การวางแผนการผลิตสำหรับโรงแยกก๊าซธรรมชาติ
โดยใช้การโปรแกรมเป้าหมาย

นายโชคชัย ธนเมธี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543
ISBN 974-130-156-1
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRODUCTION PLANNING IN GAS SEPARATION PLANT BY USING GOAL PROGRAMMING

Mr. Chockchai Thanamatee

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2000

ISBN 974-130-156-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวางแผนการผลิตสำหรับโรงแยกก๊าซธรรมชาติโดยใช้การโปรแกรมเป้าหมาย
โดย	นายโชคชัย ธนเมธี
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายโชคชัย ธนเมธี : การวางแผนการผลิตสำหรับโรงแยกก๊าซธรรมชาติโดยใช้การโปรแกรมเป้าหมาย. (PRODUCTION PLANNING IN GAS SEPARATION PLANT BY USING GOAL PROGRAMMING) อ.ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา, 124 หน้า. ISBN 974-130-156-1

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองในการวางแผนการผลิตสำหรับโรงแยกก๊าซธรรมชาติ โดยใช้หลักการการวิจัยดำเนินงานในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจำลองปัญหาในการวางแผนการผลิต และใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการแก้ไขปัญหาโดยประยุกต์วิธีหนึ่งของเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่เรียกว่า การโปรแกรมเป้าหมาย (Linear Goal Programming) ในการแก้ไขปัญหาที่ต้องการให้บรรลุวัตถุประสงค์หลาย ๆวัตถุประสงค์ของการวางแผนการผลิตพร้อมกัน ซึ่งแต่ละวัตถุประสงค์มีเป้าหมายในทิศทางที่อาจขัดแย้งกัน แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบวางแผนการผลิตนี้จะถูกสร้างขึ้นเป็นโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมที่ใช้แก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรง ที่เรียกว่าโปรแกรมเอ็กเทนด์ลินโก (Extend Lindo Software) และได้ทำการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตทั้งภายในและภายนอก

ในการวิเคราะห์ความไวดังกล่าว ได้แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้การวางแผนการผลิตและการแก้ไขปัญหาเมื่อปัจจัยการผลิตต่าง ๆเปลี่ยนแปลงทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน เช่น ปัจจัยของราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง ปัจจัยอุปสงค์เปลี่ยนแปลง ปัจจัยกำลังผลิตเปลี่ยนแปลง ปัจจัยอัตราความสามารถในการแยกก๊าซผลิต เป็นต้น และเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการให้ผลลัพธ์การวางแผนผลิตแบบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ตัดสินใจสามารถพิจารณาประเด็นปัญหาต่าง ๆ ได้ทั่วถึงในการตัดสินใจปรับกลยุทธ์การแผนการผลิตที่เหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา .....

4071424221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEY WORD: PRODUCTION PLANNING / GOAL PROGRAMMING

CHOCKCHAI THANAMATEE: PRODUCTION PLANNING IN GAS SEPARATION PLANT BY USING GOAL PROGRAMMING. THESIS ADVISOR: ASSIST. PROF. PARAMES CHUTIMA, Phd.D., 124 pp. ISBN 974-130-156-1

The objective of this thesis is to provide a model for production planning in Gas Separation Plant. The operations research methodology is used to develop this system and the linear goal programming technique is used to formulate the mathematics model for the multi conflicting objectives. In this study, the selective model solver is Extend Lindo Software which is the well known and approved solver for linear programming problem. The proposed model is developed and sensitivity analysis for changing both the internal and external production factors are carried out based on a real data from the company.

The sensitivity analysis for the changing of the internal or external production factors such as price change, demand change, plant capacity change and recovery rate change, have shown that the model can support the efficient information for making decision in the change situation. It also is an efficient way to generate other solutions in order to let decision-makers to consider through all aspects and adjust the suitable strategics for the suitable production plans.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department …… Student's signature ……
Field of study …… Advisor's signature ……
Academic year ……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง และติดตามความคืบหน้าอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งได้รับคำชี้แนะต่างๆ จากคณะกรรมการสอบ ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค และผู้ช่วยศาสตาจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ ซึ่งทำให้การดำเนินการวิทยานิพนธ์นี้เป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง ชัดเจน และสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดียิ่ง ผู้เขียนใคร่ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน เป็นอย่างสูง ไว้ ณ. ที่นี้

นอกจากนี้ ความสำเร็จส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ได้รับความช่วยเหลือจากโรงแยกก๊าซธรราติ และบุคลากรต่าง ๆ ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่ให้คำแนะนำ ข้อมูล ความรู้ รวมทั้งความร่วมมือในการทดสอบใช้แบบจำลองเป็นอย่างดียิ่ง ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

โชคชัย ธนเมธี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฏ
บทที่
1. บทนำ 1
1.1 แนวคิดและเหตุผล 2
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์ 5
1.3 ขอบเขตการศึกษา 5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 6
2. ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7
2.1.1 การวิจัยดำเนินงาน 7
2.1.2 เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรง 8
2.1.3 เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนจริง 9
2.1.4 เทคนิคการโปรแกรมเป้าหมาย 10
2.1.5 การวิเคราะห์หลังจากหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้แล้ว 12
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโปรแกรมเป้าหมาย 14
3. สภาพปัจจุบันของระบบ และ การรวบรวมข้อมูล 17
3.1 โรงแยกก๊าซธรรมชาติ 17
3.2 กระบวนการผลิตของโรงแยกก๊าซ 18
3.3 ลูกค้า 20
3.4 กำลังผลิตของโรงแยกก๊าซ 20
3.5 ก๊าซวัตถุดิบ 21
3.6 ส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุดิบ 21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 กำลังการส่งก๊าซวัตถุดิบ 22
3.8 ราคาผลิตภัณฑ์ 22
3.9 อัตราความสามารถในการแยกก๊าซ 23
3.10 ปริมาณก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุดิบ 23
3.11 ค่าใช้จ่ายแปรผัน หรือต้นทุนแปรผัน 24
3.12 ค่าใช้จ่ายคงที่ หรือต้นทุนคงที่ 25
3.13 อุปสงค์ 25
3.14 พัสดุคงคลัง 25
3.15 ปริมาณสำรอง 26
3.16 เป้าหมายขององค์กร 27
3.17 สภาพปัจจุบันการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ 28
4. กระบวนวิธี และ การสร้างรูปจำลองทางคณิตศาสตร์ 30
4.1 กระบวนวิธี (Methodology) 30
4.1.1 เหตุผลการเลือกใช้โปรแกรมเป้าหมาย 30
4.1.2 กระบวนวิธีการในการแก้ไขแบบจำลองปัญหาในการวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรมเป้าหมาย 30
4.2 กระบวนวิธีการในการวางแผนการผลิต และวิเคราะห์การปรับปรุงการผลิต 32
4.3 สมมุติฐาน 34
4.4 ตัวแปรควบคุม 34
4.5 สัมประสิทธิ์ตัวแปร 34
4.6 สมการขอบข่ายเป้าหมาย 35
4.7 สมการเป้าหมาย 38
4.8 สมการขอบข่าย 38
5. การวิเคราะห์ การใช้ และผลลัพธ์ของรูปแบบจำลอง 40
5.1 การสร้างรูปแบบจำลองโดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ 40
5.2 กรณีศึกษาพื้นฐาน 40
5.3 การวิเคราะห์ความไว กรณีราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง 43
5.4 การวิเคราะห์ความไว กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง. 48

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.5 การวิเคราะห์ความไว
กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซเปลี่ยนแปลง 52
5.6 การวิเคราะห์ความไว กรณีกำลังผลิตเปลี่ยนแปลง 56
5.7 การวางแผนการผลิตสำหรับการผลิตปี 254Y 60
5.7.1 การวิเคราะห์ความไวเมื่อขีดจำกัดบนของ
ปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง 61
5.7.2 การวิเคราะห์ความไวเมื่อขีดจำกัด
ปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บเปลี่ยนแปลง ... 63
6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 65
6.1 สรุปผลการวิจัย 65
6.2 ข้อจำกัดของวิทยานิพนธ์ 66
6.3 ข้อเสนอแนะ 66
6.4 ข้อเสนอแนะในการศึกษาในอนาคต 67
รายการอ้างอิง 68
ภาคผนวก 71
ภาคผนวก ก ข้อมูลป้อนเข้าระบบสำหรับ กรณีพื้นฐาน 72
ภาคผนวก ข ข้อมูลป้อนเข้าระบบสำหรับ กรณีการผลิต ปี 254Y 83
ภาคผนวก ค ผลลัพธ์การวางแผนการผลิต กรณีพื้นฐาน 95
ภาคผนวก ง ผลลัพธ์การวางแผนการผลิต กรณีการผลิต ปี 254Y 101
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ความไวเมื่อขีดจำกัดบนของ
ปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง 107
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ความไวเมื่อขีดจำกัดของปริมาณการสูญเสีย
ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บเปลี่ยนแปลง 112
ภาคผนวก ช โปรแกรมวางแผนการผลิตเขียนด้วยโปรแกรม ลินโก 117
ภาคผนวก ซ การเปลี่ยนแปลงของราคาผลิตภัณฑ์ 121
ประวัติผู้วิจัย 124

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

ตารางที่ 3.1 แสดงลูกค้าของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด 20
ตารางที่ 3.2 แสดงกำลังผลิตของโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วย 20
ตารางที่ 3.3 แสดงส่วนผสมของก๊าซวัตถุดิบของท่อประธาน 21
ตารางที่ 3.4 แสดงกำลังส่งก๊าซวัตถุของท่อประธาน 22
ตารางที่ 3.5 แสดงอัตราความสามารถในการแยกก๊าซของ
โรงแยกก๊าซแต่ละหน่วย 23
ตารางที่ 5.1 แสดงประสิทธิผลของการวางแผนการผลิต กรณีพื้นฐาน 41
ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลองกับผลประกอบการ
ในการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ปี 2540 42
ตารางที่ 5.3 แสดงแสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีราคาผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 10 44
ตารางที่ 5.4 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีราคาผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 20 44
ตารางที่ 5.5 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีราคาผลิตภัณฑ์สูงขึ้นร้อยละ 10 45
ตารางที่ 5.6 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีราคาผลิตภัณฑ์สูงขึ้นร้อยละ 20 46
ตารางที่ 5.7 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 10 48
ตารางที่ 5.8 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 20 49
ตารางที่ 5.9 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 50
ตารางที่ 5.10 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 20 50
ตารางที่ 5.11 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซลดลงร้อยละ 10 52

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

ตารางที่ 5.12 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซลดลงร้อยละ 20 53
ตารางที่ 5.13 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 54
ตารางที่ 5.14 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 54
ตารางที่ 5.15 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีกำลังการผลิตโรงงานลดลงร้อยละ 10 56
ตารางที่ 5.16 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีกำลังการผลิตโรงงานลดลงร้อยละ 20 57
ตารางที่ 5.17 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีกำลังการผลิตโรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 58
ตารางที่ 5.18 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีกำลังการผลิตโรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 58
ตารางที่ 5.19 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต
กรณีการผลิต ปี254Y 60
ตารางที่ 5.20 แสดงการเปลี่ยนแปลงผลกำไร การตอบสนองความต้องการ
ผลิตภัณฑ์และปริมาณคงคลัง เมื่อขีดจำกัดบนปริมาณคงคลัง
ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง 62
ตารางที่ 5.21 แสดงการเปลี่ยนแปลงผลกำไร การตอบสนองความต้องการ
ผลิตภัณฑ์และปริมาณคงคลัง เมื่อขีดจำกัดปริมาณการสูญเสีย
ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง 64

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

รูปที่ 1.1	แสดงขอบข่ายการศึกษาในการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ	4
รูปที่ 1.2	แสดงระบบการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ.....	5
รูปที่ 3.1	แสดงโครงสร้างการบริหารองค์กร	15
รูปที่ 3.2	แสดงกระบวนการแยกก๊าซ	16
รูปที่ 5.1	แสดงความไวของผลกำไร เมื่อราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง	50
รูปที่ 5.2	แสดงความไวของผลกำไร เมื่ออุปสงค์ (ความต้องการผลิตภัณฑ์) เปลี่ยนแปลง	51
รูปที่ 5.3	แสดงความไวของผลกำไร เมื่ออัตราความสามารถในการแยกก๊าซเปลี่ยนแปลง	55
รูปที่ 5.4	แสดงความไวของผลกำไร เมื่อกำลังผลิตของโรงงานเปลี่ยนแปลง	59
รูปที่ 5.5	แสดงความไวของผลกำไร เมื่อเพิ่มขีดจำกัดปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์	63
รูปที่ 5.6	แสดงความไวของผลกำไร เมื่อเพิ่มขีดจำกัดปริมาณสูญเสียผลิตภัณฑ์	64

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

เนื่องจากสภาวะการแข่งขันในปัจจุบันของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในมีความรุนแรงมาก มีการสร้างคอมเพล็กซ์ขนาดใหญ่สำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเพิ่มขึ้นในช่วงที่ผ่านมาในหลายๆ ประเทศ โดยเฉพาะในแถบเอเชีย ตั้งแต่ประเทศไทย เกาหลี มาเลเซีย อินโดนีเซีย และเวียดนาม ทำให้อุตสาหกรรมปิโตรเคมีของโลกมีกำลังผลิตสูงมากจนอุปทาน (Supply) มากกว่าอุปสงค์ (Demand) จึงเป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีมีราคาลดลงอย่างมาก การแข่งขันในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจึงทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างมาก กลยุทธ์ต่างๆ ถูกนำออกมาใช้ เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน เช่น

- การปรับปรุงเพิ่มผลผลิต (Productivity Improvement) เพื่อลดต้นทุนการผลิต
- การรวมฐานการผลิตกันเพื่อให้เกิดความได้เปรียบทางด้านเศรษฐศาสตร์เนื่องจากขนาดการผลิตใหญ่ขึ้น (Economical Scale)
- การจัดสรรวัตถุดิบอย่างเกิดผลประโยชน์สูงสุด (Optimization Approach) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการผลิต
- การนำระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพมาใช้ เช่น Reengineering, TQM (Total Productive Management) เป็นต้น
- การประหยัดพลังงาน มักใช้ในอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานในการผลิตมากๆ
- ปรับปรุงการวางแผนการผลิตให้เหมาะสมสอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดผลกำไรสูงสุด โดยพัฒนาแบบจำลองระบบวางแผนการผลิตโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้การวางแผนการผลิตเป็นไปอย่างถูกต้อง และรวดเร็ว

นอกจากนี้สภาวะราคาผลิตภัณฑ์และความต้องการผลิตภัณฑ์ทางปิโตรเคมีกับทางปิโตรเลียมมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดมากเนื่องจากวัตถุดิบ (Feedstock) มาจากแหล่งเดียวคือมีสารตั้งต้นเป็นสารทางปิโตรเลียม สภาวะตลาดจึงมีอิทธิพลอย่างมากมาจากสภาวะการขึ้นลงของตลาดปิโตรเลียม รวมทั้งอุปสงค์ อุปทานของปิโตรเคมีเอง และจากสถิติในอดีตพบว่า สภาวะตลาดปิโตรเคมีมีการเปลี่ยนขึ้นลงเป็นวัฏจักร ดังนั้นเมื่อช่วงวัฏจักรขาลงตลาดตกต่ำความจำเป็นพัฒนาปรับปรุงระบบให้ดีและมาตรการต่างๆถูกนำมาใช้เพื่อรักษาความอยู่รอด แต่มีปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญและผลกระทบมาก คือการวางแผนการผลิตที่เหมาะสมซึ่งมักถูกมองข้ามไปและมักจะไปเน้นการพัฒนาที่กระบวนผลิตทางเคมีของโรงงานเป็นหลัก ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้ จึงทำการศึกษาเพื่อพัฒนาการวางแผนผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดยใช้โรงแยกก๊าซเป็นโรงงานตัวอย่าง

1.1 แนวคิดและเหตุผล

โรงแยกก๊าซธรรมชาติเป็นโรงงานตัวอย่างที่นำมาศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ เป็นโรงงานที่ผลิตก๊าซไฮโดรคาร์บอนเพื่อส่งเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสหกรรมปิโตรเคมีโดยทำหน้าที่แยกก๊าซธรรมชาติที่ได้จากอ่าวไทยซึ่งเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจึงประกอบด้วยก๊าซไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆผสมอยู่ซึ่งหากสามารถแยกก๊าซดังกล่าวแต่ละชนิดออกจากกันและนำมาเข้ากระกระบวนการทางปิโตรเคมีจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีอีกมากมาย เช่น อุตสาหกรรมเม็ดพลาสติกชนิดต่าง ๆ สารละลาย สารระเหยต่าง ๆ สารผสมน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น นอกจากนี้ก๊าซที่เหลือจากการแยกก๊าซหรือตัวก๊าซธรรมชาติก็ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้าที่ผ่านมาการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานที่มีการผลิตแบบกระบวนการผลิต (Process Production) เช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานปิโตรเคมี รวมทั้งโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งใช้เป็นโรงงานกรณีศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์นี้ มักใช้วิธีการวางแผนการผลิตแบบง่าย ๆ คือ มีแนวทางการวางแผนการผลิตโดยพยายามให้ผลิตเต็มกำลังผลิตที่ออกแบบไว้ เนื่องมาจากการสร้างโรงงานประเภทนี้ต้องใช้เงินลงทุนสูงมาก จึงมีการศึกษาออกแบบกำลังผลิตอย่างรอบครอบให้สอดคล้องกับความต้องการในขณะนั้น จึงพยายามเดินเครื่องโรงงานให้เต็มกำลังผลิตอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเล็งผลว่าจะเกิดกำไรสูงสุด แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น ราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง, ความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง เป็นต้น ทำให้การผลิตเต็มกำลังผลิตแบบเดิมจะไม่ก่อให้เกิดผลกำไรสูงสุด หรือเหมาะสมตามความเปลี่ยนแปลง ในบางครั้งกลับทำให้เกิดการขาดทุน ดังนั้นหากนำเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกทางเลือกในการวางแผนการผลิตอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลง จะช่วยในการปรับปรุงการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้เกิดกำไรสูงสุด (Maximize Profit) ซึ่งเป็นเป้าหมายที่ต้องการของธุรกิจแต่การควบคุมการผลิตให้เกิดผลกำไรสูงสุดไม่ได้เป็นเป้าหมายเดียวที่จะทำให้ธุรกิจอยู่รอดยั่งยืนได้ ในทางปฏิบัติยังมีเป้าหมายอื่น ๆที่ต้องพิจารณาควบคุมให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดจึงจะทำให้ธุรกิจอยู่ยั่งยืนได้ ได้แก่

- เป้าหมายการควบคุมระดับสินค้าคงคลังเป็นอีกเป้าหมายหนึ่งที่สำคัญเพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายทางการเงินที่เกิดจากทุนที่จมไปกับสินค้าที่เก็บคงคลังไว้โดยยังไม่ขาย แต่การคงคลังมีความจำเป็นเพื่อมีสินค้าไว้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า
- เป้าหมายในการตอบสนองความพึงพอใจ (ความต้องการสินค้า) ของลูกค้าสูงสุดเพื่อรักษาลูกค้าและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน
- เป้าหมายการควบคุมค่าใช้จ่ายในการผลิตให้ต่ำสุดซึ่งสะท้อนให้เห็นประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรในการผลิตและการลดการใช้กระแสเงินสดในองค์กรให้ต่ำด้วย
- เป้าหมายการควบคุมความสูญเสียในการผลิตให้ต่ำสุดเพื่อลดต้นทุนการผลิต1และ

ควบคุมการเกิดการปรับปรุงพัฒนาระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

ดังนั้นการวางแผนการผลิตโดยคำนึงถึงเป้าหมายใดเป้าหมายหนึ่งเพียงอย่างเดียวจึงอาจไม่เพียงพอที่จะสร้างความมั่นใจให้ระดับบริหารสามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องพิจารณาจากหลายเป้าหมายไปพร้อมกัน โดยเฉพาะระบบการผลิตที่มีความซับซ้อนมาก การสร้างระบบวางแผนการที่ต้องพิจารณาพร้อมกันหลายเป้าหมายจึงมีความจำเป็นอย่างมากเพื่อช่วยในการวางแผนการผลิตให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดได้

ในการศึกษาระบบการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติเบื้องต้น พบว่า

- การวางแผนการผลิตในปัจจุบันใช้แนวทางคือ พยามยามผลิตให้เต็มกำลังผลิต โดยส่วนที่ผลิตเกินความต้องการหรือล้นคลังเก็บผลิตภัณฑ์จะถูกระบายออกโดยการส่งจำหน่ายต่างประเทศซึ่งมักจะได้ราคาต่ำมากและทำให้เกิดการขาดทุนในบางครั้ง กรณีที่ไม่สามารถระบายออกได้จะทำการลดกำลังผลิตโรงแยกก๊าซ (ซึ่งมีทั้งหมด 3 หน่วย) การลดกำลังผลิตยังไม่มีแนวทางวิเคราะห์ที่จะช่วยในการเปรียบเทียบว่าจะลดแบบใด หน่วยใด จำนวนเท่าไร จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด
- ผู้วางแผนการผลิตพยายามที่จะวางแผนการผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการและเกิดผลกำไรสูงสุด แต่ขาดเทคนิคในการวิเคราะห์ระบบเพื่อเลือกกลยุทธ์ในการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม

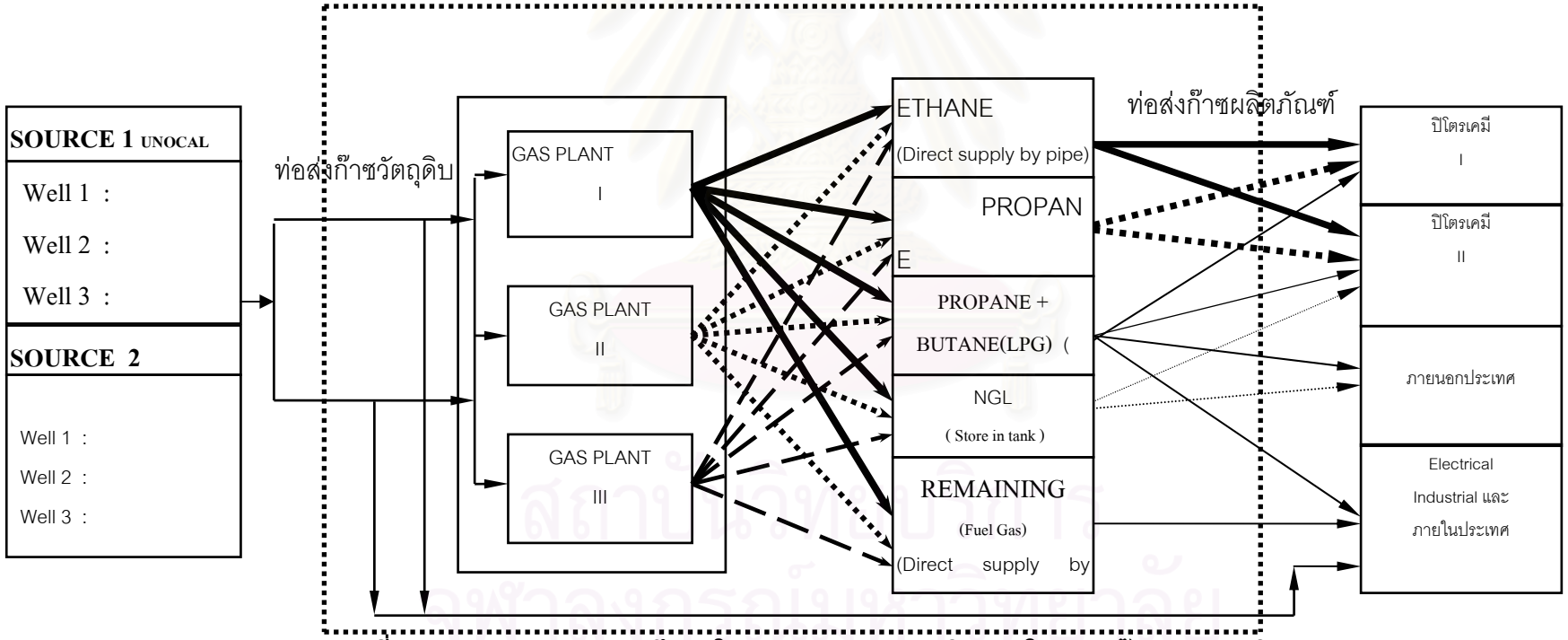
ดังนั้นการดำเนินงานวิทยานิพนธ์นี้ จึงทำการศึกษาเพื่อพัฒนาปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (รูปที่ 1.2 แสดงระบบวางแผนการผลิตของโรงแยกธรรมชาติ) ให้เหมาะสมสอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดผลกำไรสูงสุด (Optimization Approach) ที่เหมาะสม และเพื่อให้ผู้วางแผนการผลิตมีระบบในการวิเคราะห์ ใช้ในการตัดสินใจปรับกลยุทธ์ในการวางแผนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และคล่องตัว รวมทั้งสามารถทำการเลือกกลยุทธ์การผลิต (Production Strategy) แบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพเงื่อนไขขอบข่าย (Constraints) ในการผลิตจริงที่เปลี่ยนแปลง โดยใช้เทคนิคการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research: OR) ดำเนินการดังต่อไปนี้

- เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimization Approach) ที่เหมาะสม
- เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimization Approach) ที่เหมาะสม
- การวิเคราะห์ หลังจากหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้แล้ว (Post - Optimization Analysis) เพื่อการปรับแบบจำลองที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับสภาวะเงื่อนไขขอบข่าย (Constraints) ในการผลิตจริงที่เปลี่ยนแปลง เช่น
  1. ความต้องการที่เปลี่ยนแปลง
  2. ส่วนผสมของก๊าซวัตถุดิบแต่หลุมก๊าซที่เปลี่ยนแปลง
  3. ความต้องการผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลง

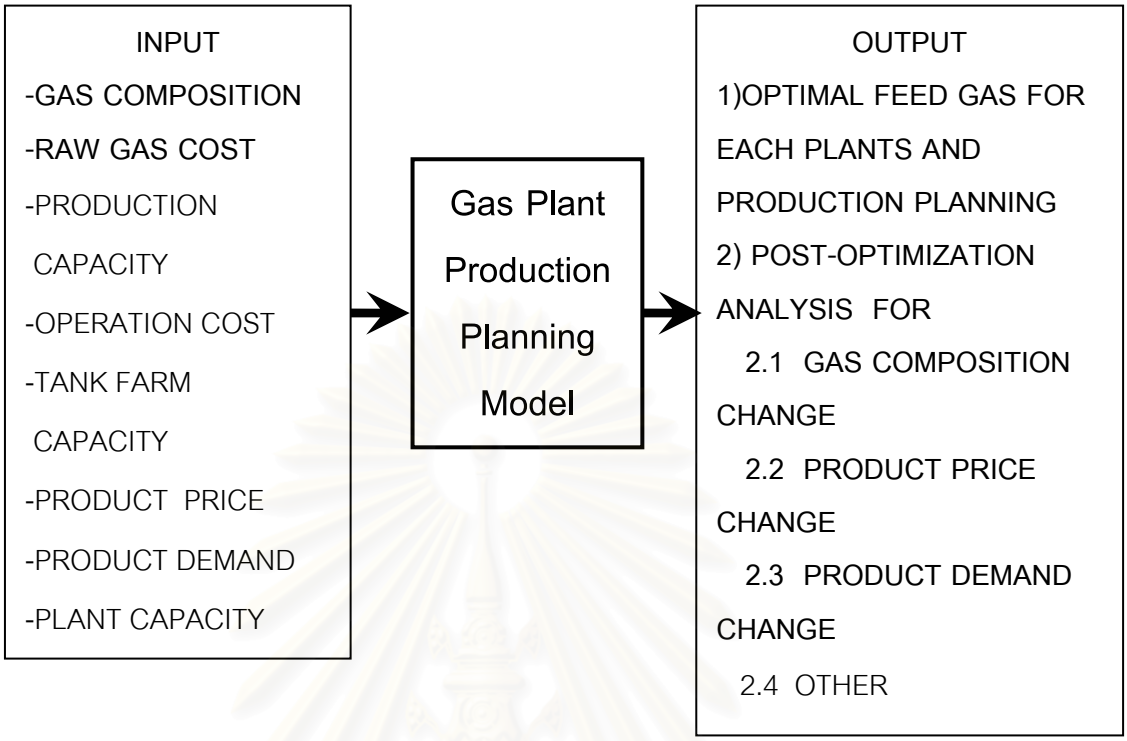
PRODUCTION OF GAS PLANT

Supplier : Raw Gas Processing Products Customers

SCOPE OF



รูปที่ 1.1 แสดงขอบข่ายการศึกษาในการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ



รูปที่ 1.2 แสดงระบบการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์

เพื่อสร้างระบบการวางแผนการผลิตสำหรับโรงแยกก๊าซธรรมชาติ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

เพื่อสร้างระบบการวางแผนการผลิตก๊าซอีเทน ก๊าซโปรเพน ก๊าซแอลพีจี และก๊าซโซลีนเหลว สำหรับโรงแยกก๊าซธรรมชาติ โดยเริ่มตั้งแต่การส่งก๊าซวัตถุดิบเข้าสู่โรงแยกก๊าซจนกระทั่งผลิตออกเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งขอบเขตงานวิจัยนี้จะไม่รวมถึงการส่งผลิตภัณฑ์ถึงลูกค้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. **ช่วยในการวางแผนการจัดสรรก๊าซวัตถุดิบส่งโรงแยกก๊าซ และวางแผนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและเกิดค่าใช้จ่ายในการผลิตที่เหมาะสม**
2. **สร้างความคล่องตัวในการปรับกลยุทธ์ในการวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านความต้องการผลิต ราคาผลิตภัณฑ์/วัตถุดิบ และปัจจัยการผลิตอื่นๆ**

3. การวางแผนการผลิตมีระบบที่มีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือ และประหยัดเวลาในการวางแผนการผลิต

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษารวบรวมระบบการผลิต และการวางแผนการผลิต

<u>วิธีการรวบรวมข้อมูล</u>

รวบรวมจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

2.1) ค้นคว้าจากเอกสาร การวางแผนการผลิตของหน่วยวางแผนการผลิต ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ

2.2) ค้นคว้าจากเอกสารการจัดส่งก๊าซวัถตุดิบของฝ่ายจัดหาและควบคุมการขนส่งก๊าซธรรมชาติ

2.3) ค้นคว้าจากเอกสารและรายงานการการจัดส่งผลิตภัณฑ์ของฝ่ายจัดหาและขนส่งผลิตภัณฑ์ และฝ่ายตลาดผลิตภัณฑ์

รวบรวมจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ

2.4) ศึกษาและสัมภาษณ์ผู้วางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ถึงข้อมูล ระบบปัจจุบันในการวางแผนการผลิต

2.5) ศึกษาร่วมกับผู้คำนวณต้นทุนการผลิต ราคาผลิตภัณฑ์และราคาวัตถุดิบ

3. สร้างแบบจำลองในการวางแผนการผลิต โดยใช้หลักการการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) ตามขั้นตอนดังนี้

3.1) การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความระบบงาน (Defining the Problem)

3.2) การสร้างแบบจำลองแทนระบบของปัญหา (Formulating a Mathematical Model)

3.3) การหาผลลัพธ์ของปัญหา (Driving Solution from the Model)

3.6) การนำไปใช้งาน (Implementation)

3.7) การทำเอกสารการใช้งาน (Documentation)

4. ทดสอบวางแผนใช้งานในกรณีต่างๆเปรียบเทียบกับแผนจริง
5. สรุปผลการพัฒนาในการวางแผนการผลิตและข้อเสนอแนะ
6. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ และนำเสนอผลงาน

บทที่ 2

ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การวิจัยดำเนินงาน (Operation Research)

การวิจัยดำเนินงาน เป็นวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้หาผลลัพธ์เพื่อเป็นข้อมูลใช้ในการช่วยตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการดำเนินงานหรือปฏิบัติการของระบบหรือองค์กร ซึ่งคำว่า ปัญหา ในความหมายของการวิจัยดำเนินงาน จะเกี่ยวข้องเฉพาะกับการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมในองค์กร ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาในการวิจัยดำเนินงานจะใช้กระบวนการเดียวกับการวิจัย ดังนั้นจึงเรียกว่า การวิจัยดำเนินงาน และในทางปฏิบัติ คำว่า การวิจัยดำเนินงาน อาจใช้คำว่า วิทยาการการจัดการ (Management Science) ซึ่งให้ความหมายอย่างเดียวกัน กระบวนการการวิจัยดำเนินงานจะเริ่มตั้งแต่การหาหรือจัดตั้งปัญหา การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา การสร้างแบบจำลองแทนปัญหาจริง (รูปแบบจำลองที่ใช้ส่วนใหญ่ คือ รูปแบบทางคณิตศาสตร์) จากนั้นจะทำการตรวจสอบรูปแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่ามีความถูกต้องที่จะใช้หาคำตอบที่ถูกต้องและให้คำตอบที่มีความละเอียดเพียงพอตามความต้องการของปัญหา ในการหาผลลัพธ์จากรูปแบบจำลองที่สร้างขึ้นอาจมีการปรับแต่งให้เหมาะสมกับความต้องการหรือเหมาะสมกับความจริงที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งการปรับรูปแบบจำลองปัญหาเพื่อใช้ทดสอบกลยุทธ์หรือทางเลือกที่ต้อการทดสอบ และใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากแต่กลยุทธ์หรือทางเลือกที่ทดสอบเป็นข้อมูลในการช่วยตัดสินใจเลือกกลยุทธ์หรือทางเลือกที่เหมาะสมตามเป้าหมายของระบบหรือปัญหานั้นๆ ซึ่งเป็นการผนวกการพิจารณาปัญหาในแง่ของการจัดการไว้ด้วย ดังนั้นการวิจัยดำเนินงานจึงมิใช่เป็นการวิจัยงานที่จะมองในแง่มุมของวิทยาศาสตร์อย่างเดียว แต่ยังมองในแง่ของการตัดสินใจทางการจัดการด้วย

1. ขั้นตอนการวิจัยดำเนินงาน
   - 1.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความระบบงาน (Defining the Problem)
   - 1.2 การสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์แทนระบบของปัญหา (Formulating a Mathematical Model)
   - 1.3 การหาผลลัพธ์ของปัญหา(Driving Solution from the Model)
   - 1.4 การทดสอบความถูกต้องของรูปแบบทางคณิตศาสตร์แทนระบบของปัญหา (Testing the Model)
   - 1.5 การนำไปใช้งาน (Implementation)
   - 1.6 การทำเอกสารการใช้งาน (Documentation)

ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ในการวิจัยดำเนินงาน แสดงรายละเอียดในหัวข้อ 2.1.2 ถึง 2.1.5

2.1.2 เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming Technique)

การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research: OR) ที่ใช้รูปแบบฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์อธิบายแทนระบบ/ปัญหาที่จะดำเนินการศึกษา โดยฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตที่ใช้แทนระบบทั้งหมดเป็นฟังก์ชั่นเชิงเส้นตรง

ส่วนคำว่า “โปรแกรม (Programming)” เนื้อแท้ของความหมายที่ต้องการหมายถึงคือ การวางแผน (Planning) ดังนั้นการโปรแกรมเชิงเส้นตรง จึงหมายถึง การใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นฟังก์ชั่นเชิงเส้นตรงแทนปัญหาหรือระบบที่ต้องการศึกษาเพื่อวางแผนกิจกรรมให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Optimization) ตามเป้าหมายของระบบหรือปัญหานั้นๆ

โดยทั่วไปโครงสร้างของปัญหาหรือระบบแบบเชิงเส้นตรงจะประกอบด้วยเป้าหมายของปัญหาหรือระบบ และข้อจำกัดปัจจัยของระบบ ดังนั้นในการโปรแกรมเชิงเส้นตรงของปัญหาใดๆจึงสามารถเขียนในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

1) สมการเป้าหมาย : Maximize $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$

2) สมการขอบข่าย : $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$

: $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$

: . .

: . .

: . .

: $a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$

$x_i \geq 0 ; \quad i = 1,2,\dots , n$

โดยมี $Z = F(x_i)$ เป็นสมการเป้าหมาย

x_i เป็นค่าตัวแปรที่กำหนดค่าของปัจจัย

a_{ij} , C_j เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่มีค่าคงที่

b_j เป็นปริมารค่าจำกัดของทรัพยากร หรือ ปัจจัย

หลังจากสร้างรูปแบบคณิตศาสตร์เชิงเส้นตรงดังโครงสร้างข้างต้นเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่กำหนดในรูปแบบ โดยมีวิธีหาผลลัพธ์หลายวิธีดังนี้

<u>กรณีมีตัวแปร 2 ตัว</u>

1) วิธีจำกัดขอบข่ายของคำตอบ (Direct Elimination Method)
2) วิธีอนุมานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Deduction Method)

3) วิธีกราฟ (Graphical Method)

ทั้งสามวิธีข้างต้นสามารถให้คำตอบ ดีที่สุดได้

<u>กรณีมีตัวแปรมากกว่า 2 ตัว</u>

1) วิธีทางพีชคณิตทั่วไป (General Algebraic Method)

ไม่สามารถให้ผลลัพธ์ดีที่สุดได้ทุกกรณี เนื่องจากใช้วิธีทางพีชคณิตแก้สมการเฉพาะสมการขอบข่าย ไม่ได้รวมเอาสมการเป้าหมายไว้ด้วย ดังนั้นกรณีสมาการขอบข่ายเป็นอสมการ การแก้อสมการจะไม่ให้ได้คำตอบค่าเดียว คำตอบที่ได้จึงยังไม่ดีที่สุด

2) วิธี Simplex Method

เป็นวิธีทางพีชคณิตเช่นเดียวกับวิธีในข้อ 1) แต่อาศัยหลักทางเรขาคณิตในการหาจุดตัดของขอบข่าย แล้วนำจุดตัดที่เกิดจากการตัดกันของสมการขอบข่ายทั้งหมดมาทดสอบเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

2.1.3 เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนจริง

เป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรมเส้นตรงอีกรูปแบบหนึ่ง โดยตัวแปรที่ควบคุมได้ (Decision Variable) เป็นค่าจำนวนเต็ม หากตัวแปรทั้งหมดเป็นค่าจำนวนเต็ม เรียกว่า การโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนจริงบริสุทธิ์(Pure Integer Linear Programming) กรณีที่บางตัวแปรเป็นจำนวนเต็ม บางตัวแปรเป็นจำนวนต่อเนื่อง เรียกการโปรแกรมแบบนี้ว่า การโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนจริงผสม(Mixed Integer Linear Programming)

การที่ตัวแปรเป็นจำนวนจริงนั้น หมายความว่า ตัวแปรนั้นมีค่าเป็นจำนวนจริงได้เท่านั้น หากเป็นค่าแบบอื่นจะไม่มีความหมาย เช่น คน,รถ,เครื่องจักร จะมีค่าเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น จะนับเป็นเศษส่วนไม่ได้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบนี้เป็นกับที่ตัวแปรมีค่าได้ 2 ค่า คือ “1” หรือ “ 0” หรือ ใช้ในความหมายของ “ ใช่ “ หรือ “ไม่ใช่” เราเรียกการโปรแกรมที่ตัวแปรมีค่า 2 ค่า แบบนี้ว่า การโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนเต็มสองค่า(Binary Integer Linear Programming) ซึ่งลักษณะการโปรแกรมแบบนี้ จะให้ค่าคำตอบของตัวแปรในลักษณะของการบอกการตัดสินใจว่า ควรทำ หรือ ไม่ควรทำ เลือกหรือ ไม่เลือก เป็นต้น นอกจากนี้การโปรแกรมแบบนี้ยังประยุกติใช้ในกรณีต่าง ๆได้มากมาย เช่น

- ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งถูกพิจารณาเลือกก็ต่อเมื่ออีกตัวแปรหนึ่งถูกเลือก
- การเลือกสมการขอบข่ายใดจากสมการขอบข่าย 2 สมการ (Either – Or Constraint)

- การเลือก K สมการจากทั้งหมด N สมการขอบข่าย (K out of N Constraint Must Hold) เป็นต้น

2.1.4 เทคนิคการโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming)

การโปรแกรมเป้าหมายเป็นเทคนิคแบบหนึ่งของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง แต่มีโครงสร้างของโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่มีรูปแบบเฉพาะตัวโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อวิเคราะห์ตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ต้องการบรรลุเป้าหมายพร้อมกันหลายๆ เป้าหมายซึ่งแต่ละเป้าหมายอาจสอดคล้องกันหรือมีทิศทางที่ขัดแย้งกัน ทำให้ยากต่อการบรรลุทุกเป้าหมายอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นผู้ตัดสินใจจึงต้องจัดลำดับความสำคัญที่ต้องการบรรลุของแต่ละเป้าหมายและมุ่งที่จะบรรลุเป้าหมายแต่ละเป้าหมายตามลำดับความสำคัญที่กำหนดโดยผู้ตัดสินใจ หลักการการคำนวณของการโปรแกรมเป้าหมายแบบนี้ คือการลดความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายที่ผู้ตัดสินใจกำหนดไว้ให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตามลำดับความสำคัญของแต่ละเป้าหมาย ซึ่งแตกต่างจากโปรแกรมเส้นเชิงเส้นตรงที่มุ่งให้ได้เป้าหมายที่เกิดประโยชน์สูงสุดโดยตรง ไม่ได้ลดความเบี่ยงเบนจาก เป้าหมายซึ่งสามารถเขียนในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ทั่วไปของโปรแกรมเป้าหมายได้ คือ

1) สมการเป้าหมาย :

$$\text{Minimize } Z = \{ P_1 (W_{O1}D^+_1 , W_{U1}D^-_1),\ldots,P_k (W_{Oi}D^+_i , W_{Ui}D^-_i),\ldots, P_k (W_{Oi}D^+_i , W_{Ui}D^-_i) \}$$

2) สมการขอบข่าย :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n + D^+_1 + D^-_1 = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n + D^+_2 + D^-_2 = b_2$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n + D^+_n + D^-_n = b_m$$

$$x_i , D^+_i , D^-_i \geq 0 ; \qquad i = 1,2,\ldots , n$$

โดยมี $Z = F (D_i)$ เป็นสมการเป้าหมาย

D^+_i = ค่าเบี่ยงเบนทางด้านสูงกว่าเป้าหมาย i

D^-_i = ค่าเบี่ยงเบนทางด้านต่ำกว่าเป้าหมาย i

W_{Oi} = น้ำหนักของลำดับความสำคัญของค่าเบี่ยงเบนที่สูงกว่าเป้าหมาย i

W_{Ui} = น้ำหนักของลำดับความสำคัญของค่าเบี่ยงเบนที่ต่ำกว่าเป้าหมาย i

P_k = ลำดับความสำคัญของเป้าหมาย i

x_l = เป็นค่าตัวแปรที่กำหนดค่าของปัจจัย

a_{ij} = เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่มีค่าคงที่

b_j = เป็นปริมาณค่าเป้าหมาย i

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการแก้ไขปัญหาโปรแกรมเป้าหมายสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการแก้ไขปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป โดยใช้เทคนิค ที่เรียกว่า Sequential linear Goal Programming (SLGP) ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถใช้แก้ไขปัญหากับโปรแกรมเป้าหมายทั้งกับสมาการเชิงเส้นตรง และสมาการที่ไม่เป็นเส้นตรง และกับสมการที่ต่อเนื่องและที่ไม่ต่อเนื่อง วิธีการของ SLGP มีขั้นตอนโดยละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1. กำหนด k = 1 (k คือ ลำดับความสำคัญของเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่กำลังพิจารณาอยู่ ส่วน K คือ จำนวนเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ทั้งหมดของแบบจำลอง)

ขั้นตอนที่ 2. สร้างสมการแบบจำลองโปรแกรมเป้าหมายสำหรับเป้าหมายลำดับที่ k ที่กำลังพิจารณาอยู่เท่านั้น โดยใช้สมการเป้าหมาย Minimize $z_k = P_k (W_{Oi}D^+_i , W_{Ui}D^-_i)$ ภายใต้สมการขอบข่ายเป้าหมายที่เกี่ยวข้องลำดับ k นี้เท่านั้น (จะเห็นว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นในระดับ k นี้ จะอยู่ในรูปของโปรแกรมเชิงเส้นตรงทั่วไปนั่นเอง ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแก้ไขโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่ใช้กันอยู่ทั่วไปได้)

ขั้นตอนที่ 3. หาผลลัพธ์แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรงระดับ k ที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 2. ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแก้ไขปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรง ซึ่งจะได้ผลลัพธ์

z^*_k เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของ $P_k (W_{Ok}D^+_k , W_{Uk}D^-_k)$

ขั้นตอนที่ 4. ให้ k = k + 1 โดย ถ้า k มากกว่า K ให้ไปทำขั้นตอนที่ 7.

ขั้นตอนที่ 5. สร้างสมการแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรงสำหรับเป้าหมายระดับต่อไป k ดังนี้

Minimize $z_k = P_k (W_{Ok}D^+_k , W_{Uk}D^-_k)$

$$\sum_n a_{tn}x_n + W_{Ot}D^+_t + W_{Ut}D^-_t = b_t$$

$z^*_s = P_s (W_{Os}D^+_s , W_{Us}D^-_s)$ คือ สมการขอบข่ายใหม่ที่สร้างจากผลลัพธ์ของระดับที่แล้ว(k-1)

$x_n , W_{Ot}D^+_t , W_{Ut}D^-_t \geq 0$

เมื่อ s = {1,…,k-1}

t คือ เซ็ทของดรรชนี ของเป้าหมายลำดับที่ 1,2,…,k.

ขั้นตอนที่ 6. ไปทำขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 7. หยุด.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองปัญหาลำดับสุดท้าย (X^*_n(ตัวแปรควบคุม)) คือ ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของแบบจำลองโปรแกรมเป้าหมายที่ต้องการ

2.1.5 การวิเคราะห์หลังจากหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้แล้ว (Post-Optimization Analysis)

เนื่องจากเมื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของรูปแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้แล้ว ในทางปฏิบัติจะพบว่า มีองค์ประกอบของรูปแบบจำลองบางองค์ประกอบมีค่าเปลี่ยนแปลงไป หรือ มีความจำเป็นหรือต้องการที่จะเปลี่ยนองค์ประกอบเพื่อหาแนวทางใหม่ที่ เหมาะสมกว่า เช่น

- พารามิเตอร์ ตัวแปร หรือค่าคงที่เปลี่ยนไปจากเดิมหรือการประมาณค่าไม่ถูกต้อง
- รูปแบบจำลองเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีเครื่องจักรเพิ่มขึ้น เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้นอาจเป็นแบบชั่วคราวหรือเปลี่ยนแปลงเบี่ยงเบนไปมาจากเดิมอยู่เสมอ ดังนั้นการจะสร้างรูปแแบบใหม่ทุกกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงจะเป็นการเสียเวลาหรือต้องทำงานการคำนวณเพิ่มอีกมากมายเป็นการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ การใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลังจากหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้แล้วเพื่อช่วยวิเคราะห์หาคำตอบจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพกว่า ซึ่งมีหลายแบบโดยมีแบบหลักๆ ดังนี้

1) การหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดใหม่ (Re - optimization)

สามารถใช้กับการหาผลลัพธ์แบบ Simplex Method ใช้กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบจำลองเล็กน้อย การหาคำตอบจึงไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่แต่ให้พิจารณาปรับจากตารางหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของรูปแบบเดิมหา เป็นการต่อยอดจากเดิมช่วยในการเข้าถึงจึงที่ดีทีสุดใหม่ได้เร็วขึ้น

2) Shadow Prices

Shadow Prices คือผลต่างระหว่างผลลัพธ์ (ค่า Z) ของผลลัพธ์เดิมที่หาได้ กับผลลัพธ์ใหม่ที่ได้จากการเปลี่ยน b_j (ค่า b_j คือจำนวนทรัพยากรที่มี) การหาค่า Shadow Prices จะช่วยในการปรับการจัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสมหรือดีกว่าตามสภาวะการณ์

3) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

คล้ายกับ Shadow Prices แต่แตกต่างกันที่การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ ค่า Z ที่เกิดจาก การเปลี่ยนแปลงตัวแปรเพียงตัวใดตัวหนึ่งของตัวแปร a_{ij}, C_j, b_j ส่วน Shadow Prices เป็นการเปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปร b_j เท่านั้น นอกจากนี้ การวิเคราะห์ความไวยังใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่าเมื่อใช้ค่าตัวแปรใดแล้วจะได้ผลลัพธ์ถูกต้องตามจริงหรือไม่

4) Parametric Linear Programming

คล้ายกับการวิเคราะห์ความไว แต่แตกต่างกันที่ Parametric Linear Programming เป็นการวิเคราะห์เมื่อมีการเปลี่ยนพร้อม ๆกันที่เดียวหลายค่าของตัวแปรต่าง ๆของระบบ ซึ่งเป็นประโยชน์มากในการช่วยตรวจความมีสหสัมพันธ์ ในทางปฏิบัติ โดยทั่วไปมักจะเรียกการวิเคราะห์หลังจากหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้แล้ว(Post- Optimization Analysis) ไม่ว่าจะเป็นแบบไหนทั้ง 4 แบบข้างต้น ว่า การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. klein, grubbstrom, 1997

กล่าวถึงการพัฒนาระบบในการจัดการวางแผนการผลิต โดยใช้โปรแกรม OPTRANS object หลักการที่ใช้ใน OPTRANS object ประกอบด้วย 2 หลักการหลัก ๆ คือ 1) หลักการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimization Approach) ซึ่งใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เช่น การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ,Dynamic Programming เป็นต้น 2.) หลักการการจำลองแบบปัญหา (Simulation Approach) ช่วยในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนไป โดยอาศัยผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จาก Optimization Approach เป็นจุดเริ่มต้น (Initial Status) ซึ่งจะทำให้สามารถหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้น ในการจำลองแบบปัญหาของงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ระบบความเชี่ยวชาญ(Expert System) แบบ IF_THEN Rule ในการสร้างเงื่อนไขขอบข่าย เช่น ขอบข่ายระดับการผลิต และ ขอบข่ายระดับการสั่งซื้อวัตถุดิบ เป็นต้น ซึ่งช่วยในการสร้างขอบข่ายเชิงเหตุผลได้ แทนที่จะเป็นขอบข่ายทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว

2. Ordamar, Bazyel, Birbil, 1996

งานวิจัยนี้กล่าวถึงระบบวางแผนการผลิตแบบหลายระดับ โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการหาคำตอบตามเป้าหมายที่ต้องการในแต่ละระดับของการตัดสินใจหรือแต่ละระดับของการวางแผนการผลิตและใช้คำตอบของระดับก่อนหน้าเป็นข้อมูลใส่เข้าแบจำลองของในการวางแผนระดับถัดไป ในงานวิจัยได้แบ่งระดับการตัดสินใจไว้ 4 ระดับโดยเริ่มจาก 1) การวางแผนชนิดผลิตภัณฑ์ (The Production Type Level) 2) การวางแผนจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ (The Product Family Level) โดยใช้จำนวนและชนิดผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากแบบจำลองของระดับที่แล้วมาเป็น INPUT สำหรับแบบจำลองในระดับนี้ 3) วางแผนผลิตระดับชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ (The End Item Level) 4) การจัดตารางแผนการผลิตหลัก (Master Production Schedule) ระบบวางแผนการผลิตที่สร้างขึ้นนี้ช่วยในการวางแผนผลิตที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เมื่อผลที่ได้ในระดับที่ 4 ไปใช้เชื่อมโยงกับโปรแกรม MRP จะทำให้ MRP มีประสิทธิผลเชิง

ประโยชน์สูงสุด (Optimization Approach) ด้วย แทนที่จะมีประสิทธิภาพเชิงจัดการการผลิตเพียงอย่างเดียว

3. Kakumanu, 1998

งานวิจัยนี้ กล่าวถึงการวางแผนปริมาณการผลิตเชิงเศรษฐศาสตร์ ที่ให้ผลตอบแทนตามอัตราที่ต้องการโดยใช้แบบจำลอง ต้นทุน- ปริมาณ - กำไร (Cost-Volume-Profit Model : CVP Model) ซึ่งแต่เดิมใช้ได้กับการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว แต่ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองดังกล่าวให้สามารถใช้กับการหาปริมาณการผลิตสำหรับหลาย ๆผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับสภาวะการผลิตจริงมากขึ้น

4. LeBlanc, Shtub, Anandalingam,1995

กล่าวถึง การพัฒนาแบบจำลองการจัดสรรงาน (Assignment Problem: AP) ซึ่งเป็นจำลองที่รู้จักกันดีในวิชาการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) และเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการจัดสรรงานเดียวให้กับแต่ละเครื่องจักร (Single Task to Each Agent) ให้สามารถใช้กับการจัดสรรงานหลายงานให้กับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง (Multiple Task to Each Agent) และเรียกแบบจำลองนี้ว่า การจัดสรรงานทั่วไป (General Assignment Problem: GAP) นอกจากนี้ได้พัฒนาให้สอดคล้องกับสภาพงานจริงมากขึ้น โดยขยายแบบจำลองข้างต้นให้สามารถใช้กับงานที่ต้องการวัตถุดิบหลายชนิด (Multi-Resources) ในการผลิตในแต่ละเครื่องจักร และได้พัฒนาขยายแบบจำลองเพิ่มเติมอีกให้สามารถใช้กับงานที่ต้องใช้เวลาติดตั้ง (Set up Time) และค่าใช้จ่ายในการปรับเครื่องจักรเมื่อเริ่มผลิตผลิตภัณฑ์ต่างจากชนิดเดิม และเรียกแบบจำลองทั้งสองชนิดว่า การจัดสรรงานทั่วไปแบบใช้วัตถุดิบหลายชนิด (Multi-Resources Generalized Assignment Problem: MRGAP) และการจัดสรรงานทั่วไปแบบใช้วัตถุดิบหลายชนิดแบบมีการปรับแต่งเครื่องจักร (Multi-Resources Generalized Assignment Problem with Set Up: MRGAPS)

5. Srebranig, Krishnamurth,1997

งานวิจัยนี้มีสาระครอบคลุมถึง การใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงในการหาคำตอบเกี่ยวกับปริมาณการผลิตที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองทางด้านเศรษฐศาสตร์จุลภาคสำหรับการผลิต เพื่อหาปริมาณการผลิตที่ทำให้เกิดกำไรสูงสุด และปริมาณการผลิตที่หาได้ไปใช้ในการการวางแผนการผลิตต่อไป

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโปรแกรมเป้าหมาย

1. Lawrence, Burbridge ,1976

ได้พัฒนาใช้การโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming : GP) กับแบบจำลองในการวางแผนการผลิตและการพลาธิการที่ต้องการบรรลุเป้าหมายหลาย

เป้าหมายพร้อมกัน คือ เพื่อให้เกิดรายได้สูงสุด มีค่าใช้จ่ายในการผลิตและมีการขนส่งน้อยที่สุด และสามารถผลิตตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุดภายใต้เงื่อนไขของกำลังผลิตที่จำกัด งบประมาณที่จำกัด ความต้องการผลิตภัณฑ์และความสามารถในการคงคลังพัสดุจำกัด

2. Lee, Clayton, Taylor,1978

ศึกษาการใช้การโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming : GP) ในการสร้างแบบจำลองสำหรับงานวางแผนตารางการผลิต (Scheduling) ที่มีผลิตภัณฑ์หลายชนิด สามารถผลิตในหลายสายการผลิต โดยผู้วางแผนการผลิตต้องการให้บรรลุหลายเป้าหมายพร้อมกัน ได้แก่ สามารถตอบสนองความต้องของลูกค้ามากมี่สุด ใช้ค่าใช้ในการผลิตน้อยที่สุด ใช้การทำงานล่วงเวลาในการผลิตน้อยที่สุด เป็นต้น

3. Ignizio, Perlio, 1979

ศึกษาการแก้ไขปัญหาการโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming : GP) ด้วยวิธี Sequential Linear Goal Programming (SLGP) โดยประยุกต์ใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้แก้ไขปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่ใช้กันอยู่ทั่วไป พบว่าโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ Linear Programming ที่ใช้อยู่ทั่วไปมีความสามารถในการแก้ไขปัญหา GP ได้เช่นกัน และมีการพัฒนาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ Linear Programming ให้สามารถใช้หลักการ SLGP ได้สะดวก โดยโปรแกรมสามารถสร้างสมการขอบข่ายใหม่ในแต่ละระดับความสำคัญของเป้าหมายหลัก

4. Arthur, Lawrence,1980

ศึกษาการใช้การโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming : GP) ในการกำหนดส่วนผสมของสารเคมีที่มาจากแหล่งต่าง ๆที่มีส่วนผสมต่างกัน เพื่อมาผลิตสารเคมีที่มีร้อยละของส่วนผสมอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

5. Arthur, Lawrence, 1982

พัฒนาการโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming : GP) มาใช้ในการวางแผนการผลิตภัณฑ์ยาหลายชนิดจากหลายโรงงานในพื้นที่ต่าง ๆ และรวมทั้งการขนส่งยาไปแหล่งต่าง ๆให้เพียงพอความต้องการ

6. Sarma, Sellami, Hauam , 1993

ศึกษาการประยุกต์ใช้ Lexicographic Goal Programming สำหรับ 2 กรณีศึกษาดังนี้ กรณีศึกษาที่ 1 การหาส่วนผสมของคาร์บอนที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซี่ยมคาร์ไบค์ที่เหมาะสม กรณีศึกษาที่ 2 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ในการวางแผนการ

ผลิตทอผ้า พบว่า GP สามารถประยุกต์ใช้ได้และให้ข้อมูลแง่มุมต่าง ๆ ของการใช้ทรัพยากรที่ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เป้าหมายต่าง ๆ ที่ต้องการ

7. LYU, Gunasekaran, Chen, Kao, 1995

ศึกษาการจัดการระบบวางแผนผสมถ่านหินแต่ละประเภทที่เหมาะสมสำหรับโรงผลิตไฟฟ้าแต่ละหน่วยโดยใช้การโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming : GP) และได้พัฒนาสร้างระบบในการวางแผนผสมถ่านหินให้กับโรงไฟฟ้าโดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นภายใต้เป้าหมายให้ได้ส่วนผสมถ่านหินที่สม่ำเสมอ ทำให้หม้อไอน้ำมีประสิทธิภาพที่เหมาะสม และไม่สร้างผลกระบทต่อสิ่งแวดล้อมโดยการปล่อยของเสียที่เกิดขึ้นจาการเผาไหม้ถ่านหินให้น้อยสุดและอยู่ในค่าควบคุม

8. Hyun Choi, Seok Ahn, Hee Han, 1998

ศึกษาการวางแผนระบบโครงสร้างกำลังพลและอาวุธ โดยใช้ การโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming : GP) และ Sequential Linear Goal Programming ในการตัดสินใจจัดหาทรัพยากรทางทหารของประเทศ แบบจำลองที่สร้างขึ้นภายใต้เป้าหายที่ขัดแย้งกัน คือ ปริมาณความต้องการสูงสุด, งบประมาณใช้น้อยที่สุด และมีอาวุธและทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ (วัดโดย Effective Units คูณ จำนวนอาวุธ) และมีการปรับปัจจัยต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงรวมทั้งระดับความสำคัญของเป้าหมาย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

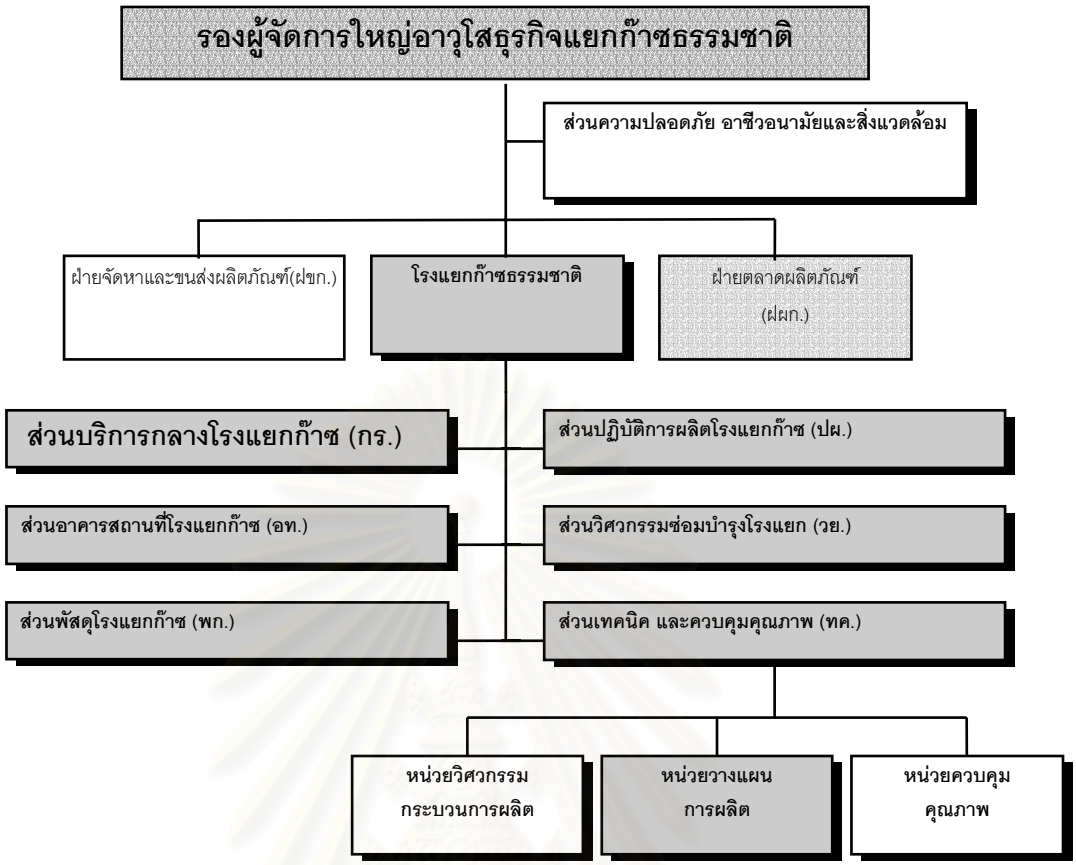
สภาพปัจจุบันของระบบ และ การรวบรวมข้อมูล

ในบทนี้แสดงสภาพปัจจุบันของระบบและแสดงผลการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติที่จะนำไปใช้ในการคำนวณในแบบจำลองของระบบการวางแผนการผลิตที่จะสร้างขึ้น

3.1 โรงแยกก๊าซธรรมชาติ

โรงแยกก๊าซธรรมชาติ ประกอบด้วยโรงแยกก๊าซจำนวน 3 หน่วย ทำหน้าที่แยกก๊าซไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆที่เป็นส่วนผสมอยู่ในก๊าซธรรมชาติ (ก๊าซวัตถุดิบ) ที่ขุดเจาะจากแหล่งผลิตก๊าซในอ่าวไทย เพื่อนำก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ผสมอยู่แต่ละชนิดส่งเป็นผลิตภัณฑ์ให้เป็นวัตถุดิบแก่อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเพื่อใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ทางปิโตรเคมีที่มี คุณค่ามากขึ้นกว่าที่จะใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวโดยไม่แยกก๊าซที่เป็นโยชน์ออกมาใช้งาน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกก๊าซประกอบด้วย

- <u>ก๊าซอีเทน</u> (Ethane) เพื่อส่งให้อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเม็ดพลาสติก เส้นใยพลาสติกชนิดต่าง ๆ
- <u>ก๊าซโปรเพน</u> (Propane) เพื่อส่งให้อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเม็ดพลาสติก
- <u>ก๊าซโปรเพน+บิวเทน หรือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว</u> (Liquid Petroleum Gas: LPG) เพื่อส่งให้อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเม็ดพลาสติกบางส่วน และใช้เป็นเชื้อเพลิงหุ้มต้ม การเชื่อมโลหะ โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทและส่งออกตลาดต่างประเทศ
- <u>ก๊าซโซลีนเหลว</u> (Natural Liquid Gasoline: NGL) เพื่อส่งให้อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นใช้เป็นวัตถุดิบ ใช้ทำสารละลาย และโรงกลั่นน้ำมันใช้ในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง และส่งออกตลาดต่างประเทศ
- <u>ก๊าซมีเทน (Metane) และก๊าซส่วนที่เหลือจากการผลิต</u> เป็นก๊าซส่วนที่เหลือจากการแยกก๊าซส่วนอื่นออกจากก๊าซธรรมชาติ จะถูกส่งกลับไปผสมกับก๊าซธรรมชาติเพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า และอุตสาหกรรมต่าง ๆ

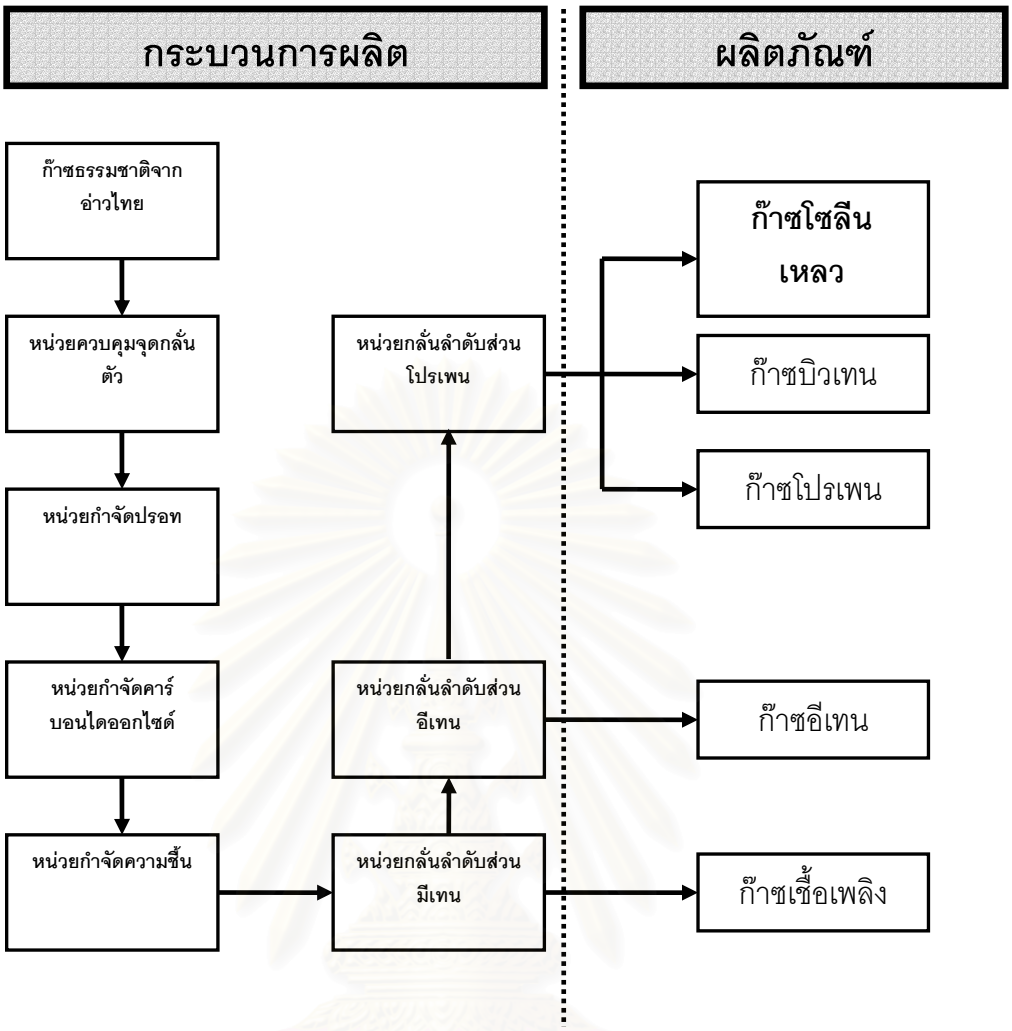


รูปที่ 3.1 **แสดงโครงสร้างการบริหารองค์กร**

3.2 กระบวนการผลิตของโรงแยกก๊าซ

กระบวนการผลิต

1. **ส่งก๊าซวัตถุดิบจากหลุมก๊าซต่าง ๆ โดยทางท่อขนาด 34 นิ้ว และ 36 นิ้ว ไปยังโรงแยกก๊าซทั้ง 3 หน่วย**
2. **ผ่านกระบวนการแยกก๊าซของแต่ละหน่วย ดังนี้**
   - **หน่วยควบคุมจุดกลั่นตัว**
   - **หน่วยกำจัดปรอท**
   - **หน่วยกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์**
   - **หน่วยกำจัดความชื้น**
   - **หน่วยกลั่นลำดับส่วน มีเทน**
   - **หน่วยกลั่นลำดับส่วน อีเทน**
   - **หน่วยกลั่นลำดับส่วน โปรเพน**



รูปที่ 3.2 **แสดงกระบวนการแยกก๊าซ**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 ลูกค้า (Customer : k)

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด คือ ก๊าซอีเทน ก๊าซโปรเพน ก๊าซหุ้มต้ม และก๊าซโซลีนเหลว ถูกส่งให้ลูกค้าดังแสดงตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงลูกค้าของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

ผลิตภัณฑ์ (I)	k	ลูกค้า (k)
1 = C_2	2	อุสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นที่ 1 (NPC)
ก๊าซอีเทน	3	อุสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นที่ 2 (TOC)
2 = C_3	2	อุสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นที่ 1 (NPC)
ก๊าซโปรเพน	3	อุสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นที่ 2 (TOC)
	4	ตลาดภายในประเทศ(Domestic)
	5	ตลาดต่างประเทศ(Export)
3 = C_4	2	อุสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นที่ 1 (NPC)
ก๊าซบิวเทน	3	อุสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นที่ 2 (TOC)
	4	ตลาดภายในประเทศ(Domestic)
	5	ตลาดต่างประเทศ(Export)
4 = C_5	2	อุสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นที่ 1 (NPC)
ก๊าซโซลีนเหลว	3	อุสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นที่ 2 (TOC)
	4	ตลาดภายในประเทศ(Domestic)

REMARK: C1,C2,C3,C4,C5+ = PRODUCT CODE

3.4 กำลังผลิตของโรงแยกก๊าซ (Plant Capacity : PC_j)

การกำหนดกำลังผลิตของโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วย จะใช้ปริมาณของก๊าซวัตถุดิบสูงสุดต่อวันที่สามารถส่งเข้าผลิตในกระบวนการผลิตของโรงแยกก๊าซโดยใช้หน่วยวัดกำลังผลิตเป็นล้านลูกบากศ์ฟุตมาตรฐานต่อวัน (Million Standard Cubic Feet per Day; SCFD)

ตารางที่ 3.2 แสดงกำลังผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติแต่ละหน่วย

วัตถุดิบ	หน่วยวัด	โรงแยกก๊าซ หน่วยที่ 1	โรงแยกก๊าซ หน่วยที่ 2	โรงแยกก๊าซ หน่วยที่ 3	รวม
ก๊าซธรรมชาติ	ล้าน ล.บ.ฟุต/วัน	360	260	360	980

3.5 ก๊าซวัตถุดิบ (Feed GAS)

วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงแยกก๊าซได้จากก๊าซธรรมชาติจากแหล่งผลิตในอ่าวไทย ปัจจุบันแหล่งก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทยประกอบด้วยก๊าซจากหลุมต่าง ๆที่ส่งมายังโรงแยกก๊าซธรรมชาติทั้ง 3 หน่วย จำนวน 10 แหล่ง แต่ละแหล่งมีส่วนผสมของก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่เป็นก๊าซผลิตภัณฑ์หลัก ๆ 4 ชนิด และก๊าซอื่น ๆ คือ

ก๊าซผลิตภัณฑ์ คือ ก๊าซอีเทน (C2) ก๊าซโปรเพน (C3) ก๊าซบิวเทน (C4) ก๊าซโซลีนเหลว (C5+) และก๊าซอื่น ๆ คือ ก๊าซมีเทน (C1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เป็นต้น

3.6 ส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุดิบ (Product Gas Composition in Feed Gas: C_{ilj})

ในก๊าซวัตถุดิบจากท่อประธานแต่ละท่อมีส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดแตกต่างกันโดยวัดเป็น ร้อยละของโมล (Percentage Mole) การวัดร้อยละของโมลของก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุดิบจะให้วิธีการเก็บตัวอย่างจากก๊าซวัตถุเป็นประจำทุกวันและนำไปวิเคราะห์หาส่วนผสมโดยวิธีก๊าซโคโมโตรมากราฟี่ (Gas Chromotromagraphy Method) ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมี ตารางที่ 3.3 แสดงค่าเฉลี่ยส่วนผสมผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละของโมล

ตารางที่ 3.3 แสดงส่วนผสมของก๊าซวัตถุดิบของท่อประธาน

ผลิตภัณฑ์	ท่อประธาน (I)	ส่วนผสมก๊าซธรรมชาติโดยเฉลี่ย(%โมล		
		ปี41	ปี42	ปี43
C_1 มีเทน	1 = 34"	66.497	66.623	66.036
	2 = 36"	68.589	64.868	64.145
C_2 อีเทน	1 = 34"	8.553	8.592	8.599
	2 = 36"	7.258	7.843	8.654
C_3 โปรเพน	1 = 34"	4.332	4.421	4.529
	2 = 36"	3.646	4.010	4.427
C_4 บิวเทน	1 = 34"	1.940	1.882	2.006
	2 = 36"	1.724	1.846	2.089
C_5+ เพนเทน ขึ้นไป	1 = 34"	0.638	0.658	0.672
	2 = 36"	0.766	0.854	0.823

ข้อมูลส่วนผสมผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละของโมล ของแต่ละเดือนที่ใช้ในการคำนวณในแบบจำลอง แสดงอยู่ใน ตารางที่ ก.3 (ภาคผนวก ก, หน้า 75.)

3.7 กำลังการส่งก๊าซวัตถุดิบ (Feed Gas Pipeline Transportation Capacity: FC_l)

ก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทย แต่ละแหล่งมีปริมาณส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดแตกต่างกัน และจะถูกนำมาผสมเป็นก๊าซวัตถุดิบ (Feed Gas) สำหรับโรงไฟฟ้าและโรงแยกก๊าซทั้ง 4 หน่วย โดยขนส่งทางท่อส่งก๊าซหลักจำนวน 2 เส้น ซึ่งเรียกว่า ท่อประธานเส้นที่ 1 และ 2 โดยมีกำลังการส่งก๊าซดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงกำลังส่งก๊าซวัตถุดิบของท่อประธาน

ท่อส่งก๊าซวัตถุดิบ	ความดันก๊าซ (บาร์เกลจ์)	กำลังการส่งก๊าซสูงสุด (ลูกบาทศ์ฟุตมาตรฐานต่อวัน)
ท่อประธานเส้นที่ 1 ขนาด 34 นิ้ว	44	765
ท่อประธานเส้นที่ 2 ขนาด 36 นิ้ว	44	950

3.8 ราคาผลิตภัณฑ์ (Product Price : P_{ikt})

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นผลิตภัณฑ์ทางด้านปิโตรเลี่ยม และเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อส่งขายเป็นวัตุดิบสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี การกำหนดราคาจึงกำหนดอ้างอิงกับราคาประกาศผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมของตลาดสำคัญๆของโลก เช่น อ้างอิงกับราคาประกาศผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ณ.ตลาดสิงค์โปร เป็นต้น เมื่อราคาประกาศผลิตภัณฑ์ปิโตรเลี่ยมของตลาดที่อ้างอิงเปลี่ยนก็จะคำนวณราคาซื้อขายตามสูตรราคาที่ตกลงกันซึ่งในสูตรราคาดังกล่าวจะมีราคาประกาศของปิโตรเลียมเป็นตัวแปรอ้างอิงอยู่

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เดียวกันแต่ขายให้ลูกค้าต่างกันจะมีราคาไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับสูตรราคาที่ตกลงกัน ซึ่งการตกลงสูตรราคาที่ต่างกันนี้ ผู้ซื้อผู้ขายจะพิจารณาจากความได้เปรียบความเสียเปรียบในปัจจัยการผลิตของตน รวมทั้งค่าใช้จ่าย ต้นทุน ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ตนผลิต และตลาดผลิตภัณฑ์ของตนเอง การที่ราคาผลิตภัณฑ์เดียวกันมีราคาต่างกันทำให้การวางแผนการผลิตจะต้องวางแผนให้เหมาะสมโดยผลิตผลิตภัณฑ์ที่ให้ผลกำไรมากเป็นหลัก แต่ทั้งนี้การพิจารณาดังกล่าวก็ต้องคำนึงถึงการตอบสนองความต้องการของลูกค้า เพื่อรักษาลูกค้าหรือตลาดไว้ ดังนั้นการวางแผนการผลิตจึงมิได้พิจรณาเป้าหมายที่ผลกำไรเป็นหลักเพียงอย่าง แต่ต้องพิจารณาถึงเป้าหมายอื่นๆ เช่น การตอบสนองความต้องการหรืออุปสงค์ของลูกค้าเพื่อรักษาส่วนแบ่งตลาดไว้ เป็นต้น

ราคาขายผลิตภัณฑ์เป็นราคาที่กำหนดตามสูตรที่ได้ตกลงไว้และแปรผันตามราคาประกาศปิโตรเลียม และราคาปิโตรเลียมมีการพยากรณ์ล่วงหน้าโดยสถาบันและสำนักต่าง ๆอยู่เป็นประจำ ดังนั้นราคาผลิตภัณฑ์จึงสามารถนำค่าพยากรณ์ดังกล่าวมาคำนวณจากสูตรราคา ในทางปฏิบัติค่าพยากรณ์ราคาที่ได้จะมีความไม่แน่นอน (Uncertainty) แต่ในการคำนวณตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวางแผนการผลิตนี้ มีสมมุติฐานว่าค่าพยากรณ์ราคาที่ได้จากสูตรราคาเป็นค่ามีความแน่นอน (Deterministic)

สูตรราคาผลิตภัณฑ์ไม่สามารถแสดงได้เนื่องเป็นข้อมูลที่โรงแยกก๊าซและลูกค้าของโรงแยกก๊าซธรรมชาติไม่อนุญาติให้เปิดเผย แต่ได้แสดงราคาที่ได้คำนวณสำเร็จจากสูตรราคาไว้ในตารางที่ ก.1 (ภาคผนวก ก, หน้า 73.)

3.9 อัตราความสามารถในการแยกก๊าซ (Product Gas Recovery Rate : R_{ij})

อัตราความสามารถในการแยกก๊าซ (Recovery Rate) คือความสามารถในการแยกก๊าซผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดออกจากก๊าซวัตถุดิบ ในกระบวนการผลิตของโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วยมีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซของแต่ละผลิตภัณฑ์ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นกับการออกแบบของกระบวนการผลิตของโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วยในเบื้องต้น และประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องจักรที่เปลี่ยนไปเนื่องจากการใช้งาน ดังนั้น โรงแยกก๊าซแต่ละหน่วยจึงมีการวัดการเปลี่ยนแปลงของอัตราความสามารถในการแยกก๊าซจากข้อมูลการผลิตจริงเป็นประจำทุกเดือน เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิต และใช้ในการตัดสินใจในการหยุดโรงงาน เพื่อทำการหยุดซ่อมบำรุงใหญ่ (Plant Turnaround) ให้โรงงานมี ประสิทธิภาพดีขึ้น และมีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซ ดีขึ้น

ตารางที่ 3.5 แสดงอัตราความสามารถในการแยกก๊าซของโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วย

ผลิตภัณฑ์ (i)	อัตราความสามารถในการแยกก๊าซ (ร้อยละ)		
	โรงแยกก๊าซหน่วยที่ 1	โรงแยกก๊าซหน่วยที่ 2	โรงแยกก๊าซหน่วยที่ 3
1 = C_2	78	26	23
2 = C_3	98	92	96
3 = C_4	99	99	99
4 = C_5+	100	60	15

3.10 ปริมาณก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุดิบ (Amount of Product Gas in Feed Gas)

เนื่องจากก๊าซในท่อประธานแต่ละเส้นที่ส่งก๊าซวัตถุดิบให้กับโรงแยกก๊าซมีส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์แตกต่างกันขึ้นกับว่ามาจากส่วนผสมของก๊าซจากหลุมก๊าซใดในอ่าวไทย ในประมาณเท่าไร ดังนั้นเมื่อก๊าซวัตถุดิบดังกล่าวถูกส่งจากท่อประธานแต่ละเส้นมาทำการแยกก๊าซที่โรงแยกก๊าซก็จะทำให้ได้ผลผลิตก๊าซผลิตภัณฑ์ในประมาณที่ต่างกันขึ้นกับส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์และอัตราความสามารถในการแยกก๊าซ ของผลิตภัณฑ์ของโรงแยกก๊าซหน่วยนั้น ๆ

ดังนั้นปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่ผลิตได้จากโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วยจึงแปรผันโดยตรงกับปริมาณส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุ ปริมาณก๊าซวัตถุดิบ และอัตราความสามารถในการแยกก๊าซผลิตภัณฑ์ (Product Gas Recovery Rate)

ปริมาณก๊าซผลิตภัณฑ์ α ปริมาณก๊าซวัตถุดิบ ส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์ และ อัตราความสามารถในการแยกก๊าซ

หรือ

ปริมาณก๊าซผลิตภัณฑ์ = ปริมาณก๊าซวัตถุดิบ X ส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์ X อัตราความสามารถในการแยกก๊าซ

3.11 ค่าใช้จ่ายผันแปรหรือต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

ค่าใช้จ่ายผันแปรเป็นค่าใช้จ่ายซึ่งผันแปรโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนผลผลิตที่ผลิต โดยทั่วไปค่าใช้จ่ายผันแปรจะประกอบด้วย ค่าวัตถุดิบและค่าแรงงาน แต่เนื่องจากกระบวนการผลิตในการแยกก๊าซเป็นกระบวนการผลิตทางเคมีอย่างต่อเนื่อง ผลผลิตที่เกิดขึ้นจึงไม่ได้แปรผันตามค่าแรงงาน ดังนั้นค่าใช้จ่ายผันแปรจึงเท่ากับ ค่าวัตถุดิบเพียงอย่างเดียว ซึ่งในกรณีศึกษานี้ ค่าใช้วัตถุดิบ ก็คือ ค่าก๊าซวัตถุดิบ (Feed Gas Cost)

ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) = ค่าก๊าซวัตถุดิบ (Feed Gas Cost)

ในการซื้อก๊าซวัตถุดิบของโรงแยกก๊าซ คิดค่าใช้จ่ายต่อค่าความร้อนล้านบีทียู คือ บาทต่อล้านหน่วยค่าความร้อน บีทียู (Baths per Million BTU) ดังนั้นค่าวัตถุดิบเท่ากับ

ค่าวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ A (บาท) = น้ำหนักผลิตภัณฑ์ X ค่าความร้อนของผลิตภัณฑ์ (ล้าน บีทียูต่อหน่วย น้ำหนัก) X ค่าก๊าซต่อหน่วยค่าความร้อน (บาท/ล้าน บีทียู)

ข้อมูลค่าก๊าซต่อหน่วยค่าความร้อน แสดงในตาราง ที่ ก.7 (ภาคผนวก ก, หน้า 78.) แหล่งข้อมูลจากหน่วยวางแผนการผลิต ส่วนเทคนิคและควบคุมคุณภาพ โรงแยกก๊าซธรรมชาติ

3.12 ค่าใช้จ่ายคงที่ หรือต้นทุนคงที่ (Fixed Cost : FC_t)

คือ ค่าใช้จ่ายที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนผลผลิต ในการคำนวณค่าใช้จ่ายคงที่ของโรงแยกก๊าซทั้ง 3 หน่วย ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายอื่นๆทั้งหมดของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่ไม่รวมค่าวัตถุดิบ เช่น ค่าใช้จ่ายสำนักงาน ค่าสาธารณูปโภคในการผลิต ค่าจ้างแรงงาน ค่าบำรุงรักษา และอื่น ๆ เป็นต้น

ข้อมูลค่าใช้จ่ายคงที่ หรือต้นทุนคงที่แสดงในตารางที่ ก.5 (ภาคผนวก ก, หน้า 78.) แหล่งข้อมูลจากหน่วยวางแผนการผลิต ส่วนเทคนิคและควบคุมคุณภาพ โรงแยกก๊าซธรรมชาติ

3.13 อุปสงค์ (Demand : D_{ikt})

อุปสงค์หรือความต้องการของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด จะถูกพยากรณ์โดยฝ่ายตลาดผลิตภัณฑ์ การพยากรณ์อาศัยข้อมูลจากลูกค้ามาเป็นข้อมูลในการพยากรณ์ โดยทำการพยากรณ์ความต้องการเป็นรายเดือนไว้ 12 เดือน และทำการปรับค่าพยากรณ์ทุกเดือน

ข้อมูลความต้องการของผลิตภัณฑ์เป็นรายเดือนแสดงไว้ในตารางที่ ก.2 (ภาคผนวก ก, หน้า 74.) แหล่งข้อมูล จากหน่วยวางแผนการผลิต ส่วนเทคนิคและควบคุมคุณภาพ โรงแยกก๊าซธรรมชาติ

3.14 พัสดุคงคลัง (Inventory)

3.14.1 ก๊าซวัตถุดิบ (Raw Gas Inventory)

จะถูกส่งทางท่อส่งก๊าซสายประธานโดยตรงจากแหล่ง (หลุม) ก๊าซจากอ่าวไทย ไม่มีการเก็บคงคลัง ดังนั้น ระบบการส่งจึงต้องการความเชื่อถือได้ (Reliability) สูง และต้องสามารถส่งก๊าซได้ต่อเนื่อง 24 ช.ม. ตลอดปี

3.14.2 ผลิตภัณฑ์คงคลัง (Product Inventory, $Q_{i\,t}$)

ระบบคงคลังพัสดุสูงสุด หรือปริมาณขีดจำกัดการขนส่งผลิตภัณฑ์

อีเทน (Ethane, C2) - ไม่มีถังเก็บผลิตภัณฑ์ ถูกส่งทางท่อโดยตรงเป็นวัถตุดิบสู่อุตสาหกรรมปิโตเคมีคอลขึ้นที่ 1 โดยท่อมีกำลังการส่ง 64 ตัน ต่อ ช.ม. (1536 ตันต่อวัน) และส่งอุตสาหกรรมปิโตรเคมีคอลขั้นที่ 2 โดยท่อมีกำลังการส่ง 20 ตัน ต่อ ช.ม. (480 ตันต่อวัน)

โปรเพน (Propane, C3)	- มีถังลูกโลกใช้เก็บโปรเพนจำนวน 3 ถัง สามารถเก็บได้สูงสุด 9,500 ตัน
บิวเทน (Butane, C4)	- มีถังลูกโลกใช้เก็บ บิวเทน จำนวน 4 ถัง สามารถเก็บได้สูงสุด 10,000 ตัน
ก๊าซธรรมชาติเหลว (NGL)	- มีถังทรงกระบอกใช้เก็บ NGL จำนวน 2 ถัง สามารถเก็บได้สูงสุด 4,000 ล.บ.เมตร

เนื่องจากผลิตภัณฑ์บางผลิตภัณฑ์ เช่น ก๊าซอีเทนที่ได้จากกระบวนการกลั่นแล้วยังคงอยู่ในสถานะของก๊าซซึ่งมีปริมาตรขนาดใหญ่มากเมื่อเทียบปริมาณเนื้อก๊าซหรือมีปริมาตรขนาดใหญ่กว่าหลายร้อยเท่าเมื่ออยู่ในรูปของของเหลว ดังนั้นการเก็บคงคลังจึงต้องสร้างถังขนาดใหญ่มากซึ่งต้องลงทุนสูงมากและไม่คุ้มการลงทุน แต่หากไม่ต้องการสร้างถังขนาดใหญ่จะต้องนำก๊าซผลิตภัณฑ์มาทำการลดอุณหภูมิและเพิ่มความดันเพื่อเปลี่ยนสถานะให้เป็นของเหลวที่มีปริมาตรเล็กลง ซึ่งจะเกิดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนสถานะสูงเช่นกัน ดังนั้นจึงไม่มีการสร้างถังเก็บผลิตภัณฑ์อีเทนไว้ เมื่อกลั่นก๊าซอีเทนได้แล้วจากกระบวนการผลิตจึงต้องส่งให้ลูกค้าโดยตรงทางท่อทันที กรณีที่เกิดปัญหากับอุปกรณ์การผลิตไม่สามารถส่งก๊าซโดยตรงให้ลูกค้าหรือลูกค้าไม่ต้องการรับก๊าซดังกล่าวจะต้องส่งกลับเข้าท่อเชื้อเพลิงขายเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีราคาต่ำเท่ากับก๊าซวัตถุดิบทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตโดยไม่ได้ผลิตภัณฑ์

ดังนั้นเพื่อควบคุมการสูญเสียค่าใช้จ่ายดังกล่าวจึงต้องอาศัยการจัดการในการวางแผนการผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิผล โดยการควบคุมความสูญเสียปริมาณส่งกลับผลิตภัณฑ์สู่ท่อก๊าซเชื้อเพลิงให้น้อยที่สุด แต่ในทางปฏิบัติหากควบคุมให้ต่ำสุดหรือไม่สูญเสียเลยจะต้องวางแผนการผลิตโดยลดปริมาณก๊าซวัตถุดิบให้น้อยลง ซึ่งจะทำให้แยกก๊าซผลิตภัณฑ์อื่นได้น้อยลงตามไปด้วย ซึ่งอาจทำให้สูญเสียรายได้เนื่องจากปริมาณผลิตภัณฑ์ไม่พอกับความต้องการ ดังนั้นระดับบริหารได้กำหนดขีดจำกัดสูงสุดเป้าหมายของการสูญเสียที่ยอมรับได้ไว้เป็นเป้าหมายหนึ่งที่ต้องพิจารณาควบคุมรวมกับเป้าหมายอื่นๆ

3.15 ปริมาณสำรอง (Safety Stock)

ปริมาณก๊าซโปรเพน ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ก๊าซโปรเพน+ก๊าซบิวเทน) และก๊าซโซลีนเหลว ถูกกำหนดให้มีปริมาณสำรอง เพื่อสำรองไว้เป็นปริมาณรองรับส่งให้ลูกค้า (เช่น สำรองไว้ได้ไม่น้อยกว่า 3 วันอุปสงค์) เมื่อโรงแยกก๊าซเกิดเหตุขัดข้องหรือกระบวนการผลิตหยุดชะงัก แต่ทั้งนี้จำนวนวันปริมาณสำรองดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงได้ เช่น กรณีราคาโปรเพนหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีราคาดีสามารถทำกำไรได้สูง หรือกรณีลูกค้ามีต้องการผลิตภัณฑ์จำเป็นเร่งด่วน จำนวนวันสำรองจะถูกกำหนดให้ต่ำลงโดยยอมรับความเสี่ยงเพิ่มกรณีโรงงานเกิดปัญหาผลิตไม่ได้ตามที่วางแผนไว้ เป็นต้น ดังนั้นการกำหนดจำนวนวันปริมาณสำรอง จึงขึ้นกับผู้ตัดสินใจจะกำหนดให้สอดคล้อง

เหมาะสมกับสถานการณ์และผลประโยชน์ขององค์กร แต่โดยทั่วไปจะพยายามรักษาปริมาณระดับสำรองไว้ที่ 3 วันอุปสงค์เสมอ

SAFETY STOCK = NO. OF RESERSED DAY X DEMAND

3.16 เป้าหมายขององค์กร

จากการสัมภาษณ์หัวหน้าหน่วยวางแผนการผลิตโรงแยกก๊าซธรรมชาติ พบว่าการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซประสบปัญหาในการหาผลลัพธ์การวางแผนการผลิตที่ยังไม่สามารถนำวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายหลาย ๆเป้าหมายมาพิจารณาพร้อมกัน การวางแผนการผลิตจะทำอย่างแยกส่วนคิด แต่ในขณะเดียวกันก็พยายามควบคุมปริมาณคงคลังให้ได้ตามเป้าหมาย มีการนำผลการใช้ค่าใช้จ่ายหมวดต่าง ๆและรายได้มาควบคุมเพื่อให้ได้ผลกำไรไม่ลงต่ำกว่าเป้าหมาย มีการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขการขาดสินค้าส่งให้ลูกค้าโดยมีเป้าหมายที่จะตอบสนองความต้องการลูกค้าโดยไม่ขาด แต่การปรับระบบจะอาศัยประสบการณ์และการลองผิดลองถูก โดยปรับแก้ไขไปตามสถานการณ์ ยังขาดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ครอบคลุมเป้าหมายรวมหลายเป้าหมายที่ต้องการ ดังนั้นในแบบจำลองวางแผนการผลิตนี้ได้สร้างระบบในครอบคลุมเป้าหมายหลายเป้าหมายตามความต้องการของระดับบริหารและผู้วางแผนการผลิต ดังมีเป้าหมายที่องค์กรและระดับบริหารต้องการพิจารณาดังนี้

3.16.1 ผลกำไรเป้าหมาย (Total Profit Target, TP)

ผลกำไรเป้าหมายเป็นผลกำไรที่ระดับบริหารประมาณการไว้ ซึ่งอาจประมาณจากข้อมูลในอดีตหรือผลกำไรในปีที่ผ่านมาบวกกับการคาดการณ์อัตราการเติบโตของส่วนแบ่งการตลาดจากการวิเคราะห์ตลาดและปัจจัยต่าง ๆ ทั้งภายในภายนอก และภาวะเศรษฐกิจ

3.16.2 เป้าหมายความพึงพอใจของลูกค้า (Customer Satisfaction Target, D_{ikt})

การกำหนดปริมาณสำรองในระดับพอเหมาะที่จะรองรับความต้องการของลูกค้าเป็นสิ่งสำคัญที่ระดับบริหารจะคำนึงถึง เนื่องจากหากสำรองไม่เพียงพอจะสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าลดต่ำลงอาจถึงขั้นสูญเสียลูกค้า สูญเสียส่วนแบ่งตลาดหรือทำให้ความสามารถในการแข่งขันลดลง แต่ในทางกลับกันหากสำรองผลิตภัณฑ์ไว้มาก ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก็สูง แต่สามารถตอบสนองความต้องการลูกค้าได้

ความพึงพอใจของลูกค้าในเชิงของการวางแผนการผลิต คือ ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ ในปริมาณและเวลาที่ลูกค้าต้องการ หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ผลิตให้ได้ตามอุปสงค์ ดังนั้นเป้าหมายความพึงพอใจของลูกค้าในแบบจำลองนี้จึงใช้อุปสงค์ที่พยากรณ์ (D_{ikt}) จากฝ่ายตลาดผลิตภัณฑ์เป็นตัววัดความพึงพอใจ

3.16.3 เป้าหมายการลดความสูญเสียปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีที่เก็บคงคลังให้ต่ำสุด (Minimization of The Loss of Non-storaged Products)

ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บผลิตภัณฑ์ เมื่อผลิตเกินความต้องการจะถูกลดเกรดลง ขายเป็นเชื้อเพลิงโดยส่งผสมเข้าในท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิง ขายให้กับโรงไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตโดยไม่ได้ผลิตภัณฑ์

ดังนั้นเพื่อควบคุมการสูญเสียค่าใช้จ่ายดังกล่าวจึงต้องอาศัยการจัดการในการวางแผนการผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิผลโดยการควบคุมความสูญเสียปริมาณส่งกลับผลิตภัณฑ์สู่ท่อก๊าซเชื้อเพลิงให้น้อยที่สุด แต่ในทางปฏิบัติหากควบคุมให้ต่ำสุดหรือไม่สูญเสียเลยจะต้องทำการวางแผนการผลิตโดยลดปริมาณก๊าซวัตถุดิบส่งเข้ากระบวนการผลิตให้น้อยลง ซึ่งจะทำให้แยกก๊าซผลิตภัณฑ์อื่นได้ลดน้อยลงตามไปด้วยและอาจทำให้สูญเสียรายได้เนื่องจากมีปริมาณผลิตภัณฑ์อื่น ๆไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นระดับบริหารได้กำหนดขีดจำกัดสูงสุดเป้าหมายของการสูญเสียที่ยอมรับได้ไว้เป็นเป้าหมายหนึ่งที่ต้องพิจารณาควบคุมร่วมกับเป้าหมายอื่น ๆ

3.16.4 เป้าหมายระดับคงคลังผลิตภัณฑ์ (Product Inventory Target)

โรงแยกก๊าซธรรมชาติมีนโยบายที่จะเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โปรเพน ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และก๊าซธรรมชาติเหลว เพื่อรองรับความต้องการลูกค้าได้ 3 วัน ในกรณีที่เกิดปัญหากระบวนการผลิตของโรงแยกก๊าซ หยุดชะงัก ไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หรือใช้เป็นเวลาให้โรงแยกก๊าซธรรมชาติแก้ไขปัญหากระบวนการผลิตให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเป้าหมายระดับคงคลังผลิตภัณฑ์ ซึ่งใช้ปริมาณสำรอง (Safety Stock) เป็นเป้าหมาย ทั่งนี้การกำหนดจำนวนวันสำรองนั้น ระดับบริหารจะเป็นผู้กำหนดการเปลี่ยนแปลงไปตามความเสี่ยงจากราคาของผลิตภัณฑ์และสภาวะความเชื่อถือได้ (Reliability) ของโรงแยกก๊าซ กรณีที่ผลิตภัณฑ์มีราคาดีและโรงงานมีสภาพดีก็อาจกำหนดวันสำรองให้น้อยลงเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการสำรองคลัง ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงมีแนวโน้มที่จะกำหนดวันสำรองให้ต่ำสุด จำนวนวันสำรองเพื่อกำหนดผลิตภัณฑ์คงคลังนี้ จะถูกรียกว่า จำนวนวันสำรองคงคลังผลิตภัณฑ์ (Inventory Reserved Day)

3.17 สภาพปัจจุบันการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ

ในสภาวะปัจจุบันการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ใช้กลยุทธ์ในการวางแผนการผลิตดังนี้

1. การวางแผนจัดสรรวัตถุดิบ (Gas Mix Allocation) ทางท่อส่งสู่โรงแยกก๊าซธรรมชาติก๊าซให้ได้ปริมาณตามกำลังผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติทั้ง 3 หน่วย ยังมิได้พิจารณาส่วนผสมของก๊าซจากแหล่งต่าง ๆ ให้ได้ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดอย่างเหมาะสมและเกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด

2. การวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติใช้แนวทางการผลิตให้ได้กำลังผลิตสูงสุด (Maximum Capacity) ของโรงแยกก๊าซทุกหน่วย เป็นแนวทางหลัก
3. ลูกค้าสามารถรับผลิตภัณฑ์น้อยกว่า หรือมากกว่าที่แจ้งความต้องการไว้ประจำทุกสัปดาห์
4. ผลิตภัณฑ์ที่เหลือจากการส่งให้ลูกค้าจะถูกจัดการตามแนวทางดังนี้
   4.1 กรณีเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีถังเก็บ

   เก็บคงคลังผลิตภัณฑ์ที่เหลือไว้ในถังเก็บและควบคุมการล้นคลังโดยการส่งจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งมักจะได้ราคาไม่ดี แต่ใช้เป็นที่ระบายผลิตภัณฑ์ออก กรณีที่ไม่สามารถขายต่างประเทศได้จะทำการลดการผลิต

   4.2 กรณีเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บ

   ส่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเกินความต้องการกลับท่อเพื่อส่งเป็นเชื้อเพลิงสำหรับอุตสาหกรรมและโรงงานไฟฟ้า
5. การลดการผลิตเมื่อผลิตภัณฑ์ล้นคลังยังไม่มีกลยุทธ์ที่ชัดเจนเนื่องจากขาดข้อมูลและเทคนิคการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

กระบวนวิธี และ การสร้างรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
(Methodology and Model Formulation)

4.1 กระบวนวิธี (Methodology)

4.1.1 เหตุผลการเลือกใช้โปรแกรมเป้าหมาย

เหตุผลที่ใช้หลักการโปรแกรมเป้าหมายในการศึกษานี้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมของระบบการผลิตจริง มีความเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอและวัตถุประสงค์ที่ต้องการในการวางแผนการผลิต มีหลายมิติหรือหลายวัตถุประสงค์พร้อมกัน ซึ่งแต่ละวัตถุประสงค์มักจะมีทิศทางที่ขัดแย้งกัน ทำให้การตัดสินใจในการวางแผนการผลิตจริงมีความซับซ้อนยุ่งยาก การใช้แบบจำลองทั่วไปที่ใช้หลักการแบบวัตถุประสงค์เดียว จะไม่สามารถให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ตัดสินใจหรือองค์กรได้ ดังนั้น จึงเลือกใช้หลักการโปรแกรมแก้ไขปัญหาเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์หลายวัตถุประสงค์ซึ่งมีการพัฒนาใช้กันอยู่หลายวิธี และในวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้วิธีที่เรียกว่า โปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming) ด้วยเหตุผลที่เลือกดังนี้

- โปรแกรมเป้าหมายนี้ สามารถแก้ไขปัญหาเพื่อตอบสนองหลายวัตถุประสงค์ได้ดี ด้วยหลักการที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อนและผู้ใช้แบบจำลองหรือผู้ตัดสินใจสามารถปรับแต่งแบบจำลองแบบปฏิสัมพันธ์ได้ โดยสามารถปรับค่าเป้าหมาย ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ หรือปรับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับสภาวะจริงที่เปลี่ยนแปลงได้
- โปรแกรมเป้าหมายนี้เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขยายจากโปรแกรมเชิงเส้นตรง เพื่อให้ตอบสนองหลายวัตถุประสงค์ได้ อีกทั้งสามารถใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันแพร่หลายอยู่มากมายในการแก้ไขปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงมาประยุกต์ใช้หลักการโปรแกรมเป้าหมายได้โดยไม่ยุ่งยาก

4.1.2 กระบวนวิธีการในการแก้ไขแบบจำลองปัญหาในการวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรมเป้าหมาย

1 สร้างแบบจำลองการวางแผนการผลิต โดยใช้หลักการการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบโปรแกรมเป้าหมาย

1.1 ศึกษาระบบวางแผนการผลิต วัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่องค์กรต้องการในการวางแผนการผลิต แล้วกำหนดวัตถุประสงค์ของการวางแผนการผลิต ซึ่งเป็นแบบหลายเป้าหมาย

1.2 กำหนดลำดับความสำคัญ และน้ำหนักของแต่ละเป้าหมาย

1.3 สร้างสมการขอบข่ายของระบบ

2 รวบรวมข้อมูลในระบบการผลิต ค่าพยากรณ์ความต้องการผลิตภัณฑ์ ค่าพยากรณ์ราคาผลิตภัณฑ์ ส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุดิบ ความสามารถในการแยกก๊าซผลิตของโรงแยกก๊าซ ปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์ค่าใช้จ่ายในการผลิต และขีดจำกัดต่าง ๆ

3 การหาผลลัพธ์

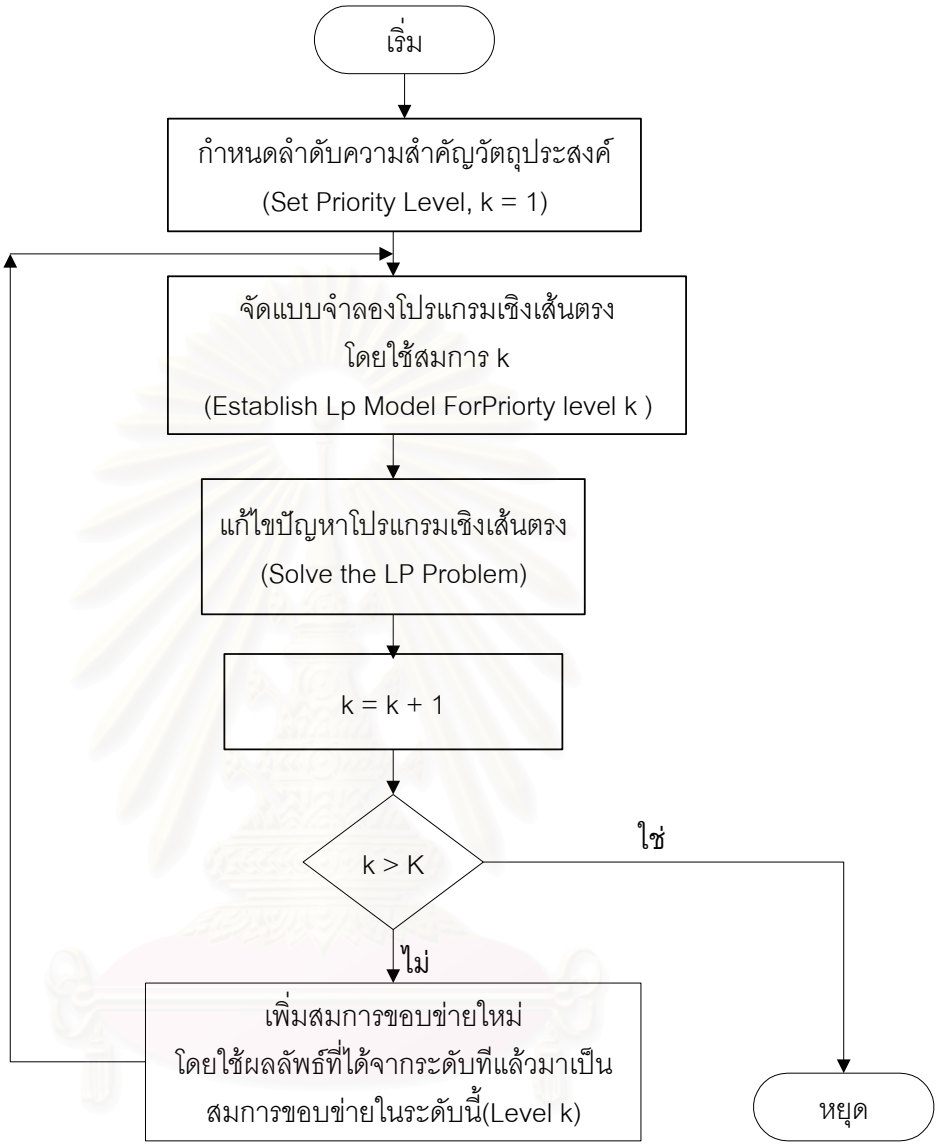
3.1 สังเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ในข้อ 3 เป็นข้อมูลป้อนเข้าแบบจำลองระบบวางแผนการผลิต ซึ่งใช้วิธีแก้ไขแบบจำลองปัญหา โดยหลักการการโปรแกรมเชิงเส้นตรงตามลำดับความสำคัญของเป้าหมาย (Sequential Linear Goal Programming Algorithm : SLGP) ขั้นตอนของ SLGP แสดงในรูปที่ 4.1

3.2 หาผลลัพธ์ของปัญหา โดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์สำหรับการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรง ที่มีใช้กันอยู่มากมายแพร่หลาย ได้แก่ ลินโด (Lindo) ลินโก (Lingo) หรือโปรแกรมอื่น ๆ อีกมาก

4 สรุปและตัดสินใจ

นำผลการประเมินและวิเคราะห์มาประเมินรวมกับปัจจัยแวดล้อมในขณะนั้น โดยผู้ตัดสินใจหรือผู้วางแผนการผลิต เพื่อตัดสินใจวางแผนการผลิตที่เหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

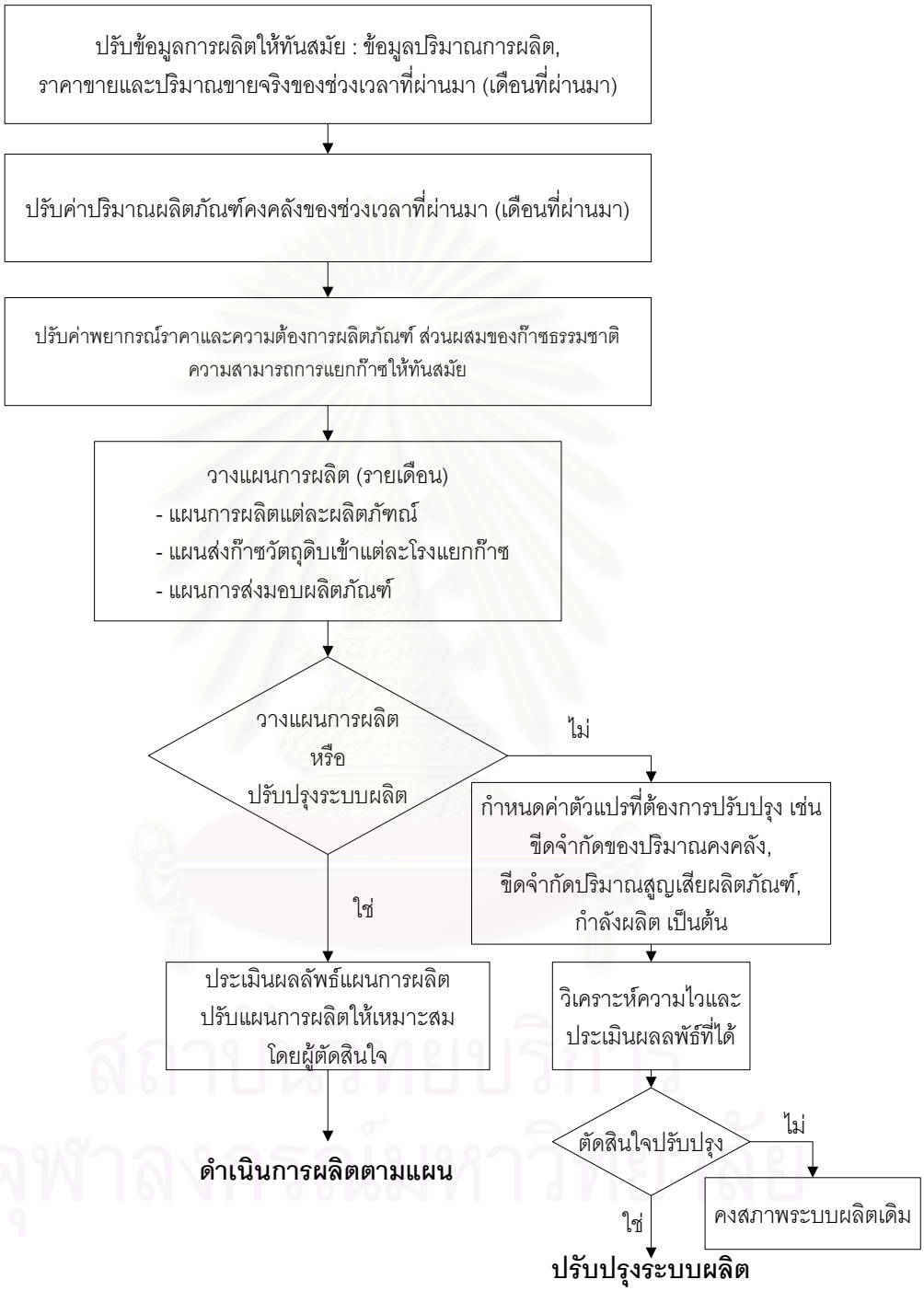


รูปที่ 4.1 Sequential Linear Goal Programming Procedure

4.2 กระบวนวิธีการวางแผนการผลิตและวิเคราะห์การปรับปรุงการผลิต

ในการวางแผนการผลิตในงานวิทยานิพนธ์นี้ ได้ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นในการวางแผนการผลิต ใน 2 ลักษณะ คือ

ในการวางแผนการผลิตประจำเดือน และในการปรับปรุงระบบการผลิตเพื่อวางแผนการผลิตให้เหมาะสมขึ้น โดยมีกระบวนวิธีดังนี้



รูปที่ 4.2 **กระบวนวิธีในการวางแผนการผลิตและวิเคราะห์ปรังปรุงการผลิต**

4.3 สมมุติฐาน

- ความสัมพันธ์ของสมการต่าง ๆของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การวางแผนการผลิตมีสมมติฐานความสัมพันธ์เป็นสมการเส้นตรงทั้งสิ้น
- ค่าพยากรณ์ราคาผลิตภัณฑ์จะถูกคำนวณจากสูตรราคาที่อ้างอิงจากค่าพยากรณ์ราคาของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมของตลาดโลกซึ่งราคาที่ประมาณได้ถูกสมมติฐานว่าเป็นค่าที่มีความแน่นนอน (Deterministic)
- ค่าพยากรณ์ความต้องการของผลิตภัณฑ์ที่ถูกพยามกรณ์จากฝ่ายตลาดผลิตภัณฑ์ถือว่าเป็นค่าที่มีความแน่นอน (Deterministic) แม้ว่าในทางปฏิบัติจริง ๆมีค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของความต้องการผลิตภัณฑ์มาเกี่ยวข้องบ้าง
- ในแบบจำลองไม่มีการสั่งผลิตเพิ่มเมื่อผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตามความต้องการ
- ในแบบจำลองกำหนดให้ระบบการผลิตมีความแน่นอนไม่มีอุปกรณ์ชำรุดหรือปัจจัยอื่นมาทำให้กระบวนการผลิตหยุดชงัก
- การวางแผนการผลิตภัณฑ์ในระบบนี้ถูกกำหนดปริมาณผลิตไว้เป็นรายเดือนโดยหนึ่งเดือนมี 30 วันแน่นอนไม่คิดตามปีปฏิทิน เป็นระบบการที่ทำการผลิตทุกวัน ๆละ 24 ชั่วโมงต่อเนื่องไม่มีวันหยุด

4.4 ตัวแปรควบคุม Decision Variable

X_{jlt} = ปริมาณก๊าซวัตถุดิบที่ส่งเข้าผลิตในโรงแยกก๊าซหน่วยที่ j ซึ่งได้จากท่อส่งก๊าซ l ในช่วงเวลา t

Y_{ikt} = ปริมาณผลิตภัณฑ์ i ส่งให้ลูกค้า k ในช่วงเวลา t

Q_{it} = ปริมาณคงคลังของผลิตภัณฑ์ i ณ. สิ้นสุดช่วงเวลา t

4.5 สัมประสิทธิ์ตัวแปร (Parameters) :

P_{ikt} = ราคาขายผลิตภัณฑ์ i ขายให้กับโรงงาน K ในช่วงเวลา t

R_{ij} = ร้อยละของความสามารถในการกลั่นผลิตภัณฑ์ i ของโรงแยกก๊าซหน่วยที่ j (% Recovery Rate of Product i From Gas Plant Unit j)

C_{ilt} = ร้อยละของส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ i ในก๊าซวัตถุดิบจากท่อส่งก๊าซ l ในช่วงเวลา t (% Composition of Product i in Feed Gas from Gas Pipeline l in Period t)

U_{i} = ปริมาณคงคลังสูงสุดของผลิตภัณฑ์ i
(Upper limit of Inventory of Product i)

D_{ikt} = ความต้องการ (อุปสงค์) ผลิตภัณฑ์ i ของลูกค้า k ในช่วงเวลา t

S_i = ปริมาณคงคลังเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ i (Initial Inventory of Product i)

FC_t = ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) ของโรงแยกก๊าซทั้งหมดในช่วงเวลา t

HC_t = ค่าก๊าซวัตถุดิบ ในช่วงเวลา t ซึ่งซื้อในหน่วย บาทต่อล้านหน่วย บี.ที.ยู

HV_i = ค่าความร้อนของผลิตภัณฑ์ i

FPC_l = อัตราการไหลสูงสุดของท่อส่งก๊าซวัตถุดิบ l

$RESDAY_i$ = จำนวนวันสำรองคงคลังผลิตภัณฑ์ i

PCT_i = กำลังผลิตของโรงแยกก๊าซหน่วยที่ i (Plant Capacity Limit of Plant i)

ดรรชนี (Indics) :

i = 1, ..., 4 ดรรชนีแสดงชนิดผลิตภัณฑ์

j = 1, ..., 3 ดรรชนีแสดงโรงแยกก๊าซหน่วยที่

k = 1, ..., 5 ดรรชนีแสดงลูกค้า (Customer)

l = 1,2 ดรรชนีแสดงท่อส่งก๊าซเส้นที่

t = 1, ...,12 ดรรชนีแสดงช่วงเวลา t (หน่วยเป็น เดือน)

4.6 สมการขอบข่ายของเป้าหมาย (Goal Constraints) :

4.6.1 การเพิ่มผลกำไรสูงสุด (Maximization of Total Profit)

การดำเนินธุรกิจต่าง ๆเป้าหมายส่วนใหญ่เพื่อก่อให้เกิดกำไรสูงสุด โดยทั่วไประดับบริหารได้ตั้งเป้าหมายผลกำไรที่ต้องการซึ่งเป็นการประมาณการ จากยอดขายที่พยากรณ์ไว้และความสามารถในการควบคุมปัจจัยการผลิตต่าง ๆให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำเท่าที่เป็นไปได้ ซึ่งการคำนวณผลกำไรเป็นไปตามสมการดังต่อไปนี้

รายได้ – ค่าใช้จ่ายแปรผัน – ค่าใช้จ่ายคงที่ = กำไร

(TOTAL REVENUE – VARIABLE COST – FIXED COST = TOTAL PROFIT)

: TOTAL REVENUE = $\sum_{t}\sum_{k}\sum_{i} Y_{ikt} * P_{ikt}$

: VARIABLE COST = $\sum_{t}\sum_{l}\sum_{j}\sum_{i} (X._{jlt} * R_{ij} * C_{ilt}) * HV_i * HC_t$

: FIXED COST = $\sum_{t} FC_t$

สมการ

$$\sum_{t}\sum_{k}\sum_{i} Y_{ikt} * P_{ikt} - \sum_{t}\sum_{l}\sum_{j}\sum_{i} (X_{jlt} * R_{ij} * C_{ilt}) * HV_i * HC_t - \sum_{t} FC_t + UP - OP = TP$$

โดย UP ผลกำไรเฉพาะส่วนที่ต่ำกว่าผลกำไรที่ตั้งเป้าหมายไว้ (Under Achievement)
OP ผลกำไรส่วนที่สูงกว่าผลกำไรที่ต้องเป้าหมายไว้ (Over Achievement)
TP ผลกำไรที่ต้องเป้าหมายไว้ (Target Profit)

4.6.2 การเพิ่มความพึงพอใจสูงสุดแก่ลูกค้า
(Maximization of Customer satisfaction)

วัตถุประสงค์ของเป้าหมายนี้ เพื่อสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้ลูกค้า โดยการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ได้ปริมาณตามที่ลูกค้าต้องการมากที่สุด ซึ่งเป็นการรักษาส่วนแบ่งตลาดและเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน

$$\sum_{j}\sum_{l}(X_{jlt} * R_{ij} * C_{ilt}) + S_i - Q_{it} + UQ_{it} = \sum_{k} D_{ikt} \qquad \forall i, \forall t = 1$$

$$\sum_{j}\sum_{l}(X_{jlt} * R_{ij} * C_{ilt}) - Q_{it} + UQ_{it} = \sum_{k} D_{ikt} \qquad \forall i, \forall t = 2 \ldots 12$$

i = เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บ

$$\sum_{j}\sum_{l}(X_{jlt} * R_{ij} * C_{ilt}) + Q_{it-1} - Q_{it} + UQ_{it} = \sum_{k} D_{ikt} \qquad \forall i, \forall t = 2 \ldots 12$$

i = เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีถังเก็บ

โดย UQ_{it} = ปริมาณผลิตภัณฑ์ i ที่ผลิตต่ำกว่าความต้องการของลูกค้า ณ. สิ้นสุดช่วงเวลา t

Q_{it} = ปริมาณผลิตภัณฑ์คงคลัง i ณ. สิ้นสุดช่วงเวลา t

4.6.3 การลดความสูญเสียปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีที่เก็บคงคลังให้ต่ำสุด
(Minimization of the loss of non storaged products)

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเกินความต้องการแต่ไม่มีถังเก็บผลิตภัณฑ์จะถูกลดคุณค่า (Degrading) เป็นเชื้อเพลิง ทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตโดยไม่ได้ผลิตภัณฑ์ ดังนั้นระดับบริหาร จึงได้กำหนดขีดจำกัดสูงสุดเป้าหมายของการสูญเสียที่ยอมรับได้ไว้เป็นเป้าหมายหนึ่งที่ต้องพิจารณาควบคุมร่วมกับเป้าหมายอื่นๆ โดยมีสมการเป้าหมายดังนี้

$$\sum_{l}\sum_{j} X_{jlt} * R_{ij} * C_{ilt} - \sum_{k} Y_{ikt} + OIC_{it} - UIC_{it} = TLP \qquad \forall i, \forall t$$

i = เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บ

โดย

OIC_{it} = ความสูญเสียปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีที่เก็บคงคลังที่สูงกว่าเป้าหมาย TIC

UIC_{it} = ความสูญเสียปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีที่เก็บคงคลังที่ต่ำกว่าเป้าหมาย TIC

TLP = เป้าหมายการควบคุมความสูญเสียปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีที่เก็บคงคลัง

ผลิตภัณฑ์ก๊าซมีเทน (i = 1) ถูกผลิตเป็นเชื้อเพลิงอยู่แล้ว จึงไม่รวมเป็นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ลดคุณค่า ในสมการนี้จึงไม่คำนวณรวมก๊าซมีเทนไว้

4.6.4 การลดระดับคงคลังผลิตภัณฑ์ให้ต่ำสุด (Minimization of Total Inventory)

เพื่อรักษาปริมาณคงคลังให้เข้าใกล้ปริมาณคงคลังสำรองเป้าหมาย ซึ่งเป็นปริมาณสำรองต่ำสุดที่พยายามรักษาไว้เพื่อรองรับกรณีที่โรงแยกก๊าซเกิดปัญหาต้องหยุดการผลิตโดยการสำรองไว้นี้จะสามารถส่งผลิตภัณฑ์ (เฉพาะที่มีถังเก็บ) ให้ลูกค้าได้ตามความต้องการ (เช่น สำรองไว้ได้ไม่น้อยกว่า 3 วันอุปสงค์) โดยกำหนดเป็นวันสำรอง ทั้งนี้การกำหนดจำนวนวันสำรองนั้น ระดับบริหารจะเป็นผู้กำหนดเปลี่ยนแปลงไปตามความเสี่ยงจากราคาของผลิตภัณฑ์และสภาวะความเชื่อถือได้ (Reliability) ของโรงแยกก๊าซ กรณีที่ผลิตภัณฑ์มีราคาดีและโรงงานมีสภาพดีก็อาจกำหนดวันสำรองให้น้อยลงเพื่อขายผลิตภัณฑ์และได้กำไรมากขึ้น ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงมีแนวโน้มที่จะกำหนดวันสำรองให้ต่ำสุด จำนวนวันสำรองเพื่อกำหนดผลิตภัณฑ์คงคลังนี้ จะถูกเรียกว่า จำนวนวันสำรองคงคลังผลิตภัณฑ์ (Inventory Reserved Day)

$$Q_{it} + OI_{it} - UI_{it} = T_{it} \qquad \forall i, \forall t$$

$$T_{it} = RESDAY_i * \sum_{k} D_{ikt}$$

โดย

OI_{it} = ปริมาณสำรองของผลิตภัณฑ์ i ที่สูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดในช่วงเวลา t

UI_{it} = ปริมาณสำรองของผลิตภัณฑ์ i ที่ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดในช่วงเวลา t

T_{it} = ปริมาณสำรองเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ i ในช่วงเวลา t

4.7 สมการเป้าหมาย (Objective Function)

สมการเป้าหมาย :

$$\text{Maximize } Z = \{ UP, \sum_{i}\sum_{t} UQ_{it}, \sum_{i}\sum_{t} UIC_{it}, \sum_{i}\sum_{t} UI_{it} \}$$

4.8 สมการขอบข่าย (System Constraints) :

4.8.1 กำลังผลิตของโรงงาน (Plant Capacity Limit)

ปริมาณก๊าซวัตถุดิบ (Feed Gas) ที่เข้าโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วย จะถูกกำจัดได้ไม่เกินกำลังผลิตที่ออกแบบไว้ของโรงแยกก๊าซ แต่ละหน่วย

$$\sum_{l} X_{jlt} \leq PC_{j} \qquad \forall j, \forall t$$

4.8.2 ขีดจำกัดระดับคงคลังผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์คงคลังแต่ละชนิดจากทุกโรงแยกก๊าซ จะมีปริมาณคงคลังไม่เกินปริมาตรสูงสุดของถังเก็บของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น ๆ ยกเว้นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บ หากผลิตแล้วเหลือ จะถูกลดคุณค่าลงและขายเป็นก๊าซวัตถุดิบหรือเชื้อเพลิงในราคาต่ำลง ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บจึงถือว่าสามารถคงคลังได้ไม่จำกัด (สามารถนำกลับไปเป็นเชื้อเพลิงได้โดยไม่จำกัดจำนวน) จึงไม่ต้องมีสมการขอบข่ายของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

$$Q_{it} \leq U_{i} \qquad \forall i, \forall t$$

i = เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีถังเก็บ

โดย U_{i} = ปริมาณคงคลังสูงสุดที่ถังเก็บผลิตภัณฑ์ i สามารถรับได้

4.8.3 ความสามารถในการขนส่งของท่อส่งก๊าซวัตถุดิบ (Feed Gas Pipeline Capacity Limit)

ปริมาณ Feed Gas ที่ส่งจากท่อส่งก๊าซวัตถุดิบ l สู่โรงแยกก๊าซแต่ละหน่วยรวมกันแล้วต้องไม่เกินอัตราการไหลสูงสุดของท่อส่งก๊าซวัตถุดิบ ดังนั้น ๆ

$$\sum_{j} X_{jlt} \leq FPC_{l} \qquad \forall l, \forall t$$

โดย FPC_{l} = อัตราการไหลสูงสุดของท่อส่งก๊าซวัตถุดิบ l

4.8.4 สมการแสดงสมดุลปริมาณผลิตภัณฑ์จำหน่ายและปริมาณผลิตภัณฑ์คงคลัง (Product & inventory balancing)

ผลิตภัณฑ์ i ที่ส่งให้ลูกค้าทั้งหมด ในช่วงเวลา t เท่ากับปริมาณผลิตภัณฑ์ที่โรงแยกก๊าซทุก หน่วยผลิตได้ บวกกับ ปริมาณผลิตภัณฑ์คงคลัง ณ . เวลาเริ่มต้นของช่วงเวลา t

$$\sum_{k} Y_{ik1} = \sum_{l}\sum_{j} (X_{jl1} * R_{ij} * C_{il1}) + S_i - Q_{i1} \qquad \forall i, \forall t = 1$$

$$\sum_{k} Y_{ikt} = \sum_{l}\sum_{j} (X_{jlt} * R_{ij} * C_{ilt}) - Q_{it} \qquad \forall i = 1,\ldots,notank., \forall t \neq 1$$

i = เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บ

$$\sum_{k} Y_{ikt} = \sum_{l}\sum_{j} (X_{jlt} * R_{ij} * C_{ilt}) + Q_{it-1} - Q_{it} \qquad \forall i, \forall t \neq 1$$

i = เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีถังเก็บ

โดย notank = ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บ หรือ หมายผลิตภัณฑ์ที่ไม่การคงคลัง

4.8.5 ความสามารถในการขนส่งผลิตภัณฑ์ (Product transportation limit)

$$Y_{12t} \leq PTL2 \qquad \forall t$$

$$Y_{13t} \leq PTL3 \qquad \forall t$$

โดย PTL2 = ความสูงสุดของระบบท่อผลิตภัณฑ์ 1 (อีเทน)
สามารถส่งให้ลูกค้า 2 = ปิโตรเคมี 1

PTL3 = ความสูงสุดของระบบท่อผลิตภัณฑ์ 1 (อีเทน)
สามารถส่งให้ลูกค้า 3 = ปิโตรเคมี 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การวิเคราะห์ การใช้ และผลลัทธ์ของรูปแบบจำลอง

5.1 การสร้างรูปแบบจำลองโดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

จากรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นใน บทที่ 4 เพื่อจำลองปัญหาการวางแผนการผลิตสำหรับโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จะถูกนำมาสร้างเป็นรูปแบบจำลองโดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เนื่องจากรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นนี้มีโครงสร้างของแบบจำลองเป็นสมการเส้นตรง จึงได้ศึกษาเพื่อเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Software) ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรง พบว่ามีโปรแกรมที่นิยมใช้กันในปัจจุบันหลายโปรแกรม เช่น โปรแกรมลินโด (Hyper Lindo) ที่ใช้สำหรับแก้ไขปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงเพียงอย่างเดียว โปรแกรมลินโก (Extended Lingo) ใช้สำหรับแก้ไขปัญหาทั้งโปรแกรมเชิงเส้นตรงและที่ไม่เป็นเส้นตรง และโปรแกรมเชิงเส้นตรงเอ็กเซล (Excel Linear Programming) เป็นโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่ใช้ร่วมกันกับไมโครซอสเอ็กเซล เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้โปรแกรมลินโก เพราะเป็นโปรแกรมที่มีภาษาเขียนโปรแกรมใช้ง่าย และเข้าใจง่าย สามารถส่งถ่ายข้อมูลป้อนเข้าและส่งผลลัพธ์ไปสูงโปรแกรมไมโครซอสเอ็กเซล ทำให้ง่ายต่อสร้างรายงานแสดงผล อีกทั้งมีสมรรถนะในการแก้ไขปัญหาแบบจำลองเชิงเส้นตรงตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดกลางซึ่งเหมาะกับแบบจำลองในงานศึกษานี้ที่มีขนาดกลางค่อนข้างเล็กโดย ตัวโปรแกรมลินโกมีสมรรถนะสามารถแก้ไขแบบจำลองที่มีตัวแปรได้สูงสุด 10,000 ตัวแปร และสามารถแก้สมการขอบข่ายได้จึง 32,000 สมการ

5.2 กรณีศึกษาพื้นฐาน (Base Case)

ในการทดสอบใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นสำหรับการวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ได้เลือกใช้ข้อมูลความต้องการผลิตภัณฑ์ ข้อมูลราคา และข้อมูลป้อนเข้า (Input Data) ต่าง ๆ ของการผลิตของโรงแยกก๊าซปี 2540 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก, หน้า 71.) เป็นกรณีศึกษาพื้นฐาน ซึ่งเป็นปีที่มีการผลิตที่มีปัญหามาก เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจตกต่ำและราคาปิโตรเลียมตกต่ำทำให้ราคาผลิตภัณฑ์ค่อนข้างต่ำ และส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ในก๊าซธรรมชาติมีปริมาณน้อยลง เนื่องมาจากได้ก๊าซจากหลุมก๊าซที่มีส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ต้องการน้อย

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวางแผนการผลิตที่ใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้น จะประกอบด้วยแผนหลัก 2 แผน คือ

- แผนการผลิต
- แผนการป้อนก๊าซวัตถุดิบเข้าโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วย

รายละเอียดของผลลัพธ์การวางผลิตปี 2540 นี้แสดงไว้ในภาคผนวก ค, หน้า 94.)

ตารางที่ 5.1 แสดงประสิทธิผลของการวางแผนการผลิต กรณีพื้นฐาน

กรณีศึกษา: กรณีพื้นฐาน

กำไร	270	ล้านบาท
รายได้	9032	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6768	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	137.9
ผลลัพธ์		270	1442	1.4	57.9
กรณีพื้นฐาน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1881	377	0.0	0.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	10.6	80.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	12.5	79.3	188.2	158.0

จากตารางที่ 5.1 จะแสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิตโดยแบบจำลองที่สร้างขึ้น การวัดประสิทธิผลจะใช้การเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อ ที่ทางระดับบริหารของโรงแยกก๊าซใช้เป็นตัววัดและตัวควบคุมหลัก ของการวางแผนการผลิต โดยมีเป้าหมายของวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อ ดังนี้

- เป้าหมายกำไร
- เป้าหมายความพึงพอใจของลูกค้า
- เป้าหมายการควบคุมการสูญเสียปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บคงคลัง
- เป้าหมายระดับคงคลังผลิตภัณฑ์

จากผลลัพธ์การใช้โปรแกรมวางแผนการผลิตกับกรณีศึกษาพื้นฐาน พบว่า

- สามารถทำกำไรได้เพียงร้อยละ 12.5 ของเป้าหมายที่ต้องการ
- ตอบสนองความต้องผลิตภัณฑ์โดยบรรลุเป้า ร้อยละ 79.3

- สามารถควบคุมการสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บได้โดยไม่มีเดือนใดมีการสูญเสียเกินกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ และโดยภาพรวมทั้งปีสามารถควบคุมให้มีการสูญเสียน้อยกว่าเป้าหมายสูญเสียที่ตั้งไว้ถึง 10.6 พันตัน คิดเป็นร้อยละที่ประสบผลสำเร็จสูงกว่าเป้าหมายร้อยละ 188.2
- สามารถควบคุมปริมาณคงคลังสำรองผลิตภัณฑ์รวมทั้งปีได้ร้อยละ 158 ของเป้าหมายที่ตั้งไว้

เป้าหมายที่กำหนดไว้ในกรณีศึกษาพื้นฐานนี้ ทางโรงแยกก๊าซธรรมชาติตั้งเป้าหมายไว้ตั้งแต่ต้นปีซึ่งคาดการณ์ว่ามีสภาวะการผลิตปกติ ราคาผลิตภัณฑ์ปกติ แต่ในสภาวะจริงในปี 2540 เป็นปีที่มีการผลิตที่มีปัญหามาก เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจที่ตกต่ำ ราคาปิโตรเลียมตกต่ำทำให้ราคาผลิตภัณฑ์ค่อนข้างต่ำ และส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ในก๊าซธรรมชาติมีปริมาณน้อยลง ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมจึงพบว่า การวางแผนการผลิตมีภาพรวมค่อนข้างต่ำกว่าเป้าหมายที่ต้องการมาก

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลกำไรของกรณีพื้นฐานกับผลลัพธ์จากผลการผลิตจริงในปี 2540 ซึ่งทำการวางแผนการผลิตตามสภาวะขณะนั้น โดยไม่มีแบบจำลองที่สร้างขึ้น พบว่า ในปี2540 มีผลการดำเนินการขาดทุน 75.14 ล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบวางแผนการผลิตโดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะได้กำไรถึง 270 ล้านบาท ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียนผลลัพธ์จากแบบจำลองกับผลการประกอบการในการผลิตของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ปี 2540

ผลลัพธ์	ผลกำไร-ขาดทุน (ล้านบาท)	ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)	รายได้ (ล้านบาท)	ผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบ (พันตัน)
ผลประกอบการจริง ปี 2540	- 75.14	8,892.7	8,817.6	1,469
ผลลัพธ์แบบจำลองที่สร้างขึ้น	270	8,762	9,032	1,442

ในกรณีศึกษาที่จะทำการวิเคราะห์ต่อจากกรณีพื้นฐานข้างต้นนี้ จะทำการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต่าง ๆในแบบจำลองดังนี้

1. ราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง (Price Change)

   การวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงราคาจะช่วยให้เห็นความสำคัญของราคาว่ามีผลกระทบต่อผลกำไรและปัจจัยอื่น ๆอย่างไรเมื่อราคาเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามสภาวะตลาด ซึ่งในสภาวะจริงราคามีการ

เปลี่ยนแปลงขึ้นลงมากตามราคาประกาศปิโตรเลียม ดังนั้นหากผู้วางแผนการผลิตหรือระดับบริหารตระหนักถึงความรุนแรงของผลกระทบจะสามารถใช้แบบจำลองนี้ช่วยในการวางแผนการผลิตได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว

2. ความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง (Demand Change)

การวิเคราะห์ความไวของความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงจะช่วยสะท้อนให้เห็นความเปลี่ยนของผลกำไรและปัจจัยอื่น ๆที่เป็นเป้าหมายของการผลิตเมื่อความต้องผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงขึ้นลง เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความไวของราคาเปลี่ยนแปลง และสามารถใช้ระบบที่สร้างขึ้นนี้ในการวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน

3. อัตราความสามารถในการแยกก๊าซเปลี่ยนแปลง (Product Gas Recovery Rate Change)

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอัตราความสามารถในการแยกก๊าซ จะช่วยในการพิจารณาการลงทุนในการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มอัตราความสามารถในการแยกก๊าซ นอกจากนี้ยังช่วยในการพิจารณาว่า โรงงานจะต้องหยุดซ่อมใหญ่เมื่อใดเพื่อปรับอัตราความสามารถในการแยกก๊าซให้กลับมาเท่าเดิมตามที่ออกแบบกระบวนการผลิตไว้

4. กำลังการผลิตของโรงแยกก๊าซเปลี่ยนแปลง (Plant Capacity Change)

ช่วยในการพิจารณาขยาย หรือปรับปรุงการผลิต หรือกำหนดระยะเวลาในการหยุดซ่อมใหญ่โรงงานที่เหมาะสม เมื่อประสิทธิภาพโรงงานลดลง

ในการศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์ความไวโดยการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทั้ง 4 กรณีข้างต้น (ราคาผลิตภัณฑ์ ความต้องการผลิตภัณฑ์ อัตราความสามารถในการแยกก๊าซ และกำลังผลิตโรงงาน) ด้วยการเพิ่มค่าแต่ละตัวแปรจากกรณีพื้นฐานร้อยละ 10 และร้อยละ 20 และลดค่าตัวแปรจากกรณีพื้นฐานลงร้อยละ 10 และร้อยละ 20

5.3 การวิเคราะห์ความไวเมื่อราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

5.3.1 กรณีราคาผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 10 และร้อยละ 20

จากตารางที่ 5.3 และตารางที่ 5.4 กรณีราคาผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 10 และ 20 ตามลำดับ พบว่าผลการผลิตขาดทุน 634 ล้านบาท และ 1540 ล้านบาท ตามลำดับ หากประเมินอย่างคร่าว ๆ พบว่าจุดเท่าทุนหรือจุดคุ้มทุนอยู่ที่ราคาผลิตภัณฑ์ลดลงน้อยกว่าร้อยละ 10 เล็กน้อย

ในส่วนของตัววัดอื่น ๆ คือ อุปสงค์หรือความต้องการผลิตภัณฑ์ ปริมาณสูญเสียผลิตภัณฑ์ และปริมาณคงคลัง พบว่ามีค่าไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีพื้นฐาน

ตารางที่ 5.3 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีราคาผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 10

กรณีศึกษา: ราคาผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 10			
กำไร	-634	ล้านบาท	
รายได้	8129	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6768	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท	

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12.0	137.9
ผลลัพธ์		-634	1442	1.4	57.9
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ราคา	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	2784	377	0.0	0.0
ผลิตภัณฑ์	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	10.6	80.0
ลดลง 10%	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	-29.5	79.3	188.2	158.0

ตารางที่ 5.4 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีราคาผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 20

กรณีศึกษา: ราคาผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 20			
กำไร	-1540	ล้านบาท	
รายได้	7222	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6768	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท	

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12.0	137.9
ผลลัพธ์		-1540	1442	1.4	57.9
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ราคา	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	3690	377	0.0	0.0
ผลิตภัณฑ์	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	10.6	80.0
ลดลง 20%	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	-71.6	79.3	188.2	158.0

5.3.2 กรณีราคาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20

จากผลลัพธ์แสดงในตารางที่ 5.5 แสดงให้เห็นว่าเมื่อราคาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ10 ทำให้ผลกำไรสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีพื้นฐานโดยเพิ่มขึ้นจากผลกำไร 270 ล้านบาทในกรณีพื้นฐานเป็นผลกำไร 1173 ล้านบาท ซึ่งทำให้มีร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมายเพิ่มจากกรณีพื้นฐานร้อยละ 12.5 เป็นร้อยละ 54.5

ในส่วนของการตอบสนองอุปสงค์ การสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บ และปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์ พบว่า ไม่มีการปรับตัวเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับกรณีพื้นฐาน

ตารางที่ 5.5 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิตกรณีราคาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10

กรณีศึกษา: ราคาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10			
กำไร	1,173	ล้านบาท	
รายได้	9,935	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6,768	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายคงที่	1,994	ล้านบาท	

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12.0	137.9
ผลลัพธ์		1173	1442	1.4	57.9
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ราคา	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	977	377	0.0	0.0
ผลิตภัณฑ์	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	10.6	80.0
เพิ่มขึ้น 10%	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	54.5	79.3	188.2	158.0

จากตารางที่ 5.6 แสดงผลลัพธ์กรณีการเปลี่ยนแปลงของราคาผลิตภัณฑ์สูงขึ้นร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับกรณีพื้นฐาน พบว่า ไม่แตกต่างจากกรณีราคาผลิตภัณฑ์สูงขึ้นร้อยละ 10 เพียงแต่ผลกำไรมีการปรับตัวสูงขึ้นตามราคาผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้นโดยปรับตัวจากผลกำไร 270 ล้านบาท ของกรณีพื้นฐาน เป็นผลกำไร 2079 ล้านบาท และในส่วนของการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ การสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บและปริมาณคงคลัง ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และมีร้อยละของความสำเร็จตามเป้าหมายเท่าเดิม

นอกจากนี้ยังพบว่า ราคาผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้นร้อยละ 20 จะมีผลกำไรใกล้เคียงเป้าหมายกำไรที่ต้องการมาก โดยมีร้อยความสำเร็จตามเป้าหมายถึงร้อยละ 96.6

ตารางที่ 5.6 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิตกรณีราคาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 20

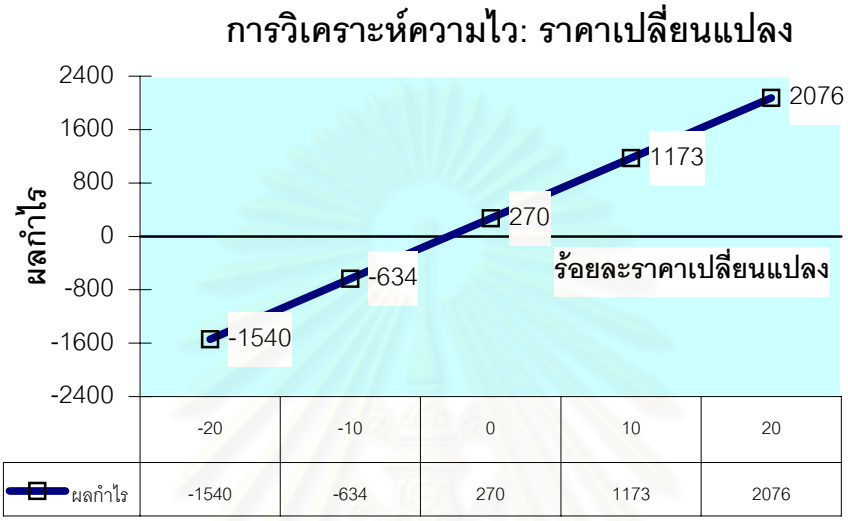
กรณีศึกษา: ราคาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 20			
กำไร	2,076	ล้านบาท	
รายได้	10,841	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6,768	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายคงที่	1,994	ล้านบาท	

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12.0	137.9
ผลลัพธ์		2076	1442	1.4	57.9
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ราคา	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	74	377	0.0	0.0
ผลิตภัณฑ์	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	10.6	80.0
เพิ่มขึ้น 20%	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	96.6	79.3	188.2	158.0

สรุปผลกรณีศึกษากรณีราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

การวิเคราะห์ความไวกรณีราคาเปลี่ยนแปลง (Price Change) พบว่าผลกำไรและรายได้แปรผันตามราคาที่เปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะผลกำไรจะมีความไวในการเปลี่ยนแปลงไวมากแสดงในกราฟ รูปที่ 5.1 ในส่วนของอุปสงค์ ปริมาณสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บและปริมาณคงคลัง มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากกรณีพื้นฐาน ดังนั้นในการวางแผนการผลิตในระบบนี้จะต้องเอาใจใส่ต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาผลิตภัณฑ์เป็นพิเศษ เพราะจะมีผลกระทบต่อผลกำไรขาดทุนได้อย่างรวดเร็ว การใช้โปรแกรมการวางแผนการผลิตนี้ช่วยในการสร้างสารสนเทศเพื่อใช้ในการตัดสินใจปรับปรุงการวางแผนการผลิต หรือวางกลยุทธ์ในการบริหารการผลิตให้เหมาะสมกับราคาผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น จะสามารถช่วยให้ข้อมูลเพื่อใช้ในการสนับสพิจารณาในการวางแผนการผลิตในภาวะที่ราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง กลยุทธ์ที่สามารถช่วยในกรณีราคาผลิตภัณฑ์ตกต่ำ คือ การลดต้นทุน เป็นต้น นอกจากนี้โปรแกรมการวางแผนการผลิตนี้ ยังช่วยในการหาราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเท่าไร ที่จะถึงจุดคุ้มทุน

ราคา	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง				
	-20	-10	0	10	20
ผลกำไร	-1540	-634	270	1173	2076



รูปที่ 5.1 แสดงความไวของผลกำไร เมื่อราคาผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 การวิเคราะห์ความไวกรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

5.4.1 กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ10 และร้อยละ20

จากตารางที่ 5.7 และตารางที่ 5.8 แสดงผลลัพธ์การวางแผนการผลิต กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ10 และร้อยละ20 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นความไวของกรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงมีผลกระทบต่อผลกำไรและรายได้แบบแปรตามกัน คือ ผลกำไรและรายได้ลดลงเมื่อความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลง และมีความไวในลดลงค่อนข้างสูงโดยมีผลกำไรลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีพื้นฐานซึ่งมีกำไร 270 ล้านบาท ลดลงเหลือกำไร 56 ล้านบาท และขาดทุน 165 ล้านบาท ที่ความต้องการลดลงร้อยละ10 และร้อยละ20 ตามลำดับ

ในส่วนของการบรรลุเป้าหมายของการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์และปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์ มีร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมายสูงขึ้นเมื่อความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลง แต่มีความไวค่อนข้างต่ำและมีข้อสังเกต คือปริมาณสูญเสียผลิตภัณฑ์สูงขึ้นจากกรณีพื้นฐานที่มีการสูญเสีย 1.4 พันตัน เป็น 4.7 พันตัน และ 7.3 พันตัน เมื่อความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.7 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 10

กรณีศึกษา: ความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลง 10 %		
กำไร	56	ล้านบาท
รายได้	8245	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6195	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1637	12	124.1
ผลลัพธ์		56	1323	4.7	48.6
กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลง 10%	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	2094	314	0.0	0.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	7.3	75.5
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	2.6	80.8	160.9	160.9

ตารางที่ 5.8 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลง ร้อยละ 20

กรณีศึกษา: ความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลง 20 %			
กำไร	-165	ล้านบาท	
รายได้	7373	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	5544	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท	

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1455	12	110.3
ผลลัพธ์		-165	1186	7.3	49.8
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ความต้องการ	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	2315	269	0.0	0.0
ผลิตภัณฑ์	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	4.7	67.8
ลดลง 20%	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	-7.7	81.5	139.2	161.5

5.4.2 กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20

จากตารางที่ 5.9 และตารางที่ 5.10 แสดงผลลัพธ์การวางแผนการผลิตกรณีความต้องการผลิตภัณฑ์สูงขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อความต้องการผลิตภัณฑ์สูงขึ้น รายได้สูงขึ้น ทำให้ผลกำไรเข้าใกล้เป้าหมายที่ต้องการมากขึ้น โดยร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมายเพิ่มจาก 12.5 เป็นร้อยละ 22.1 และร้อยละ 29.8 ตามลำดับ

ในส่วนของความสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บผลิตภัณฑ์ มีปริมาณน้อยมากทั้งสองกรณี (ปริมาณสูญเสีย 0.2 พันตัน และ 0 ตัน ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับกรณีพื้นฐานซึ่งมีการสูญเสียผลิตภัณฑ์สูงถึง 1 พันตันโดยประมาณ ขณะเดียวกันปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์สูงขึ้นจากกรณีพื้นฐาน 57.9 พันตัน เป็น 62.9 และ 74.7 พันตัน ตามลำดับ

ตารางที่ 5.9 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ร้อยละ 10

กรณีศึกษา: ความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น 10 %			
กำไร	476	ล้านบาท	
รายได้	9617	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	7147	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท	

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	2001	12	151.7
ผลลัพธ์		476	1524	0.2	62.9
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ความต้องการ	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1674	477	0.0	0.0
ผลิตภัณฑ์	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	11.8	88.8
เพิ่มขึ้น 10%	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	22.1	76.2	198.5	158.5

ตารางที่ 5.10 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ร้อยละ 20

กรณีศึกษา: ความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น 20 %			
กำไร	641	ล้านบาท	
รายได้	9850	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	7215	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท	

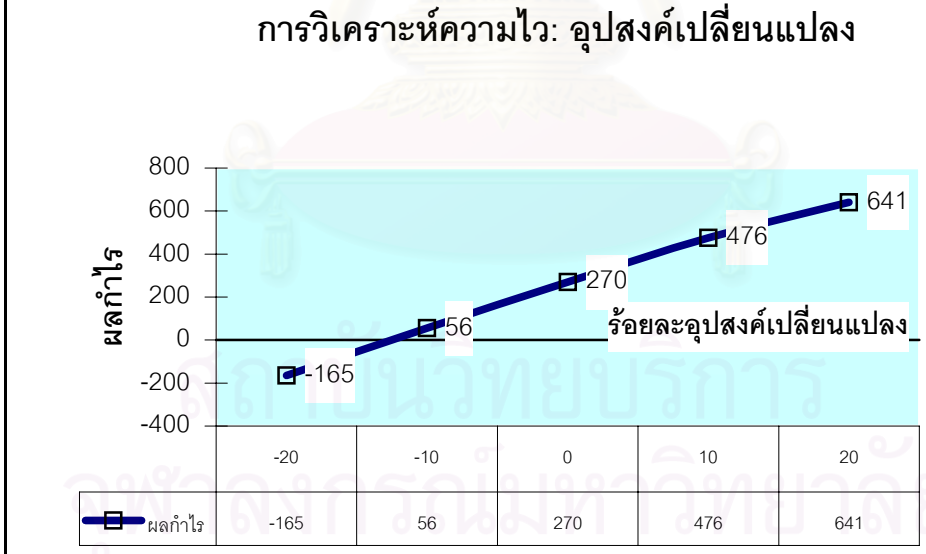
เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	2183	12	165.4
ผลลัพธ์		641	1537	0.0	74.7
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ความต้องการ	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1509	646	0.0	0.0
ผลิตภัณฑ์	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	12.0	90.7
เพิ่มขึ้น 20%	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	29.8	70.4	200.0	154.8

ผลสรุปกรณีศึกษากรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

จากผลการวิเคราะห์ความไวเมื่อความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง พบว่า ผลกำไร อุปสงค์ และปริมาณคงคลังมีการเปลี่ยนแปลงแปรผันตามโดยเฉพาะผลกำไรมีความไวในการแปรผันตามค่อนข้างสูง ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.2 ในส่วนของปริมาณสูญเสียผลิตภัณฑ์พบว่า เมื่อความต้องการเพิ่มขึ้นปริมาณสูญเสียจะน้อยลงและมาคงที่อยู่ที่ศูนย์ แต่ถ้าความต้องการลดลงปริมาณสูญเสียผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น

ดังนั้น กรณีความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง (Demand Change) สามารถใช้โปรแกรมแบบจำลองวางแผนการผลิตนี้ ช่วยวางแผนการผลิตที่เหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงและยังสามารถใช้หาจุดคุ้มทุนเมื่อความต้องการผลิตภัณฑ์ลดลง

ความต้องการผลิตภัณฑ์	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง				
	-20	-10	0	10	20
ผลกำไร	-165	56	270	476	641



รูปที่ 5.2 แสดงความไวของผลกำไร เมื่ออุปสงค์ (ความต้องการผลิตภัณฑ์) เปลี่ยนแปลง

5.5 การวิเคราะห์ความไวกรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis for Recovery Rate Change)

5.5.1 กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซลดลงร้อยละ 10 และร้อยละ 20

จากตารางที่ 5.11 และตารางที่ 5.12 แสดงผลลัพธ์การวางแผนการผลิตกรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซลดลงร้อยละ 10 และ ร้อยละ 20 ตามลำดับ พบว่า ผลกำไรจะลดลงเมื่อความสามารถในการแยกก๊าซลดลงและมีความไวในการลดลงค่อนข้างสูง โดยจากผลกำไร 270 ล้านบาทของกรณีพื้นฐานลดลงเหลือกำไร 244 ล้านบาทและ 137 ล้านบาทที่อัตราความสามารถในการแยกก๊าซลดลงร้อยละ 10 และ 20 ตามลำดับ

ในส่วนของการบรรลุเป้าหมายตัวอื่น พบว่า ปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์และปริมาณคงคลัง มีแนวโน้มสูงขึ้นและบรรลุเป้าหมายสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ในส่วนของผลกำไรและอุปสงค์มีความสำเร็จตามเป้าหมายลดลงโดยมีแนวโน้มแปรผันลดลงตามร้อยละของอัตราความสามารถแยกก๊าซที่ลดลง

ตารางที่ 5.11 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซลดลงร้อยละ 10

กรณีศึกษา: ความสามารถในการแยกก๊าซลดลง 10 %

กำไร	244	ล้านบาท
รายได้	8693	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6455	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	137.9
ผลลัพธ์		244	1377	1.4	59.6
กรณีความสามารถในการแยกก๊าซลดลง 10%	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1906	441	0.0	0.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	10.6	78.3
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	11.4	75.7	188.5	156.8

ตารางที่ 5.12 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซลดลงร้อยละ 20

กรณีศึกษา: ความสามารถในการแยกก๊าซลดลง 20 %		
กำไร	137	ล้านบาท
รายได้	7904	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	5772	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	137.9
ผลลัพธ์		137	1232	0.0	29.8
กรณีความสามารถในการแยกก๊าซลดลง 20%	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	2013	586	0.0	0.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	12.0	108.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	6.4	67.8	200.0	178.4

5.5.2 กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20

จากผลการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ในกรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20 แสดงในตารางที่ 5.13 และ ตารางที่ 5.14 ตามลำดับ จะเห็นว่า ผลกำไรมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความสามารถในการแยกก๊าซมาที่ร้อยละ10 และกลับมีผลกำไรลดลงที่อัตราความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 แสดงให้เห็นว่าผลกำไรจะขึ้นสูงสุดในช่วงต้น ๆของการเพิ่มอัตราความสามารถในการแยกก๊าซและกลับลดลง คาดว่าการที่ผลกำไรลดลงเมื่ออัตราความสามารถการแยกก๊าซเพิ่มถึงจุดหนึ่ง เนื่องจากการขายผลิตภัณฑ์ในส่วนที่เพิ่มขึ้นช่วงท้าย ๆ จะเหลือลูกค้าที่ให้ราคาที่ต่ำกว่า ทำให้อัตราการเพิ่มรายได้จากการขายต่อผลิตภัณฑ์ลดลง เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายแปรผันที่เพิ่มขึ้นคงที่

ในส่วนของการบรรลุเป้าหมายพบว่าอุปสงค์และปริมาณคงคลังมีแนวโน้มของร้อยละการบรรลุความสำเร็จตามเป้าหมายสูงขึ้นเมื่ออัตราความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้น ในส่วนของผลกำไรและปริมาณสูญเสียผลิตภัณฑ์มีร้อยละการบรรลุเป้าหมายลดลง โดยเฉพาะการสูญเสียผลิตภัณฑ์มีปริมาณสูญเสียมากขึ้นอย่างมาก เปรียบเทียบจากกรณีพื้นฐานสูญเสียเพียง 1.4 พันตัน มาสูญเสียเป็น 4.1 และ 6.8 พันตัน ทำให้มีร้อยละการบรรลุเป้าหมายลดลง แต่ไม่เกินเป้าหมายที่กำหนดไว้คือ12 พันตัน

ตารางที่ 5.13 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

กรณีศึกษา: ความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้น 10 %

กำไร	273	ล้านบาท
รายได้	9148	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6881	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	137.9
ผลลัพธ์		273	1468	4.1	54.7
กรณีความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้น 10%	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1877	351	0.0	0.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	7.9	83.2
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	12.7	80.7	165.7	160.4

ตารางที่ 5.14 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซ เพิ่มขึ้นร้อยละ 20

กรณีศึกษา: ความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้น 20 %

กำไร	270	ล้านบาท
รายได้	9188	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6924	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	137.9
ผลลัพธ์		270	1478	6.8	51.4
กรณีความสามารถในการแยกก๊าซเพิ่มขึ้น 20%	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1880	341	0.0	0.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	5.2	86.5
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	12.5	81.2	143.3	162.7

ผลสรุปของกรณีศึกษากรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลงอัตราความสามารถในการแยกก๊าซ ทำให้ผลกำไรและการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงโดยมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงผกผันตามกัน ยกเว้นกรณีอัตราความสามารถในการแยกก๊าซเปลี่ยนเพิ่มขึ้น ผลกำไรจะเพิ่มมากขึ้นถึงจุดหนึ่งแล้วจะเริ่มลดลง ดังนั้นการวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรมที่จัดสร้างขึ้นในวิทยานิพนธ์ จะช่วยในการตัดสินใจปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือกำหนดช่วงเวลาในการหยุดซ่อมใหญ่โรงงานที่เหมาะสมเพื่อทำการปรับปรุงอัตราความสามารถในการแยกก๊าซที่ลดลงเนื่องจากการเสื่อมประสิทธิภาพจากการใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ให้ดีขึ้น

ความสามารถในการแยกก๊าซ	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง				
	-20	-10	0	10	20
ผลกำไร	137	244	270	273	270

รูปที่ 5.3 แสดงความไวของผลกำไร เมื่ออัตราความสามารถในการแยกก๊าซเปลี่ยนแปลง

5.6 การวิเคราะห์ความไวกรณีกำลังผลิตโรงงานเปลี่ยนแปลง

(Sensityvity Analysis For Plant Capacity Change)

5.6.1 กรณีกำลังผลิตโรงงานลดลงร้อยละ 10 และร้อยละ 20

กรณีลดกำลังผลิตของโรงงานลงร้อยละ 10 และ 20 จะทำให้ผลลัพธ์การวางแผนการผลิตเปลี่ยนแปลง คือ ผลกำไรลดลงจากกรณีพื้นฐาน 270 ล้านบาท เหลือผลกำไร 260 ล้านบาท และ 196 ล้านบาท ตามลำดับ เนื่องจากกำลังผลิตลดลงทำให้ผลิตผลิตภัณฑ์ได้น้อยลง รายได้ลดลง ทำให้ผลกำไรลดลง ในส่วนของการบรรลุเป้าหมาย พบว่า ในด้านปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์และปริมาณคงคลังสามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดได้ และมีร้อยละความสำเร็จสูงเกินเป้าหมายมากขึ้น ในส่วนผลกำไรและการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ ยังคงไม่บรรลุตามเป้าหมายและมีร้อยละความสำเร็จลดลงตามร้อยละของกำลังผลิตที่ลดลงเมื่อเทียบกับของกรณีพื้นฐาน

ตารางที่ 5.15 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีกำลังการผลิตโรงงานลดลงร้อยละ 10

กรณีศึกษา: กำลังผลิตโรงงานลดลง 10 %

กำไร	260	ล้านบาท
รายได้	8,798	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6,544	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1,994	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	138
ผลลัพธ์		260	1399	0	20
กรณีกำลังผลิตโรงงานลดลง 10%	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1890	420	0.0	0.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	12.0	117.5
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	12.09	76.90	200.00	185.20

ตารางที่ 5.16 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีกำลังการผลิตโรงงานลดลง ร้อยละ 20

กรณีศึกษา: กำลังผลิตโรงงานลดลง 20 %			
กำไร	196	ล้านบาท	
รายได้	8,080	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	5,890	ล้านบาท	
ค่าใช้จ่ายคงที่	1,994	ล้านบาท	

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	137.9
ผลลัพธ์		196	1257	0.0	5.0
กรณีกำลังผลิตโรงงานลดลง 20%	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1954	562	0.0	0.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	12.0	132.9
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	9.1	69.1	200.0	196.4

5.6.2 กรณีกำลังผลิตโรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20

จากตารางที่ 5.16 แสดงตารางที่ 5.17 แสดงผลลัพธ์การวางแผนการผลิต กรณีกำลังผลิตโรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ตามลำดับ พบว่าการเพิ่มกำลังผลิตโรงงานแม้ว่าจะทำให้ตอบสนองอุปสงค์ได้เพิ่มขึ้นตามกำลังผลิตที่เพิ่มขึ้น โดยเทียบกับกรณีพื้นฐานที่ผลิตได้ 1442 พันตัน ส่วนกรณีเพิ่มกำลังผลิต สามารถผลิตได้ 1467 พันตัน และ 1477 พันตัน ตามลำดับ แต่ผลกำไรกลับลดลงเมื่อเพิ่มกำลังผลิตมากขึ้น จากเดิมก่อนเพิ่มกำลังผลิตสามารถทำกำไรได้ 270 ล้านบาท และเมื่อหลังเพิ่มกำลังผลิตกลับทำกำไรลดลง โดยได้กำไร 254 ล้านบาทและ 233 ล้านบาท ตามลำดับกำลังผลิตที่เพิ่มขึ้น การที่กำไรลดลงเนื่องจากค่าใช้จ่ายแปรผันสูงขึ้นในอัตราที่สูงกว่าอัตรารายได้ที่เพิ่มขึ้น (เนื่องจากส่วนที่ขายเพิ่มขึ้นเป็นส่วนที่ลูกค้าซื้อในราคาต่ำ) ในส่วนของการสูญเสียผลิตภัณฑ์มีปริมาณมากขึ้นจากกรณีพื้นฐานที่สูญเสียผลิตภัณฑ์เพียง 1.4 พันตัน เพิ่มขึ้นเป็น 4 พันตัน และ 7.2 พันตันตามลำดับ

ในส่วนของการบรรลุเป้าหมายพบว่า การสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีถังเก็บมีปริมาณสูงขึ้นทำให้ร้อยละการบรรลุเป้าหมายลดลง แต่ยังคงบรรลุเป้าหมายที่กำหนดในส่วนของอุปสงค์ มีร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมายสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มกำลังผลิตมากขึ้น ส่วนร้อยละความสำเร็จตามเป้าของผลกำไรกลับลดลงเมื่อกำลังผลิตเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5.17 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีกำลังผลิตโรงงานเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10

กรณีศึกษา: กำลังผลิตโรงงานเพิ่มขึ้น 10 %

กำไร	253	**ล้านบาท**
รายได้	9,144	**ล้านบาท**
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6,897	**ล้านบาท**
ค่าใช้จ่ายคงที	1,994	**ล้านบาท**

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	137.9
ผลลัพธ์		253	1467	4.0	29.3
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
กำลังผลิต	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1897	352	0.0	0.0
โรงงาน	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	8.0	108.6
เพิ่มขึ้น 10%	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	11.8	80.6	166.7	178.8

ตารางที่ 5.18 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีกำลังผลิตโรงงานเพิ่มขึ้น ร้อยละ 20

กรณีศึกษา: กำลังผลิตโรงงานเพิ่มขึ้น 20 %

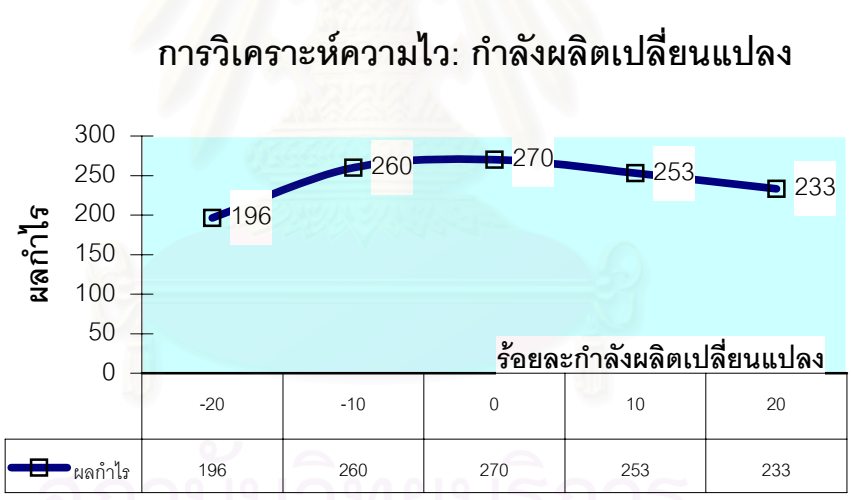
กำไร	233	**ล้านบาท**
รายได้	9,182	**ล้านบาท**
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6,955	**ล้านบาท**
ค่าใช้จ่ายคงที	1,994	**ล้านบาท**

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN shortage	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	137.9
ผลลัพธ์		233	1477	7.2	28.3
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
กำลังผลิต	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1917	342	0.0	0.0
โรงงาน	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	4.8	109.6
เพิ่มขึ้น 20%	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	10.8	81.2	140.2	179.5

ผลสรุปกรณีศึกษากรณีกำลังผลิตโรงงานเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลงกำลังผลิตโรงงาน จะทำให้ผลกำไรมีแนวโน้มลดลดทั้งกรณีเพิ่มและลดกำลังผลิตโรงงานดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.4 การเพิ่มกำลังผลิตมากขึ้นทำให้สามารถตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น แต่อาจทำให้กำไรลดลงได้หากราคาขายผลิตภัณฑ์ส่วนที่ผลิตขายเพิ่มขึ้นมีราคาต่ำกว่าราคาเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่ขายได้ก่อนเพิ่มกำลังผลิต และในทำนองเดียวกัน การเพิ่มกำลังผลิตมากขึ้นอาจทำให้ผลกำไรลดลงได้เนื่องจากมีปริมาณสูญเสียผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

กำลังผลิต	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง				
ของโรงแยกก๊าซ	-20	-10	0	10	20
ผลกำไร	196	260	270	253	233



รูปที่ 5.4 แสดงความไวของผลกำไร เมื่อกำลังผลิตของโรงงานเปลี่ยนแปลง

5.7 การวางแผนการผลิตสำหรับการผลิตปี254Y

ทางโรงแยกก๊าซธรรมชาติได้นำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปทดสอบใช้งานในการวางแผนการผลิตจริงในปี 254Y ซึ่งเป็นปีที่มีราคาพยากรณ์ของผลิตภัณฑ์สูงมากและมีแผนการปรับปรุงส่วนผสมของก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซธรรมชาติจากหลุมก๊าซในอ่าวไทยให้ดีขึ้น และได้ทดสอบใช้โปรแกรมในการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องขีดจำกัดการคงคลังผลิตภัณฑ์โดยหากยอมเพิ่มถังเก็บผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นหรือยอมสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเกินและไม่มีถังเก็บเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลกำไร ปริมาณคงคลัง และ การตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

ตารางที่ 5.19 แสดงผลลัพธ์จากการใช้โปรแกรมแบบจำลองที่สร้างขึ้นในการวางแผนการผลิตของการผลิตปี 254Y พบว่า ผลประกอบการจากการผลิตในปี254Y มีกำไรถึง 8286 ล้านบาท เทียบกับผลกำไรในปี 2540 (กรณีพื้นฐาน) ซึ่งมีกำไรเพียง 270 ล้านบาท การที่กำไรเพิ่มขึ้นสูงมากสาเหตุมาจากปัจจัยของราคาที่เพิ่มขึ้นสูงมาก และส่วนผสมของก๊าซวัตถุดิบมีคุณภาพดีขึ้น ทำให้สามารถผลิตตอบสนองความต้องการได้ร้อยละ 93.2 เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีพื้นฐาน (ปี2540) ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการได้เพียงร้อยละ 79.3

ตาราง 5.19 แสดงประสิทธิผลการวางแผนการผลิต กรณีการผลิตใน ปี 254Y

กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y

กำไร	8286.4	ล้านบาท
รายได้	18324.2	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8368.7	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1833	12	134.7
ผลลัพธ์		8286	1708	6.0	197.0
กรณีการผลิตปี 254Y	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1314	125	0.0	62.3
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	6.0	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	86.3	93.2	150.0	53.8

รายละเอียดผลลัพธ์ของการวางแผนการผลิตปี 254Y ได้แก่ แผนการผลิต แผนการป้อนก๊าซวัตถุดิบเข้าโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วย และผลของการคงคลังผลิตภัณฑ์ของปี 254Y แสดงในภาคผนวก ง, หน้า 100.

นอกจากนี้ผลลัพธ์การวางแผนผลิตปี 254Y ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.19 เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดของปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นข้อจำกัดข้อหนึ่งของระบบ ดังนั้นหากทำการเปรับปรุงเงื่อนไขข้อจำกัดดังกล่าว อาจเป็นแนวทางในการพัฒนาให้การวางแผนการผลิตให้มีประสิทธิผลยิ่งขึ้น การปรับปรุงดังกล่าวต้องอาศัยสารสนเทศช่วยในการตัดสินใจซึ่งการสร้างสนเทศดังกล่าวสามารถสร้างได้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงขีดจำกัดของปริมาณคงคลัง และทำการวัดผลการวิเคราะห์การปรับปรุงขีดจำกัดของปริมาณคงคลังโดยใช้ตัววัด คือ ความสามารถในการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ และผลกำไร

ข้อมูลเบื้องต้นของตัววัดทั้งสองข้อก่อนปรับปรุง คือ

- ความต้องการผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1833 พันตัน และผลการวางแผนผลิตสามารถตอบสนองความต้องได้ 1708 พันตัน คิดเป็นร้อยละ 93.2 (ข้อมูลจากตารางที่ 5.19)
- ผลกำไร 8286 ล้านบาท (ข้อมูลจากตารางที่ 5.19)

การวิเคราะห์ความไวของขีดจำกัดดังกล่าวแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ (รายละเอียดการวิเคราะห์ความไวทั้ง 2 ส่วน แสดงในข้อ 5.7.1 และข้อ 5.7.2)

1. การเพิ่มขีดจำกัดบนของปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์มากขึ้นเป็นขั้นๆ แล้วทำการวัดการเปลี่ยนแปลงของผลกำไรและความสามารถในการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจปรับปรุงจัดหาถังเก็บผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น (รายละเอียดของผลลัพธ์แสดงภาคผนวก จ, หน้า 106.)
2. การเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถังเก็บเป็นขั้นๆ แล้วทำการวัดการเปลี่ยนแปลงของผลกำไรและความสามารถในการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจปรับปรุงการวางแผนการผลิต (รายละเอียดของผลลัพธ์แสดงภาคผนวก ฉ, หน้า 106.)

5.7.1 การวิเคราะห์ความไวเมื่อขีดจำกัดบนปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 5.20 แสดงผลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเพิ่มขีดจำกัดบนของปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์โดยการเพิ่มขีดจำกัดบนครั้งละ 3000 ตัน กับทุกผลิตภัณฑ์ พบว่า เมื่อเพิ่มขีดจำกัดบนของปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์จะทำให้ผลกำไรและความสามารถในการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น และเมื่อขีดจำกัดบนของ

ปริมาณคงคลังเพิ่มถึงช่วง 11500 - 12000 ตัน พบว่า ผลกำไร และความสามารถในการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ เริ่มมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

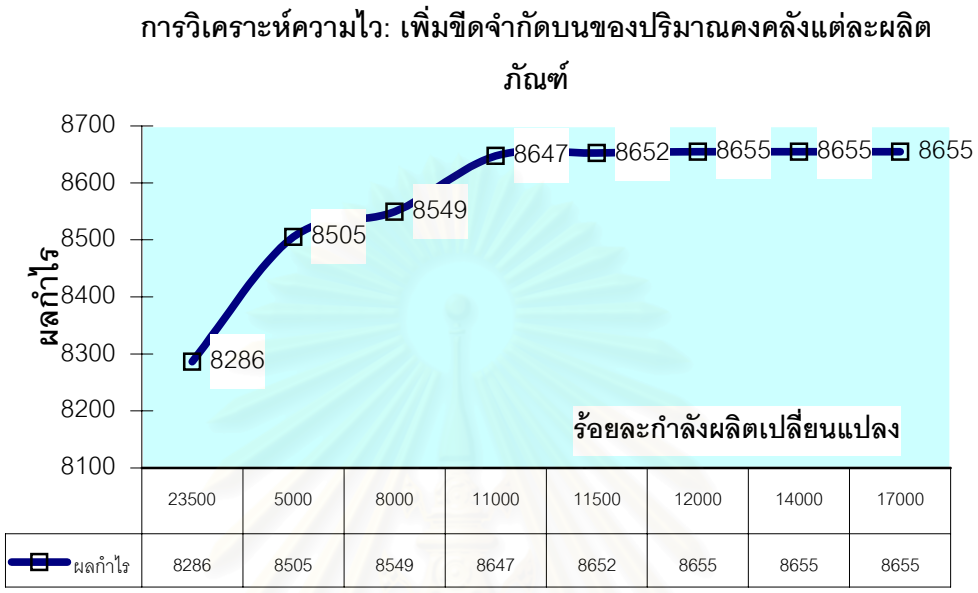
- สามารถการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์จากร้อยละ 93.2 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 99.8 หรือเพิ่มจากความต้องผลิตภัณฑ์ 1708.4 พันตัน เป็น 1823 พันตัน ซึ่งเข้าใกล้เป้าหมายความต้องการผลิตภัณฑ์ที่ 1833 พันตัน
- สามารถทำกำไรเพิ่มขึ้นจาก 8286.4 ล้านบาท เป็น 8654.6 ล้านบาท คิดเป็นผลกำไรเพิ่มขึ้น 368.2 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.44 ความไวการเปลี่ยนแปลงผลกำไรแสดงในกราฟรูปที่ 5.5

ในทางปฏิบัติการเพิ่มขีดจำกัดบนของปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์ คือ การเพิ่มถังเก็บผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องมีการลงทุนสร้างถังเก็บเพิ่มขึ้น ต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงนับร้อยๆล้านบาท หากต้องเพิ่มปริมาณคงคลังถึง 11500-12000 ตันเท่ากันในแต่ละผลิตภัณฑ์ ควรทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมก่อนตัดสินใจโดยสร้างทางเลือกขีดจำกัดบนของปริมาณคงคลังโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มเท่ากัน แต่เพิ่มให้สอดคล้องกับสภาวะจริงในทางปฏิบัติจะทำให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในการตันสินใจเพิ่มถังเก็บผลิตภัณฑ์เท่าที่จำเป็นและใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้และความคุ้มทุนในการสร้างถังเก็บผลิตภัณฑ์ต่อไป

ตารางที่ 5.20 แสดงการเปลี่ยนแปลง ผลกำไร การตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ และ ปริมาณคงคลัง เมื่อเพิ่มขีดจำกัดปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์ในการผลิต ปี 254Y

กรณีศึกษา	ปี254Y	การเพิ่มขีดจำกัดปริมาณคงคลังของแต่ละผลิตภัณฑ์ (หน่วยเป็น ตัน)							หน่วย
	23500	5000	8000	11000	11500	12000	14000	17000	
ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบ	1708.4	1785	1807	1823	1823	1823	1823	1823	พันตัน
การตอบสนองความต้องการ (ความต้องการ 1833 พันตัน)	93.2	97.7	98.9	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	ร้อยละ
ผลกำไร	8286.4	8505.0	8549.3	8647.3	8652.4	8654.6	8654.6	8654.6	ล้านบาท
ร้อยละการเพิ่มผลกำไร	0.00	2.64	3.17	4.35	4.42	4.44	4.44	4.44	ร้อยละ
ปริมาณผลิตภัณฑ์คงคลัง	197.0	282.7	325.1	292.5	286.6	287.1	287.0	287.1	พันตัน

ปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์	เพิ่มขีดจำกัดบนของปริมาณคงคลังแต่ละผลิตภัณฑ์ (หน่วย เป็น ตัน)							
	23500	5000	8000	11000	11500	12000	14000	17000
ผลกำไร	**8286**	8505	8549	8647	8652	8655	8655	8655



รูปที่ 5.5 แสดงความไวของผลกำไร เมื่อเพิ่มขีดจำกัดของปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์

5.7.2 การวิเคราะห์ความไวเมื่อขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถังเก็บเปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 5.21 แสดงผลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์ พบว่า เมื่อเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์มากขึ้นจะทำให้ตัววัดคือ ผลกำไรและปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มมีความไวค่อนข้างต่ำ จนกระทั่งเมื่อเพิ่มขีดจำกัดความสูญเสียมาอยู่ในช่วง 5000 – 6500 ตัน จะทำให้ได้ผลกำไรและความสามารถตอบสนองความต้องการมีค่าสูงสุดและคงที่ไม่เปลี่ยน ดังมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังนี้

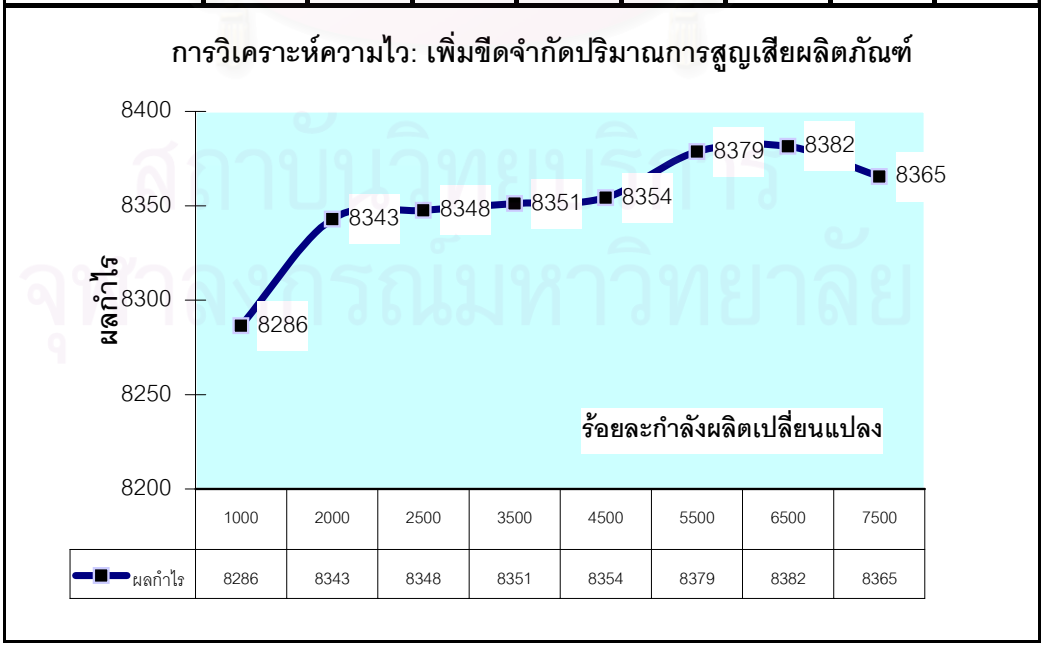
- **สามารถการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์จากร้อยละ 93.2 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 95.0 หรือเพิ่มจากความต้องผลิตภัณฑ์ 1708.4 พันตัน เป็น 1736 พันตัน**
- **สามารถทำกำไรเพิ่มขึ้นจาก 8286.4 ล้านบาท เป็น 8381.5 ล้านบาท คิดเป็นผลกำไรเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.15 ความไวการเปลี่ยนแปลงผลกำไรแสดงในกราฟรูปที่ 5.6**

ตารางที่ 5.21 แสดงการเปลี่ยนแปลงของผลกำไร การตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ และปริมาณคงคลัง เมื่อเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์ในการผลิต ปี 254Y

กรณีศึกษา	ปี254Y	การเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์ (หน่วยเป็น ตัน)							หน่วย
	1000	2000	2500	3500	4500	5500	6500	7500	
ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบ	1708.4	1715	1716	1720	1719	1736	1736	1720	พันตัน
การตอบสนองความต้องการ (ความต้องการ 1833 พันตัน)	93.2	93.9	93.9	94.1	94.1	95.0	95.0	94.1	ร้อยละ
ผลกำไร	8286.4	8342.9	8347.6	8351.2	8354.2	8378.7	8381.5	8365.4	ล้านบาท
ร้อยละการเพิ่มผลกำไร	0.00	0.68	0.74	0.78	0.82	1.11	1.15	0.95	ร้อยละ
ปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์	6.0	9.3	11.3	13.6	14.7	15.5	16.5	17.8	พันตัน

เมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์ในข้อ 5.7.1 จะเห็นว่าการเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียสามารถเพิ่มผลกำไรและเพิ่มความสมารถในการตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ได้ต่ำกว่ามาก และมีการสูญเสียผลิตภัณฑ์มากขึ้น ในทางปฏิบัติการเพิ่มขีดจำกัดดังกล่าวจะต้องคำนึงการสร้างสมดุลย์ระหว่างปริมาณผลิตภัณฑ์ที่สูญเสีย ผลกำไรที่เพิ่มขึ้น และการตอบสนองความต้องการของลูกค้าเพื่อรักษาลูกค้าไว้ ดังนั้นแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะเป็นประโยชน์ในการสร้างทางเลือกแบบต่าง ๆ เพื่อช่วยในการรักษาสมดุลดังกล่าวข้างต้น

ปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์	เพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์ (หน่วย เป็น ตัน)							
	1000	2000	2500	3500	4500	5500	6500	7500
ผลกำไร	8286	8343	8348	8351	8354	8379	8382	8365



รูปที่ 5.6 แสดงความไวของผลกำไร เมื่อเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์นี้ ได้สร้างแบบจำลองในการวางแผนการผลิตสำหรับโรงแยกก๊าซธรรมชาติ โดยใช้หลักการการวิจัยดำเนินงานในการสร้างแบบจำลองของปัญหาและเลือกใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ในการแก้ไขปัญหาพร้อมกับประยุกต์การโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming) ในการแก้ไขปัญหาที่ต้องการให้บรรลุเป้าหมายพร้อมกันหลาย ๆ เป้าหมาย ซึ่งแต่ละเป้าหมายอาจสอดคล้องกันหรือขัดแย้งกัน ในการแก้ไขแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นตรงของปัญหานี้ ได้เลือกใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เอ็กเท็นด์ลินโก (Extended Lingo) ในการสร้างแบบจำลอง และทำการวิเคราะห์ความไวจากข้อมูลจริงในการผลิตที่ได้จากหน่วยวางแผนการผลิต โรงแยกก๊าซธรรมชาติ โดยมีผลสรุปการศึกษา ดังนี้

1. แบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรงและการโปรแกรมเชิงเป้าหมายสามารถใช้งานวางแผนการผลิตของโรงแยกก๊าซอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถสร้างแผนการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด และแผนการส่งก๊าซวัตถุดิบสำหรับโรงแยกก๊าซแต่ละหน่วย
2. การใช้การโปรแกรมเป้าหมายทำให้สามารถให้ผลลัพธ์ใช้ในการตัดสินใจให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงที่ต้องการบรรลุเป้าหมายหลายเป้าหมายพร้อมกัน ซึ่งอาจเป็นเป้าหมายที่สอดคล้องและขัดแย้งกันได้ดี
3. การวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรหรือปัจจัยต่าง ๆเป็นข้อมูลช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถวางกลยุทธ์หรือปรับปรุงกลยุทธ์ในการผลิตให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆตั้งแต่การเปลี่ยนแปลงของราคาผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงของความต้องการผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงอัตราความสามารถในการแยกก๊าซ และการเปลี่ยนแปลงกำลังผลิตของโรงงาน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปัจจัยอื่น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลช่วยตัดสินใจลงทุนในการปรับปรุงขีดความจำกัดในกระบวนการผลิต เช่น การลงทุนสร้างถังเก็บผลิตภัณฑ์เพิ่มเพื่อเพิ่มขีดจำกัดในการคงคลังผลิตภัณฑ์ และการปรับปรุงเพิ่มความสามารถในการขนส่งผลิตภัณฑ์ เป็นต้น
4. ความถูกต้องของข้อมูลเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความถูกต้องของผลลัพธ์อย่างยิ่ง เนื่องจากข้อมูลที่ใช้มีช่วงกว้างของค่า ตั้งแต่หมื่นล้านบาท และร้อยละของส่วนผสม ซึ่งมีค่าเป็นเศษส่วน

6.2 ข้อจำกัดของวิทยานิพนธ์

1. ผลลัพธ์จากการวางแผนการผลิตขึ้นอยู่กับความถูกต้องของการพยากรณ์ความต้องการผลิตภัณฑ์ และการพยากรณ์ราคาผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงตามภาวะตลอดปิโตรเลียมซึ่งมีการผกผันค่อนข้างสูง
2. ข้อมูลดิบเพื่อใช้ในการคำนวณมีปริมาณมากและมีความซับซ้อนมากต้องอาศัยการคำนวณหลายขั้นตอนจึงจะสามารถใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าในโปรแกรมวางแผนการผลิต ดังนั้นการพัฒนาระบบข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างข้อมูลป้อนเข้าที่ถูกต้องและรวดเร็ว
3. กรณีผลิตภัณฑ์ของลูกค้าที่ต่างกันมีราคาเท่ากันในช่วงเวลาเดียวกันทำให้โปรแกรมไม่สามารถจัดลำดับความสำคัญว่าจะส่งให้ลูกค้ารายใดเท่าไร หรือต้องกระจายให้ทั่วถึงเพื่อรักษาลูกค้าไว้ ทำให้แผนการส่งผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้ามีหลายแบบที่ให้ผลกำไรเท่ากัน
4. เนื่องจากปัจจัยเรื่องราคา ทำให้โปรแกรมมีความพยายามในการคงคลังผลิตภัณฑ์ไว้มาก ๆเพื่อขายในราคาที่สูงกว่าในอนาคต ซึ่งจะทำให้เกิดความเสี่ยงสูงหากการพยากรณ์ราคาและความต้องการผลิตภัณฑ์คาดเคลื่อน
5. การปรับการผลิตของโรงงานที่เป็นกระบวนการผลิตทางปิโตรเคมี มีความยืดหยุ่นน้อย และไม่สามารถปรับได้รวดเร็ว ขณะปรับเปลี่ยน จะเกิดช่วงการเปลี่ยนแปลงระบบ (Transient Period) ซึ่งต้องใช้เวลาและอาจสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ส่วนผสมตามข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ในช่วงการเปลี่ยนแปลงระบบ ดังนั้นการปรับเปลี่ยนจึงต้องการการเตรียมพร้อมล่วงหน้าและต้องวางแผนการปรับเปลี่ยนอย่างถูกต้อง แม่นยำ
6. แบบจำลองที่สร้างขึ้น.ในวิทยานิพนธ์นี้ เมื่อพิจารณาในหลักการของการคงคลังพัสดุยังคงไม่ให้ระบบคงคลังพัสดุที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นมองภาพรวมทั้งระบบในกรอบเวลา 1 ปี ไม่ได้ใช้ค่าใช้จ่ายหรือผลกำไรต่อหน่วย (Contributions) ในการหาระดับคงคลังที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา (เดือน) ตลอดกรอบเวลา (1 ปี) การจะหาระดับคงคลังที่เหมาะสมที่สุดสามารถทำได้โดยใช้Dynamic Programming ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่เหมาะสมจะใช้กับแก้ไขปัญหาระบบที่มีความสัมพันธ์ (Contribution) กับเวลาและสถานะการณ์ที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาอย่างต่อเนื่อง เช่นระบบคงคลังในการวางแผนการผลิตในงานวิทยานิพนธ์นี้

6.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการพัฒนาระบบข้อมูลป้อนเข้าให้สามารถคำนวณได้รวดเร็วและถูกต้องโดยใช้โปรแกมคอมพิวเตอร์

2. การกำหนดเป้าหมายต่าง ๆต้องอาศัยประสพการณ์และความชำนาญของผู้ตัดสินใจ เพื่อกำหนดให้ใกล้เคียงกับสภาวะที่เปลี่ยนแปลงและสภาวะที่ต้องการควบคุม มิฉะนั้นจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ไม่บรรลุเป้าหมายและไม่สามารถสะท้อนภาพที่มีปัญหาในการปรับกลยุทธ์ให้เหมาะสม
3. การใช้โปรแกรมวางแผนการผลิตนี้ ควรปรับข้อมูลใหม่ที่ทันสมัยทุกเดือนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและปรับข้อมูลในช่วงเวลาผ่านไปให้ถูกต้องตามสภาพจริงที่เกิดขึ้นแล้วและทำการคำนวณจากโปรแกรมวางแผนใหม่ทุกเดือนเพื่อปรับแผนการผลิตให้เหมาะสมยิ่งขึ้นและลดความไม่แน่นอนของข้อมูลป้อนเข้า
4. ในระบบข้อมูลของโรงแยกก๊าซธรรมชาติมีระบบเก็บข้อมูลโดยตรงจากกระบวนการผลิตและจากระบบบัญชีและตลาดแบบต่อเนื่องตลอดเวลา (Online System) ซึ่งหากสามารถพัฒนามาคำนวณเป็นข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรมวางแผนการผลิตแบบต่อเนื่อง จะช่วยในการพัฒนาระบบข้อมูลตามข้อ 1 และช่วยในการวางแผนปรับการผลิตได้ล่วงหน้าอย่างถูกต้อง
5. ในระบบควบคุมกระบวนการผลิตของโรงแยกก๊าซมีการพัฒนาใช้ระบบควบคุมขั้นสูง (Advanced Process Control) ซึ่งสามารถคำนวณปรับแต่งค่าควบคุมของระบบโดยอัตโนมัติ ซึ่งช่วยให้การปรับเปลี่ยนกระบวนเป็นไปโดยราบรื่น ไม่มีผลกระทบ และไม่เกิดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ หากสามารถพัฒนาผลลัพธ์จากระบบตัดสินใจเป็นข้อมูลป้อนให้ระบบควบคุมขั้นสูงนี้ได้ จะช่วยแก้ไขปัญหาความไม่ยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนในข้อที่ 3. ของหัวข้อ 6.2 ข้อจำกัดของวิทยานิพนธ์

6.4 ข้อเสนอแนะในการศึกษาในอนาคต

1. ศึกษาการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมในการผสมก๊าซธรรมชาติ จากแต่ละแหล่งในอ่าวไทย เพื่อส่งเข้าท่อส่งก๊าซวัตถุดิบ ให้มีส่วนผสมผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุดิบ ในปริมาณที่ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับโรงแยกก๊าซ ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดเชิงพาณิชย์และสัญญาซื้อขายจากแหล่งก๊าซในอ่าวไทย
2. พัฒนาการคำนวณหาค่าใช้จ่ายคงที่ให้ถูกต้อง เพราะมีผลอย่างมากต่อผลกำไรและการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม
3. ศึกษาสร้างแบบจำลอง ในการวางแผนจัดจ่ายผลิตภัณฑ์ โดยนำค่าใช้จ่ายในการส่งผลิตภัณฑ์ ค่าใช้จ่ายในการคงคลังผลิตภัณฑ์เพื่อพัฒนาสร้างคารางจัดจ่ายผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้สามารถตอบสนองความเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้าได้ดีขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์. การวิจัยดำเนินงาน. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2521

ภาษาอังกฤษ

Arthur, J., L. and Lawrence, K., D. 1982. Multiple Goal Production and Logistics Planning in a Chemical and Pharmaceutical Company. Computers and Operations Research. Vol.9. No.2. pp.127-137.

Arthur, J., L. and Lawrence, K., D. 1980. A Multiple Goal Blending Problem. Computers and Operations Research. Vol. 7. pp.215-224.

Askin, G., and Standridge, R. 1993. Modeling Analysis of Manufacturing System. New York: John Wiley and Son.

Chiang, C., Fundamental Method of Mathematical Economics. 4 rd Edition. New York: McGraw-Hill, 1984.

Choi, S., H. Seok, B., A. and Harr, C. H. 1998. Knowledge – Based Decision System for Goal Directed Military Resource Planning. Computer and Industrial Engineering. Vol.35. NO.1-2. PP 299-302.

Gagmon, R., S. and SHEV, S. 1997. A Strategic MIGP Model for Acquiring Advanced Technologies. Computer and Industrial Engineering. Vol 32. No.1. PP 145-168.

Galbraith, L., and Miller, W. 1989. A Comparison of Goal Programming and Simulation Model Results for a Multi-objective, Multi-period, Multi-product Manufacturing Scheduling Problem. Computers and Industrial Engineering. Vol. 17. No. 1-4. pp. 366-371.

Hillier, S., and Lieberman, J. 1995. Introduction to Operation Research. New York: McGraw-Hill.

Ignizio, J., P. and Perlio, J., H. 1997. Sequential Linear Goal Programming : Implementation via MPSX. Computers and Operations Research. Vol. 6. pp. 141-145.

Kakumanu, P. 1998. Multiproduct Cost-Volume-Profit Model with Product Line, Production Planning & Control. Vol. 9. No.1. pp. 87-95.

Klein, M., R. and Grubbstrom, R., W. 1998. Using OPTRANS Object as a KB-DSS Development Environment for Designing DSS for Production Mangement. European Journal of Operation Reaseach. 109. pp. 264-285.

Lawrence, K., D. and Burbridge, J., J. 1967. A Multiple Goal Linear Programming Model for Coordinated Production and Logistics Planning, International Journal of Production Research. Vol.14. No.2. pp.215-222.

Lee, S., M. Clayton, E., R. and Taylor, B., W. 1978. A Goal Programming Approach to Multiperiod Production Line Scheduling. Computers and Operations Research. Vol.5. pp.205-211.

Lyu, J., Gunasekaran, A., Chen, C.,Y. and Kao, C. 1995. A Goal Programming Model for the Goal Blending Problem. Computer and Industrial Engineering. Vol. 28. No.4. pp 861-868.

Mohanty, R., P. and Siddigi, K. 1987. Optimal Production System Comparison of Some Multi-Objective Programming Methods. IE Journal. Vol. 16. No.5. pp. 1-20.

Mohanty, R., P. and Silva, W., G.N.L.U. 1988. Goal Programming Applications in Production Management : a Review. IE Journal. Vol. 17. No.3. pp. 10-21.

Ozdamar, L., Bozyel, A., M. and Brirbil, S., I. 1998. A Hierarchical Decision Support System for Production Planning (with Case Study). European Journal of Operations Reaseach. 104. pp. 403-422.

Sarma, L., S. and Hauam, K., D. 1993. Application of Ttexicographic Goal Programming in Production Planning – Two Case Studies. Opsearch. Vol. 30. No.2. pp141-162.

Srebranig, S., F. and Krishnamurthi, M. 1998. A Microecnomic Molding and Analysis Methodology for Production Quantity Determination. International Journal of Production Research. Vol. 36. No. 5. pp. 1493-1514.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลป้อนเข้าระบบสำหรับกรณีพื้นฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TIME SPAN = 12 Months

Goal # 1 : Maximization of Total Profit;

TOTAL PROFIT TARGET = 2150 MM Baths

P1 = Priority Level 1

Goal # 2 : Maximization of Customers Satisfaction;

Customers Satisfaction = Demand

P2 = Priority Level 2

Goal # 3 : Minimization of Loss of Non-storaged Products;

Loss of Non-storaged Products = 1000 Tons

P3 = Priority Level 3

Goal # 4 : Minimization of Total Inventory;

P4 = Priority Level 4

Total Inventory = Inventory Reserved Day * Demand per day

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1. ราคาผลิตภัณฑ์ (Product Price: P(i,k,t)) หน่วยเป็น บาท

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 2540											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	10530	9022	7959	7466	7238	7706	7363	7224	6982	6647	6434	6455
	3) ปิโตร2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	9062	8053	7200	6650	6496	7020	6730	6697	6534	6171	5925	5859
	3) ปิโตร2	9150	7818	7026	6515	6294	6719	6390	6247	6060	5759	5572	5572
	4) Domestic	8089	5715	4398	3788	3785	3743	3890	3869	4311	5170	6384	6811
	5) Export	7289	4005	3235	2809	2913	2783	3202	3167	3161	3615	4685	5608
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	9144	7939	7020	6506	6289	6706	6380	6246	6053	5755	5574	5572
	3) ปิโตร2	9150	7818	7026	6515	6294	6719	6390	6247	6060	5759	5572	5572
	4) Domestic	9043	6557	5143	4502	4489	4507	4633	4618	5038	5857	7040	7463
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	7023	5068	4449	4675	4535	5277	4036	3810	4040	4340	3839	3087
	4) Domestic	7266	5029	4299	4539	5180	4880	4601	3554	3415	3679	2890	2458
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ก.2. อุปสงค์ (Demand , D (i , k , t)) หน่วยเป็น ตัน

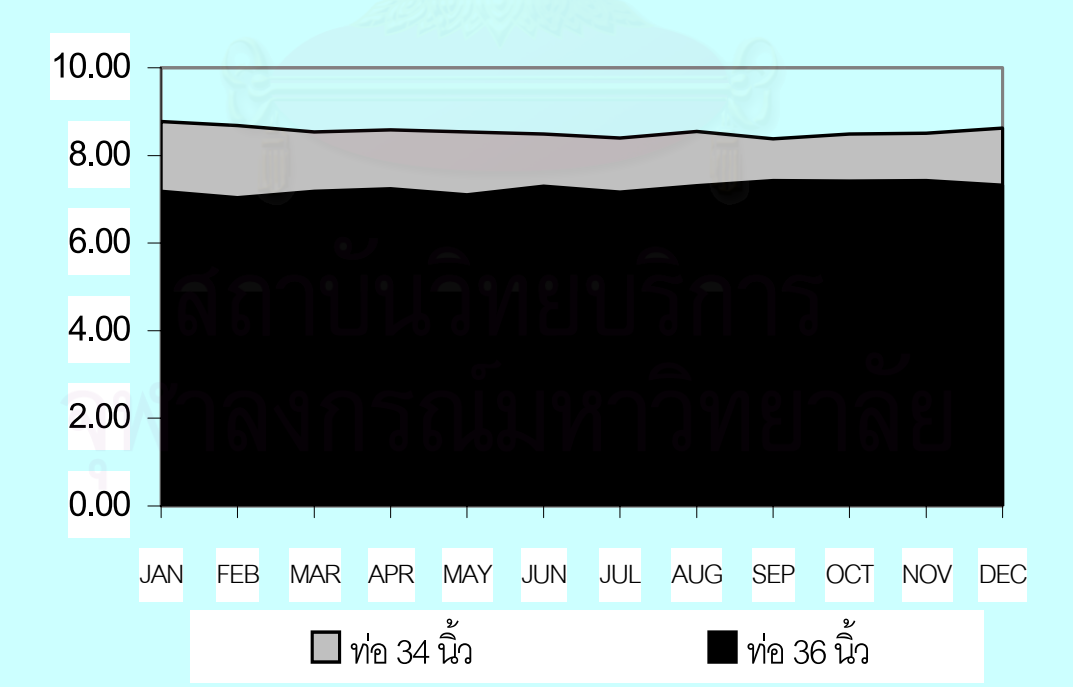
ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 2540											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	33899	33083	35826	35415	35931	36094	35603	36444	36231	37567	37895	38491
	3) ปิโตร2	0	0	0	0	0	0	0	0	402	1644	2675	2887
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	23405	17145	18282	22640	22437	20009	20877	21552	22131	23206	22117	21854
	3) ปิโตร2	3184	3006	4976	3035	4214	4210	3553	3252	3260	3122	2102	1490
	4) Domestic	19154	20336	20265	19946	22872	21153	18516	25785	28792	24874	26156	24504
	5) Export	16173	13757	9085	10274	10233	9754	6969	8647	6597	8536	11991	10615
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	8161	6234	3821	7065	5817	3919	6829	6467	6447	7401	6541	7492
	3) ปิโตร2	2605	2459	4071	2483	3447	3445	2907	2661	2667	2554	1720	1219
	4) Domestic	18720	19839	19738	19364	22280	20570	18039	25321	28291	24384	25634	24024
	5) Export	16173	13757	9085	10274	10233	9754	6969	8647	6597	8536	11991	10615
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	8067	9108	10954	9905	7234	7958	6527	6331	5247	5273	7057	5761
	4) Domestic	0	101	1473	205	174	204	6962	324	353	6961	4306	363
	5) Export	10165	3424	6707	3429	12837	3418	0	9921	6751	6810	6844	10253

โรงแยกก๊าซหน่วยที่ 1 และ 2 รับก๊าซจากผู้ผลิต Unocal & Bongkot , โรงแยกก๊าซหน่วยที่ 3 รับก๊าซจากผู้ผลิตจากแหล่งก๊าซ Bongkot , Tantawan (ซึ่งปัจจุบันเปลี่ยนเป็น Chevron) , Pailin

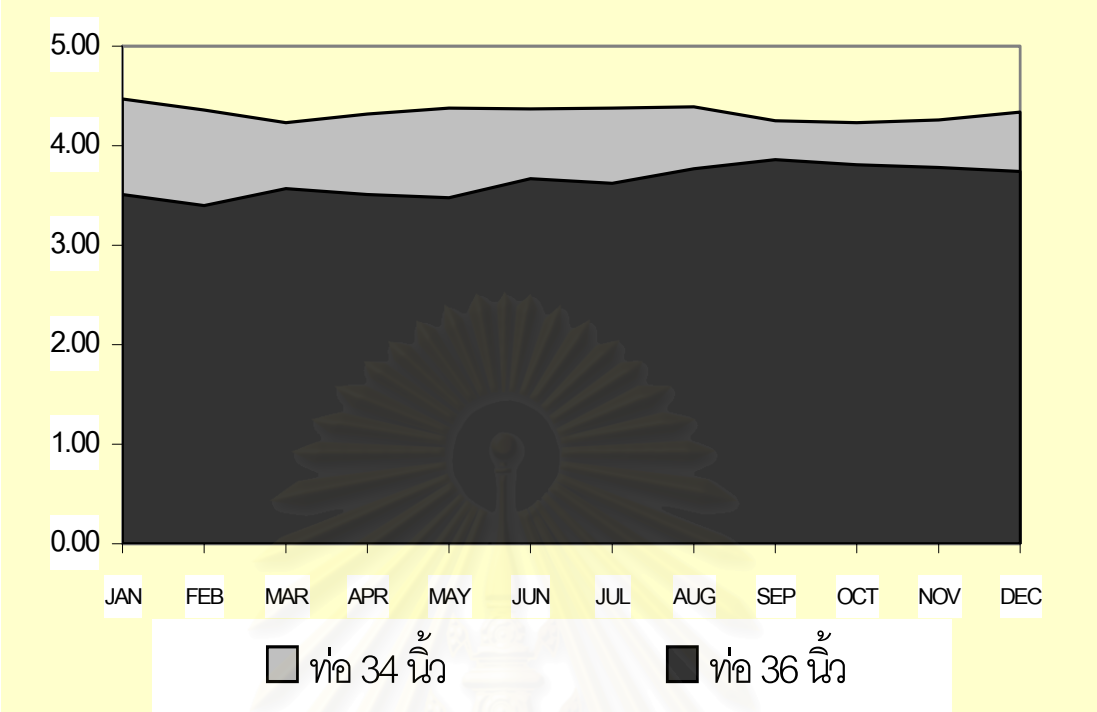
ในปี 2540 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการรับ-จ่ายก๊าซจากผู้ผลิต ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของก๊าซวัตถุดิบที่เข้าโรงแยกก๊าซโดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ ก.3. และแสดงความเปลี่ยนแปลงของส่วนผสมก๊าซผลิตภัณฑ์ในกราฟรูปที่ ก.1 ถึง ก.4

ตารางที่ ก.3. ส่วนผสมก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุดิบ (Gas Composition, C (i , l , t)) หน่วยเป็น เปอร์เซนต์โมล

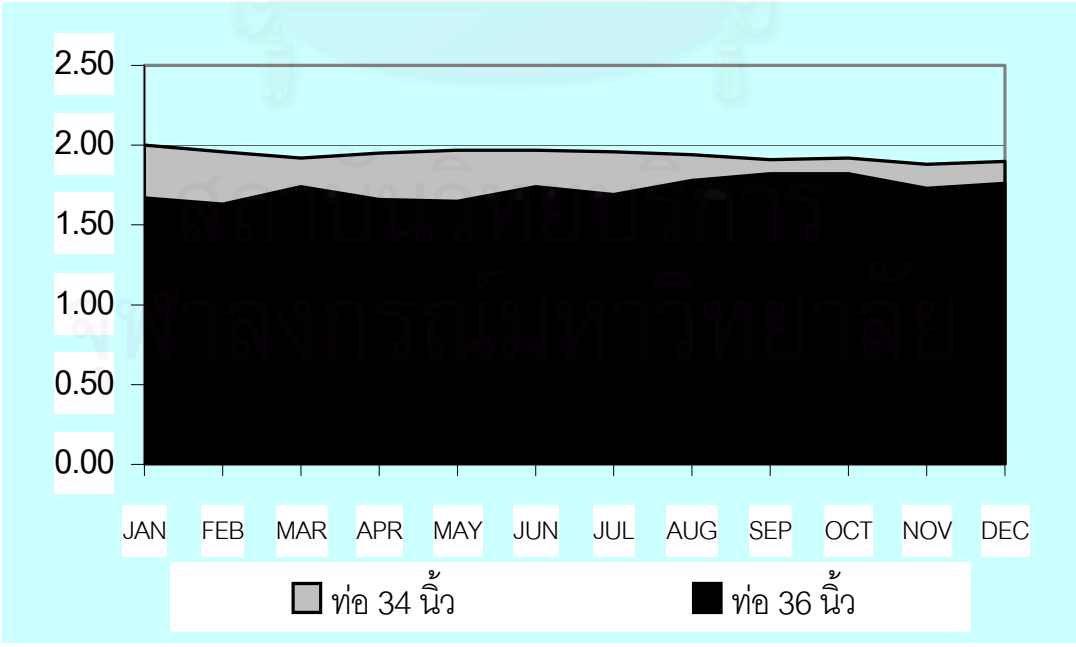
ผลิตภัณฑ์	ท่อส่งก๊าซ	ปี 2540											
(i)	(l)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1=C_2	1 = 34"	8.77	8.68	8.54	8.59	8.54	8.49	8.48	8.55	8.38	8.49	8.51	8.62
	2 = 36"	7.18	7.03	7.18	7.24	7.10	7.30	7.16	7.31	7.43	7.42	7.43	7.32
2=C_3	1 = 34"	4.47	4.36	4.23	4.32	4.38	4.37	4.38	4.39	4.25	4.23	4.26	4.34
	2 = 36"	3.51	3.43	3.57	3.51	3.48	3.67	3.62	3.77	3.86	3.81	3.78	3.74
3=C_4	1 = 34"	2.00	1.96	1.92	1.95	1.97	1.97	1.96	1.94	1.91	1.92	1.88	1.90
	2 = 36"	1.67	1.63	1.74	1.66	1.65	1.74	1.69	1.78	1.82	1.82	1.73	1.76
4=C_5+	1 = 34"	0.62	0.63	0.62	0.62	0.65	0.66	0.62	0.59	0.64	0.66	0.69	0.65
	2 = 36"	0.73	0.69	0.81	0.70	0.73	0.76	0.76	0.79	0.78	0.82	0.79	0.83



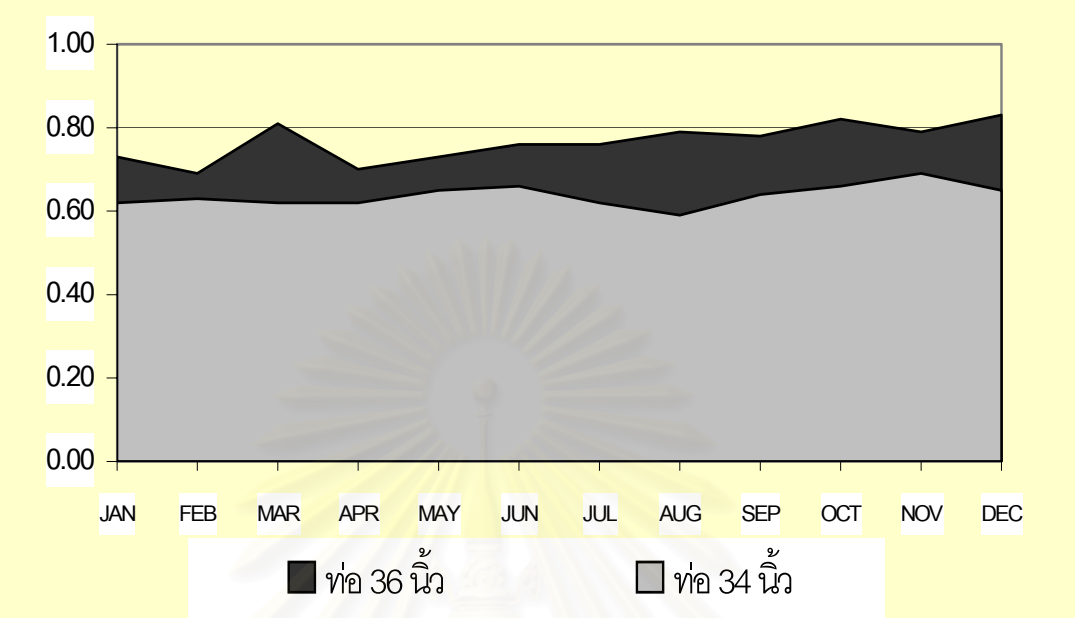
รูปที่ ก.1. ร้อยละโมลของส่วนผสมของก๊าซอีเทน ใน Feed Gas ท่อ 34 นิ้วและ 36 นิ้ว



รูปที่ ก.2. ร้อยละโมลของส่วนผสมก๊าซโปรเพน ใน Feed Gas ท่อ 34 นิ้ว และ 36 นิ้ว



รูปที่ ก.3. ร้อยละโมลของส่วนผสมก๊าซบิวเทน ใน Feed Gas ท่อ 34 นิ้ว และ 36 นิ้ว



รูปที่ ก.4. ร้อยละโมลของส่วนผสมก๊าซโซลีนเหลว ใน Feed Gas ท่อ 34 นิ้วและ 36 นิ้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4. ค่าความร้อนของก๊าซวัตถุในแต่ละท่อส่งก๊าซ(Heating Value of Feed Gas In Feed Gas Pipeline, FHV (I,
หน่วยเป็น ปี.ที.ยู ต่อ ล้าน ล.บ.ฟุต

ท่อปรธาน	ปี 2540											
(I)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = 34"	1036	1029	1025	1028	1024	1023	1025	1021	1022	1026	1026	1030
2 = 36"	1000	1000	1016	1027	1007	1010	996	1000	1006	1006	1000	994

ตารางที่ ก.5. ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost,FC (t)) หน่วยเป็น ล้านบาท

ค่าใช้จ่าย	ปี 2540											
คงที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	170.8	164.4	161.4	170.8	151.7	170.7	166.9	168.2	169.6	152.2	162.7	184.6

ตารางที่ ก.6. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักโมลโมเลกุลของผลิตภัณฑ์ (Average Molecular Weight of Product,MW. (i,t))

Product (i)	ปี 2540											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
C_1	16.92	16.91	16.86	16.93	17.02	17.03	16.99	17.03	16.96	16.91	16.90	17.00
C_2	30.22	30.22	30.22	30.20	30.19	30.20	30.19	30.21	30.22	30.22	30.24	30.22
C_3	44.05	44.04	44.04	44.04	44.03	44.06	43.64	44.05	44.04	44.04	44.04	44.00
C_4	25.31	22.98	22.12	24.00	20.78	23.24	25.85	22.21	21.83	20.83	25.42	21.37
C_5+	78.66	79.03	79.02	78.96	79.28	78.65	78.01	78.01	78.90	78.78	78.49	78.47

ตารางที่ ก.7. ค่าก๊าซวัตถุดิบ ซื้อ-ขาย เป็น บาทต่อล้าน บี.ที.ยู

ค่าก๊าซ	ปี 2540											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	117.56	112.58	102.20	95.93	96.33	97.52	103.72	104.63	104.74	88.79	86.51	83.86

ตารางที่ ก.8. กำลังผลิตของโรงแยกก๊าซ (Plant Capacity Limit, PC (j))
หน่วยเป็น ล้านมาตรฐาน ล.บ. ฟุตต่อ วัน

โรงแยกก๊าซหน่วยที่ (j)	**กำลังผลิต**
1 = GSP I	360
2 = GSP II	260
3 = GSP III	360

GSP = GAS SEPARATION PLANT

ตารางที่ ก.9. อัตราความสามารถความสามารถในการแยกก๊าซผลิตภัณฑ์
(Product Recovery Rate ,R (i,j)) **หน่วยเป็น ร้อยละ**

ผลิตภัณฑ์ (i)	**โรงแยกก๊าซหน่วยที่** (j)		
	1=GSP I	2=GSP II	3=GSP III
0=C1	99	100	98
1=C2	78	26	23
2=C3	98	92	96
3=C4	99	99	99
4=C5+	100	60	15

ตารางที่ ก.10. ระดับคงคลังผลิตภัณฑ์เริ่มต้น

(Initial Inventory of Product, S (i)) **หน่วยเป็น ตัน**

ผลิตภัณฑ์ (i)	**ระดับคงคลังเริ่มต้น** (Tons)
0=C1	0
1=C2	00000
2=C3	06308
3=C4	05670
4=C5+	01324

ตารางที่ ก.11. ค่าความร้อนของผลิตภัณฑ์ i

(Heating value of product i) **หน่วยเป็น บี.ที.ยู ต่อ ล.บ.ฟุต**

ผลิตภัณฑ์ (i)	ค่าความร้อนของผลิตภัณฑ์ i (ล้าน บี.ที.ยู/ตัน)
0=C1	101
1=C2	48.892
2=C3	47.28
3=C4	46.44
4=C5+	45.91

ตารางที่ ก.12. กำลังการส่งก๊าซวัตถุดิบ

(Feed gas pipeline I capacity;FPC(I))

ท่อประธานสายที่(I)	**กำลังการส่งก๊าซสูงสุด** (ลูกบาทศ์ฟุตมาตรฐานต่อวัน)
1	765.00
2	950.00

ตารางที่ ก.13. ขีดจำกัดบนของระดับคงคลังผลิตภัณฑ์

(Upper limit of product inventory. U (i)) **หน่วยเป็น ตัน**

ผลิตภัณฑ์ (i)	ขีดจำกัดบนของระดับคงคลังผลิตภัณฑ์((Tons)
0=C1	0.00
1=C2	0.00
2=C3	9,500.00
3=C4	10,000.00
4=C5+	4,000.00

ตารางที่ ก.14. ปริมาณสำรองเพื่อรองรับความสามารถ

(Reserved Day ,RESDAY (I)) **โดยกำหนดการสำรองเท่ากับจำนวนวันของปริมาณความต้องการที่ลูกค้าต้องการใช้**

ผลิตภัณฑ์ (i)	จำนวนวันสำรองคงคลังผลิตภัณ i
0=C1	0
1=C2	0
2=C3	3
3=C4	3
4=C5+	3

ตารางที่ ก.15. ความสามารถในการขนส่งผลิตภัณฑ์ (Product transprotation limit ,PTL (i,k))

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ความสามารถในการขนส่งผลิตภัณฑ์ ตันต่อวัน
1 = C2	2) ปิโตรเคมี 1	1536
1 = C2	3) ปิโตรเคมี 2	480

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลป้อนเข้าระบบสำหรับกรณีการผลิต ปี 254Y

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TIME SPAN 12 Months

Goal # 1 : Maximization of total profit;

TOTAL PROFIT TARGET = 9600 MMBATHS

P1 = Priority Level 1

Goal # 2 : Maximization of customers satisfaction;

Customers Satisfaction = Demand

P2 = Priority Level 2

Goal # 3 : Minimization of Loss of Non-storaged Products;

Loss of Non-storaged Products = 1000 TONS

P3 = Priority Level 3

Goal # 4 : Minimization of total inventory;

Total inventory = Inventory Reserved Day * Demand per day

P4 = Priority Level 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.1. ราคาผลิตภัณฑ์ (Product Price: P(i,k,t)) **หน่วยเป็น บาท**

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 254Y											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	7869	8414	8708	8960	8548	8558	8698	9002	9155	9659	8298	8214
	3) ปิโตร2	7871	8417	8709	9090	8549	8560	8696	9002	9155	9662	8285	8257
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	6929	7217	7805	7815	7815	7629	8282	8335	8636	8948	8081	70157
	3) ปิโตร2	6731	7046	7103	7478	7289	7263	7513	7695	7872	8227	7493	7006
	4) Domestic	9152	9677	11687	11148	9807	10118	11359	11770	11858	13536	10359	9487
	5) Export	9078	9621	9916	9341	8954	9287	9687	8684	11006	12760	9457	96431
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	6728	7044	7307	7388	7288	7261	7515	7693	7872	8223	7255	6944
	3) ปิโตร2	6731	7046	7103	7478	7289	7263	7513	7695	7872	8227	7283	6946
	4) Domestic	8742	9312	11279	10785	9501	9723	10959	11360	11428	13069	9959	9312
	5) Export	9078	9621	9916	9341	8954	9287	9687	8684	11006	12760	96437	9421
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	7684	8482	9224	7806	8630	8985	9108	9996	11942	11189	9108	8482
	4) Domestic	7538	7538	9597	8023	9618	10024	11494	12638	11121	10238	9494	7238
	5) Export	7883	9012	9782	8183	9853	9734	9934	11992	12602	11416	9934	9012

ตาราง ข.2. อุปสงค์ (Demand , D (i , k , t)) **หน่วยเป็น ตัน**

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 254Y											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	35757	35595	39164	37372	38481	38319	40353	22503	38767	41523	43000	40353
	3) ปิโตร2	5621	2232	2015	2971	5473	4335	1429	993	2153	2766	2400	2629
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	20915	20533	22270	19649	19615	22352	19265	19448	19704	20863	22270	29265
	3) ปิโตร2	4436	4384	370	4017	8853	8308	7931	2211	8488	8770	370	7931
	4) Domestic	27495	29045	11242	26525	26074	27453	26794	29679	29267	26917	11242	26794
	5) Export	14119	4392	9529	13810	17512	8148	8828	3367	8931	12322	9529	8828
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	4725	5134	6465	4553	4450	5361	3924	10047	4486	3816	6465	3924
	3) ปิโตร2	3630	3587	3303	3287	7243	6797	6489	1809	6944	7176	303	6489
	4) Domestic	7997	12083	10545	9722	8497	9069	7450	5597	10040	7846	10545	7850
	5) Export	14119	4392	9529	13810	17512	8148	8828	3367	8931	12322	9729	9828
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	10768	12162	17440	15753	17862	17286	507	12689	17091	18959	22440	507
	4) Domestic	821	650	909	726	886	3818	4765	3097	730	702	909	4885
	5) Export	6776	13633	6730	6785	3337	6744	3305	3316	3305	3301	8873	3305

ตาราง ข.3. ส่วนผสมก๊าซผลิตภัณฑ์ในก๊าซวัตถุดิบ (Gas Composition, C (i , l , t)) **หน่วยเป็น เปอร์เซนต์โมล**

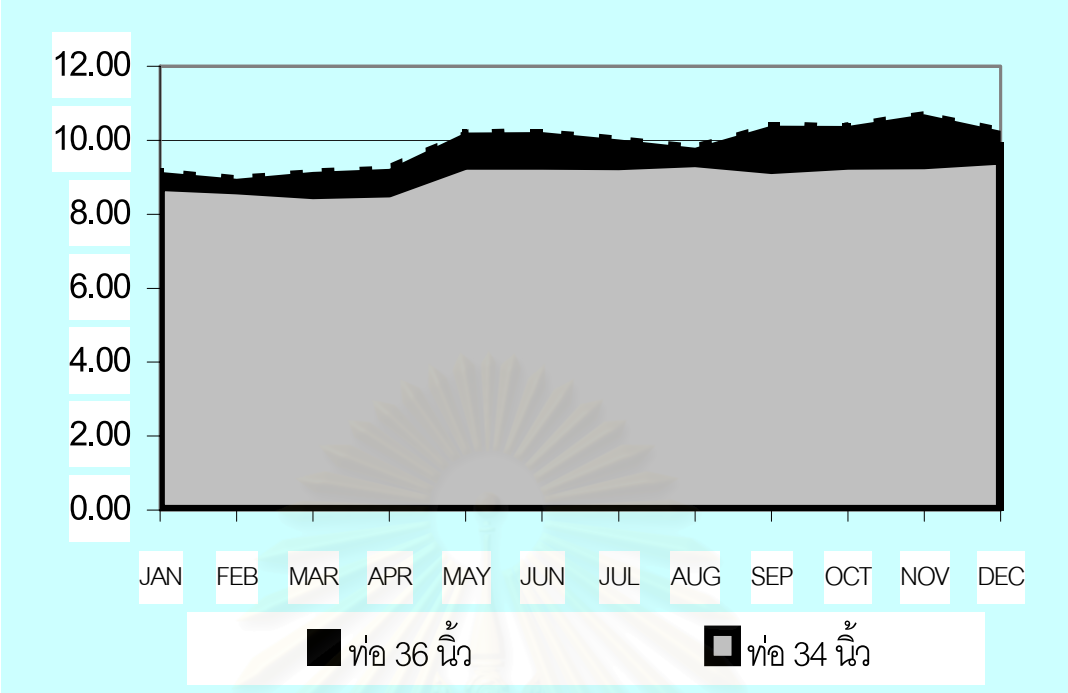
ผลิตภัณฑ์	ท่อประธาน	ปี 254Y											
(i)	(l)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1=C_2	1 = 34"	8.77	8.68	8.54	8.59	9.34	9.34	9.33	9.41	9.22	9.34	9.36	9.48
	2 = 36"	9.14	8.96	9.14	9.22	10.21	10.22	10.02	9.80	10.40	10.39	10.70	10.26
2=C_3	1 = 34"	4.87	4.76	4.62	4.81	4.98	5.24	5.26	5.37	5.10	5.08	5.11	5.21
	2 = 36"	3.19	3.12	3.46	3.59	3.16	3.50	3.46	3.42	3.86	3.81	3.78	3.74
3=C_4	1 = 34"	3.64	3.56	3.59	3.66	3.58	3.58	3.66	4.50	5.80	3.96	3.80	3.80
	2 = 36"	3.86	3.76	3.51	3.52	3.59	4.50	4.50	4.50	4.50	3.66	4.51	3.76
4=C_5+	1 = 34"	1.13	1.16	1.13	1.23	1.28	1.50	1.13	1.27	1.98	1.80	1.26	1.18
	2 = 36"	1.12	1.79	1.78	1.27	1.80	1.88	1.16	1.30	1.98	1.86	1.36	1.44

ตาราง ข.4. ค่าความร้อนของก๊าซวัตถุในแต่ละท่อส่งก๊าซ

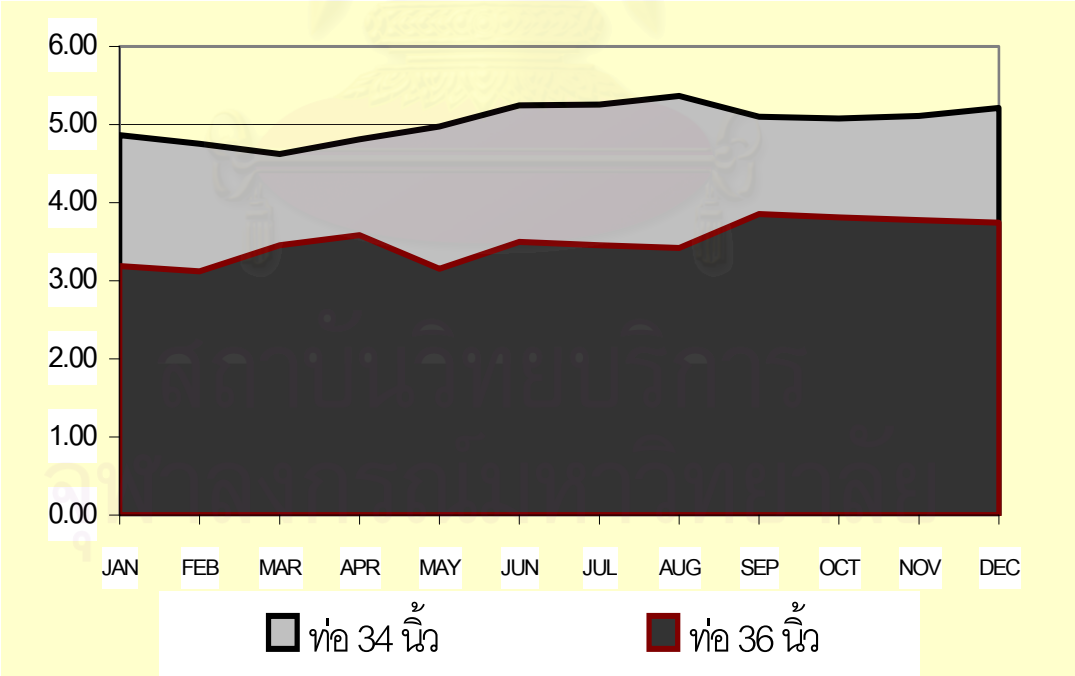
(Heating Value of Feed Gas Feed Gas Pipeline, FHV (l , t)) **หน่วยเป็น ปี.ที.ยู ต่อ ล้าน ล.บ.ฟุต**

Pipe (l)	ปี 254Y											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = 34"	1032	1030	1027	1036	1042	1037	1038	1042	1042	1044	1056	1046
2 = 36"	1011	1019	1020	1013	1011	1012	997	1032	1044	1042	1052	959

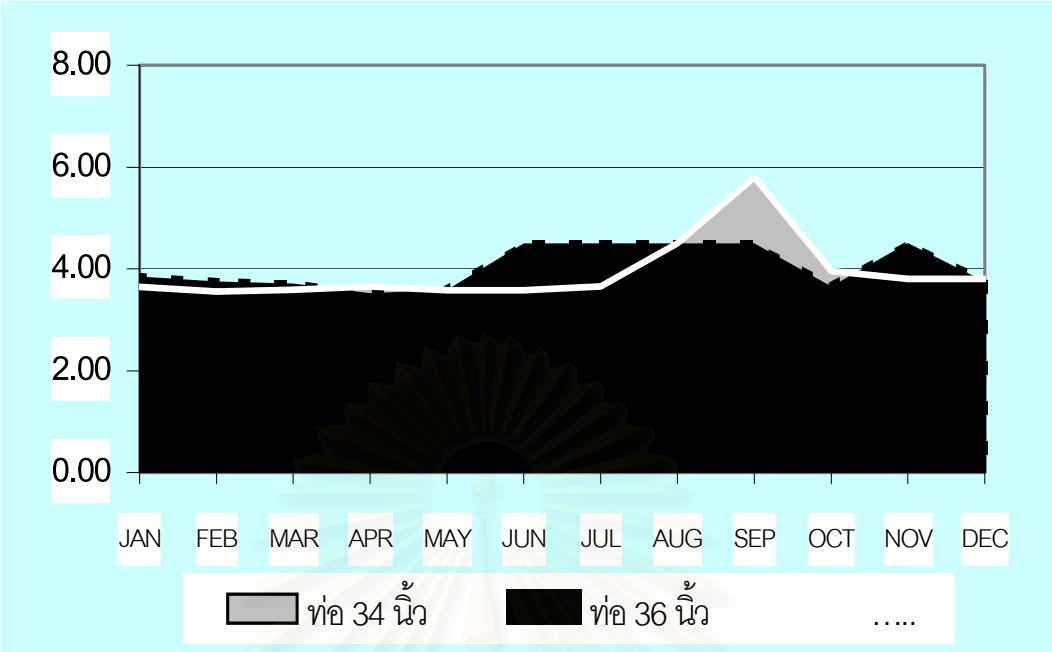
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



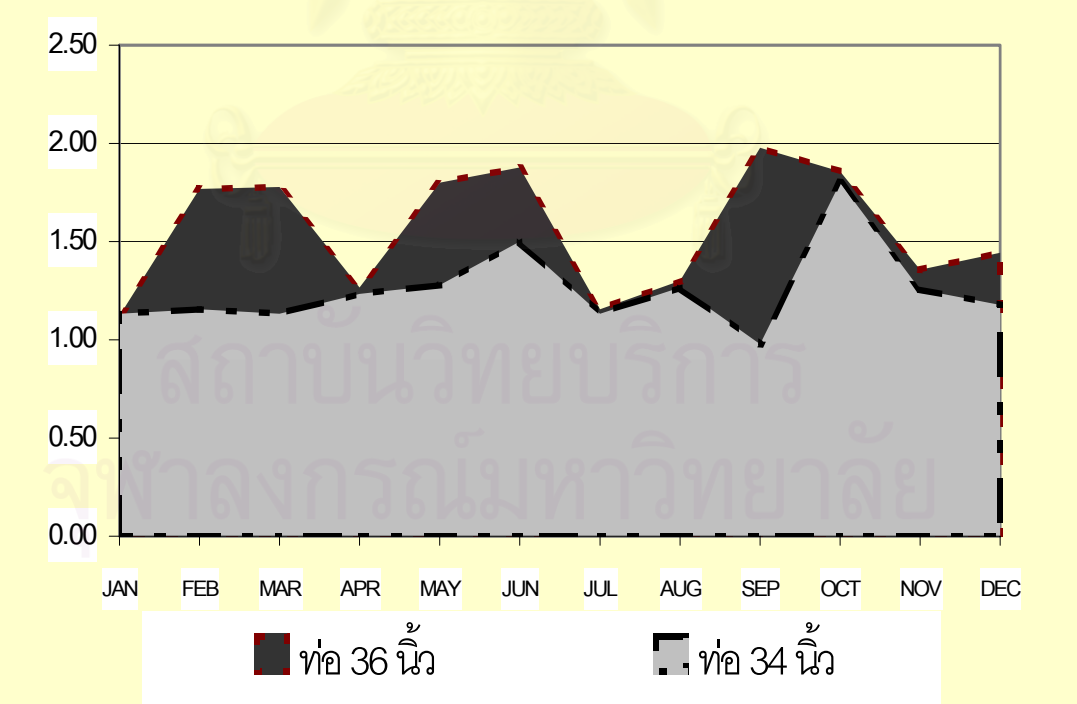
รูปที่ ข.2. ร้อยละโมลของส่วนผสมของก๊าซอีเทน ใน Feed Gas ท่อ 34 นิ้วและ 36 นิ้ว



รูปที่ ข.3. ร้อยละโมลของส่วนผสมก๊าซโปรเพน ใน Feed Gas ท่อ 34 นิ้ว และ 36 นิ้ว



รูปที่ ข.4. ร้อยละโมลของส่วนผสมก๊าซบิวเทน ใน Feed Gas ท่อ 34 นิ้ว และ 36 นิ้ว



รูปที่ ข.5. ร้อยละโมลของส่วนผสมก๊าซโซลีนเหลว ใน Feed Gas ท่อ 34 นิ้วและ 36 นิ้ว

ตาราง ข.5. ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost,FC (t)) หน่วยเป็น ล้านบาทต่อ

ค่าใช้จ่าย	ปี 254Y											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
คงที่	181.3	134.4	137.2	137.6	128.7	153.7	135.6	187.4	149.1	168.2	155.9	000.0

ตาราง ข.6. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักโมลโมเลกุลของผลิตภัณฑ์ (Average Molecular Weight of Product,MW. (i,t))

Product (i)	ปี 254Y											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1=C_2	30.20	30.15	30.16	30.17	30.16	30.17	30.13	30.26	30.16	30.15	30.16	30.16
2=C_3	44.03	44.03	44.03	44.02	44.03	44.02	44.02	44.05	44.02	44.01	44.03	44.03
3=C_4	20.55	19.88	20.41	19.29	19.64	20.66	20.00	21.79	19.31	20.11	19.59	19.64
4=C_5+	77.76	77.75	77.78	77.86	77.81	77.84	77.80	77.60	77.65	77.88	77.84	77.81

ตาราง ข.7. ค่าก๊าซวัตถุดิบ ซื้อ-ขาย เป็น บาทต่อล้าน บี.ที.ยู

ค่าก๊าซ	ปี 254Y											
วัตถุดิบ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	092.6	090.8	093.4	098.5	099.1	100.4	103.5	105.7	102.9	119.0	118.2	118.9

ตาราง ข.8. กำลังผลิตของโรงแยกก๊าซ (Plant Capacity Limit, PC (j))

หน่วยเป็น ล้านมาตรฐาน ล.บ. ฟุตต่อ วัน

Plant (j)	Capacity
1 = GSP I	360
2 = GSP II	260
3 = GSP III	360

GSP = GAS SEPARATION PLANT

ตาราง ข.9. อัตราความสามารถความสามารถในการแยกก๊าซผลิตภัณฑ์

(Product Recovery Rate ,R (i,j)) **หน่วยเป็น ร้อยละ**

ผลิตภัณฑ์ (i)	โรงแยกก๊าซหน่วยที่ (j)		
	GSP I	GSP II	GSP III
0=C_1	99	100	98
1=C_2	78	26	23
2=C_3	98	92	96
3=C_4	99	99	99
4=C_5+	100	60	15

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.10. ระดับคงคลังผลิตภัณฑ์เริ่มต้น

(Initial Inventory of Product, S (i)) หน่วยเป็น ตัน

ผลิตภัณฑ์ (i)	ระดับคงคลังเริ่มต้น (Tons)
$0=C_1$	0
$1=C_2$	0
$2=C_3$	7322
$3=C_4$	5926
$4=C_5+$	2913

ตาราง ข.11. ค่าความร้อนของผลิตภัณฑ์ i

(Heating value of product i) หน่วยเป็น บี.ที.ยู ต่อ ล.บ.ฟุต

ผลิตภัณฑ์ (i)	ค่าความร้อนของผลิตภัณฑ์ i (ล้าน บี.ที.ยู/ตัน)
$0=C_1$	101
$1=C_2$	48.892
$2=C_3$	47.28
$3=C_4$	46.44
$4=C_5+$	45.91

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.12. กำลังการส่งก๊าซวัตถุดิบ

(Feed gas pipeline l capacity;FPC(l))

ท่อประธานสายที่(l)	กำลังการส่งก๊าซสูงสุด (ลูกบาทศ์ฟุตมาตรฐานต่อวัน)
1	765.00
2	950.00

ตาราง ข.13. ขีดจำกัดบนของระดับคงคลังผลิตภัณฑ์

(Upper Limit of Product Inventory. U (i)) หน่วยเป็น ตัน

ผลิตภัณฑ์ (i)	ขีดจำกัดบนของระดับคงคลังผลิตภัณฑ์((Tons)
$0=C_1$	0.00
$1=C_2$	0.00
$2=C_3$	9,500.00
$3=C_4$	10,000.00
$4=C_5+$	4,000.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.14. ปริมาณสำรองเพื่อรองรับความสามารถ (Reserved Day ,RESDAY (I)) โดยกำหนดการสำรองเท่ากับ **จำนวนวันของปริมาณความต้องการที่ลูกค้าต้องการใช้**

ผลิตภัณฑ์ (i)	จำนวนวันสำรองคงคลังผลิตภัณฑ์i
$0=C_1$	0
$1=C_2$	0
$2=C_3$	3
$3=C_4$	3
$4=C_5+$	3

ตาราง ข.15. ความสามารถในการขนส่งผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ความสามารถในการขนส่งผลิตภัณฑ์ (ตันต่อวัน)
$1 = C_2$	2) ปิโตรเคมี 1	1536
$1 = C_2$	3) ปิโตรเคมี 2	480

ภาคผนวก ค.

ผลลัพธ์การวางแผนการผลิต กรณีพื้นฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1. กรณีศึกษา: กรณีพื้นฐาน

กำไร	270	ล้านบาท
รายได้	9032	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	6768	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1994	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (X1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (X1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		2150	1819	12	137.9
ผลลัพธ์		270	1442	1.4	57.9
กรณีพื้นฐาน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1881	377	0.0	0.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	10.6	80.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	12.5	79.3	188.2	158.0

ตารางที่ ค.2. แผนการส่งก๊าซวัตถุดิบ , X(j,l,t) (หน่วยเป็น ล้าน ล.บ. ฟุต ต่อ วัน)

โรงแยกก๊าซ (i)	ท่อ (l)	ปี 2540											
		ม.ก.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1 = 34"	0	0	92	58	229	270	217	204	239	360	360	360
	2 = 36"	360	360	268	302	131	90	143	156	121	0	0	0
รวม		360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
2	1 = 34"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0
	2 = 36"	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	215	260
รวม		260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
3	1 = 34"	249	245	360	281	0	0	0	53	0	360	360	360
	2 = 36"	111	115	0	79	360	321	346	307	360	0	0	0
รวม		360	360	360	360	360	321	346	360	360	360	360	360

ตารางที่ ค.3. แผนการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์สู่ลูกค้า,Y(i,k,t) (หน่วยเป็น ตัน)

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 2540											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	33899	33083	35826	35415	35931	36094	35603	36444	36231	37567	36461	36439
	3) ปิโตร2	0	0	0	0	0	0	0	0	402	1320	2675	2887
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	23405	17145	18282	22640	22437	20009	20877	21552	22131	23206	22117	21854
	3) ปิโตร2	3184	3006	4976	3035	4214	4210	3553	3252	3260	3122	2102	1490
	4) Domestic	19154	20336	20265	19946	22872	21153	18516	25785	28792	24874	26156	24504
	5) Export	16173	13757	9085	10274	10233	9754	6969	8647	6597	8536	11991	10615
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	8161	6234	3821	7065	5817	3919	6829	6244	4724	0	0	0
	3) ปิโตร2	2605	2459	4071	2483	3447	3445	2907	2661	2667	0	0	0
	4) Domestic	10347	4998	6137	4178	0	7067	0	0	0	898	16034	18438
	5) Export	0	0	0	0	0	0	6084	8647	6597	8536	0	0
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	2780	9108	10383	9905	0	7958	4261	6331	5247	5273	7057	5761
	4) Domestic	0	101	0	205	174	204	6962	324	353	6961	4306	363
	5) Export	10165	1874	0	1519	12487	3169	0	4757	4799	333	69	5091

รวมปริมาณผลิตภัณฑ์ส่งมอบ 1442.1 **พันตัน**

ตาราง ค.4. แผนการผลิต (หน่วย ตัน)

ผลิตภัณฑ์ (I)	ปี 2540											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	34536	33857	35826	35415	35931	36094	35603	36444	36633	38887	39136	39326
2 = C_3	55608	54244	57400	56151	54708	55126	54906	58287	58593	61045	61576	61937
3 = C_4	15443	13691	14029	14698	12470	14022	15526	14078	13988	13721	16335	13849
4 = C_5	11621	11083	12297	11070	11307	11331	11223	11412	11634	11332	11432	11215

รวมผลิตภัณฑ์ที่ผลิต 1436.1 **พันตัน**

ตาราง ค.5. แผนคงคลังลผลิตภัณฑ์ Q(i,t) (หน่วย ตัน)

ผลิตภัณฑ์	ปี 2540											
(I)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	637	774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	0	0	4792	5048	0	0	4992	4042	1855	3162	2372	5846
3 = C_4	0	0	0	972	4178	3769	3474	0	0	4288	4589	0
4 = C_5	0	0	1913	1354	0	0	0	0	1235	0	0	0

รวมผลิตภัณฑ์คงคลัง 59.3 **พันตัน**

ตาราง ค.6. ตารางแสดงการขาดส่งผลิตภัณฑ์ UQ(i,t)(หน่วย ตัน)

ผลิตภัณฑ์	ปี 2540											
(I)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	324	1434	2052
2 = C_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 = C_4	24546	28598	22686	25460	32513	23257	18924	25544	30014	33441	29852	24912
4 = C_5	5287	1550	8751	1910	7584	249	2266	5164	1952	6477	6775	5162

รวมผลิคภัณฑ์ขาดส่ง 376.7 **พันตัน**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค.7. แผนการการส่งมอบผลิตภัณฑ์ (หน่วย ตัน)

ผลิตภัณฑ์	ปี 2540											
(I)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	33899	33083	35826	35415	35931	36094	35603	36444	36633	38887	39136	39326
2 = C_3	61916	54244	52608	55895	59756	55126	49915	59236	60780	59738	62366	58463
3 = C_4	21113	13691	14029	13726	9264	14431	15820	17552	13988	9434	16034	18438
4 = C_5	12945	11083	10383	11629	12661	11331	11223	11412	10399	12567	11432	11215

รวมผลิตภัณฑ์ที่ผลิต 1442.1 **พันตัน**

ตารางที่ ค.8. อุปสงค์ผลิตภัณฑ์ลูกค้า ,D(i,k,t) (หน่วยเป็น ตัน)

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 2540											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	33899	33083	35826	35415	35931	36094	35603	36444	36231	37567	37895	38491
	3) ปิโตร2	0	0	0	0	0	0	0	0	402	1644	2675	2887
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	23405	17145	18282	22640	22437	20009	20877	21552	22131	23206	22117	21854
	3) ปิโตร2	3184	3006	4976	3035	4214	4210	3553	3252	3260	3122	2102	1490
	4) Domestic	19154	20336	20265	19946	22872	21153	18516	25785	28792	24874	26156	24504
	5) Export	16173	13757	9085	10274	10233	9754	6969	8647	6597	8536	11991	10615
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	8161	6234	3821	7065	5817	3919	6829	6467	6447	7401	6541	7492
	3) ปิโตร2	2605	2459	4071	2483	3447	3445	2907	2661	2667	2554	1720	1219
	4) Domestic	18720	19839	19738	19364	22280	20570	18039	25321	28291	24384	25634	24024
	5) Export	16173	13757	9085	10274	10233	9754	6969	8647	6597	8536	11991	10615
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	8067	9108	10954	9905	7234	7958	6527	6331	5247	5273	7057	5761
	4) Domestic	0	101	1473	205	174	204	6962	324	353	6961	4306	363
	5) Export	10165	3424	6707	3429	12837	3418	0	9921	6751	6810	6844	10253

รวมอุปสงค์ผลิตภัณฑ์ 1818.8 **พันตัน**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.9 ราคาผลิตภัณฑ์ลูกค้า ,P(i,k,t) (หน่วยเป็น บาท ต่อ ตัน)

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 2540											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	10530	9022	7959	7466	7238	7706	7363	7224	6982	6647	6434	6455
	3) ปิโตร2	0	0	0	0	0	0	0	0	6447	6119	6882	6618
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	9062	8053	7200	6650	6496	7020	6730	6697	6534	6171	5925	5859
	3) ปิโตร2	9150	7818	7026	6515	6294	6719	6390	6247	6060	5759	5572	5572
	4) Domestic	8089	5715	4398	3788	3785	3743	3890	3869	4311	5170	6384	6811
	5) Export	7289	4005	3235	2809	2913	2783	3202	3167	3161	3615	4685	5608
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	9144	7939	7020	6506	6289	6706	6380	6246	6053	5755	5574	5572
	3) ปิโตร2	9150	7818	7026	6515	6294	6719	6390	6247	6060	5759	5572	5572
	4) Domestic	9043	6557	5143	4502	4489	4507	4633	4618	5038	5857	7040	7463
	5) Export	6016	3845	3776	3768	3951	4140	5604	8240	8010	7254	6866	7249
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	7023	5068	4449	4675	4535	5277	4036	3810	4040	4340	3839	3087
	4) Domestic	7267	5030	4300	4540	5181	4881	4602	3555	3416	3680	2891	2459
	5) Export	7266	5029	4299	4539	5180	4880	4601	3554	3415	3679	2890	2458

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

ผลลัพธ์การวางแผนการผลิต กรณีการผลิต ปี 254Y

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.1. กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y

กำไร	8286.4	ล้านบาท
รายได้	18324.2	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8368.7	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1833	12	134.7
ผลลัพธ์		8286	1708	6.0	197.0
กรณีการผลิตปี 254Y	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1314	125	0.0	62.3
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	6.0	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมา	86.3	93.2	150.0	53.8

ตารางที่ ง.2. แผนการส่งก๊าซวัตถุดิบ , X(j,l,t) (หน่วยเป็น ล้าน ล.บ. ฟุต ต่อ วัน)

โรงแยกก๊าซ (i)	ท่อ (l)	ปี 254Y											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1.0	1 = 34"	263	0	0	199	182	294	101	114	145	145	328	164
	2 = 36"	97	326	360	161	178	54	0	0	32	135	0	0
รวม		360	326	360	360	360	348	101	114	177	280	328	164
2.0	1 = 34"	142	156	87	26	223	0	260	219	260	260	77	0
	2 = 36"	118	104	173	234	37	260	0	41	0	0	183	260
รวม		260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
3.0	1 = 34"	360	360	233	360	360	360	360	360	360	360	360	0
	2 = 36"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	360
รวม		360	360	233	360	360	360	360	360	360	360	360	360

ตารางที่ ง.3. แผนการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์สู่ลูกค้า,Y(i,k,t) (หน่วยเป็น ตัน)

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 254Y											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	35757	35595	39164	37372	38481	38319	23072	22503	26917	35656	43000	25879
	3) ปิโตร2	5621	2232	84	2971	5473	4335	0	993	2153	2766	2400	0
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	20915	20533	22270	19649	19615	22352	19265	19448	19704	20863	22270	29265
	3) ปิโตร2	4436	4384	3370	4017	6822	8308	5073	2211	2518	8731	370	0
	4) Domestic	27495	29045	11242	26525	26074	27453	26794	29679	29267	26917	11242	25543
	5) Export	14119	4392	9529	13810	17512	8148	8828	3367	8931	12322	9529	8828
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	3218	5134	6465	4553	0	3139	3924	9314	4486	3816	6465	1834
	3) ปิโตร2	3630	3587	3303	3287	0	6797	0	1809	6944	7176	303	6489
	4) Domestic	7997	12083	10545	9722	8497	9069	7450	5597	10040	7846	10545	7850
	5) Export	14119	4392	9529	13444	15346	8148	8828	3367	8931	12322	9729	9828
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	10768	9006	17440	13578	17862	16232	507	7154	17091	18959	12347	507
	4) Domestic	821	650	909	726	886	3818	4765	3097	730	702	909	4885
	5) Export	6776	13633	6730	6785	3337	6744	3305	3316	3305	3301	8873	3305

รวมปริมาณผลิตภัณฑ์ส่งมอบ 1708.4 **พันตัน**

ตารางที่ ง.4. แผนการผลิต (หน่วย ตัน)

ผลิตภัณฑ์ (I)	ปี 254Y											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	41378	38827	39248	41343	44954	43654	23072	24496	29070	38422	46400	25879
2 = C_3	66690	57142	50076	64001	67728	68556	56742	57923	60420	66220	46024	61418
3 = C_4	26368	24385	37322	24143	24476	27528	18726	25556	31398	25141	31973	20763
4 = C_5	17913	24139	25769	19911	23263	25579	9792	11477	21328	24849	21351	9475

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.5. แผนคงคลังลผลิตภัณฑ์ Q(i,t) (หน่วย ตัน)

ผลิตภัณฑ์	ปี 254Y											
(I)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	0	1000	0	1000	1000	1000	0	1000	0	0	1000	0
2 = C_3	7047	5835	9500	9500	7205	9500	6282	9500	9500	6887	9500	7282
3 = C_4	3330	2520	10000	3137	3770	4145	2669	8138	9135	3116	8047	2809
4 = C_5	2461	3310	4000	2822	4000	2785	4000	1910	2113	4000	3222	4000

รวมผลิตภัณฑ์คงคลัง 203.0 **พันตัน**

ตารางที่ ง.6. ตารางแสดงการขาดส่งผลิตภัณฑ์ UQ (i,t) (หน่วย ตัน)

ผลิตภัณฑ์	ปี 254Y											
(I)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	0	0	1931	0	0	0	18710	0	11850	5867	0	17103
2 = C_3	0	0	0	0	2031	0	2858	0	5970	39	0	9182
3 = C_4	1507	0	0	366	13859	2222	6489	733	0	0	0	2090
4 = C_5	0	3156	0	2175	0	1054	0	5535	0	0	10093	0

รวมผลิคภัณฑ์ขาดส่ง 124.8 **พันตัน**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.7. แผนการการส่งมอบผลิตภัณฑ์ (หน่วย ตัน)

ผลิตภัณฑ์	ปี 254Y											
(I)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	41378	37827	39248	40343	43954	42654	23072	23496	29070	38422	45400	25879
2 = C_3	66965	58354	46411	64001	70023	66261	59960	54705	60420	68833	43411	63636
3 = C_4	28964	25196	29842	31006	23843	27153	20202	20087	30401	31160	27042	26001
4 = C_5	18365	23289	25079	21089	22085	26794	8577	13567	21126	22962	22129	8697

รวมผลิตภัณฑ์ที่ผลิต 1708.4 **พันตัน**

ตารางที่ ง.8 อุปสงค์ผลิตภัณฑ์ลูกค้า ,D(i,k,t) (หน่วยเป็น ตัน)

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 254Y											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	35757	35595	39164	37372	38481	38319	40353	22503	38767	41523	43000	40353
	3) ปิโตร2	5621	2232	2015	2971	5473	4335	1429	993	2153	2766	2400	2629
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	20915	20533	22270	19649	19615	22352	19265	19448	19704	20863	22270	29265
	3) ปิโตร2	4436	4384	3370	4017	8853	8308	7931	2211	8488	8770	370	7931
	4) Domestic	27495	29045	11242	26525	26074	27453	26794	29679	29267	26917	11242	26794
	5) Export	14119	4392	9529	13810	17512	8148	8828	3367	8931	12322	9529	8828
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	4725	5134	6465	4553	4450	5361	3924	10047	4486	3816	6465	3924
	3) ปิโตร2	3630	3587	3303	3287	7243	6797	6489	1809	6944	7176	303	6489
	4) Domestic	7997	12083	10545	9722	8497	9069	7450	5597	10040	7846	10545	7850
	5) Export	14119	4392	9529	13810	17512	8148	8828	3367	8931	12322	9729	9828
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	10768	12162	17440	15753	17862	17286	507	12689	17091	18959	22440	507
	4) Domestic	821	650	909	726	886	3818	4765	3097	730	702	909	4885
	5) Export	6776	13633	6730	6785	3337	6744	3305	3316	3305	3301	8873	3305

รวมอุปสงค์ผลิตภัณฑ์ 1833.2 **พันตัน**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.9 ราคาผลิตภัณฑ์ลูกค้า ,P(i,k,t) (หน่วยเป็น บาท ต่อ ตัน)

ผลิตภัณฑ์ (I)	ลูกค้า (k)	ปี 254Y											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 = C_2	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	7869	8414	8708	8960	8548	8558	8698	9002	9155	9659	8298	8214
	3) ปิโตร2	7871	8417	8709	9090	8549	8560	8696	9002	9155	9662	8285	8257
	4) Domestic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5) Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 = C_3	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	6929	7217	7805	7815	7815	7629	8282	8335	8636	8948	8081	70157
	3) ปิโตร2	6731	7046	7103	7478	7289	7263	7513	7695	7872	8227	7493	7006
	4) Domestic	9152	9677	11687	11148	9807	10118	11359	11770	11858	13536	10359	9487
	5) Export	9078	9621	9916	9341	8954	9287	9687	8684	11006	12760	9457	96431
3 = C_4	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	6728	7044	7307	7388	7288	7261	7515	7693	7872	8223	7255	6944
	3) ปิโตร2	6731	7046	7103	7478	7289	7263	7513	7695	7872	8227	7283	6946
	4) Domestic	8742	9312	11279	10785	9501	9723	10959	11360	11428	13069	9959	9312
	5) Export	9078	9621	9916	9341	8954	9287	9687	8684	11006	12760	9437	9421
4 = C_5	1) ไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2) ปิโตร1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3) ปิโตร2	7684	8482	9224	7806	8630	8985	9108	9996	11942	11189	9108	8482
	4) Domestic	7538	7538	9597	8023	9618	10024	11494	12638	11121	10238	9494	7238
	5) Export	7883	9012	9782	8183	9853	9734	9934	11992	12602	11416	9934	9012

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

ผลลัพธ์การวิเคราะห์ความไวเมื่อขีดจำกัดบนของปริมาณคงคลังผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1. กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y

กำไร	8286.4	ล้านบาท
รายได้	18324.2	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8368.7	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1833	12	134.7
ผลลัพธ์		8286	1708	6.0	197.0
กรณีการผลิตปี 254Y	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1314	125	0.0	62.3
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	6.0	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	86.3	93.2	150.0	53.8

ตารางที่ จ.2. กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มปริมาณคงคลังแต่ละผลิตภัณฑ์อีก 5000 ตัน

กำไร	8505.0	
รายได้	18979.8	
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8805.7	
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	60	134.1
ผลลัพธ์		8505	1785	5.1	282.7
กรณีการผลิตปี 254Y เพิ่มปริมาณคงคลัง 5000 ตัน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1095	42	0.0	148.6
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	54.9	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	88.6	97.7	191.5	-10.8

ตารางที่ จ.3. กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มปริมาณคงคลังแต่ละผลิตภัณฑ์อีก 8000 ตัน

กำไร	8549.3
รายได้	19153.6
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8935.2
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	60	134.1
ผลลัพธ์		8549	1807	6.3	325.1
กรณีการผลิตปี 254Y เพิ่มปริมาณคงคลัง 8000 ตัน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1051	20	0.0	191.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	53.7	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	89.1	98.9	189.6	-42.5

ตารางที่ จ.4. กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มปริมาณคงคลังแต่ละผลิตภัณฑ์อีก 11000 ตัน

กำไร	8647.3
รายได้	19292.3
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8975.9
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	60	134.1
ผลลัพธ์		8647	1823	8.0	292.5
กรณีการผลิตปี 254Y เพิ่มปริมาณคงคลัง 11000 ตัน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	953	4	0.0	158.4
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	52.0	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	90.1	99.8	186.7	-18.1

ตารางที่ จ.5. กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มปริมาณคงคลังแต่ละผลิตภัณฑ์อีก 11500 ตัน

กำไร	8652.4
รายได้	19292.3
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8970.8
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	60	134.1
ผลลัพธ์		8652	1823	6.0	286.6
กรณีการผลิตปี 254Y เพิ่มปริมาณคงคลัง 11500 ตัน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	948	4	0.0	152.5
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	54.0	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	90.1	99.8	190.0	-13.7

ตารางที่ จ.6. กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มปริมาณคงคลังแต่ละผลิตภัณฑ์อีก 12000 ตัน

กำไร	8654.5
รายได้	19292.3
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8968.7
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	60	134.1
ผลลัพธ์		8654	1823.2	6.0	287.1
กรณีการผลิตปี 254Y เพิ่มปริมาณคงคลัง 12000 ตัน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	946	4	0.0	153.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	54.0	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	90.2	99.8	190.0	-14.1

ตารางที่ จ.7. กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มปริมาณคงคลังแต่ละผลิตภัณฑ์อีก 14000 ตัน

กำไร	8654.6
รายได้	19292.3
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8968.6
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	60	134.1
ผลลัพธ์		8655	1823	6.0	287.0
กรณีการผลิตปี 254Y เพิ่มปริมาณคงคลัง 14000 ตัน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	945	4	0.0	152.9
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	54.0	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	90.2	99.8	190.0	-14.0

ตารางที่ จ.8. กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มปริมาณคงคลังแต่ละผลิตภัณฑ์อีก 17000 ตัน

กำไร	8654.6
รายได้	19292.3
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8968.6
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	60	134.1
ผลลัพธ์		8655	1823	6.0	287.0
กรณีการผลิตปี 254Y เพิ่มปริมาณคงคลัง 17000 ตัน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	945	4	0.0	152.9
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	54.0	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	90.2	99.8	190.0	-14.0

ภาคผนวก ฉ.

ผลลัพธ์การวิเคราะห์ความไวเมื่อขีดจำกัดปริมาณสูญเสียคงคลังผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถังเก็บเปลี่ยนแปลง.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.1 กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y

กำไร	8286.4	ล้านบาท
รายได้	18324.2	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8368.7	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1833	12	134.7
ผลลัพธ์		8286	1708	6.0	197.0
กรณีการผลิตปี 254Y	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1314	125	0.0	62.3
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	6.0	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	86.3	93.2	150.0	53.8

ตารางที่ ฉ.2 กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์เป็น 2000 พันตัน

กำไร	8342.8	ล้านบาท
รายได้	18388.7	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8376.9	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	24	134.1
ผลลัพธ์		8343	1715	9.3	209.1
กรณีปี254Yขีดจำกัดสูญเสียผลิตภัณฑ์ 2000 ตัน	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1257	112	0.0	75.0
	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	14.7	0.0
	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	86.9	93.9	161.3	44.1

ตารางที่ ฉ.3 กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์เป็น 2500 พันตัน

กำไร	8347.6	ล้านบาท
รายได้	18398.6	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8381.9	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	30	134.1
ผลลัพธ์		8348	1716	11.3	210.0
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ปี254Yขีด	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1252	111	0.0	75.9
จำกัดสูญเสีย	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	18.7	0.0
ผลิตภัณฑ์	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	87.0	93.9	162.4	43.4
2500 ตัน					

ตารางที่ ฉ.4 กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์เป็น 3500 พันตัน

กำไร	8351.2	ล้านบาท
รายได้	18422.7	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8402.4	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	42	134.1
ผลลัพธ์		8351	1720	13.6	211.2
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ปี254Yขีด	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1249	107	0.0	77.1
จำกัดสูญเสีย	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	28.4	0.0
ผลิตภัณฑ์	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	87.0	94.1	167.6	42.5
3500 ตัน					

ตารางที่ ฉ.5 กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์เป็น 4500 พันตัน

กำไร	8354.2	ล้านบาท
รายได้	18419.5	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8396.2	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	54	134.1
ผลลัพธ์		8354	1719	14.7	211.2
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ปี254Yขีด	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1246	109	0.0	77.1
จำกัดสูญเสีย	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	39.3	0.0
ผลิตภัณฑ์	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	87.0	94.1	172.8	42.5
4500 ตัน					

ตารางที่ ฉ.6 กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์เป็น 5500 พันตัน

กำไร	8378.7	ล้านบาท
รายได้	18531.8	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8484.0	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	66	134.1
ผลลัพธ์		8379	1736	15.5	210.9
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ปี254Yขีด	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1221	91	0.0	76.8
จำกัดสูญเสีย	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	50.5	0.0
ผลิตภัณฑ์	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	87.3	95.0	176.5	42.7
5500 ตัน					

ตารางที่ ฉ.7 กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์เป็น 6500 พันตัน

กำไร	8381.5	ล้านบาท
รายได้	18537.3	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8486.7	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	78	134.1
ผลลัพธ์		8382	1736	16.5	210.3
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ปี254Yขีด	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1218	91	0.0	76.2
จำกัดสูญเสีย	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	61.5	0.0
ผลิตภัณฑ์	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	87.3	95.0	178.8	43.1
6500 ตัน					

ตารางที่ ฉ.8 กรณีศึกษา: การผลิตปี 254Y กรณีเพิ่มขีดจำกัดปริมาณการสูญเสียผลิตภัณฑ์เป็น 7500 พันตัน

กำไร	8365.4	ล้านบาท
รายได้	18435.1	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายแปรผัน	8400.7	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายคงที่	1669.1	ล้านบาท

เป้าหมาย		กำไร (Profit) (ล้านบาท)	อุปสงค์ (Demand) (X1000 ตัน)	สูญเสียผลิตภัณฑ์ (Prod. Loss) (x1000ตัน)	ปริมาณคงคลัง (Inventory) (x1000ตัน)
		MAX	MIN short	MIN	MIN
ค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Target Value)		9600	1827	90	134.1
ผลลัพธ์		8365	1720	17.8	210.1
กรณี	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4
ปี254Yขีด	ผลสำเร็จที่ต่ำกว่าเป้าหมาย	1235	107	0.0	76.0
จำกัดสูญเสีย	ผลสำเร็จที่สูงกว่าเป้าหมาย	0	0	72.2	0.0
ผลิตภัณฑ์	ร้อยละความสำเร็จตามเป้าหมาย	87.1	94.1	180.2	43.3
7500 ตัน					

ภาคผนวก ช.

โปรแกรมการวางแผนการผลิตเขียนด้วยโปรแกรมลินโก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
MODEL:
!Program for production planning model of gas separation plant;
SETS:
!Number of periods;
PERIOD/1..12/:FC,HC;
 !FC - Fixed cost in period t
 HC - HEATING VALUE COST;
!Number of products;
PRODUCT/1..4/:S,U,HV,RESDAY;
  !S - Initial inventory of product i
   U - Upper limit of inventory
  HV - Heating value of product i
  RESDAY - Inventory reserved day of product i ;
!Number of plants;
PLANT/1..3/:PCT;
  !PCT - Plant capacity;
!Number of feed gas pipeline;
PIPELINE/1..2/:FPC;
  !FPC - Feed gas pipeline capacity;
!Number of customers;
CUSTOMER/1..5/:;
INDEXI(PRODUCT,PIPELINE,PERIOD):C;
  !C - Percentage of product i in feed gas from pipeline l in period t;
INDEXII(PLANT,PERIOD):;
INDEXIII(PIPELINE,PERIOD):;
INDEXIV(PLANT,PIPELINE):;
INDEXV(PRODUCT,CUSTOMER,PERIOD): Y,P,D;
  !Y - Product i to customs k in period t
   P - Price of product i for customer k in period t
   D - Demand of product i for customer k in period t;
INDEXVI(PLANT,PIPELINE,PERIOD):X;
  !X - Feed gas to plant j from pipeline l in period t;
INDEXVII(PRODUCT,PLANT):R;
  !R - Recovery rate of product i of plant j;
INDEXIX(PRODUCT,PERIOD):Q,UQ,OI,UI,MW,UIC,OIC;
  !  Q -  Inventory of product i from plant j in period t
   UQ - Quantity of product i shortage in period t
   OI  -  Over achievement inventory  Goal of storaged product i in period t
   UI  - Under achievement inventory Goal of storaged product i in period t
   MW - Molecular weight of product i in period t
   OIC - Over achievement Target of Loss of Non-storaged Products product i in
         period t
   UIC - Under achievement Target of Loss of Non-storaged Products product i
         in period t;
 ENDSETS

!-------------------------------------------------------------------------------------------------------------;

DATA:
  ! Goal # 1 : Maximization of total profit;
             TP = @FILE(A:PRICE98.TXT);
  ! Goal # 2 : Maximization of customers satisfaction;
             ! D - Demand of product i for customer k in period t;
             D = @FILE(A:PRICE98.TXT);
  ! Goal # 3 : Minimization of Loss of Non-storaged Products;
```

```
            TLP =@FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! Goal # 4 : Minimization of total inventory;
 ! P - Price of product i for customer k in period t;
            P = @FILE(A:\PRICE98.TXT);
 ! C - Percentage of product i in feed gas from pipeline l in period t;
            C = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! FC - Fixed cost in period t;
            FC = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! S - Initial inventory of product i;
            S = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! U - Upper limit of product i inventory;
            U = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! HV - Heating value of product i;
            HV = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! RESDAY - Inventory reserved day of product i;
            RESDAY = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! MW - Molecular weight of product i;
            MW = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! PCT - Plant j capacity;
            PCT = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! FPC - Feed gas pipeline l capacity;
            FPC = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 ! R - Recovery rate of product i of plant j;
            R = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 !PTL - Pipeline transprotation limit of product i to customer k;
            PTL2 = @FILE(A:PRICE98.TXT);
            PTL3 = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 !HC - Heating value cost;
            HC = @FILE(A:PRICE98.TXT);
 !NOTANK - No. of non-tanked products;
            NOTANK = @FILE(A:PRICE98.TXT);
ENDDATA

!-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------;

!Multiobjective Function;
! Goal # 1 : Maximization of total profit;
            !MIN = UP;
! Goal # 2 : Maximization of customers satisfaction;
            !MIN = @SUM(INDEXIX(i,t):UQ(i,t));
! Goal # 3 : Minimization of Loss of Non-storaged Products;
            !MIN = @SUM(INDEXIX(i,t)|(i#LE#NOTANK):UIC(i,t));
! Goal # 4 : Minimization of total inventory;
            MIN = @SUM(INDEXIX(i,t)|(i#GT#NOTANK):UI(i,t));

!-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------;

!Constraints;
! Goal #1 constraint Maximization of total profit;
    REVENUE-VARCOST-FIXCOST+UP-OP = TP;
 !Revenue(in bath);
    REVENUE = @SUM(INDEXV(i,k,t):Y(i,k,t)*P(i,k,t));
 !Variable cost(in million bath);
    VARCOST = @SUM(INDEXIX(i,t):@SUM(INDEXIV(j,l):X(j,l,t)*R(i,j)*C(i,l,t))
                *MW(i,t)*0.003585799*HV(i)*HC(t));
```

```
!Fixed cost(in bath);
    FIXCOST = @SUM(PERIOD(t):FC(t))*1000000;
! Goal #2 constraint Maximization of customers satisfaction;
      !For the first period (t=1);
          @FOR(PRODUCT(i):@SUM(INDEXIV(j,l):X(j,l,1)*R(i,j)*C(i,l,1))*
          MW(i,1)*0.003585799+S(i)-Q(i,1)+UQ(i,1)=@SUM(CUSTOMER(k):D(i,k,1)));
      !For the other period (t=2,3,4.. )and non-storaged products;
          @FOR(PRODUCT(i)|(i#LE#NOTANK):
          @FOR(PERIOD(t)|(t#GT#1):@SUM(INDEXIV(j,l):X(j,l,t)*R(i,j)*C(i,l,t))
          *MW(i,t)*0.003585799-Q(i,t)+UQ(i,t)=@SUM(CUSTOMER(k):D(i,k,t))));
      !For the other period (t=2,3,4.. )and storaged products;
          @FOR(PRODUCT(i)|(i#GT#NOTANK):
          @FOR(PERIOD(t)|(t#GT#1):@SUM(INDEXIV(j,l):X(j,l,t)*R(i,j)*C(i,l,t))*
          MW(i,t)*0.003585799+Q(i,t-1)-Q(i,t)+UQ(i,t)=@SUM(CUSTOMER(k):D(i,k,t))));
! Goal #3 constraint  Minimization of Loss of Non-storaged Products;
          @FOR(PRODUCT(i)|(i#LE#NOTANK):
          @FOR(PERIOD(t):@SUM(INDEXIV(j,l):X(j,l,t)*R(i,j)*C(i,l,t))
          *MW(i,t)*0.003585799-@SUM(CUSTOMER(k):Y(i,k,t))+OIC(i,t)-UIC(i,t) =TLP));
! Goal #4 constraint  Minimization of total inventory;
          @FOR(PRODUCT(i)|(i#GT#NOTANK):
          @FOR(PERIOD(t):Q(i,t)+OI(i,t)-UI(i,t)=RESDAY(i)*
        @SUM(CUSTOMER(k):D(i,k,t)/30));

!-------------------------------------------------------------------------------------------------------;

!System Constraints;
          ! #1 Plant Capacity Limit;
          @FOR(PLANT(j):
          @FOR(PERIOD(t):@SUM(PIPELINE(l):X(j,l,t))<= PCT(j)));
          @FOR(PLANT(j):
          ! #2 Inventory Limit;
          @FOR(PRODUCT(i)|(i#GT#NOTANK):
          @FOR(PERIOD(t):Q(i,t)<= U(i)));
          ! #3 Feed Gas Pipeline Capacity Limit;
          @FOR(PIPELINE(l):
          @FOR(PERIOD(t):@SUM(PLANT(j):X(j,l,t))<= FPC(l)));
          ! #4 Product & Inventory Balancing;
      !For the first period (t=1);
          @FOR(PRODUCT(i):@SUM(CUSTOMER(k):Y(i,k,1)) =
          @SUM(INDEXIV(j,l):X(j,l,1)*R(i,j)*C(i,l,1))*MW(i,1)*0.003585799+S(i)-Q(i,1));
       !For the other period (t=2,3,4.. )and non-storaged products;
          @FOR(PRODUCT(i)|(i#LE#NOTANK):
          @FOR(PERIOD(t)|(t#GT#1):@SUM(CUSTOMER(k):Y(i,k,t)) =
          @SUM(INDEXIV(j,l):X(j,l,t)*R(i,j)*C(i,l,t))*MW(i,t)*0.003585799-Q(i,t)));
       !For the other period (t=2,3,4.. )and storaged products;
          @FOR(PRODUCT(i)|(i#GT#NOTANK):
          @FOR(PERIOD(t)|(t#GT#1):@SUM(CUSTOMER(k):Y(i,k,t))=
          @SUM(INDEXIV(j,l):X(j,l,t)*R(i,j)*C(i,l,t))*MW(i,t)*0.003585799+Q(i,t-1)-Q(i,t)));
          ! #5 Product transportation limit;
          ! only ethane(i=1)product has transportation limit to customer 2,3 only;
                  @FOR(PERIOD(t):Y(1,2,t)/30<= PTL2);
                  @FOR(PERIOD(t):Y(1,3,t)/30<= PTL3);
END
!-------------------------------------------------------------------------------------------------------;
```

ภาคผนวก ซ.

การเปลี่ยนแปลงของราคาผลิตภัณฑ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

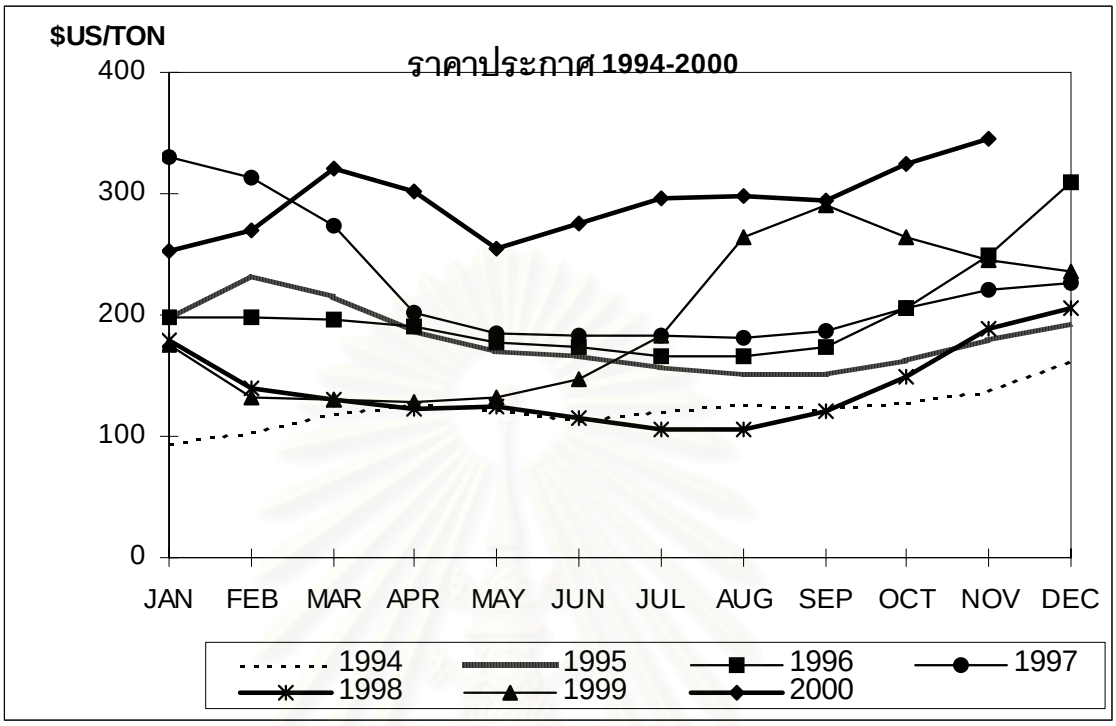
ผลิตภัณฑ์ที่ขายให้ลูกค้าแต่ละรายจะขายด้วยราคาที่ไม่เท่ากัน ราคาขายผลิตภัณฑ์เป็นราคาที่กำหนดตามสูตรที่ได้ตกลงไว้กับลูกค้าโดยสูตรราคาจะแปรผันตามราคาประกาศปิโตรเลียม และราคาประกาศปิโตรเลียมมีการพยากรณ์ล่วงหน้าโดยสถาบันและสำนักต่าง ๆอยู่เป็นประจำ

สูตรราคาผลิตภัณฑ์ไม่สามารถแสดงได้เนื่องเป็นข้อมูลที่โรงแยกก๊าซธรรมชาติและลูกค้าของโรงแยกก๊าซธรรมชาติไม่อนุญาติให้เปิดเผย ในที่นี้ได้แสดงราคาประกาศของผลิตภัณฑ์ ก๊าซหุ้มต้ม(ก๊าซโปรเพน + ก๊าซบิวเทน) เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนของราคาว่ามีการเปลี่ยนค่อนข้างสูงซึ่งจะมีผลต่อผลกำไร-ขาดทุน ค่าใช้จ่าย และปริมาณผลิตที่เหมาะสม

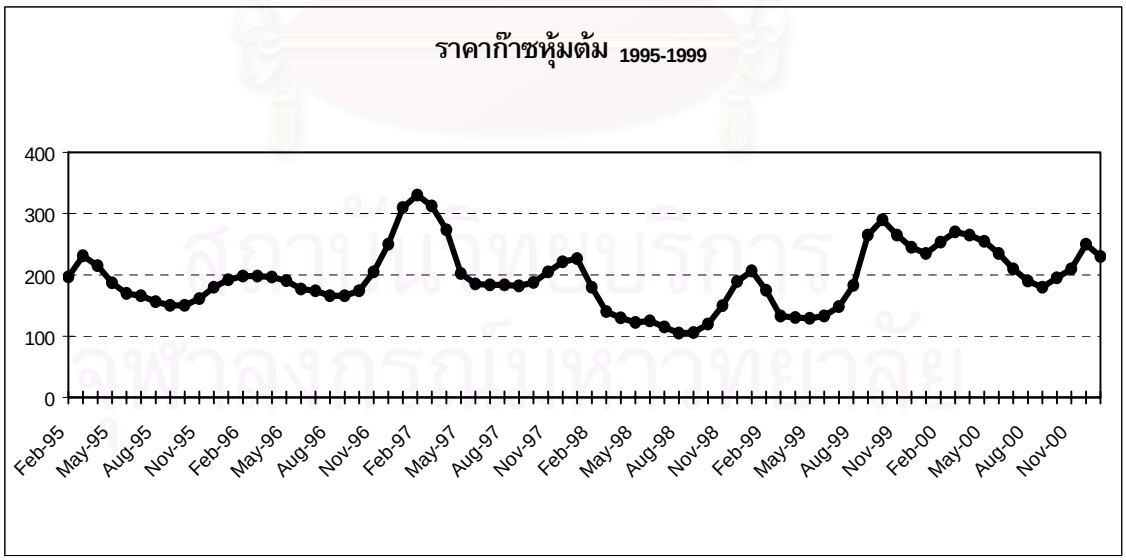
สรุปรวมราคาก๊าซก๊าซหุ้มต้ม

เดือน ปี	ราคาก๊าซก๊าซหุ้มต้ม						
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
JAN	94.40	196.80	198.20	330.00	180.00	175.00	253.50
FEB	104.40	231.20	198.20	312.50	140.00	133.00	270.00
MAR	119.20	215.00	196.20	273.50	130.00	130.50	320.00
APR	126.50	187.00	190.40	202.50	122.50	129.00	302.50
MAY	122.00	169.80	177.00	185.50	125.00	133.00	255.00
JUN	112.40	166.00	174.00	183.50	115.00	148.00	275.00
JUL	120.90	156.00	166.00	183.50	105.00	183.00	296.50
AUG	125.70	150.20	166.00	182.00	106.00	265.00	297.50
SEP	122.40	150.20	174.00	187.50	120.00	290.00	295.00
OCT	129.20	161.40	205.00	205.00	150.00	265.00	325.00
NOV	138.60	180.00	250.00	221.50	189.00	245.00	345.00
DEC	162.80	192.20	310.00	226.50	206.50	235.00	
เฉลี่ย	123.21	179.65	200.42	224.46	140.75	194.29	

ตารางที่ ซ.1 แสดงราคาประกาศก๊าซหุ้มต้ม ปี 1994 –2000



รูปที่ ซ.1 กราฟแสดงราคาประกาศก๊าซหุ้มต้ม ปี 1994 -2000



รูปที่ ซ.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงราคาก๊าซหุ้มต้ม ปี 1995-1999

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

- ข้อมูลส่วนบุคคล

  ชื่อ นายโชคชัย ธนเมธี

  เกิดวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2505

  สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

- วุฒิการศึกษา

  จบการศึกษาปริญญาตรี (วศบ.) วิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปี 2528

- ประวัติการทำงาน

  ปี 2528 – 2529 บริษัทโตโยต้าประเทศไทย จำกัด

  ปี 2529 – 2544 การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย