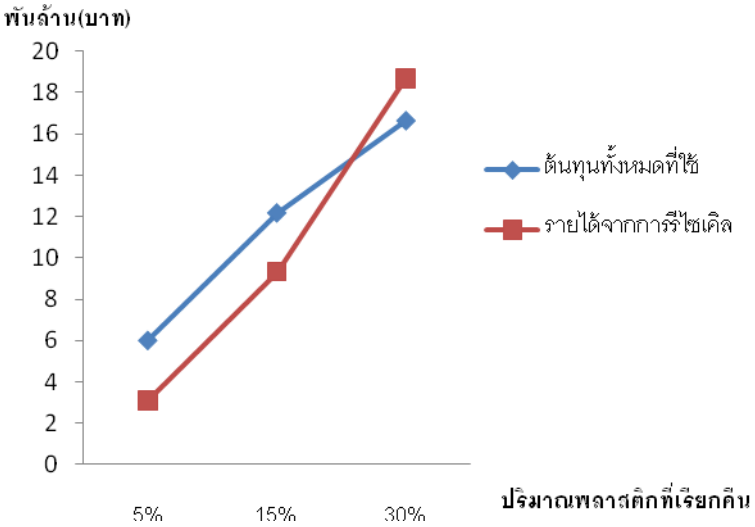
จากผลลัพธ์ที่ปรากฏข้างต้นนั้น เราพบว่าเมื่อเราเพิ่มปริมาณในการเรียกกลับคืนให้มากยิ่งขึ้นจาก 5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีแนวโน้มว่าหากเพิ่มปริมาณการรีไซเคิลให้มากขึ้น ก็จะยิ่งทำให้สัดส่วนของรายได้จากการจำหน่ายน้ำมันดิบจากกระบวนการรีไซเคิลเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทดลองเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนให้เพิ่มมากเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ เพื่อพิจารณาถึงความเปลี่ยนแปลงถึงผลตอบแทนจากกระบวนการหากมีการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนให้เพิ่มมากเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นข้อมูลในการนำมากำหนดแนวทางในการเรียกกลับคืน และวางแผนการดำเนินโครงการ ดังแสดงในภาพที่ 5.9

หากเราพิจารณาจากรูปที่ 5.9 แล้วพบว่าเมื่อเราเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนพลาสติกเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ แล้ว เมื่อพิจารณาที่การเรียกกลับคืนที่ 30 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เงินในการลงทุนทั้งหมด 23,805,698,400 บาท ในขณะที่เราได้ผลตอบแทนเป็นน้ำมันดิบที่ได้จากกระบวนการรีไซเคิล จำนวน 22,765,835,448 บาท ซึ่งคิดเป็นรายได้ตอบแทนประมาณ 95.63 เปอร์เซ็นต์ ของเงินลงทุน ซึ่งผลตอบแทนที่ได้นั้นถือเป็นเป็นสัดส่วนที่ใกล้เคียงมากกับเงินลงทุนก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถคืนทุนได้ อีกทั้งการเรียกกลับคืนพลาสติกในปริมาณที่มากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของพลาสติกที่มีอยู่ในระบบนั้น ก็ยังมีอุปสรรคและข้อขัดข้องอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็น กระบวนการในการจัดเก็บ หรือการนำขยะที่มีอยู่จริงทั้งหมดเข้าสู่ระบบการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่ยากมากที่จะมีการเรียกกลับคืนได้ในปริมาณที่มากขนาดนี้ในปัจจุบัน



ภาพที่ 5.9
ต้นทุนที่ใช้ในการเรียกกลับคืนและรายได้จากการรีไซเคิลให้เป็นน้ำมันดิบเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การเรียกกลับคืน (ที่ราคาน้ำมันดิบบาร์เรลละ 86.22 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ และอัตราแลกเปลี่ยนที่ 32.44 บาท/เหรียญดอลลาร์สหรัฐ)

จากผลเฉลยที่แสดงข้างต้นพบว่า เมื่อการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนนั้น ไม่สามารถเรียกคืนผลกำไรจากการดำเนินการได้ภายในช่วงระยะเวลา 3 ปี แม้ว่าจะมีการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ แล้วก็ตาม อีกทั้งการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการเรียกกลับคืนให้มากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ นี้ ก็ยังเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ ดังนั้นอีกแนวทางหนึ่ง ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาถึงแนวทางในการเรียกกลับคืนพลาสติกในปริมาณที่เท่าเดิม คือ 5 เปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดิมแต่ได้กำหนดให้ขยายระยะเวลาในการเรียกลับคืนที่ยาวนานขึ้น โดยการเปลี่ยนช่วงระยะเวลาการแก้ปัญหาจากเดิม ซึ่งกำหนดช่วงระยะเวลาในการวางแผนการจัดการปัญหา 3 ปี ให้เป็นช่วงระยะเวลาการแก้ปัญหา 4 ปี เพื่อพิจารณาถึงความเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนที่ได้จากกระบวนการรีไซเคิล หากว่าเราขยายช่วงระยะเวลาการแก้ปัญหา ดังแสดงในรูปที่ 5.10



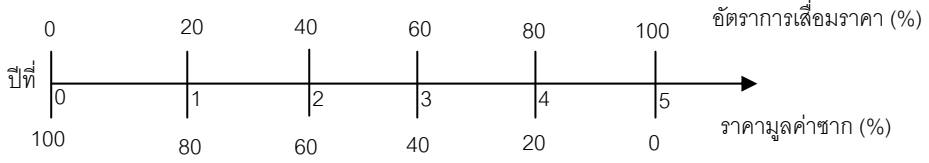
ภาพที่ 5.10
ต้นทุนที่ใช้ในการเรียกกลับคืนและรายได้จากการรีไซเคิลให้เป็นน้ำมันดิบเมื่อขยายระยะเวลาเรียกกลับคืน (ที่ราคาน้ำมันดิบบาร์เรลละ 86.22 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ และอัตราแลกเปลี่ยนที่ 32.44 บาท/เหรียญดอลลาร์สหรัฐ)

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 5.10 แล้วพบว่าเมื่อเราขยายระยะเวลาเรียกกลับคืนพลาสติกจากเดิมซึ่งกำหนดช่วงระยะเวลาในการวางแผนการจัดการปัญหา 3 ปี ให้เป็น 4 ปี แล้ว เมื่อพิจารณาที่การเรียกกลับ 30 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เงินในการลงทุนทั้งหมด 16,621,200,000 บาท ในขณะที่เราได้ผลตอบแทนเป็นน้ำมันดิบที่ได้จากกระบวนการรีไซเคิล จำนวน 18,675,387,659 บาท ซึ่งคิดเป็นรายได้ตอบแทนมากกว่าเงินลงทุน 2,054,187,569 บาท ซึ่งส่วนต่างที่ได้นี้ถือเป็นกำไรจากการลงทุนในโครงการ

อย่างไรก็ตามกรณีกำหนดการเรียกกลับคืนช่วงระยะเวลา 3 ปี นั้น มูลค่าที่ได้จากการลงทุนโครงการดังกล่าวยังไม่ได้มีการนำ ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) มาทำการลดมูลค่าของเครื่องจักรและโรงงานที่ก่อสร้าง เพื่อนำมูลค่าซาก (Salvage value) เหล่านั้นมาหักลดต้นทุนที่แท้จริง ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากการกำหนดช่วงระยะเวลาในการวางแผนเพื่อจัดการปัญหานั้น มีระยะเวลาเพียง 3 ปี ซึ่งเครื่องจักรและโรงงานยังสามารถใช้งานได้ต่อไป และมีมูลค่าอยู่

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำค่าเสื่อมราคา มาคำนวณเพื่อหามูลค่าซากของเครื่องจักรและโรงงาน โดยกำหนดการคิด ค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight Line Method) ในที่นี้กำหนดให้

เสื่อมลงคงที่ร้อยละ 20 ต่อปี ซึ่งเมื่อใช้งานไป 3 ปี จะเสื่อมราคาลงไป 60 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะเหลือมูลค่าซากอยู่ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ผกผันกัน ดังแสดงในภาพที่ 5.11



ภาพที่ 5.11
ความสัมพันธ์ของการเสื่อมราคา และมูลค่าซาก

ดังนี้ จากความสัมพันธ์ของการเสื่อมราคา และมูลค่าซาก ตามภาพที่ 5.11 พบว่าภายหลังจากใช้งานเครื่องจักรและโรงงานไปแล้ว 3 ปี มีการเสื่อมราคาของเครื่องจักรและโรงงานที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะยังคงเหลือมูลค่าซากอยู่ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเรานำเปอร์เซ็นต์ของมูลค่าซากที่เหลืออยู่มาคำนวณเพื่อหาต้นทุนที่ใช้ไปจริงในโครงการเพื่อหารายได้ที่แท้จริง จะพบว่ามีแนวโน้มที่จะมีรายได้จากการดำเนินโครงการดังกล่าวนี้ ดังแสดงในตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9
รายได้แท้จริงจากการดำเนินโครงการ

เปอร์เซ็นต์ที่เรียกคืน	รายได้จากน้ำมันดิบ	ต้นทุนอื่น	ต้นทุนเครื่องจักร/สิ่งก่อสร้าง	ค่าเสื่อมราคา	มูลค่าซาก	รายได้ที่แท้จริง
5	2,276,583,545	2,332,447,000	2,777,820,000	1,666,692,000	1,111,128,000	3,944,811,455
15	6,829,750,635	2,366,560,000	6,795,940,000	4,077,564,000	2,718,376,000	5,051,125,365
30	13,659,501,269	2,609,960,000	12,801,940,000	7,681,164,000	5,120,776,000	6,873,174,731

ที่มา: การคำนวณ (หน่วย: บาท)

จากการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 5.9 โดยไม่ได้คิดอัตราดอกเบี้ย พบว่าการดำเนินโครงการในช่วงระยะเวลา 3 ปี ไม่ว่าจะเป็นการเรียกกลับคืนที่ 5 เปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ หรือ 30 เปอร์เซ็นต์ ก็จะมีผลกำไรในทุกปริมาณการเรียกกลับคืน โดยการเรียกกลับคืนที่มีปริมาณการเรียกกลับคืนสูงสุดที่ 30 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลตอบแทนที่ได้กำไรสูงสุด คือ 6,873,174,731 บาท

ทั้งนี้รายได้ หรือค่าตอบแทนดังกล่าวนี้ก็ยังมิได้หักภาษี (Tax Credit) ซึ่งหากเรานำการหักลดภาษีที่จะต้องชำระในแต่ละปีมาคำนวณร่วมด้วยแล้ว ก็จะทำให้มีรายได้เพิ่มมากยิ่งขึ้นอีกจากการดำเนินโครงการ

5.4.1 ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period : PB)

เป็นการคำนวณหาระยะเวลาตั้งแต่เริ่มดำเนินการ จนกระทั่งผลประโยชน์สุทธิของโครงการรวมกันในแต่ละปีแล้วมีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุน ในการคำนวณใช้สูตรดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเมื่อเริ่มโครงการ}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี}}$$

ดังนี้เมื่อพิจารณาจากโครงการในการเรียกกลับคืนพลาสติกในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำมารีไซเคิลเป็นน้ำมันดิบ เราสามารถนำมาคำนวณเพื่อหามูลค่าน้ำมันดิบที่ได้จากกระบวนการรีไซเคิล โดยมีระยะเวลาการคืนทุนได้ดังนี้

ดังนี้เมื่อพิจารณาจากผลเฉลยการเรียกกลับคืนพลาสติกในเปอร์เซ็นต์ที่ต่างกัน และช่วงระยะเวลาที่ต่างกันข้างต้นแล้วนั้น เราอาจสรุปได้ว่าหากเราดำเนินการเรียกกลับคืนพลาสติกในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ นั้น หากเราเรียกกลับคืนพลาสติกในช่วงระยะเวลา 3 ปี ส่วนต่างของรายได้จากการขายน้ำมันดิบนั้นจะยังมีค่าติดลบ แต่เมื่อเราขยายช่วงเวลาในการเรียกกลับคืนเป็น 4 ปี แล้วก็พบว่าเริ่มมีกำไรจากโครงการ ดังนี้ระยะเวลาในการคืนทุนของโครงการ (Payback Period) จึงอยู่ในช่วงระยะเวลา ระหว่างปีที่ 3 ถึง ปีที่ 4 ซึ่งแทนค่าตามสูตรได้ดังนี้

เงินลงทุนเมื่อเริ่มโครงการ = 16,621,200,000 บาท

ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี = 4,668,846,915 บาท

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{16,621,200,000}{4,668,846,915} \text{ ปี}$$

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุน = 3.56 ปี

5.4.2 เปรียบเทียบต้นทุนที่ใช้ในกรณีสองทางเลือก

จากผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองที่ได้กล่าวมาแล้ว เราสามารถนำเปรียบเทียบต้นทุนที่ใช้ในการรีไซเคิลร่วมกับการฝังกลบ และกรณีฝังกลบเพียงอย่างเดียว เพื่อเป็นข้อมูล

ประกอบทางเลือกในการตัดสินใจในการลงทุนโครงการการจัดเก็บขยะ ว่าหากต้องเลือกตัดสินใจในกรณีใดกรณีหนึ่งจะมีสัดส่วนของเงินที่จะลงทุนแตกต่างกันเพียงใด ผู้วิจัยจึงได้ทำการนำต้นทุนที่จะต้องใช้ในกรณีทั้งสองดังกล่าวมาแสดงเปรียบเทียบไว้ ดังตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10
การเปรียบเทียบต้นทุนที่ใช้ในกรณีสองทางเลือก

เปอร์เซ็นต์ที่เรียกคืน	ต้นทุน(บาท) / 3 ปี			
	การฝังกลบอย่างเดียว	ฝังกลบร่วมกับการนำมารีไซเคิล	ส่วนต่างของต้นทุนที่เพิ่มขึ้น	ส่วนต่างหลังหักรายได้
5	1,466,296,000	5,110,266,650	3,643,970,650	1,367,387,105
15	1,466,296,000	9,162,500,900	7,696,204,900	866,454,265
30	1,466,296,000	15,411,948,800	13,945,652,800	286,151,531

ที่มา: การคำนวณ

อย่างไรก็ตามการดำเนินงานวิจัยนี้ยังมีปัญหาอยู่มาก เนื่องด้วยตัวแบบนั้นมีขนาดที่ใหญ่มาก ทำให้การแก้ไขปัญหานั้นมีขีดจำกัด แม้จะมีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณแต่ก็ยังใช้เวลาในการประมวลผลที่นานมาก เนื่องด้วยการแก้ปัญหาขนาดใหญ่นั้นต้องการอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงมาก แม้ว่าจะมีการกำหนดช่วงระยะเวลาในการแก้ปัญหาเพียง 3 ปี ก็ตาม ถึงกระนั้นผู้วิจัยก็ยังใช้เวลาในการประมวลผลที่นานมากถึง 25,964 วินาที ซึ่งผู้วิจัยได้พยายามที่จะทดลองขยายช่วงระยะเวลาในการแก้ปัญหาให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อศึกษาถึงการแก้ปัญหาระยะยาว แต่ก็ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้เนื่องด้วยผู้วิจัยใช้คอมพิวเตอร์ชนิดพกพาในการประมวลผล ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพที่ไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหาขนาดใหญ่ในระยะยาวได้ ซึ่งการแก้ปัญหานั้น หากมีการศึกษาต่อยอด หรือจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองที่มีขนาดใหญ่ อาจต้องจัดหาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลที่สูงกว่าคอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ หรือชนิดพกพา หรืออีกกรณีหนึ่งอาจมีการตัดพารามิเตอร์บางตัวที่ส่งผลกระทบกับแบบจำลองไม่มากนักออกจากระบบไป ก็จะทำให้เราสามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่พบในงานวิจัยนี้ก็คือ ในปัจจุบันประเทศไทยยังมีงานวิจัยในเรื่องของโลจิสติกส์ย้อนกลับที่น้อยมาก ทำให้ข้อมูลบางอย่างที่ใช้ในระบบย้อนกลับที่แท้จริงนั้นไม่สามารถที่จะตรวจสอบถึงค่าที่แท้จริงได้ อาทิเช่น ค่าใช้จ่ายปลีกย่อยต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นใน

กระบวนการย้อนกลับ หรือ ค่าจ้าง ตลอดจนต้นทุนในระบบการจัดการต่างๆ ทั้งนี้ตัวเลขที่ได้จากแบบจำลองที่นำมาแสดงนี้ก็เป็นการนำข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้อธิบายถึงความเป็นไปได้ ในการจัดการกับขยะพลาสติกและการนำพลาสติกเหล่านี้กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งหากต้องดำเนินการในการเรียกกลับคืนพลาสติกจริงอาจมีข้อมูลบางอย่างที่มีความผันผวน เช่น ราคาของน้ำมันดิบ ค่าขนส่ง อัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา ต้นทุนที่ต้องใช้ในการคัดแยกพลาสติก ต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้างโรงงาน ราคาที่ดินที่ใช้สร้างโรงงาน หรือค่าจ้างแรงงานที่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด อีกทั้งการก่อสร้างโรงงานรีไซเคิลนั้นต้องลงทุนสูง หากดำเนินการจริงอาจต้องกู้เงินเพื่อนำมาใช้ในการลงทุนทำให้มีอัตราดอกเบี้ยต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งจะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้ค่าที่ได้แตกต่างออกไป ซึ่งหากต้องทำการลงทุนจริงก็มีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่างๆดังที่กล่าวมาด้วย

การแก้ปัญหาโดยการสร้างแบบจำลองในการเรียกกลับคืนพลาสติก เพื่อนำกลับมาแปรรูปเป็นน้ำมันดิบนี้ ถือเป็นเพียงสัดส่วนเล็กน้อยในการบริหารจัดการกับขยะที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในปัจจุบัน ซึ่งอาจเกิดมูลค่าที่ไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษาต่อยอดโดยการเพิ่มขยะอื่นที่ไม่ใช่พลาสติกเข้ามาในระบบ หรือการเพิ่มช่องทางเลือกในการนำกลับมาใช้ใหม่นอกจากการนำมาแปรรูปเป็นน้ำมันดิบนั้น อาจนำไปสู่การเรียกกลับคืนที่เป็นรูปธรรม หรือคุ้มทุนเร็วยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้สามารถอธิบายได้ว่า โครงสร้างพื้นฐานของทำเลที่ตั้งของโรงงานและบ่อฝังกลบจะส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อต้นทุนรวมทั้งหมด อีกทั้งแบบจำลองนี้ยังสามารถที่จะใช้เพื่ออธิบาย หรือทำการเปรียบเทียบทางเลือกที่หลากหลาย ในการรีไซเคิลขยะพลาสติกที่ยังเป็นปัญหาอยู่ในปัจจุบัน เช่น การเลือกที่จะเทขยะพลาสติกลงสู่บ่อฝังกลบ และการรีไซเคิลขยะพลาสติกเหล่านี้ในวิถีทางที่สามารถเป็นไปได้