

การลดปริมาณขยะขวดพลาสติก PET โดยการตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล



นางสาวกนิษฐา นาคประเสริฐ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 1 7 0 2 0 3 0 2 1

THE REDUCTION OF PET BOTTLE WASTE THROUGH RECYCLING PLANT



Miss Kanittha Nakprasert

ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

กนิษฐา นาคประเสริฐ : การลดปริมาณขยะขวดพลาสติก PET โดยการตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล. (THE REDUCTION OF PET BOTTLE WASTE THROUGH RECYCLING PLANT) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.จันทนา จันทโร, 211 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาด้านทุนทั้งหมดในการลงทุนของการตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลจากขวด PET เพื่อรองรับปริมาณขยะขวด PET ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย เฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร เขตเทศบาลทั่วประเทศและเมืองพัทยาจากการประมาณการในช่วง ปี ค.ศ. 2010-2524 ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนหน่วยสุดท้ายระยะยาว (Long-run Marginal Cost) ด้วยวิธีต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย (Average Incremental Cost: AIC) โดยใช้ราคาคนที่ ณ ปีฐาน ค.ศ. 2009 ที่ปริมาณการผลิตต่างๆ และวิเคราะห์ปริมาณผลิตที่ทำให้ AIC ต่ำที่สุดถือเป็นราคาที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการและผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ รวมถึงเปรียบเทียบ AIC กับราคาตลาดของเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET และเม็ดพลาสติก PET เพื่อประเมินความสามารถในการขายเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลให้กับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณผลิตที่ทำให้ AIC ต่ำที่สุดและมีความเหมาะสมสำหรับโครงการ คือ 8,000 ตัน/ปี มีต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต 21.80 บาท/กิโลกรัม และ มีค่า AIC 23.78 บาท/กิโลกรัม ซึ่งสามารถสร้างกำไร 1.98 บาท/กิโลกรัม และ AIC มีค่าต่ำกว่าราคาตลาดของเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET (24-26 บาท/กิโลกรัม) และเม็ดพลาสติก PET (35-44 บาท/กิโลกรัม) ผู้ประกอบการจึงสามารถดึงดูดผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ในการผสมเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ตามอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนในการผลิตแทนการใช้เม็ดพลาสติก PET เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลจากขวด PET จึงถือเป็นแนวทางเพื่อลดปัญหาขยะขวด PET ที่มีประสิทธิภาพในการลงทุน

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....
ปีการศึกษา.....2553.....

ลายมือชื่อนิสิต..... กัญญา.....
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... 

5170203021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : AVERAGE INCREMENTAL COST / PLASTIC RECYCLING / BOTTLE WASTE

KANITTHA NAKPRASERT : THE REDUCTION OF PET BOTTLE WASTE THROUGH RECYCLING PLANT. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. JANTANA JANTARO, 211 pp.

This research studies the cost of the recycling plant for PET bottle waste which is estimated for Thailand (Bangkok, municipality and Pattaya) from 2010 to 2024. Long-run marginal cost analysis through an average incremental cost (AIC) at constant price (2009) in different quantity and minimum AIC analysis were conducted, which yielded optimum price for recycled PET and polyester's manufacturers. This research also compares AIC with the market price of recycled PET and virgin PET resin in order to evaluate an ability to sell recycled PET for polyester's manufacturers.

The results show that the optimum quantity at minimum AIC is 8,000 ton/year, with the unit cost is 21.80 Baht/Kg. and the AIC is 23.78 Baht/Kg, which can make the profit 1.98 Baht/Kg. The AIC is lower than the market price of recycled PET (24-26 Baht/Kg.) and virgin PET resin (35-44 Baht/Kg.). The manufacturers can attract polyester's manufacturers to use recycled PET as raw material in an appropriate ratio instead of using only virgin PET resin. To summarize, the recycling plant is considered as an efficient investment to help reducing PET bottle waste.

Department : INDUSTRIAL ENGINEERING

Field of Study : INDUSTRIAL ENGINEERING

Academic Year : 2010

Student's Signature 

Advisor's Signature 

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่งของรองศาสตราจารย์ จันทนา จันทโร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้และคำแนะนำ อีกทั้งได้ทำการอ่านและตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา และรองศาสตราจารย์ จรุงญ มหิตทาพองกุล ประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อคิด คำแนะนำ และแนวทางที่เหมาะสมสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพงษ์ศักดิ์ ลิขิตหัตถศิลป์ ผู้จัดการบริษัท ไทยพลาสติก รีไซเคิล จำกัด คุณธนพล อัมพวา เจ้าหน้าที่กลุ่มสถิติและเผยแพร่สารสนเทศอุตสาหกรรม ศูนย์สารสนเทศโรงงานอุตสาหกรรม และดร.สมไทย วงษ์เจริญ ประธานกรรมการบริษัท วงษ์พาณิชย์ จำกัด ในความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัย จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมถึงคนในครอบครัวทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา และคอยเป็นกำลังใจโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ Tak CMU 2002 และป.โท IE จุฬาฯ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ความร่วมมือ และคอยเป็นกำลังใจตลอดที่ข้าพเจ้าจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ท
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	5
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	5
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 พลาสติก.....	7
2.2 ระบบต้นทุน.....	14
2.3 การวิเคราะห์การลงทุน.....	16
2.4 การกำหนดราคาเท่ากับต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost: MC).....	17
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
บทที่ 3 สถานการณ์ทั่วไป	
3.1 สถานการณ์ขยะของประเทศไทย.....	27
3.2 กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก.....	29
3.3 อุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทย.....	33
3.4 ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมพลาสติก PET ในประเทศไทย.....	42
3.5 การคาดการณ์ปริมาณขยะ.....	52

	ช หน้า
บทที่ 4 การศึกษาด้านวิศวกรรม	
4.1 กระบวนการรีไซเคิลพลาสติก.....	75
4.2 กระบวนการรีไซเคิลพลาสติก PET.....	79
4.3 สถานที่ตั้งโรงงาน.....	90
4.4 การจัดตั้งองค์กร.....	95
บทที่ 5 การศึกษาด้านทุน	
5.1 ปริมาณผลิต.....	96
5.2 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Cost).....	98
5.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operating and Maintenance Cost)....	111
5.4 ต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost).....	132
5.5 การลดปริมาณขยะขวด PET ของโครงการ.....	159
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	161
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	166
รายการอ้างอิง.....	168
ภาคผนวก.....	172
ภาคผนวก ก.....	173
ภาคผนวก ข.....	183
ภาคผนวก ค.....	187
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	211

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของเส้นใยสังเคราะห์.....	14
ตารางที่ 3.1 ปริมาณขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในปี พ.ศ. 2548.....	28
ตารางที่ 3.2 การจำแนกประเภทกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก.....	33
ตารางที่ 3.3 ปริมาณการบริโภคเม็ดพลาสติก PET แบ่งตามผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทั่วโลก ปี พ.ศ. 2546-2550.....	39
ตารางที่ 3.4 ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ PET ของประเทศไทยจำแนกตามกระบวนการขึ้นรูป ปี พ.ศ. 2550-2551.....	40
ตารางที่ 3.5 ปริมาณการใช้งานผลิตภัณฑ์ PET จากกระบวนการ Sheet/Film Extrusion ในประเทศไทย.....	41
ตารางที่ 3.6 สัดส่วนการนำเข้าผลิตภัณฑ์ PET จากกระบวนการ Sheet/Film Extrusion.....	41
ตารางที่ 3.7 การใช้งานของผลิตภัณฑ์ PET ในประเทศไทย จำแนกตามกระบวนการขึ้นรูป.....	42
ตารางที่ 3.8 ผู้ผลิตขวด PET ในประเทศไทยและกำลังการผลิตปี พ.ศ. 2552	45
ตารางที่ 3.9 กำลังการผลิตและปริมาณผลผลิตผลิตภัณฑ์น้ำอัดลมของบริษัท เสริมสุข จำกัด (มหาชน).....	47
ตารางที่ 3.10 กำลังการผลิตและปริมาณผลผลิตของบริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน) ใน ปี พ.ศ. 2552.....	58
ตารางที่ 3.11 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในประเทศไทย.....	50
ตารางที่ 3.12 ผู้ผลิตพลาสติกรีไซเคิล PET ในประเทศไทย.....	52
ตารางที่ 3.13 การขยายตัวของประชากรไทย พ.ศ. 2453 – 2550.....	53
ตารางที่ 3.14 จำนวนและอัตราการขยายตัวของประชากรในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2540 – 2551.....	53
ตารางที่ 3.15 อัตราการเพิ่มประชากรและอัตราการเพิ่มขยะของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2539-2551.....	56
ตารางที่ 3.16 จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยและคนไทยที่เดินทางไปต่างประเทศ ปี พ.ศ. 2544-2448.....	56

ตารางที่ 3.17	GDP ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ.2531 และปริมาณขยะของประเทศไทย.....	57
ตารางที่ 3.18	การวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณขยะขวด PET ปี พ.ศ. 2540-2551.....	59
ตารางที่ 3.19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอย.....	60
ตารางที่ 3.20	การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัว.....	61
ตารางที่ 3.21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอยหลังปรับข้อมูลใหม่.....	62
ตารางที่ 3.22	การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัวหลังปรับข้อมูลใหม่.....	62
ตารางที่ 3.23	ค่าความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอยสำหรับคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET.....	63
ตารางที่ 3.24	การคาดการณ์จำนวนประชากร ปี พ.ศ. 2553-2567	64
ตารางที่ 3.25	การคาดการณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศปี พ.ศ. 2553-2567.....	65
ตารางที่ 3.26	การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2553-2567 ด้วยสมการถดถอย.....	66
ตารางที่ 3.27	ปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนของบริษัท วงษ์วานิชย์ จำกัด ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2540-2552.....	69
ตารางที่ 3.28	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอย.....	70
ตารางที่ 3.29	การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัว.....	70
ตารางที่ 3.30	ค่าความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอยสำหรับคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิล.....	71
ตารางที่ 3.31	การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลด้วยสมการถดถอยปี พ.ศ. 2553-2567.....	73
ตารางที่ 4.1	ความหนาแน่นของพลาสติกแต่ละประเภท.....	86
ตารางที่ 4.2	มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม.....	89
ตารางที่ 4.3	ระดับคะแนนการให้ความสำคัญกับปัจจัย.....	93
ตารางที่ 4.4	การเปรียบเทียบความเหมาะสมของสถานที่ตั้งโรงงาน.....	94
ตารางที่ 5.1	ค่า Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกประเภทต่างๆ ในสหรัฐอเมริกา.....	97
ตารางที่ 5.2	ค่า Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET แต่ละประเทศ.....	97
ตารางที่ 5.3	ค่าใช้จ่ายเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	99
ตารางที่ 5.4	รายชื่อเครื่องจักร/อุปกรณ์แยกตามกระบวนการที่ปริมาณผลิตต่างๆ.....	99

ตารางที่ 5.5	พื้นที่และค่าใช้จ่ายโครงสร้างอาคารที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	100
ตารางที่ 5.6	ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่ปรึกษาที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	101
ตารางที่ 5.7	แผนการลงทุนของโครงการที่ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	103
ตารางที่ 5.8	แผนการลงทุนของโครงการที่ปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	103
ตารางที่ 5.9	แผนการลงทุนของโครงการที่ปริมาณผลิต 10,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	104
ตารางที่ 5.10	แผนการลงทุนของโครงการที่ปริมาณผลิต 12,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	104
ตารางที่ 5.11	การการกระจายเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity ที่ ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	105
ตารางที่ 5.12	การกระจายเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity ที่ ปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	106
ตารางที่ 5.13	การกระจายเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity ที่ ปริมาณผลิต 10,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	107
ตารางที่ 5.14	การกระจายเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity ที่ ปริมาณผลิต 12,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	108
ตารางที่ 5.15	จำนวนแรงงานที่ปริมาณผลิตต่างๆ.....	112
ตารางที่ 5.16	ปริมาณการใช้น้ำมันเตาที่ปริมาณผลิตต่างๆ.....	113
ตารางที่ 5.17	การใช้เคมีภัณฑ์ในกระบวนการล้างเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET 300 กิโลกรัม ของโครงการ.....	114
ตารางที่ 5.18	ปริมาณการใช้น้ำมันและต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET.....	115
ตารางที่ 5.19	รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการบริหารที่ปริมาณผลิตต่างๆ.....	119
ตารางที่ 5.20	ค่าใช้จ่ายในการบริหารที่ปริมาณผลิตต่างๆ.....	119

ตารางที่ 5.21	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 6,000 ต้น/ปี ที่ ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	120
ตารางที่ 5.22	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 8,000 ต้น/ปี ที่ ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	121
ตารางที่ 5.23	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 10,000 ต้น/ปี ที่ ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	122
ตารางที่ 5.24	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 12,000 ต้น/ปี ที่ ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	123
ตารางที่ 5.25	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 6,000 ต้น/ปี ที่ ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	124
ตารางที่ 5.26	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 8,000 ต้น/ปี ที่ ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	126
ตารางที่ 5.27	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 10,000 ต้น/ปี ที่ ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	128
ตารางที่ 5.28	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 12,000 ต้น/ปี ที่ ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	130
ตารางที่ 5.29	การคำนวณต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	133
ตารางที่ 5.30	ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยแยกตามค่าใช้จ่ายที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	137
ตารางที่ 5.31	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552.....	139
ตารางที่ 5.32	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552.....	141
ตารางที่ 5.33	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552.....	143
ตารางที่ 5.34	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552.....	144
ตารางที่ 5.35	มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคา วัตถุดิบเพิ่มขึ้น/ลดลงร้อยละ 5 และ 10.....	145

	หน้า
ตารางที่ 5.36 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง AIC จากการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบ.....	145
ตารางที่ 5.37 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552.....	147
ตารางที่ 5.38 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552.....	149
ตารางที่ 5.39 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552.....	151
ตารางที่ 5.40 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552.....	153
ตารางที่ 5.41 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้น/ลดลงร้อยละ 5 และ 10.....	155
ตารางที่ 5.42 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง AIC จากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตา.....	155
ตารางที่ 5.43 ราคากลางของพลาสติกรีไซเคิล PET ในปี พ.ศ. 2552.....	157
ตารางที่ 5.44 ราคาเม็ดพลาสติก PET ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552.....	158
ตารางที่ 5.45 ราคาเม็ดพลาสติก PET ของประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปี พ.ศ. 2552.....	169
ตารางที่ 6.1 การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2552-2567 ด้วยสมการถดถอย.....	162
ตารางที่ 6.2 การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลปี พ.ศ. 2553-2567 ด้วยสมการถดถอย.....	163
ตารางที่ 6.3 การเปรียบเทียบต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยกับราคาตลาดของเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET และเม็ดพลาสติก PET ปี พ.ศ. 2552.....	165

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ปริมาณขยะของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536-2547.....	1
รูปที่ 1.2 ปริมาณขยะชุมชนจำแนกตามพื้นที่ พ.ศ. 2551.....	1
รูปที่ 1.3 องค์ประกอบขยะของชุมชนเทศบาลทั่วประเทศไม่รวมชุมชนนอกเขตเทศบาล...	2
รูปที่ 1.4 องค์ประกอบของขยะพลาสติกทั่วโลก.....	3
รูปที่ 1.5 ปริมาณการใช้เม็ดพลาสติก PET ในประเทศไทย.....	4
รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไฮเคิล Polyethylene Terephthalate.....	10
รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไฮเคิล High Density polyethylene.....	10
รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไฮเคิล Polyvinyl Chloride.....	11
รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไฮเคิล Low Density polyethylene.....	11
รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไฮเคิล Polypropylene.....	11
รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไฮเคิล Polystyrene.....	12
รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไฮเคิลชนิดอื่นๆ.....	12
รูปที่ 2.8 กระบวนการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์.....	13
รูปที่ 2.9 การกำหนดราคาเท่ากับต้นทุนหน่วยสุดท้าย.....	18
รูปที่ 2.10 กำไรสูงสุดของกิจการ.....	20
รูปที่ 3.1 สัดส่วนขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ใหม่ระหว่าง พ.ศ. 2545-2549.....	27
รูปที่ 3.2 ภาพรวมของอุตสาหกรรมเม็ดพลาสติกกรีไฮเคิล.....	29
รูปที่ 3.3 ปริมาณการใช้เม็ดพลาสติกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2548.....	34
รูปที่ 3.4 สัดส่วนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของประเทศไทยจำแนกตามกระบวนการผลิต ในปี พ.ศ. 2548.....	35
รูปที่ 3.5 สัดส่วนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทยจำแนกตามผลิตภัณฑ์ปลายทางในปี พ.ศ. 2548.....	36
รูปที่ 3.6 ราคาน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีและเม็ดพลาสติก PET ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543- มกราคม พ.ศ. 2552.....	38
รูปที่ 3.7 จำนวนประชากรและปริมาณขยะต่อวันของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2551.....	55
รูปที่ 3.8 การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศและปริมาณขยะของประเทศไทย.....	58

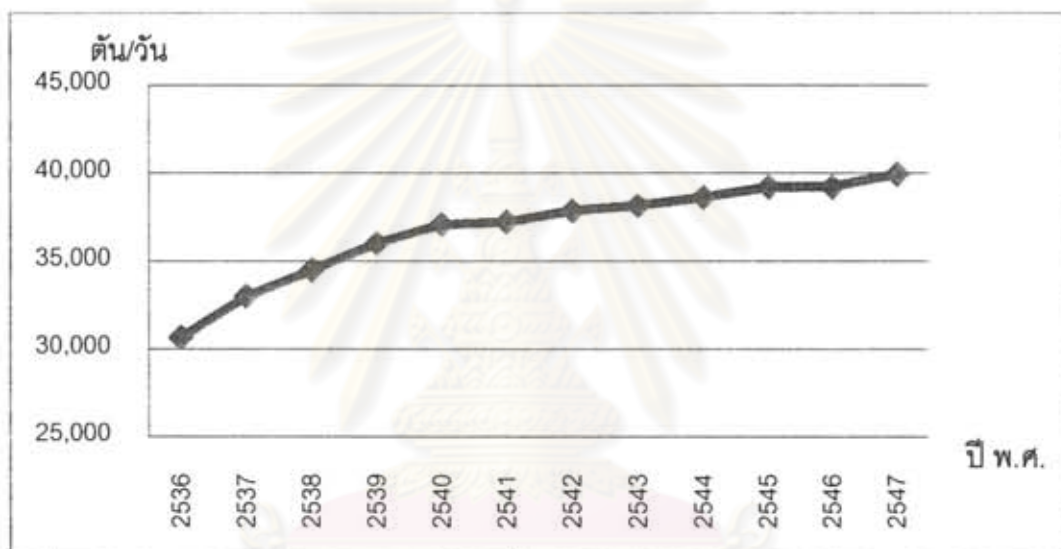
	หน้า
รูปที่ 3.9 ปริมาณขยะขวด PET ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2540-2567.....	74
รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ในประเทศไทย.....	81
รูปที่ 4.2 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ในสหรัฐอเมริกา.....	83
รูปที่ 4.3 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ในประเทศจีน.....	84
รูปที่ 4.4 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET.....	88
รูปที่ 4.5 แผนที่โรงงานคัดแยกวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเฉพาะที่กำหนดในหมวด 1 ข้อ 1 ของ ภาคผนวกที่ 1 บัญชีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ท้ายประกาศกระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2541) ในภาคกลาง.....	91
รูปที่ 4.6 แผนที่ทำเลที่ตั้งทั้ง 2 แห่ง.....	93
รูปที่ 4.7 แผนผังองค์กร.....	95
รูปที่ 5.1 ปริมาณขยะขวด PET ไม่ได้รีไซเคิลในปี พ.ศ. 2553-2567.....	98
รูปที่ 5.2 ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552.....	133
รูปที่ 5.3 ปริมาณขยะขวด PET ที่โครงการสามารถลดได้.....	160

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

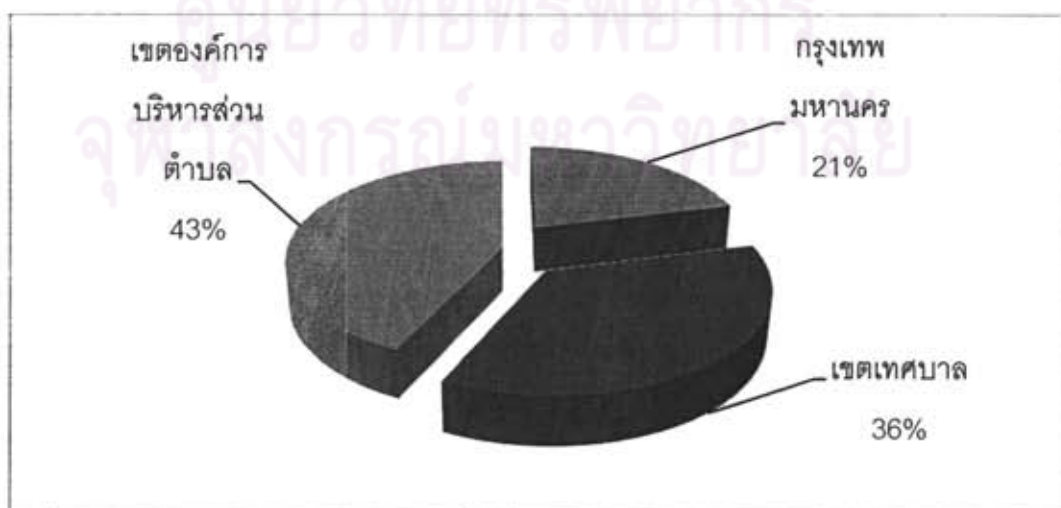
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ขยะนับเป็นปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นพร้อมกับการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและสังคมซึ่งในรอบ 10 ปีที่ผ่านมาปริมาณขยะในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงดังรูปที่ 1.1 โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครและชุมชนเมืองที่เป็นแหล่งอุตสาหกรรมจะมีปริมาณขยะสูงมากเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรจากการย้ายถิ่นของแรงงานส่งผลให้อัตราการอุปโภคบริโภคเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจากปริมาณขยะชุมชนที่เกิดขึ้นในประเทศไทยจำแนกตามพื้นที่พบว่าในเขตกรุงเทพมหานครมีปริมาณขยะมากถึงร้อยละ 26 ของปริมาณขยะชุมชนทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 1.2

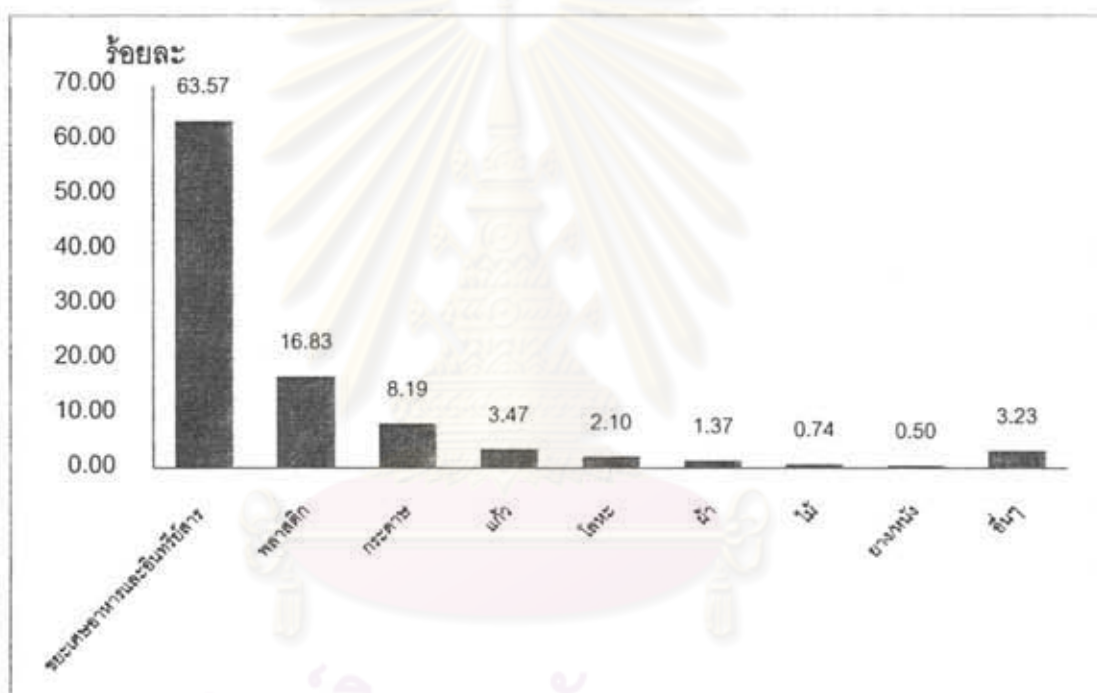


รูปที่ 1.1 ปริมาณขยะของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536-2547 (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.), 2549)



รูปที่ 1.2 ปริมาณขยะชุมชนจำแนกตามพื้นที่ พ.ศ. 2551 (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานครและเขตเทศบาลทั่วประเทศ พบว่าขยะพลาสติกมีปริมาณร้อยละ 16.83 ซึ่งมีปริมาณมากเป็นอันดับสองรองจากขยะเศษอาหารและอินทรีย์สาร แสดงดังรูปที่ 1.3 ปัจจุบันพลาสติกนิยมนำมาใช้แทนวัสดุประเภทอื่นๆ เนื่องจากพลาสติกมีคุณสมบัติและรูปทรงที่เอื้อประโยชน์ในการใช้งานได้ตามต้องการ รวมทั้งมีราคาถูก น้ำหนักเบา ทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน แต่ขยะพลาสติกใช้เวลานานในการย่อยสลายตามธรรมชาติจึงก่อให้เกิดมลภาวะกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้พลาสติกเมื่อเกิดการชำรุดแล้วจะไม่สามารถใช้งานได้อีกทำให้เกิดความสิ้นเปลืองในการใช้วัตถุดิบ การรีไซเคิลพลาสติกเพื่อนำกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

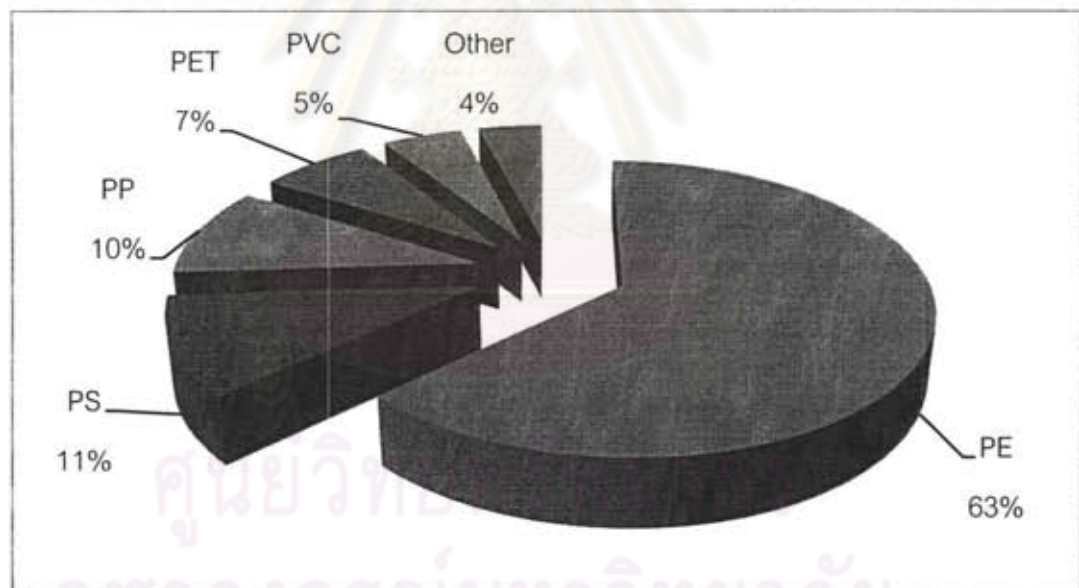


รูปที่ 1.3 องค์ประกอบขยะของชุมชนเทศบาลทั่วประเทศไม่รวมชุมชนนอกเขตเทศบาล (สผ., 2549)

พลาสติกประเภท Polyethylene Terephthalate หรือ PET เป็นพลาสติกที่เหมาะสมสำหรับบรรจุเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ เครื่องสำอาง เคมีภัณฑ์ และน้ำมันพืช ซึ่งปัจจุบันนิยมนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ขวดน้ำดื่ม น้ำอัดลมและเครื่องดื่มประเภทต่างๆ เนื่องจากพลาสติก PET มีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสม ได้แก่ มีความใส มีความยืดหยุ่นสูง น้ำหนักเบาและป้องกันการซึมผ่านของแก๊สต่างๆได้ดี รวมทั้งการผลิตยังใช้พลังงานและสร้างมลพิษน้อยกว่าวัสดุประเภทแก้วและอะลูมิเนียม (Husky, 2009) บรรจุภัณฑ์ดังกล่าวจึงได้รับความนิยมและมีปริมาณการใช้

งานเป็นจำนวนมาก เมื่อผ่านการใช้งานแล้วจึงกลายเป็นขยะตามมา โดยทั่วไปขยะ PET จะมีปริมาณร้อยละ 7 ของขยะพลาสติกทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 1.4 ขวด PET ที่ผ่านการใช้งานแล้วจึงสมควรที่จะนำมารีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

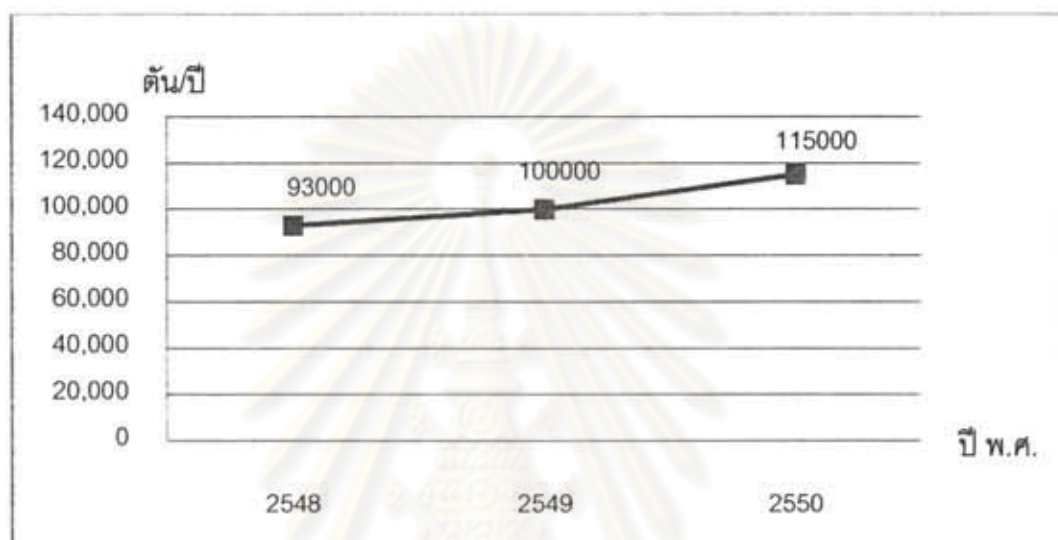
การรีไซเคิลพลาสติกสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การรีไซเคิลด้วยกระบวนการทางกายภาพ และกระบวนการทางเคมี ซึ่งการรีไซเคิลด้วยกระบวนการทางเคมีต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายและมีต้นทุนในการผลิตสูง การรีไซเคิลด้วยกระบวนการทางกายภาพจึงได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง โดยพลาสติกกรีไซเคิล PET (Recycled Polyethylene Terephthalate :RPET) สามารถนำมาหลอมและแปรรูปเป็นเส้นใยโพลีเอสเตอร์เพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท เช่น เสื้อกันหนาว พรม หมอน เป็นต้น ปัจจุบันมีโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้เส้นใยโพลีเอสเตอร์จากการรีไซเคิลเป็นจำนวนมากเพื่อลดต้นทุนและจำหน่ายสินค้าได้ในราคาถูกทำให้ความต้องการพลาสติกกรีไซเคิลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลจากขวด PET จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปัญหาขยะ PET และเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์สำหรับอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิลในประเทศไทย



รูปที่ 1.4 องค์ประกอบของขยะพลาสติกทั่วโลก (Guffey and Barbour, 2005)

การรีไซเคิลขวด PET ด้วยกระบวนการทางกายภาพสามารถทำได้โดยการนำขวด PET เข้าสู่กระบวนการบดเพื่อทำให้มีลักษณะเป็นเม็ดหรือเกล็ดพลาสติกขนาดเล็กและล้างทำความสะอาดเพื่อจัดส่งให้กับโรงงานผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ทั้งในและนอกประเทศต่อไป ปัจจุบันมีผู้ผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET จำนวนมากซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการรายย่อยและยังไม่เพียงพอต่อปริมาณขยะขวด PET ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ประกอบกับการผลิตขวด PET ที่เพิ่ม

มากขึ้นจากการแข่งขันในตลาดเครื่องดื่มรวมถึงการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจส่งผลให้ปริมาณการใช้เม็ดพลาสติก PET ในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 1.5 โดยเม็ดพลาสติก PET ส่วนใหญ่จะขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ขวดประเภทต่างๆ ทำให้ปริมาณขยะขวด PET เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาต้นทุนของการตั้งโรงงานรีไซเคิลขยะขวด PET เพื่อวางแผนการลงทุนและขยายกำลังการผลิตในระยะยาวให้เกิดประสิทธิภาพในการลงทุนมากที่สุดสำหรับรองรับขยะขวด PET ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในอนาคต



รูปที่ 1.5 ปริมาณการใช้เม็ดพลาสติก PET ในประเทศไทย (สถาบันปิโตรเคมีแห่งประเทศไทย, 2551)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาต้นทุนของการตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลขนาดกลางจากขวด PET และคำนวณราคาเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ตามหลักต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost) ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อปริมาณผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยหรือต้นทุนหน่วยสุดท้ายของการผลิตหรือค่าเสียโอกาสหน่วยสุดท้าย โดยจะวิเคราะห์ต้นทุนหน่วยสุดท้ายระยะยาว (Long-run Marginal Cost) สำหรับการลงทุนและขยายการผลิตเพื่อรองรับปริมาณขยะขวด PET ของประเทศไทยในระยะเวลา 15 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2567 ด้วยวิธีการหาต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย (Average Incremental Cost: AIC) และคิดในมูลค่าปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยกับกับราคาตลาดของเม็ดพลาสติก PET (virgin PET) เพื่อประเมินความสามารถในการขายเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET (RPET) ให้กับผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ที่ใช้เม็ดพลาสติกรีไซเคิลเป็นวัตถุดิบ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาต้นทุนของโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลขนาดกลางจากขวด PET
2. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณขยะขวด PET ของประเทศไทยที่สามารถลดได้ต่อปีจากโครงการ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการรีไซเคิลขวด PET เฉพาะกระบวนการรีไซเคิลด้วยวิธีทางกายภาพเท่านั้น
2. วัตถุประสงค์ในการผลิตของโครงการใช้ขยะขวด PET จากโรงงานคัดแยกขยะที่มีการคัดแยกประเภทของขยะแล้ว โดยใช้เฉพาะตัวขวดพลาสติกที่เป็น PET เท่านั้นและไม่นำส่วนฐานของขวด (HDPE) และฝาปิดขวด (PP) เข้าสู่กระบวนการผลิต
3. ศึกษาปริมาณขยะเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร และเขตเทศบาลทั่วประเทศเท่านั้น
4. การเลือกที่ตั้งของโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET จะพิจารณาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเท่านั้น
5. ศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของโครงการเปรียบเทียบกับราคาเม็ดพลาสติก PET ในระยะเวลา 15 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2553-2567

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตเม็ดพลาสติก และกระบวนการรีไซเคิลพลาสติก
3. ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET และคัดเลือกกระบวนการที่เหมาะสม
4. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปริมาณขยะในประเทศไทยเพื่อคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ในอนาคต และกำหนดปริมาณผลิตของโครงการ
5. เลือกสถานที่ตั้งโรงงาน เครื่องจักร/อุปกรณ์ รวมทั้งรายละเอียดด้านสาธารณูปโภคและสิ่งต่างๆที่จำเป็นสำหรับการจัดตั้งโรงงาน
6. ศึกษาและวิเคราะห์ต้นทุนทั้งหมดที่เกิดจากการลงทุนของโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ที่ปริมาณผลิตต่างๆ
7. วิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยและคัดเลือกปริมาณผลิตที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบกับราคาลดของเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET และเม็ดพลาสติก PET
8. วิเคราะห์ปริมาณขยะขวด PET ที่สามารถลดได้ต่อปีจากโครงการ

9. สรุปผลการวิจัยและจัดทำข้อเสนอแนะ
10. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการในการตัดสินใจลงทุนสำหรับอุตสาหกรรมเม็ดพลาสติกรีไซเคิลจากขวด PET
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถใช้กำหนดแนวทางและแผนการดำเนินงานในการลดปัญหาขยะพลาสติกในประเทศได้
3. สามารถประยุกต์วิธีการและแนวคิดจากงานวิจัยในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนสำหรับอุตสาหกรรมเม็ดพลาสติกรีไซเคิลจากพลาสติกประเภทอื่น
4. เป็นแนวทางในการประเมินความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมในการตั้งโรงงานรีไซเคิลขยะพลาสติกได้



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลาสติก

2.1.1 อุตสาหกรรมเม็ดพลาสติก

อุตสาหกรรมเม็ดพลาสติกถือเป็นอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลายซึ่งต่อเนื่องมาจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นและขั้นกลาง โดยมีความสัมพันธ์กับอุตสาหกรรมอื่นๆอีกมากมาย เช่น อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์และอิเล็กทรอนิกส์ สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)

เทอร์โมพลาสติกเป็นพลาสติกซึ่งเกิดจากการใช้ความร้อนหลอมละลายเม็ดพลาสติกเพื่อนำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงานตามความต้องการ โดยต้องไม่อาศัยปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการผลิต จึงสามารถนำมาหลอมใหม่ได้หลายครั้ง โดยไม่ทำลายคุณสมบัติเคมีและกายภาพของพลาสติกและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด โดยมีลักษณะเด่น คือ มีความเหนียวผลิตง่าย มีสีล้วน การสูญเสียน้อย ส่วนใหญ่นำไปผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยเม็ดพลาสติกที่สำคัญและใช้กันในประเทศไทย ได้แก่

1. PE (Polyethylene) เป็นเม็ดพลาสติกที่มีการใช้งานมากที่สุดในประเทศไทย สามารถแยกประเภทได้ดังนี้

- LDPE (Low-Density Polyethylene) มีคุณสมบัติยืดหยุ่น ใสและขึ้นรูปได้ง่าย นิยมนำมาใช้ในรูปแผ่นฟิล์ม เพื่อผลิตเป็นแผ่นพลาสติกปูพื้นกันซึมในบ่อน้ำ ถุงพลาสติกประเภทถุงเย็น ถุงบรรจุสินค้า ถุงใส่ขยะ และใช้ในฐานฉืด เพื่อผลิตของใช้ในบ้านเรือน ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า สายเคเบิล ใช้ทำวัสดุเคลือบผิว (Coating or Laminating) เพื่อบรรจุอาหาร เป็นต้น

- LLDPE (Linear-Low-Density- Polyethylene) มีคุณสมบัติเหนียวและทนแรงดึงได้มาก มักใช้ในรูปของการผสม LDPE, HDPE เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในด้านความเหนียวโดยเฉพาะแผ่นฟิล์มที่ต้องการความเหนียวเป็นพิเศษ เช่น ถุงบรรจุปุ๋ย ถุงใส่ขยะ เป็นต้น

- HDPE (High-Density- Polyethylene) มีความหนาแน่นสูงกว่า PE ชนิดอื่นๆ ทนแรงดึงสูง ทนต่อสารเคมีและชิ้นงานจะแข็งกว่า LDPE นำมาใช้ในรูปของแผ่นฟิล์มสำหรับทำถุงร้อนบรรจุอาหาร ถุงใส่ของ ถาดรองอาหาร และฟิล์มห่อของ ขวด ภาชนะบรรจุ

2. PP (Polypropylene) มีคุณสมบัติโดยรวมใกล้เคียง PE คือ ทนความร้อนสูง เหนียว แข็งแกร่ง ทนแรงดึงสูงกว่า PE ทนต่อสารเคมีและแรงกด ไขมันและออกซิเจนซึมผ่านได้ดี น้ำหนักเบา และเป็นฉนวนไฟฟ้า นิยมนำมาใช้ในรูปแผ่นฟิล์มเพื่อผลิตถุงพลาสติกทั้งร้อนและเย็น

ในรูปของเส้นใย (Monofilament) เพื่อผลิตกระสอบสาน เชือกพลาสติก แห อวน ในรูปของงานฉีด (Injection Molding) ใช้ทำเปลือกแบตเตอรี่ ภาชนะเครื่องใช้ในบ้าน ในรูปของงานเป่าเพื่อผลิตขวดพลาสติก ดัง ลัง

3. PVC (Polyvinyl Chloride) มีคุณสมบัติทนต่อกรด ต่าง และสารเคมีต่างๆ ยกเว้น คลอรีน ทนต่อไขมันและแอลกอฮอล์ ทนต่อการขีดถู ไม่ติดไฟที่อุณหภูมิสูงและเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีทั้งในรูปของผง (PVC resin) ในรูปของเหลว (PVC Suspension) และในรูปเม็ด (PVC Compound) โดยนำไปใช้ในการรีดตั้งยาง (Extrusion)

4. PS (Polystyrene) มีคุณสมบัติทนต่อกรดและด่าง โปร่งใส มีความแข็งแต่เปราะ สามารถป้องกันการซึมของก๊าซได้ดี แต่กันไอน้ำได้ไม่ดี สามารถแบ่งออกได้ 3 ชนิด ดังนี้

- GPPS (General Purpose Polystyrene) ใช้ทำกล่องพลาสติก ตลับ เทป ไม้บรรทัด เป็นต้น
- HIPS (High Impact Polystyrene) ใช้ทำชิ้นส่วนครอบเครื่องไฟฟ้า ผนัง ตู้เย็น ตู้เครื่องรับโทรทัศน์ วิทยุ วีดีโอ เป็นต้น
- EPS (Expandable Polystyrene) ใช้เป็นวัสดุฉนวนในการผลิตโฟม สำหรับผลิตถ้วย ด้วยเครื่องตีม เป็นต้น

5. ABS (Acrylonirile Butadiene Styrene) เป็นพลาสติกวิศวกรรมในกลุ่ม Thermoplastic ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ยนต์หลายชนิด เช่น กันชน แผงหน้าปัด ไฟท้าย กล่องแบตเตอรี่

6. PC (Polycarbonate) มักใช้ผลิตภาชนะที่มีจุดประสงค์พิเศษ เช่น ขวดซึ่งผลิตด้วยวิธีเป่า กล่อง และภาชนะบรรจุ ซึ่งทำการผลิตด้วยกรรมวิธีเทอร์โมฟอร์มมิง (Thermoforming) มีความเหนียว แข็ง ยืดหยุ่นสูง ไม่แปรรูป คงสมบัติในช่วงอุณหภูมิกว้าง สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 240 องศาฟาเรนไฮต์ จึงนิยมใช้ผลิตเป็นขวดบรรจุนมสำหรับเด็ก

7. PET (Polyethylene Terephthalate) สังเคราะห์จากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน โดยตรง (Direct esterification) ระหว่างกรดเทเรฟทาลิก (terephthalic acid, TPA) และเอทิลีน ไกลคอล (ethylene glycol, EG) หรือจากการเกิดปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนเอสเทอร์ (ester interchange) ระหว่างไดเมทิลเทเรฟทาเลต (dimethyterephthalate, DMT) และเอทิลีนไกลคอล ซึ่งนิยมใช้ในการผลิตทางอุตสาหกรรม เนื่องจากไดเมทิลเทเรฟทาเลตสามารถทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย โดยการกลั่นแบบลดความดันหรือการตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำ มีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ คือ มีความใสและความเป็นเงาสูง มีความเหนียว แข็งแรงทนต่อการกระแทกได้ดี สามารถใช้งานได้ดี ในช่วงอุณหภูมิกว้างระหว่าง -40 °C ถึง 220 °C มีน้ำหนักเบา ไม่มีกลิ่น ป้องกันการซึมผ่านของ ก๊าซได้ดี ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นการรวมเอาข้อดีของแก้วและโลหะเข้าด้วยกัน แต่มีขั้นตอนในการ

ผลิตยุ่งยาก เหมาะสำหรับบรรจุเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ เครื่องสำอาง เคมีภัณฑ์ น้ำมันพืช เป็นต้น

2. เทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastic)

เทอร์โมเซตติงพลาสติกเป็นพลาสติกที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมีภายใต้ความร้อนและความดันระหว่างเม็ดพลาสติกกับตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งจะเปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลพลาสติกจึงนำมาหลอมใหม่ไม่ได้เนื่องจากมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและทนทานต่อปฏิกิริยาเคมีได้ดี เมื่อถูกหลอมตัวให้เป็นรูปร่างแล้วจะคงรูปร่างนั้นอย่างถาวรจึงสามารถนำไปทำวัสดุได้หลายชนิด เช่น เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร หลังคารถยนต์ พื้นรองเท้า เส้นใยสังเคราะห์ เช่น โพลีเอสเตอร์ (Polyester) ที่ใช้ทอเป็นเสื้อผ้า เป็นต้น ตัวอย่างพลาสติกชนิดนี้ ได้แก่ Phenolic, formal, Dehyde, Urea Formal Dehyde, Melamine เป็นต้น

2.1.2 ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี

อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น (Upstream Petrochemical Industry) เป็นอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีลำดับแรกที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นต่อเนื่องต่อไป อุตสาหกรรมกลุ่มนี้มีผลิตภัณฑ์หลัก 7 ตัว (The Seven Sisters) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามโครงสร้างพื้นฐานของโมเลกุลที่ต่างกัน ดังนี้

1. กลุ่ม C1 (C1 Hydrocarbon Group)

ผลิตภัณฑ์สำคัญของสาย C1 Hydrocarbon ได้แก่ เมทานอล (Methanol) หรือ เมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl Alcohol) ซึ่งผลิตมาจากก๊าซสังเคราะห์ (Synthesis Gas) ซึ่งใช้ Methane เป็นวัตถุดิบหลักอีกต่อหนึ่ง โดยเมทานอลสามารถใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) MTBE กรดน้ำส้ม (Acetic Acid) เมทิลเมทาคริเลต (Methyl Methacrylate)

2. โอลิฟินส์

โอลิฟินส์มีวัตถุดิบตั้งต้น คือ อีเทน โพรเพน และก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquid Petroleum Gas: LPG) มีโครงสร้างเป็นเส้นใยไม่อิ่มตัวประกอบด้วยเอทิลีนและโพรพิลีน ซึ่งเป็นวัตถุดิบพื้นฐานสำคัญในการผลิตเม็ดพลาสติกประเภทต่างๆ โดยเฉพาะพลาสติกประเภทโพลีเอทิลีน (PE) และโพลีโพรพิลีน (PP) ที่นิยมนำไปผลิตเป็นถุงพลาสติกและแผ่นฟิล์มประเภทต่างๆ รวมถึงสิ่งของที่ต้องการความคงทน เช่น บรรจุภัณฑ์อาหาร/เครื่องสำอาง ถุงซิปล็อค พลาสติกกันกระแทก (Bubble Sheet) ถุงร้อน-ถุงเย็น พื้นรองเท้า ฝาขวด น้ำดื่ม กันชนรถ เป็นต้น

3. อะโรเมติกส์

อะโรเมติกส์มีวัตถุดิบตั้งต้น คือ คอนเดนเสท ฟลูเร็นจ์แนฟทา ไพโรไลซิส ก๊าซ ไชลีน และรีฟอร์มเมท ซึ่งเป็นสารประกอบในน้ำมันดิบ และก๊าซธรรมชาติ สารอะโรเมติกส์ถือเป็น สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างเป็นวงแหวนของคาร์บอนตั้งแต่ 6-8 อะตอมประกอบด้วย เบนซีน โทลูอีน พาราไชลีน ออร์โทไชลีน และ มิกซ์ไชลีนส์

ผลิตภัณฑ์สายอะโรเมติกส์ มักใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติกประเภทต่างๆ เช่น โพลีเอสเตอร์ (PET) โพลิสไตรีน (PS) โพลีคาร์บอนเนต (PC) เป็นต้น มักนำมาผลิตเป็น ผลิตภัณฑ์ เส้นใยสังเคราะห์ ขวด PET ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ CD/DVD ถุงมือ ตัวทำ ละลายของสีและหมึก กาว เป็นต้น

2.1.3 สัญลักษณ์ของพลาสติกรีไซเคิล

สัญลักษณ์ของการรีไซเคิลพลาสติกเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงว่า พลาสติกนั้นสามารถนำ กลับไปแปรสภาพเพื่อการใช้งานใหม่ในรูปแบบอื่น (Recycle) ส่วนตัวเลขที่อยู่ในสัญลักษณ์ เป็น รหัสที่ช่วยให้สะดวกในการแยกพลาสติกแต่ละชนิดออกจากกัน โดยรหัสพลาสติกหมายถึง พลาสติกประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET, PETE)

พลาสติก PET นิยมผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำมันพืช ภาชนะอาหาร สำหรับเตาอบ และเครื่องสำอาง สามารถนำมารีไซเคิลเป็นเส้นใยโพลีเอสเตอร์ สำหรับทำเสื้อกัน หนาว พรม ถุงหูหิ้ว กระเป๋า ขวด



รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์พลาสติกรีไซเคิล Polyethylene Terephthalate (PET, PETE)

2. โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density polyethylene, HDPE)

พลาสติก HDPE นิยมผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ขวดนม น้ำผลไม้ โยเกิร์ต บรรจุภัณฑ์ สำหรับน้ำยาทำความสะอาด แชมพูสระผม แป้งเด็ก และถุงหูหิ้ว สามารถนำมารีไซเคิลเป็นขวดใส น้ำยาซักผ้า ขวดน้ำมันเครื่อง ท่อ ลังพลาสติก ไม้เทียม



รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์พลาสติกรีไซเคิล High Density polyethylene (HDPE)

3. โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride, PVC)

พลาสติก PVC นิยมนำมาผลิตเป็นท่อน้ำประปา สายยางใส แผ่นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร ม่านในห้องอาบน้ำ แผ่นกระเบื้องยาง แผ่นพลาสติกปูโต๊ะ ประตู หน้าต่าง และหนังสือพิมพ์ สามารถนำมารีไซเคิลเป็นท่อน้ำประปาหรือรางน้ำ กรวยจราจร เฟอรินเจอร์ ม้านั่งพลาสติก ตลับเทป เคเบิล ไม้เทียม



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไซเคิล Polyvinyl Chloride (PVC)

4. โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low Density polyethylene, LDPE)

พลาสติก LDPE นิยมนำมาผลิตเป็นฟิล์มห่ออาหารและห่อของ ถุงใส่ขนมปัง ถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร สามารถนำมารีไซเคิลเป็นถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถุงหิ้ว ถังขยะ กระเบื้องปูพื้น เฟอรินเจอร์ แท่งไม้เทียม



รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไซเคิล Low Density polyethylene (LDPE)

5. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP)

พลาสติก PP นิยมนำมาผลิตเป็นภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ขาม จาน ถึง ตะกร้า กระบอกใส่น้ำแช่เย็น ขวดซอส แก้วโยเกิร์ต ขวดบรรจุยา สามารถนำมารีไซเคิลเป็นกล่อง แบตเตอรี่ในรถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชนและกรวยสำหรับน้ำมัน ไฟท้าย ไม้กวาดพลาสติก แปรง



รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไซเคิล Polypropylene (PP)

6. โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS)

พลาสติก PS นิยมนำมาผลิตเป็นภาชนะบรรจุของใช้ เช่น เทปเพลง ลำโพง เป็นต้น รวมถึงบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุของแห้ง เช่น หมูแผ่น หมูหยอง คุกกี้ เป็นต้น นอกจากนั้นยังนำมาทำโฟมใส่อาหาร สามารถนำมารีไซเคิลเป็นไม้แขวนเสื้อ กล่องวิดีโอ ไม้บรรทัด กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ แผงสวิตช์ไฟ ฉนวนความร้อน ถาดใส่ไข่ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ



รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไซเคิล Polystyrene (PS)

7. พลาสติกชนิดอื่น

พลาสติกชนิดอื่น ได้แก่ พลาสติกที่ไม่ใช่พลาสติกทั้ง 6 กลุ่มข้างต้น หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกหลายชนิด เช่น

1. อะครีโลไนไตรล์ – บิวทาไดอีน - สไตรีน (Acrylonitrile – Butadiene – Styrene, ABS) เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ได้จากการทำปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอร์ของโมโนเมอร์ 3 ชนิด คือ สไตรีน (Styrene) อะครีโลไนไตรล์ (Acrylonitrile) และโพลิบิวทาไดอีน (Polybutadiene) อะครีโลไนไตรล์มีผลต่อสมบัติการทนความร้อนและสารเคมี บิวทาไดอีนมีผลต่อสมบัติความทนทานต่อแรงกระแทก และสไตรีนมีผลทำให้พลาสติกมีพื้นผิวเป็นมันเงา ตัดแต่งวัสดุได้ง่ายและช่วยลดต้นทุน ดังนั้นผู้ผลิตเอบีเอสจึงสามารถปรับเปลี่ยน สัดส่วนของโมโนเมอร์ทั้งสามชนิด เพื่อให้ได้สมบัติอย่างที่ต้องการ โดยส่วนใหญ่มักใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้า

2. High impact polystyrene, HIPS เป็นโพลีสไตรีนชนิดหนึ่งที่ได้จากการเติมสารเติมแต่งบางอย่าง หรือการผสมกับพวดยาง เช่น SBR เหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องรับแรงกระแทก แต่จะเสียความใส และอุณหภูมิในการใช้งานจะต่ำลง เหมาะสำหรับงานตู้เย็น ตู้โทรทัศน์ วิทยุ เพอร์นิเจอร์ ของเด็กเล่น



รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์พลาสติกกรีไซเคิลชนิดอื่นๆ

2.1.4 เส้นใยโพลีเอสเตอร์

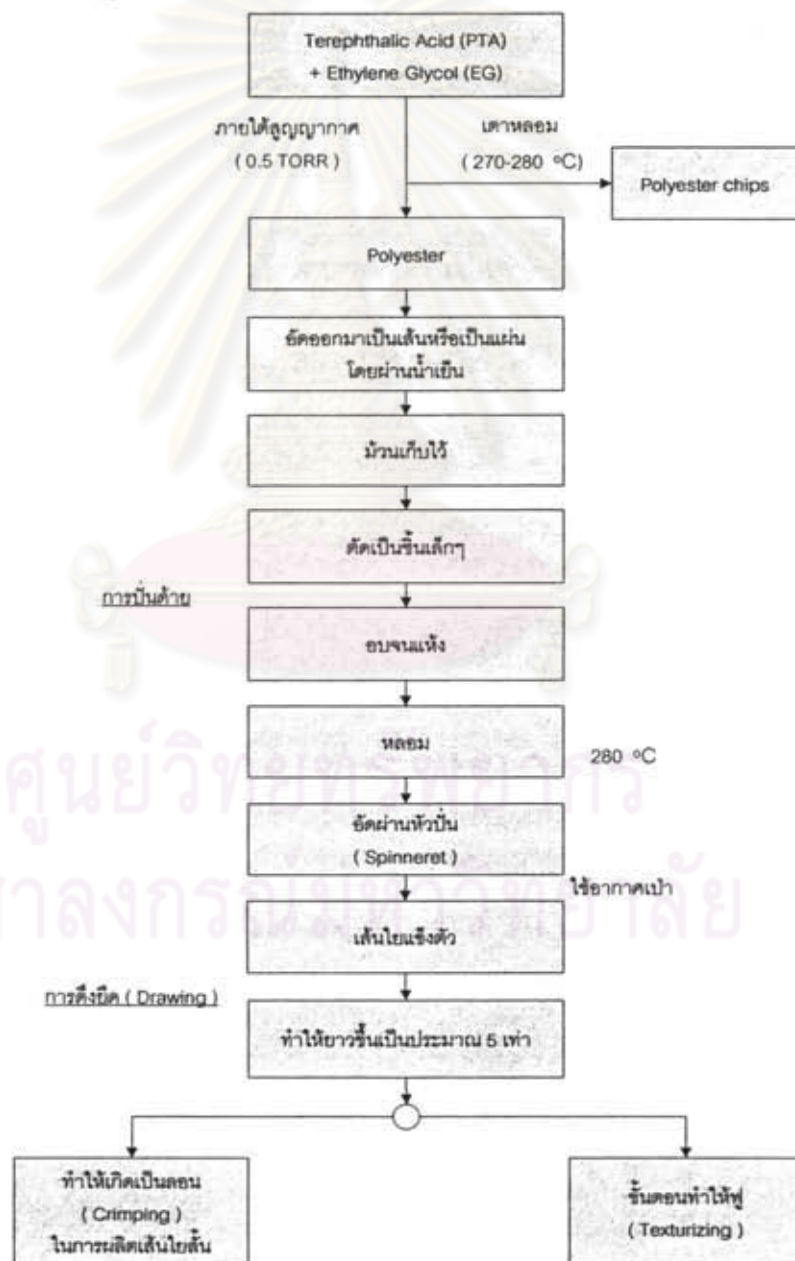
เส้นใยโพลีเอสเตอร์มีชื่อทางการค้าว่า ดาครอนหรือโทเรเทโทรอน จัดเป็นวัสดุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมสิ่งทอและอุตสาหกรรมที่มีส่วนประกอบของเส้นใย เนื่องจากมีสมบัติทนความร้อนและแสงแดด ทนสารเคมี ไม่ยับ ชักแล้วไม่ต้องรีด สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- เส้นใยาว (Polyester Staple Fiber)
- เส้นด้ายใยาว (Polyester Filament Yam)
- เส้นด้ายชนิด POY (Polyester Pre-oriented Yam)

การผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์เริ่มจากการนำ Pure Terephthalic Acid (PTA) และ Ethylene Glycol (EG) มาทำปฏิกิริยากับตัวเร่ง (Catalyst) ที่อุณหภูมิ 270-280 °C จนได้ Polymer 100% โดยสามารถใช้งานได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. นำเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเส้นใยโพลีเอสเตอร์ในขั้นตอนเดียว
2. ผลิตเป็นเม็ดพลาสติก PET (Polyester Chips, PET Chips, PET resin) เพื่อเก็บไว้ภายในการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ต่อไป

นอกจากนี้การผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ยังสามารถผลิตจากเม็ดพลาสติก PET ตามท้องตลาด โดยการนำมาหลอมและเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป กระบวนการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 กระบวนการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของเส้นใยโพลีเอสเตอร์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. นำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย	1. สวมใส่แล้วร้อน
2. ทนต่อการซักล้าง	2. ย่อยสลายยาก
3. สามารถปรับปรุงสมบัติได้หลากหลาย	3. ระบายอากาศได้น้อย

2.2 ระบบต้นทุน

ต้นทุนการผลิต หรือ ต้นทุนผลิการ (Production Cost) หรือต้นทุนโรงงาน (Factory Cost) คือ ต้นทุนทั้งหมดที่เกิดในการผลิตสินค้าสำหรับงวดหนึ่ง ต้นทุนเป็นมูลค่าของทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตหรือการบริการ ซึ่งเป็นส่วนที่เรียกว่ามูลค่าของปัจจัยเข้า (Input Value) ของระบบ ต้นทุนจึงเป็นเงินสดหรือค่าใช้จ่ายในรูปแบบอื่นที่จ่ายไปเพื่อให้ได้มาซึ่งกระบวนการหรือผลผลิต ในทางธุรกิจต้นทุน คือ ค่าใช้จ่ายส่วนที่จ่ายไปเพื่อให้ได้ผลตอบแทนหรือรายได้ ต้นทุนจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญในการตัดสินใจทางธุรกิจต่างๆ

2.2.1 การจำแนกต้นทุนตามวัตถุประสงค์ต้นทุน

ต้นทุนการผลิตเป็นผลรวมขององค์ประกอบ 3 ส่วน คือ วัตถุดิบทางตรง แรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต สำหรับผลรวมของวัตถุดิบทางตรงและแรงงานทางตรง เรียกว่า ต้นทุนขั้นต้น (Prime Cost) และผลรวมของแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต เรียกว่า ต้นทุนแปรสภาพ (Conversion Cost)

1. วัตถุดิบทางตรง (Direct Material)

วัตถุดิบทางตรง คือ วัตถุดิบที่เป็นส่วนสำคัญในการผลิตโดยตรงของโรงงาน เช่น ในการทำเฟอร์นิเจอร์ไม้ วัตถุดิบที่เป็นส่วนสำคัญในการผลิต คือ ไม้ หรือในการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ผ้าถือว่าเป็นวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการผลิต ส่วนพวกด้าย กระดุม และอื่นๆ ถือว่าเป็นวัสดุสิ้นเปลืองซึ่งอยู่ในส่วนของค่าใช้จ่ายการผลิต

2. แรงงานทางตรง (Direct Labor)

แรงงานทางตรง คือ แรงงานที่ใช้ในการเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบมาตรงให้เป็นสินค้าสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูป ได้แก่ ค่าจ้างหรือเงินเดือนที่จ่ายให้แก่คนงานคุมและใช้เครื่องจักร สามารถคำนวณเป็นต้นทุนของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง แต่ถ้าเป็นค่าแรงของส่วนรวมภายในโรงงานถือว่าเป็นค่าแรงทางอ้อม เช่น เงินเดือนหรือค่าจ้างพนักงานเฝ้าโกดัง เงินเดือนพนักงานรักษาความปลอดภัยในโรงงาน เป็นต้น

นอกจากนี้ถ้าให้คนงานทำงานล่วงเวลาอันเนื่องมาจากทำงานไม่เสร็จสิ้นในเวลาที่กำหนดค่าแรงล่วงเวลานี้ถือเป็นค่าแรงงานทางอ้อมเพราะการทำงานล่วงเวลานี้ไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่ม ในทางตรงกันข้ามถ้าทำงานล่วงเวลาเกิดขึ้นเพราะมีผู้ว่าจ้างให้มีการผลิตเพิ่มขึ้น ค่าแรงงานล่วงเวลานี้ถือเป็นแรงงานทางตรงของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เนื่องจากเป็นค่าแรงงานที่ก่อให้เกิดผลผลิตเพิ่มขึ้น

3. ค่าใช้จ่ายในการผลิต (Manufacturing Overhead)

ค่าใช้จ่ายในการผลิต คือ ต้นทุนที่เกี่ยวกับการผลิตสินค้าที่ไม่ใช่ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง แต่เป็นต้นทุนที่ทำให้การผลิตดำเนินไป ซึ่งจัดเป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อมคือไม่สามารถคำนวณเป็นต้นทุนต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการผลิต อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

- วัตถุดิบทางอ้อม (Indirect Material) คือ วัสดุที่ต้องใช้ในการผลิตสินค้าสำเร็จรูปแต่ไม่สามารถจำแนกเป็นวัตถุดิบทางตรงได้เนื่องจากไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์หรือเป็นวัสดุที่เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์แต่มีปริมาณการใช้น้อยมาก หรือการคำนวณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์มีความซับซ้อนเสียเวลาและไม่มีประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ เช่น ตะปู กาว เป็นต้น
- ค่าแรงงานทางอ้อม (Indirect Labor) คือ ค่าแรงงานที่จ่ายให้กับคนงานที่ทำหน้าที่ผลิตสินค้าแต่ไม่ได้ทำหน้าที่ในการผลิตสินค้าโดยตรง และไม่สามารถคำนวณเป็นต้นทุนต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้ เช่น ค่าแรงผู้ควบคุมงาน ค่าแรงฝ่ายธุรการในฝ่ายผลิต เป็นต้น
- ค่าใช้จ่ายการผลิตอื่น ๆ หมายถึง ค่าใช้จ่ายการผลิตทุกชนิดที่ไม่ใช่วัตถุดิบทางตรงและแรงงานทางตรง เช่น ค่าประกันสังคม ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรอุปกรณ์ และอาคารโรงงาน ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้าโรงงาน ภาษีทรัพย์สิน ค่าเช่าโรงงาน เป็นต้น

2.2.2 การจำแนกต้นทุนตามพฤติกรรมต้นทุน

1. ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost: FC)

ต้นทุนคงที่ คือ ต้นทุนที่มีจำนวนคงที่ตลอดไม่ว่าปริมาณการผลิตจะมากหรือน้อย แม้จะไม่ทำการผลิตเลยก็เกิดต้นทุนคงที่ ต้นทุนประเภทนี้ เช่น ค่าเสื่อมของเครื่องจักร เป็นต้น

2. ต้นทุนผันแปร (Variable Cost: VC)

ต้นทุนผันแปร คือ ต้นทุนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนสินค้าที่ผลิต ถ้าผลิตมากจะเสียต้นทุนชนิดนี้มาก และถ้าไม่ผลิตก็ไม่เสียเลย ต้นทุนประเภทนี้ เช่น ค่าจ้างแรงงาน เป็นต้น

2.3 การวิเคราะห์การลงทุน

การวิเคราะห์การลงทุนเป็นกระบวนการในการพิจารณาตัดสินใจที่จะเลือกลงทุนในโครงการดำเนินงานระยะยาว ซึ่งจะต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมากและผลตอบแทนที่จะได้รับในอนาคตนั้นไม่แน่นอน เช่น การซื้อเครื่องจักรใหม่ การสร้างโรงงานใหม่ และการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นต้น การวิเคราะห์โครงการลงทุนจึงถือได้ว่ามีความสำคัญต่อธุรกิจเป็นอย่างมาก เพราะอาจจะทำให้ธุรกิจประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายหรือประสบกับความล้มเหลวจากการตัดสินใจของฝ่ายบริหารได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคและเครื่องมือทางการเงินมาใช้เพื่อช่วยในการตัดสินใจปัญหาการใช้เงินทุนของธุรกิจให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีความเสี่ยงน้อยที่สุดในการพิจารณาเลือกลงทุนในโครงการใดนั้น อาจใช้เทคนิคเพื่อตัดสินใจลงทุนดังต่อไปนี้

2.3.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาคืนทุนหมายถึง ระยะเวลาที่จะได้รับผลตอบแทนจากโครงการลงทุนเท่ากับเงินจ่ายลงทุน หลักเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินใจควรเลือกโครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุด เพราะจะทำให้ได้รับความเสี่ยงน้อยที่สุดด้วย

- กรณีผลตอบแทนจากโครงการลงทุนเท่ากันทุกปี สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่

2.1

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนสุทธิ}}{\text{ผลตอบแทนจากการลงทุนต่อปี}} \quad \dots (2.1)$$

- กรณีผลตอบแทนจากโครงการลงทุนในแต่ละปีไม่เท่ากัน

สามารถคำนวณโดยการบวกทบกระแสเงินสดรับสุทธิในแต่ละปีไปเรื่อยๆ แต่ในปีที่สามารถบวกทบกระแสเงินสดรับสุทธิในแต่ละปีแล้วไม่เกินจำนวนเงินของกระแสเงินสดจ่ายสุทธิเริ่มแรกสามารถนับเวลาได้เต็มปี จนกระทั่งในปีใดที่บวกทบกระแสเงินสดรับแล้วมีจำนวนเงินรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิสะสมมากกว่าเงินสดจ่ายลงทุนเริ่มแรก ในปีนั้นเป็นช่วงเวลาที่ไม่สามารถคิดเวลาได้เต็มปี เนื่องจากกระแสเงินสดรับสุทธิที่เข้ามาในปีนั้นมีจำนวนมากกว่าที่ต้องการ

ดังนั้นในปีดังกล่าวจึงต้องคำนวณหาเศษส่วนเวลาที่เหลือ โดยจะต้องคำนวณหากระแสเงินสดรับส่วนขาดที่ต้องการหารด้วยกระแสเงินสดรับทั้งสิ้นที่เข้ามาในปีที่ไม่สามารถนับเวลาได้เต็มปี สำหรับกระแสเงินสดรับส่วนขาดที่ต้องการเป็นจำนวนเงินที่เมื่อนำมารวมกับกระแสเงินสดรับสุทธิสะสมในช่วงเวลาที่นับได้เต็มปีแล้วจะมีจำนวนเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุนพอดี ดังสมการที่ 2.2 และ 2.3

$$\begin{aligned} \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= \text{จำนวนปีที่สามารถคำนวณทบทมูลค่ากระแสเงินสดรับได้ทั้งจำนวน} \\ &+ \text{เศษส่วนเวลาที่ไม่สามารถนับได้เต็มปี} \quad \dots (2.2) \end{aligned}$$

เศษส่วนเวลาที่ไม่สามารถนับได้เต็มปี

$$= \frac{\text{กระแสเงินสดรับส่วนขาดที่ต้องการ}}{\text{กระแสเงินสดรับทั้งสิ้นของปีที่ไม่สามารถนับเวลาได้เต็มปี}} \dots (2.3)$$

2.3.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นวิธีการประเมินค่าของโครงการลงทุน โดยการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่จะได้รับในอนาคตกับเงินลงทุนสุทธิของโครงการ ณ อัตราต้นทุนของเงินทุนหรืออัตราผลตอบแทนขั้นต่ำ ดังสมการที่ 2.4 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินใจโดยวิธีนี้คือควรเลือกลงทุนในโครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิต่ำกว่าศูนย์ เพราะโครงการลงทุนนั้นให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าต้นทุนของเงินทุนหรือลงทุนในโครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับศูนย์ เพราะโครงการลงทุนนั้นให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า (ให้ผลกำไรจากการลงทุน) หรือเท่ากับต้นทุนของเงินทุนพอดี แต่ไม่ควรลงทุนในโครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิน้อยกว่าศูนย์เพราะจะทำให้ผลตอบแทนที่ได้รับต่ำกว่าทุนของเงินทุนหรือโครงการนั้นจะให้ผลขาดทุนจากการลงทุน

$$\begin{aligned} \text{มูลค่าปัจจุบัน (NPV)} &= \text{มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิ} \\ &\quad - \text{มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนสุทธิ} \dots (2.4) \end{aligned}$$

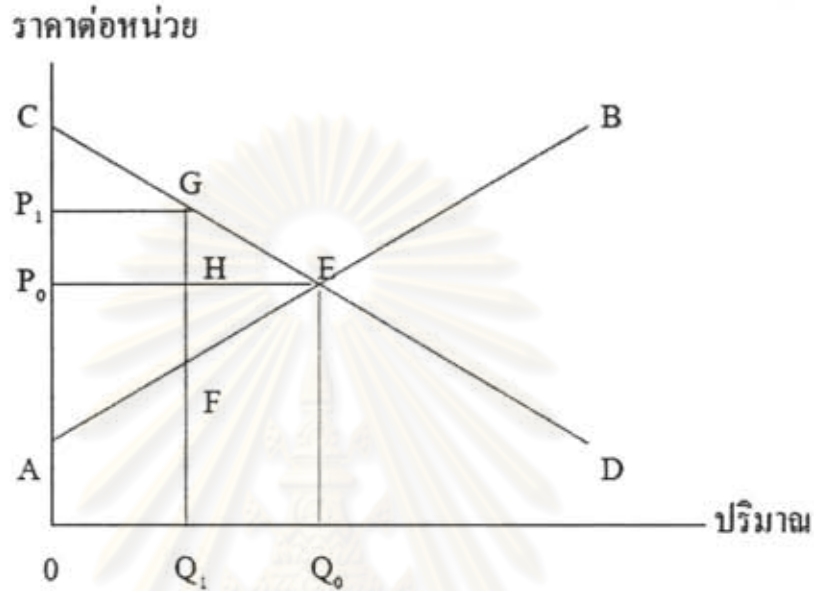
2.3.3 อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Internal Rate of Return)

อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนเป็นวิธีการประเมินค่าโครงการลงทุน โดยจะต้องหาอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนที่ทำให้กระแสเงินสดซึ่งคาดว่าจะได้รับในอนาคตมีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนสุทธิ โดยหลักเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินใจโดยวิธีนี้คือควรเลือกลงทุนในโครงการที่มีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนสูงกว่าอัตราต้นทุนของเงินทุน

2.4 การกำหนดราคาเท่ากับต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost: MC)

การกำหนดราคาในตลาดไม่ควรให้มีราคาสูงเกินไปจนอาจเป็นการสร้างความเดือดร้อนและเอาเปรียบแก่ผู้บริโภค ราคาที่เหมาะสมของผู้ผลิตและผู้บริโภคควรเป็นราคาที่ต่ำที่สุดภายใต้สภาพของต้นทุนและอุปสงค์ของผู้ผลิตเฉลี่ยตามเงื่อนไขต้นทุนเฉลี่ย (Average Cost: AC) เท่ากับรายรับเฉลี่ย (Average Revenue: AR) ซึ่งจะเป็นราคายุติธรรม (Fair Price) มีกำไรปกติแต่ในทางทฤษฎีไม่จัดว่าราคายุติธรรมเป็นราคาที่ก่อให้เกิดการจัดสรรทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะราคายุติธรรมนี้ไม่ได้อยู่บนเส้นต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost: MC) ดังนั้นราคาที่ก่อให้เกิดการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมจึงเป็นราคาอุดมคติ (Ideal Price หรือ MC Pricing) คือ $P=MC=MR$ โดยใช้แนวคิดในเรื่องผลรวมของส่วนเกินผู้บริโภค (Consumer's Surplus) และส่วนเกินผู้ผลิต (Producer's Surplus) เป็นดัชนีในการชี้วัดถึงควมมีประสิทธิภาพในการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจหรือความพึงพอใจส่วนรวมของสังคม (Total

Surplus) โดยที่ส่วนเกินผู้บริโภคนั้น หมายถึง ส่วนต่างระหว่างราคาของผู้บริโภคยินดีที่จะจ่ายกับราคาสินค้าที่ผู้บริโภคนั้นจ่ายจริง ณ ระดับราคาปัจจุบันในตลาดนั้นๆ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้เส้นอุปสงค์แต่อยู่เหนือเส้นระดับราคาในตลาด ส่วนเกินผู้ผลิตนั้น หมายถึง ส่วนต่างระหว่างราคาสินค้าที่ขายได้จริงกับราคาที่ควรจะขายได้ ซึ่งคำนวณได้จากพื้นที่ใต้เส้นราคา (อุปสงค์) แต่อยู่เหนือเส้นต้นทุนการผลิต



รูปที่ 2.9 การกำหนดราคาเท่ากับต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Mankiw, 2004)

จากรูปที่ 2.9 สามารถอธิบายโดยกำหนดให้ CD เป็นเส้นอุปสงค์ (Demand) ในการบริโภคสินค้า ณ ระดับราคาต่างๆ และเส้น AB เป็นเส้นที่แสดงถึงต้นทุนการผลิตหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost: MC) การตั้งราคาที่เส้นต้นทุนหน่วยสุดท้ายตัดกับเส้นอุปสงค์ที่จุด E ทำให้ราคาสินค้าเท่ากับ P_0 และปริมาณความต้องการสินค้าเท่ากับ Q_0 พื้นที่ CEA แสดงถึงประโยชน์ที่สังคมได้รับทั้งหมดซึ่งมาจากส่วนเกินผู้บริโภค (Consumer's Surplus) ซึ่งคือพื้นที่ CEP_0 และส่วนเกินผู้ผลิต (Producer's Surplus) ซึ่งก็คือพื้นที่ P_0EA ในทางตรงข้ามถ้าราคาไม่ได้ถูกกำหนดให้เท่ากับต้นทุนหน่วยสุดท้าย เช่น ราคาเพิ่มสูงขึ้นเป็น P_1 ส่งผลให้ปริมาณความต้องการสินค้าลดลงเป็น Q_1 จะเกิดการสูญเสียสวัสดิการของสังคม (Deadweight Welfare Loss) เท่ากับพื้นที่ GEF ซึ่งเกิดจากการลดลงในส่วนเกินของผู้บริโภคจากพื้นที่ CEP_0 ลดลงเป็นพื้นที่ CGP_1 และการเพิ่มขึ้นในส่วนเกินของผู้ผลิตจากพื้นที่ P_0EA เพิ่มขึ้นเป็นพื้นที่ P_1GFA ซึ่งการลดลงของพื้นที่ HEF ลดลงน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ P_1GHP_0 หากอุปสงค์ของตัวสินค้าถ้าอยู่ในตลาดผูกขาดและมีความจำเป็นแก่การดำรงชีวิตจะมีความชันมากและความยืดหยุ่นต่อราคาต่ำมาก

การกำหนดราคาที่สูงกว่าต้นทุนหน่วยสุดท้ายส่งผลให้ผู้บริโภคต้องซื้อสินค้าในราคาที่สูงขึ้นจนทำให้ความต้องการบริโภคสินค้านั้นลดลงโดยไม่จำเป็น และในด้านผู้ผลิตชั้นกลางทำให้มีการบิดเบือนต้นทุนการผลิตที่สูง ในทางตรงข้ามการกำหนดราคาต่ำกว่าต้นทุนหน่วยสุดท้ายจะ

ส่งผลให้ผู้บริโภคเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าสินค้ามีราคาต่ำกว่าความเป็นจริง ทำให้ความต้องการเพิ่มสูงขึ้นและไม่ประหยัดในการบริโภคจึงเกิดความสูญเสียในการใช้ทรัพยากร ดังนั้นการกำหนดราคาให้เท่ากับต้นทุนหน่วยสุดท้ายเป็นราคาที่ถูกต้องและเหมาะสม อีกทั้งยังเป็นการกำหนดราคาที่แสดงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่สังคม

สามารถอธิบายด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$W = SB - SC$$

$$W = TR + S - TC$$

กำหนดให้ W คือ สวัสดิการที่สังคมรับได้สุทธิ

SB คือ ประโยชน์ของสังคม

SC คือ ต้นทุนของสังคม

TR คือ รายรับรวม

S คือ ส่วนเกินผู้บริโภค

TC คือ ต้นทุนรวม

การหาค่าสวัสดิการสูงสุดสามารถพิสูจน์โดย

$$dW / dQ = d(TR + S - TC) / dQ$$

$$dW / dQ = d(TR + S) / dQ - d(TC) / dQ = 0 \quad \dots(2.5)$$

ให้ $P(Q_1)$ คือ Demand curve และ $TR+S$ คือ พื้นที่ใต้เส้นอุปสงค์ ดังนั้น

$$TR + S = \int_0^Q P(Q_1) dQ_1$$

$$d(TR + S) / dQ = \int_0^Q P(Q_1) dQ_1$$

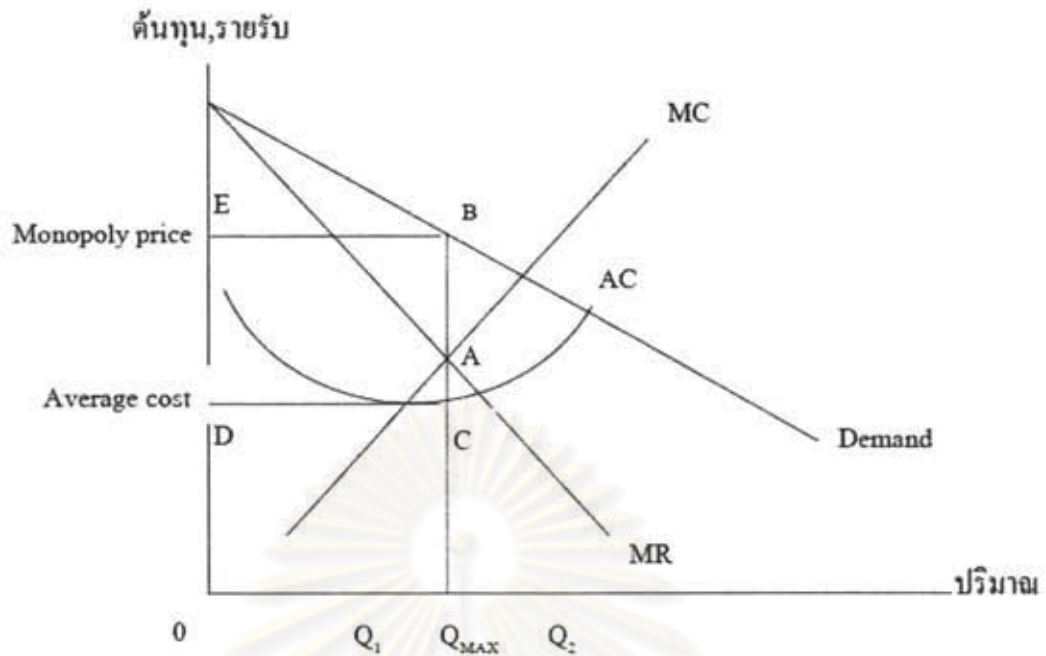
$$d(TR + S) / dQ = P(Q) \quad \dots(2.6)$$

$$d(TC) / dQ = MC \quad \dots(2.7)$$

แทนค่าสมการที่ (2.6) และ (2.7) ลงในสมการที่ (2.5) จะได้

$$P(Q) - MC = 0$$

$$P(Q) = MC \quad \text{นั่นคือ } P = MC \text{ จะทำให้มีสวัสดิการสังคมสูงสุด}$$



รูปที่ 2.10 กำไรสูงสุดของกิจการ (Mankiw, 2004)

จากรูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของเส้นอุปสงค์ เส้นรายรับหน่วยสุดท้าย (MR) และเส้นต้นทุนของผู้ผลิต เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ถึงปริมาณผลิตที่ทำให้ผู้ผลิตได้กำไรสูงสุด สมมติว่าทำการผลิตที่ปริมาณ Q_1 ต้นทุนหน่วยสุดท้ายจะน้อยกว่ารายรับหน่วยสุดท้าย ถ้ากิจการเพิ่มการผลิตอีกหนึ่งหน่วย จะมีผลให้รายรับเพิ่มขึ้นมากกว่ารายจ่ายและกำไรเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำการผลิตเพิ่มขึ้นในทำนองเดียวกัน ถ้าทำการผลิตที่ปริมาณ Q_2 ในกรณีนี้ต้นทุนหน่วยสุดท้ายจะมากกว่ารายรับหน่วยสุดท้าย ถ้ากิจการเพิ่มการผลิตอีกหนึ่งหน่วย ต้นทุนที่ประหยัดได้จะเกินกว่ารายได้ที่สูญเสีย ดังนั้นจะลดการผลิตลง ในท้ายที่สุดผู้ผลิตจะปรับปริมาณการผลิตให้อยู่ ณ ระดับ Q_{max} ที่รายรับหน่วยสุดท้ายเท่ากับต้นทุนหน่วยสุดท้าย ($MR=MC$) คือ จุด A จะทำให้ผู้ผลิตมีกำไรสูงสุด

การศึกษาการตั้งราคาตามหลักต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย (AIC) ใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์ของค่าเสียโอกาสของการใช้ทรัพยากรหน่วยสุดท้าย ซึ่งต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยนี้จะมีค่าเท่ากับต้นทุนหน่วยสุดท้ายในระยะยาว (Long-run Marginal Cost) และอาศัยหลักการคิดมูลค่าปัจจุบันเนื่องจากต้นทุนส่วนเพิ่มที่เกิดขึ้นมีระยะเวลาหลายปี จึงต้องมีการปรับค่าของเวลาให้เป็นมูลค่าปัจจุบันดังสมการที่ 2.8

$$AIC = \frac{\text{Discount Incremental Cost}}{\text{Discount Incremental Production}} \quad \dots (2.8)$$

การใช้วิธีการต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย จะทำให้ราคาไม่มีความผันผวน เนื่องจากวิธีการคำนวณจะทำให้ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยในแต่ละปีเท่ากันตลอดในระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้การคำนวณจะพิจารณาไปในอนาคต ว่ามีปริมาณความต้องการเพิ่มขึ้นเท่าใด และจะต้องมีค่าใช้จ่าย

ทั้งด้านการลงทุน การดำเนินการ และค่าบำรุงรักษาจำนวนเท่าใดเพื่อสนองตอบกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นนี้ วิธีการนี้จึงยังใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุนหน่วยสุดท้ายที่ใช้ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยและไม่นำเอาต้นทุนจมที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้มาพิจารณา นอกจากนี้ยังเป็นต้นทุนในระยะยาวจึงช่วยในการตัดสินใจการวางแผนของการผลิตและของผู้บริโภคด้วยทั้งนี้มีสูตรในการคำนวณแสดงดังสมการที่ 2.9

$$\sum_{t=0}^T \left(\frac{MC_t \Delta Q_t}{(1+r)^t} \right) = \sum_{t=0}^T \left(\frac{\Delta TC_t}{(1+r)^t} \right) \quad \dots (2.9)$$

จากสมการที่ 2.9 จะเห็นว่าผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนหน่วยสุดท้าย (MC_t) คูณกับปริมาณขายที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งจะเท่ากับผลรวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนส่วนเพิ่มในช่วงที่ทำการศึกษา ทั้งนี้ถ้าใช้หลักการเฉลี่ยให้ต้นทุนหน่วยสุดท้ายแต่ละปีเท่ากันจะสามารถจัดเทอมในสมการที่ 2.9 ใหม่ได้ดังสมการที่ 2.10

$$MC_t \sum_{t=0}^T \left(\frac{\Delta Q_t}{(1+r)^t} \right) = \sum_{t=0}^T \left(\frac{\Delta TC_t}{(1+r)^t} \right) \quad \dots (2.10)$$

ดังนั้นจากสมการที่ 2.10 สามารถหาค่าต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยได้ดังสมการที่ 2.11

$$MC = AIC = \frac{\sum_{t=0}^T \left(\frac{\Delta TC_t}{(1+r)^t} \right)}{\sum_{t=0}^T \left(\frac{\Delta Q_t}{(1+r)^t} \right)} \quad \dots (2.11)$$

จากสมการที่ 2.11 ถ้าแยกต้นทุนออกเป็น 2 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายด้านการลงทุน (Investment Costs) และค่าใช้จ่ายทางด้านการดำเนินการ (Operating and Maintenance Costs) ได้สูตรดังสมการที่ (2.12)

$$AIC = \frac{\sum_{t=0}^T \left((I_t + R_t - R_0) / (1+r)^t \right)}{\sum_{t=0}^T \left((Q_t - Q_0) / (1+r)^t \right)} \quad \dots (2.12)$$

โดยที่ I คือ ค่าใช้จ่ายลงทุน (Capital Cost หน่วย: บาท) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการลงทุนโครงการลงทุนต่างๆที่จะเกิดขึ้น

R คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (หน่วย: บาท) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานตามปกติรวมถึงค่าใช้จ่ายที่อาจจะเพิ่มขึ้นในอนาคตโดยสามารถแบ่งเป็น

- ค่าใช้จ่ายคงที่ หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานโดยไม่ผันแปร เช่น เงินเดือน ค่าจ้าง ค่าตอบแทน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ

- ค่าใช้จ่ายผันแปร หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ผันแปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าพลังงาน ค่าวัสดุที่ใช้

Q คือ ปริมาณการผลิตสุทธิและปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการที่มีโครงการ

r คือ อัตราส่วนลดที่ใช้ปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน โดยอัตราส่วนลดที่เลือกใช้สำหรับการวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐศาสตร์คือ ค่าเสียโอกาสของทุน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาณุพงศ์ เอกอนันต์กุล (2544) ศึกษาต้นทุนของโรงงานผลิตเครื่องประดับเงินแบบหล่อและวิเคราะห์ต้นทุนแปรสภาพให้สอดคล้องกับการผลิตโดยจัดทำเอกสารและรายงานเพื่อจัดทำระบบการเก็บข้อมูลซึ่งใช้ในคำนวณต้นทุนแยกค่าใช้จ่ายลงตามแผนที่เกี่ยวข้องโดยจัดประเภทค่าใช้จ่ายเป็นแรงงานทางตรง ค่าโลหะการผลิตคงที่ ค่าโลหะการผลิตแปรผันและคำนวณหาต้นทุนของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด รวมทั้งวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณต้นทุน ซึ่งจากการวิเคราะห์ต้นทุนแปรสภาพแสดงถึงเกณฑ์ในการจัดสรรค่าใช้จ่ายเข้าสู่ผลิตภัณฑ์โดยแผนกที่การผลิตมีลักษณะขึ้นกับความยาก-ง่าย จะจัดสรรค่าใช้จ่ายด้วย ชั่วโมงแรงงาน ส่วนแผนกที่การผลิตมีลักษณะไม่ขึ้นกับความยาก-ง่าย จะจัดสรรค่าใช้จ่ายด้วย น้ำหนักผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ทำให้ทราบต้นทุนที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดและโครงสร้างต้นทุนของผลิตภัณฑ์โดยละเอียด ซึ่งช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจด้านการกำหนดราคาขาย เสนอราคาขาย การเพิ่ม-ลดหรือเลิกการผลิต โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นช่วยในการลดเวลาและข้อผิดพลาดในการคำนวณต้นทุน

สว่าง วรรณศุภผล (2526) ศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารา โดยศึกษาด้านวัตถุดิบ ด้านการตลาด ด้านวิศวกรรม และวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต ซึ่งศึกษาและเปรียบเทียบเฉพาะกรรมวิธีผลิตด้วยการต้มเยื่อแบบ Sulphate และ Semicheical process จากการศึกษาด้านวัตถุดิบพบว่าไม้ยางพารามีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษซึ่งใช้ไม้ยางพาราที่หมดอายุการให้น้ำยางแล้ว การศึกษาด้านวิศวกรรมมีการเลือกตำแหน่งที่ตั้งโรงงานโดยการให้คะแนนความสำคัญในแต่ละปัจจัยได้ที่ตั้งบริเวณ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา รวมทั้งศึกษากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิต จำนวนพนักงาน รายละเอียดอาคารโรงงานและอื่นๆ การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพบว่าในการดำเนินงานตามโครงการในช่วงระยะเวลา 20 ปี โครงการมีระยะเวลาคืนทุน 8 ปี 1 เดือน ในอัตราผลตอบแทนร้อยละ 14 ต่อปี อัตราผลตอบแทนการลงทุนทั้งสิ้นร้อยละ 22.07 ต่อปี และการวิเคราะห์ความไวของโครงการพบว่าอัตราผลตอบแทนยังคงสูงเป็นที่น่าพอใจและระยะเวลาคืนทุนไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โครงการจึงมีความเหมาะสมในการลงทุน

ปานทิพย์ จิระมหาคุณ (2544) ศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งสายการบินของ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด โดยศึกษาความเป็นไปได้ด้านการตลาดด้วยการใช้ SWOT analysis เพื่อหาปัจจัยที่นำไปสู่ความสำเร็จในการจัดตั้งสายการบินดังกล่าว รวมทั้งวิเคราะห์ด้านการทำเลที่ตั้งซึ่งพบว่าภาคใต้ของประเทศไทยมีความเหมาะสมในการจัดตั้งสายการบินมากที่สุด การศึกษาความเป็นไปได้ด้านวิศวกรรมศึกษาเกี่ยวกับการประมาณการจำนวนผู้โดยสารโดยใช้สมการเส้นตรง การจัดหาเครื่องบินที่เหมาะสม การวางแผนฝูงบิน การวางแผนเที่ยวบิน โดยมีการคำนวณต้นทุนและราคาค่าโดยสาร และการศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงินโดยวิเคราะห์ความไวของโครงการพบว่าโครงการมีความเป็นไปได้หากบริษัทมีจำนวนผู้โดยสาร 50% ของผู้โดยสารทั้งหมดในแต่ละสนามบิน ซึ่งบริษัทจะขาดดุลใน 3 ปีแรกหลังจากนั้นจะได้กำไรใน 2 ปีหลัง (โครงการมีอายุ 5 ปี) โดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ของโครงการเท่ากับ 10.95 ล้านบาท โดยใช้อัตราคิดลด 10% และมีอัตราผลตอบแทนการลงทุนทั้งสิ้น 19.85%

นนทชัย อึ้งชัยพาณิชย์ (2546) ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตปูนขาวโดยใช้เตาตั้งขนาดเล็กแบบต่อเนื่อง (Small-Scale Continuous Vertical Shaft Kiln) ที่ยังไม่มีผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมปูนขาวในประเทศไทยนำมาใช้แทนเตาแบบเผาทีละครั้ง (Batch Kiln) ซึ่งวิเคราะห์และเปรียบเทียบทางด้านวิศวกรรมพบว่าประสิทธิภาพของเตาแบบเผาทีละครั้งมีค่าต่ำมาก เนื่องจากมีการสูญเสียความร้อนมาก ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง การวิเคราะห์ด้านการเงินโดยเปรียบเทียบเตาตั้งขนาดเล็กแบบต่อเนื่องและเตาแบบเผาทีละครั้ง พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ของเตาเผาขนาดเล็กแบบต่อเนื่องมีค่าเป็นบวก (1,355,308.60 บาท) จึงมีความเป็นไปได้ในการลงทุนเมื่อเทียบกับเตาแบบเผาทีละครั้งที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิน้อยกว่า (108,880.00 บาท) ส่วนอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของเตาตั้งขนาดเล็กแบบต่อเนื่องมีค่า 37.01% มากกว่าเตาแบบเผาทีละครั้ง (IRR=11.12%) และระยะเวลาคืนทุนของเตาตั้งขนาดเล็กแบบต่อเนื่อง คือ 2.59 ปี เร็วกว่าเตาแบบเผาทีละครั้งที่มีระยะเวลาคืนทุน 5.86 ปี ทำให้มีความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนมาใช้เตาตั้งขนาดเล็กแทนเตาเผาทีละครั้งซึ่งน่าจะมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยกว่า

ปรเมษฐ์ มังกรพาณิชย์ (2549) ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการกิจการโรงงานน้ำแข็ง จ.ปทุมธานีและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการซื้อน้ำแข็งของผู้ส่ง ผู้ค้าปลีก ผู้บริโภค สภาพการแข่งขันของผู้ค้าส่ง ผู้ค้าปลีก และสภาวะการแข่งขันในตลาดของธุรกิจโรงงานน้ำแข็งโดยการออกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ค้าน้ำแข็งและผู้บริโภคน้ำแข็ง โครงการเป็นการเปรียบเทียบการขยายกิจการโรงงานน้ำแข็ง 2 โรง คือ โรงงานผลิตน้ำแข็งของและโรงงานผลิตน้ำแข็งยูนิค โดยการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินจากอายุโครงการ 25 ปี และใช้อัตราคิดลด 7% พบว่าโครงการโรงงานน้ำแข็งของและโครงการโรงงานน้ำแข็งยูนิค มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)

เท่ากับ -2,597,047.18 บาท และ 27,665,937.66 บาท ตามลำดับ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 6.60 และ 11.76 โดยโครงการโรงน้ำแข็งยูนิค ใช้การกู้ 100% มีความเป็นไปได้มากกว่าโครงการโรงน้ำแข็งของ และการวิเคราะห์ความไวพบว่าโครงการโรงน้ำแข็งยูนิคมีความไวต่อรายรับมากกว่าต้นทุน

พิณทิพย์ ศรีสมัย, เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี และสุเมธ ไชยประพัทธ์ (2552) วิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ในการบริหารจัดการมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบของเทศบาลนครสงขลา จังหวัดสงขลาเพื่อประเมินมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมหรือด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นผลกระทบวงนอกโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 3 ฉบับ คือ แบบสอบถามประชาชนในเขตเทศบาลสงขลา แบบสอบถามพนักงานเก็บขนมูลฝอยและกำจัดมูลฝอย และแบบสอบถามประชาชนรอบบ่อฝังกลบมูลฝอย จากผลการศึกษาพบว่าโครงการมีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมเท่ากับ 201,451,311.34 บาท และ 664,522,578.56 บาท ตามลำดับ ส่วนมูลค่าปัจจุบัน (NPV) ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 12 ระยะเวลา 12 ปี เท่ากับ 28,940,535.03 บาท ซึ่งมีค่าเป็นบวก และอัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (BCR) เท่ากับ 2.09 เมื่อพิจารณาความไวของโครงการพบว่า โครงการมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ในทุกกรณียกเว้นไม่คิดผลกระทบวงนอก (ไม่คิดทั้งต้นทุนและผลประโยชน์ภายนอก) ซึ่งมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ -2,038,967.04 บาท และอัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 0.00 งานวิจัยได้มีการเสนอแนะว่าการแยกมูลฝอยนำไปขายเป็นมูลฝอยรีไซเคิลจะช่วยยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบเพราะพื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบมีค่อนข้างจำกัดและมีการเสียต้นทุนค่าเสียโอกาสเทศบาลนครสงขลาจึงควรมีการพิจารณาลงทุนสร้างโรงงานคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำไปขายต่อไป

Arena, Mastellone and Perugini (2003) ศึกษาการรีไซเคิลของขยะจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกในอิตาลีโดยเก็บรวบรวมพลาสติกบรรจุเครื่องดื่ม PE และ PET ที่ใช้แล้วมารีไซเคิลด้วยกระบวนการทางกายภาพ โดยศึกษาการใช้พลังงานและวัตถุดิบตลอดจนของเสียที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมเพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์พลาสติกด้านสิ่งแวดล้อมและในกาลลงทุนซึ่งการวิจัยนี้เป็นการร่วมมือของ the Italian Consortium for Packaging (CONAI) และบริษัทต่างๆของอิตาลีที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์PETรีไซเคิลบดของงานวิจัยใช้พลังงานในการผลิตทั้งหมดอยู่ระหว่าง 42-55 MJ ขึ้นอยู่กับของเสียในแต่ละกระบวนการ (โดยเฉพาะการคัดแยกและกระบวนการแปรรูป)เทียบกับ virgin PET ที่ปริมาณเท่ากันใช้พลังงานมากกว่า 77 MJ ซึ่งการรีไซเคิลสามารถประหยัดพลังงานอย่างมาก และพลาสติกกรีไซเคิล PE ใช้พลังงานทั้งหมด 40-49 MJ เทียบกับ virgin PE ใช้พลังงานทั้งหมด 80 MJ โดยคำนวณจากการใช้งานสุดท้ายของพลาสติก virgin และรีไซเคิลที่ไม่แตกต่างกัน การวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางใน

การเปรียบเทียบความแตกต่างเกี่ยวกับของเสียที่เกิดขึ้นในโครงการอื่น ๆ รวมทั้งการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบที่แตกต่างออกไป

Franklin Associates (2007) ศึกษาวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Inventory) ของขวดพลาสติกขนาด 12-ounce จำนวน 10,000 ใบ ของสหรัฐอเมริกา โดยทั่วไปทำจากพลาสติก PET โดยสร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบขวดพลาสติก 3 ประเภท คือ 1. ขวดพลาสติก polylactide (PLA) 2. ขวดพลาสติกจาก PET ที่ไม่มีการนำมารีไซเคิล ซึ่งจะกลายเป็น solid waste และจะถูกกำจัดด้วยการเผาเป็นพลังงานจำนวนร้อยละ 20 ส่วนอีกร้อยละ 80 จะถูกนำไปฝังกลบ 3. ขวดพลาสติกจาก PET มีการนำมารีไซเคิลร้อยละ 23.5 เผาเป็นพลังงานร้อยละ 15.3 และฝังกลบร้อยละ 61.2 (รายงานจาก NAPCOR และ APR ปี 2006) จากการวิเคราะห์พบว่าขวดพลาสติก PLA มีการใช้พลังงานมากกว่าขวดพลาสติก PET ที่ไม่มีการรีไซเคิล และมีการรีไซเคิลอย่างมีนัยสำคัญ คือ 19.0 GJ ,16.6GJ และ 15.2 GJ ตามลำดับ ขวดพลาสติก PET ที่มีการรีไซเคิลยังทำให้ solid waste ลดลงร้อยละ 14 นอกจากนี้ขวดพลาสติกPET ที่มีการรีไซเคิลปล่อย Greenhouse Gases เช่น CO_2 , N_2O , CFC, CH_4 , CH_2Cl_2 เป็นต้น น้อยกว่าขวดพลาสติก PLA และ PET ที่ไม่มีการรีไซเคิล

Joosten (2001) วิเคราะห์การดำเนินงานของพลาสติกในอุตสาหกรรมของเนเธอร์แลนด์และยุโรปตะวันตกโดยศึกษาการไหลของวัตถุดิบเพื่อเพิ่ม Productivity ตลอดจนการใช้พลังงานและการปล่อย CO_2 สู่บรรยากาศสำหรับเป็นฐานความรู้ในการลดปริมาณการใช้วัตถุดิบและพลังงานรวมถึงการปล่อย CO_2 ในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก โดยมีการพัฒนาวิธีการขึ้นมาที่เรียกว่า STREAMS (Statistical Research for Analysing Material Streams) ใช้วิเคราะห์ input, flow และ final consumption ของวัตถุดิบโดยใช้ตารางการใช้งานและความต้องการของวัตถุดิบ, ผลิตภัณฑ์และบริการของอุตสาหกรรม การหาปริมาณเชื้อเพลิงจากการใช้วัตถุดิบคำนวณจาก material balance ของวัฏจักรพลาสติก ส่วนปริมาณเชื้อเพลิงจากการใช้พลังงานในการผลิตและปริมาณ CO_2 ที่ปล่อยออกมาได้จากกระบวนการทั้งหมดในวัฏจักร ซึ่งจากการคำนวณพบว่า ปี 1994 วัฏจักรของพลาสติกในยุโรปตะวันตกใช้พลังงานประมาณ 2,300 PJ หรือ 4.4% ของพลังงานที่ใช้ในยุโรปตะวันตกในปีนั้น (1,100 PJ จากการใช้วัตถุดิบนอกนั้นได้จากการใช้พลังงานในการผลิต) ปริมาณการปล่อย CO_2 ในวัฏจักรของพลาสติกประมาณ 80 เมกะตัน (2.3% ของปริมาณการปล่อย CO_2 ในยุโรปตะวันตก ปี 1994) การใช้เชื้อเพลิงที่สำคัญในวัฏจักรพลาสติกมาจาก polymers production (28%), alkenes production (23%) และ plastics processing (18%) ซึ่งมีสัดส่วนการปล่อย CO_2 ของวัฏจักรในยุโรปตะวันตกเป็น 27%, 17% และ 14% ตามลำดับ จากงานวิจัยสรุปว่าควรใช้ biomass เป็นวัตถุดิบในการผลิตจะสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงและวัตถุดิบในการผลิตรวมทั้งการปล่อย CO_2 ส่วนการฝังกลบและการเผาขยะพลาสติก

ไม่ช่วยปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและวัตถุดิบในการผลิตได้แต่การเผาขยะกลับเพิ่มปริมาณการปล่อย CO₂ การจัดการขยะที่ดีที่สุดคือการรีไซเคิลทางกายภาพซึ่งสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงและวัตถุดิบในการผลิตและการปล่อย CO₂ ได้อย่างมาก

Jeffrey (2004) อธิบายการเปรียบเทียบของ 2 โครงการจัดทำโดย Sound Resource Management (SRMG) คือ the San Luis Obispo County Integrated Waste Management Authority (SLOIWMA) และ the Washington State Department of Ecology (WA Ecology) ซึ่งทั้ง 2 โครงการใช้เทคนิควิเคราะห์วัฏจักรชีวิต (life cycle assessment: LCA) ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการเก็บรวบรวมขยะของแข็งจากบ้านเรือนและกิจการต่างๆ ซึ่งโครงการ SLOIWMA เปรียบเทียบการรีไซเคิลจากบ้านเรือนและกิจการที่ต่อต้านการกำจัดด้วยการฝังกลบ โดยก๊าซที่ได้จากการฝังกลบนำไปใช้เป็นพลังงานต่อไป ส่วนโครงการ WA Ecology เปรียบเทียบการรีไซเคิลและการฝังกลบใน 3 พื้นที่ใน Washington State ซึ่งก๊าซที่ได้จากการฝังกลบนำไปใช้ในการเผาไหม้ และพื้นที่ที่ 4 ใน Washington State ขยะของแข็งถูกกำจัดโดยเปลี่ยนเป็นพลังงาน (waste to energy :WTE) ด้วยการเผาไหม้และเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า จากการเปรียบเทียบพบว่าการรีไซเคิลเป็นการจัดการขยะที่สามารถลดการใช้พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ มากกว่าการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบหรือการเผา เนื่องจากเป็นการอนุรักษ์พลังงานและป้องกันการเกิดมลภาวะด้วยการรีไซเคิลแทนการใช้วัตถุดิบใหม่ในการผลิตงานวิจัยได้เสนอแนะว่าหากพิจารณาต้นทุนด้านเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้น การรีไซเคิลมีมูลค่าด้านประโยชน์ต่อส่วนรวมมากกว่า

สมคิด หาญภูมิพงศ์ (2546) ศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำประเภทที่ไม่ใช้เชื้อเพลิงกับการก่อสร้างโรงงานไฟฟ้าพลังความร้อนประเภทใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงเพื่อการตัดสินใจในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าในอนาคตและศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของการผลิตไฟฟ้ากับราคาค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

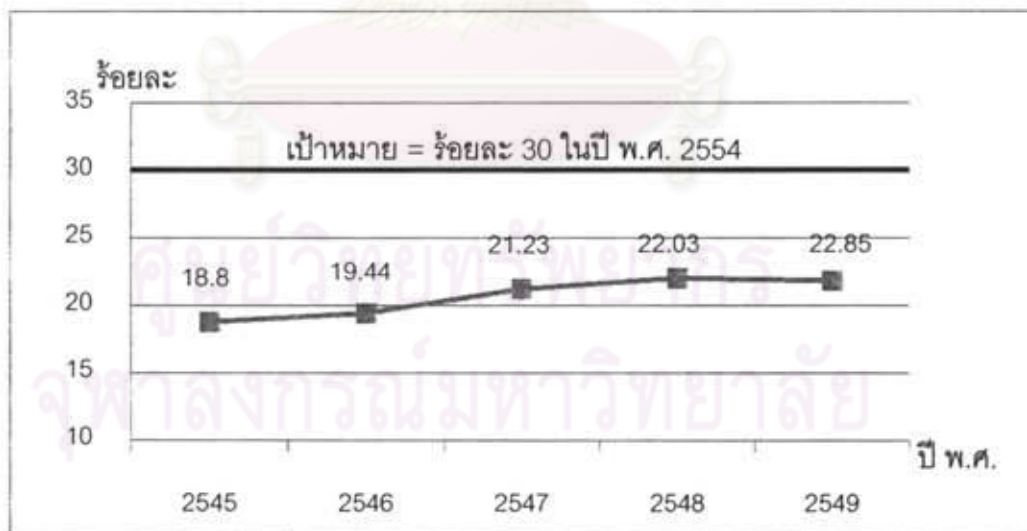
ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3 สถานการณ์ทั่วไป

3.1 สถานการณ์ขยะของประเทศไทย

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรบริโภคของคนไทย ส่งผลให้ปริมาณขยะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2551 มีปริมาณขยะชุมชนทั่วประเทศประมาณ 15.03 ล้านตัน หรือวันละ 41,064 ตัน (ไม่รวมปริมาณขยะก่อนที่จะนำมาทิ้งในถัง) ประกอบด้วยขยะในเขตกรุงเทพมหานครวันละ 8,780 ตัน หรือร้อยละ 21 เขตเทศบาลวันละ 14,915 ตัน หรือร้อยละ 36 และนอกเขตเทศบาลครอบคลุมองค์การบริหารส่วนตำบลวันละ 17,369 ตัน หรือร้อยละ 43 ของปริมาณขยะทั่วประเทศ โดยมีการกำจัดอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการประมาณวันละ 15,540 ตัน หรือร้อยละ 38 ของปริมาณขยะทั่วประเทศ

นอกจากการจัดการขยะชุมชนแล้ว ภาครัฐและภาคประชาสังคมยังมีการรณรงค์เพื่อสร้างจิตสำนึกให้มีการนำขยะกลับมาใช้อย่างต่อเนื่อง ทำให้สัดส่วนการนำขยะชุมชนกลับมาใช้ใหม่ในช่วง 5 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2545-2549 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงดังรูปที่ 3.1 โดยในปี พ.ศ. 2548 มีสัดส่วนการนำขยะประเภทกระดาษกลับมาใช้ใหม่มากที่สุดร้อยละ 6.4 รองลงมา คือ เหล็กและแก้ว ร้อยละ 6.0 และ 5.2 ตามลำดับ ส่วนขยะพลาสติกมีการนำกลับมาใช้ใหม่เพียงร้อยละ 2.5 แสดงดังตารางที่ 3.1 จึงควรส่งเสริมให้มีการคัดแยกและรวบรวมขยะพลาสติกเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ต่อไป



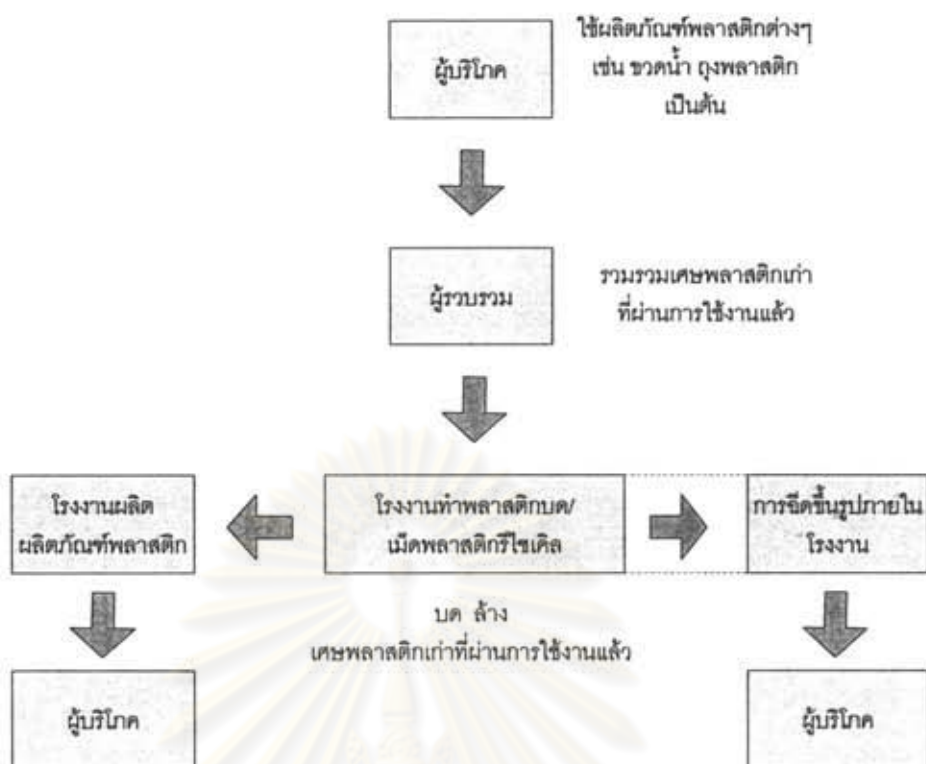
รูปที่ 3.1 สัดส่วนขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ใหม่ระหว่าง พ.ศ. 2545-2549 (สผ., 2551)

ตารางที่ 3.1 ปริมาณขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ใหม่ในปี พ.ศ. 2548 (สผ., 2550)

ประเภทขยะชุมชน	ปริมาณการนำกลับมาใช้ใหม่	
	ตัน	ร้อยละ
ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยน้ำชีวภาพ	200,000	1.3
แก้ว	737,000	5.2
กระดาษ	914,500	6.4
พลาสติก	354,000	2.5
เหล็ก	855,500	6.0
อะลูมิเนียม	88,500	0.6
รวม	2,950,000	22.0

ปัจจุบันการรีไซเคิลพลาสติกด้วยกระบวนการทางกายภาพได้รับการนิยามอย่างกว้างขวาง โดยการนำพลาสติกที่ผ่านการใช้งานแล้วเข้าสู่กระบวนการบดให้มีลักษณะเป็นเกร็ดหรือเม็ด พลาสติกและล้างทำความสะอาดเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้เม็ดพลาสติกรีไซเคิล โดยอุตสาหกรรมพลาสติกรีไซเคิลเริ่มจากการมีผู้รวบรวมพลาสติกที่ผ่านการใช้งานแล้วจากการรับซื้อพลาสติกตามแหล่งกำเนิดต่างๆ เช่น บ้านเรือน ร้านค้า โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ผู้รวบรวม อาจอยู่ในรูปโรงงานคัดแยกขยะหรือร้านรับซื้อของเก่า จะทำการคัดแยกประเภทพลาสติกและบีบอัดเป็นก้อนเพื่อความสะดวกในการขนส่งเพื่อจัดส่งให้กับโรงงานรีไซเคิลพลาสติก ซึ่งอาจมีการฉีดขึ้นรูปภายในโรงงานหรือจำหน่ายให้กับโรงงานฉีดขึ้นรูปเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จากการรีไซเคิลต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 ภาพรวมของอุตสาหกรรมเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล

3.2 กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก

กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นกับลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์พลาสติก กระบวนการขึ้นรูปพลาสติกที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางสามารถจำแนกได้ดังนี้

3.2.1 กระบวนการอัดรีดขึ้นรูป (Extrusion)

ผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมพลาสติกส่วนใหญ่มีการขึ้นรูปแบบการอัดรีด โดยการหลอมผงหรือเม็ดพลาสติกด้วยความร้อนทำให้เกิดรูปร่างที่ปลายเปิดซึ่งเรียกว่า หัวได (Die) กระบวนการอัดรีดขึ้นรูปถูกประยุกต์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ แบ่งออกได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การผลิตงานอัดรีดขึ้นรูปท่อ (Pipes) และโพรไฟล์ (Profile)

การผลิตงานอัดรีดขึ้นรูปท่อ (Pipes) และโพรไฟล์ (Profile) ใช้สำหรับการอัดรีดขึ้นรูปท่อและพลาสติกรูปพรรณ นิยมผลิตเป็นส่วนประกอบของประตู หน้าต่าง อาคาร บ้านเรือน พลาสติกที่นิยมใช้ในการทำท่อและพลาสติกรูปพรรณมีหลายชนิด เช่น PVC ทั้งชนิดอ่อนและแข็ง, HDPE, PP, ABS, PMMA, PA เป็นต้น

2. การผลิตฟิล์มโดยการเป่า (Blow Film Extrusion)

การผลิตฟิล์มโดยใช้หัวไดรูปร่างแหวน สามารถใช้งานได้หลายรูปแบบ โดยแผ่นฟิล์มแบบหนาเหมาะสำหรับการใช้งานหนักนิยมใช้ในงานเกษตรกรรม การก่อสร้าง ส่วนฟิล์ม

แบบบางนิยมผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ เช่น การห่อ เคลือบผิวกระป๋อง ถุงใส่ของ เป็นต้น พลาสติกที่นิยมนำมาขึ้นรูปมากที่สุด ได้แก่ โพลีเอทิลีนส์ (LDPE, LLDPE, HDPE)

3. การผลิตแผ่นและฟิล์มพลาสติก (Sheet and Film Extrusion)

ฟิล์มพลาสติกมีความหนาไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร หน้ากว้างและผิวเรียบ สามารถม้วนเก็บได้ ส่วนแผ่นพลาสติกมีความหนามากกว่า 0.5 มิลลิเมตร ไม่สามารถม้วนเก็บได้ พลาสติกที่นิยมนำมาขึ้นรูป ได้แก่ PP มีความแข็งแรงและทนแรงกระแทกได้ดี สามารถทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายสีและมีอุณหภูมิการบิดตัวสูง นิยมผลิตชิ้นงานที่ใช้อุณหภูมิสูง และ PET นิยมผลิตบรรจุภัณฑ์และอุปกรณ์ที่ต้องการความใส

4. การผลิตเส้นใยพลาสติก (Monofilament Extrusion)

การผลิตเส้นใยพลาสติกถูกใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย โดยเส้นใยที่นิยมผลิต ได้แก่ ไนลอน โพลีเอสเตอร์ และ PP

3.2.2 กระบวนการฉีดขึ้นรูป (Injection)

กระบวนการฉีดขึ้นรูปสามารถทำได้โดยการฉีดพลาสติกหลอมลงในแม่พิมพ์ด้วยแรงอัดสูง สามารถขึ้นรูปพลาสติกได้หลายประเภท เช่น PS, ABS, PP, PVC, PE เป็นต้น ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการฉีดขึ้นรูปมีการใช้งานในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย สามารถแบ่งผลิตภัณฑ์พลาสติกได้ 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1. กลุ่มชิ้นงานพลาสติกที่มีขนาดเล็ก ตัวอย่างชิ้นงานในกลุ่มนี้ ได้แก่ ชิ้นส่วนนาฬิกาข้อมือ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ
2. กลุ่มชิ้นงานพลาสติกที่มีขนาดกลาง เป็นกลุ่มของชิ้นงานที่มีการผลิตมากที่สุด ตัวอย่างชิ้นงานในกลุ่มนี้ ได้แก่ ของใช้ในครัวเรือน และเก้าอี้พลาสติก
3. กลุ่มชิ้นงานพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ เป็นกลุ่มชิ้นงานที่มักมีการลงทุนสูงมากที่สุด ตัวอย่างชิ้นงานในกลุ่มนี้ ได้แก่ เฟอร์นิเจอร์ กันชนรถยนต์ และชั้นวางของ

3.2.3 กระบวนการเป่าขึ้นรูป (Blow Molding)

กระบวนการเป่าขึ้นรูปเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะกลวงและปากแคบ ได้แก่ ขวดและภาชนะบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ถือเป็นกระบวนการผลิตลำดับ 3 รองจากงานอัดรีด และงานฉีดพลาสติก กระบวนการเป่าขึ้นรูปที่ใช้ในอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. การอัดรีดเป่าขึ้นรูป (Extrusion Blow Molding)

การอัดรีดเป่าขึ้นรูปนิยมผลิตมากที่สุดในการผลิตงานเป่าขึ้นรูป โดยมีการผลิตสายท่อ (Parison) ขึ้นมาก่อนและให้พลาสติกไหลออกมาจาก Extruder ผ่านลงมายังหัวใดเป็นสายท่อและนำไปเป่าขึ้นรูปในแม่พิมพ์ ตัวอย่างชิ้นงาน ได้แก่ การผลิตขวดทั่ว ๆ ไป

2. การฉีดเป่าขึ้นรูป (Injection Blow Molding)

การฉีดเป่าขึ้นรูปสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีรอยต่อที่คอและก้นของภาชนะ มีความหนาเฉลี่ยที่แน่นอนและใกล้เคียงกัน ไม่มีส่วนเกิน (Flash) ที่ต้องตัดทิ้ง ไม่มีรอยตำหนิ (Pinch-Off-Scars) ผิวของชิ้นงานเรียบและลื่น จึงผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพมากกว่าการอัดรีดเป่าขึ้นรูปและสามารถขึ้นรูปพลาสติกบางตัวที่มีความแข็งแรงของโพลิเมอร์หลอมต่ำเกินไปทำให้ไม่สามารถขึ้นรูปได้ด้วยการอัดรีดเป่าขึ้นรูป เช่น PS, PET เป็นต้น ตัวอย่างชิ้นงาน ได้แก่ ขวดที่ต้องการความเที่ยงตรงบริเวณปากขวดสูง และต้องการขนาดของเกลียวที่แน่นอน หรือภาชนะที่มีปากกว้าง มีหูหิ้ว

3. การฉีดเป่าที่ทำการดึงขณะเป่า (Stretch Injection Blow Molding)

การฉีดเป่าที่มีการดึงโพลิเมอร์บนแกนให้ยืดออกในแนวแกนของแม่พิมพ์ขณะเป่าลมทำให้ชิ้นงานมีสมบัติทางกลที่ดี เช่น ทนกระแทก ทนต่อแรงอัด เป็นต้น สามารถผลิตพลาสติกเกรดต่ำให้มีคุณภาพดีขึ้น มีลักษณะโปร่ง แข็งแรงและมีความมัน นิยมขึ้นรูปพลาสติก HDPE และ PET ตัวอย่างชิ้นงาน ได้แก่ ขวดนม ขวดน้ำมันพืชและขวดน้ำอัดลม

3.2.4 กระบวนการแม่พิมพ์หมุน (Rotation Molding)

กระบวนการแม่พิมพ์หมุนเป็นการที่ผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะซับซ้อนและขนาดใหญ่ ซึ่งไม่สามารถผลิตได้โดยกระบวนการขึ้นรูปแบบอื่นๆ ได้ โดยการใช้ความดันและอัตราเข็มนาฬิกา ทำให้ต้นทุนในการทำแม่พิมพ์และอุปกรณ์อื่นๆ ของเครื่องขึ้นรูปต่ำ นิยมขึ้นรูปพลาสติก HDPE และ LDPE เนื่องจากมีราคาถูก น้ำหนักเบา ทนต่อแรงแตกหัก และใช้เวลาในการผลิตน้อย ตัวอย่างชิ้นงาน ได้แก่ ถังขนาดใหญ่ ท่อ และถังน้ำมันเชื้อเพลิง

3.2.5 กระบวนการอัดขึ้นรูป (Compression Molding)

กระบวนการอัดขึ้นรูปเป็นการให้ความร้อนและแรงอัดที่เหมาะสมกับผงหรือเม็ดพลาสติกในแม่พิมพ์ นิยมขึ้นรูปพลาสติกกลุ่มเทอร์โมเซตและยาง นอกจากนี้ยังนิยมขึ้นรูปเทอร์โมพลาสติกที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการอื่นยาก เช่น การขึ้นรูปเทอร์โมพลาสติกที่มีการผสมไฟเบอร์ต่างๆ เพื่อผลิตเส้นใยแก้ว และเส้นใยคาร์บอน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์สามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สวิตช์ไฟฟ้า กล่องบรรจุสวิตช์ ส่วนประกอบคอมไฟ เป็นต้น นอกจากนี้ยังผลิตเป็นวัสดุทนความร้อนชนิดต่าง ๆ เช่น มือจับของเครื่องครัว มือจับเตารีด งาน ชาม ด้าม ที่เขี่ยบุหรี่ เป็นต้น

3.2.6 กระบวนการ Thermoforming และ Laminating

กระบวนการ Thermoforming และ Laminating เป็นกระบวนการที่ใช้วัตถุดิบจากกระบวนการ Sheet and Film Extrusion เป็นวัตถุดิบในการผลิต มีรายละเอียดดังนี้

1. กระบวนการ Thermoforming

กระบวนการ Thermoforming เป็นการขึ้นรูปโดยให้ความร้อนแก่แผ่นฟิล์ม หรือแผ่นพลาสติกจนถึงอุณหภูมิอ่อนตัวและใช้แรงบังคับให้แนบกับแม่พิมพ์ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้แรงดูดของสูญญากาศ (Vacuum Forming) หรือแรงอัดลม (Blow Forming) หลังจากนั้นทำให้เย็นเพื่อให้ชิ้นงานคงรูปตามแบบของแม่พิมพ์ ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ขึ้นรูปจากกระบวนการ Thermoforming เช่น ถ้วยน้ำดื่ม กล่องและภาชนะใส่อาหารสำเร็จรูป ภาชนะอาหาร เป็นต้น

2. กระบวนการ Laminating

กระบวนการ Laminating เป็นการเคลือบหรืออัดชั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเคลือบแบบผง แบบใช้ไฟฟ้าสถิต แบบใช้ความร้อน เป็นต้น โดยการใช้พลาสติกเหลวเคลือบบนวัสดุตามความหนาที่ต้องการช่วยให้วัสดุมีความแข็งแรง กันน้ำและความชื้น รวมถึงป้องกันรอยขีดข่วนบนพื้นผิววัสดุ สามารถเคลือบวัสดุได้หลายชนิด เช่น กระดาษ พลาสติก ผ้า เป็นต้น

3.2.7 กระบวนการอื่นๆ

1. กระบวนการ Casting

กระบวนการ Casting เป็นกระบวนการขึ้นรูปโดยการหล่อวัตถุดิบเป็นของเหลวในแม่พิมพ์ สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น แผ่นอะครีลิก ป้ายโฆษณา ป้ายจราจร เฟืองและเกียร์พลาสติก เป็นต้น

2. กระบวนการ Foaming

- Structural Foam เป็นกระบวนการผลิตโฟมโดยการฉีดฟองอากาศเข้าไปในเนื้อชิ้นงาน นิยมผลิตเป็นเครื่องเล่นต่างๆ ในสนามเด็กเล่น

- Extrusion slab/sheet กระบวนการผลิตโฟมโดยการพอกตัวของเม็ดโพลีเมอร์ให้มีการขยายตัวและลำเลียงสู่แม่พิมพ์เพื่อขึ้นรูปหรือฉีดกึ่งการเพื่อทำปฏิกิริยากับโพลีเมอร์ทำให้เกิดการขยายตัว โพลีเมอร์ที่ใช้งานส่วนใหญ่เป็น PS และ PP นิยมผลิตเป็นกล่องโฟม แผ่นโฟม โฟมกัน กระแทก โฟมห่มวกกันน็อก ฟองน้ำ

3. กระบวนการ Fabricator

กระบวนการ Fabricator เป็นกระบวนการที่ใช้พลาสติกพื้นฐานเป็นวัตถุดิบ เช่น แผ่นหรือฟิล์มพลาสติกมาแปรรูปโดยการเปลี่ยนรูปร่าง เป็นต้น

4. กระบวนการ Transfer

กระบวนการ Transfer เป็นกระบวนการฉีดหรืออัดส่งคอมพาวด์หลอมเข้าไปในตัวอย่างชิ้นงาน ได้แก่ ชิ้นงานที่ผลิตพลาสติกเทอร์โมเซตที่มีความซับซ้อนหรือหุ้มวัสดุอื่นได้

การจำแนกกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกและประเภทผลิตภัณฑ์รวมถึงวัตถุดิบที่นิยมใช้ในการผลิต แสดงดังตารางที่ 3.2

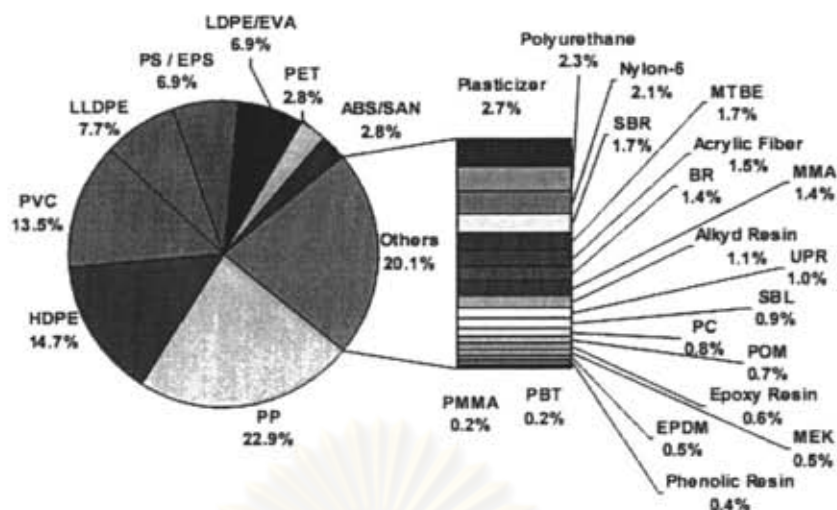
ตารางที่ 3.2 การจำแนกประเภทกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

กระบวนการผลิต	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ (ประเภทเม็ดพลาสติก)
Blow Molding	ขวดน้ำดื่ม น้ำอัดลม น้ำมันพืช	PP,PE,PET,HDPE
Injection Molding	ชิ้นส่วนรถยนต์ อิเล็กทรอนิกส์, เครื่องใช้ไฟฟ้า, ชิ้นวางของ	PP,PE,HDPE,ABS,PS,PC
Blow Film Extrusion	ถุงพลาสติก	HDPE, LDPE,LLDPE
Film Extrusion	แผ่นฟิล์มบาง (บรรจุภัณฑ์, เทปกาว)	PP,PE,LDPE,HDPE
Sheet Extrusion	แผ่นพลาสติก, ฟิล์มพลาสติก	PP,PE,PS,PMMA
Pipe and Profile Extrusion	ท่อประปา, ท่อระบายน้ำ, รางน้ำฝน, ขอบหน้าต่าง	PVC,PE,PP,HDPE
Rotational Molding	ถังเก็บน้ำขนาดใหญ่, ถังขยะ	PVC,PP,HDPE
Thermoforming	ถาดใส่บรรจุภัณฑ์อาหาร, ถ้วยน้ำดื่ม	PS,PE,PP,PET
Laminating	ถุงใส่ขนมอบกรอบ, ถุงบรรจุภัณฑ์หลายชั้น	PE,PP
Compressed Molding	ถ้วย, จาน, ชาม, ช้อน	Melamine

3.3 อุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทย

3.3.1 ขนาดของอุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทย

ปี พ.ศ. 2548 อุตสาหกรรมพลาสติกมีการใช้เม็ดพลาสติกสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกประมาณ 3.5 ล้านตัน เนื่องจากวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมพลาสติก คือ เม็ดพลาสติก การพิจารณาปริมาณการใช้เม็ดพลาสติกสามารถแสดงถึงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และขนาดอุตสาหกรรม โดยเม็ดพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุด ได้แก่ PP มีการใช้งานมากถึงร้อยละ 22.9 รองลงมาได้แก่ HDPE มีการใช้งานร้อยละ 14.7 ส่วน PET มีการใช้งานร้อยละ 2.8 ของการใช้เม็ดพลาสติกทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ปริมาณการใช้เม็ดพลาสติกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2548 (ไม่รวมเส้นใยโพลีเอสเตอร์)
(สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2550)

3.3.2 การกระจายตัวของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทย

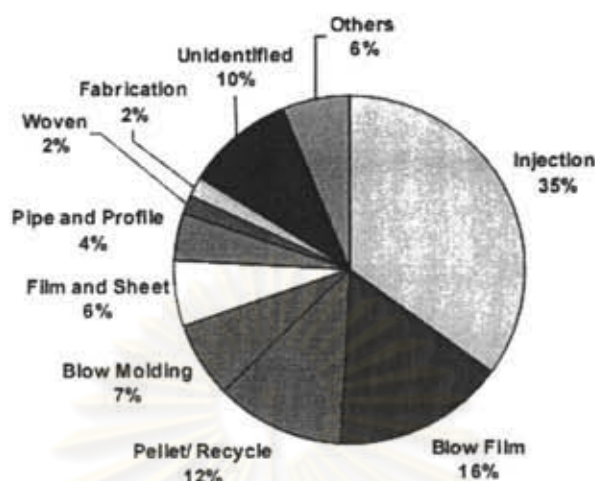
ปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยมีผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้งหมด 5,013 โรงงาน มีสัดส่วนการกระจายตัวตามภูมิภาคต่างๆ ดังนี้

● กรุงเทพมหานครและปริมณฑล	ร้อยละ	75
● ภาคตะวันออก	ร้อยละ	11
● ภาคกลาง	ร้อยละ	5
● ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ร้อยละ	5
● ภาคเหนือ	ร้อยละ	2
● ภาคใต้	ร้อยละ	2

การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกถือเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆ ดังนั้นจึงมีโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ต้องการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติก เช่น การผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จะมีการผลิตในบริเวณใกล้เคียงกับฐานการผลิตรถยนต์ เป็นต้น เนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรมต่างๆ ของประเทศไทยเริ่มต้นจากกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจึงทำให้เกิดการกระจุกตัวของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นจำนวนมาก ภาครัฐจึงมีนโยบายสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมในภูมิภาคอื่นๆ ตามมาภายหลัง เช่น การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก เป็นต้น

3.3.3 ประเภทของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก จำแนกตามกระบวนการผลิต

สัดส่วนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2548 จำแนกตามกระบวนการผลิต แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 สัดส่วนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของประเทศไทยจำแนกตามกระบวนการผลิต ในปี พ.ศ. 2548 (สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2550)

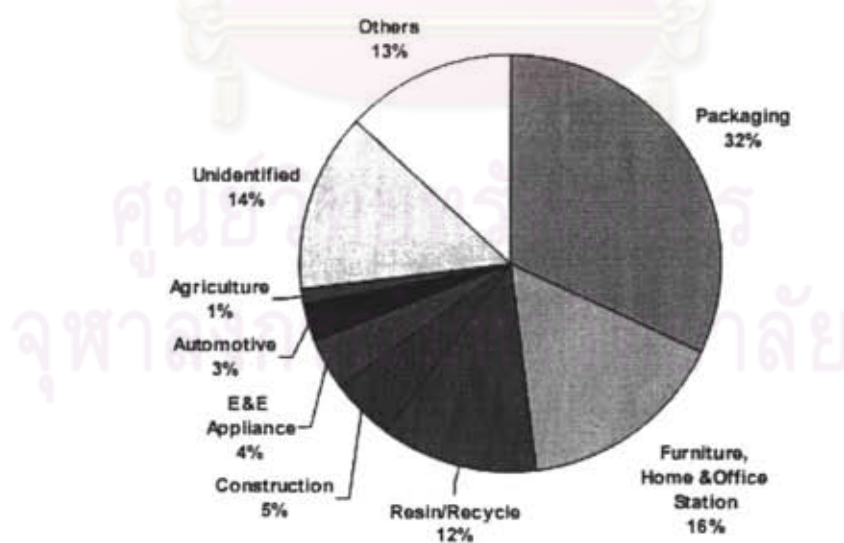
ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทยส่วนใหญ่มีการกระจุกตัวอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมาณซอลมากที่สุด โดยสัดส่วนการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์พลาสติกของแต่ละกระบวนการผลิต มีรายละเอียดดังนี้

- การฉีดขึ้นรูป (Injection) มีสัดส่วนอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมาณซอลมากที่สุดถึงร้อยละ 84 รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออก และภาคกลาง ร้อยละ 9 และ 4 ตามลำดับ
- การเป่าฟิล์ม (Blow Film) มีสัดส่วนอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมาณซอลมากที่สุดถึงร้อยละ 83 รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ร้อยละ 6 และ 4 ตามลำดับ
- การทำ Pellet/Recycle มีการกระจายตัวค่อนข้างสูงโดยมีสัดส่วนอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมาณซอลมากที่สุด ร้อยละ 50 รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 18 และ 15 ตามลำดับ เนื่องจากมีการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกทุกภูมิภาคทำให้มีปริมาณขยะพลาสติกที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลกระจายได้
- การเป่าขึ้นรูป (Blow Molding) มีการกระจายตัวในทุกภูมิภาคโดยมีสัดส่วนอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมาณซอลมากที่สุด ร้อยละ 64 รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 9 และ 9 ตามลำดับ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทเป่าขึ้นรูปมีลักษณะกลวง ต้องใช้พื้นที่ในการขนส่งมากส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายด้านขนส่งสูงจึงไม่นิยมขนส่งระยะไกล

- การอัดขึ้นรูปฟิล์มและแผ่นพลาสติก (film and Sheet Extrusion) มักใช้สำหรับผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ซึ่งมีการใช้ในภูมิภาคจึงค่อนข้างกระจายตัวในทุกภูมิภาคโดยมีสัดส่วนอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมากที่สุด ร้อยละ 71 รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออก และภาคกลาง ร้อยละ 19 และ 5 ตามลำดับ
- การอัดรีดขึ้นรูปท่อและโพรไฟล์ (Pipes and Profile Extrusion) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทเป่าขึ้นรูปมีลักษณะกลวงจึงมีการกระจายตัวในทุกภูมิภาคโดยมีสัดส่วนอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมากที่สุด ร้อยละ 74 รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออก ร้อยละ 14
- การทอพลาสติก (Woven) เนื่องจากผลิตภัณฑ์มักเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้มากในการเกษตร เช่น ถุงข้าวสาร ถุงปุ๋ย เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยมีการทำเกษตรทุกภูมิภาคจึงค่อนข้างมีการกระจายตัว โดยมีสัดส่วนอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมากที่สุด ร้อยละ 57 รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก ร้อยละ 26 และ 12 ตามลำดับ
- การประกอบชิ้นส่วนพลาสติก (Fabrication) มีสัดส่วนอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมากที่สุด ร้อยละ 79 รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออก และภาคกลาง ร้อยละ 10 และ 4 ตามลำดับ

3.3.4 ประเภทของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก จำแนกตามผลิตภัณฑ์ปลายทาง

สัดส่วนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกจำแนกตามผลิตภัณฑ์ปลายทางของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2548 แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 สัดส่วนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทยจำแนกตามผลิตภัณฑ์ปลายทางในปี พ.ศ. 2548 (สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2550)

หากพิจารณาในแง่จำนวน พบว่าผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทบรรจุภัณฑ์เป็นกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และมีการกระจายตัวตามภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทยมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น เนื่องจากการใช้บรรจุภัณฑ์มีการกระจายตัวอยู่ทั่วประเทศและแทรกซึมอยู่ในทุกภาคของการผลิต โดยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2543-2548 ร้อยละ 7 ส่วนผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทยานยนต์แม้ว่าจะมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น แต่อัตราการเติบโตเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2543-2548 สูงถึงร้อยละ 18

3.3.5 ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเม็ดพลาสติก

1. ปัจจัยด้านตลาดโลก

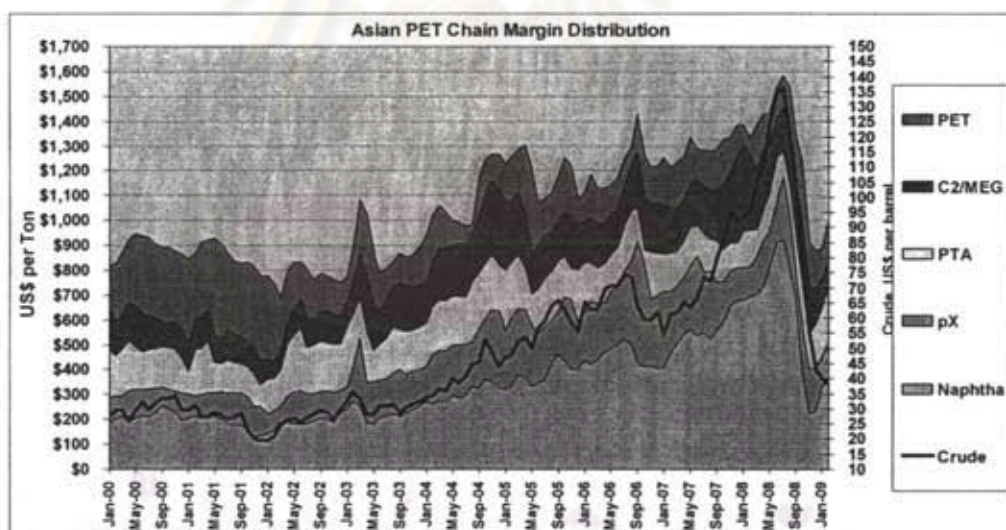
การขยายตัวของภาวะเศรษฐกิจของโลกส่งผลให้ปริมาณความต้องการใช้พลาสติกเพิ่มสูงขึ้นทั้งในด้านอุตสาหกรรมและการอุปโภคบริโภคทำให้ความต้องการใช้เม็ดพลาสติกเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะประเทศจีนและฮ่องกงซึ่งมีการผลิตสินค้าพลาสติกหลากหลายชนิดเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกไปยังตลาดโลกส่งผลให้มีความต้องการใช้เม็ดพลาสติกปริมาณมากจึงต้องมีการนำเข้าเม็ดพลาสติกจากหลายประเทศ โดยประเทศไทยมีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกเพื่อส่งออกประมาณร้อยละ 70 และส่งออกเม็ดพลาสติกไปยังประเทศจีนและฮ่องกงในปี พ.ศ. 2546 ประมาณร้อยละ 42 ของมูลค่าส่งออกเม็ดพลาสติกของไทยทั้งหมด

นอกจากประเทศจีนและฮ่องกงเป็นตลาดที่สำคัญที่สุดของเม็ดพลาสติกแล้วยังถือเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ในอุตสาหกรรมพลาสติกอีกด้วยเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำและมีกำลังการผลิตสูง นอกจากนี้การมีแผนพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกของประเทศในกลุ่มตะวันออกกลาง โดยเฉพาะประเทศซาอุดีอาระเบียที่มีการตั้งเป้าจะใช้อุตสาหกรรมพลาสติกเป็นอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ในการพัฒนาประเทศ โดยการต่อยอดอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและปิโตรเคมีของประเทศ และด้วยความได้เปรียบอย่างมากด้านทรัพยากรปิโตรเคมีของตะวันออกกลางจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ได้เปรียบในการแข่งขันในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและอุตสาหกรรมพลาสติกตามสายโซ่อุตสาหกรรม ขณะที่ประเทศที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรมกว่าประเทศไทยได้แก่ ใต้หวันและเกาหลี ก็กำลังปรับตัวเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน เช่น การใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมต่างๆ การตลาด เป็นต้น นับเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อลดต้นทุนและปรับปรุงคุณภาพสินค้า รวมถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อยกระดับสินค้าให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีการย้ายฐานการลงทุนในผลิตภัณฑ์พลาสติกเกรดธรรมดาต่างๆ ไปทำการผลิตในประเทศที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ เช่น การย้ายฐานของหลายบริษัทจากใต้หวัน ไปลงทุนในจีนช่วยเร่งให้การพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกของประเทศที่มีต้นทุนต่ำเป็นไปอย่าง

รวดเร็วมากขึ้น อุตสาหกรรมพลาสติกจึงมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีการแข่งขันในตลาดสากลมากขึ้น

2. ปัจจัยด้านภาวะราคาน้ำมันของโลก

ภาวะน้ำมันในตลาดโลกที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมีราคาสูงขึ้นตามไปด้วย อุตสาหกรรมเม็ดพลาสติกจึงมีการขยายตัวและมีราคาสูงขึ้นตามราคาน้ำมันโลก ในทางตรงกันข้ามอุตสาหกรรมขึ้นรูปพลาสติกที่ต้องใช้เม็ดพลาสติกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลายที่มีราคาสูงเป็นวัตถุดิบโดยมีสัดส่วนในการผลิตสูงถึงประมาณร้อยละ 50-70 (ขึ้นกับชนิดของสินค้า) ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ผู้ประกอบการจึงต้องแบกรับต้นทุนที่สูงขึ้นตามไปด้วย ประกอบกับภาวะการแข่งขันของสินค้าพลาสติกในตลาดโลกทำให้ผู้ประกอบการไม่สามารถเพิ่มการผลิตให้สูงขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้เท่าที่ควรจึงส่งผลต่อความสามารถในการทำกำไรในของผู้ประกอบการทำให้ต้องหาเม็ดพลาสติกเกรดบีจากกรีไซเคิลเข้าไปผสมในกระบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตและสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ตามการแข่งขันในตลาดโลก โดยราคาผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตเม็ดพลาสติก PET และเม็ดพลาสติก PET มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกับราคาน้ำมันดิบ แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ราคาน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีและเม็ดพลาสติก PET ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2543- มกราคม พ.ศ. 2552 (บริษัท อินโดรามา โพลีเมอรัล จำกัด (มหาชน), 2552)

3.3.6 การบริโภคเม็ดพลาสติก PET

เม็ดพลาสติก PET สามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายประเภทแตกต่างกันลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์แต่ภูมิภาค

1. การบริโภคเม็ดพลาสติก PET ทั่วโลก

การบริโภคเม็ดพลาสติก PET ทั่วโลกส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ขวดประเภทต่างๆ เช่น น้ำอัดลม น้ำดื่ม น้ำมันพืช ชาและกาแฟเย็น น้ำดื่มเพื่อสุขภาพและเพื่อให้อาหาร เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ น้ำผลไม้ น้ำยาทำความสะอาด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้งานเม็ดพลาสติก PET ชั้นกลาง (Amorphous PET Polymers: APET) ในรูปแบบแผ่นหรือฟิล์มเพื่อใช้งานประเภทอื่น ดังนี้

1. ฟิล์มบาง (Thin Film) ใช้สำหรับถุงชา ถุงกาแฟ ถุงผงซักฟอก ใช้พันสายไฟและสายเคเบิล และแผ่นฟอยล์ฮีต (Hot Stamping Foil) ฯลฯ

2. แผ่นบาง (Slim Sheet) ใช้ในการบรรจุฟอยล์นูน (Blister Packing) สำหรับสินค้าเวชภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น แปรงสีฟัน แบตเตอรี่ อุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องเขียน เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ทำบรรจุภัณฑ์พลาสติกขึ้นรูปแบบต่างๆ (Thermoforming) เช่น ถ้วยโถง และภาชนะใส่สิ่งของต่างๆ เช่น ผลไม้ ผลไม้แห้ง ลูกกวาด ไอศกรีม สลัด เป็นต้น

3. แผ่นหนา (Thick Sheet) ใช้ทำแผ่นป้าย และอุตสาหกรรมการขนส่งหรือก่อสร้าง เช่น ทำหลังคา เพอร์นิเจอร์ สุขาภัณฑ์ เป็นต้น

การบริโภคเม็ดพลาสติก PET ทั่วโลกในปี พ.ศ. 2547-2550 ใช้ในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ขวดน้ำอัดลมและน้ำดื่มมากที่สุดรวมร้อยละ 62.2-63.1 เบียร์ ร้อยละ 1.5-2.6 ขวดประเภทอื่นๆ ร้อยละ 28.2-28.7 และแผ่น PET ร้อยละ 6.9-7.2 แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ปริมาณการบริโภคเม็ดพลาสติก PET แบ่งตามผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทั่วโลก ปี พ.ศ. 2547-2550 (บริษัท อินโดรามา โพลีเมอร์ส จำกัด (มหาชน), 2552)

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการบริโภคเม็ดพลาสติก PET							
	2547		2548		2549		2550	
	พันตัน	ร้อยละ	พันตัน	ร้อยละ	พันตัน	ร้อยละ	พันตัน	ร้อยละ
ขวดน้ำอัดลม	4,16	38.6	4,509	37.8	4,829	37.0	5,115	36.4
ขวดน้ำดื่ม	2,57	23.9	2,958	24.8	3,312	25.4	3,642	25.9
ขวดเบียร์	186	1.7	228	1.9	289	2.2	369	2.6
แผ่น PET	758	7.0	830	7.0	905	6.9	967	6.9
อื่นๆ	3,09	28.7	3,389	28.4	3,701	28.4	3,977	28.3
รวม	10,7	100	11,91	100	13,03	100	14,07	100

2. การบริโภคเม็ดพลาสติก PET ในประเทศไทย

การบริโภคเม็ดพลาสติก PET ในประเทศไทยใช้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท จากการประมวลผลข้อมูลผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้จากแบบสอบถามผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ของสถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550-2551 และข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมสามารถจำแนกผลิตภัณฑ์ PET ตามกระบวนการขึ้นรูป แสดงดังตารางที่ 3.4 (รายละเอียดของผู้ประกอบการ แสดงดังภาคผนวก ก) โดยผลิตภัณฑ์ PET ที่มีปริมาณการผลิตมากที่สุด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Blow molding นิยมผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ขวดน้ำดื่ม น้ำอัดลม และเครื่องดื่มประเภทอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Sheet/Film Extrusion นิยมผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทแผ่น พิล์ม ฟอยล์ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ด้วยกระบวนการ Thermoforming และ Fabricator เช่น ถังพลาสติก ด้วยถาดใส่อาหาร เป็นต้น และผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Injection Molding นิยมผลิตเป็นกล่องใส่อาหาร แก้วน้ำ บรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง

ตารางที่ 3.4 ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ PET ของประเทศไทยจำแนกตามกระบวนการขึ้นรูป ปี พ.ศ. 2550-2551 (สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2552 และกรมโรงงานอุตสาหกรรม)

กระบวนการผลิต	ปริมาณการผลิต (ตัน/ปี)	
	ปี 2551	ปี 2550
Blow molding	83,166	77,466
Casting	80	0
Compression	12,000	840
Foaming	6,840	5,789
Injection Molding	18,330	23,650
Monofilament Extrusion	180	3,206
Pipe/Profile Extrusion	3,080	15,200
Sheet/Film Extrusion	57,812	36,239
Other Molding	0	5,808
รวม	181,488	162,390

หมายเหตุ : กระบวนการ Injection Molding ไม่รวมผลิตภัณฑ์พลาสติกขึ้นรูปขวด (Preforms) สำหรับผลิตขวด

ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Blow molding มีลักษณะกลวงและน้ำหนักเบาทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการขนส่งมาและมีค่าใช้จ่ายสูงจึงนิยมผลิตเพื่อใช้งานภายในประเทศเท่านั้น ส่วนผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Sheet/Film Extrusion มีลักษณะเป็นแผ่นบางทำให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งไม่สูงมากนักจึงนิยมนำเข้าและส่งออกระหว่างประเทศ สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวประเทศไทยนอกจากมีการใช้งานในประเทศแล้วยังมีการส่งออกไปยังประเทศต่างๆ ได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย อินโดนีเซีย เวียดนาม จีน และมีการนำเข้าบางส่วนจากประเทศจีน อินโดนีเซียและญี่ปุ่น ปริมาณการใช้งานผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Sheet/Film Extrusion สามารถคำนวณดังสมการที่ 3.1 แสดงดังตารางที่ 3.5

$$\text{ปริมาณการใช้งานในประเทศ} = \text{ปริมาณการผลิต} + (\text{ปริมาณนำเข้า} - \text{ปริมาณส่งออก}) \quad \dots (3.1)$$

ตารางที่ 3.5 ปริมาณการใช้งานผลิตภัณฑ์ PET จากกระบวนการ Sheet/Film Extrusion ในประเทศไทย (ภาคผนวก ก)

รายการ	ปริมาณผลิตภัณฑ์ PET (ตัน/ปี)	
	ปี 2551	ปี 2550
ปริมาณนำเข้า	1,699	1,482
ปริมาณส่งออก	39,851	35,968
ปริมาณการผลิตในประเทศ	57,812	36,239
ปริมาณการใช้งานในประเทศ	19,660	1,753

จากปริมาณการใช้งานผลิตภัณฑ์ PET จากกระบวนการ Sheet/Film Extrusion ในประเทศไทย พบว่า ปี พ.ศ. 2551 และ 2550 มีสัดส่วนปริมาณนำเข้าต่อปริมาณการใช้งานในประเทศร้อยละ 8.64 และ 84.55 แสดงดังตารางที่ 3.6 โดยปี พ.ศ. 2551 มีสัดส่วนการนำเข้าลดลงจากปี พ.ศ. 2550 เนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นจึงสามารถผลิตเพื่อใช้งานในประเทศเพิ่มขึ้นและลดการนำเข้าจากต่างประเทศได้

ตารางที่ 3.6 สัดส่วนการนำเข้าผลิตภัณฑ์ PET จากกระบวนการ Sheet/Film Extrusion

ปี พ.ศ.	ปริมาณการใช้งานในประเทศ (ตัน/ปี)	ปริมาณการนำเข้า	
		ตัน/ปี	ร้อยละ
2551	19,660	1,699	8.64
2550	1,753	1,482	84.55

จากปริมาณการใช้งานผลิตภัณฑ์ PET ของประเทศไทยจำแนกตามกระบวนการขึ้นรูป พบว่า กระบวนการขึ้นรูปที่มีการใช้งานมากที่สุด ได้แก่ กระบวนการ Blow molding มีปริมาณการใช้งานในปี พ.ศ. 2550 และ 2551 สูงถึงร้อยละ 57.93 และ 58.02 ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ กระบวนการ Injection Molding มีปริมาณการใช้งานร้อยละ 17.69 และ 12.79 แสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ปริมาณการใช้งานของผลิตภัณฑ์ PET ในประเทศไทย จำแนกตามกระบวนการขึ้นรูป

กระบวนการ	ปริมาณการผลิต			
	ปี 2551		ปี 2550	
	ตัน/ปี	ร้อยละ	ตัน/ปี	ร้อยละ
Blow molding	83,166	58.02	77,466	57.93
Casting	80	0.06	-	-
Compression	12,000	8.37	840	0.63
Foaming	6,840	4.77	5,789	4.33
Injection Molding	18,330	12.79	23,650	17.69
Monofilament Extrusion	180	0.13	3,206	2.40
Pipe/Profile Extrusion	3,080	2.15	15,200	11.37
sheet/film Extrusion	19,660	13.72	1,753	1.31
Other Molding	-	-	5,808	4.34
รวม	143,335	100	133,712	100

3.4 ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมพลาสติก PET ในประเทศไทย

3.4.1 ผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์ขวด PET

ปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องดื่มมีการแข่งขันกันค่อนข้างสูงทำให้ความต้องการใช้บรรจุภัณฑ์ขวด PET เพิ่มมากขึ้น จึงมีผู้ประกอบการที่ผลิตขวด PET เพื่อจัดส่งให้กับผู้ผลิตเครื่องดื่มจำนวนมาก ผู้ผลิตขวด PET รายใหญ่ในประเทศไทยมีรายละเอียด ดังนี้

1. บริษัท ที.ซี.เค. อินเตอร์พลาสติก จำกัด

บริษัท ที.ซี.เค.อินเตอร์พลาสติก จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 88 ม.1 ต.โรงช้าง อ.พรหมบุรี จ.สิงห์บุรี เริ่มก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2538 ด้วยเงินทุนจดทะเบียน 110 ล้านบาท ได้รับการสนับสนุน

จาก BOI เพื่อดำเนินธุรกิจด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ประเภทพลาสติกด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย ปัจจุบันมีการผลิตสินค้า 5 ประเภท ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ขวด PET ที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในตลาดโดยเป็นหนึ่งในผู้ผลิตที่มีกำลังการผลิต มากที่สุดในประเทศ

2. ผลิตภัณฑ์ขวด PP สำหรับการบรรจุเครื่องดื่มที่มีอุณหภูมิสูง

3. ผลิตภัณฑ์ขวดเครื่องสำอางค์และอนามัยส่วนบุคคล รวมทั้งการตกแต่ง

4. ผลิตภัณฑ์ฝาสำหรับขวดพลาสติก

5. พาเลทพลาสติก สำหรับการขนส่งและจัดเก็บสินค้าและเป็นส่วนหนึ่งของระบบโลจิสติกส์ในภาคอุตสาหกรรม

ปัจจุบัน บริษัท ที.ซี.เค.อินเตอร์พลาสติก จำกัด ผลิตขวด PET ให้กับผู้ผลิตเครื่องดื่มรายใหญ่ในประเทศไทยหลายราย เช่น บริษัท เนสท์เล่ (ไทย) จำกัด, บริษัท โออิชิ เทรตติ้ง จำกัด, บริษัท เท็ตฟอรัม (ไทยแลนด์) จำกัด, บริษัท สิงห์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด, Siam Mineral and Drinking Water, บริษัท ไทยคาร์บอนแบล็ค จำกัด (มหาชน), บริษัท ทิปโก้ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท ยูนิลีเวอร์ เบสท์ฟู้ด (ประเทศไทย) จำกัด เป็นต้น

กำลังการผลิตขวด PET: 273,493,600 ขวด/ปี

2. บริษัท เท็ตฟอรัม (ไทยแลนด์) จำกัด

บริษัท เท็ตฟอรัม (ไทยแลนด์) จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 85 ม.11 ถ.บางางา-ท่าโหลง ต.เขาสมอคอน อ.ท่าม่วง จ.ลพบุรี ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2539 โดยการร่วมทุนกับบริษัท เสริมสุข จำกัด (มหาชน) และสถาบันการเงินเพื่อการส่งเสริมการลงทุนและพัฒนาแห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (DEG) ซึ่งเป็นผู้ผลิตเครื่องดื่มเป๊ปซี่แต่เพียงผู้เดียวในประเทศไทย ปัจจุบันมีการผลิตสินค้า 3 ประเภท ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์พลาสติกขึ้นรูปขวด (Preforms)

กำลังการผลิต 407,000,000 ชิ้น/ปี

2. ผลิตภัณฑ์ขวดน้ำ PET

กำลังการผลิต 180,000,000 ขวด/ปี

3. ผลิตภัณฑ์ฝาขวดพลาสติกที่ทำจากพลาสติกประเภท HDPE (HDPE Closures)

กำลังการผลิต 540,000,000 ชิ้น/ปี

3. บริษัท เดอะ เพ็ท จำกัด

บริษัท เดอะ เพ็ท จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 23/4 ม. 2 ถ.ปทุมธานี-ลาดหลุมแก้ว ต.บ้านฉาง อ.เมือง จ.ปทุมธานี เริ่มก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2537 ด้วยทุนจดทะเบียน 50 ล้านบาท โดยมีวัตถุประสงค์ดำเนินธุรกิจผลิตขวด PET สำหรับบรรจุน้ำอัดลม น้ำดื่ม และน้ำมันพืช จากนั้นในปี พ.ศ. 2539 มีการเพิ่มทุนจดทะเบียนเป็น 70 ล้านบาท เป็นการลงทุนในการผลิต PP Board เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมโฆษณา เครื่องเขียน และบรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ ปัจจุบันมีการผลิตสินค้า 2 ประเภท ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ PET ได้แก่ พลาสติกขึ้นรูปขวด และ ขวดน้ำพลาสติก
2. PP Corrugated Sheet

บริษัท เดอะ เพ็ท จำกัด ผลิตขวด PET ให้กับบริษัทที่เป็นผู้นำด้านอาหารและเครื่องดื่ม ได้แก่ บริษัท เสริมสุข จำกัด บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด และบริษัท ไอลีน จำกัด

กำลังการผลิตขวด PET:	1. ขวดน้ำอัดลม	2.00 ลิตร	40,000,000	ขวด/ปี
	2. ขวดน้ำอัดลม	1.25 ลิตร	10,000,000	ขวด/ปี
	3. ขวดน้ำอัดลม	1.00 ลิตร	6,000,000	ขวด/ปี
	4. ขวดน้ำอัดลม	0.50 ลิตร	8,500,000	ขวด/ปี
	5. ขวดน้ำอัดลม	0.25 ลิตร	12,000,000	ขวด/ปี

4. บริษัท นิปปอนแพ็ค (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท นิปปอนแพ็ค (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกและพลาสติกรีไซเคิล มุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อสามารถแข่งกับตลาดโลกได้ บริษัทในประเทศไทยมีจำนวน 2 โรงงาน ได้แก่

1. เลขที่ 53/34 ซ. แลนสุข ถ.เพชรเกษม เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร ผลิตผลิตภัณฑ์หลายประเภท ได้แก่ ขวด PET, PP Cups, Jelly Cups, Flexible Packaging

2. เลขที่ 1 ม.2 ถ.บางบัวทอง-สุพรรณบุรี ต.ราชบุรีนิคม อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี
ปัจจุบันบริษัท นิปปอนแพ็ค (ประเทศไทย) จำกัด มีการผลิตสินค้าทั้งหมด 4 ประเภท ดังนี้

1. PET, PP, PS Sheets
2. PET, PP Cups, Jelly Cups
3. PET Preforms
4. R-PET (Recycled PET) จากของเสียในกระบวนการผลิตขวด PET

ปัจจุบันประเทศไทยมีผลิตขวด PET รายใหญ่และรายย่อยมีจำนวนมาก ประกอบกับผู้ประกอบการบางรายมีการผลิตขวดจากพลาสติกประเภทอื่นและผลิตผลิตภัณฑ์ PET หลายกลุ่ม

ผลิตภัณฑ์จึงไม่สามารถระบุการผลิตขวด PET ได้แน่นอน ผู้ผลิตขวด PET และกำลังการผลิตที่สามารถรวบรวมได้ในประเทศไทยมีจำนวน 27 ราย แสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ผู้ผลิตขวด PET ในประเทศไทยและกำลังการผลิตปี พ.ศ. 2552 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

ลำดับ	ชื่อโรงงาน	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)
1	บริษัท ที.ซี.เค.อินเตอร์พลาสติก จำกัด	12,170
2	บริษัท เพ็ทฟอร์ม (ไทยแลนด์) จำกัด	8,010
3	บริษัท เดอะ เพ็ท จำกัด	2,880
4	บริษัท นิปปอนแพ็ค (ประเทศไทย) จำกัด	-
5	บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด	1,437
6	บริษัท คลินท์แพค จำกัด	1,224
7	ห้างหุ้นส่วน เค วี รัชพลาย (1994) จำกัด	-
8	บริษัท จงฟู (กรุงเทพ) จำกัด	15,159
9	บริษัท จี.ไอ.เอฟ.เอ็นจิเนียริง จำกัด	-
10	บริษัท ตูราแพค จำกัด	-
11	บริษัท ไทย.เอ็น.เค.พลาสติก จำกัด	92
12	บริษัท ไทยอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ จำกัด	2,236
13	บริษัท น้ำดื่มบางละมุง จำกัด	4,272
14	บริษัท พรอดติจ จำกัด	3,115
15	บริษัท พรีเมชั่น พลาสติก จำกัด	1,000
16	บริษัท พัฒนาลูช แคปปิตอล จำกัด	8,000
17	บริษัท เพชรแพค จำกัด	3,115
18	บริษัท มงคลโชคพลาสติก จำกัด	3,071
19	บริษัท รอยัลคิงส์ ผลิตภัณฑ์เด็ก จำกัด	6,408
20	บริษัท วีโพรโปรดักส์ จำกัด	224
21	บริษัท ไอลีน จำกัด	2,047

ตารางที่ 3.8 ผู้ผลิตขวด PET ในประเทศไทย (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อโรงงาน	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)
22	ห้างหุ้นส่วน ชัยภูมิพลาสติก จำกัด	280
23	บริษัท เอเซีย-แปซิฟิก พลาสติก จำกัด	445
24	บริษัท เอส.พี.เพ็ทแพค จำกัด	1,780
25	บริษัท ทีแอนด์บี แพคเกจจิ้งกรุ๊ป จำกัด	89
26	บริษัท โบลแพค จำกัด	208
27	บริษัท โปรเพท (ประเทศไทย) จำกัด	7,500
รวม		84,761

3.4.2 ผู้ประกอบการที่ใช้บรรจุภัณฑ์ขวด PET

ปัจจุบันผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มจำนวนมากและมีการแข่งขันกันค่อนข้างสูงจึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคทั้งในและนอกประเทศ ทำให้เครื่องดื่มที่ใช้บรรจุภัณฑ์เป็นขวด PET หลากหลายประเภท ได้แก่ น้ำดื่ม น้ำอัดลม ชาเขียว น้ำผลไม้ และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพอื่นๆ ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มรายใหญ่ในประเทศไทยมีรายละเอียด ดังนี้

1. บริษัท เสริมสุข จำกัด (มหาชน)

ผู้ผลิตและจำหน่ายเครื่องดื่มรายใหญ่ในประเทศไทย ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ใช้ขวด PET ภายใต้เครื่องหมายการค้าที่หลากหลาย ได้แก่ เป๊ปซี่ มิรินด้า เซเว่นอ็อป น้ำดื่มคริสตัล ลิปตัน โดยมีบริษัทในเครือที่ผลิตและจำหน่ายเครื่องดื่มจำนวน 2 แห่ง ได้แก่ บริษัท เสริมสุข โฮลดิ้งส์ จำกัด และบริษัท เสริมสุข เบเวอร์เรจ จำกัด และมีบริษัทร่วม คือ บริษัท เพ็ทฟอร์ม (ไทยแลนด์) จำกัด ซึ่งเป็นผลิตขวด PET เพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์ให้กับบริษัท นอกจากนี้บริษัทยังเป็นผู้จัดจำหน่ายชาเขียวพร้อมดื่ม "โออิชิ" ให้กับบริษัท โออิชิ เทรตดิง จำกัด และเป็นผู้จัดจำหน่ายชาพร้อมดื่มลิปตันที่บรรจุในกระป๋อง และขวด PET รวมถึงน้ำส้มพร้อมดื่มภายใต้เครื่องหมายการค้า ทropicana ทวิสเตอร์ ชนิดไม่คั้นขวดให้กับบริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรตดิง จำกัด โดยเครื่องดื่มชาลิปตันในขวด PET และ น้ำส้มทropicana ทวิสเตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่บริษัท เสริมสุข เบเวอร์เรจ จำกัด เป็นผู้ผลิตภายใต้สัญญาจ้างผลิตให้กับบริษัทที่เป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ทั้งสอง ส่วนชาพร้อมดื่มลิปตัน ชนิดกระป๋อง บริษัท เสริมสุข จำกัด (มหาชน) เป็นผู้รับจ้างผลิต กำลังการผลิตและปริมาณ

ผลผลิตผลิตภัณฑ์น้ำอัดลมของบริษัทในปี พ.ศ. 2550-2552 แสดงดังตารางที่ 3.9 ปัจจุบันบริษัทมีโรงงานผลิตน้ำอัดลมและเครื่องดื่มประเภทอื่นๆ เพื่อจำหน่าย 5 แห่ง ดังนี้

1. โรงงานปทุมธานี ตั้งอยู่เลขที่ 63 ถ.นนทบุรี-ปทุมธานี ต.บางแขวง อ.เมือง จ.ปทุมธานี
2. โรงงานนครราชสีมา ตั้งอยู่เลขที่ 211 ม.4 ถ.นครราชสีมา-กบินทร์บุรี อ.เมือง จ.นครราชสีมา
3. โรงงานนครสวรรค์ ตั้งอยู่เลขที่ 72 ถ.พหลโยธิน ต.นครสวรรค์ออก อ.เมือง จ.นครสวรรค์
4. โรงงานสุราษฎร์ธานี ตั้งอยู่เลขที่ 11 ม.5 ถ.เอเชีย 41 ต.ท่าโรงช้าง อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี
5. โรงงานชลบุรี ตั้งอยู่เลขที่ 700/369 ม.6 ต.หนองไม้แดง อ.เมืองชลบุรี จ.ชลบุรี

ตารางที่ 3.9 กำลังการผลิตและปริมาณผลผลิตน้ำอัดลมของบริษัท เสริมสุข จำกัด (มหาชน) (บริษัท เสริมสุข จำกัด (มหาชน), 2552)

รายการ	ปี 2552	ปี 2551	ปี 2550
กำลังการผลิต (หน่วย:ขวด/ชั่วโมง)	585,202	594,350	584,816
ปริมาณผลผลิต (หน่วย:ขวด/ชั่วโมง)	483,155	489,640	490,756
การใช้กำลังการผลิต (ร้อยละ)	82.60%	82.40%	83.90%
อัตราเพิ่มของปริมาณการผลิต (ร้อยละ)	0.20%	-1.50%	-11.40%

2. บริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน)

บริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน) ตั้งอยู่เลขที่ 87/1 ถ.กาญจนวนิช ต.บ้านพรุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ประกอบธุรกิจประเภทอุตสาหกรรมน้ำอัดลม โดยได้รับลิขสิทธิ์จากโคคา-โคลา คัมปะนี (ประเทศสหรัฐอเมริกา) เมืองแอตแลนต้า มลรัฐจอร์เจีย ให้เป็นผู้ผลิตและจำหน่าย เครื่องดื่มน้ำอัดลมภายใต้เครื่องหมายการค้าที่หลากหลาย ได้แก่ โคคา-โคลา แฟนต้า สไปร์ท และผลิตภัณฑ์อื่นที่โคคา -โคลา คัมปะนี เป็นเจ้าของ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มินิท เมด สแปลช น้ำดื่มน้ำทิพย์ ฯลฯ มีขอบเขตการจำหน่ายเฉพาะใน 14 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร ระนอง ยะลา กระบี่ ภูเก็ต พังงา ตรัง พัทลุง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา สตูล ปัตตานี และนราธิวาส ปัจจุบันมีการผลิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์น้ำอัดลม ((Sparkling Beverages) ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์โค้ก แฟนต้า และสไปร์ท

2. ผลิตภัณฑ์ non- carbonated (Still Beverages) ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ มินิทเมต สแปลช และน้ำดื่มน้ำทิพย์

บริษัทมีรายได้ส่วนใหญ่จากการจำหน่ายน้ำอัดลมขายภายในประเทศ โดยในปี 2552 มีสัดส่วนรายได้จากการจำหน่ายน้ำอัดลม (Sparkling Beverages) ร้อยละ 95.3 ของรายได้จากการขายสุทธิ และการขายผลิตภัณฑ์ไม่อัดลม (Still Beverages) ร้อยละ 4.7 ของรายได้จากการขายสุทธิ นอกจากนี้บริษัทยังได้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ PET ขนาด 1.25 ลิตร และ 450 มิลลิลิตร ซึ่งใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดใหม่ที่มีน้ำหนักเบาทำให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และลดปัญหาทางด้านมลพิษ กำลังการผลิตและปริมาณผลผลิตของบริษัท ในปี พ.ศ. 2552 แสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 กำลังการผลิตและปริมาณผลผลิตของบริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน) ในปี พ.ศ. 2552 (บริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน), 2552)

ขนาดบรรจุ	6.5 ออนซ์	10 ออนซ์	15 ออนซ์	BUDDY	1 ลิตร
กำลังการผลิต (ลัง)	69,300	11,388,300	44,500	1,930,500	2,227,500
ปริมาณผลผลิต	17,143	2,620,163	23,243	1,053,185	1,206,121
กำลังการผลิต (ร้อยละ)	24.74	23.01	52.17	54.56	54.15
ขนาดบรรจุ	450 ml.	1.25 ลิตร	2 ลิตร	CAN 325 ml.	
กำลังการผลิต (ลัง)	693,000	4,555,320	380,160	2,221,560	
ปริมาณผลผลิต	523,061	3,529,328	288,300	729,631	
กำลังการผลิต (ร้อยละ)	75.48	77.48	75.84	32.84	

3. บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด (มหาชน)

ผู้ผลิตและจำหน่ายเครื่องดื่มน้ำอัดลมและเครื่องดื่มประเภทอื่นๆภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกับ บริษัท หาดทิพย์ จำกัด โดยขอบเขตการจำหน่ายทั่วประเทศ นอกเหนือจากเขตที่บริษัท หาดทิพย์ จำกัด รับผิดชอบ ปัจจุบันมีโรงงานกระจายอยู่ทั่วภูมิภาค จำนวน 5 โรงงาน ดังนี้

1. เลขที่ 55 ม.2 ถ.กรุงเทพ-ปทุมธานี ต.บางชะแยง อ.เมือง จ.ปทุมธานี
2. เลขที่ 416 ถ.รามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร
3. เลขที่ 76 ม.1 ถ.ลำปาง- เชียงใหม่ ต.ปงแสนทอง อ.เมือง จ.ลำปาง
4. เลขที่ 5/1-3 ม. 6 ถ.มิตรภาพ ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น
5. เลขที่ 243 นิคมลำตะคอง ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด (มหาชน) สาขาปทุมธานีมีการขึ้นรูปขวด PET เพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้าของบริษัทซึ่งสามารถผลิตได้ประมาณ 32,288,000 ขวด/ปี

4. บริษัท สิงห์ คอร์เปอเรชั่น จำกัด

บริษัท สิงห์ คอร์เปอเรชั่น จำกัด เป็นบริษัทในเครือที่สำคัญของบริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด โดยก่อตั้งขึ้นเพื่อดูแลธุรกิจเครื่องดื่มของบริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด และรับผิดชอบในการบริหารและทำการตลาดของผลิตภัณฑ์ เบียร์ ไรดา น้ำดื่ม ชาเขียวพร้อมดื่ม และเครื่องดื่มสุขภาพ ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่ใช้ขวด PET ภายใต้เครื่องหมายการค้า น้ำดื่มตราสิงห์ และ B-ing

บริษัทได้รับเกียรติบัตรรับรองระบบบริหารคุณภาพมากมาย ได้แก่ ISO 9001:2008, ISO 22000: 2005, GMP, HACCP และรางวัลเหรียญทองจากประเทศต่างๆ ทำให้ผู้บริโภคทั้งในประเทศไทยและทั่วโลกมั่นใจในคุณภาพสินค้าของบริษัท

5. บริษัท เปอริเอ่ วิเทล (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท เปอริเอ่ วิเทล (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 41/1 หมู่ 5 ซ.วัดท่าม่วง ถนนสายเอเชีย กม.83.5 ต.โพธิ์สามต้น อ.บางปะหัน จ.อยุธยา เป็นบริษัทในกลุ่มบริษัท เนสท์เล่ (ประเทศไทย) จำกัด ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2535 โดยการสนับสนุนด้านความรู้ และเทคโนโลยีจาก เปอริเอ่วิเทลประเทศฝรั่งเศสผู้นำด้านการผลิตน้ำดื่มของโลก ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้ขวด PET ภายใต้เครื่องหมายการค้า น้ำแร่มีเนแร่และน้ำดื่มเนสท์เล่เพียวไลฟ์ ซึ่งผลิตจากแหล่งน้ำธรรมชาติคุณภาพสูง

6. บริษัท เนปจูน อาหารและเครื่องดื่ม จำกัด

บริษัท เนปจูน อาหารและเครื่องดื่ม จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 69 หมู่ 2 ทางหลวงสาย 36 ต.มาบข่า อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้ขวด PET ภายใต้เครื่องหมายการค้า น้ำดื่มเนปจูน ผลิตน้ำดื่มบริสุทธิ์จากธรรมชาติโดยผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต และผ่านโอโซน

7. บริษัท ไออิชิ เทรดิง จำกัด

บริษัท ไออิชิ เทรดิง จำกัด เป็นบริษัทในเครือของบริษัท ไออิชิ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) ปัจจุบันมีโรงงาน 2 แห่ง คือ เลขที่ 60/68 ม. 19 นิคมอุตสาหกรรมนวนคร ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี และ 700/635 หมู่ 3 ต.บ้านเก่า อ.พานทอง จ.ชลบุรี ผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเพื่อตอบสนองความต้องการของคนรุ่นใหม่ ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้ขวด PET ภายใต้เครื่องหมายการค้าที่หลากหลาย ได้แก่ ไออิชิกรีนที อะมิโนโอเค เซกิ คอฟฟี่โอ โดยมีเป้าหมายที่จะรักษาความเป็นผู้นำในตลาดเครื่องดื่มชาเขียว พร้อมทั้งขยายฐานลูกค้าให้มากขึ้นกว่าเดิมทั้งใน

และต่างประเทศ โดยประเทศที่มีสินค้า โออิชิกรีนที่ขาย ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนลาว กัมพูชา ออสเตรเลีย แคนาดา สวิตเซอร์แลนด์ สวีเดน อังกฤษ ฯลฯ

ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ใช้บรรจุภัณฑ์เป็นขวด PET ของประเทศไทยที่สามารถรวบรวมได้มีจำนวน 16 ราย แสดงดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในประเทศไทย

ลำดับ	รายชื่อ	ลำดับ	รายชื่อ
1	บริษัท เสริมสุข จำกัด(มหาชน)	9	บริษัท อีรวิวัฒน์ จำกัด
2	บริษัท หาดทิพย์ จำกัด(มหาชน)	10	น้ำดื่ม เทลสตาร์
3	บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด(มหาชน)	11	บริษัท บริสุทธิ์หยดทิพย์ จำกัด
4	บริษัท สิงห์ คอร์เปอเรชั่น จำกัด	12	ห้างหุ้นส่วน วิช คอมแมนซ์ จำกัด
5	บริษัท เปอริเอ่ วิทเทล (ประเทศไทย) จำกัด	13	บริษัท อควาเฟรช วอเตอร์ สโตร์ จำกัด
6	บริษัท เนปจูน อาหารและเครื่องดื่ม จำกัด	14	บริษัท เอส ที ยูเนี่ยน ฟู้ด จำกัด
7	บริษัท โออิชิ เทรตดิง จำกัด	15	บริษัท เอ็ม วอเตอร์ จำกัด
8	บริษัท ทีทีซี น้ำดื่มสยาม จำกัด	16	ห้างหุ้นส่วน ไทยเซ็นทรัลน้ำดื่ม จำกัด

3.4.3 ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมพลาสติกรีไซเคิล PET

เม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET สามารถนำมาหลอมและแปรรูปเป็นเส้นใย โพลีเอสเตอร์ (Polyester) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เช่น พรม เสื้อผ้า หมอน เป็นต้น การจำหน่ายเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET สามารถจำหน่ายให้กับผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ทั้งในและนอกประเทศ ซึ่งมีตลาดในต่างประเทศส่วนใหญ่อยู่ในประเทศจีนและญี่ปุ่น ปัจจุบันมีบริษัทที่รับซื้อเม็ดพลาสติกรีไซเคิลเพื่อส่งออกไปยังประเทศต่างๆ โดยรับผิดชอบค่าขนส่งผ่านตู้คอนเทนเนอร์ ค่าชิปปิ้ง รวมถึงค่าธรรมเนียมในการขนส่งทำให้เกิดความสับสนในการทำเอกสารขนส่งของผู้ประกอบการ อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการสามารถส่งออกสินค้าโดยไม่ผ่านบริษัทตัวแทนในราคาสูงกว่าแต่ผู้ประกอบการต้องดำเนินการและเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้น ผู้ผลิตพลาสติกรีไซเคิล PET ของประเทศไทย มีรายละเอียดดังนี้

1. บริษัท อังไถ่ จำกัด

ตั้งอยู่เลขที่ 46/5 หมู่ 3 ต.หนองข้าวซาก อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี เริ่มดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากการรีไซเคิลพลาสติก PET ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 โดยมีการบด

ล้างขยะ PET ทั้งที่อยู่ในรูปขวดและแผ่นพลาสติก รวมทั้งมีการรับซื้อเม็ดพลาสติกรีไซเคิลจากภายนอกเพื่อนำมาหลอมด้วยความร้อนสูงและแปรรูปออกมาเป็นเส้นใยโพลีเอสเตอร์ ปัจจุบันมีการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากการรีไซเคิล 2 ชนิด ดังนี้

1. เส้นใยสังเคราะห์ (โพลีเอสเตอร์) Regenerated รีไซเคิล
2. เส้นใยสังเคราะห์ (โพลีเอสเตอร์) Regenerated Hollow Conjugate รีไซเคิล

บริษัทมีการจำหน่ายเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากการรีไซเคิลที่มีคุณสมบัติและคุณภาพที่ดีเหมาะกับโรงงานอุตสาหกรรมทั้งตลาดภายในประเทศไทย ยุโรป และเอเชีย โดยมีการนำขยะขวด PET เข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลภายในโรงงาน 8,400 ตัน/ปี

2. บริษัท ไทยพลาสติก รีไซเคิล (ทีพีอาร์) จำกัด

บริษัท ไทยพลาสติก รีไซเคิล จำกัด เริ่มดำเนินกิจการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ตั้งอยู่เลขที่ 8/9 ม.5 ซ.คลองมะเดื่อ 17 ต.ดอนไก่ดี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร เริ่มต้นจากธุรกิจแปรรูปพลาสติกใช้แล้วประเภทต่างๆ เช่น LDPE, HDPE, PP, PET เป็นต้น เนื่องจากกระบวนการผลิตพลาสติกรีไซเคิลมีขั้นตอนที่หลากหลายทำให้เกิดความยุ่งยากในการผลิต รวมทั้งตลาดในอุตสาหกรรมพลาสติกรีไซเคิลไม่เอื้ออำนวยจึงมีการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ชนิดใสเพียงอย่างเดียวตั้งแต่ พ.ศ. 2551 โดยรับวัตถุดิบจากโรงงานคัดแยกขยะหรือร้านรับซื้อของเก่าในพื้นที่ใกล้เคียง นอกจากนี้ยังดำเนินธุรกิจการรับซื้อเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET และพลาสติกประเภทอื่นๆ จากผู้ประกอบการรายย่อยเพื่อจำหน่ายต่อไปยังผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์อีกด้วย ปัจจุบันโรงงานมีเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่มีกำลังการผลิต 3,000 ตัน/ปี และคนงานจำนวน 30 คน โดยมีการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET เพื่อส่งออกร้อยละ 70 ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ซึ่งมีตลาดส่งออกส่วนใหญ่อยู่ในประเทศจีน นอกนั้นจำหน่ายให้กับผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ในประเทศไทย

3. บริษัท พีเจพลาสติก PET จำกัด

บริษัท พีเจพลาสติก PET จำกัด ตั้งอยู่ที่ต.บ้านปทุม อ.สามโคก จ.ปทุมธานี ก่อตั้งขึ้นเพื่อทำการบดขยะที่ทำจากขวด PET มีกลยุทธ์ทางการตลาดจะเน้นการสร้างความสำเร็จให้กับลูกค้าในเรื่องคุณภาพและการส่งมอบที่ตรงเวลา การหาแหล่งวัตถุดิบที่มีราคาถูกเพื่อส่งผลกระทบต่อกำไรของกิจการและการหาตลาดเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการขยายตัวในอนาคต โดยกำลังการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET 1,300 ตัน/ปี ปัจจุบันมีลูกค้าสำคัญที่ซื้อสินค้าของกิจการ ได้แก่

- บริษัท นิเวอรี่อินเตอร์ จำกัด ตั้งอยู่จ.สมุทรปราการ ประกอบกิจการนำพลาสติก PET ไปหลอมใหม่

- บริษัท หย่งคังอินเตอร์เนชั่นแนลเทรดดิ้ง จำกัด ตั้งอยู่ที่ถ.สุขุมวิท กรุงเทพมหานคร และ บริษัท บีทูเอ บางกอกกรุ๊ป จำกัด ตั้งอยู่อ.ห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร ประกอบกิจการซื้อและส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ

ปัจจุบันมีผู้ผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET รายย่อยที่ไม่ปรากฏข้อมูลในประเทศไทยจำนวนมากซึ่งส่วนใหญ่ประกอบกิจการการกรีไซเคิลพลาสติกหลายประเภทและไม่สามารถระบุข้อมูลในการผลิตเนื่องจากไม่มีการจดบันทึกข้อมูล รวมถึงข้อมูลการผลิตถือเป็นความลับของบริษัทและมีผลทางการตลาดจึงไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลกำลังการผลิต ผู้ผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET รายใหญ่ของประเทศ และกำลังการผลิต แสดงดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 ผู้ผลิตพลาสติกกรีไซเคิล PET ในประเทศไทย

ลำดับ	รายชื่อ	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)
1	บริษัท อังไถ จำกัด	8,400
2	บริษัท ไทยพลาสติกกรีไซเคิล จำกัด	3,000
3	บริษัท พีเจพลาสติก PET จำกัด	1,300
4	ทิพวรรณพลาสติก PET	ไม่มีข้อมูล
5	ทีทีเคพลาสติก	ไม่มีข้อมูล
รวม		12,700

3.5 การคาดการณ์ปริมาณขยะ

3.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณขยะ

การคาดการณ์ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในประเทศไทยพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณขยะ 2 ปัจจัย ดังนี้

1. จำนวนประชากร

ปี พ.ศ. 2500 – 2513 ประเทศไทยมีนโยบายควบคุมอัตราการเพิ่มของประชากรโดยการวางแผนครอบครัว หลังจากนั้นมีการผนวกนโยบายและแผนด้านประชากรไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติทำให้ประเทศไทยประสบความสำเร็จในการควบคุมประชากร จนกระทั่งเมื่อถึงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) อัตราการเพิ่มของประชากรได้ลดลงมาอยู่ในระดับที่ต่ำมากแล้ว ประเทศไทยจึงไม่มีการกำหนดนโยบายประชากรในแผนชาติอีกต่อไป

ช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ภาวะเจริญพันธุ์รวมของประชากรไทยได้ลดต่ำลงมาก โดยอัตราเจริญพันธุ์รวมหรือจำนวนบุตรเฉลี่ยสตรีคนหนึ่งจะมีตลอดวัยเจริญพันธุ์ของตนลดต่ำกว่า 2 ทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไทยลดต่ำลงมาก อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของประชากรไทยในปี พ.ศ. 2533 – 2543 และปี พ.ศ. 2543-2550 เหลือเพียงร้อยละ 1.11 และ 0.44 ต่อปี

ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3.13 โดยจำนวนและอัตราการขยายตัวของประชากรของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2540-2551 แสดงดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.13 การขยายตัวของประชากรไทย พ.ศ. 2453 - 2550 (ธนาคารอาคารสงเคราะห์, 2551)

ปี พ.ศ.	N	จำนวนประชากร (คน)	อัตราการขยายตัวเฉลี่ยต่อปี	
			ช่วงเวลา	(ร้อยละ)
2453	...	8,266,408
2462	9	9,207,355	2453 - 2462	1.21
2472	10	11,506,207	2462 - 2472	2.25
2480	8	14,464,105	2472 - 2480	2.90
2490	10	17,442,689	2480 - 2490	1.89
2499	9	22,811,701	2490 - 2499	3.03
2503	4	26,257,916	2499 - 2503	3.58
2513	10	34,397,374	2503 - 2513	2.74
2523	10	44,824,540	2513 - 2523	2.68
2533	10	54,548,530	2523 - 2533	1.98
2543	10	60,916,441	2533 - 2543	1.11
2550	7	62,828,742	2543 - 2550	0.44

ตารางที่ 3.14 จำนวนและอัตราการขยายตัวของประชากรในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2540 - 2551 (กรมการปกครอง, 2540 - 2551)

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	อัตราการขยายตัว (ร้อยละ)	ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	อัตราการขยายตัว (ร้อยละ)
2540	60,816,227	-	2546	63,079,765	0.45
2541	61,466,178	1.07	2547	61,973,621	-1.75
2542	61,661,701	0.32	2548	62,418,054	0.72
2543	61,878,746	0.35	2549	62,828,706	0.66
2544	62,308,887	0.7	2550	63,038,247	0.33
2545	62,799,872	0.79	2551	63,079,634	-

ปัจจุบันหน่วยงานที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลประชากรในประเทศไทยมี 2 หน่วยงานหลัก คือ กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย และสำนักงานสถิติแห่งชาติ แต่ข้อมูลตัวเลขประชากรที่มาจากแหล่งเหล่านี้ยังแตกต่างกันมาก เนื่องจากมีขอบเขตและวิธีการที่ได้มาของข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ มีการจัดทำสำมะโนประชากรและเคหะทุกรอบ 10 ปี ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาอันยาวนานจนข้อมูลไม่สามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์ได้เต็มที่นัก

เนื่องจากข้อมูลจากกรมการปกครองมีการปรับข้อมูลใหม่ โดยมีการตรวจสอบก่อนการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เช่น ตัดคนตายออกจากทะเบียนบ้าน เป็นต้น ข้อมูลประชากรของประเทศไทยปี พ.ศ. 2547 จึงมีจำนวนลดลงจาก ปี พ.ศ. 2546 ประมาณ 2 ล้านคน โดยข้อมูลสถิติจำนวนประชากรที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาแต่ละปีของกรมการปกครอง จะประมวลผลจากรายการบุคคลตามทะเบียนบ้านและทะเบียนบ้านกลางของสำนักทะเบียนทุกแห่งทั่วประเทศ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

1. ผู้ที่มีสัญชาติไทยและมีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้าน
2. ผู้ที่ไม่ได้สัญชาติไทย และมีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้าน
3. ผู้ที่มีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้านกลางซึ่งเป็นทะเบียนประเภทหนึ่งที่กำหนดขึ้นไว้สำหรับลงรายการของบุคคลที่ไม่อาจมีชื่อในทะเบียนบ้าน เช่น บุคคลที่ออกจากบ้านไปอยู่ที่อื่นเป็นเวลานานโดยไม่แจ้งย้ายและเจ้าบ้านไม่รู้ว่าผู้นั้นไปอยู่ที่ใด หรือกรณีบ้านรื้อถอนโดยไม่ประสงค์จะปลูกบ้านใหม่ในที่เดิมแต่เจ้าบ้านไม่แจ้งย้ายบุคคลออกจากทะเบียนบ้านหลังนั้น เป็นต้น

4. ผู้ที่อยู่ระหว่างการย้าย กล่าวคือ แจ้งย้ายออกแต่ยังไม่ได้ย้ายเข้าทะเบียนบ้านหลังใด

เมื่อประมวลผลข้อมูลดังกล่าวแล้วจึงจัดทำเป็นประกาศจำนวนราษฎรของประเทศ ณ วันที่ 31 ธันวาคม ของแต่ละปี แต่ในความเป็นจริงยังมีประชากรอีก 4 กลุ่มที่อาศัยอยู่ในประเทศไทยนานกว่า 5 ปี บางกลุ่มอยู่นานกว่า 10 ปี แต่ไม่ได้กล่าวไว้ในประกาศจำนวนราษฎรของประเทศ ดังนี้

1. คนที่น่าเชื่อว่ามีสัญชาติไทยแต่ไม่มีชื่อและรายการบุคคลในทะเบียนราษฎร ซึ่งมีสาเหตุหลายประการ เช่น พ่อแม่ไม่ได้แจ้งการเกิด ตกสำรวจทางทะเบียนราษฎร เอกสารสูญหายค้นหาหลักฐานไม่พบ ขาดพยานหลักฐานพิสูจน์ประวัติความเป็นมาและถิ่นที่เกิด เป็นต้น โดยยังไม่มีข้อมูลแสดงจำนวนยืนยันที่แน่นอน

2. คนที่ถูกบันทึกในทะเบียนประวัติว่าเป็นคนไม่มีสัญชาติไทยหรือคนต่างด้าวและเป็นกลุ่มที่ไม่อาจมีชื่อในทะเบียนบ้านตามกฎหมายว่าด้วยการทะเบียนราษฎร เช่น กลุ่มแรงงานต่างด้าวหลบหนีเข้าเมือง เป็นต้น

3. ผู้อพยพหนีภัยความตายมาจากประเทศเพื่อนบ้าน อยู่ในค่ายพักพิงผู้อพยพ 9 แห่ง ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ตาก กาญจนบุรี และราชบุรี

4. คนต่างด้าวหลบหนีเข้าเมืองอื่นๆ ที่ทางราชการไม่มีนโยบายให้สำรวจและกำหนดสถานะตามกฎหมาย

ปี พ.ศ.2553 สำนักงานสถิติแห่งชาติได้จัดทำสำมะโนประชากรทั่วประเทศอีกครั้ง โดยการใช้บุคคลากรเดินสำรวจสอบถามข้อมูลจากบุคคลตามบ้านและชุมชนในพื้นที่ทั่วประเทศ ผลการจัดทำสำมะโนประชากรจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะปรากฏตัวเลขกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่ม (คนไทย คนต่างด้าว แรงงานต่างด้าว) แตกต่างกับข้อมูลจำนวนราษฎรตามประกาศสำนักทะเบียนกลาง โดยข้อมูลสำมะโนประชากรทั่วประเทศ ณ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2553 มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 67,237,610 คน

การเพิ่มจำนวนประชากรของประเทศไทยปี พ.ศ. 2539-2551 ส่งผลให้ปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการมีปริมาณการอุปโภคบริโภคสูงขึ้น แสดงดังรูปที่ 3.7 โดยเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มประชากรและอัตราการเพิ่มขยะ พบว่า อัตราการเพิ่มขยะมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกับอัตราการเพิ่มประชากร กล่าวคือ เมื่ออัตราการเพิ่มประชากรเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการเพิ่มขยะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราการเพิ่มประชากรลดลงจะทำให้อัตราการเพิ่มขยะมีแนวโน้มลดลงตามไปด้วย แสดงดังตารางที่ 3.15



รูปที่ 3.7 จำนวนประชากรและปริมาณขยะต่อวันของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2551

ตารางที่ 3.15 อัตราการเพิ่มประชากรและอัตราการเพิ่มชยะของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2539-2551

ปี พ.ศ.	อัตราการเพิ่มประชากร (ร้อยละ)	อัตราการเพิ่มชยะ (ร้อยละ)	ปี พ.ศ.	อัตราการเพิ่มประชากร (ร้อยละ)	อัตราการเพิ่มชยะ (ร้อยละ)
2539	-	-	2546	0.45	0.04
2540	1.16	2.98	2547	-1.75	1.82
2541	1.07	0.39	2548	0.72	-1.84
2542	0.32	1.70	2549	0.66	2.02
2543	0.35	0.77	2550	0.33	0.77
2544	0.70	1.24	2551	0.56	1.84
2545	0.79	1.51			

นอกจากการอุปโภคบริโภคของประชากรในประเทศไทยแล้ว การอุปโภคบริโภคของนักท่องเที่ยวจากต่างประเทศที่เดินทางเข้าประเทศ รวมทั้งนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางไปต่างประเทศอาจมีผลให้เกิดชยะในประเทศไทย ซึ่งจำนวนนักท่องเที่ยวจากต่างประเทศที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยและชาวไทยที่เดินทางไปต่างประเทศปี พ.ศ. 2544-2448 แสดงดังตารางที่ 3.16 งานวิจัยนี้จะไม่นำปริมาณชยะที่เกิดจากการอุปโภคบริโภคของนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าและออกจากประเทศมาใช้ในการวิเคราะห์เนื่องจากมีจำนวนและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณชยะในประเทศไม่มากนัก

ตารางที่ 3.16 จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยและคนไทยที่เดินทางไปต่างประเทศ ปี พ.ศ. 2544-2448 (บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด, 2548 และการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย)

ปี พ.ศ.	นักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าประเทศ* (คน)	ชาวไทยที่เดินทางไปต่างประเทศ (คน)
2545	10,799,067	2,249,639
2546	10,004,453	2,151,709
2547	11,650,703	2,595,021
2548	10,317,713	3,085,530**

*ไม่รวมคนไทยมีถิ่นที่อยู่ต่างประเทศ, ** การคาดการณ์ของบริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด

2. ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP)

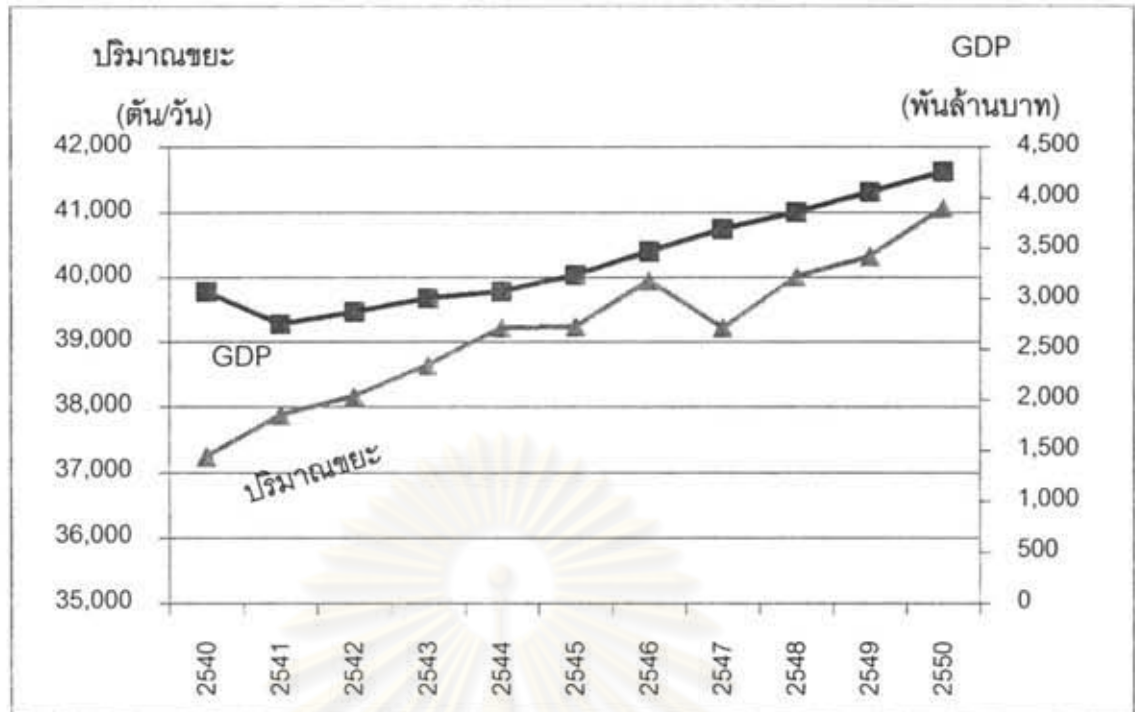
ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) หมายถึงมูลค่าของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตขึ้นภายในประเทศระยะเวลาหนึ่งโดยไม่คำนึงว่าทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการเป็นทรัพยากรภายในหรือนอกประเทศและไม่นับรวมทรัพยากรภายในประเทศที่มีการผลิตในต่างประเทศ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศแสดงถึงมาตรฐานคุณภาพชีวิตของประชาชนภายในประเทศซึ่งสามารถเป็นดัชนีชี้วัดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. GDP ณ ราคาปัจจุบัน คิดมูลค่าผลผลิตเป็นเงินตามราคาตลาดของสินค้าและบริการเหล่านั้น

2. GDP ณ ราคาคงที่ คิดมูลค่าผลผลิตเป็นเงินตามราคาปีที่กำหนดเป็นปีฐาน การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศทำให้ประชากรมีอัตราการอุปโภคบริโภคสูงขึ้นและก่อให้เกิดระยะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย จากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์มวลรวมและปริมาณระยะในประเทศไทยปี พ.ศ. 2540-2551 พบว่า เมื่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศมีค่าเพิ่มขึ้นปริมาณระยะจะเพิ่มขึ้นด้วย แสดงดังตารางที่ 3.17 และรูปที่ 3.8

ตารางที่ 3.17 GDP ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ.2531 และปริมาณระยะของประเทศไทย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ (สศช.), 2553 และสังคมแห่งชาติและกรมควบคุมมลพิษ)

ปี พ.ศ.	GDP (พันล้านบาท)	ปริมาณระยะ (ตัน/วัน)	ปี พ.ศ.	GDP (พันล้านบาท)	ปริมาณระยะ (ตัน/วัน)
2540	3,073	37,102	2546	3,468	39,240
2541	2,750	37,246	2547	3,688	39,956
2542	2,872	37,879	2548	3,858	39,221
2543	3,008	38,170	2549	4,057	40,012
2544	3,074	38,643	2550	4,257	40,322
2545	3,237	39,225	2551	4,361	41,064



รูปที่ 3.8 การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศและปริมาณขยะของประเทศไทย

ปี พ.ศ. 2548 มีปริมาณขยะลดลงจากปี พ.ศ. 2547 เนื่องจากกรมควบคุมมลพิษ มีนโยบายในการลดปริมาณขยะในกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นแหล่งผลิตขยะที่ใหญ่ที่สุดในประเทศให้ได้ร้อยละ 10 โดยมีการคัดแยกขยะทั้งของกรุงเทพมหานครและหน่วยงานส่วนกลางต่างๆ เช่น การดำเนินโครงการเรียกคืนซากบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการรณรงค์ลดการใช้พลาสติกและโฟมในห้างสรรพสินค้าและร้านสะดวกซื้อในกรุงเทพมหานคร และปริมาณพลจึงทำให้ปริมาณขยะในกรุงเทพมหานครลดลงประมาณวันละ 1,000 ตัน

3.5.2 การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ในประเทศไทย

ปริมาณขยะขวด PET สามารถคำนวณจากปริมาณขยะทั้งหมดที่เกิดขึ้นในประเทศไทย โดยพิจารณาเฉพาะเขตกรุงเทพมหานครและเขตเทศบาลทั่วประเทศและมีสมมติฐานดังนี้

1. ขยะในกรุงเทพมหานครและเขตเทศบาลทั่วประเทศมีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 57 ของปริมาณขยะทั่วประเทศ
2. ขยะชุมชนเทศบาลทั่วประเทศมีสัดส่วนขยะพลาสติกเฉลี่ยร้อยละ 16.83
3. ขยะพลาสติกมีสัดส่วนองค์ประกอบเป็น PET เฉลี่ยร้อยละ 7
4. ปริมาณการใช้งานของผลิตภัณฑ์ขวด PET (ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Blow molding) แต่ละปีมีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 58
5. ขยะ PET ในประเทศไทยมีสัดส่วนขวด PET เท่ากับปริมาณการใช้งานผลิตภัณฑ์ขวด PET ในประเทศไทย

ปริมาณขยะขวด PET ในประเทศไทยสามารถคำนวณ ดังสมการที่ 3.2

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณขยะขวด PET} &= \text{ปริมาณขยะ} \times \frac{57}{100} \times \frac{16.83}{100} \times \frac{7}{100} \times \frac{58}{100} \\ \text{ปริมาณขยะขวด PET} &= \text{ปริมาณขยะ} \times 0.0039 \quad \dots (3.2) \end{aligned}$$

งานวิจัยนี้จะคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2552-2567 จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ของปริมาณขยะขวด PET และปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณขยะทั้ง 2 ปัจจัย ได้แก่ จำนวนประชากร และผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ปี พ.ศ. 2540-2551 ดังตารางที่ 3.18

กำหนดให้

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= \text{ปริมาณขยะขวด PET ของประเทศไทย (ตัน)} \\ X_1 &= \text{จำนวนประชากร (คน)} \\ X_2 &= \text{ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ.2531} \\ &\quad \text{(พันล้านบาท)} \end{aligned}$$

ตารางที่ 3.18 การวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณขยะขวด PET ปี พ.ศ. 2540-2551

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน) X_1	GDP (พันล้านบาท) X_2	ปริมาณขยะขวด PET (ตัน) Y
2540	60,816,227	3,073	52,744
2541	61,466,178	2,750	52,949
2542	61,661,701	2,872	53,849
2543	61,878,746	3,008	54,263
2544	62,308,887	3,074	54,935
2545	62,799,872	3,237	55,762
2546	63,079,765	3,468	55,784
2547	61,973,621	3,688	56,802
2548	62,418,054	3,858	55,757
2549	62,828,706	4,057	56,881
2550	63,038,247	4,257	57,322
2551	63,389,730	4,361	58,377

จากการวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณขยะขวด PET และปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณขยะปี พ.ศ. 2540-2551 พบว่า ปริมาณขยะขวด PET มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับ จำนวนประชากร และผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ กล่าวคือ เมื่อจำนวนประชากรและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพิ่มขึ้น ปริมาณขยะขวด PET จะเพิ่มขึ้นด้วยตามความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3.3

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= 0.000998 X_1 + 1.87 X_2 - 13,228 & \dots (3.3) \\ r^2 &= 0.92 \\ r^2_{adj} &= 0.90\end{aligned}$$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอยของปริมาณขยะขวด PET กับจำนวนประชากรและ GDP ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงดังตารางที่ 3.19

สมมติฐาน

$$\begin{aligned}H_0: & \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0 \\ H_1: & \beta_1 \neq 0 \\ & \alpha = 0.05\end{aligned}$$

ตารางที่ 3.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอย

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F	P
Regression	2	31,312,292	15,656,146	51.18	0.000
Residual Error	9	2,753,015	305,891		
Total	11	34,065,307			

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอย พบว่า P-value ของการถดถอยมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรถดถอยอย่างน้อยที่สุดหนึ่งตัวมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อสมการถดถอยที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยทีละตัว

การวิเคราะห์ t-test ของปริมาณขยะขวด PET กับ จำนวนประชากร (X_1) และ GDP (X_2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงดังตารางที่ 3.20

สมมติฐาน

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

ตารางที่ 3.20 การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยทีละตัว

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-13228	19039	-0.69	0.505
X_1	0.0009982	0.0003235	3.09	0.013
X_2	1.8665	0.4454	4.19	0.002

จากการทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยทีละตัว พบว่า P-value ของ X_1 และ X_2 มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ส่วน P-value ของ Constant มีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 และสามารถตัดออกจากสมการถดถอยได้

การปรับข้อมูลใหม่

จากการทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยทีละตัวสามารถตัดค่า Constant ออกจากสมการถดถอยได้แต่อาจทำให้สมการมีความคลาดเคลื่อนจึงปรับข้อมูลโดยการตัดข้อมูลในปี พ.ศ. 2546 และ 2547 เพื่อวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณขยะขวด PET กับปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณขยะใหม่ มีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3.4

$$\hat{Y} = 0.00151 X_1 + 1.24 X_2 - 43,154 \quad \dots (3.4)$$

$$r^2 = 0.99$$

$$r^2_{adj} = 0.99$$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอยหลังปรับข้อมูลใหม่

สมมติฐาน

$$H_0: \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

ตารางที่ 3.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอยหลังปรับข้อมูลใหม่

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F	P
Regression	2	31,555,598	15,777,799	375.14	0.000
Residual Error	7	294,409	42,058		
Total	9	31,850,007			

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอยหลังปรับข้อมูลใหม่ พบว่า P-value ของการถดถอยมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรถดถอยอย่างน้อยที่สุดหนึ่งตัวมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อสมการถดถอยที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัวหลังปรับข้อมูลใหม่

สมมติฐาน

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

ตารางที่ 3.22 การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัวหลังปรับข้อมูลใหม่

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-43,154	8508	-5.07	0.001
X_1	0.0015124	0.0001450	10.43	0.000
X_2	1.2369	0.1894	6.53	0.000

จากการทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัวหลังปรับข้อมูลใหม่ พบว่า P-value ของ X_1 , X_2 และ Constant มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่าสัมประสิทธิ์ทุกตัวของสมการถดถอยมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ จึงสรุปได้ว่าปริมาณขยะขวด PET มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับจำนวนประชากรและ GDP ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอย

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของสมการถดถอยที่พิจารณาจากการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่แท้จริงเฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD) สามารถวัดความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยการเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างค่าที่แท้จริงกับค่าพยากรณ์ สามารถคำนวณดังสมการที่ 3.5

ตารางที่ 3.23 ค่าความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอยสำหรับคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะขวด PET (ตัน)		$ Y - \hat{Y} $
	ค่าแท้จริง (Y)	ค่าพยากรณ์ (\hat{Y})	
2540	52,744	52,489	255
2541	52,949	53,070	121
2542	53,849	53,516	332
2543	54,263	54,013	250
2544	54,935	54,744	191
2545	55,762	55,688	75
2546	55,784	56,397	613
2547	56,802	54,999	1,802
2548	55,757	55,881	125
2549	56,881	56,748	133
2550	57,322	57,312	9
2551	58,377	57,972	405
2552	58,055	58,055	0
รวม			4,311

$$\begin{aligned}
 \text{MAD} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| && \dots (3.5) \\
 &= \frac{4,311}{13} \\
 &= 331.58
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณ MAD พบว่า ค่าพยากรณ์จากสมการถดถอยมีความคลาดเคลื่อนจากค่าแท้จริงน้อยจึงถือว่าสมการที่ 3.4 มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณขยะขวด PET โดยจำนวนประชากรและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศปี พ.ศ. 2553-2567 มีรายละเอียดดังนี้

1. จำนวนประชากร งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจำนวนประชากรในช่วงปี พ.ศ. 2553-2567 จากการคาดการณ์ของฝ่ายวิชาการ ธนาคารอาคารสงเคราะห์ ซึ่งมีการดัดแปลงข้อมูลการจัดทำการคาดการณ์ประมาณประชากรของประเทศไทยในช่วงปี 2543 – 2573 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ข้อมูลจากสำมะโนประชากรและเคหะของสำนักงานสถิติแห่งชาติเป็นข้อมูลฐานในการคาดการณ์ประชากร โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อสมมติฐานด้านภาวะเจริญพันธุ์ การตายและการย้ายถิ่นที่เป็นไปได้มากที่สุดในอนาคต แสดงดังตารางที่ 3.24

ตารางที่ 3.24 การคาดการณ์จำนวนประชากร ปี พ.ศ. 2553-2567 (ธนาคารอาคารสงเคราะห์, 2550)

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	อัตราการขยายตัว (ร้อยละ)	ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	อัตราการขยายตัว (ร้อยละ)
2553	67,237,610*	-	2561	71,679,406	0.60
2554	69,135,313	2.82	2562	72,174,174	0.69
2555	69,616,644	0.70	2563	72,684,594	0.71
2556	69,998,988	0.55	2564	73,078,226	0.54
2557	70,311,365	0.45	2565	73,476,900	0.55
2558	70,629,771	0.45	2566	73,877,949	0.55
2559	70,904,048	0.39	2567	74,285,907	0.55
2560	71,250,380	0.49			

* ประมาณการณ์ประชากรของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ณ พ.ศ. 2553

2. ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 5.7 ตามผลการพัฒนาประเทศในระยะแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545-2549) ได้ัญเชิญ "ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง" มาเป็นปรัชญานำทางในการพัฒนาและบริหารประเทศ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการกำหนดวิสัยทัศน์ร่วมกันของสังคมไทยใน 20 ปีข้างหน้า และมีการดำเนินการต่อเนื่องจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ในด้านแนวคิด

ที่ยึด "คนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา" ซึ่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ได้มีการดำเนินงานต่อเนื่องจากแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 และ 9 ผลผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศระหว่างปี พ.ศ. 2553-2567 แสดงดังตารางที่ 3.25

ตารางที่ 3.25 การคาดการณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศปี พ.ศ. 2553-2567

ปี พ.ศ.	GDP (พันล้านบาท)	ปี พ.ศ.	GDP (พันล้านบาท)
2553	4,506	2561	7,021
2554	4,763	2562	7,422
2555	5,035	2563	7,845
2556	5,322	2564	8,292
2557	5,625	2565	8,765
2558	5,946	2566	9,264
2559	6,285	2567	9,792
2560	6,643		

การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเฉพาะเขตกรุงเทพมหานครและเขตเทศบาลทั่วประเทศปี พ.ศ. 2553-2567 ด้วยสมการถดถอย แสดงดังตารางที่ 3.25

จากปริมาณการผลิตขวด PET จากผู้ผลิตขวดในประเทศไทยทั้งหมด 27 ราย และการคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ของประเทศไทย พบว่า

- ปี พ.ศ. 2552 มีการผลิตขวด PET ปริมาณ 84,761 ตัน และเมื่อผ่านการใช้งานแล้วจะกลายเป็นขยะในปี พ.ศ. 2553 (ตารางที่ 3.7)

- ปี พ.ศ. 2553 ขยะขวด PET จากการคาดการณ์ด้วยสมการถดถอยมีปริมาณ 70,237 ตัน (ตารางที่ 3.26)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.26 การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2553-2567 ด้วยสมการถดถอย

ปี พ.ศ.	GDP (พันล้านบาท)	จำนวนประชากร (คน)	ปริมาณขยะขวด PET (ตัน)
2553	4,506	67,237,610	70,237
2554	4,763	69,135,313	73,779
2555	5,035	69,616,644	75,221
2556	5,322	69,998,988	76,553
2557	5,625	70,311,365	77,824
2558	5,946	70,629,771	79,148
2559	6,285	70,904,048	80,455
2560	6,643	71,250,380	81,921
2561	7,021	71,679,406	83,565
2562	7,422	72,174,174	85,366
2563	7,845	72,684,594	87,250
2564	8,292	73,078,226	89,022
2565	8,765	73,476,900	90,868
2566	9,264	73,877,949	92,788
2567	9,792	74,285,907	94,795

การคาดการณ์ขยะขวด PET ในปี พ.ศ. 2553 ด้วยสมการถดถอยมีปริมาณน้อยกว่าการผลิตขวด PET ปี พ.ศ. 2552 จำนวน 14,524 ตัน งานวิจัยนี้พิจารณาเฉพาะกรุงเทพมหานคร และเขตเทศบาลทั่วประเทศโดยไม่รวมชยะนอกเขตเทศบาล รวมถึงผู้ประกอบการที่ใช้บรรจุภัณฑ์เป็นขวด PET มีการส่งออกผลิตภัณฑ์บางส่วนไปยังประเทศใกล้เคียง จึงทำให้การคำนวณขยะขวด PET ด้วยสมการถดถอยมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณการผลิตขวด PET ของประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงจะใช้ปริมาณขยะขวด PET ด้วยสมการถดถอยจากการคาดการณ์ในการวิเคราะห์ต่อไป

3.5.3 การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิล

ขวด PET เมื่อผ่านการใช้งานแล้วจะถูกเก็บรวบรวมโดยผู้ประกอบการคัดแยกขยะหรือร้านรับซื้อของเก่าเพื่อคัดแยกประเภทและจัดส่งเป็นวัตถุดิบให้กับผู้ผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลในรูปขยะขวด PET อัดก้อน ปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนของผู้ประกอบการคัดแยกขยะหรือร้านรับซื้อของเก่าจึงสามารถแสดงถึงปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลในประเทศไทย

บริษัท วงษ์วานิชย์ จำกัด ประกอบกิจการรีไซเคิลครบวงจรที่ทันสมัยที่สุดในภูมิภาคเอเชีย เริ่มดำเนินกิจการตั้งแต่ พ.ศ. 2517 จากการรับซื้อขยะรีไซเคิลจากครัวเรือน ชุมชนร้านค้าปลีก ร้านค้าส่ง ร้านสะดวกซื้อ ห้างสรรพสินค้า โรงงานอุตสาหกรรมและบริการรวบรวมขนย้ายขยะ ทั้งที่เป็นอันตรายและไม่เป็นอันตราย นอกจากนี้ยังมีการประชาสัมพันธ์รณรงค์ไปยังชุมชนต่าง ๆ ในเขตเทศบาลทุกชุมชน โรงงาน องค์กรเอกชนและหน่วยงานราชการที่เครือวงษ์วานิชย์ได้รับเกียรติในการเชิญเข้าร่วมประชุมเกี่ยวกับการจัดตั้งศูนย์รับขยะรีไซเคิลเพื่อรีไซเคิลและการหามาตรการทางเลือกในการแก้ปัญหาขยะล้นเมือง ปัจจุบันประกอบกิจการรับซื้อขยะรายใหญ่ที่สุดและมีการขยายสาขาการผลิตแบบแฟรนไชส์ (Franchise) กระจายทั่วประเทศไทย 648 สาขา ประเทศลาว 3 สาขา และประเทศมาเลเซีย 2 สาขา มีปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนในปี พ.ศ. 2552 ประมาณ 20,000 ตัน (เฉพาะสาขาในประเทศไทย) และมีอัตราการเติบโตตั้งแต่เริ่มกิจการร้อยละ 5 ต่อปี โดยมีเป้าหมายจะเพิ่มสาขาในประเทศไทยเป็น 1,400 สาขา ภายในปี พ.ศ. 2556

จากปริมาณการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ปี พ.ศ. 2552 ที่สามารถรวบรวมได้จากผู้ประกอบการรายใหญ่จำนวน 5 ราย มีประมาณ 12,700 ตัน (ตารางที่ 3.12) มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณการผลิตขยะอัดก้อน PET ของบริษัท วงษ์วานิชย์ จำกัด ปี พ.ศ. 2552 ซึ่งมีการจำหน่ายให้กับผู้ผลิตเม็ดพลาสติกรายใหญ่และรายย่อยที่ไม่ปรากฏข้อมูล งานวิจัยนี้จะคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลจากปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนเพื่อให้ครอบคลุมปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลของประเทศไทย

การพัฒนาของเศรษฐกิจประกอบกับการรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อมของภาครัฐและเอกชนในช่วงที่ผ่านมาทำให้อุตสาหกรรมรีไซเคิลพลาสติกได้รับความนิยมน้อย่างกว้างขวางและมีผู้ประกอบการรีไซเคิลพลาสติกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อุตสาหกรรมคัดแยกขยะจึงมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วความต้องการของวัตถุดิบ โดยบริษัท วงษ์วานิชย์ จำกัด ถือเป็นผู้ประกอบการคัดแยกขยะรายใหญ่ที่สุดในประเทศไทยเนื่องจากมีสาขากระจายทั่วประเทศจำนวน 648 สาขา ขณะที่ผู้ประกอบการรายย่อยที่ไม่ปรากฏชื่อมีเพียงร้อยละ 1-2 สาขาเท่านั้นจึงถือว่ามีสัดส่วนปริมาณการผลิตไม่มากนักเมื่อเทียบกับบริษัท วงษ์วานิชย์ จำกัด นอกจากนี้ปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนมีส่วนแบ่งการตลาดไม่ชัดเจนเนื่องจากอุตสาหกรรมคัดแยกขยะมีการ

คัดแยกขยะหลายประเภท งานวิจัยนี้จะใช้ปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนของบริษัท วงษ์วานิชย์ จำกัด เป็นตัวแทนปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลในประเทศไทย โดยจากการสอบถามผู้บริหารของบริษัท พบว่า ปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนมีอัตราการขยายตัวตามผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณการผลิตกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพื่อคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลในอนาคต แสดงดังตารางที่ 3.27

กำหนดให้

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= \text{ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิล} \\ X &= \text{ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ.2531} \\ &\quad (\text{พันล้านบาท}) \end{aligned}$$

จากการวิเคราะห์การถดถอยปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลในประเทศไทยและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ พบว่า ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ กล่าวคือ เมื่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพิ่มขึ้น ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลจะเพิ่มขึ้นด้วยตามความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3.6

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= 5.00 X - 2,705 && \dots (3.6) \\ r^2 &= 0.94 \\ r^2_{adj} &= 0.93 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.27 ปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนของบริษัท วงษ์วานิชย์ จำกัด
ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2540-2552

ปี พ.ศ.	GDP (พันล้านบาท) X	ขยะขวด PET รีไซเคิล (ตัน/ปี) Y
2540	3,073	10,807
2541	2,750	11,376
2542	2,872	11,975
2543	3,008	12,605
2544	3,074	13,268
2545	3,237	13,967
2546	3,468	14,702
2547	3,688	15,476
2548	3,858	16,290
2549	4,057	17,148
2550	4,257	18,050
2551	4,361	19,000
2552	4,263*	20,000

*สศท., 2553

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอยของปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลกับ GDP ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงดังตารางที่ 3.28

สมมติฐาน

$$H_0: \beta_0 = \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

ตารางที่ 3.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอย

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F	P
Regression	1	102,507,582	102,507,582	278.57	0.000
Residual Error	11	4,047,806	367,982		
Total	12	106,555,388			

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอย พบว่า P-value ของการถดถอยมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรถดถอยอย่างน้อยที่สุดหนึ่งตัวมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อสมการถดถอยที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัว

การวิเคราะห์ t-test ของปริมาณขยะขวด PET กับ GDP ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงดังตารางที่ 3.29

สมมติฐาน

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

ตารางที่ 3.29 การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัว

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4,020.7	677.5	5.93	0.000
X	1.7051	0.1022	16.69	0.000

จากทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัวพบว่า P-value ของ X และ Constant มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่าสัมประสิทธิ์ทุกตัวของสมการถดถอยมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ จึงสรุปว่าปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับ GDP ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และสามารถคำนวณดังสมการที่ 3.6

การทดสอบความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอย

ตารางที่ 3.30 ค่าความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอยสำหรับคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิล

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิล (ตัน)		$ Y - \hat{Y}_t $
	ค่าแท้จริง (Y)	ค่าพยากรณ์ (\hat{Y})	
2540	10,807	12,660.0	1,853.0
2541	11,376	11,045.0	331.0
2542	11,975	11,655.0	320.0
2543	12,605	12,335.0	270.0
2544	13,268	12,665.0	603.0
2545	13,967	13,480.0	487.0
2546	14,702	14,635.0	67.0
2547	15,476	15,735.0	259.0
2548	16,290	16,585.0	295.0
2549	17,148	17,580.0	432.0
2550	18,050	18,580.0	530.0
2551	19,000	19,100.0	100.0
2552	20,000	18,610.0	1,390.0
รวม			6,937

$$\text{MAD} = \frac{6,937}{13} = 533.62$$

จากการคำนวณ MAD พบว่า ค่าพยากรณ์จากสมการถดถอยมีความคลาดเคลื่อนจากค่าแท้จริงน้อยจึงถือว่าสมการที่ 3.6 มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิล การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลของงานวิจัย แสดงดังตารางที่ 3.31 ได้จากข้อมูลปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนจากผู้ประกอบการคัดแยกขยะรายใหญ่ของประเทศไทย และไม่รวมผู้ประกอบการคัดแยกขยะหรือร้านรับซื้อของเก่ารายย่อยที่ไม่ปรากฏข้อมูลทำให้ขยะขวด PET รีไซเคิลทั้งหมดมีปริมาณมากกว่าการคาดการณ์ด้วยสมการถดถอย อย่างไรก็ตาม

การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณขยะขวด PET ไม่รีไซเคิลสำหรับป้อนเป็นวัตถุดิบของโครงการเท่านั้นจึงไม่มุ่งเน้นการวิเคราะห์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลที่แม่นยำเนื่องจากไม่สามารถรวบรวมข้อมูลการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนทั้งหมดในประเทศและส่วนแบ่งการตลาดที่แน่นอนได้ นอกจากนี้การนำขยะขวด PET กลับมาใช้ใหม่ (Reuse) ด้วยการนำมาประดิษฐ์เป็นเครื่องใช้และเครื่องประดับต่างๆ ของกลุ่มในท้องถิ่น องค์กร หรือบุคคลทั่วไปเพื่อสร้างรายได้และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมยังส่งผลให้ปริมาณขยะขวด PET ไม่รีไซเคิลมีปริมาณน้อยกว่าการคาดการณ์ของงานวิจัยอีกด้วย

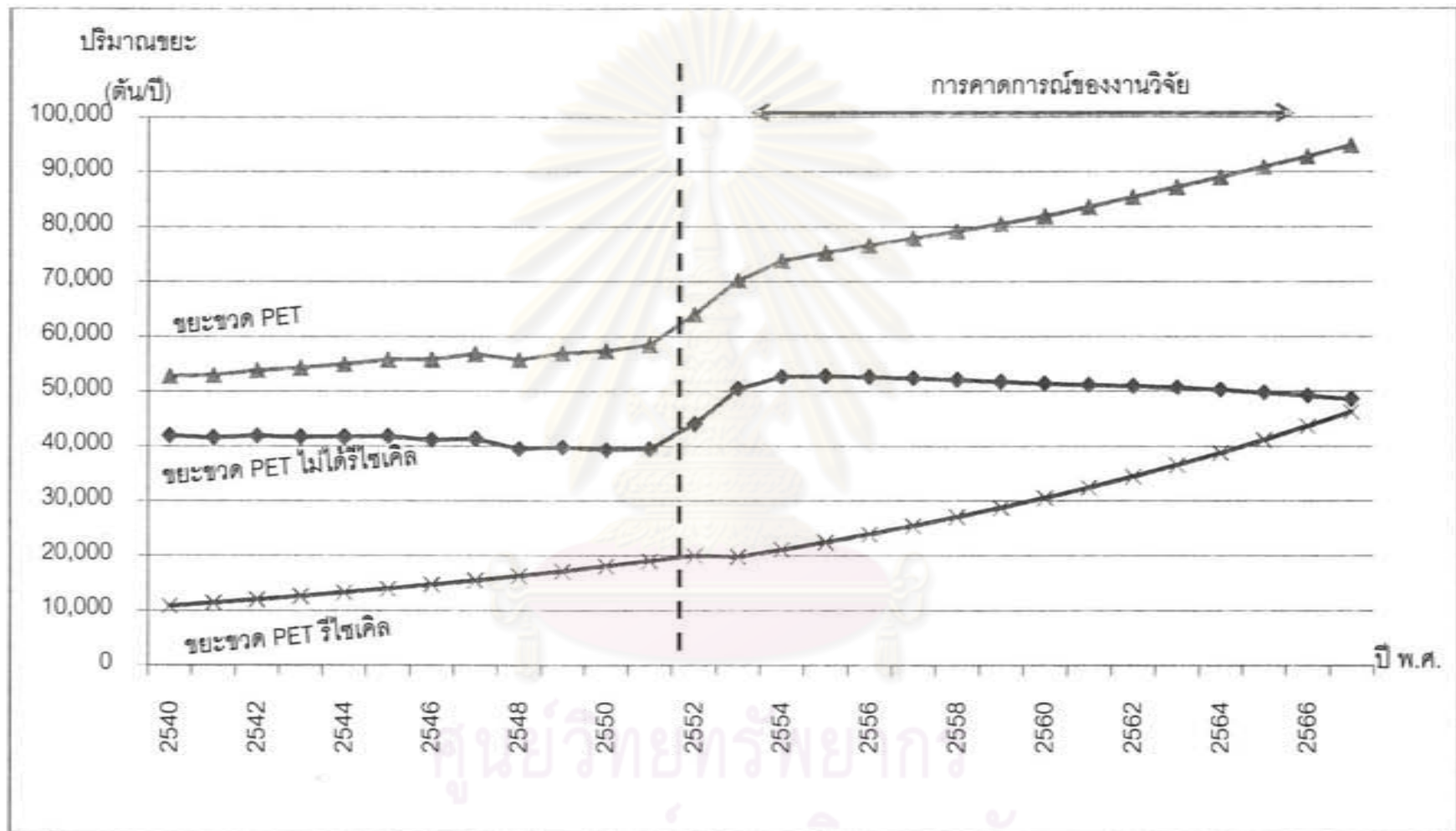
จากปริมาณขยะขวด PET ทั้งหมดและขวด PET รีไซเคิลในช่วงที่ผ่านมาประกอบการคาดการณ์ในปี พ.ศ. 2553-2567 ด้วยสมการถดถอย (ตารางที่ 3.31) พบว่า ขยะขวด PET มีอัตราการรีไซเคิลร้อยละ 28-49 ของขยะขวด PET ทั้งหมดและมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศทำให้ขยะขวด PET ไม่ได้รีไซเคิลมีปริมาณลดลงแสดงดังรูปที่ 3.10 อย่างไรก็ตามยังมีขยะขวด PET ที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสามารถป้อนเป็นวัตถุดิบของโครงการเพื่อนำมารีไซเคิลปริมาณมาก นอกจากนี้การค้นคว้าวิจัยเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมในอนาคต เช่น ผลิตภัณฑ์ขวดชีวภาพที่สามารถย่อยสลายเองได้ การใช้วัสดุประเภทอื่นแทนขวด PET เป็นต้น อาจทำให้ปริมาณการใช้งานขวด PET มีแนวโน้มลดลง รวมถึงอุตสาหกรรมคัดแยกขยะอาจมีการขยายตัวลดลงและไม่ขึ้นกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้จะไม่พิจารณาการใช้วัสดุดังกล่าวเนื่องจากปริมาณการใช้งานอาจมีผลต่อปริมาณขยะขวด PET เมื่อสิ้นสุดอายุโครงการแล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.31 การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลด้วยสมการถดถอยปี พ.ศ. 2553-2567

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิล		ปริมาณขยะขวด PET ไม่ได้รีไซเคิล
	ตัน/ปี	ร้อยละ	ตัน/ปี
2553	19,827	28.2	50,411
2554	21,111	28.6	52,668
2555	22,469	29.9	52,752
2556	23,904	31.2	52,650
2557	25,420	32.7	52,403
2558	27,023	34.1	52,125
2559	28,718	35.7	51,737
2560	30,509	37.2	51,412
2561	32,402	38.8	51,163
2562	34,403	40.3	50,962
2563	36,519	41.9	50,732
2564	38,754	43.5	50,267
2565	41,118	45.2	49,750
2566	43,615	47.0	49,173
2567	46,256	48.8	48,539

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.9 ปริมาณขยะขวด PET ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2540-2567

บทที่ 4

การศึกษาด้านวิศวกรรม

การศึกษาด้านวิศวกรรมเป็นการศึกษาลักษณะทางกายภาพที่เกี่ยวข้องในการผลิตโดยตรง ประกอบด้วยการศึกษากระบวนการผลิต สถานที่ตั้งโรงงาน วัตถุดิบ แรงงาน รวมทั้งแหล่งจ่ายวัตถุดิบและสาธารณูปโภค เพื่อคัดเลือกลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งโรงงาน และนำไปสู่การประมาณการณ้ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาของโครงการต่อไป

4.1 กระบวนการรีไซเคิลพลาสติก

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาการรีไซเคิลพลาสติกได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางเนื่องจากสามารถลดปริมาณขยะพลาสติกที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษและถือเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า จึงทำให้มีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีในการรีไซเคิลอย่างต่อเนื่อง สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ดังนี้

4.1.1 กระบวนการรีไซเคิลทั่วไป

1. การรีไซเคิลแบบปฐมภูมิ

การนำเศษพลาสติกประเภทเดียวกันและไม่มีสิ่งปนเปื้อนที่เกิดในกระบวนการผลิตหรือขึ้นรูปกลับมาใช้ซ้ำภายในโรงงาน ซึ่งสามารถนำมาใช้ซ้ำทั้งหมดหรือมีการเติมผสมกับเม็ดใหม่ในอัตราส่วนที่ความเหมาะสม

2. การรีไซเคิลแบบทุติยภูมิ

การนำพลาสติกที่ผ่านการใช้งานแล้วมาเข้าสู่กระบวนการบด ทำความสะอาด หลอมและขึ้นรูปกลับไปเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกอีกครั้ง สามารถแบ่งออกได้ 3 วิธี ดังนี้

1. การรีไซเคิลด้วยกระบวนการทางกายภาพ (Mechanical recycling)

การนำพลาสติกที่ผ่านการใช้งานแล้วมาตัดแยกประเภทและสี ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาด บด และหลอมเป็นเม็ดพลาสติกเกรดบีหรือเม็ดพลาสติกรีไซเคิลเพื่อนำกลับไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน

พลาสติกรีไซเคิลอาจนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่หรือผสมกับเม็ดพลาสติกใหม่เพื่อให้ได้สมบัติตามต้องการ พลาสติกที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิลจะมีคุณภาพต่ำกว่าจากการปนเปื้อนสิ่งสกปรกหลังการใช้งาน เช่น ฉลาก กาว เป็นต้น ทำให้เม็ดพลาสติกรีไซเคิลมีสีเข้มขึ้นหรือความใสลดลง นอกจากนี้ความชื้นในพลาสติกและความร้อนที่ใช้ในการหลอมพลาสติกทำให้เม็ดพลาสติกรีไซเคิลมีสีเหลืองและมีสมบัติเชิงกลลดลง เนื่องจากเกิดการสลายตัวหรือการขาดของสายโซ่โมเลกุลของโพลิเมอร์ พลาสติกรีไซเคิลจึงไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์สูงสุดและมีราคาถูกลงจนอาจไม่คุ้มต่อการลงทุน

2. การปรับปรุงโดยวิธีทางเคมี (Chemical modification) การปรับปรุงโดยวิธีการทางเคมีสามารถช่วยลดข้อจำกัดด้านคุณสมบัติ การขึ้นรูปและการใช้งานของเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลหรือทำให้มีลักษณะใกล้เคียงกับเม็ดพลาสติกใหม่ สำหรับพลาสติกชนิดเดียวกันสามารถทำได้โดยการเติมสารเคมีหรือการผ่านรังสี ส่วนพลาสติกผสมมักใช้สารช่วยในการผสมให้เข้ากัน เรียกว่า Compatibilize

3. การหลอมอัดรีดร่วมและการฉีดร่วม (Co-extrusion and Co-injection molding) ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่มีโครงสร้างเป็นชั้นเหมาะสำหรับการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสกับอาหาร โดยชั้นผิวหน้าผลิตจากพลาสติกใหม่มีความต้านทานต่อแรงดึงสูง ป้องกันการซึมผ่านได้ดีและสีสม่ำเสมอ ส่วนชั้นกลางเป็นพลาสติกกรีไซเคิล

3. การรีไซเคิลแบบตติยภูมิ

การรีไซเคิลแบบตติยภูมิสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่ การรีไซเคิลทางเคมีและทางความร้อน

1. การรีไซเคิลทางเคมี (Chemical recycling) การรีไซเคิลด้วยกระบวนการที่ทำให้โครงสร้างสายโซ่ของพอลิเมอร์เกิดการขาดหรือแตกออก (Depolymerisation) จนได้ผลิตภัณฑ์เป็นมอนอเมอร์ (Monomer) หรือโอลิโกเมอร์ (Oligomer) จากนั้นทำให้บริสุทธิ์ด้วยการกลั่นและตกผลึกได้สารตั้งต้นที่มีคุณภาพสูงสามารถนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ แต่มีค่าใช้จ่ายในการเตรียมวัตถุดิบสูงเนื่องจากต้องใช้พลาสติกที่มีความสะอาดค่อนข้างสูงและมีการผสมหรือปนเปื้อนเพียงเล็กน้อย

2. การรีไซเคิลทางความร้อน (Thermolysis) เป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์และคุ้มค่ากว่าการรีไซเคิลทางเคมีเนื่องจากสามารถจัดการขยะพลาสติกผสมที่มีสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติกได้ โดยการทำให้โครงสร้างของพอลิเมอร์แตกหรือขาดด้วยความร้อน เรียกว่า Thermolysis การรีไซเคิลทางความร้อนสามารถแบ่งออกได้ 3 วิธี คือ แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Pyrolysis) แบบใช้ออกซิเจน (Gasification) และ การเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation)

4. การรีไซเคิลแบบจตุภูมิ

การรีไซเคิลด้วยการเผาไหม้พลาสติกเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนให้ค่าความร้อนใกล้เคียงกับถ่านหิน (23 MJ/kg) ซึ่งสามารถเผาไหม้ส่วนที่เป็นขยะเปียกทำให้ลดปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ในการเผาขยะ

งานวิจัยนี้พิจารณาเฉพาะกระบวนการรีไซเคิลขยะขวด PET ทางกายภาพ (Mechanical recycling) เนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน รวมทั้งการรีไซเคิลยังมีต้นทุนต่ำและใช้ระยะเวลาในการผลิตไม่สูงมากนักและได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

4.1.2 การคัดแยกประเภทพลาสติก

การแยกประเภทของขยะพลาสติกเป็นส่วนสำคัญในอุตสาหกรรมพลาสติกรีไซเคิล เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกหลากหลายชนิดอาจเกิดการปนเปื้อนและส่งผลกระทบต่อคุณภาพของพลาสติกรีไซเคิล การแยกประเภทพลาสติกจะใช้หลักการพื้นฐานของสมบัติเชิงเคมี แสง ไฟฟ้าและกายภาพของพลาสติกที่นำมาคัดแยกสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การแยกประเภทพลาสติกด้วยมือ (Manual sorting)

การแยกประเภทพลาสติกด้วยมือจะอาศัยความแตกต่างทางกายภาพของพลาสติก อาจคัดแยกประเภทจากตัวเลขบนพลาสติกและลักษณะต่าง ๆ ของพลาสติก เช่น สี ลักษณะของพลาสติกเมื่อถูกบีบ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการแยกประเภทพลาสติก เช่น การใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต หรือ Black light และระบบ Kisspotlight ใช้หลักการกระจายแสงโดยการสวมแว่นตาเปลี่ยนสภาพแสงพิเศษ (special polarized goggles) เพื่อคัดแยกโพลีเมอร์เจือปนออกจากสายพานลำเลียง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การแยกประเภทด้วยมือเป็นการคัดแยกโดยใช้แรงงานคนจึงต้องมีการเสียค่าใช้จ่ายด้านแรงงานเพิ่มขึ้นและอาจเกิดความปลอดภัยในการคัดแยกได้

2. การคัดแยกพลาสติกด้วยการลอยตัวในของเหลว (Direct Flotation)

การคัดแยกพลาสติกด้วยการลอยตัวในของเหลวจะอาศัยความแตกต่างด้านความหนาแน่นของพลาสติกผสมและใช้ของเหลวที่มีความหนาแน่นอยู่ระหว่างพลาสติกผสมเป็นตัวกลาง โดยพลาสติกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะลอยขึ้นสู่ด้านบนส่วนพลาสติกที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะจมลงสู่ด้านล่างของตัวกลางของเหลว ซึ่งตัวกลางของเหลวที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ น้ำ (ใช้สำหรับแยกโพลิโอเลฟินออกจากวัสดุที่ไม่ใช่โพลิโอเลฟิน) สารละลายผสมระหว่างน้ำและเมธานอล (ใช้สำหรับแยกโพลิเมอร์ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ) และสารละลายเกลือ NaCl และสารละลาย $ZnCl_2$ (ใช้สำหรับแยกโพลิเมอร์ที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ) การคัดแยกด้วยวิธีนี้ไม่เหมาะในการแยกพลาสติกโพลิโอเลฟินผสมเนื่องจากมีความแตกต่างของความหนาแน่นน้อย นอกจากนี้หากมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอาจทำให้ควบคุมความหนาแน่นของสารละลายตัวกลางได้ไม่แม่นยำ และอาจมีการรวมกลุ่มของพลาสติกทำให้พลาสติกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าตัวกลางจมได้และส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการคัดแยกพลาสติกผสมได้

3. การคัดแยกพลาสติกด้วยกระบวนการ Froth Flotation

การคัดแยกพลาสติกผสมด้วยกระบวนการ Froth Flotation เป็นกระบวนการทางเคมีพื้นผิวเพื่อคัดแยกของแข็งขนาดเล็กออกจากกันโดยอาศัยความสามารถในการเปียกผิวของพื้นผิวของของแข็งที่แตกต่างกัน ซึ่งพื้นผิวของของแข็งที่สามารถเปียกผิวได้ด้วยน้ำจะมีลักษณะเป็น hydrophilic ทำให้ของแข็งจมลงในน้ำ ส่วนอนุภาคพื้นผิวที่มีลักษณะเป็น hydrophobic

จะทำให้ฟองอากาศยึดติดกับพื้นผิวของแข็งได้ดีและลอยขึ้นสู่มวลของสารละลาย การคัดแยกด้วยกระบวนการ Froth Flotation เหมาะสำหรับแยกพลาสติกผสมที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน และสามารถแยกออกจากกันได้ยาก เช่น การแยกพลาสติกผสมระหว่าง PVC และ PET เป็นต้น

4. การแยกพลาสติกโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent - Based Separation)

การแยกประเภทพลาสติกผสมโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมเพื่อให้ส่วนประกอบที่ต้องการคัดแยกออกละลายอยู่ในสารละลายทำให้ได้โพลิเมอร์ที่มีความบริสุทธิ์สูงเหมาะสำหรับจะนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น การใช้ตัวทำละลายผสมของ Xylene กับ Cyclohexanone ในการแยกพลาสติกผสม PS-PVC-HDPE-PP ออกเป็น 3 เฟส การใช้ N-Methyl 1-2-Pyrrolidinone (NMP) ในการแยกพลาสติกผสม PET-HDPE เป็นต้น การคัดแยกพลาสติกผสมด้วยวิธีนี้ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนและใช้พลังงานในการผลิตมากจึงมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง

5. การคัดแยกพลาสติกตามความหนาแน่น (Air classification)

การแยกประเภทพลาสติกโดยอาศัยความแตกต่างด้านน้ำหนักและความหนาแน่นของพลาสติกผสม นิยมใช้แยกวัสดุประเภทฉลากและกระดาษออกจากพลาสติกผสมเนื่องจากมีรูปร่างบางและน้ำหนักเบาจึงสามารถแยกออกจากกระบวนการได้ง่าย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- Fluidized Bed อากาศจะถูกป้อนเข้าทางส่วนล่างของ Bed โดยพลาสติกผสมที่มีน้ำหนักเบาจะถูกอากาศพัดและคัดแยกออกทางด้านบน และพลาสติกผสมที่มีน้ำหนักมากจะตกลงสู่ด้านล่างของ Bed และถูกแยกออกจากพลาสติกผสม

- Cyclone มีหลักการคล้ายวิธี Fluidized Bed แต่พลาสติกผสมจะถูกป้อนเข้าทางด้านบนตามแนวสัมผัส (Tangentially) กับผนังของกรวยและถูกคัดแยกออกตามน้ำหนักของพลาสติกผสม

6. การคัดแยกด้วยไฟฟ้าและแม่เหล็ก

พลาสติกผสมอาจมีการปนเปื้อนโลหะชนิดต่างๆ จากส่วนประกอบของบรรจุภัณฑ์หรือแหล่งกำเนิดขยะต่างๆ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของพลาสติกกรีไซเคิล โลหะที่มักปนเปื้อนมากับพลาสติกผสม เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม เป็นต้น สามารถคัดแยกด้วยวิธีการ ดังนี้

1. Magnetic separation สามารถคัดแยกเหล็กออกจากพลาสติกผสมโดยการใส่คลื่นแม่เหล็ก

2. Electrostatic separation สามารถคัดแยกอะลูมิเนียมออกจากพลาสติกผสมโดยใช้หลักการไฟฟ้าสถิตย์และความแตกต่างในการนำไฟฟ้าของวัสดุ

4.2 กระบวนการรีไซเคิลพลาสติก PET

การรีไซเคิลพลาสติกทางกายภาพสามารถทำได้หลากหลายกระบวนการตามความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์และข้อจำกัดด้านเงินลงทุน งานวิจัยนี้จึงมีการศึกษากระบวนการเครื่องจักร/อุปกรณ์ รวมถึงปัจจัยต่างๆที่จำเป็นในการผลิตของโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ในประเทศไทยเพื่อวิเคราะห์และคัดเลือกกระบวนการที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย

4.2.1 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ในประเทศไทย

1. การคัดแยกวัตถุดิบ (Sorting)

การรับซื้อขยะขวด PET ของโรงงานตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ขยะขวด PET อัดก้อนไม่ได้แกะฉลาก และแกะฉลากแล้ว ซึ่งมีคุณภาพและปริมาณวัสดุปนเปื้อนแตกต่างกันทำให้มีราคาแตกต่างกันตามไปด้วย กระบวนการคัดแยกวัตถุดิบมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขยะขวด PET อัดก้อนไม่ได้แกะฉลาก จะมีวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ใช่ขวด PET ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก เป็นต้น จึงต้องมีการตรวจสอบและคัดแยกด้วยมือ (Manual sorting) อีกครั้ง และหน้าที่ที่เหลือค้างในวัตถุดิบออกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต นอกจากนี้จะต้องมีการแกะฉลากออกด้วยเครื่องจักรหรือแรงงานคน ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการต่อไป

2. ขยะขวด PET อัดก้อนแกะฉลากแล้ว จะมีการตรวจสอบและคัดแยกวัตถุดิบแล้วจึงมีวัสดุปนเปื้อนน้อยกว่าและมีราคาสูงกว่าขวด PET ที่ยังไม่มีการแกะฉลาก อย่างไรก็ตามยังต้องมีการคัดแยกวัตถุดิบเบื้องต้นเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ใช่ขวด PET เข้าสู่กระบวนการผลิต

2. การบดพลาสติก (Crushing)

ขวด PET ที่ผ่านการแกะฉลากและคัดแยกวัสดุอื่นๆออกแล้วจะเข้าสู่กระบวนการลดขนาดด้วยเครื่องบดพลาสติกเพื่อให้มีลักษณะเป็นเกร็ดหรือเม็ดพลาสติกเพื่อความสะดวกในการแยกประเภทพลาสติกและทำความสะอาดต่อไป

3. การลอยตัวในของเหลว (Direct Flotation)

เม็ดพลาสติกกรีไซเคิลจะเข้าสู่กระบวนการลอยตัวในน้ำโดยอาศัยความแตกต่างด้านความหนาแน่นเพื่อแยก PP และ HDPE ออกจากกระบวนการผลิต โดย PP และ HDPE จะลอยสู่ด้านบนและแยกออกจากกระบวนการ ส่วน PET จะจมลงสู่ด้านล่างและเข้าสู่กระบวนการต่อไป ในกระบวนการคัดแยกจะมีฝุ่นที่มีน้ำหนักมากจมลงสู่ด้านล่างและติดมากับเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลด้วย

4. การล้าง (Washing)

เม็ดพลาสติกกรีไซเคิลเข้าสู่กระบวนการล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดฝุ่นและสิ่งสกปรกที่ติดมากับวัตถุดิบ เช่น เศษอาหาร กาว เป็นต้น กระบวนการล้างจะมีการใส่โซดาไฟ และผงล้างพลาสติกเพื่อช่วยกำจัดสิ่งสกปรกได้ดียิ่งขึ้น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การล้างด้วยน้ำเย็น 1 (Cold Washing 1) เป็นการกำจัดสิ่งสกปรกในขั้นตอนแรก

2. การล้างด้วยน้ำร้อน (Hot Washing) ล้างเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C ประมาณ 30 นาที ช่วยให้การล้างมีประสิทธิภาพในการกำจัดสิ่งสกปรกมากขึ้น

3. การล้างด้วยน้ำเย็น 2 (Cold Washing 2) เป็นการกำจัดสิ่งสกปรกที่อาจตกค้างอยู่จากการล้าง 2 ขั้นตอนแรก

5. การทำให้แห้ง (Drying)

เม็ดพลาสติกกรีไซเคิลที่ล้างทำความสะอาดแล้วจะถูกนำมาทำให้แห้งด้วยเครื่องสลัดแห้งที่มีตะแกรงขนาดเล็ก กระบวนการนี้จะสามารถกำจัดน้ำและฝุ่นที่ติดมากับเม็ดพลาสติก รวมถึงเม็ดพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงหลุดรอดออกจากกระบวนการทำให้เกิดการสูญเสียของผลิตภัณฑ์

6. การตรวจสอบ

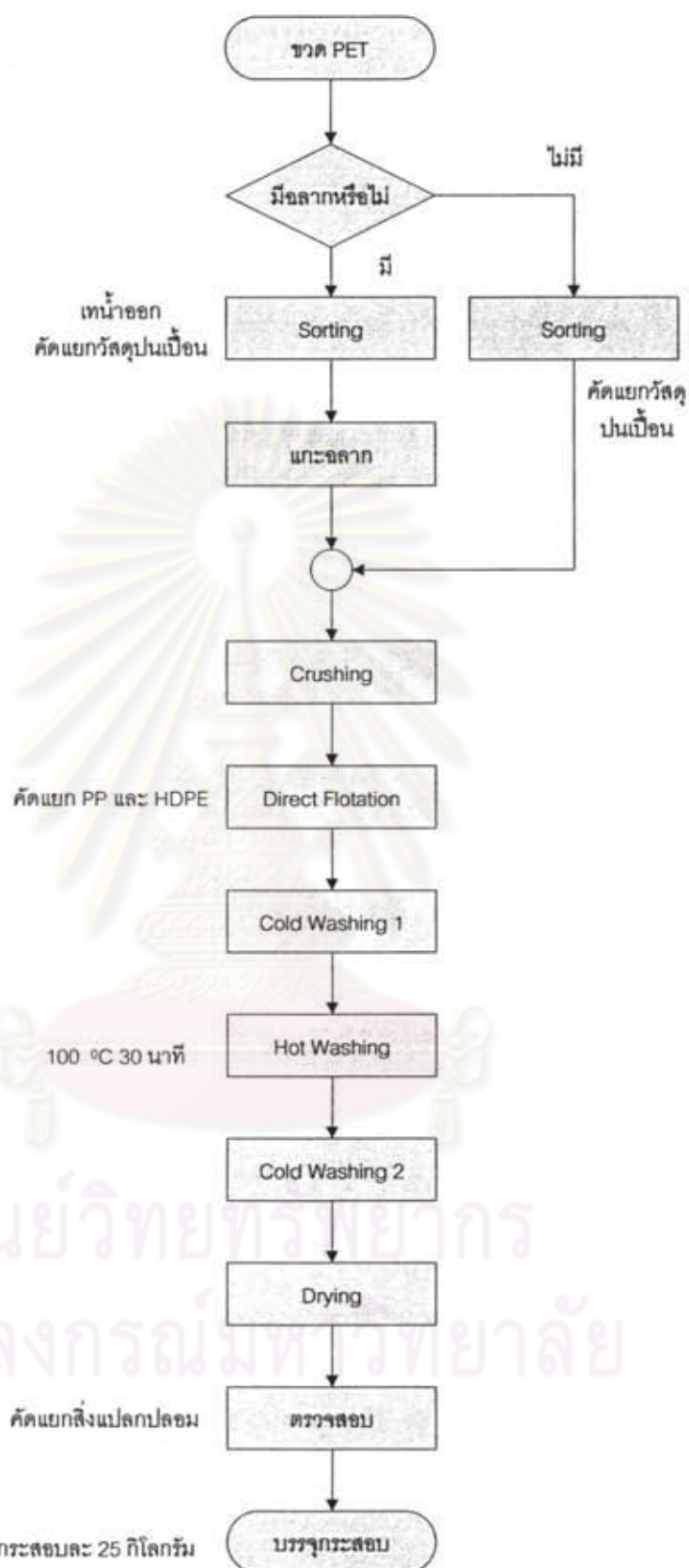
เม็ดพลาสติกกรีไซเคิลที่ผ่านการทำให้แห้งแล้วอาจมีการปนเปื้อนของวัสดุอื่นๆ เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก เป็นต้น จึงต้องมีการตรวจสอบเม็ดพลาสติกบนสายพานด้วยการใช้แรงงานคน

7. บรรจุกระสอบ

เม็ดพลาสติกกรีไซเคิลที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะถูกบรรจุกระสอบละ 25 กิโลกรัม จากนั้นนำไปจัดเก็บเพื่อรอจำหน่ายไปยังผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ต่อไป

กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ของโรงงานตัวอย่าง แสดงดังรูปที่ 4.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ในประเทศไทย

4.2.2 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ของประเทศต่างๆ

ปัจจุบันภาครัฐและองค์กรในประเทศต่างๆ มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการรีไซเคิลขยะขวด PET เพื่อลดปัญหาขยะภายในประเทศและใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า โดยกระบวนการรีไซเคิลทางกายภาพในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเงินลงทุนและความเหมาะสมของกระบวนการ กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ของประเทศต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

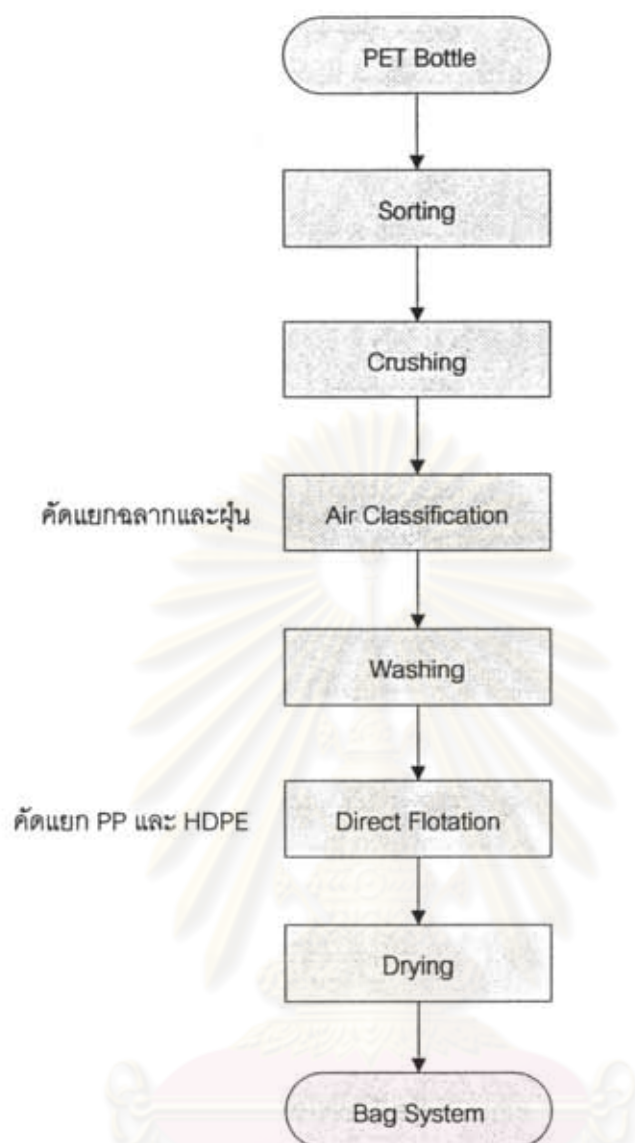
1. สหรัฐอเมริกา

สหรัฐอเมริกามีการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีในการรีไซเคิลพลาสติกหลายประเภทโดยมีการเรียกคืนพลาสติกที่ใช้งานแล้วจากความร่วมมือประชาชนและองค์กรต่างๆ Association of Postconsumer Plastic Recyclers (APR) เป็นองค์กรที่มีการดำเนินงานและจัดทำรายงานเพื่อประเมินผลในการรีไซเคิลขวด PET ในสหรัฐอเมริกา กระบวนการรีไซเคิลขวด PET แสดงดังรูปที่ 4.2

2. ประเทศจีน

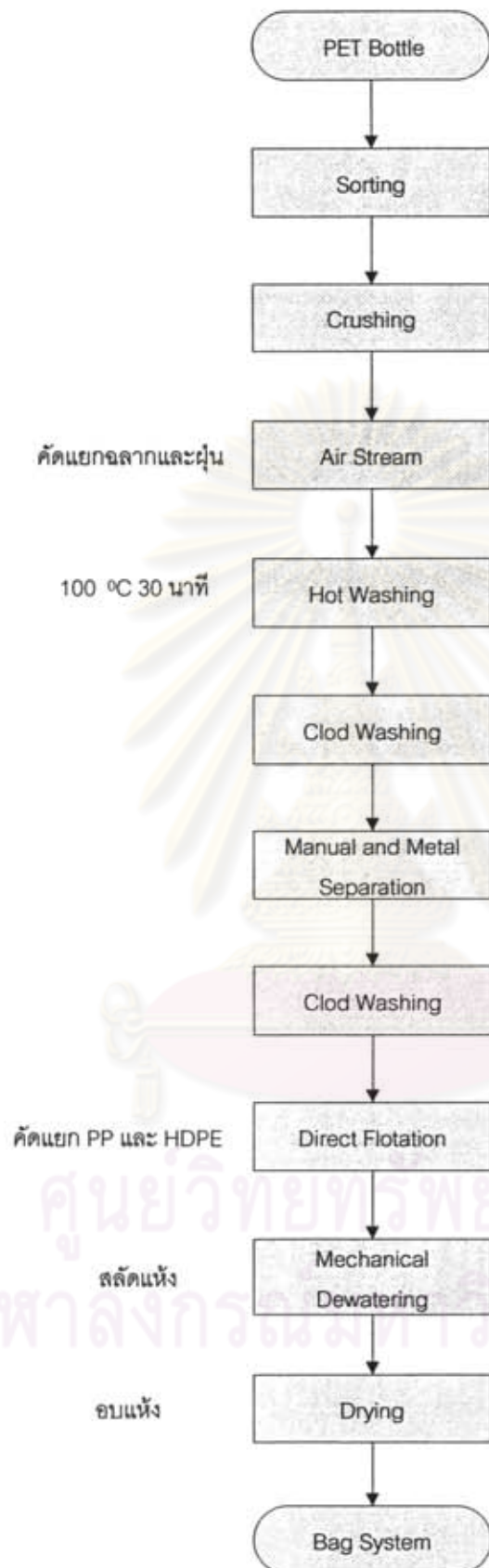
ประเทศจีนมีผู้จำหน่ายเครื่องจักรและอุปกรณ์ในกระบวนการรีไซเคิลพลาสติกแยกตามกระบวนการผลิตหรือจำหน่ายทั้งสายการผลิตจำนวนมาก งานวิจัยนี้จะยกตัวอย่างกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ของบริษัท Chang Woen Machinery จำกัด เป็นผู้จำหน่ายเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการรีไซเคิลพลาสติกประเภทต่างๆ ทั้งสายการผลิตในประเทศจีน แสดงดังรูปที่ 4.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ในสหรัฐอเมริกา (APR, 2009)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3. กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ในประเทศไทย

4.2.3 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ของโครงการ

การกำหนดกระบวนการรีไซเคิลขยะขวด PET ที่เหมาะสมควรพิจารณาจากประเภทพลาสติกและวัสดุปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ กระบวนการรีไซเคิลขวด PET ที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. การคัดแยกวัตถุดิบ (Sorting)

กำหนดให้วัตถุดิบหลักในการผลิตของโครงการ คือ ขยะขวด PET ยัดก้อน และยังไม่ได้แกะฉลากจากโรงงานคัดแยกหรือขยะร้านรับซื้อของเก่าในพื้นที่ใกล้เคียงซึ่งมีการคัดแยกประเภทของขยะแล้วจึงลดภาระในการคัดแยกประเภทพลาสติกของโรงงาน อย่างไรก็ตาม อาจมีการวัสดุต่างๆ ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก เป็นต้น จึงควรมีการคัดแยกด้วยมือ (Manual sorting) และเทน้ำที่เหลือค้างในวัตถุดิบออกเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต

2. การบดพลาสติก (Crushing)

วัตถุดิบที่ผ่านการคัดแยกแล้วจะเข้าสู่กระบวนการลดขนาดด้วยเครื่องบดพลาสติก (Crusher) ให้มีขนาดประมาณ 1/4 นิ้ว เพื่อสะดวกในการทำความสะดวก และการคัดแยกประเภทพลาสติกหรือกำจัดวัสดุเจือปนต่าง ๆ ออกจากกระบวนการผลิต การลดขนาดจะเกิดแรงเฉือนเชิงกล (Mechanical Shear) อาจทำลายโซ่ของโพลิเมอร์ทำให้พลาสติกรีไซเคิลมีคุณสมบัติทางกายภาพลดลง

3. การแยกพลาสติกตามความหนาแน่น (Air classification)

กระบวนการ Air classification เป็นการคัดแยกวัสดุโดยอาศัยแรงลม สามารถกำจัดฉลากที่เป็นกระดาษหรือพลาสติก ฟุ้ง และวัสดุอื่นๆ ที่มีน้ำหนักเบาออกจากกระบวนการทำให้ปริมาณวัสดุปนเปื้อนลดลงและสามารถลดจำนวนครั้งในกระบวนการล้างเม็ดพลาสติกรีไซเคิลอีกด้วย

4. การลอยตัวในของเหลว (Direct Flotation)

ขยะขวด PET ในประเทศไทยประกอบด้วยบรรจุภัณฑ์หลายประเภท เช่น ขวดน้ำดื่ม น้ำอัดลม น้ำมันพืช เป็นต้น โดยทั่วไปบรรจุภัณฑ์ขวด PET จะมีส่วนประกอบเป็นพลาสติกประเภทต่าง ๆ ดังนี้

- ตัวขวดทำจากโพลีเอสเตอร์ ระบุรหัส PET-เบอร์ 1
- ส่วนฐานของขวดทำจากโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE - เบอร์ 2)
- ฝาปิดขวดชั้นในทำจากโพลีโพรพิลีน (PP - เบอร์ 5)

การลอยตัวในของเหลว (Direct Flotation) เป็นที่นิยมในการคัดแยกประเภทพลาสติกรีไซเคิล PET เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานไม่สูงมากนักและสามารถแยก

ประเภทของพลาสติกที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันได้ดี โดยความหนาแน่นของพลาสติกแต่ละประเภท แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความหนาแน่นของพลาสติกแต่ละประเภท

Material	Density (g/cc)
PP	0.90-0.92
LDPE	0.91-0.93
HDPE	0.94-0.96
PET	1.35-1.38
PLA	1.24-1.27
PVC	1.32-1.42
PS	1.03-1.06
Aluminum	~2.10

กระบวนการลอยตัวในของเหลวจะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการคัดแยก (ความหนาแน่น 1.00 g/cc) สามารถแยก PET มีความหนาแน่นสูงกว่าน้ำจะจมลงสู่ด้านล่าง ส่วน HDPE และ PP มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะลอยอยู่ด้านบนจึงสามารถคัดแยกออกจากกระบวนการได้ง่าย

5. การล้าง (Washing)

เม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET จะเข้าสู่กระบวนการทำความสะอาดเพื่อกำจัดฝุ่นและสิ่งสกปรกที่ติดมากับขยะขวด PET เช่น เศษอาหาร กาว เป็นต้น กระบวนการล้างจะใส่โซดาไฟและผงล้างพลาสติกเพื่อช่วยกำจัดสิ่งสกปรกได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากกระบวนการ Air classification สามารถลดปริมาณฝุ่น อากาศ และสิ่งสกปรกที่มีน้ำหนักเบาจึงสามารถลดจำนวนครั้งในการล้างเหลือ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การล้างด้วยน้ำร้อน (Hot Washing) ล้างเม็ดพลาสติกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C ประมาณ 30 นาที เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสิ่งสกปรกที่ล้างออกยาก
2. การล้างด้วยน้ำเย็น (Cold Washing) เป็นการกำจัดสิ่งสกปรกที่อาจตกค้างอยู่จากการล้างขั้นตอนแรก

6. การทำให้แห้ง (Drying)

เม็ดพลาสติกรีไซเคิลที่ผ่านการล้างให้สะอาดแล้วจะถูกทำให้แห้งด้วยการเป่าด้วยลมร้อนและสลัดแห้งด้วยเครื่องสลัดแห้งเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราและมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

7. การแยกอะลูมิเนียม Electrostatic

ขยะขวด PET มีตรวจสอบการปนเปื้อนเหล็กมาจากโรงงานคัดแยกขยะ และมีการคัดแยกเบื้องต้นก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตจึงไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบการปนเปื้อนเหล็กในผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามบรรจุภัณฑ์ขวด PET บางประเภทประกอบด้วยฝาปิดอะลูมิเนียม จึงควรมีการตรวจสอบการปนเปื้อนอะลูมิเนียมด้วยเครื่อง Electrostatic separator ซึ่งอาศัยหลักการไฟฟ้าสถิตย์และความแตกต่างในการนำไฟฟ้าของวัสดุก่อนบรรจุกระสอบ

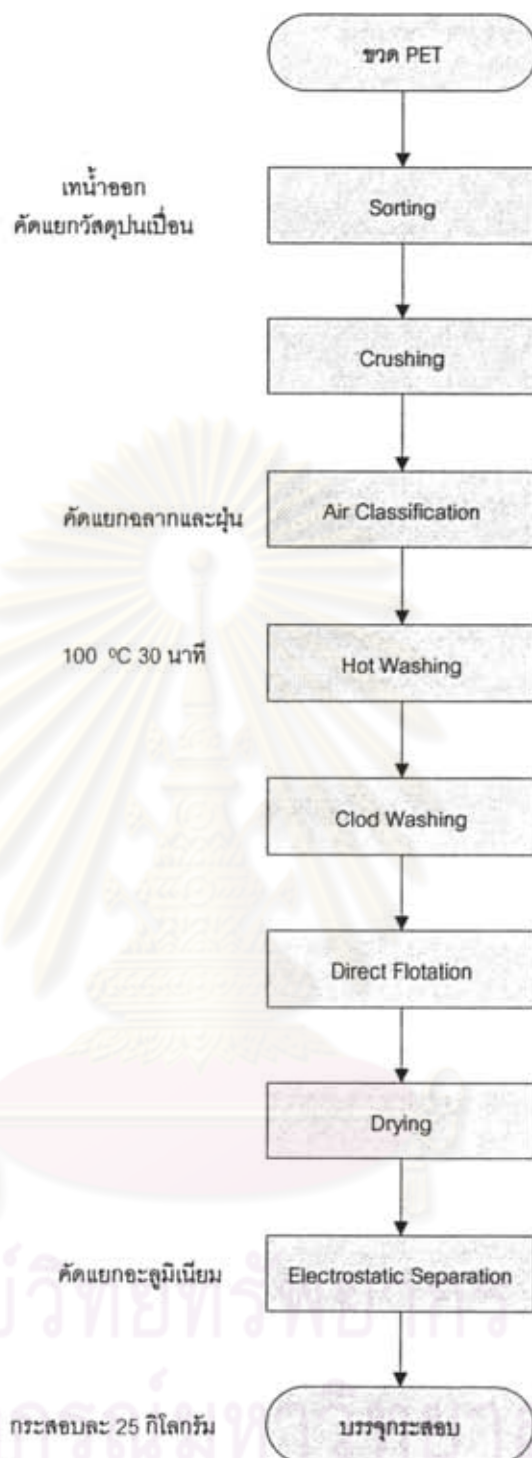
9. การบรรจุกระสอบ

เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET จะถูกบรรจุกระสอบละ 25 กิโลกรัม และนำไปจัดเก็บเพื่อรอจำหน่ายให้แก่ผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากการรีไซเคิลต่อไป

กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ที่เหมาะสมสำหรับโครงการ แสดงดังรูปที่ 4.4



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET

4.2.4 ปัจจัยที่จำเป็นในการผลิต (Auxiliary facilities)

1. หม้อน้ำ

กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET มีการใช้ความร้อนในกระบวนการล้างด้วยน้ำร้อน (Hot Washing) ที่อุณหภูมิ 100 °C และการเป่าด้วยลมร้อนในกระบวนการทำให้แห้ง (Drying) จึงต้องมีเครื่องกำเนิดไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต โครงการกำหนดให้เครื่องกำเนิดไอน้ำมีขนาด 1 kg/cm² และใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงประมาณวันละ 2,000 ลิตร

2. ระบบการกำจัดน้ำเสีย

น้ำเสียเกิดจากกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ต้องมีการผ่านกระบวนการกำจัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำนอกโรงงาน โดยน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตมีของเสียประเภททาว ผุ่น ไชดาไฟและผงล้างพลาสติกจากกระบวนการล้างทำให้มีลักษณะเป็นตะกอนของสารเคมีและสภาพเป็นด่าง จึงต้องมีการบำบัดด้วยกระบวนการ Coagulation-Flocculation ในถังกวนประมาณ 20 นาที เพื่อทำลายตะกอนเดิมให้เกิดการแตกตัวเป็นตะกอนขนาดเล็กด้วยการทำปฏิกิริยากับสารส้มและเติมสารเคมีบางตัวเพื่อให้ตะกอนจับตัวและเกิดตะกอนใหม่ที่แยกออกจากน้ำได้ง่ายขึ้น จากนั้นน้ำเสียจะเข้าสู่บ่อพักเพื่อการแยกชั้นของตะกอนและน้ำทิ้งซึ่งมีสภาพเป็นด่างจึงต้องมีการปรับสภาพน้ำให้เป็นกลางด้วยการทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกประมาณ 20 นาที ก่อนปล่อยน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำ การระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องมีค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

(กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2539)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
ความเป็นกรด-ด่าง	5.5-9.0
สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/ลิตร
ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร
อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C

4.3 สถานที่ตั้งโรงงาน

4.3.1 ปัจจัยในการเลือกสถานที่ตั้งโรงงาน

การเลือกสถานที่ตั้งโรงงานควรพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการลงทุน และการดำเนินงานน้อยที่สุด ดังนี้

- ระยะทางจากโรงงานถึงแหล่งวัตถุดิบและตลาด
- การคมนาคมขนส่ง
- แรงงานที่อาจหาได้และค่าจ้างแรงงาน
- พลังงานที่อาจหาได้และราคาของพลังงาน
- น้ำที่อาจหาได้และคุณภาพของน้ำ
- ระบบการกำจัดของเสียจากโรงงาน
- ภาษีเทศบาลและการยกเว้นภาษี
- ที่ดินที่อาจหาได้ ลักษณะ ขนาด และราคาของที่ดิน

การเลือกสถานที่ตั้งโรงงานควรพิจารณาตามลักษณะเฉพาะและความต้องการด้านปัจจัยต่าง ๆ ของแต่ละโรงงาน สำหรับปัจจัยในการเลือกที่ตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET เรียงตามลำดับความสำคัญ ดังนี้

1. ระยะทางจากโรงงานถึงแหล่งวัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักในการผลิตของโครงการ คือ ขยะขวด PET จากโรงงานคัดแยกขยะ หรือร้านรับซื้อของเก่าซึ่งคัดแยกประเภทขยะด้วยเครื่องจักรและบีบอัดให้ลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร และน้ำหนัก 60-70 กิโลกรัม โดยโรงงานคัดแยกขยะ หรือร้านรับซื้อของเก่าจะมีการกระจุกตัวอยู่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเนื่องจากมีสัดส่วนการเกิดขยะมากที่สุดในประเทศ แสดงดังรูปที่ 4.5 ดังนั้นที่ตั้งโรงงานจึงควรอยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑลเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและมีความคล่องตัวในการจัดหาวัตถุดิบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 แผนที่โรงงานคัดแยกวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเฉพาะที่กำหนดในหมวด 1 ข้อ 1 ของภาคผนวกที่ 1 บัญชีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2541) ในภาคกลาง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

2. แหล่งน้ำ

การผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET มีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน ได้แก่ การล้าง การลอยตัวในช่องเหลว สถานที่ตั้งโรงงานจึงควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำหรือเขตที่มีน้ำประปา เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำสามารถและมีน้ำเพียงพอสำหรับการดำเนินงาน

3. พลังงาน

การผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตปริมาณมาก เนื่องจากกระบวนการผลิตส่วนใหญ่อาศัยเครื่องจักรในการดำเนินงาน สถานที่ตั้งโรงงานจึงควรอยู่ใกล้แหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือเขตที่สามารถจัดหาไฟฟ้าได้สะดวก เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องปั่นไฟฟ้าและดำเนินการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

4. การขนส่ง

โครงการมีการขนส่งวัตถุดิบและเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ สถานที่ตั้งโรงงานจึงควรอยู่ใกล้ถนนใหญ่หรือถนนที่มีการคมนาคมคล่องตัวเพื่อให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง

5. ระบบการกำจัดของเสีย

น้ำเสียที่เกิดจากการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET มาจากกระบวนการล้าง การลอยตัวในของเหลว น้ำเสียในกระบวนการผลิตจึงมีลักษณะเป็นตะกอนของสารเคมี และมีสภาพเป็นด่าง ดังกล่าวข้างต้น โดยน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ แหล่งน้ำ สถานที่ที่ตั้งโรงงานจึงควรอยู่ใกล้บริเวณที่สามารถระบายน้ำทิ้งได้

6. ที่ดิน

สถานที่ตั้งโรงงานควรมีขนาดใหญ่พอสำหรับสร้างอาคารโรงงานและที่ทำการ อื่นๆ ของโรงงาน นอกจากนี้ยังต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการรับวัตถุดิบและการขยายโรงงาน ในอนาคต ที่ดินควรมีราคาถูกและค่าใช้จ่ายสำหรับการปรับปรุงสภาพที่ดินสำหรับจัดตั้งโรงงานไม่ สูงมากนัก

7. แรงงาน

กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ส่วนใหญ่อาศัยเครื่องจักรในการ ดำเนินงาน แต่ต้องมีการใช้แรงงานในระดับกรรมกรสำหรับป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องจักร การคัดแยก ด้วยมือรวมถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังต้องมีช่างระดับเทคนิคในการควบคุมการทำงาน เครื่องจักร และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านการผลิต สถานที่ตั้งโรงงานจึงควรอยู่ใกล้เมืองใหญ่ ที่สามารถหาแรงงานและช่างระดับเทคนิคเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม

4.3.2 การพิจารณาเลือกสถานที่ตั้งโรงงาน

การเลือกสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ควรพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ โดยใช้วิธีกำหนดความสำคัญให้กับปัจจัยด้วยคะแนนเต็มมากน้อยต่างกันและให้คะแนนตาม ความเหมาะสมกับปัจจัย โครงการจะมีการพิจารณาสถานที่ตั้ง 2 แห่ง คือ

- ก. ตัดถนนติวานนท์ ใกล้แม่น้ำเจ้าพระยา ต.บางซะแยง อ.เมือง จ.ปทุมธานี
- ข. เลียบคลองสีวาฬสวัสดิ์ ใกล้แม่น้ำท่าจีน ต.คอกกระบือ อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร

งานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งจากการตอบแบบสอบถามผู้ประกอบการเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลในประเทศไทย โดยกำหนดความสำคัญให้กับปัจจัยสามารถแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.3 (แบบสอบถามแสดงดังภาคผนวก ข) โดยแผนที่แสดงทำเลที่ตั้งทั้ง 2 แห่ง แสดงดังรูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยสรุปได้ว่า ทำเล ก. ต.ซะแยง อ.เมือง จ.ปทุมธานี มีความเหมาะสมต่อปัจจัยการเลือกสถานที่ตั้งมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 4.5 อย่างไรก็ตามในการพิจารณาเลือกสถานที่ตั้งโดยวิธีการให้คะแนนกับปัจจัยต่างๆ ถือเป็นแนวทางในขั้นแรกเท่านั้น

แต่ในการตัดสินใจขั้นสุดท้ายควรพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งโดยเปรียบเทียบความเหมาะสมในด้าน
เงินทุนและต้นทุนการผลิตของสถานที่ตั้งทั้ง 2 แห่ง

ตารางที่ 4.3 ระดับคะแนนการให้ความสำคัญกับปัจจัย

คะแนน	ระดับ
5	ดีมาก
4	ดี
3	พอใช้
2	ผ่าน
1	เลว



รูปที่ 4.6 แผนที่ทำเลที่ตั้งทั้ง 2 แห่ง

โดย A: ทำเล ก. ต.บางชะแยง อ.เมือง จ.พุมธานี

B: ทำเล ข. ต.คอกกระบือ อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของสถานที่ตั้งโรงงาน

ปัจจัย	คะแนน เต็ม	ผลวิเคราะห์	
		ท่าเล ก.	ท่าเล ข.
1. ระยะทางจากโรงงานถึงแหล่งวัตถุดิบและตลาด - โรงงานอยู่ใกล้โรงงานคัดแยกขยะ - ความสะดวกในการติดต่อหาขวด PET มาป้อนโรงงาน	5 5	4 4	3 3.5
2. แหล่งน้ำ - ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านแม่น้ำ ณ ท่าเลที่เลือก - ความสะอาดของน้ำ ณ ท่าเลที่เลือก	5 5	3.5 4	2 2
3. พลังงาน - ความสะดวกในการติดตั้งไฟฟ้า - ประสิทธิภาพการจ่ายไฟ	5 5	3 3	3 3
4. การขนส่ง - ระยะทางขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงาน - ระยะทางขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปยังตลาด จำหน่าย - ความสะดวกในการติดต่อ	5 5 5	4 3 4	3 3 3
5. ที่ดิน - ความเหมาะสมของที่ดินในการก่อสร้างอาคาร - ความสามารถในการขยายโรงงาน - ราคาที่ดิน	5 5 5	4 3 3	3 4 4
6. ระบบการกำจัดน้ำเสีย - ระยะทางจากโรงงานถึงบริเวณที่กำจัดน้ำเสีย - ความสะดวกในการติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสีย	5 5	3 4	3 3
7. แรงงาน - ความสะดวกในการจัดหาแรงงานระดับเทคนิค - ความสะดวกในการจัดหาผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้าน การผลิต	5 5	4 4	2 2
รวม	80	57.5	46.5

4.4 การจัดตั้งองค์กร

องค์กร คือโครงสร้างที่จัดทำขึ้นตามกระบวนการสำหรับให้บุคคลฝ่ายต่างๆ เข้ามาร่วมมือกันปฏิบัติงาน เพื่อความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายต่างๆ ได้

การจัดองค์กร คือ ความพยายามของบริหารที่จะให้มีหนทางสำหรับการปฏิบัติงานให้สำเร็จผลตามที่วางไว้ เช่น สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามเป้าหมาย เป็นต้น การจัดตั้งองค์กรของโรงงานในโครงการนี้ แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แผนผังองค์กร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5 การศึกษาต้นทุน

การศึกษาต้นทุนทั้งหมดเพื่อสร้างโรงงานรองรับปริมาณขยะขวด PET ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา วิเคราะห์โดยใช้ราคาคงที่ (Constant Price) ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 และไม่คิดอัตราเงินเฟ้อ กำหนดให้เงินทุนของโครงการเป็นการกู้ยืมด้วยอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 11 ซึ่งเป็นอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาวสำหรับธุรกิจของสถาบันเงินกู้ในประเทศไทยและถือเป็นค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ของเงินทุนที่นำมาใช้ในโครงการ การประมาณการณปริมาณผลิตของโครงการ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษามีรายละเอียดดังนี้

5.1 ปริมาณการผลิต

5.1.1 ปริมาณผลผลิตต่อหน่วยวัตถุดิบ (Yield)

ปริมาณผลผลิตต่อหน่วยวัตถุดิบ (Yield) ของเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET หมายถึง ปริมาณผลผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลที่ได้จากการใช้ขยะขวด PET 1 กิโลกรัม เนื่องจากกระบวนการรีไซเคิลทางกายภาพในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเงินลงทุนและความเหมาะสมของกระบวนการทำให้ Yield มีค่าแตกต่างกันตามกระบวนการผลิต นอกจากนี้ปริมาณสิ่งปนเปื้อนในวัตถุดิบ เช่น กระดาษ ฟัน โลหะ เป็นต้น ซึ่งอาจติดมาจากแหล่งกำเนิดขยะหรือการคัดแยกขยะไม่มีคุณภาพของแต่ละประเทศยังส่งผลต่อค่า Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET อีกด้วย ค่า Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ในแต่ละประเทศมีรายละเอียดดังนี้

1. ประเทศไทย

การศึกษาแผนธุรกิจการจัดตั้งโรงงานรีไซเคิลภาชนะพลาสติกประเภทขวด PET จัดทำโดยนางสาวจวีพร พิกุล ผู้บริหารบริษัท พีเจพลาสติก PET จำกัด ประกอบกิจการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลจากขวด PET ในประเทศไทย กล่าวว่า บริษัทมีค่า Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ร้อยละ 88 (จวีพร พิกุล, 2548)

2. สหรัฐอเมริกา

การวิจัยและดำเนินการรีไซเคิลพลาสติกประเภทต่างๆ ของ Association of Postconsumer plastic Recyclers (APR) ในสหรัฐอเมริกา กล่าวว่า ปริมาณผลผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลต่อหน่วยวัตถุดิบแต่ละประเภทมีค่าแตกต่างกัน โดยค่า Yield ดังกล่าว แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ค่า Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกประเภทต่างๆ ในสหรัฐอเมริกา (APR, 2009)

Bottle Type	Base Resin Yield (ร้อยละ)
One-piece PET soda bottles&custom PET bottles	75-85 (PET)
Natural HDPE bottles	85-95 (HDPE)
Pigmented HDPE bottles	75-85 (HDPE)
PVC bottles	85-92 (PVC)
PP bottles	85-95 (PP)

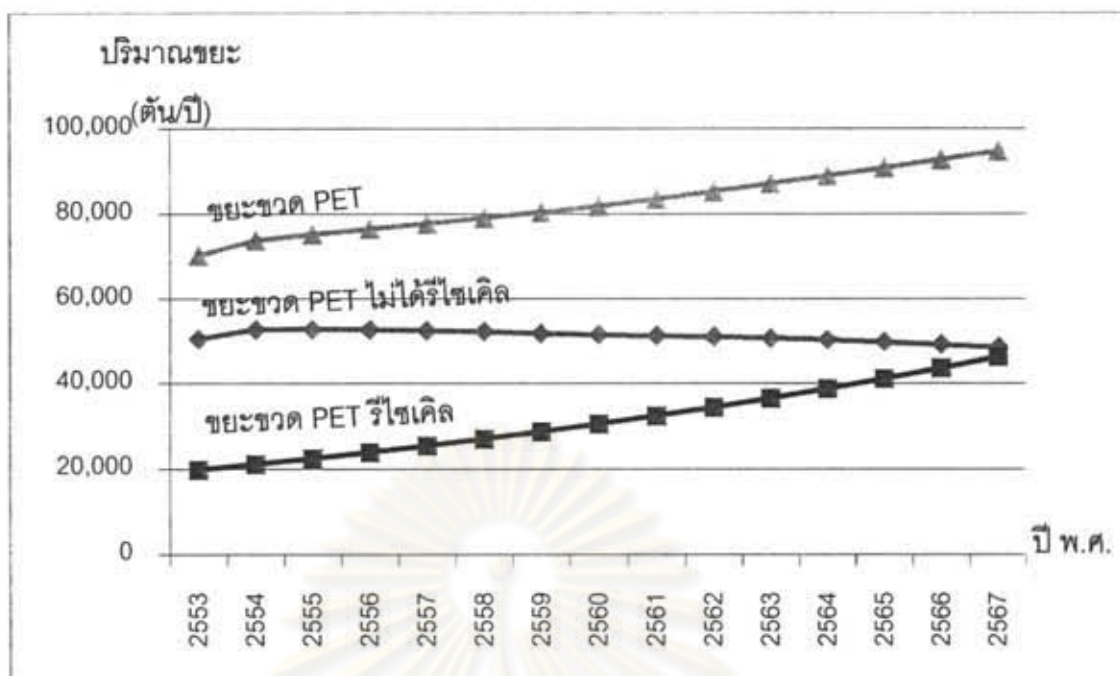
3. ประเทศจีน

บริษัท Chang Woen Machinery จำกัด เป็นผู้จัดจำหน่ายเครื่องจักรและอุปกรณ์รีไซเคิลทั้งสายการผลิตในประเทศจีน โดยเครื่องจักรในสายการผลิตมีค่า Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ร้อยละ 70-80

จากการศึกษาค่า Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET จากกระบวนการที่แตกต่างกันของแต่ละประเทศ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 70-88 แสดงดังตารางที่ 5.2 งานวิจัยนี้กำหนดให้ Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ของโครงการมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 79 กล่าวคือ ขยะขวด PET 1 กิโลกรัม สามารถผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ได้ 0.79 กิโลกรัม ส่วนอีกร้อยละ 21 เป็นสิ่งปนเปื้อนต่างๆ เช่น ฉลาก พลาสติกประเภทอื่น กาว ผุ่น เป็นต้น การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ไม่ได้รีไซเคิลของประเทศไทยปี พ.ศ. 2553-2567 มีประมาณร้อยละ 50-70 ของขยะขวด PET ทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 5.1 และสามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดปริมาณผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ของโครงการ

ตารางที่ 5.2 ค่า Yield ของการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET แต่ละประเทศ

รายการ	Yield (ร้อยละ)
ประเทศไทย	88
สหรัฐอเมริกา	75-85
ประเทศจีน	70-80



รูปที่ 5.1 ปริมาณขยะขวด PET ไม่ได้อริไซเคิลในปี พ.ศ. 2553-2567

5.1.2 การกำหนดปริมาณผลิต

การกำหนดปริมาณผลิตควรพิจารณาจากความสามารถในการจัดหาวัตถุดิบในแต่ละพื้นที่และข้อจำกัดด้านลงทุน งานวิจัยนี้จะศึกษาต้นทุนของการจัดตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกอริไซเคิล PET ที่ปริมาณผลิต 6,000, 8,000, 10,000 และ 12,000 ตัน/ปี เพื่อวิเคราะห์ปริมาณผลิตที่เหมาะสมและทำให้ต้นทุนหน่วยสุดท้ายต่ำที่สุดซึ่งถือเป็นราคาที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการและผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ในการใช้เม็ดพลาสติกอริไซเคิลทดแทนเม็ดพลาสติกใหม่มากขึ้น

5.2 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Cost)

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน หมายถึง มูลค่าการใช้จ่ายในปัจจุบันการผลิตเพื่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกหรือเป็นฐานของการผลิตสินค้าและบริการต่อไป ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสำหรับโครงการประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

5.2.1 เครื่องจักร/อุปกรณ์

การประมาณการณ้ค่าใช้จ่ายเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกอริไซเคิล PET ทางกายภาพได้จากการสอบถามราคากลางจากบริษัทผู้จำหน่ายในประเทศไทยที่นำเข้าเครื่องจักร/อุปกรณ์จากประเทศจีนตรา AMO และ OKANE ค่าประมาณการณ้รวมถึงราคาทางตรงในการขนส่ง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ค่าระวางเรือ ค่าใช้จ่ายตลอดจนกำไรของผู้รับเหมาติดตั้ง และเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกในการผลิต การประมาณการณ้ค่าใช้จ่ายและรายชื่อเครื่องจักร/อุปกรณ์แยกตามกระบวนการในปี พ.ศ. 2554 ที่ปริมาณผลิตต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.3 ค่าใช้จ่ายเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552

กำลังการผลิต (ตัน/ปี)	ค่าใช้จ่ายเครื่องจักร/อุปกรณ์ (บาท)
6,000	46,300,000
8,000	54,800,000
10,000	71,400,000
12,000	95,600,000

ตารางที่ 5.4 รายชื่อเครื่องจักร/อุปกรณ์แยกตามกระบวนการที่ปริมาณผลิตต่างๆ

กระบวนการ	รายชื่อเครื่องจักร/อุปกรณ์	จำนวน ปริมาณผลิต (ตัน/ปี)			
		6,000	8,000	10,000	12,000
1. Sorting	Belt Conveyor	2	2	3	4
2. Crushing	Crusher	3	3	4	6
	Screw Conveyor	3	3	4	6
3. Air classification	Fluidized bed	3	3	4	6
	Screw Conveyor	3	3	4	6
4. Direct Flotation	Floating Tank	3	3	4	6
	Screw Conveyor	3	3	4	6
5. Hot Washing	Hot Washer	3	4	5	6
	Screw Conveyor	3	4	5	6
6. Cold Washing	Cold Washer	3	4	5	6
	Screw Conveyor	3	4	5	6
7. Drying	เครื่องสไลด์แห้ง	3	4	5	6
	Dryer	3	4	5	6
	Screw Conveyor	3	4	5	6
	Silo	3	4	5	6
8. Electrostatic	Electrostatic separator	3	4	5	6
	Screw Conveyor	3	4	5	6

5.2.2 โครงสร้างอาคาร

การประมาณการณ้ค่าใช้จ่ายสำหรับโครงสร้างอาคารได้จากการสอบถามราคากลางจากวิศวกรและสถาปนิกที่มีประสบการณ์ ค่าใช้จ่ายโครงสร้างอาคารประกอบด้วยค่าปรับปรุงพื้นที่ เช่น การถมที่ ทำถนน รั้ว เป็นต้น ค่าก่อสร้างทุกชนิดและโครงสร้างงานรากฐานที่เกี่ยวข้องกับโรงงาน ค่าใช้จ่ายดังกล่าวรวมถึงแรงงานทางตรง วัสดุดิบพร้อมทั้งค่าใช้จ่ายและกำไรของผู้รับเหมา การดำเนินการก่อสร้างโครงสร้างอาคารมีระยะเวลาในการดำเนินงาน 2 ปี คือ ปี พ.ศ. 2553-2554 และมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยโครงสร้างอาคาร 20,000 บาท/ตารางเมตร พื้นที่ และค่าใช้จ่ายโครงสร้างอาคารที่ปริมาณผลิตต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 พื้นที่และค่าใช้จ่ายโครงสร้างอาคารที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552

กำลังการผลิต (ตัน/ปี)	พื้นที่โครงสร้างอาคาร (ตารางเมตร)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
6,000	1,800	36,000,000
8,000	1,800	36,000,000
10,000	3,200	64,000,000
12,000	3,200	64,000,000

ค่าใช้จ่ายโครงสร้างอาคารชำระตามงวดงาน โดยปี พ.ศ. 2553 และ 2554 มีค่าใช้จ่ายร้อยละ 40 และ 60 ของมูลค่าโครงสร้างอาคารตามลำดับ

5.2.3 งานวิศวกรรม

การประมาณการณ้ค่าใช้จ่ายด้านวิศวกรรมได้จากการสอบถามวิศวกรและสถาปนิกที่มีประสบการณ์ ค่าใช้จ่ายด้านวิศวกรรมประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. การออกแบบทางวิศวกรรม ร้อยละ 3 ของมูลค่าโครงสร้างอาคาร
2. การเขียนแบบและกำหนดรายละเอียดต่างๆ ร้อยละ 3 ของค่าใช้จ่ายโครงสร้างอาคาร

5.2.4 ค่าจ้างที่ปรึกษา

ค่าจ้างที่ปรึกษาคครอบคลุมถึงค่าใช้จ่ายในการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมของบริษัทที่ปรึกษาและให้คำแนะนำในการดำเนินงานของโครงการ โดยมีค่าใช้จ่ายชั่วโมงละ 1,000 บาท ระยะเวลาและค่าจ้างที่ปรึกษาที่ปริมาณผลิตต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่ปรึกษาที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552

กำลังการผลิต (ตัน/ปี)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
6,000	120	120,000
8,000	160	160,000
10,000	200	200,000
12,000	240	240,000

5.2.5 ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการตั้งแต่เริ่มโครงการจนกระทั่งเริ่มเดินเครื่องจักร ร้อยละ 0.5 ของเงินลงทุนทั้งหมด

ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงานครอบคลุมถึงรายละเอียด ดังนี้

- เงินเดือนและค่าแรงของผู้บริหารโครงการและบุคลากรอื่นๆที่จ้างมาก่อนการเดินเครื่องจักร
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานประจำวันของโครงการจนถึงวันเดินเครื่องจักร
- ค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมการดำเนินงานต่างๆ และมีพนักงานตลอดจนคู่มือการทำงาน of พนักงานระดับต่างๆ
- ค่าใช้จ่ายในการจัดตั้งระบบต่างๆ ของโครงการ และการดำเนินงานเกี่ยวกับกฎหมาย การเงิน การจัดซื้อ การบัญชี และการจัดรูปแบบองค์กรของโครงการ
- ค่าใช้จ่ายในการจัดตั้งแผนเกี่ยวกับการลองเครื่อง การจัดหาวัตถุดิบและสิ่งอื่นๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการขอพลังงานไฟฟ้า เชื้อเพลิง และสัญญาการขนส่งที่ต้องการก่อนเริ่มเดินเครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการลองเครื่อง ได้แก่ วัตถุดิบ และเคมีภัณฑ์ รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต

แผนการลงทุนและการประมาณการณค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการที่ปริมาณผลิต 6,000, 8,000, 10,000 และ 12,000 ตัน/ปี แสดงดังตารางที่ 5.7, 5.8, 5.9 และ 5.10 ตามลำดับ โครงการเป็นการลงทุนเพื่อรองรับปริมาณขยะขวด PET ในช่วงอายุการใช้งานของเครื่องจักร/อุปกรณ์ และโครงสร้างอาคารจึงต้องมีการกระจายเงินลงทุนเป็นงวดรายปีตามหลัก The Period Payment for Annuity ด้วยอัตราส่วนลดร้อยละ 11 ตามอายุการใช้งานของเงินลงทุนแต่ละประเภท เนื่องจากอายุการใช้งานของเครื่องจักร/อุปกรณ์ และโครงสร้างอาคารมากกว่าช่วงเวลา

งานวิจัย (พ.ศ. 2553-2567) จึงต้องมีการขยายเวลาการคำนวณให้ครอบคลุมอายุการใช้งานจนถึงเงินงวดสุดท้าย

งานวิจัยนี้กำหนดให้เครื่องจักร/อุปกรณ์มีอายุการใช้งาน 10 ปี โครงสร้างอาคารมีอายุการใช้งาน 20 ปี งานวิศวกรรมและค่าจ้างที่ปรึกษาตัดจ่ายภายใน 1 ปี และไม่นำการลงทุนด้านที่ดินมาใช้ในการคำนวณเนื่องจากไม่มีอายุการใช้งานและสามารถใช้ประโยชน์ได้เมื่อหมดอายุโครงการกระจายเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity ที่ปริมาณผลผลิต 6,000, 8,000, 10,000, และ 12,000 ตัน/ปี แสดงดังตารางที่ 5.11, 5.12, 5.13 และ 5.14 ตามลำดับ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.7 แผนการลงทุนของโครงการที่ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: บาท)

แผนการลงทุน	เงินลงทุน	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560
1. เครื่องจักร	46,300,000		46,300,000						
2. โครงสร้างอาคาร	36,000,000	14,400,000	21,600,000						
3. งานวิศวกรรม	2,160,000	2,160,000							
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา	120,000	120,000							
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน	800,000	800,000							
รวม	85,380,000	17,480,000	67,900,000		-	-	-	-	-

ตารางที่ 5.8 แผนการลงทุนของโครงการที่ปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: บาท)

แผนการลงทุน	เงินลงทุน	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560
1. เครื่องจักร	68,900,000		68,900,000						
2. โครงสร้างอาคาร	36,000,000	14,400,000	21,600,000						
3. งานวิศวกรรม	2,160,000	2,160,000							
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา	160,000	160,000							
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน	1,100,000	1,100,000							
รวม	108,320,000	17,820,000	90,500,000		-	-	-	-	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 แผนการลงทุนของโครงการที่ปริมาณผลิต 10,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: บาท)

แผนการลงทุน	เงินลงทุน	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560
1. เครื่องจักร	85,500,000		85,500,000						
2. โครงสร้างอาคาร	64,000,000	25,600,000	38,400,000						
3. งานวิศวกรรม	3,840,000	3,840,000							
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา	200,000	200,000							
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน	1,400,000	1,400,000							
รวม	154,940,000	31,040,000	123,900,000		-	-	-	-	-

ตารางที่ 5.10 แผนการลงทุนของโครงการที่ปริมาณผลิต 12,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: บาท)

แผนการลงทุน	เงินลงทุน	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560
1. เครื่องจักร	115,700,000		115,700,000						
2. โครงสร้างอาคาร	64,000,000	25,600,000	38,400,000						
3. งานวิศวกรรม	3,840,000	3,840,000							
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา	240,000	240,000							
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน	1,700,000	1,700,000							
รวม	185,480,000	31,380,000	154,100,000		-	-	-	-	-

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.11 การกระจายเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity ที่ปริมาณผลิต 6,000 ตันปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

แผนการลงทุน	อายุ(ปี)	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. เครื่องจักร	10	46,300.00*	7,861.74	7,861.74	7,861.74	7,861.74	7,861.74	7,861.74	7,861.74	7,861.74	7,861.74	7,861.74
2. โครงสร้างอาคาร	20	37,584.00*	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80
3. งานวิศวกรรม	1	2,397.60*	2,661.34									
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา	1	133.20*	147.85									
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน	1	888.00*	985.68									
รวม				16,376.41	12,581.54	12,581.54	12,581.54	12,581.54	12,581.54	12,581.54	12,581.54	12,581.54
แผนการลงทุน		2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1. เครื่องจักร		7,861.74										
2. โครงสร้างอาคาร		4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80
3. งานวิศวกรรม												
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา												
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน												
รวม		12,581.54	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80

* ราคาที่ปีใช้งาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 การกระจายเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity ที่ปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

แผนการลงทุน	อายุ (ปี)	ปี										
		2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. เครื่องจักร	10		68,900.00*	11,699.22	11,699.22	11,699.22	11,699.22	11,699.22	11,699.22	11,699.22	11,699.22	11,699.22
2. โครงสร้างอาคาร	20		37,584.00*	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80
3. งานวิศวกรรม	1		2,397.60*	2,661.34								
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา	1		177.60*	197.14								
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการ ดำเนินงาน	1		1,221.00*	1,355.31								
รวม				20,632.80	16,419.02	16,419.02	16,419.02	16,419.02	16,419.02	16,419.02	16,419.02	16,419.02
แผนการลงทุน		2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1. เครื่องจักร		11,699.22										
2. โครงสร้างอาคาร		4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80
3. งานวิศวกรรม												
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา												
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการ ดำเนินงาน												
รวม		16,419.02	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80	4,719.80

* ราคาที่ปีใช้งาน

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 การกระจายเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity ที่ปริมาณผลิต 10,000 ต้น/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

แผนการลงทุน	อายุ (ปี)	ปี										
		2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. เครื่องจักร	10		85,500.00*	14,517.90	14,517.90	14,517.90	14,517.90	14,517.90	14,517.90	14,517.90	14,517.90	14,517.90
2. โครงสร้างอาคาร	20		66,816.00*	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75
3. งานวิศวกรรม	1		4,262.40*	4,731.26								
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา	1		222.00*	246.42								
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน	1		1,554.00*	1,724.94								
รวม				29,611.28	22,908.65	22,908.65	22,908.65	22,908.65	22,908.65	22,908.65	22,908.65	22,908.65
แผนการลงทุน		2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1. เครื่องจักร		14,517.90										
2. โครงสร้างอาคาร		8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75
3. งานวิศวกรรม												
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา												
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน												
รวม		22,908.65	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75

* ราคาที่ปีใช้งาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 การกระจายเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity ที่ปริมาณผลิต 12,000 ต้น/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

แผนการลงทุน	อายุ (ปี)	ปี										
		2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. เครื่องจักร	10		115,700.00*	19,645.86	19,645.86	19,645.86	19,645.86	19,645.86	19,645.86	19,645.86	19,645.86	19,645.86
2. โครงสร้างอาคาร	20		66,816.00*	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75
3. งานวิศวกรรม	1		4,262.40*	4,731.26								
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา	1		266.40*	295.70								
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน	1		1,887.00*	2,094.57								
รวม				35,158.15	28,036.61	28,036.61	28,036.61	28,036.61	28,036.61	28,036.61	28,036.61	28,036.61
แผนการลงทุน		2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1. เครื่องจักร		19,645.86										
2. โครงสร้างอาคาร		8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75
3. งานวิศวกรรม												
4. ค่าจ้างที่ปรึกษา												
5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน												
รวม		28,036.61	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75	8,390.75

* ราคาที่ใช้งาน

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณ (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

การคำนวณราคาที่ใช้ในงาน (หน่วย: พันบาท)

1. เครื่องจักร

$$\text{ราคาที่ใช้ในงาน ปี พ.ศ. 2554} = 46,300.00$$

2. โครงสร้างอาคาร

$$\begin{aligned} \text{ราคาที่ใช้ในงาน ปี พ.ศ. 2554} &= [14,400.00 \times (F/P, 11\%, 1)] + 21,600.00 \\ &= [14,400.00 \times 1.11000] + 21,600.00 \\ &= 37,584.00 \end{aligned}$$

3. งานวิศวกรรม

$$\begin{aligned} \text{ราคาที่ใช้ในงาน ปี พ.ศ. 2554} &= 2,160.00 \times (F/P, 11\%, 1) \\ &= 2,160.00 \times 1.11000 \\ &= 2,397.60 \end{aligned}$$

4. ค่าจ้างที่ปรึกษา

$$\begin{aligned} \text{ราคาที่ใช้ในงาน ปี พ.ศ. 2554} &= 120.00 \times (F/P, 11\%, 1) \\ &= 120.00 \times 1.11000 \\ &= 133.20 \end{aligned}$$

5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน

$$\begin{aligned} \text{ราคาที่ใช้ในงาน ปี พ.ศ. 2554} &= 800.00 \times (F/P, 11\%, 1) \\ &= 800.00 \times 1.11000 \\ &= 888.00 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณเงินลงทุนตามหลัก The Period Payment for Annuity (หน่วย: พันบาท)

1. เครื่องจักร (อายุการใช้งาน 10 ปี)

$$\begin{aligned} \text{เงินลงทุนในปี พ.ศ. 2555-2564} &= 46,300.00 \times (A/P, 11\%, 10) \\ &= 46,300.00 \times 0.16980 \\ &= 7,861.74 \end{aligned}$$

2. โครงสร้างอาคาร (อายุการใช้งาน 20 ปี)

$$\begin{aligned} \text{เงินลงทุนในปี พ.ศ. 2555-2574} &= 37,584.00 \times (A/P, 11\%, 20) \\ &= 37,584.00 \times 0.12558 \\ &= 4,719.80 \end{aligned}$$

3. งานวิศวกรรม (ตัดจ่ายภายใน 1 ปี)

$$\begin{aligned} \text{เงินลงทุนในปี พ.ศ. 2555} &= 2,397.60 \times (A/P, 11\%, 1) \\ &= 2,397.60 \times 1.11000 \\ &= 2,661.34 \end{aligned}$$

4. ค่าจ้างที่ปรึกษา (ตัดจ่ายภายใน 1 ปี)

$$\begin{aligned} \text{เงินลงทุนในปี พ.ศ. 2555} &= 133.20 \times (A/P, 11\%, 1) \\ &= 133.20 \times 1.11000 \\ &= 147.85 \end{aligned}$$

5. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน (ตัดจ่ายภายใน 1 ปี)

$$\begin{aligned} \text{เงินลงทุนในปี พ.ศ. 2555} &= 888.00 \times (A/P, 11\%, 1) \\ &= 888.00 \times 1.11000 \\ &= 985.68 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยพัสดุ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operating and Maintenance Cost)

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา หมายถึง มูลค่าการใช้ทรัพยากรเพื่อการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการ หรือ มูลค่าที่จ่ายออกไปเพื่อให้โครงการสามารถดำเนินงานไปได้ตามปกติ สามารถแบ่งประเภทตามพฤติกรรมได้ 2 ประเภท คือ ค่าใช้จ่ายแปรผัน (Variable Cost) และ ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาของงานวิจัยจะพิจารณาจากข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาจากข้อมูลแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาสามารถแบ่งตามพฤติกรรมการใช้งานได้ 2 ประเภท ดังนี้

5.3.1 ค่าใช้จ่ายแปรผัน (Variable Cost)

ค่าใช้จ่ายแปรผัน คือ ค่าใช้จ่ายที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต กล่าวคือ เมื่อมีปริมาณผลิตมากขึ้นจะทำให้ค่าใช้จ่ายแปรผันสูงขึ้นตามไปด้วย ค่าใช้จ่ายแปรผันประกอบด้วย วัสดุดิบทางตรง (Direct Material) แรงงานทางตรง (Direct Labor) และ ใลหุ่ยการผลิต (Manufacturing Overhead) บางประเภท กำหนดให้โครงการมีการส่งออกเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ร้อยละ 50 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด และอีกร้อยละ 50 จำหน่ายให้กับผู้เลี้ยงใยโพลีเอสเตอร์ในประเทศ มีระยะเวลาในการผลิตวันละ 24 ชั่วโมง และแบ่งการทำงาน 3 กะ

1. วัสดุดิบ

ขยะขวด PET อัดก้อนที่ไม่ได้แกะฉลากมีราคาไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปริมาณคุณภาพของวัสดุดิบ เช่น การปนเปื้อนฝุ่นละออง การมีน้ำค้างในวัสดุดิบ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีราคาแตกต่างตามพื้นที่ โดยเขตกรุงเทพมหานครและพื้นที่ใกล้เคียงจะมีราคาสูงกว่าพื้นที่อื่น จากการสอบถามราคากลางจากโรงงานคัดแยกขยะวงษ์วานิชย์ พบว่า ขยะขวด PET ชนิดใสอัดก้อนจะมีราคา 13-15 บาท/กิโลกรัม กำหนดให้

การผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ได้ 0.79 กิโลกรัม ต้องใช้ขยะขวด PET 1 กิโลกรัม
 ขยะขวด PET มีราคาเฉลี่ย = 14.0 บาท/กิโลกรัม

การคำนวณค่าใช้จ่ายวัตถุดิบ (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายวัตถุดิบ} &= \frac{14.0 \times 6,000,000}{0.79} \\ &= 106,329,114 \quad \text{บาท} \\ \text{ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต} &= \frac{106,329,114}{6,000,000} \\ &= 17.722 \quad \text{บาท/กิโลกรัม} \end{aligned}$$

2. แรงงาน

โครงการมีระยะเวลาในการผลิตวันละ 24 ชั่วโมง ประกอบด้วยการทำงาน 3กะ จำนวนวันทำงานทั้งหมด 365 วัน โดยคิดค่าตอบแทนเป็นวันละ 203 บาท ตามอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ ในกรุงเทพมหานคร นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานีสมุทรปราการ และสมุทรสาคร (ภาคผนวก ค) จำนวนแรงงานที่กำลังการผลิตต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5.15

ตารางที่ 5.15 จำนวนแรงงานที่ปริมาณผลิตต่างๆ

กำลังการผลิต (ตัน/ปี)	จำนวนแรงงาน (คน)
6,000	50
8,000	60
10,000	80
12,000	120

การคำนวณค่าใช้จ่ายแรงงาน (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายแรงงาน} &= 50 \times 203 \times 365 \\ &= 3,704,750 \quad \text{บาท} \\ \text{ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต} &= \frac{3,704,750}{6,000,000} \\ &= 0.617 \quad \text{บาท/กิโลกรัม} \end{aligned}$$

3. กระแสไฟฟ้า

กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ส่วนใหญ่อาศัยเครื่องจักรในการดำเนินงานจึงใช้กระแสไฟฟ้าในการผลิตจำนวนมาก กำหนดให้โครงการมีค่ากระแสไฟฟ้าร้อยละ 3 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา

การคำนวณค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้า (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

ค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้า	= 3,946,004	บาท
ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต	= $\frac{3,946,004}{6,000,000}$	
	= 0.658	บาท/กิโลกรัม

4. น้ำใช้

การผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET มีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน เช่น การล้าง การลอยตัวในของเหลว กำหนดให้โครงการมีค่าใช้จ่ายน้ำใช้ร้อยละ 1 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา

การคำนวณค่าใช้จ่ายน้ำใช้ (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

ค่าใช้จ่ายน้ำใช้	= 1,315,335	บาท
ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต	= $\frac{1,315,335}{6,000,000}$	
	= 0.219	บาท/กิโลกรัม

5. เชื้อเพลิง (น้ำมันเตา)

การผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ใช้เครื่องกำเนิดไอน้ำความดันต่ำและใช้น้ำมันเตา C เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตความร้อน ซึ่งในปี พ.ศ. 2552 มีราคาเฉลี่ยลิตรละ 12.85 บาท (ภาคผนวก ค) ปริมาณการใช้น้ำมันเตาที่กำลังการผลิตต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5.16 ตารางที่ 5.16 ปริมาณการใช้น้ำมันเตาที่ปริมาณผลิตต่างๆ

กำลังการผลิต (ตัน/ปี)	ปริมาณ (ลิตร/วัน)
6,000	1,000
8,000	1,200
10,000	1,500
12,000	2,000

การคำนวณค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง (กำลังการผลิต 6,000 ตัน/ปี)

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าใช้จ่ายน้ำมันเตา} &= 1,000 \times 12.85 \times 365 \\
 &= 4,690,250 \quad \text{บาท} \\
 \text{ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต} &= \frac{4,690,250}{6,000,000} \\
 &= 0.782 \quad \text{บาท/กิโลกรัม}
 \end{aligned}$$

6. เคมีภัณฑ์

กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET มีการเคมีภัณฑ์ในกระบวนการล้างเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล 2 ขั้นตอน คือ Hot Washing และ Cold Washing โดยถังล้างสามารถล้างเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลได้ 300 กิโลกรัม มีการใส่โซดาไฟถังละ 2 กิโลกรัม และผงล้างพลาสติกถังละ 2 กิโลกรัม การใช้เคมีภัณฑ์ในกระบวนการล้างเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล 300 กิโลกรัม แสดงดังตารางที่ 5.17

ตารางที่ 5.17 การใช้เคมีภัณฑ์ในกระบวนการล้างเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET 300 กิโลกรัมของโครงการ

กระบวนการ	การใช้เคมีภัณฑ์ (กิโลกรัม)	
	โซดาไฟ	ผงล้างพลาสติก
Cold Washing 1	2	2
Hot Washing	2	2
รวม	4	4

จากตารางที่ 5.18 การผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET 300 กิโลกรัม มีการใช้โซดาไฟ 4 กิโลกรัมและผงล้างพลาสติก 4 กิโลกรัม จึงสามารถคำนวณปริมาณการใช้เคมีภัณฑ์และต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET เทียบกับราคาในตลาดของเคมีภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2552 แสดงดังตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.18 ปริมาณการใช้เคมีภัณฑ์และต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET

เคมีภัณฑ์	ปริมาณ (กิโลกรัม)	ราคาตลาด (บาท/กิโลกรัม)	ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต (บาท)
โซดาไฟ	0.0133	18.000	0.240
ผงล้างพลาสติก	0.0133	11.000	0.150
รวม	-	29.00	0.390

การคำนวณค่าใช้จ่ายเคมีภัณฑ์ (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าใช้จ่ายเคมีภัณฑ์} &= [(0.0133 \times 18.00) + (0.0133 \times 11.00)] \\
 &\quad \times 6,000,000 \\
 &= 2,340,000 \quad \text{บาท} \\
 \text{ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต} &= \frac{2,340,000}{6,000,000} \\
 &= 0.390 \quad \text{บาท/กิโลกรัม}
 \end{aligned}$$

7. ค่าใช้จ่ายกำจัดน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการล้าง (Washing) และ การลอยตัวของเหลว ซึ่งมีลักษณะเป็นตะกอนของสารเคมี และคุณสมบัติเป็นต่าง ระบบการกำจัดน้ำเสียของโครงการมีการใช้สารเคมี ดังนี้

- สารส้มและสารเคมีบางตัว เพื่อให้เกิดกระบวนการ Coagulation-Flocculation ทำให้เกิดการแตกตัวและการแยกชั้นของตะกอน
- กรดซัลฟิวริก การปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำทิ้งให้มีค่าตามมาตรฐานก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

การคำนวณค่าใช้จ่ายกำจัดน้ำเสีย (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

จากการประมาณการณค่าใช้จ่ายน้ำใช้ประมาณ 1,315,335 บาท และที่ขุดจ่ายน้ำประปามากกว่า 3,000 ลูกบาศก์เมตร/เดือน อัตราค่าน้ำประปา 23.50 บาท/ลูกบาศก์เมตร (ภาคผนวก ค) ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำจึงไม่สามารถระบุปริมาณที่แน่นอนได้ กำหนดให้โครงการมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดน้ำเสียประมาณ 4 บาท/ลูกบาศก์เมตร

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำใช้ในโรงงาน} &= \frac{1,315,335}{23.50} \\ &= 55,971.7 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร/ปี} \end{aligned}$$

น้ำใช้จะเกิดการระเหยในระหว่างกระบวนการผลิตทำให้น้ำเสียนี้อัตราประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ในโรงงาน

$$\begin{aligned} \text{น้ำทิ้งที่ปล่อยออกนอกโรงงาน} &= 44,777.35 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร/ปี} \\ \text{ค่าบำบัดน้ำเสีย} &= 4 \quad \text{บาท/ลูกบาศก์เมตร} \\ \text{ค่าใช้จ่ายกำจัดน้ำเสีย} &= 44,777.35 \times 4 \\ &= 179,109.41 \quad \text{บาท} \\ \text{ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต} &= \frac{179,109.41}{6,000,000} \\ &= 0.030 \quad \text{บาท/กิโลกรัม} \end{aligned}$$

8. ค่าขนส่ง

การขนส่งไปต่างประเทศ โครงการมีการส่งออกเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ร้อยละ 50 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด โดยจำหน่ายผ่านบริษัทตัวแทนด้วยการบรรจุตู้คอนเทนเนอร์ และขนส่งทางเรือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและการดำเนินงานด้านเอกสารบริษัทตัวแทนจะเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมดจึงไม่มีค่าใช้จ่ายในส่งออกผลิตภัณฑ์

การขนส่งภายในประเทศ โครงการมีการจำหน่ายเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล ภายในประเทศร้อยละ 50 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด โดยขนส่งด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ สามารถบรรทุกได้คันละ 15 ตัน ค่าใช้จ่ายคิดตามจำนวนเที่ยวในการขนส่งราคา 3,000 บาท/เที่ยว

การคำนวณค่าใช้จ่ายกำจัดน้ำเสีย (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

$$\begin{aligned} \text{การขนส่งเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ภายในประเทศ} &= 6,000,000 \times 0.5 \\ &= 3,000,000 \quad \text{กิโลกรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง} &= 3,000,000 \times \frac{3,000}{15,000} \\ &= 600,000 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต} &= \frac{600,000}{6,000,000} \\ &= 0.100 \quad \text{บาท/กิโลกรัม} \end{aligned}$$

9. ค่าใช้จ่ายในการขาย

ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขายและค่าโฆษณา มีค่าใช้จ่ายร้อยละ 1 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการขาย (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	= 1,315,335	บาท
	<u>1,315,335</u>	
ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต	=	
	<u>6,000,000</u>	
	= 0.219	บาท/กิโลกรัม

10. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการผลิตและไม่เกี่ยวกับการผลิต เช่น น้ำมันรด โฟลต์คลิฟต์ เครื่องแต่งกายพนักงาน เงินเดือนทำความสะอาด เป็นต้น มีค่าใช้จ่ายร้อยละ 1 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุง

การคำนวณค่าใช้จ่ายอื่นๆ (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	= 1,315,335	บาท
	<u>1,315,335</u>	
ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต	=	
	<u>6,000,000</u>	
	= 0.219	บาท/กิโลกรัม

5.3.2 ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost)

ค่าใช้จ่ายคงที่ คือ ค่าใช้จ่ายที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิต โดยค่าใช้จ่ายคงที่ทั้งหมด (Total Fixed Cost) จะไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิตแต่ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อหน่วย (Average Fixed Cost) จะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณการผลิตขึ้น ดังนั้นการใช้จ่ายคงที่ไม่เต็มจำนวนที่มีอยู่ย่อมทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรและเกิดความสูญเสียเปล่าขึ้น ค่าใช้จ่ายคงที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยต้นทุนการผลิต (Manufacturing Overhead) บางประเภท

1. ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร/อุปกรณ์

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร/อุปกรณ์แต่ละปี สามารถกำหนดตามหลัก ดังนี้

ปีที่ 1-2 ค่าซ่อมบำรุงร้อยละ 2 ของราคาเครื่องจักรและอาคาร

ปีที่ 3-5 ค่าซ่อมบำรุงร้อยละ 3 ของราคาเครื่องจักรและอาคาร

ปีที่ 6 ค่าซ่อมบำรุงร้อยละ 5 ของราคาเครื่องจักรและอาคาร

การคำนวณค่าซ่อมบำรุงรักษา (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

$$\begin{aligned} \text{ค่าซ่อมบำรุง ปี พ.ศ. 2555-2556} &= (46,300,000 + 36,000,000) \times \frac{2}{100} \\ &= 1,646,000 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าซ่อมบำรุง ปี พ.ศ. 2557-2559} &= (46,300,000 + 36,000,000) \times \frac{3}{100} \\ &= 2,469,000 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าซ่อมบำรุง ปี พ.ศ. 2560 เป็นต้นไป} &= (46,300,000 + 36,000,000) \times \frac{5}{100} \\ &= 4,115,000 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

2. ค่าประกันภัย

ประกอบด้วยค่าประกันภัยเครื่องจักร/อุปกรณ์และอาคาร อัตราร้อยละ 1 ต่อปี
ของราคาเครื่องจักรอุปกรณ์และตัวอาคาร

การคำนวณค่าประกันภัย (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

$$\begin{aligned} \text{ค่าประกันภัย} &= (46,300,000 + 36,000,000) \times \frac{1}{100} \\ &= 679,000 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

3. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร

ประกอบด้วยเงินเดือนผู้บริหารฝ่ายต่างๆ ของโรงงานและค่าใช้จ่ายต่างๆ ภายใน
สำนักงาน รายละเอียด และค่าใช้จ่ายในการบริหารที่ปริมาณผลิตต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5.19
และ 5.20 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.19 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการบริหารที่ปริมาณผลิตต่างๆ

ตำแหน่ง	ค่าตอบแทน		จำนวน (คน)			
	(บาท/เดือน)	(บาท/ปี)	6000	8000	10000	12000
ผู้จัดการทั่วไป	25,000	300000	1	1	1	1
ผู้จัดการฝ่าย	20,000	240000	5	5	5	5
วิศวกร	17,000	204000	3	5	7	9
Supervisors	12,000	144000	3	5	7	9
เสมียน	8,000	96000	3	5	7	9
ช่างเทคนิค	8,000	96000	3	5	7	9
หัวหน้าพนักงาน	10,000	120000	3	5	7	9
ค่าใช้จ่ายสำนักงานใหญ่	-	-	-			

ตารางที่ 5.20 ค่าใช้จ่ายในการบริหารที่ปริมาณผลิตต่างๆ

ตำแหน่ง	ค่าตอบแทนที่ปริมาณผลิต (บาท/ปี)			
	6,000	8,000	1,0000	1,2000
ผู้จัดการทั่วไป	300,000	300,000	300,000	300,000
ผู้จัดการฝ่าย	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
วิศวกร	612,000	1,020,000	1,428,000	1,836,000
Supervisors	432,000	720,000	1,008,000	1,296,000
เสมียน	288,000	480,000	672,000	864,000
ช่างเทคนิค	288,000	480,000	672,000	864,000
หัวหน้าพนักงาน	360,000	600,000	840,000	1,080,000
ค่าใช้จ่ายสำนักงานใหญ่	400,000	600,000	800,000	1,000,000
รวม	3,480,000	4,800,000	6,120,000	7,440,000

การประมาณการณ้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 6,000 8,000 10,000 และ 12,000 ตันปี แสดงดังตารางที่ 5.21, 5.22, 5.23 และ 5.24 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.21 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 6,000 ตันปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552

รายการ	ค่าใช้จ่าย		ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต (บาท/กิโลกรัม)
	บาท	ร้อยละ	
1. วัสดุดิบ	106,329,114	80.84	17.722
2. แรงงาน	3,704,750	2.82	0.617
3. กระแสไฟฟ้า	3,946,004	3.00	0.658
4. น้ำ	1,315,335	1.00	0.219
5. น้ำมันเตา	4,690,250	3.57	0.782
6. เคมีภัณฑ์	2,340,000	1.78	0.390
7. การกำจัดน้ำเสีย	172,352	0.13	0.029
8. ค่าขนส่ง	600,000	0.46	0.100
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	1,646,000	1.25	0.274
10. ค่าประกันภัย	679,000	0.52	0.113
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	3,480,000	2.65	0.580
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,315,335	1.00	0.219
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,315,335	1.00	0.219
รวม	131,533,474	100	21.922

ตารางที่ 5.22 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 8,000 ตันปี ที่ราคา ณ
ปีฐาน พ.ศ. 2552

รายการ	ค่าใช้จ่าย		ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต (บาท/กิโลกรัม)
	บาท	ร้อยละ	
1. วัตถุดิบ	141,772,152	81.29	17.722
2. แรงงาน	4,445,700	2.55	0.556
3. กระแสไฟฟ้า	5,232,168	3.00	0.654
4. น้ำ	1,744,056	1.00	0.218
5. น้ำมันเตา	5,628,300	3.23	0.704
6. เคมีภัณฑ์	3,120,000	1.79	0.390
7. การกำจัดน้ำเสีย	228,108	0.13	0.029
8. ค่าขนส่ง	800,000	0.46	0.100
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	2,098,000	1.20	0.262
10. ค่าประกันภัย	1,049,000	0.60	0.131
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800,000	2.75	0.600
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744,056	1.00	0.218
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744,056	1.00	0.218
รวม	174,405,596	100	21.801

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.23 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 10,000 ตันปี ที่ราคา ณ
ปีฐาน พ.ศ. 2552

รายการ	ค่าใช้จ่าย		ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต (บาท/กิโลกรัม)
	บาท	ร้อยละ	
1. วัตถุดิบ	177,215,190	80.29	17.722
2. แรงงาน	5,927,600	2.69	0.593
3. กระแสไฟฟ้า	6,621,280	3.00	0.662
4. น้ำ	2,207,093	1.00	0.221
5. น้ำมันเตา	7,035,375	3.19	0.704
6. เคมีภัณฑ์	3,900,000	1.77	0.390
7. การกำจัดน้ำเสีย	288,609	0.13	0.029
8. ค่าขนส่ง	1,000,000	0.45	0.100
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	2,990,000	1.35	0.299
10. ค่าประกันภัย	2,990,000	1.35	0.299
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	6,120,000	2.77	0.612
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	2,207,093	1.00	0.221
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	2,207,093	1.00	0.221
รวม	220,709,334	100	22.071

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.24 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 12,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552

รายการ	ค่าใช้จ่าย		ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต (บาท/กิโลกรัม)
	บาท	ร้อยละ	
1. วัสดุดิบ	212,658,228	79.96	17.722
2. แรงงาน	8,891,400	3.34	0.741
3. กระแสไฟฟ้า	7,978,366	3.00	0.665
4. น้ำ	2,659,455	1.00	0.222
5. น้ำมันเตา	9,380,500	3.53	0.782
6. เคมีภัณฑ์	4,680,000	1.76	0.390
7. การกำจัดน้ำเสีย	347,664	0.13	0.029
8. ค่าขนส่ง	1,200,000	0.45	0.100
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	3,594,000	1.35	0.300
10. ค่าประกันภัย	1,797,000	0.68	0.150
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	7,440,000	2.80	0.620
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	2,659,455	1.00	0.222
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	2,659,455	1.00	0.222
รวม	265,945,523	100	22.162

การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาจะใช้ราคาคงที่ ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาในระยะเวลางานวิจัยที่ปริมาณผลิต 6,000 8,000 10,000 และ 12,000 ตัน/ปี แสดงดังตารางที่ 5.25, 5.26, 5.27 และ 5.28 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.25 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัตถุดิบ	-	-	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11
2. แรงงาน	-	-	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00
4. น้ำใช้	-	-	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33
5. น้ำมันเตา	-	-	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25
6. เคมีภัณฑ์	-	-	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11
8. ค่าขนส่ง	-	-	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	1,646.00	1,646.00	2,469.00	2,469.00	2,469.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33
รวม	-	-	131,540.23	131,540.23	132,363.23	132,363.23	132,363.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.25 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัสดุดิบ	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11	106,329.11
2 แรงงาน	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75	3,704.75
3 กระแสไฟฟ้า	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00	3,946.00
4 น้ำ	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33
5 น้ำมันเตา	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25	4,690.25
6 เคมีภัณฑ์	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11	179.11
8 ค่าขนส่ง	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	4,115.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00	4,115.00
10 ค่าประกันภัย	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00	679.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33	1,315.33
รวม	134,009.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23	134,009.23

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.26 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: ล้านบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัสดุดิบ	-	-	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2. แรงงาน	-	-	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4. น้ำใช้	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5. น้ำมันเตา	-	-	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8. ค่าขนส่ง	-	-	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,098.00	2,098.00	3,147.00	3,147.00	3,147.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	-	-	174,414.98	174,414.98	175,463.98	175,463.98	175,463.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98

ตารางที่ 5.26 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัสดุดิบ	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2 แรงงาน	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3 กระแสไฟฟ้า	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4 น้ำ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5 น้ำมันเตา	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6 เคมีภัณฑ์	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8 ค่าขนส่ง	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10 ค่าประกันภัย	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	177,561.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98	177,561.98

ตารางที่ 5.27 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 10,000 ตันปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัตถุดิบ	-	-	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19
2. แรงงาน	-	-	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28
4. น้ำใช้	-	-	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09
5. น้ำมันเตา	-	-	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54
8. ค่าขนส่ง	-	-	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,990.00	2,990.00	4,485.00	4,485.00	4,485.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09
รวม	-	-	220,721.27	220,721.27	222,216.27	222,216.27	222,216.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.27 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาปริมาณผลิต 10,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัตถุดิบ	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19	177,215.19
2 แรงงาน	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60	5,927.60
3 กระแสไฟฟ้า	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28	6,621.28
4 น้ำ	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09
5 น้ำมันเตา	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38	7,035.38
6 เคมีภัณฑ์	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00	3,900.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54	300.54
8 ค่าขนส่ง	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	7,475.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00	7,475.00
10 ค่าประกันภัย	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00	2,990.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09	2,207.09
รวม	225,206.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27	225,206.27

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.28 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 12,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัตถุดิบ	-	-	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23
2. แรงงาน	-	-	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37
4. น้ำใช้	-	-	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46
5. น้ำมันเตา	-	-	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50
6. เคมีภัณฑ์	-	-	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14
8. ค่าขนส่ง	-	-	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	3,594.00	3,594.00	5,391.00	5,391.00	5,391.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46
รวม	-	-	265,960.00	265,960.00	267,757.00	267,757.00	267,757.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.28 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาปริมาณผลิต 12,000 ตัน/ปี ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัตถุดิบ	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23	212,658.23
2 แรงงาน	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40	8,891.40
3 กระแสไฟฟ้า	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37	7,978.37
4 น้ำ	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46
5 น้ำมันเตา	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50	9,380.50
6 เคมีภัณฑ์	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00	4,680.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14	362.14
8 ค่าขนส่ง	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	8,985.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00	8,985.00
10 ค่าประกันภัย	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00	1,797.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00	7,440.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46	2,659.46
รวม	271,351.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00	271,351.00

5.4 ต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost)

ต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost) แสดงถึง การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อ ปริมาณการผลิตเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย ภายใต้วินิจฉัยนี้จะวิเคราะห์ต้นทุนหน่วยสุดท้ายระยะยาว (Long-run Marginal Cost) ด้วยวิธีต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย (Average Incremental Cost: AIC) และคิดในมูลค่าปัจจุบันด้วยอัตราส่วนลดร้อยละ 11 โดยคิดต้นทุนเฉพาะส่วนเพิ่มที่เกิดจากการ ผลิตและปัจจัยการผลิตส่วนเพิ่ม (Incremental Output and Input) นั่นคือ ความแตกต่างระหว่าง ปริมาณการผลิตและปัจจัยการผลิตที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการมีหรือไม่มีโครงการ โดยการหัก ปริมาณการผลิตและต้นทุนการผลิตก่อนมีโครงการออกจากปริมาณการผลิตและต้นทุนการผลิต เมื่อมีโครงการ

เนื่องจากโครงการเป็นการเริ่มต้นการผลิตใหม่และไม่มีปริมาณการผลิตก่อนมีโครงการ จึงไม่จำเป็นต้องหักปริมาณการผลิตและต้นทุนการผลิตก่อนมีโครงการ การคำนวณต้นทุนส่วน เพิ่มเฉลี่ย สามารถคำนวณ ดังสมการที่ 5.1

$$AIC = \frac{\sum_{t=0}^T (I_t + R_t - R_0) / (1+r)^t}{\sum_{t=0}^T (Q_t - Q_0) / (1+r)^t} \quad \dots (5.1)$$

กำหนดให้

I_t = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนในปีที่ t โดย $t = 1, 2, 3, \dots, T$

R_t = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในปีที่ t โดย $t = 1, 2, 3, \dots, T$

Q_0 = ปริมาณสินค้าขายในปีก่อน

Q_t = ปริมาณสินค้าขายในปีที่ t โดย $t = 1, 2, 3, \dots, T$

r = อัตราส่วนลด (ร้อยละ)

5.4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย

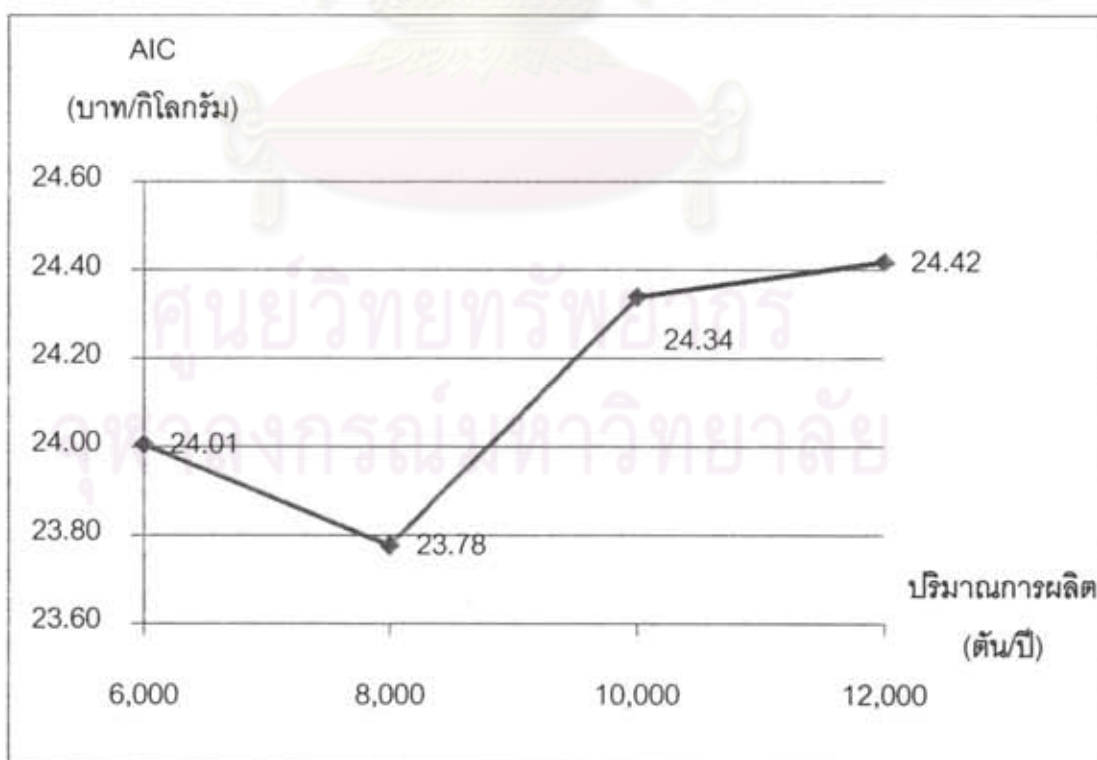
จากการประมาณการณค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา สามารถคิดในมูลค่าปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2552 ด้วยอัตราส่วนลดร้อยละ 11 และคำนวณต้นทุนส่วน เพิ่มเฉลี่ยที่ปริมาณผลิตต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5.29

ตารางที่ 5.29 การคำนวณต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552

กำลังการผลิต (ตัน/ปี)	มูลค่าปัจจุบันปี พ.ศ. 2552			AIC (บาท/กิโลกรัม)
	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	ปริมาณผลิต (กิโลกรัม)	
6,000	70,856,883	860,033,672	38,778,600	24.01
8,000	89,505,580	1,139,849,432	51,704,800	23.78
10,000	128,523,895	1,444,483,610	64,631,000	24.34
12,000	153,340,828	1,740,490,062	77,557,200	24.42

การคำนวณ AIC (ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี)

$$\begin{aligned} \text{AIC} &= \frac{(70,856,883 + 860,033,672)}{38,778,600} \\ &= 24.01 \text{ บาท/กิโลกรัม} \end{aligned}$$



รูปที่ 5.2 ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยที่ปริมาณผลิตต่างๆ ที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552

จากการคำนวณต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของการจัดตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ที่ปริมาณผลิตต่างๆ พบว่า ปริมาณผลิตที่ทำให้ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยมีค่าต่ำที่สุด และมีความเหมาะสมสำหรับโครงการ คือ 8,000 ตัน/ปี มีต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต 21.80 บาท/กิโลกรัม และต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย 23.78 บาท/กิโลกรัม ทั้งนี้ผู้ประกอบการสามารถจำหน่ายเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ตามราคาตลาดหรือตามราคาที่ดินทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยซึ่งสามารถสร้างกำไรอย่างน้อยที่สุดในการประกอบการ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{กำไร} &= 23.78 - 21.80 \\ &= 1.98 \text{ บาท/กิโลกรัม} \end{aligned}$$

ตารางที่ 5.30 ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยแยกตามค่าใช้จ่ายที่ราคา ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552

ค่าใช้จ่าย	ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย	
	บาท/กิโลกรัม	ร้อยละ
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	1.73	7.28
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา	22.05	92.72
รวม	23.78	100

การคำนวณ AIC แยกตามค่าใช้จ่าย

$$\begin{aligned} \text{AIC ค่าใช้จ่ายในการลงทุน} &= \frac{89,505,580}{51,704,800} \\ &= 1.73 \text{ บาท/กิโลกรัม} \\ \text{AIC ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา} &= \frac{1,139,849,432}{51,704,800} \\ &= 22.05 \text{ บาท/กิโลกรัม} \end{aligned}$$

จากการวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยแยกตามค่าใช้จ่ายของโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ที่ปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี แสดงดังตารางที่ 5.30 พบว่า ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยมีภาระมาจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษามากที่สุด 22.05 บาท/กิโลกรัม หรือร้อยละ 92.72 และค่าใช้จ่ายในการลงทุน 1.73 บาท/กิโลกรัม หรือร้อยละ 7.28 ผู้ประกอบการจึงสามารถสร้างกำไรในการประกอบการโดยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่มีสัดส่วนมากที่สุด 3 อันดับแรก ดังนี้

1. วัตถุดิบ (ขยะขวด PET) มีสัดส่วนมากที่สุดร้อยละ 81.28 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ผู้ประกอบการอาจลดต้นทุนวัตถุดิบ ดังนี้

- การลดราคาวัตถุดิบ เช่น การซื้อวัตถุดิบปริมาณมากขึ้นหรือซื้อวัตถุดิบจากผู้ขายเดิมเพื่อสามารถต่อรองราคากับผู้ขาย เป็นต้น
- การลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตเพื่อสามารถลดปริมาณการใช้วัตถุดิบ

2. เชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) มีสัดส่วนร้อยละ 3.23 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ผู้ประกอบการอาจลดต้นทุนการใช้เชื้อเพลิง ดังนี้

- การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตความร้อนของหม้อไอน้ำประเภทอื่นๆ ที่มีราคาถูกกว่าทดแทนการใช้น้ำมันเตา
- การตั้งเวลาเปิด-ปิดหม้อไอน้ำเมื่อไม่มีการใช้งานเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันเตา

3. กระแสไฟฟ้า มีสัดส่วนร้อยละ 3.00 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา

5.4.2 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงในทางเศรษฐศาสตร์เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ จะมีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนการลงทุนมากน้อยเพียงใด ปัจจัยที่ตรวจสอบควรเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้และมีความสำคัญต่อโครงสร้างต้นทุนของโครงการ เช่น ราคาวัตถุดิบ ราคาเคมีภัณฑ์ เป็นต้น การวิเคราะห์ความไวจะช่วยให้ผู้ประกอบการมีความมั่นใจในการตัดสินใจเลือกโครงการมากยิ่งขึ้นและลดความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดพลาดได้น้อยลง งานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัย ดังนี้

1. ราคาวัตถุดิบ

จากการศึกษาต้นทุนของการจัดตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET พบว่าต้นทุนวัตถุดิบมีสัดส่วนต้นทุนมากที่สุดร้อยละ 81.28 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ซึ่งมีราคาไม่แน่นอนอยู่กับพื้นที่ ปริมาณ และคุณภาพของวัตถุดิบจึงควรวิเคราะห์การความไวของโครงการที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบจากปีฐาน พ.ศ. 2552 (14 บาท/กิโลกรัม) โดยค่าใช้จ่ายส่วนอื่นมีค่าคงที่ เพื่อดูผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของโครงการ การเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบ มีรายละเอียดดังนี้

1. ราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 5

การเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552
มีราคา 14.70 บาท/กิโลกรัม ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา แสดงดังตารางที่ 5.31

2. ราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

การเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552
มีราคา 15.40 บาท/กิโลกรัม ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา แสดงดังตารางที่ 5.32

3. ราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 5

การเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552
มีราคา 13.30 บาท/กิโลกรัม ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา แสดงดังตารางที่ 5.33

4. ราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 10

การเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552
มีราคา 12.60 บาท/กิโลกรัม ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา แสดงดังตารางที่ 5.34



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.31 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัตถุดิบ	-	-	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76
2. แรงงาน	-	-	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4. น้ำใช้	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5. น้ำมันเตา	-	-	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8. ค่าขนส่ง	-	-	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,098.00	2,098.00	3,147.00	3,147.00	3,147.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	-	-	181,503.58	181,503.58	182,552.58	182,552.58	182,552.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.31 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัตถุดิบ	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76	148,860.76
2 แรงงาน	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3 กระแสไฟฟ้า	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4 น้ำ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5 น้ำมันเตา	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6 เคมีภัณฑ์	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8 ค่าขนส่ง	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10 ค่าประกันภัย	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	184,650.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58	184,650.58

ตารางที่ 5.32 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัตถุดิบ	-	-	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37
2. แรงงาน	-	-	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4. น้ำใช้	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5. น้ำมันเตา	-	-	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8. ค่าขนส่ง	-	-	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,098.00	2,098.00	3,147.00	3,147.00	3,147.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	-	-	188,592.19	188,592.19	189,641.19	189,641.19	189,641.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19

ตารางที่ 5.32 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัตถุดิบ	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37	155,949.37
2 แรงงาน	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3 กระแสไฟฟ้า	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4 น้ำ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5 น้ำมันเตา	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6 เคมีภัณฑ์	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8 ค่าขนส่ง	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10 ค่าประกันภัย	- 1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	191,739.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19	191,739.19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.33 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัตถุดิบ	-	-	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54
2. แรงงาน	-	-	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4. น้ำใช้	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5. น้ำมันเตา	-	-	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8. ค่าขนส่ง	-	-	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,098.00	2,098.00	3,147.00	3,147.00	3,147.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	-	-	167,326.37	167,326.37	168,375.37	168,375.37	168,375.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37

ตารางที่ 5.33 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัตถุดิบ	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54	134,683.54
2 แรงงาน	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3 กระแสไฟฟ้า	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4 น้ำ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5 น้ำมันเตา	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6 เคมีภัณฑ์	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8 ค่าขนส่ง	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10 ค่าประกันภัย	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	170,473.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37	170,473.37

ตารางที่ 5.34 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัตถุดิบ	-	-	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94
2. แรงงาน	-	-	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4. น้ำใช้	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5. น้ำมันเตา	-	-	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8. ค่าขนส่ง	-	-	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,098.00	2,098.00	3,147.00	3,147.00	3,147.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	-	-	160,237.76	160,237.76	161,286.76	161,286.76	161,286.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76

ตารางที่ 5.34 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัตถุดิบ	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94	127,594.94
2 แรงงาน	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3 กระแสไฟฟ้า	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4 น้ำ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5 น้ำมันเตา	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30	5,628.30
6 เคมีภัณฑ์	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8 ค่าขนส่ง	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10 ค่าประกันภัย	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	163,384.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76	163,384.76

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้น/ลดลงร้อยละ 5 และ 10 สามารถคิดในมูลค่าปัจจุบันด้วยอัตราส่วนลดร้อยละ 11 แสดงดังตารางที่ 5.35 และสามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบ แสดงดังตารางที่ 5.36

ตารางที่ 5.35 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้น/ลดลงร้อยละ 5 และ 10 (ภาคผนวก ค)

ราคาขยะขวด PET (บาท/กิโลกรัม)	อัตราการเปลี่ยนแปลง ราคาขยะขวด PET (ร้อยละ)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (บาท)
12.60	-10	1,048,220,673
13.30	-5	1,094,035,052
14.00	-	1,139,849,432
14.70	5	1,185,663,812
15.40	10	1,231,478,192

ตารางที่ 5.36 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง AIC จากการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบ

ราคาขยะขวด PET (บาท/กิโลกรัม)	อัตราการเปลี่ยนแปลง ราคาขยะขวด PET (ร้อยละ)	AIC (บาท/กิโลกรัม)	อัตราการเปลี่ยนแปลง AIC (ร้อยละ)
12.60	-10	22	-7.49
13.30	-5	22.89	-3.74
14.00	-	23.78	-
14.70	5	24.66	3.70
15.40	10	25.55	7.44

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบ พบว่า การเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของโครงการ โดยเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และ 10 ส่งผลให้ต้นทุน

ส่วนเพิ่มเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.70 และ 7.44 ตามลำดับ และเมื่อราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 5 และ 10 ส่งผลให้ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยลดลงร้อยละ 3.74 และ 7.49 ตามลำดับ

2. ราคาเชื้อเพลิง (น้ำมันเตา)

จากการศึกษาต้นทุนของการจัดตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET พบว่า ต้นทุนเชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) มีสัดส่วนร้อยละ 3.23 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา นอกจากนี้ราคาน้ำมันเตามีการเปลี่ยนแปลงตามการพัฒนาของเศรษฐกิจและราคาปิโตรเคมีต่างๆ ซึ่งถือเป็นตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ จึงควรผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย ที่มีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตาจากปีฐาน พ.ศ. 2552 (12.85 บาท/ลิตร) โดยค่าใช้จ่ายส่วนอื่นมีค่าคงที่ การเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบ มีรายละเอียดดังนี้

1. ราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 5

การเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 มีราคา 13.49 บาท/กิโลกรัม ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา แสดงดังตารางที่ 5.37

2. ราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

การเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 มีราคา 14.14 บาท/กิโลกรัม ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา แสดงดังตารางที่ 5.38

3. ราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 5

การเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 มีราคา 12.21 บาท/กิโลกรัม ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา แสดงดังตารางที่ 5.39

4. ราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 10

การเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 มีราคา 11.57 บาท/กิโลกรัม ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา แสดงดังตารางที่ 5.40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.37 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัสดุดิบ	-	-	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2. แรงงาน	-	-	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4. น้ำใช้	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5. น้ำมันเตา	-	-	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8. ค่าขนส่ง	-	-	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,098.00	2,098.00	3,147.00	3,147.00	3,147.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	-	-	174,695.30	174,695.30	175,744.30	175,744.30	175,744.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.37 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัสดุดิบ	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2 แรงงาน	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3 กระแสไฟฟ้า	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4 น้ำ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5 น้ำมันเตา	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62	5,908.62
6 เคมีภัณฑ์	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8 ค่าขนส่ง	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10 ค่าประกันภัย	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	177,842.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30	177,842.30

ตารางที่ 5.38 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัสดุดิบ	-	-	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2. แรงงาน	-	-	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4. น้ำใช้	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5. น้ำมันเตา	-	-	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8. ค่าขนส่ง	-	-	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,098.00	2,098.00	3,147.00	3,147.00	3,147.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	-	-	174,980.00	174,980.00	176,029.00	176,029.00	176,029.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00

ตารางที่ 5.38 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัสดุดิบ	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2 แรงงาน	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3 กระแสไฟฟ้า	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4 น้ำ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5 น้ำมันเตา	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32	6,193.32
6 เคมีภัณฑ์	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8 ค่าขนส่ง	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10 ค่าประกันภัย	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	178,127.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00	178,127.00

ตารางที่ 5.39 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัสดุดิบ	-	-	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2. แรงงาน	-	-	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4. น้ำใช้	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5. น้ำมันเตา	-	-	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8. ค่าขนส่ง	-	-	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,098.00	2,098.00	3,147.00	3,147.00	3,147.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	-	-	174,134.66	174,134.66	175,183.66	175,183.66	175,183.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66

ตารางที่ 5.39 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 5 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัสดุดิบ	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2 แรงงาน	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3 กระแสไฟฟ้า	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4 น้ำ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5 น้ำมันเตา	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98	5,347.98
6 เคมีภัณฑ์	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8 ค่าขนส่ง	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10 ค่าประกันภัย	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	177,281.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66	177,281.66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.40 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท)

ค่าใช้จ่าย	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563
1. วัสดุดิน	-	-	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2. แรงงาน	-	-	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3. กระแสไฟฟ้า	-	-	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4. น้ำใช้	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5. น้ำมันเตา	-	-	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66
6. เคมีภัณฑ์	-	-	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7. การกำจัดน้ำเสีย	-	-	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8. ค่าขนส่ง	-	-	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9. ค่าบำรุงเครื่องจักร	-	-	2,098.00	2,098.00	3,147.00	3,147.00	3,147.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10. ค่าประกันภัย	-	-	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	-	-	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12. ค่าใช้จ่ายในการขาย	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	-	-	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	-	-	173,854.34	173,854.34	174,903.34	174,903.34	174,903.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34

ตารางที่ 5.40 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 10 จากปีฐาน พ.ศ. 2552 (หน่วย: พันบาท) (ต่อ)

ค่าใช้จ่าย	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574
1 วัสดุดิบ	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15	141,772.15
2 แรงงาน	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70	4,445.70
3 กระแสไฟฟ้า	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17	5,232.17
4 น้ำ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
5 น้ำมันเตา	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66	5,067.66
6 เคมีภัณฑ์	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00	3,120.00
7 การกำจัดน้ำเสีย	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49	237.49
8 ค่าขนส่ง	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
9 ค่าบำรุงเครื่องจักร	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00	5,245.00
10 ค่าประกันภัย	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00	1,049.00
11 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
12 ค่าใช้จ่ายในการขาย	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
13 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06	1,744.06
รวม	177,001.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34	177,001.34

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้น/ลดลงร้อยละ 5 และ 10 สามารถคิดในมูลค่าปัจจุบันด้วยอัตราส่วนลดร้อยละ 11 แสดงดังตารางที่ 5.41 และสามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตา แสดงดังตารางที่ 5.42

ตารางที่ 5.41 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้น/ลดลงร้อยละ 5 และ 10 (ภาคผนวก ค)

ราคาขยะขวด PET (บาท/กิโลกรัม)	อัตราการเปลี่ยนแปลง ราคาขยะขวด PET (ร้อยละ)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (ล้านบาท)
11.57	-10	1,136,225,960
12.21	-5	1,138,037,696
12.85	-	1,139,849,432
13.49	5	1,141,661,168
14.14	10	1,143,501,213

ตารางที่ 5.42 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง AIC จากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตา

ราคาน้ำมันเตา (บาท/ลิตร)	อัตราการเปลี่ยนแปลง ราคาน้ำมันเตา (ร้อยละ)	AIC (บาท/กิโลกรัม)	อัตราการเปลี่ยนแปลง AIC (ร้อยละ)
11.57	-10	23.71	-0.29
12.21	-5	23.74	-0.17
12.85	-	23.78	-
13.49	5	23.81	0.13
14.14	10	23.85	0.29

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตา พบว่า การเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเตาไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยมากนัก โดยเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และ 10 ส่งผลให้ต้นทุนส่วน

เพิ่มเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 0.13 และ 0.29 ตามลำดับ และเมื่อราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 5 และ 10 ส่งผลให้ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยลดลงเพียงร้อยละ 0.17 และ 0.29 ตามลำดับ

5.4.3 การเปรียบเทียบราคาเม็ดพลาสติก

เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ไม่สามารถนำมาผลิตกลับมาเป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร และเครื่องดื่มได้เนื่องจากองค์การอาหารและยากำหนดว่าพลาสติกกรีไซเคิล PET ที่ต้องการนำกลับมาเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มอีกจะต้องผ่านกระบวนการคืนรูปทางเคมีให้กลายเป็น สาร โมโนเมอร์เพื่อกำจัดสารปนเปื้อนอื่นๆ ออกก่อนนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร และเครื่องดื่ม เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET (พัชรี คำธิตา, 2548) จึงนิยมนำมาแปรรูปเป็นเส้นใย โพลีเอสเตอร์เกรดต่ำใช้ทดแทนเส้นใยโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ที่มีราคาสูงกว่า โดยผู้ประกอบการอาจ นำเม็ดพลาสติก รีไซเคิล PET มาหลอมเพื่อผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากการรีไซเคิลหรือผสมกับ เม็ดพลาสติกใหม่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนในการผลิต เส้นใยโพลีเอสเตอร์จากการ รีไซเคิลสามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีส่วนประกอบของเส้นใย เช่น ผ้าห่ม พรมปูพื้น เครื่องนอน หมอน ตุ๊กตา เฟอร์นิเจอร์ ส่วนประกอบเพดานรถยนต์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ เป็นต้น

เส้นใยโพลีเอสเตอร์ผลิตจากสารเคมีที่ได้จากปิโตรเลียมประเภทเดียวกับการผลิต เม็ดพลาสติก PET ผู้ประกอบการบางรายอาจมีการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากการทำปฏิกิริยา ของสารปิโตรเลียมและผลิตเป็นเส้นใยโพลีเอสเตอร์ในขั้นตอนเดียวหรือผลิตเป็นเม็ดพลาสติก PET (Polyester Chips, PET Chips, PET resin) เพื่อเก็บไว้ภายในโรงงานและซื้อเม็ดพลาสติก PET จากภายนอกมาหลอมเพื่อผลิตเป็นเส้นใยโพลีเอสเตอร์ต่อไป เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET จึงสามารถใช้ทดแทนเม็ดพลาสติกใหม่ในการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์เพื่อลดต้นทุนในการผลิต และลดขยะที่ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยนี้จะเปรียบเทียบต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของการจัดตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติก รีไซเคิล PET กับราคาตลาดของเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET และเม็ดพลาสติก PET เพื่อประเมิน ความสามารถในการขายผลิตภัณฑ์และการสร้างกำไรในการประกอบการแสดงถึงการมี ประสิทธิภาพในการลงทุนของโครงการ

1. เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET

เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET สามารถจำหน่ายให้กับผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ทั้ง ภายในและนอกประเทศ การส่งออกผลิตภัณฑ์สามารถจำหน่ายผ่านบริษัทตัวแทนโดยไม่มี ค่าใช้จ่ายในการขนส่งหรือไม่ผ่านบริษัทตัวแทนซึ่งสามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในราคาสูงกว่าแต่มี

การดำเนินงานและเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้น ปัจจุบันยังไม่มีองค์กรที่กำหนดราคากลางของผลิตภัณฑ์เนื่องจากอุตสาหกรรมพลาสติกรีไซเคิลยังไม่เป็นที่แพร่หลายและมีการกำหนดราคาเฉพาะผู้ผลิตและผู้รับซื้อในกลุ่มอุตสาหกรรมเท่านั้น งานวิจัยนี้จึงเปรียบเทียบราคากลางจากการสอบถามผู้ผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ในประเทศไทย ราคากลางของผลิตภัณฑ์พลาสติกรีไซเคิล PET แสดงดังตารางที่ 5.43

ตารางที่ 5.43 ราคากลางของพลาสติกรีไซเคิล PET ในปี พ.ศ. 2552

การจำหน่าย	ราคา (บาท/กิโลกรัม)
ภายในประเทศ	24-26
ส่งออกผ่านตัวบริษัทแทน	26-27
ส่งออกไม่ผ่านตัวแทน	27-29

2. เม็ดพลาสติก PET

การผลิตเม็ดพลาสติกถือเป็นอุตสาหกรรมชั้นปลายจากการผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี จึงมีราคาผันแปรตามราคาน้ำมันดิบและภาวะตลาดโลก โดยในปี พ.ศ. 2552 เม็ดพลาสติก PET ของประเทศไทยมีราคากลางอยู่ในช่วง 35-44 บาท/กิโลกรัม แสดงดังตารางที่ 5.44 และเม็ดพลาสติก PET ของประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ บรูไนดารุสซาลาม กัมพูชา ติมอร์ตะวันออก อินโดนีเซีย ลาว มาเลเซีย พม่า ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ เวียดนาม มีราคากลางอยู่ในช่วง 1.031-1.250 ดอลลาร์สหรัฐ/กิโลกรัม แสดงดังตารางที่ 5.45

จากการวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของโครงการ PET ที่ปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ซึ่งเป็นราคาที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการและผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์รีไซเคิล พบว่าราคาที่ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยมีค่าต่ำกว่าราคากลางของเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET และเม็ดพลาสติก PET ทั้งในประเทศไทยและประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผู้ประกอบการจึงสามารถดึงดูดผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ในการผสมเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET ตามอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนในการผลิตแทนการใช้เม็ดพลาสติก PET เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลจากขวด PET จึงถือเป็นแนวทางเพื่อลดปัญหาขยะขวด PET ที่มีประสิทธิภาพในการลงทุนสำหรับประเทศไทย

ตารางที่ 5.44 ราคาเม็ดพลาสติก PET ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552 (สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2553)

เดือน	ราคาเม็ดพลาสติก PET (บาท/กิโลกรัม)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
ม.ค.	35-39.5	35-39.5	35-39.5	35-39.5
ก.พ.	36	37	38	39
มี.ค.	34-40	34-40	34-40	34-40
เม.ย.	36-44	36-44	36-44	36-44
พ.ค.	42	42	44	44
มิ.ย.	38-41	38-41	38-41	38-41
ก.ค.	38-40	38-40	38-40	38-40
ส.ค.	40-43	40-43	40-43	40-43
ก.ย.	40-42	40-42	40-42	40-42
ต.ค.	43	43	40	38.5
พ.ย.	40	40	40	41
ธ.ค.	42	43	42	42

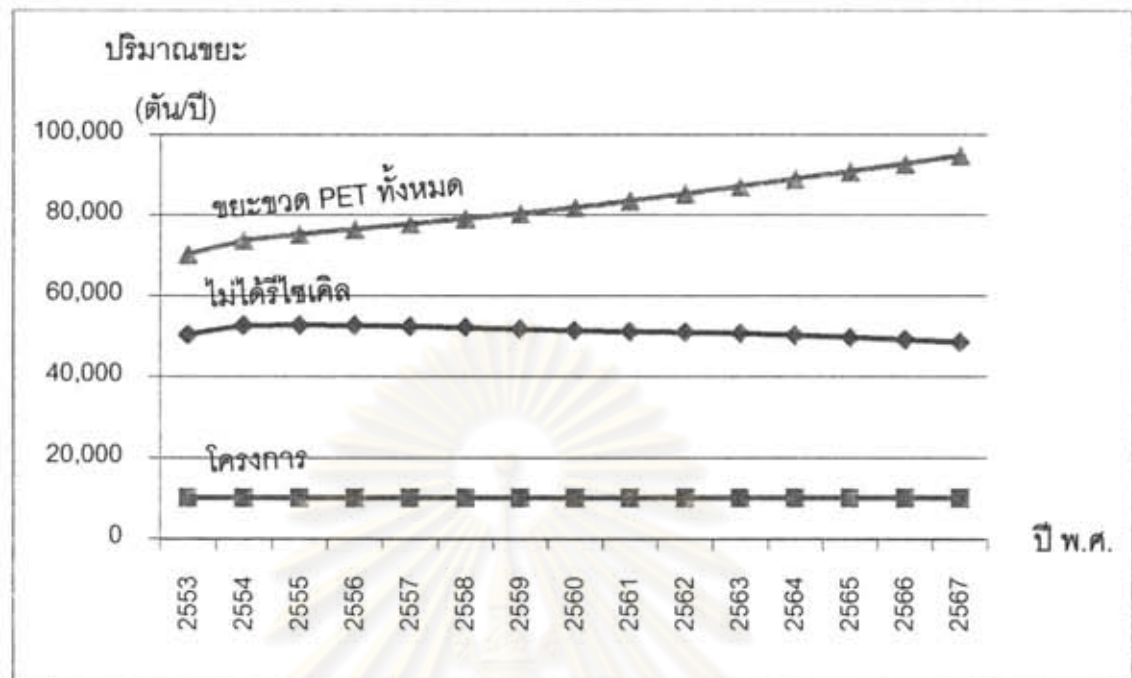
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.45 ราคาเม็ดพลาสติก PET ของประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปี พ.ศ. 2552 (สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2553)

เดือน	ราคาเม็ดพลาสติก PET (ดอลลาร์สหรัฐ/กิโลกรัม)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
เม.ย.	1.034	1.034	1.034	1.034
พ.ค.	1.034	1.034	1.034	1.034
มิ.ย.	1.031	1.031	1.031	1.031
ก.ค.	1.063	1.063	1.063	1.063
ส.ค.	1.165	1.165	1.165	1.165
ก.ย.	1.057	1.057	1.057	1.057
ต.ค.	1.055	1.055	1.055	1.055
พ.ย.	1.166	1.166	1.166	1.166
ธ.ค.	1.240	1.250	1.250	1.250

5.5 การลดปริมาณขยะขวด PET ของโครงการ

การตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลจากขวด PET ถือเป็นแนวทางในการลดปริมาณขยะขวด PET ในประเทศไทยที่มีประสิทธิภาพในการลงทุนเนื่องจากสามารถสร้างกำไรในการประกอบการและดึงดูดผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ให้หันมาใช้เม็ดพลาสติกกรีไซเคิลแทนเม็ดพลาสติกใหม่เพื่อลดต้นทุนในการผลิต โดยปริมาณการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ของโครงการสามารถลดปริมาณขยะขวด PET ในช่วงของงานวิจัย (พ.ศ. 2553-2567) ประมาณร้อยละ 19-21 ของขยะขวด PET ไม่ได้รีไซเคิลในประเทศไทยและเมื่อเปรียบเทียบกับขยะขวด PET ที่เกิดขึ้นทั้งหมด โครงการสามารถลดได้ประมาณร้อยละ 10-14 แสดงดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 ปริมาณขยะขวด PET ที่โครงการสามารถลดได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาด้านทุนการตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลขนาดกลางจากขยะขวด PET ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากการประมาณการณ์ในช่วง ปี พ.ศ. 2553-2567 เฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครและเขตเทศบาลทั่วประเทศ และหาต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost) ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อปริมาณผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย โดยวิเคราะห์ต้นทุนหน่วยสุดท้ายระยะยาว (Long-run Marginal Cost) ด้วยต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย (Average Incremental Cost: AIC) และคิดในมูลค่าปัจจุบัน เพื่อให้มีความสอดคล้องกับต้นทุนการผลิต และการดำเนินงาน

6.1.1 การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ในประเทศไทย

1. ปริมาณขยะขวด PET

ปริมาณขยะขวด PET สามารถคำนวณจากปริมาณขยะทั้งหมดที่เกิดขึ้นในประเทศไทยโดยมีสมมติฐานดังนี้

1. ขยะในกรุงเทพมหานครและเขตเทศบาลทั่วประเทศมีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 57 ของปริมาณขยะทั่วประเทศ
2. ขยะชุมชนเทศบาลทั่วประเทศมีสัดส่วนขยะพลาสติกเฉลี่ยร้อยละ 16.83
3. ขยะพลาสติกมีสัดส่วนองค์ประกอบเป็น PET เฉลี่ยร้อยละ 7
4. ปริมาณการใช้งานของผลิตภัณฑ์ขวด PET (ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Blow molding) แต่ละปีมีสัดส่วนเฉลี่ยประมาณร้อยละ 58
5. ขยะ PET ในประเทศไทยมีสัดส่วนขวด PET เท่ากับปริมาณการใช้งานผลิตภัณฑ์ขวด PET ในประเทศไทย

การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET จากการวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณขยะขวด PET ปี พ.ศ. 2540-2551 และปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณขยะ 2 ปัจจัย ดังนี้

1. จำนวนประชากร การเพิ่มจำนวนของประชากรมีผลต่ออัตราการอุปโภคบริโภค จึงทำให้ขยะมีปริมาณสูงขึ้นตามไปด้วย การคาดการณ์จำนวนประชากรใช้ข้อมูลจากฝ่ายวิชาการของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ซึ่งตัดแปลงข้อมูลการจัดทำการคาดการณ์ประมาณประชากรของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2543 - 2573 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2. ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศทำให้ประชากรมีอัตราการอุปโภคบริโภคสูงขึ้น และก่อให้เกิดขยะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย งานวิจัยนี้กำหนดให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 5.7 ตามผลการพัฒนาประเทศในระยะแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545-2549) ซึ่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550-2554) ได้มีการดำเนินงานต่อเนื่องจากแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 9

จากการวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณขยะขวด PET พบว่า ปริมาณขยะขวด PET มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับจำนวนประชากรและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2552-2567 แสดงดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2552-2567 ด้วยสมการถดถอย

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะขวด PET (ตัน)	ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะขวด PET (ตัน)
2553	70,237	2561	83,565
2554	73,779	2562	85,366
2555	75,221	2563	87,250
2556	76,553	2564	89,022
2557	77,824	2565	90,868
2558	79,148	2566	92,788
2559	80,455	2567	94,795
2560	81,921		

2. ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิล

งานวิจัยนี้จะคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลด้วยการวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณการผลิตขยะขวด PET อัดก้อนกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ปี พ.ศ. 2540-2551 พบว่า ปริมาณขยะขวด PET อัดก้อนมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ โดยขยะขวด PET ในปี พ.ศ. 2553-2567 มีอัตราการรีไซเคิลเพียงร้อยละ 28-49 ของขยะขวด PET ทั้งหมดจึงยังมีขยะขวด PET ที่ก่อให้เกิดปัญหาด้าน

สิ่งแวดล้อมและสามารถป้อนเป็นวัตถุดิบให้กับโครงการเพื่อนำมารีไซเคิลปริมาณมาก แสดงดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 การคาดการณ์ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิลปี พ.ศ. 2553-2567 ด้วยสมการถดถอย

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะขวด PET รีไซเคิล		ปริมาณขยะขวด PET ไม่ไดรีไซเคิล
	ต้นปี	ร้อยละ	ต้นปี
2553	19,827	28.2	50,411
2554	21,111	28.6	52,668
2555	22,469	29.9	52,752
2556	23,904	31.2	52,650
2557	25,420	32.7	52,403
2558	27,023	34.1	52,125
2559	28,718	35.7	51,737
2560	30,509	37.2	51,412
2561	32,402	38.8	51,163
2562	34,403	40.3	50,962
2563	36,519	41.9	50,732
2564	38,754	43.5	50,267
2565	41,118	45.2	49,750
2566	43,615	47.0	49,173
2567	46,256	48.8	48,539

6.1.2 การศึกษาต้นทุน

การศึกษาต้นทุนทั้งหมดในการลงทุนและการขยายกำลังการผลิตเพื่อรองรับปริมาณขยะขวด PET ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา การประมาณการณ์ค่าใช้จ่ายทั้งหมดจะใช้ราคาคงที่ (Constant Price) ณ ปีฐาน พ.ศ. 2552 โดยไม่คิดอัตราเงินเฟ้อและไม่นำต้นทุนจมที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้มาพิจารณา

การวิเคราะห์ต้นทุนหน่วยสุดท้าย แสดงถึง (Marginal Cost) แสดงถึง การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อปริมาณการผลิตเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย งานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ต้นทุนหน่วยสุดท้ายระยะยาว (Long-run Marginal Cost) ด้วยการวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย (Average Incremental Cost: AIC) และคิดในมูลค่าปัจจุบันด้วยอัตราส่วนลดร้อยละ 11 เพื่อให้สอดคล้องกับต้นทุนและการดำเนินงาน โดยวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของการจัดตั้งโรงงานที่มีปริมาณผลิต 6,000 8,000 10,000 และ 12,000 ต้น/ปี เพื่อวิเคราะห์ปริมาณผลิตที่ทำให้ต้นทุนหน่วยสุดท้ายต่ำที่สุดซึ่งถือเป็นราคาที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการและผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ในการใช้เม็ดพลาสติกกรีไซเคิลทดแทนเม็ดพลาสติกใหม่มากขึ้น

เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET นิยมนำมาผลิตเป็นเส้นใยโพลีเอสเตอร์เกรดต่ำซึ่งมีราคาต่ำกว่าเส้นใยโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ โดยสามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีส่วนประกอบของเส้นใย เช่น ผ้าห่ม พรมปูพื้น เครื่องนอน หมอน ตุ๊กตา เฟอร์นิเจอร์ ส่วนประกอบเพดานรถยนต์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ เป็นต้น เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET จึงสามารถใช้ทดแทนเม็ดพลาสติกใหม่ในอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ได้ งานวิจัยนี้จะเปรียบเทียบกับราคาตลาดของเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET และเม็ดพลาสติก PET เพื่อประเมินความสามารถในการขายและการสร้างกำไรในการประกอบการซึ่งแสดงถึงการมีประสิทธิภาพในการลงทุนของโครงการ

การคำนวณต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของการจัดตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET พบว่า ปริมาณผลิตที่ทำให้ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยมีค่าต่ำที่สุดและมีความเหมาะสมสำหรับโครงการคือ 8,000 ต้น/ปี มีต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต 21.80 บาท/กิโลกรัม และต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย 23.78 บาท/กิโลกรัม ผู้ประกอบการสามารถจำหน่ายเม็ดพลาสติก PET ตามราคาตลาดหรือตามราคาที่ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยซึ่งสามารถสร้างกำไรในการประกอบการอย่างน้อยที่สุด 1.98 บาท/กิโลกรัม โดยต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยมีสัดส่วนภาระมาจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา 22.05 บาท/กิโลกรัม หรือร้อยละ 92.72 และค่าใช้จ่ายในการลงทุน 1.73 บาท/กิโลกรัม หรือร้อยละ 7.28 ผู้ประกอบการจึงสามารถสร้างกำไรในประกอบการโดยการลดต้นทุนที่มีสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษามากที่สุด ได้แก่ วัตถุดิบ สามารถลดต้นทุนวัตถุดิบโดยการลดราคาวัตถุดิบ เช่น การซื้อวัตถุดิบปริมาณมากขึ้นหรือการซื้อวัตถุดิบจากผู้ขายเดิมเพื่อสามารถต่อรองราคาวัตถุดิบกับผู้ขาย เป็นต้น หรือการลดการสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณการใช้วัตถุดิบ

การวิเคราะห์ความไวต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ พบว่า การเปลี่ยนแปลงของราคาวัตถุดิบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของโครงการ ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และ 10 ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.70 และ 7.44 ตามลำดับ

- การเปลี่ยนราคาวัตถุดิบลดลงร้อยละ 5 และ 10 ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยลดลงร้อยละ 3.74 และ 7.49 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของโครงการ PET ที่ปริมาณผลิต 8,000 ตันปี ซึ่งเป็นราคาที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการและผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์รีไซเคิล พบว่า ราคาที่ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยมีค่าต่ำกว่าราคาตลาดของเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET และเม็ดพลาสติก PET ทั้งในประเทศไทยและประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แสดงดังตารางที่ 6.3 ผู้ประกอบการจึงสามารถดึงดูดผู้ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ในการผสมเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ตามอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนในการผลิตแทนการใช้เม็ดพลาสติก PET เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลจากขวด PET จึงถือเป็นแนวทางเพื่อลดปัญหาขยะขวด PET ที่มีประสิทธิภาพในการลงทุนสำหรับประเทศไทย

ตารางที่ 6.3 การเปรียบเทียบต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยกับราคาตลาดของเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET และเม็ดพลาสติก PET ปี พ.ศ. 2552

รายการ	ราคา (บาท/กิโลกรัม)
ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต	21.80
ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของโครงการ	23.78
ราคาเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ภายในประเทศ	24-26
ราคาเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ส่งออกผ่านตัวบริษัทแทน	26-27
ราคาเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET ส่งออกไม่ผ่านบริษัทตัวแทน	27-29
ราคาเม็ดพลาสติก PET ในประเทศไทย	35-44

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET มีความแตกต่างกันบางประการขึ้นอยู่กับข้อจำกัดด้านเงินลงทุนและความเหมาะสมของกระบวนการผลิต การคำนวณต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยจึงอาจมีความแตกต่างกันตามค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของการจัดตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET มีภาระส่วนใหญ่มาจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ซึ่งมีสัดส่วนต้นทุนด้านวัตถุดิบมากที่สุดร้อยละ 84.63 นอกจากนี้ต้นทุนหน่วยส่วนเพิ่มเฉลี่ยยังมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบอีกด้วย ความแตกต่างด้านกระบวนการผลิตจึงไม่มีผลต่อต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยมากนัก

2. การเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบ (ขยะขวด PET) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET โดยมีราคาไม่แน่นอนขึ้นกับปริมาณการซื้อ คุณภาพของวัตถุดิบและสถานที่ ผู้ประกอบการจึงควรลดต้นทุนวัตถุดิบและลดการสูญเสียของผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างกำไรในการประกอบการมากขึ้น

3. ราคาวัตถุดิบมีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับพื้นที่ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยความแตกต่างกันตามสถานที่ตั้งโรงงาน โดยเขตกรุงเทพมหานครและพื้นที่ใกล้เคียงจะมีราคาวัตถุดิบสูงกว่าพื้นที่อื่นเนื่องจากการกระจุกตัวของผู้ผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลจึงทำให้ปริมาณวัตถุดิบอาจไม่เพียงพอและทำให้มีต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยสูงขึ้นตามไปด้วย

4. เนื่องจากมีปริมาณขยะเกิดขึ้นทุกพื้นที่และมีปริมาณมากในเขตเทศบาลที่มีประชากรจำนวนมาก การจัดตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลจึงควรมีการกระจายตามพื้นที่ต่างๆ เพื่อให้สามารถกรีไซเคิลขยะในแต่ละพื้นที่มากขึ้นและมีปริมาณวัตถุดิบเพียงพอสำหรับป้อนเข้าสู่โรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งสามารถลดการแข่งขันกันในแต่ละพื้นที่ทำให้ราคาวัตถุดิบลดลงได้

5. รัฐบาลควรมีการส่งเสริมและให้ความรู้กับประชาชนในการแยกประเภทขยะจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เช่น บ้านเรือน ร้านค้า องค์กรต่างๆ เป็นต้น เพื่อลดการปนเปื้อนก่อนการคัดแยกขยะและสามารถเรียกคืนขยะขวด PET ปริมาณมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการคัดแยกประเภทขยะอีกด้วย

6. การกำหนดปริมาณผลิตในอนาคตควรพิจารณาความสามารถในการป้อนวัตถุดิบประกอบด้วยเนื่องจากการรวบรวมขยะขวด PET ในแต่ละพื้นที่อาจไม่เพียงพอสำหรับรองรับปริมาณผลิตของโรงงานหรืออาจมีการแข่งขันของผู้ผลิตเม็ดพลาสติกกรีไครเคิลในพื้นที่ทำให้วัตถุดิบไม่เพียงพอในการผลิตได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมการปกครอง, 2541-2552. ประกาศสำนักทะเบียนกลาง: จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักรแยกเป็นกรุงเทพมหานครและจังหวัดต่างๆ. กระทรวงมหาดไทย

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2551. [ออนไลน์]

แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm?task=report2551 [2553, พฤษภาคม 15]

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553. ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม [ออนไลน์] แหล่งที่มา:

<http://www.diw.go.th/diw/query.asp> [2553, เมษายน 30]

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2539. มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจาก

แหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539)

[ออนไลน์] แหล่งที่มา:http://infofile.pcd.go.th/law/3_4_water.pdf?CFID=2528856&CFTOKEN=96943213 [2553, พฤษภาคม 8]

กระทรวงพลังงาน, 2553. Price of Petroleum Products in Thailand - Weekly [ออนไลน์],

แหล่งที่มา: http://www.eppo.go.th/info/8prices_stat.htm [2553, สิงหาคม 15]

กระทรวงแรงงาน, 2551. อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ(ฉบับที่ 3) [ออนไลน์] แหล่งที่มา:

<http://www.tcblabourunion.org/index.php?lay=show&ac=article&Id=5359655&Nttype=1> [2553, เมษายน 15]

การประปาส่วนภูมิภาค, 2553. อัตราค่าน้ำประปา [ออนไลน์] แหล่งที่มา:

http://www.pwa.co.th/service/tariff_rate.html [2553, สิงหาคม 15]

จวีพร พิภูล. 2548. แผนธุรกิจการจัดตั้งโรงงานรีไซเคิลภาชนะพลาสติกประเภทขวด PET.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาธุรกิจระหว่างประเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ธนาคารอาคารสงเคราะห์, 2551. การเปลี่ยนแปลงของประชากรไทยและความต้องการที่อยู่อาศัย

ในทศวรรษ [ออนไลน์] แหล่งที่มา:<http://www.ghbhomecenter.com/journal/Similar-Detail.php?ids=5>. [2553, เมษายน 3]

นนทชัย อึ้งชัยพาณิชย์. 2546. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตปูนขาวโดยใช้เตาตั้งขนาดเล็ก

แบบต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเหมืองแร่ ภาควิชา

วิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด, 2548. จำนวนคนไทยที่เดินทางไปต่างประเทศและรายจ่ายด้านการท่องเที่ยว [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <http://library.dip.go.th/multim5/edoc/14529.doc> [2553, เมษายน 8]
- บริษัท เสริมสุข จำกัด (มหาชน), 2552. รายงานประจำปี พ.ศ. 2552 [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://capital.sec.or.th/webapp/corp_fin2/cgi-bin/result56.php? [2553, มีนาคม 9]
- บริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน), 2552. รายงานประจำปี พ.ศ. 2552 [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://capital.sec.or.th/webapp/corp_fin2/cgi-bin/result56.php?from_page=find56&lang=T&cmb_comp_id=0140 [2553, มีนาคม 7]
- บริษัท อินโดรามา โพลีเมอร์ส จำกัด (มหาชน), 2552. แบบแสดงรายการข้อมูลประจำปี พ.ศ. 2551 [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://capital.sec.or.th/webapp/corp_fin2/cgi-bin/result56.php? [2552, ตุลาคม 5]
- ประเมษฐ์ มังกรพานิชย์, 2546. การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการกิจการโรงงานน้ำแข็งจังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ปานทิพย์ จิระมหาคุณ, 2544. การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งสายการบินของ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงษ์ศักดิ์ ลิขิตหัตถศิลป์, 10 มิถุนายน 2553. ผู้จัดการบริษัท ไทยพลาสติกรีไซเคิล จำกัด. กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล PET และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา.
- พิณทิพย์ ศรีสมัย, เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี และสุเมธ ไชยประพัทธ์, 2552. การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ในการบริหารจัดการมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา จังหวัดสงขลา. วารสารสงขลาครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ (มีนาคม-เมษายน 2552): 215-232.
- พัชรี คำธิตา, 2548. การเพิ่มมูลค่าขวดพลาสติกฟีดที่ที่ใช้แล้วโดยการเปลี่ยนกลับเป็นสารโมโนเมอร์. วารสารวิชาการ Aphet Journal (พฤศจิกายน 2448): 25-32.
- ภาณุพงศ์ เอกอนันต์กุล, 2544. การวิเคราะห์ต้นทุนการแปรสภาพสำหรับโรงงานผลิตเครื่องประดับเงินแบบหล่อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันปริโตรเลียมแห่งประเทศไทย. 2550. รายงานฉบับสมบูรณ์: โครงการพัฒนาศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมพลาสติก [ออนไลน์] แหล่งที่มา:

<http://library.dip.go.th/elib/cgi-bin/opacexe.exe?op=dsp&opt> [2552, ตุลาคม 5]

สถาบันปริโตรเลียมแห่งประเทศไทย. 2551. Plastics Intelligence Update: โอกาสและความพร้อมของไทยในอุตสาหกรรมพลาสติกรีไซเคิล [ออนไลน์] แหล่งที่มา:

[http://plastic.oie.go.th/Articles/2009/07/Plastic%20Intelligence%20Update%20\(45\).pdf](http://plastic.oie.go.th/Articles/2009/07/Plastic%20Intelligence%20Update%20(45).pdf). [2552, ตุลาคม 1]

สถาบันปริโตรเลียมแห่งประเทศไทย. 2552. ประมวลผลข้อมูลผลิตภัณฑ์พลาสติก ที่ได้จากแบบสอบถามจากผู้ประกอบการ [ออนไลน์] แหล่งที่มา:

<http://plastic.oie.go.th/EvaluatePlasticData.aspx>. [2552, ตุลาคม 5]

สถาบันปริโตรเลียมแห่งประเทศไทย. 2553 ราคาเม็ดพลาสติก PET ปี พ.ศ. 2552 [ออนไลน์]

แหล่งที่มา: <http://plastic.oie.go.th/PlasticPriceThai.aspx> [2553, สิงหาคม 5]

สมคิด หาญวุฒิมงคล. 2546. การวิเคราะห์ราคาและเปรียบเทียบต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยของโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้า: กรณีศึกษาโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับและโรงไฟฟ้าวงน้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมไทย วงษ์เจริญ. 1 กันยายน 2553. ประธานกรรมการบริษัท วงษ์พาณิชย์ จำกัด. ปริมาณการผลิตและการขยายกำลังการผลิตขยะขวด PET อัดก้อน.

สว่าง วรรณสุภผล. 2526. การศึกษาคือความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยางพารา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2551. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์วิบูลย์การปก,

สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2553. ประมาณการณ์ประชากร ณ วันที่ 1 มกราคม - 1 ธันวาคม 2553 [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://portal.nso.go.th/otherWS-world-context-root/webstat/indicator/Pop_Jan-Dec53.xls [2553, เมษายน 20]

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ, 2553. Expenditure on Gross Domestic Product at 1988 Prices [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=96> [2553, เมษายน 25]

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2549. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2548. 1,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด รัฐบาลพิมพ์,

ภาษาอังกฤษ

Arena, Mastellone and Perugini. 2003. Life Cycle Assessment of a Plastic Packaging Recycling System. Journal of Life Cycle Assessment (2003): 92-98.

Franklin Associates. 2007. LCI Summary for PLA and PET 12-ounce Water Bottles [Online] Available from: http://www.petresin.org/pdf/LCI_summary4PLAandPET_12-oz.pdf [2010, January 21]

Guffey and Barbour, 2005. Process for waste plastic recycling [Online] Available from: <http://www.patentstorm.us/patents/6861568.html> [2010, January 22]

Husky. 2009. Quantifying Environmental Impacts of Beverage Packages [Online] Available from: http://www.factsonpet.com/Articles/Case%20Study%20Wine-NA_FINAL.pdf. [2010, January 30]

Jeffrey. 2005. Comparative LCAs for Curbside Recycling Versus Either Landfilling or Incineration with Energy Recovery. Journal of Life Cycle Assessment (2005): 273-284.

Joosten. 2001. The Industrial Metabolism of plastic-Analysis of Material Flows: Energy Consumption and CO₂ Emissions in the Lifecycle of Plastics [Online] Available from: <http://www.narcis.info/publication/RecordID/oai%3Aadspace.library.uu.nl%3A1874%2F751> [2010, January 22]

Mankiw. 2004. Principles of Economics. United States of America: Thomson,

Pantip Jiramahakun. 2001. Feasibility Study for Setting up an Airline in Thailand of AEROTHAI. Master's Thesis Engineering Management Faculty of Engineering Chulalongkorn University.

The World Bank, 2003. Thailand Environment Monitor 2003 [Online] Available from: http://siteresources.worldbank.org/INTTHAILAND/Resources/Environment-Monitor/environment_monitor_2003-summary.pdf [2010, January 30]



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

ข้อมูลผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมพลาสติก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET แยกตามกระบวนการขึ้นรูป

ตารางที่ ก.1 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Blow molding

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	บริษัท คลินท์แพค จำกัด	ขวดบรรจุภัณฑ์
2	บริษัท เค วี ซัพพลาย (1994) จำกัด	ขวด
3	บริษัท จงฟู (กรุงเทพ) จำกัด	ขวดพลาสติก
4	บริษัท จี.ไอ.เอฟ. เอ็นจิเนียริง จำกัด	ชิ้นส่วนรถยนต์, บรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง
5	บริษัท เชียงใหม่ พลาสติก จำกัด	ขวดน้ำ
6	ห้างหุ้นส่วน ชัยภูมิพลาสติก จำกัด	ขวดน้ำดื่ม, ขวดน้ำผลไม้, ขวด PE
7	บริษัท ดุราแพค จำกัด	ฉีดยาพลาสติก
8	บริษัท ไดนามิกเพาเวอร์แวร์ จำกัด	บรรจุภัณฑ์
9	บริษัท เดอะ เพ็ท จำกัด	ขวดใส่น้ำ
10	บริษัท ที.ซี.เค.อินเตอร์พลาสติก จำกัด	ขวด Pet, ฝาขวด, พาเลทพลาสติก, บรรจุภัณฑ์เครื่องใช้ส่วนบุคคล
11	บริษัท ทีแอนด์บี แพคเกจจิงกรุ๊ป จำกัด	ขวดบรรจุลูกเทนนิส
12	บริษัท ไทย เอ็น เค พลาสติก จำกัด	ขวดน้ำ
13	บริษัท ไทยอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ จำกัด	ถุงพลาสติก, ขวดน้ำพลาสติก, สายรัดกล่องพีพี
14	บริษัท นิปปอนแพ็ค (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	แผ่นพลาสติก, แก้วน้ำ, ถ้วยพลาสติก, ขวดพลาสติก
15	บริษัท น้ำดื่มบางละมุง จำกัด	ขวดน้ำดื่ม
16	บริษัท โบลแพค จำกัด จำกัด	ฝาจุก, แกลลอน, ขวด
17	บริษัท โปรเพท (ประเทศไทย) จำกัด	ขวดน้ำพลาสติก
18	บริษัท พรอดดิจ จำกัด	ขวดน้ำดื่ม
19	บริษัท พรวิชั่น พลาสติก จำกัด	ขวด, ฝาขวด
20	บริษัท พัฒนาสุข แคปปิตอล จำกัด	โหลพลาสติก
21	บริษัท พานทอง พลาสติก จำกัด	ขวดน้ำมันพืช
22	บริษัท เพชรแพค จำกัด	ขวดพลาสติก PET
23	บริษัท มงคลโชคพลาสติก จำกัด	ขวดน้ำพลาสติก

ตารางที่ ก.1 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Blow molding (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
24	บริษัท มหาธานีอุตสาหกรรมจำกัด	เครื่องเป่าขวด, แม่พิมพ์ฉีด, แม่พิมพ์เป่า, ขวด, กระปุก, ฝาขวด
25	บริษัท ยะมะโตะ เอสซูลอน (ประเทศไทย) จำกัด	พลาสติก
26	บริษัท รอยัลคิงส์ ผลิตภัณฑ์เด็กจำกัด	ขวดพลาสติก
27	บริษัท วีไฟร์โปรดักส์จำกัด	ขวดน้ำดื่ม
28	บริษัท สยามพลาสติกผลิตภัณฑ์จำกัด	ขวดพลาสติก, แกลอน, ฝา
29	บริษัท เจริญไทยอินเตอร์พลาสติกจำกัด	ขวด ฝากระปุกสำหรับเครื่องสำอางและสินค้าอุปโภค
30	บริษัท อิมโก้ ฟู้ดแพ็คจำกัด	ขวดน้ำใส
31	บริษัท เอเชียแปซิฟิก พลาสติกจำกัด	ขวดน้ำดื่ม
32	บริษัท เอส.พี.เพ็ทแพคจำกัด	ขวดพลาสติก, ฝาขวด, แกลอน
33	บริษัท อภิมงคลพลาสติกโปรดักชั่นจำกัด	ขวดพลาสติก, กลองนม
34	บริษัท ไอลีนจำกัด	ขวดพลาสติก

ตารางที่ ก.2 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Casting

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	บริษัท เจริญไทยพลาสติกจำกัด	ฉืด

ตารางที่ ก.3 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Compression

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	บริษัท คอสโม กรุ๊ปจำกัด (มหาชน)	ชิ้นส่วนนาฬิกา, กลองใส่ นาฬิกา, หน้าปัดนาฬิกา
2	บริษัท พร้อมแพค จำกัด	บรรจุภัณฑ์/ถาด/ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใน กลองถ่ายรูป/กลองใส่ไม้ปิงปอง

ตารางที่ ก.4 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Fabricator

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	บริษัท ตะวันกิจเจริญ จำกัด	บรรจุภัณฑ์พลาสติก
2	บริษัท อาร์แอนดีบี ซัพพลาย จำกัด	ภาชนะใส่อาหาร

ตารางที่ ก.5 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Foaming

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	บริษัท พรศรี จำกัด	กล่องโฟม, แก้วน้ำพลาสติก
2	บริษัท พี.พี.แพคเกจจิ่ง จำกัด	PS foam
3	บริษัท เอเวอร์ไบรท์ แพคเกจจิ่ง จำกัด	ฟองน้ำ, ถังพลาสติก, แอร์บับเบิล, ภาชนะบรรจุภัณฑ์, โฟม

ตารางที่ ก.6 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Pipe/Profile Extrusion

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	บริษัท ไทยอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ จำกัด	ถังพลาสติก, ขวดน้ำพลาสติก, สายรัดกล่องพีพี
2	บริษัท ฮอนซอน เอฟดี แพ็คเกจจิ่ง จำกัด	ฉลาก, ฝาขวด, หลอด
3	ห้างหุ้นส่วน พนมรัตน์ จำกัด	อุปกรณ์พลาสติกในตู้เย็น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Film Extrusion

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	บริษัท ทอแสงทอง เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด	ฟิล์มพลาสติก, ฟอยล์
2	บริษัท ไทยโพลี พลาสแพ็ค จำกัด	ถุงพลาสติกบรรจุอาหาร, ฟิล์มห่ออาหาร
3	บริษัท ไทยอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ สังเคราะห์ จำกัด	ถุงพลาสติก, ขวดน้ำพลาสติก, สายรัดกล่อง พีพี
4	บริษัท รัตนโกสินทร์ พลาสติก จำกัด	ถุงพลาสติก
5	บริษัท ลามิเนชั่น (ประเทศไทย) จำกัด	ถุงบรรจุภัณฑ์อาหาร
6	บริษัท เอเวอร์ไบรท์ แพคเกจจิ้ง จำกัด	ฟองน้ำ, ถุงพลาสติก, แอร์บับเบิล, ถาดบรรจุ ภัณฑ์, โฟม
7	บริษัท ฮอนซอน เอฟดี แพ็คเกจจิ้ง จำกัด	ฉลาก, ฝาขวด, หลอด
8	บริษัท น้ำดื่มบางละมุง จำกัด	ขวดและน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิท ขนาด 500- 1500 cc.
9	บริษัท โบลแพค จำกัด	ฝาจุก, แกลลอน, ขวด
10	บริษัท พรอดดิจ จำกัด	ขวดน้ำมันพืช ขวดน้ำ
11	บริษัท พร้อมแพค จำกัด	บรรจุภัณฑ์/ถาด/ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ใน กล่องถ่ายรูป/กล่องใส่ไม้โป่งปอง
12	บริษัท พี ไอ เอ เอ็ม แมนูแฟคเจอร์จิ่ง จำกัด	ชิ้นส่วนตู้เย็น, เครื่องดูดฝุ่น, ไดรฟ์เป่าผม, ปลั๊กไฟ
13	บริษัท มิตรแมน มาร์เก็ตติ้ง แอนด์ เอ็นจิ เนียริง จำกัด	ถุงพลาสติก
14	บริษัท สยามพลาสติกผลิตภัณฑ์ จำกัด	ขวด, แกลลอน
15	บริษัท เจริญไทยอินเตอร์พลาส จำกัด	ขวด ฝากระปุก สำหรับเครื่องสำอางและ สินค้าอุปโภค

ตารางที่ ก.8 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Injection Molding

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	บริษัท เกียรติบูรพา จำกัด	รองเท้าพองน้ำ
2	บริษัท คอสโม กรุป จำกัด (มหาชน)	ชิ้นส่วนนาฬิกา, กล่องใส่ นาฬิกา, หน้าปัดนาฬิกา
3	บริษัท จี.ไอ.เอฟ. เอ็นจิเนียริง จำกัด	ชิ้นส่วนรถยนต์, บรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง
4	บริษัท จูเคน (ประเทศไทย) จำกัด	อะไหล่พลาสติก
5	บริษัท เจ.ซี.เจ. จำกัด	กล่องใส่อาหารพลาสติก, ตะกร้าพลาสติก, แก้วน้ำพลาสติก ฯลฯ
6	บริษัท ไชนัน โทเชอิ (ไทยแลนด์) จำกัด	ปริ้นเตอร์เตอร์
7	บริษัท ซีราอิชิ (ประเทศไทย) จำกัด	ชิ้นส่วนการทำยานยนต์
8	บริษัท ซี.ไอ.เทคโนโลยี จำกัด	สวิตช์ไฟ, ถาดบรรจุไอซี
9	บริษัท ซีอีเอส ซิสเต็ม จำกัด	กรอบโทรทัศน์, กรอบโทรศัพท์
10	บริษัท ซี ดับบลิว พลาสติก จำกัด	ของใช้ในครัวเรือน
11	บริษัท เซ็นจูรี อินโนแอ็ค จำกัด	ชิ้นส่วนประกอบเครื่องใช้ไฟฟ้า
12	บริษัท อนุรักษ์ อุตสาหกรรม จำกัด	อุปกรณ์รถยนต์, ชิ้นส่วนเครื่องถ่านเอกสาร
13	บริษัท ที.ซี.เค.อินเตอร์พลาสติก จำกัด	ขวด PET, ฝาขวด, พาเลทพลาสติก, บรรจุภัณฑ์เครื่องใช้ส่วนบุคคล
14	บริษัท ไทยแฟรงค์ซ์บริช จำกัด	แปรงทาสี, ชิ้นส่วนจอ LCD
15	บริษัท ไทย เอ็น เค พลาสติก จำกัด	ขวดน้ำ
16	บริษัท บี ที เอส อินดัสทรี จำกัด	กล่องใส่เอกสาร
17	บริษัท โบลแพค จำกัด	ฝาจุก, แกลลอน, ขวด
18	บริษัท พร้อมแพค จำกัด	บรรจุภัณฑ์/ถาด/ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ในกล้องถ่ายรูป/กล่องใส่ไม้ปิงปอง
19	บริษัท พี ไอ เอ็ม แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด	ชิ้นส่วนตู้เย็น, เครื่องดูดฝุ่น, ไม้ปิงปอง, ปลั๊กไฟ

ตารางที่ ก.8 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Injection Molding(ต่อ)

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
20	บริษัท .พีอาร์ซีพลาสติก (ประเทศไทย)จำกัด	ถ้วยพลาสติกถาดพลาสติก
21	บริษัท พรศรีจำกัด	กล่องโฟม, แก้วน้ำพลาสติก
22	บริษัท พีริชัน พลาสติกจำกัด	ขวด, ฝาขวด
23	ห้างหุ้นส่วน พนมรัตน์ จำกัด	อุปกรณ์พลาสติกในตู้เย็น
24	บริษัท รองเท้าเซฟตี้จำกัด	รองเท้า
25	บริษัท มหาธานีอุตสาหกรรมจำกัด	ขวดน้ำ
26	บริษัท มูราโมได้อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด	ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า
27	ร้าน รวมศิลป์พลาสติก	ชิ้นส่วนรถยนต์, ชิ้นส่วนของเล่น, ตามลูกค้าสั่ง
28	บริษัท ลำพูนพลาสติกจำกัด	Plastic Thermoforming, Carrier Tape, Plastic Reel, Plastic Cup Thermoforming
29	บริษัท เจริญไทยอินเตอร์พลาสติกจำกัด	ขวด ฝากระปุกสำหรับเครื่องสำอางและสินค้าอุปโภค
30	บริษัท อาร์ตแพคแอนด์ดีสเพลย์จำกัด	ฝาขวดพลาสติก
31	บริษัท เอ เอ็นเอสโปรดักส์จำกัด	นำชิ้นส่วนที่เสียจากการผลิตจากโรงงานต่างๆมาปรับสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ กล่องฟืน หวายเทียม
32	บริษัท ฮอนซอน เอฟดี แพ็คเกจจิ้งจำกัด	ฉลาก, ฝาขวด, หลอด
33	บริษัท แสงทอง (ไทยแลนด์)จำกัด	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, ยานยนต์

ตารางที่ ก.9 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Sheet Extrusion

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	บริษัท คล็อกเนอร์ เพนทาพลาสติก (ไทยแลนด์) จำกัด	แผ่นฟิล์มพลาสติกแข็ง
2	บริษัท ท็อป พลาสติก จำกัด	แผ่น PC
3	บริษัท รอยซียูนิเวอร์ซอลย์ จำกัด	พลาสติกซีท
4	บริษัท นิปปอนแพ็ค (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	แผ่นพลาสติก, แก้วน้ำ, ถ้วยพลาสติก, ขวดพลาสติก
5	บริษัท มหาธานีอุตสาหกรรม จำกัด	ขวดน้ำ
6	บริษัท มิซูยา อินดัสเทรียล จำกัด	แผ่นพลาสติก เพื่อทำแท้มเอกสาร พลาสติกบรรจุภัณฑ์
7	บริษัท เลิศศิษฐ์ อุตสาหกรรม จำกัด	บรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด PVC, PET, PS, PP, K-RASIN, ผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปพลาสติก, กล่องพับ, ถาด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.10 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ PET ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Thermoforming

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ผลิตภัณฑ์หลัก
1	ห้างหุ้นส่วน เคพียู ทรัพย์หลาย จำกัด	ถาดใส่ของ
2	ห้างหุ้นส่วน บี.เอส.รุ่งสยาม จำกัด	ถ้วยพลาสติก, ถาดผลไม้, ถาดรองพับ
3	บริษัท ทีอี ซีแพค จำกัด	ถาดบรรจุชิ้นส่วน
4	บริษัท เท็กซ์คอม - แพค (ไทยแลนด์) จำกัด	ถาดบรรจุภัณฑ์
5	บริษัท ไทยโพลี พลาสแพ็ค จำกัด	ถุงพลาสติกบรรจุอาหาร, ฟิล์มห่ออาหาร
6	บริษัท นิปปอนแพ็ค (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	แผ่นพลาสติก, แก้วน้ำ, ถ้วยพลาสติก, ขวดพลาสติก
7	บริษัท พร่อมแพค จำกัด	ถาดบรรจุภัณฑ์
8	บริษัท แพ็คเก็จจิ้ง เซ็นเตอร์ จำกัด	ขวดพลาสติก
9	บริษัท พีวเจอร์แพค จำกัด	พลาสติก
10	บริษัท มิตรแมน มาร์เก็ตติ้ง แอนด์ เอ็นจิเนียริง จำกัด	-
11	บริษัท ยืนยง อีเตอร์ไพร์ส จำกัด	ถาดขนม
12	บริษัท วิฑาโล แพคเก็จจิ้ง (ประเทศไทย) จำกัด	ถาดพลาสติก
13	บริษัท เอ็กซ์เซลล์พลาสติก จำกัด	บรรจุภัณฑ์พลาสติก
14	บริษัท เอเวอร์ไบรท์ แพคเก็จจิ้ง จำกัด	ฟองน้ำ, ถุงพลาสติก, แอร์บับเบิล, ถาดบรรจุภัณฑ์, โฟม

2. การนำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์ PET จากกระบวนการ sheet/film Extrusion

ตารางที่ ก. 11 การนำเข้าผลิตภัณฑ์ PET จากกระบวนการ sheet/film Extrusion (หน่วย: ตัน)

Harmonize Code	2549	2551	2552
3920.62.10.001	132	191	73
3920.62.10.090	543	824	533
3920.62.90.001	95	95	83
3920.62.90.090	712	589	2,555
รวม	1,482	1,699	3,244

ตารางที่ ก. 12 การส่งออกผลิตภัณฑ์ PET จากกระบวนการ sheet/film Extrusion (หน่วย: ตัน)

Harmonize Code	2549	2551	2552
3920.62.10.001	450	318	188
3920.62.10.090	30,418	33,063	35,685
3920.62.90.001	227	20	6
3920.62.90.090	4,873	6,451	4,969
รวม	35,968	39,851	40,848

ตารางที่ ก. 13 พิกัดอัตราศุลกากรของพลาสติกและของที่ทำด้วยพลาสติกโพลีเอทิลีนเทเรพทาเลต

Harmonize Code	รายการ
3920.62.10.001	ฟิล์มที่ทำด้วยโพลีเอทิลีนเทเรพทาเลต เฉพาะเทปสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสายโทรศัพท์หรือสายไฟฟ้า
3920.62.10.090	ฟิล์มที่ทำด้วยโพลีเอทิลีนเทเรพทาเลตใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ
3920.62.90.001	แผ่นฟิล์มแบบอื่นๆ ที่ทำด้วยโพลีเอทิลีนเทเรพทาเลตเฉพาะเทปสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสายโทรศัพท์หรือสายไฟฟ้า
3920.62.90.090	แผ่นฟิล์มแบบอื่นๆ ที่ทำด้วยโพลีเอทิลีนเทเรพทาเลตใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ



ภาคผนวก ข

แบบสอบถามการประเมินสถานที่ตั้งโครงการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถาม

การประเมินสถานที่ตั้งของการตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล PET
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับข้อมูลส่วนตัวและระดับความคิดเห็น
ของท่าน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. เพศ

 ชาย หญิง

2. อายุ

 ต่ำกว่า 20 ปี 21 - 30 ปี 31 - 40 ปี 41 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

 ต่ำกว่าปริญญาตรี ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4. รายได้

 ต่ำกว่า 10,000 บาท 10,000-20,000 บาท 20,000 บาทขึ้นไป

5. อาชีพ

 ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ บริษัทเอกชน วิศวกร สถาปนิก ธุรกิจส่วนตัว อื่นๆระบุ.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 การประเมินสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีซเคิล PET
 ทำเล ก. ตัดถนนติวานนท์ ใกล้แม่น้ำเจ้าพระยา ต.บางชะแยง อ.เมือง จ.ปทุมธานี
 ระดับคะแนน : 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = พอใช้ 2 = ผ่าน 1 = เลว

ปัจจัย	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ระยะทางจากโรงงานถึงแหล่งวัตถุดิบและตลาด - โรงงานอยู่ใกล้โรงงานคัดแยกขยะ - ความสะดวกในการติดต่อหาขวด PET มาป้อนโรงงาน					
2. แหล่งน้ำ - ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านแม่น้ำ ณ ทำเลที่เลือก - ความสะอาดของน้ำ ณ ทำเลที่เลือก					
3. พลังงาน - ความสะดวกในการติดตั้งไฟฟ้า - ประสิทธิภาพการจ่ายไฟ					
4. การขนส่ง - ระยะทางขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงาน - ระยะทางขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปยังตลาดจำหน่าย - ความสะดวกในการติดต่อ					
5. ที่ดิน - ความเหมาะสมของที่ดินในการก่อสร้างอาคาร - ความสามารถในการขยายโรงงาน - ราคาที่ดิน					
6. ระบบการกำจัดน้ำเสีย - ระยะทางจากโรงงานถึงบริเวณที่กำจัดน้ำเสีย - ความสะดวกในการติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสีย					
7. แรงงาน - ความสะดวกในการจัดหาแรงงานระดับเทคนิค - ความสะดวกในการจัดหาผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านการผลิต					

ท่าเล ข. เลียบคลองสี่วาพาสวัสดิ์ ใกล้แม่น้ำท่าจีน ต.คอกกระบือ อ.เมืองสมุทรสาคร
จ.สมุทรสาคร

ระดับคะแนน : 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = พอใช้ 2 = ผ่าน 1 = เลว

ปัจจัย	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ระยะทางจากโรงงานถึงแหล่งวัตถุดิบและตลาด - โรงงานอยู่ใกล้โรงงานคัดแยกขยะ - ความสะดวกในการติดต่อหาขวด PET มาป้อนโรงงาน					
2. แหล่งน้ำ - ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านแม่น้ำ ณ ท่าเลที่เลือก - ความสะอาดของน้ำ ณ ท่าเลที่เลือก					
3. พลังงาน - ความสะดวกในการติดตั้งไฟฟ้า - ประสิทธิภาพการจ่ายไฟ					
4. การขนส่ง - ระยะทางขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงาน - ระยะทางขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปยังตลาดจำหน่าย - ความสะดวกในการติดต่อ					
5. ที่ดิน - ความเหมาะสมของที่ดินในการก่อสร้างอาคาร - ความสามารถในการขยายโรงงาน - ราคาที่ดิน					
6. ระบบการกำจัดน้ำเสีย - ระยะทางจากโรงงานถึงบริเวณที่กำจัดน้ำเสีย - ความสะดวกในการติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสีย					
7. แรงงาน - ความสะดวกในการจัดหาแรงงานระดับเทคนิค - ความสะดวกในการจัดหาผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านการผลิต					



ภาคผนวก ค

ข้อมูลและการคำนวณต้นทุนส่วนเพิ่มเติม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.ราคาตลาดของต้นทุนประเภทต่างๆ

ตารางที่ ค 1. ราคาน้ำมันเตา C ปี พ.ศ. 2552 (กระทรวงพลังงาน, 2553)

เดือน	น้ำมันเตา C (บาท/ลิตร)
January	9.2925
February	9.5224
March	9.2643
April	10.6638
May	12.2043
June	13.8450
July	13.8363
August	14.9274
September	14.5721
October	14.7803
November	15.6747
December	15.5697
average	12.85

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค 2. อัตราค่าจ้างขั้นต่ำใหม่ (ฉบับที่ 3) ประกาศให้มีผลใช้บังคับ ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2551(กระทรวงแรงงาน, 2551)

ค่าจ้างขั้นต่ำ (บาท/วัน)	พื้นที่
203	กรุงเทพมหานคร นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ และสมุทรสาคร
197	ภูเก็ต
180	ชลบุรี
179	สระบุรี
173	ฉะเชิงเทรา พระนครศรีอยุธยา และระยอง
170	นครราชสีมา
169	ระนอง
168	เชียงใหม่ พังงา
165	กระบี่ กาญจนบุรี
164	เพชรบุรี ราชบุรี
163	จันทบุรี ปราจีนบุรี และลพบุรี
162	เลย
165	สิงห์บุรี อ่างทอง
160	ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม และสระแก้ว
158	ชุมพร อุทัยธานี
157	เชียงราย ตรัง สงขลา หนองคาย อุดรธานี
156	กำแพงเพชร ตราด นครนายก ลำพูน
155	กาฬสินธุ์ นครศรีธรรมราช นครสวรรค์ บุรีรัมย์ ปัตตานี พัทลุง เพชรบูรณ์ ยโสธร ยะลา สกลนคร สตูล สุราษฎร์ธานี
154	ขอนแก่น ชัยนาท ร้อยเอ็ด ลำปาง สุพรรณบุรี หนองบัวลำภู อุบลราชธานี
153	นครพนม นราธิวาส มุกดาหาร อำนาจเจริญ
152	พิษณุโลก
151	ตาก น่าน มหาสารคาม แม่ฮ่องสอน สุโขทัย สุรินทร์

ตารางที่ ค 3. อัตราค่าน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาทั่วประเทศ (การประปาส่วนภูมิภาค, 2553)

(ยกเว้นสาขาเกาะสมุย เกาะพะงัน ภูเก็ต ชลบุรี พัทยา แหลมฉบัง ศรีราชา พนัสนิคม และบ้านบึง)

ช่วงการใช้ (ลบ.ม./เดือน)	ประเภทผู้ใช้น้ำ					
	ที่อยู่อาศัยและอื่น ๆ		ราชการและธุรกิจขนาดเล็ก		รัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรม และธุรกิจขนาดใหญ่	
	(บาท/ลบ.ม.)	สตางค์/ลิตร	(บาท/ลบ.ม.)	สตางค์/ลิตร	(บาท/ลบ.ม.)	สตางค์/ลิตร
	(อัตราค่าน้ำประปารับขั้นต่ำ 50 บาท)		(อัตราค่าน้ำประปารับขั้นต่ำ 100 บาท)		(อัตราค่าน้ำประปารับขั้นต่ำ 200 บาท)	
0 - 10	10.2	1.02	11.45	1.145	12.5	1.25
พ.ย.-20	10.95	1.095	14.2	1.42	15.5	1.55
21 - 30	13.2	1.32	15.45	1.545	18.5	1.85
31 - 50	15.2	1.52	16.45	1.645	21.5	2.15
51 - 80	16.45	1.645	16.85	1.685	23.5	2.35
81 - 100	16.95	1.695	16.95	1.695	23.75	2.375
101 - 300	-	-	17.05	1.705	24	2.4
301 - 1,000	-	-	17.15	1.715	24.25	2.425
1,001 - 2,000	-	-	17.25	1.725	24	2.4
2001 - 3,000	-	-	17.35	1.735	23.75	2.375
>3,000	-	-	17.45	1.745	23.5	2.35

2. การคำนวณต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ย

ตารางที่ ค.4 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	Discount Factor ($P/F, 11\%, n$)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	16,376,407	0.7312	11,974,429
2556	4	12,581,539	0.6587	8,287,460
2557	5	12,581,539	0.5935	7,467,143
2558	6	12,581,539	0.5346	6,726,091
2559	7	12,581,539	0.4817	6,060,527
2560	8	12,581,539	0.4339	5,459,130
2561	9	12,581,539	0.3909	4,918,123
2562	10	12,581,539	0.3522	4,431,218
2563	11	12,581,539	0.3173	3,992,122
2564	12	12,581,539	0.2858	3,595,804
2565	13	4,719,799	0.2575	1,215,348
2566	14	4,719,799	0.2320	1,094,993
2567	15	4,719,799	0.2090	986,438
2568	16	4,719,799	0.1883	888,738
2569	17	4,719,799	0.1696	800,478
2570	18	4,719,799	0.1528	721,185
2571	19	4,719,799	0.1377	649,916
2572	20	4,719,799	0.1240	585,255
2573	21	4,719,799	0.1117	527,202
2574	22	4,719,799	0.1007	475,284
รวม				70,856,883

ตารางที่ ค.5 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 6,000
ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	ก (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการ ดำเนินงานและบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,n)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและ บำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	131,540,232	0.7312	96,182,217
2556	4	131,540,232	0.6587	86,645,551
2557	5	132,363,232	0.5935	78,557,578
2558	6	132,363,232	0.5346	70,761,384
2559	7	132,363,232	0.4817	63,759,369
2560	8	134,009,232	0.4339	58,146,606
2561	9	134,009,232	0.3909	52,384,209
2562	10	134,009,232	0.3522	47,198,051
2563	11	134,009,232	0.3173	42,521,129
2564	12	134,009,232	0.2858	38,299,838
2565	13	134,009,232	0.2575	34,507,377
2566	14	134,009,232	0.2320	31,090,142
2567	15	134,009,232	0.2090	28,007,929
2568	16	134,009,232	0.1883	25,233,938
2569	17	134,009,232	0.1696	22,727,966
2570	18	134,009,232	0.1528	20,476,611
2571	19	134,009,232	0.1377	18,453,071
2572	20	134,009,232	0.1240	16,617,145
2573	21	134,009,232	0.1117	14,968,831
2574	22	134,009,232	0.1007	13,494,730
รวม				860,033,672

ตารางที่ ค.6 มูลค่าปัจจุบันของปริมาณผลิต 6,000 ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ปริมาณผลิต (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%, n)	มูลค่าปัจจุบันของ ปริมาณผลิต (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	6,000,000	0.7312	4,387,200
2556	4	6,000,000	0.6587	3,952,200
2557	5	6,000,000	0.5935	3,561,000
2558	6	6,000,000	0.5346	3,207,600
2559	7	6,000,000	0.4817	2,890,200
2560	8	6,000,000	0.4339	2,603,400
2561	9	6,000,000	0.3909	2,345,400
2562	10	6,000,000	0.3522	2,113,200
2563	11	6,000,000	0.3173	1,903,800
2564	12	6,000,000	0.2858	1,714,800
2565	13	6,000,000	0.2575	1,545,000
2566	14	6,000,000	0.2320	1,392,000
2567	15	6,000,000	0.2090	1,254,000
2568	16	6,000,000	0.1883	1,129,800
2569	17	6,000,000	0.1696	1,017,600
2570	18	6,000,000	0.1528	916,800
2571	19	6,000,000	0.1377	826,200
2572	20	6,000,000	0.1240	744,000
2573	21	6,000,000	0.1117	670,200
2574	22	6,000,000	0.1007	604,200
รวม				38,778,600

ตารางที่ ค.7 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	Discount Factor ($P/F, 11\%, n$)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	20,632,801	0.7312	15,086,704
2556	4	16,419,019	0.6587	10,815,208
2557	5	16,419,019	0.5935	9,744,688
2558	6	16,419,019	0.5346	8,777,607
2559	7	16,419,019	0.4817	7,909,041
2560	8	16,419,019	0.4339	7,124,212
2561	9	16,419,019	0.3909	6,418,194
2562	10	16,419,019	0.3522	5,782,778
2563	11	16,419,019	0.3173	5,209,755
2564	12	16,419,019	0.2858	4,692,556
2565	13	4,719,799	0.2575	1,215,348
2566	14	4,719,799	0.2320	1,094,993
2567	15	4,719,799	0.2090	986,438
2568	16	4,719,799	0.1883	888,738
2569	17	4,719,799	0.1696	800,478
2570	18	4,719,799	0.1528	721,185
2571	19	4,719,799	0.1377	649,916
2572	20	4,719,799	0.1240	585,255
2573	21	4,719,799	0.1117	527,202
2574	22	4,719,799	0.1007	475,284
รวม				89,505,580

ตารางที่ ค.8 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	ก (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,ก)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	174,414,976	0.7312	127,532,231
2556	4	174,414,976	0.6587	114,887,145
2557	5	175,463,976	0.5935	104,137,870
2558	6	175,463,976	0.5346	93,803,042
2559	7	175,463,976	0.4817	84,520,997
2560	8	177,561,976	0.4339	77,044,141
2561	9	177,561,976	0.3909	69,408,976
2562	10	177,561,976	0.3522	62,537,328
2563	11	177,561,976	0.3173	56,340,415
2564	12	177,561,976	0.2858	50,747,213
2565	13	177,561,976	0.2575	45,722,209
2566	14	177,561,976	0.2320	41,194,378
2567	15	177,561,976	0.2090	37,110,453
2568	16	177,561,976	0.1883	33,434,920
2569	17	177,561,976	0.1696	30,114,511
2570	18	177,561,976	0.1528	27,131,470
2571	19	177,561,976	0.1377	24,450,284
2572	20	177,561,976	0.1240	22,017,685
2573	21	177,561,976	0.1117	19,833,673
2574	22	177,561,976	0.1007	17,880,491
รวม				1,139,849,432

ตารางที่ ค.9 มูลค่าปัจจุบันของปริมาณผลิต 8,000 ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ปริมาณผลิต (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,n)	มูลค่าปัจจุบันของ ปริมาณผลิต (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	8,000,000	0.7312	5,849,600
2556	4	8,000,000	0.6587	5,269,600
2557	5	8,000,000	0.5935	4,748,000
2558	6	8,000,000	0.5346	4,276,800
2559	7	8,000,000	0.4817	3,853,600
2560	8	8,000,000	0.4339	3,471,200
2561	9	8,000,000	0.3909	3,127,200
2562	10	8,000,000	0.3522	2,817,600
2563	11	8,000,000	0.3173	2,538,400
2564	12	8,000,000	0.2858	2,286,400
2565	13	8,000,000	0.2575	2,060,000
2566	14	8,000,000	0.2320	1,856,000
2567	15	8,000,000	0.2090	1,672,000
2568	16	8,000,000	0.1883	1,506,400
2569	17	8,000,000	0.1696	1,356,800
2570	18	8,000,000	0.1528	1,222,400
2571	19	8,000,000	0.1377	1,101,600
2572	20	8,000,000	0.1240	992,000
2573	21	8,000,000	0.1117	893,600
2574	22	8,000,000	0.1007	805,600
รวม				51,704,800

ตารางที่ ค.10 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ปริมาณผลิต 10,000 ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ.

2552

ปี พ.ศ.	ท (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,n)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	29,611,277	0.7312	21,651,766
2556	4	22,908,653	0.6587	15,089,930
2557	5	22,908,653	0.5935	13,596,286
2558	6	22,908,653	0.5346	12,246,966
2559	7	22,908,653	0.4817	11,035,098
2560	8	22,908,653	0.4339	9,940,065
2561	9	22,908,653	0.3909	8,954,993
2562	10	22,908,653	0.3522	8,068,428
2563	11	22,908,653	0.3173	7,268,916
2564	12	22,908,653	0.2858	6,547,293
2565	13	8,390,753	0.2575	2,160,619
2566	14	8,390,753	0.2320	1,946,655
2567	15	8,390,753	0.2090	1,753,667
2568	16	8,390,753	0.1883	1,579,979
2569	17	8,390,753	0.1696	1,423,072
2570	18	8,390,753	0.1528	1,282,107
2571	19	8,390,753	0.1377	1,155,407
2572	20	8,390,753	0.1240	1,040,453
2573	21	8,390,753	0.1117	937,247
2574	22	8,390,753	0.1007	844,949
รวม				128,523,895

ตารางที่ ค.11 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 10,000 ตันปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,n)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	220,721,265	0.7312	161,391,389
2556	4	220,721,265	0.6587	145,389,097
2557	5	222,216,265	0.5935	131,885,353
2558	6	222,216,265	0.5346	118,796,815
2559	7	222,216,265	0.4817	107,041,575
2560	8	225,206,265	0.4339	97,716,999
2561	9	225,206,265	0.3909	88,033,129
2562	10	225,206,265	0.3522	79,317,647
2563	11	225,206,265	0.3173	71,457,948
2564	12	225,206,265	0.2858	64,363,951
2565	13	225,206,265	0.2575	57,990,613
2566	14	225,206,265	0.2320	52,247,854
2567	15	225,206,265	0.2090	47,068,109
2568	16	225,206,265	0.1883	42,406,340
2569	17	225,206,265	0.1696	38,194,983
2570	18	225,206,265	0.1528	34,411,517
2571	19	225,206,265	0.1377	31,010,903
2572	20	225,206,265	0.1240	27,925,577
2573	21	225,206,265	0.1117	25,155,540
2574	22	225,206,265	0.1007	22,678,271
รวม				1,444,483,610

ตารางที่ ค.12 มูลค่าปัจจุบันของปริมาณผลิต 10,000 ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ปริมาณผลิต (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%n)	มูลค่าปัจจุบันของ ปริมาณผลิต (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	10,000,000	0.7312	7,312,000
2556	4	10,000,000	0.6587	6,587,000
2557	5	10,000,000	0.5935	5,935,000
2558	6	10,000,000	0.5346	5,346,000
2559	7	10,000,000	0.4817	4,817,000
2560	8	10,000,000	0.4339	4,339,000
2561	9	10,000,000	0.3909	3,909,000
2562	10	10,000,000	0.3522	3,522,000
2563	11	10,000,000	0.3173	3,173,000
2564	12	10,000,000	0.2858	2,858,000
2565	13	10,000,000	0.2575	2,575,000
2566	14	10,000,000	0.2320	2,320,000
2567	15	10,000,000	0.2090	2,090,000
2568	16	10,000,000	0.1883	1,883,000
2569	17	10,000,000	0.1696	1,696,000
2570	18	10,000,000	0.1528	1,528,000
2571	19	10,000,000	0.1377	1,377,000
2572	20	10,000,000	0.1240	1,240,000
2573	21	10,000,000	0.1117	1,117,000
2574	22	10,000,000	0.1007	1,007,000
รวม				64,631,000

ตารางที่ ค.13 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ปริมาณผลิต 12,000 ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ.

2552

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	Discount Factor ($P/F, 11\%, n$)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	35,158,151	0.7312	25,707,640
2556	4	28,036,613	0.6587	18,467,717
2557	5	28,036,613	0.5935	16,639,730
2558	6	28,036,613	0.5346	14,988,373
2559	7	28,036,613	0.4817	13,505,237
2560	8	28,036,613	0.4339	12,165,087
2561	9	28,036,613	0.3909	10,959,512
2562	10	28,036,613	0.3522	9,874,495
2563	11	28,036,613	0.3173	8,896,017
2564	12	28,036,613	0.2858	8,012,864
2565	13	8,390,753	0.2575	2,160,619
2566	14	8,390,753	0.2320	1,946,655
2567	15	8,390,753	0.2090	1,753,667
2568	16	8,390,753	0.1883	1,579,979
2569	17	8,390,753	0.1696	1,423,072
2570	18	8,390,753	0.1528	1,282,107
2571	19	8,390,753	0.1377	1,155,407
2572	20	8,390,753	0.1240	1,040,453
2573	21	8,390,753	0.1117	937,247
2574	22	8,390,753	0.1007	844,949
รวม				153,340,828

ตารางที่ ค.14 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาที่ปริมาณผลิต 12,000 ตันปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,n)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	265,959,998	0.7312	194,469,950
2556	4	265,959,998	0.6587	175,187,851
2557	5	267,756,998	0.5935	158,913,778
2558	6	267,756,998	0.5346	143,142,891
2559	7	267,756,998	0.4817	128,978,546
2560	8	271,350,998	0.4339	117,739,198
2561	9	271,350,998	0.3909	106,071,105
2562	10	271,350,998	0.3522	95,569,821
2563	11	271,350,998	0.3173	86,099,672
2564	12	271,350,998	0.2858	77,552,115
2565	13	271,350,998	0.2575	69,872,882
2566	14	271,350,998	0.2320	62,953,431
2567	15	271,350,998	0.2090	56,712,359
2568	16	271,350,998	0.1883	51,095,393
2569	17	271,350,998	0.1696	46,021,129
2570	18	271,350,998	0.1528	41,462,432
2571	19	271,350,998	0.1377	37,365,032
2572	20	271,350,998	0.1240	33,647,524
2573	21	271,350,998	0.1117	30,309,906
2574	22	271,350,998	0.1007	27,325,045
รวม				1,740,490,062

ตารางที่ ค.15 มูลค่าปัจจุบันของปริมาณผลิต 12,000 ตัน/ปี ณ ปี พ.ศ. 2552

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ปริมาณผลิต (บาท)	Discount Factor (P/F 11%,n)	มูลค่าปัจจุบันของ ปริมาณผลิต (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	12,000,000	0.7312	8,774,400
2556	4	12,000,000	0.6587	7,904,400
2557	5	12,000,000	0.5935	7,122,000
2558	6	12,000,000	0.5346	6,415,200
2559	7	12,000,000	0.4817	5,780,400
2560	8	12,000,000	0.4339	5,206,800
2561	9	12,000,000	0.3909	4,690,800
2562	10	12,000,000	0.3522	4,226,400
2563	11	12,000,000	0.3173	3,807,600
2564	12	12,000,000	0.2858	3,429,600
2565	13	12,000,000	0.2575	3,090,000
2566	14	12,000,000	0.2320	2,784,000
2567	15	12,000,000	0.2090	2,508,000
2568	16	12,000,000	0.1883	2,259,600
2569	17	12,000,000	0.1696	2,035,200
2570	18	12,000,000	0.1528	1,833,600
2571	19	12,000,000	0.1377	1,652,400
2572	20	12,000,000	0.1240	1,488,000
2573	21	12,000,000	0.1117	1,340,400
2574	22	12,000,000	0.1007	1,208,400
รวม				77,557,200

ตารางที่ ค.16 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 5

ปี พ.ศ.	ก (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/E, 11%, ก)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	181,503,584	0.7312	132,715,420
2556	4	181,503,584	0.6587	119,556,411
2557	5	182,552,584	0.5935	108,344,958
2558	6	182,552,584	0.5346	97,592,611
2559	7	182,552,584	0.4817	87,935,580
2560	8	184,650,584	0.4339	80,119,888
2561	9	184,650,584	0.3909	72,179,913
2562	10	184,650,584	0.3522	65,033,936
2563	11	184,650,584	0.3173	58,589,630
2564	12	184,650,584	0.2858	52,773,137
2565	13	184,650,584	0.2575	47,547,525
2566	14	184,650,584	0.2320	42,838,935
2567	15	184,650,584	0.2090	38,591,972
2568	16	184,650,584	0.1883	34,769,705
2569	17	184,650,584	0.1696	31,316,739
2570	18	184,650,584	0.1528	28,214,609
2571	19	184,650,584	0.1377	25,426,385
2572	20	184,650,584	0.1240	22,896,672
2573	21	184,650,584	0.1117	20,625,470
2574	22	184,650,584	0.1007	18,594,314
รวม				1,185,663,812

ตารางที่ ค.17 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

ปี พ.ศ.	ก (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/E, 11%,n)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	188,592,191	0.7312	137,898,610
2556	4	188,592,191	0.6587	124,225,676
2557	5	189,641,191	0.5935	112,552,047
2558	6	189,641,191	0.5346	101,382,181
2559	7	189,641,191	0.4817	91,350,162
2560	8	191,739,191	0.4339	83,195,635
2561	9	191,739,191	0.3909	74,950,850
2562	10	191,739,191	0.3522	67,530,543
2563	11	191,739,191	0.3173	60,838,845
2564	12	191,739,191	0.2858	54,799,061
2565	13	191,739,191	0.2575	49,372,842
2566	14	191,739,191	0.2320	44,483,492
2567	15	191,739,191	0.2090	40,073,491
2568	16	191,739,191	0.1883	36,104,490
2569	17	191,739,191	0.1696	32,518,967
2570	18	191,739,191	0.1528	29,297,748
2571	19	191,739,191	0.1377	26,402,487
2572	20	191,739,191	0.1240	23,775,660
2573	21	191,739,191	0.1117	21,417,268
2574	22	191,739,191	0.1007	19,308,137
รวม				1,231,478,192

ตารางที่ ค.18 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบลดลง
ร้อยละ 10

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,n)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	167,326,369	0.7312	122,349,041
2556	4	167,326,369	0.6587	110,217,879
2557	5	168,375,369	0.5935	99,930,781
2558	6	168,375,369	0.5346	90,013,472
2559	7	168,375,369	0.4817	81,106,415
2560	8	170,473,369	0.4339	73,968,395
2561	9	170,473,369	0.3909	66,638,040
2562	10	170,473,369	0.3522	60,040,720
2563	11	170,473,369	0.3173	54,091,200
2564	12	170,473,369	0.2858	48,721,289
2565	13	170,473,369	0.2575	43,896,892
2566	14	170,473,369	0.2320	39,549,821
2567	15	170,473,369	0.2090	35,628,934
2568	16	170,473,369	0.1883	32,100,135
2569	17	170,473,369	0.1696	28,912,283
2570	18	170,473,369	0.1528	26,048,331
2571	19	170,473,369	0.1377	23,474,183
2572	20	170,473,369	0.1240	21,138,698
2573	21	170,473,369	0.1117	19,041,875
2574	22	170,473,369	0.1007	17,166,668
รวม				1,094,035,052

ตารางที่ ค.19 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาวัตถุดิบลดลง
ร้อยละ 10

ปี พ.ศ.	n (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor ($P/F^{11\%n}$)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	160,237,761	0.7312	117,165,851
2556	4	160,237,761	0.6587	105,548,613
2557	5	161,286,761	0.5935	95,723,693
2558	6	161,286,761	0.5346	86,223,902
2559	7	161,286,761	0.4817	77,691,833
2560	8	163,384,761	0.4339	70,892,648
2561	9	163,384,761	0.3909	63,867,103
2562	10	163,384,761	0.3522	57,544,113
2563	11	163,384,761	0.3173	51,841,985
2564	12	163,384,761	0.2858	46,695,365
2565	13	163,384,761	0.2575	42,071,576
2566	14	163,384,761	0.2320	37,905,265
2567	15	163,384,761	0.2090	34,147,415
2568	16	163,384,761	0.1883	30,765,350
2569	17	163,384,761	0.1696	27,710,055
2570	18	163,384,761	0.1528	24,965,191
2571	19	163,384,761	0.1377	22,498,082
2572	20	163,384,761	0.1240	20,259,710
2573	21	163,384,761	0.1117	18,250,078
2574	22	163,384,761	0.1007	16,452,845
รวม				1,048,220,673

ตารางที่ ค.20 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 5

ปี พ.ศ.	ก (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,n)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	174,695,296	0.7312	127,737,201
2556	4	174,695,296	0.6587	115,071,792
2557	5	175,744,296	0.5935	104,304,240
2558	6	175,744,296	0.5346	93,952,901
2559	7	175,744,296	0.4817	84,656,027
2560	8	177,842,296	0.4339	77,165,772
2561	9	177,842,296	0.3909	69,518,554
2562	10	177,842,296	0.3522	62,636,057
2563	11	177,842,296	0.3173	56,429,361
2564	12	177,842,296	0.2858	50,827,328
2565	13	177,842,296	0.2575	45,794,391
2566	14	177,842,296	0.2320	41,259,413
2567	15	177,842,296	0.2090	37,169,040
2568	16	177,842,296	0.1883	33,487,704
2569	17	177,842,296	0.1696	30,162,053
2570	18	177,842,296	0.1528	27,174,303
2571	19	177,842,296	0.1377	24,488,884
2572	20	177,842,296	0.1240	22,052,445
2573	21	177,842,296	0.1117	19,864,984
2574	22	177,842,296	0.1007	17,908,719
รวม				1,141,661,168

ตารางที่ ค.21 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

ปี พ.ศ.	ก (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการ ดำเนินงานและ บำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,ก)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	174,979,996	0.7312	127,945,373
2556	4	174,979,996	0.6587	115,259,323
2557	5	176,028,996	0.5935	104,473,209
2558	6	176,028,996	0.5346	94,105,101
2559	7	176,028,996	0.4817	84,793,167
2560	8	178,126,996	0.4339	77,289,304
2561	9	178,126,996	0.3909	69,629,843
2562	10	178,126,996	0.3522	62,736,328
2563	11	178,126,996	0.3173	56,519,696
2564	12	178,126,996	0.2858	50,908,695
2565	13	178,126,996	0.2575	45,867,701
2566	14	178,126,996	0.2320	41,325,463
2567	15	178,126,996	0.2090	37,228,542
2568	16	178,126,996	0.1883	33,541,313
2569	17	178,126,996	0.1696	30,210,339
2570	18	178,126,996	0.1528	27,217,805
2571	19	178,126,996	0.1377	24,528,087
2572	20	178,126,996	0.1240	22,087,748
2573	21	178,126,996	0.1117	19,896,785
2574	22	178,126,996	0.1007	17,937,389
รวม				1,143,501,213

ตารางที่ ค.22 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 5

ปี พ.ศ.	ก (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%ก)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	174,134,656	0.7312	127,327,261
2556	4	174,134,656	0.6587	114,702,498
2557	5	175,183,656	0.5935	103,971,500
2558	6	175,183,656	0.5346	93,653,183
2559	7	175,183,656	0.4817	84,385,967
2560	8	177,281,656	0.4339	76,922,511
2561	9	177,281,656	0.3909	69,299,399
2562	10	177,281,656	0.3522	62,438,599
2563	11	177,281,656	0.3173	56,251,469
2564	12	177,281,656	0.2858	50,667,097
2565	13	177,281,656	0.2575	45,650,026
2566	14	177,281,656	0.2320	41,129,344
2567	15	177,281,656	0.2090	37,051,866
2568	16	177,281,656	0.1883	33,382,136
2569	17	177,281,656	0.1696	30,066,969
2570	18	177,281,656	0.1528	27,088,637
2571	19	177,281,656	0.1377	24,411,684
2572	20	177,281,656	0.1240	21,982,925
2573	21	177,281,656	0.1117	19,802,361
2574	22	177,281,656	0.1007	17,852,263
รวม				1,138,037,696

ตารางที่ ค.23 มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาเมื่อราคาน้ำมันเตาลดลงร้อยละ 10

ปี พ.ศ.	ก (ปี)	ค่าใช้จ่ายในการ ดำเนินงานและ บำรุงรักษา (บาท)	Discount Factor (P/F, 11%,ก)	มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา (บาท)
2553	1	0	0.9009	-
2554	2	0	0.8116	-
2555	3	173,854,336	0.7312	127,122,291
2556	4	173,854,336	0.6587	114,517,851
2557	5	174,903,336	0.5935	103,805,130
2558	6	174,903,336	0.5346	93,503,323
2559	7	174,903,336	0.4817	84,250,937
2560	8	177,001,336	0.4339	76,800,880
2561	9	177,001,336	0.3909	69,189,822
2562	10	177,001,336	0.3522	62,339,871
2563	11	177,001,336	0.3173	56,162,524
2564	12	177,001,336	0.2858	50,586,982
2565	13	177,001,336	0.2575	45,577,844
2566	14	177,001,336	0.2320	41,064,310
2567	15	177,001,336	0.2090	36,993,279
2568	16	177,001,336	0.1883	33,329,352
2569	17	177,001,336	0.1696	30,019,427
2570	18	177,001,336	0.1528	27,045,804
2571	19	177,001,336	0.1377	24,373,084
2572	20	177,001,336	0.1240	21,948,166
2573	21	177,001,336	0.1117	19,771,049
2574	22	177,001,336	0.1007	17,824,035
รวม				1,136,225,960

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกนิษฐา นาคประเสริฐ เกิดเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2526 ที่จังหวัดตาก สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนผดุงปัญญา และเข้าศึกษาต่อจนสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2549 หลังจากนั้นได้เข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย