

การประยุกต์ใช้การวางแผนผลิตรวม
กรณีศึกษา บริษัทผลิตประตู่ตู้แช่เย็น

รุ่งมณี สุทธิบุตร

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2553

IMPLEMENTATION OF AGGREGATE PLANNING
A CASE STUDY OF CHILLER AND FREEZER DOORS MANUFACTURING

Rungmanee Suttibut

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management
Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology
Academic Year 2010

หัวข้อสารนิพนธ์

การประยุกต์ใช้การวางแผนผลิตรวม กรณีศึกษา บริษัท
ผลิตประตูตู้แช่เย็น

โดย

รุ่งมณี สุทธิบุตร

สาขาวิชา

การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

.....อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

.....ประธานคณะกรรมการหลักสูตร
(ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

รุ่งมณี สุทธิบุตร : การประยุกต์ใช้การวางแผนผลิตรวม กรณีศึกษา บริษัทผลิตประตู
 แซ่เย็น. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน, 55 หน้า.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบการวางแผนผลิตรวมในบริษัทผลิตประตู
 แซ่เย็น เพื่อหาแนวทางการบริหารจัดการผลิต และวางแผนการผลิตล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ
 เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยการนำเทคนิคการพยากรณ์ความต้องการสินค้าที่
 เหมาะสมมาพยากรณ์หาค่าความต้องการสินค้า และนำปริมาณความต้องการไปวางแผนการ
 ผลิตรวม ได้แก่ การวางแผนปริมาณการผลิต การจัดการสินค้าคงคลัง และการจัดสรรแรงงาน
 ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ด้วยการใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นในการหาคำตอบที่ดีที่สุด โดย
 มีเป้าหมายเพื่อให้ได้ต้นทุนผลิตที่ต่ำที่สุด

ผลการวิจัย พบว่า การวางแผนรวมโดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น ภายใต้
 ข้อจำกัดต่างๆ แสดงให้เห็นว่าการวางแผนผลิตรวมอย่างเป็นระบบ ทำให้ต้นทุนลดลงได้ร้อยละ
 5.66 และมีแนวทางในการวางแผนผลิตล่วงหน้า สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงาน
 จริงได้

บัณฑิตวิทยาลัย
 สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

ลายมือชื่อนักศึกษา.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2553



RUNGMANEE SUTTIBUT : IMPLEMENTATION OF AGGREGATE PLANNING: A CASE STUDY OF CHILLER AND FREEZER DOORS MANUFACTURING. ADVISOR: DR. DUMRONGKIAT RATANA-AMORNPIN, 55 PP.

The purpose of this study is to design an aggregate planning in chiller and freezer doors manufacturing. In order to manage production and pre-production planning in a systematic way to meet customer needs, appropriated forecasting technique is presented to forecast product demand. Then, forecasted demand is utilized for aggregate planning by linear programming technique to find the optimization of a linear objective function. The proposed model attempts to minimize production cost by controlling inventory and labor management under constraints to achieve the lowest production costs.

The results of this study indicated that aggregate planning by use of linear programming techniques under constraints is in a systematic production plan resulting in the cost reduction of 5.66 % with the guideline for pre-production planning. It can be further implemented to practical operations.

Graduate School

Field of Study Industrial Management

Academic Year 2010

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาของ ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และให้ความกรุณาในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของสารนิพนธ์ อีกทั้งยังให้ความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ บริษัทกรณิศศึกษา ผู้ผลิตประตูตู้แช่เย็น ที่ให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดมา และอนุญาตให้ใช้ข้อมูลตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นและอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้มอบวิชาความรู้ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาระดับปริญญาโท ซึ่งนำความรู้มาประกอบในการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้

ความสำเร็จ และคุณค่าของสารนิพนธ์นี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

รุ่งมณี สุทธิบุตร



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
 บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของการศึกษา.....	2
ขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินงาน.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
2 หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
การวางแผนผลิตรวม.....	4
กลยุทธ์การวางแผนผลิตรวม.....	6
เทคนิควิธีการวางแผนผลิตรวม.....	7
การพยากรณ์.....	8
วิธีการพยากรณ์.....	8
การพยากรณ์โดยใช้รูปแบบอนุกรมเวลา.....	9
เทคนิคและวิธีการหาค่าพยากรณ์ของรูปแบบอนุกรมเวลา.....	9
การวัดความคลาดเคลื่อนของพยากรณ์.....	11
การวิจัยดำเนินงาน.....	12
ขั้นตอนการวิจัยดำเนินงาน.....	13
ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น.....	16
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์..... 24
	ศึกษา และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน..... 24
	ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 26
	การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 27
	การเลือกรูปแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม..... 28
	การสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ด้วยการโปรแกรมเชิงเส้น..... 31
	สรุปแนวทางการวางแผนผลิตรวม..... 35
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 36
	สรุปผลการวิเคราะห์..... 36
	ข้อเสนอแนะ..... 36
	ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา..... 37
บรรณานุกรม.....	38
ภาคผนวก.....	40
	ภาคผนวก ก. ตารางคำนวณค่าพยากรณ์ และค่าความคลาดเคลื่อน..... 41
	ภาคผนวก ข. ตารางสรุปต้นทุนการผลิต และรายงานผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Solver..... 44
ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์.....	55

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
2	เปรียบเทียบเทคนิควิธีการวางแผนผลิตรวม.....	7
3	สรุปจำนวนยอดขายประตุ รุ่น NT และ LT ในปี พ.ศ. 2552 และ 2553.....	27
4	ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา.....	27
5	สรุปผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบ เอ็กซ์โปเนนเชียล สำหรับประตุ รุ่น NT และ LT.....	29
6	สรุปค่าพยากรณ์เปรียบเทียบกับค่าความต้องการจริงปี พ.ศ. 2553.....	29
7	ข้อมูลทั่วไปและข้อจำกัดในการผลิต.....	31
8	สรุปผลการคำนวณหาต้นทุนผลิตต่ำที่สุดจากโปรแกรม Solver.....	34
9	เปรียบเทียบต้นทุนจริง และต้นทุนจากการวางแผนผลิตรวม.....	35
10	คำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อน รุ่น NT ด้วยเทคนิคการปรับ เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล.....	42
11	คำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อน รุ่น LT ด้วยเทคนิคการปรับ เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล.....	43
12	สรุปต้นทุนการผลิตประตุ รุ่น NT และ LT ก่อนการประยุกต์ใช้การวางแผน ผลิตรวม.....	45
13	สรุปต้นทุนการผลิตประตุ รุ่น NT และ LT หลังการประยุกต์ใช้การวางแผน ผลิตรวม.....	46
14	แสดงผล Answer Report.....	47
15	แสดงผล Sensitivity Report.....	50
16	แสดงผล Limits Report.....	53

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	แสดงงานทางด้านการวางแผน และผู้รับผิดชอบ.....	5
2	แสดงความสัมพันธ์ของแผนการผลิตรวมในอุตสาหกรรมผลิต.....	6
3	ขั้นตอนการวิจัยดำเนินงาน.....	13
4	การแสดงผลของตัวแบบตามเกณฑ์วิธีต่างๆ.....	14
5	รูปแบบคำนวณวิธีซิมเพล็กซ์.....	18
6	ตัวอย่างโปรแกรม Solver.....	18
7	ตัวอย่างรายงานและการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการหาค่าผลลัพธ์ในโปรแกรม Solver..	20
8	แสดงภาพประตูที่ผลิต และภาพหลังจากนำไปติดตั้งใช้งานจริง.....	24
9	แสดงขั้นตอนการทำงานบริษัทกรณีศึกษา.....	25
10	แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน.....	26
11	กราฟอนุกรมเวลาของข้อมูลยอดขายประตู รุ่น NT และ LT ปี 2552 และ 2553...	28
12	กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต้องการจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ประตู รุ่น NT.....	30
13	กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต้องการจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ประตู รุ่น LT.....	31



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทางด้านเทคโนโลยี ทำให้ปัจจุบันสภาพการแข่งขันทางธุรกิจมีความรุนแรง และซับซ้อนมากขึ้น ลูกค้ามีอำนาจในการต่อรองการซื้อสินค้ามากขึ้น รูปแบบการทำธุรกิจในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปมากจากอดีต ผู้ประกอบการหลายรายนิยมจ้างผู้ประกอบการรายอื่นให้ผลิตสินค้าแทน หรือจ้างให้บริหารจัดการด้านสินค้าคงคลังแทนการบริหารจัดการเอง ดังนั้นผู้ประกอบการแต่ละรายจึงจำเป็นต้องมีการปรับตัว และหากกลยุทธ์วิธีการเพื่อให้ตนเองสามารถแข่งขันและอยู่รอดได้ การวางแผนผลิตรวม (Aggregate Planning) เป็นกลยุทธ์ที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่จะทำให้ผู้ประกอบการสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า และสร้างความได้เปรียบให้กับองค์กร

การวางแผนผลิตรวมจะต้องรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อใช้ในการวางแผนที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า กำลังการผลิต สินค้าคงคลัง จำนวนพนักงาน และปัจจัยอื่นๆ เพื่อนำมาวางแผนระยะกลางในอีก 3-18 เดือนข้างหน้า

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตประตูละมั่งสำหรับตู้แช่เย็น มีลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ ปัจจุบันประสบปัญหาด้านต้นทุนการผลิตสูง ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง การจัดสรรทรัพยากรบุคคล ซึ่งบางเดือนมีพนักงานไม่เพียงพอ บางเดือนมีพนักงานเกินความต้องการ อีกทั้งปัญหาการล่าช้าในการส่งมอบสินค้าแก่ลูกค้า การดำเนินงานในปัจจุบัน บริษัทมีการวางแผนงานในระยะสั้นๆ เท่านั้น และไม่เคยมีการวางแผนระยะกลาง เนื่องจากขาดความรู้และผู้แนะนำให้คำปรึกษา

ดังนั้นเพื่อเป็นการวางแผนแนวทางการบริหารจัดการผลิตให้เหมาะสม ผู้ศึกษาจึงได้นำเสนอเทคนิคการพยากรณ์ (Forecasting) ความต้องการของลูกค้าที่เหมาะสม โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ และการวางแผนการผลิตรวมโดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) คำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุด เพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด จากเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสรรทรัพยากรบุคคล และการวางแผนการผลิต สำหรับการวางแผนในอีก 1 ปีข้างหน้า ภายใต้เงื่อนไขที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างครบถ้วน และทันเวลา

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ทำการออกแบบการวางแผนผลิตรวม เพื่อหาแนวทางการบริหารจัดการผลิต และวางแผนการผลิตล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานจริงได้
2. ศึกษาเทคนิคและรูปแบบการพยากรณ์ความต้องการที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนปริมาณการผลิต
3. ลดต้นทุนการผลิตสินค้า จัดการปริมาณสินค้าคงคลัง และจัดสรรทรัพยากรบุคคลได้อย่างเหมาะสม
4. สามารถวางแผนการผลิตได้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า และส่งมอบสินค้าได้ตรงตามเวลา

ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้จะทำการศึกษาการวางแผนการผลิตรวมของประตูตู้แช่ที่มีการผลิตและยอดสั่งซื้อมากที่สุด 2 รุ่น คือ รุ่น NT และ LT โดยจะเริ่มตั้งแต่การพยากรณ์การสั่งซื้อสินค้าล่วงหน้า โดยการใช้ข้อมูลจากยอดขายในอดีต เพื่อนำมาสร้างโมเดลการผลิตให้ได้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด

ขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินการ

1. ศึกษาทฤษฎี และสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สำรวจสภาพปัจจุบัน ข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนการผลิต และผลิตภัณฑ์
3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด รวมถึงข้อจำกัดต่างๆ
4. วิเคราะห์ปัญหา และประมวลผลข้อมูล
5. กำหนดแนวทางแก้ไข ปรับปรุง โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ และการโปรแกรมเชิงเส้นเป็นเครื่องมือ
6. สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ
7. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดต้นทุนจากการผลิต และการจัดสรรทรัพยากรบุคคล
2. สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า และส่งมอบสินค้าได้ตรงตามเวลา
3. ประยุกต์ใช้โมเดลการผลิตในการปฏิบัติงานจริง

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
		53	53	53	53	54	54
1	ศึกษาทฤษฎี และสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง						
2	สำรวจสภาพปัจจุบัน ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต และผลิตภัณฑ์						
3	เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด รวมถึงข้อจำกัดต่างๆ						
4	วิเคราะห์ปัญหา และประมวลผลข้อมูล						
5	กำหนดแนวทางแก้ไข และแผนการปรับปรุง						
6	สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ						
7	จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์						

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการผลิต และการปฏิบัติการถือเป็นศาสตร์หนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ เพื่อให้องค์กรสามารถดำเนินธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงสุด แนวความคิดด้านการจัดการระบบปฏิบัติการ เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้องค์กรสร้างผลกำไรและเติบโตอย่างยั่งยืน

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอหลักการพื้นฐานตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การวางแผนผลิตรวม
2. การพยากรณ์
3. การวิจัยดำเนินงาน
4. ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น

การวางแผนผลิตรวม

แผนการผลิตรวม (Aggregate Planning) คือ แผนสำหรับกำหนดปริมาณผลผลิต และระยะเวลาของการปฏิบัติการสำหรับในอนาคต 3-18 เดือนล่วงหน้า เพื่อพยายามลดต้นทุนรวมของการปฏิบัติการทั้งหมดตลอดระยะเวลาของแผนให้ต่ำที่สุด (Jay Heizer; and Barry Render. 2008 : 528)

แผนการผลิตรวม (Aggregate Planning) คือ การพิจารณากำหนดปริมาณในการผลิตขององค์กรอย่างกว้างๆ จากความสามารถที่มีอยู่ โดยไม่เจาะจงในรายละเอียดว่าจะทำการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดใดมากน้อยเท่าใด ออร์นุช จรูญโรจน์ (2530) ความจำเป็นที่จะต้องมีการผลิตรวมมีดังนี้

1. ทรัพยากรการผลิตมีอยู่จำกัดและบางชนิดหาได้ยาก ดังนั้นผู้วางแผนการผลิตจะต้องพยายามหาทางใช้ทรัพยากรเหล่านี้ให้เกิดผลดีที่สุด หากไม่มีแผนการผลิตรวมจะไม่สามารถประเมินถึงประสิทธิผลของสมรรถภาพการผลิตที่มีอยู่ในช่วงเวลาปัจจุบันนี้ได้

2. ผลผลิตรวมจะมีปริมาณที่ไม่คงที่อยู่ตลอดเวลา อาจจะเปลี่ยนแปลงขึ้นลงภายในสัปดาห์ ภายในเดือนหรือภายในหนึ่งปี ผู้วางแผนการผลิตจำเป็นต้องคอยควบคุมดูแลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยการใช้วิธีการวางแผนรวม ทำให้สามารถบริหารต้นทุนทั้งหมดของการเปลี่ยนแปลงระดับผลผลิตอย่างได้ผล

3. การประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ทั้งหมดในการผลิต จะก่อให้เกิดผลดีในแง่ของการประหยัด เพราะหากต่างฝ่ายต่างทำงานโดยไม่มีการประสานงานกันอาจทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

ในการวางแผนผลิตรวมจำเป็นต้องมีข้อมูลเพื่อนำมาตัดสินใจ 4 ประการ ได้แก่

1. หน่วยสำหรับการวัดยอดขายหรือผลผลิต
2. การพยากรณ์ความต้องการการผลิตในช่วงเวลาสำหรับการวางแผน
3. วิธีการสำหรับคำนวณหาต้นทุน
4. ตัวแบบการตัดสินใจซึ่งพิจารณาทั้งต้นทุน และค่าพยากรณ์เพื่อให้ได้ตารางการปฏิบัติการที่ดีที่สุด

การวางแผนระยะยาวจะช่วยให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจในเรื่องเกี่ยวกับกลยุทธ์ และกำลังการผลิตที่เหมาะสม เมื่อสามารถกำหนดแผนระยะยาวแล้ว แผนระยะกลางจะถูกพัฒนาเป็นลำดับต่อไป แผนระยะกลางนี้เป็นหน้าที่ของผู้จัดการฝ่ายปฏิบัติการจะต้องตัดสินใจโดยให้ปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้มีความสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สำหรับแผนระยะสั้นจะวางแผนปฏิบัติการในระยะเวลาไม่เกิน 3 เดือน แผนระยะสั้นจะบอกถึงความรับผิดชอบของพนักงานแต่ละคนในระดับปฏิบัติการ โดยหัวหน้างานจะเป็นผู้ที่แปลงแผนระยะกลางกระจายมาสู่ตารางการทำงานในรายสัปดาห์ รายวัน รายชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 1

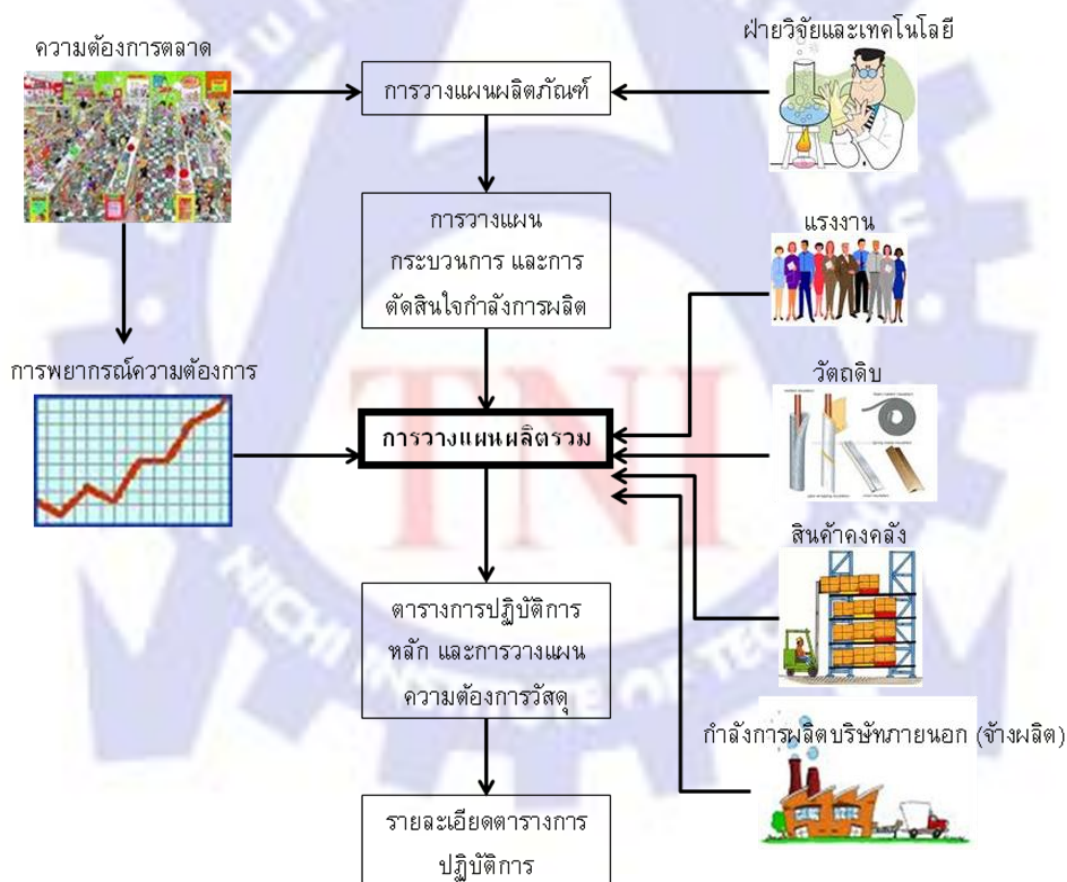


รูปที่ 1 แสดงงานทางด้านการวางแผน และผู้รับผิดชอบ

1. กลยุทธ์การวางแผนผลิตรวม

กลยุทธ์ในการจัดทำแผนผลิตรวม จะเป็นการวางแผนอย่างกว้างๆ ตามคำพยากรณ์ ซึ่งคำพยากรณ์นี้มีโอกาสอย่างมากที่จะแตกต่างจากสถานการณ์จริง ดังนั้นผู้วางแผนจึงต้องเตรียมการเพื่อรองรับความแปรผันที่จะเกิดขึ้น โดยต้องรู้แนวทางปฏิบัติ หรือนโยบายที่มีผลเกี่ยวข้องกับการวางแผนผลิตรวม แนวทางปฏิบัติหรือนโยบายที่ต้องมี และต้องตอบคำถามต่างๆ ดังต่อไปนี้ได้ (Jay Heizer; and Barry Render. 2008 : 530)

1. ระดับของสินค้าคงคลังควรมีปริมาณเท่าใด เพื่อที่จะสามารถรองรับความไม่แน่นอนทางด้านความต้องการของลูกค้า
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงจำนวนพนักงาน
3. หากมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้า ควรจ้างพนักงานชั่วคราวหรือใช้การทำงานล่วงเวลา หรือยอมให้มีการว่างงานเป็นบางครั้งหรือไม่
4. เมื่อความต้องการของลูกค้าสูงขึ้น จะใช้การจ้างบริษัทภายนอกผลิตแทนหรือไม่
5. ราคาของสินค้าหรือปัจจัยอื่นๆ จะมีผลต่อความต้องการของลูกค้าหรือไม่



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของแผนการผลิตรวมในอุตสาหกรรมผลิต

จากรูปที่ 2 ผู้บริหารการปฏิบัติงานจะต้องประสานงานกับหน่วยงานต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่าง ๆ กล่าวคือ ผู้บริหารการปฏิบัติการทำการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานการตลาดเพื่อรับข้อมูลโอกาสด้านการตลาด ขอร้องเรียนของลูกค้า ความต้องการของลูกค้า ในขณะเดียวกันก็ต้องมีการรับข้อมูลความก้าวหน้าของเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น เครื่องจักรอุปกรณ์รุ่นใหม่ รวมถึงการวิจัยและพัฒนาเทคนิคการผลิต วัสดุชนิดใหม่ เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจ ซึ่งรวมถึงการกำหนดกลยุทธ์ขององค์กร กลยุทธ์ผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์กระบวนการ และแผนงานระยะยาวขององค์กร สิ่งที่ต้องทำต่อมาคือการวางแผนระยะกลาง หรือแผนการผลิตรวม โดยนำแนวทางของกลยุทธ์และแผนระยะยาวมาประกอบกับผลของการพยากรณ์ระยะกลาง นโยบายด้านแรงงาน นโยบายด้านกำลังการผลิตภายนอก นโยบายด้านสินค้าคงคลัง ผลการประเมินความสามารถของผู้ส่งมอบวัตถุดิบมากำหนดแผนการผลิตรวม เมื่อได้แผนการผลิตรวมแล้ว สิ่งที่ต้องทำต่อมาคือการวางแผนระยะสั้นเป็นตารางการผลิตหลัก กำหนดแผนความต้องการวัสดุ และตารางการปฏิบัติงาน

2. เทคนิควิธีการวางแผนผลิตรวม

เทคนิควิธีการวางแผนผลิตรวมมี 3 แบบซึ่งนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ได้แก่ วิธีการสร้างตารางและแผนภาพ การโปรแกรมเชิงเส้นด้วยวิธีตัวแบบขนส่ง และตัวแบบสัมประสิทธิ์การบริหาร บางวิธีไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความซับซ้อนสูงและต้องมีระบบสนับสนุนเฉพาะ เช่น การสร้างแบบจำลอง หรือการใช้กฎการตัดสินใจในการค้นหา เป็นต้น ตารางที่ 2 เป็นตารางสรุปเทคนิคการวางแผนผลิตรวม โดยบอกวิธีการแก้ปัญหา ลักษณะสำคัญ และความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละเทคนิค

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบเทคนิควิธีการวางแผนผลิตรวม

วิธี (Methods)	วิธีการแก้ปัญหา (Solution Approach)	ลักษณะสำคัญ (Important Aspects)
1. วิธีการสร้างตารางและแผนภาพ	วิธีการลองผิดลองถูก (Trial and Error)	เป็นวิธีที่เข้าใจง่าย และสะดวกในการนำไปใช้ ใช้ตัวแปรน้อย ทดสอบทางเลือกแบบลองผิดลองถูก เพื่อให้ได้แผนหลายๆแผน จากนั้นนำมาเลือกแผนที่ดีที่สุด ที่มีต้นทุนต่ำที่สุด เพื่อนำไปประยุกต์ใช้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบเทคนิควิธีการวางแผนผลิตรวม (ต่อ)

วิธี (Methods)	วิธีการแก้ปัญหา (Solution Approach)	ลักษณะสำคัญ (Important Aspects)
2. การโปรแกรมเชิงเส้นด้วยวิธีตัวแบบขนส่ง (Transportation Method of Linear Programming)	การค้นหาค่าที่ดีที่สุด จากเงื่อนไขต่างๆ (Optimization)	ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้น โดยกำหนดเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ ปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ช่วยในการวิเคราะห์
3. ตัวแบบสัมประสิทธิ์การบริหาร (Management Coefficients Model)	การสุ่มค่าคำตอบเบื้องต้น และค้นหาไปสู่คำตอบที่ดีที่สุด (Heuristic Method)	เป็นการจำลองกระบวนการตัดสินใจในอดีต มาวิเคราะห์หาการตัดสินใจในอนาคต เช่น การใช้สมการถดถอย (Regression)

การพยากรณ์

การพยากรณ์ (Forecasting) คือ ศาสตร์และศิลป์ในการคาดการณ์ถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาในอนาคต โดยใช้ข้อมูลในอดีตและนำค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์เพื่อการตัดสินใจใดๆ (Jay Heizer; and Barry Render. 2008 : 106)

การพยากรณ์แบ่งตามระยะเวลาที่พยากรณ์ได้เป็น 3 ประเภท

1. การพยากรณ์ระยะสั้น เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ไม่เกิน 1 ปี โดยทั่วไปมักอยู่ในช่วงไม่เกิน 3 เดือน สามารถนำข้อมูลไปใช้เกี่ยวกับการวางแผนปฏิบัติงานหรือดำเนินการได้
2. การพยากรณ์ระยะกลาง เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่อยู่ในช่วง 3 เดือน ถึง 3 ปี นิยมใช้ในการพยากรณ์การวางแผนการขาย การวางแผนการผลิต การวางแผนด้านงบประมาณเงินสด และการวิเคราะห์การวางแผนการดำเนินงานต่างๆ
3. การพยากรณ์ระยะยาว เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่มากกว่า 3 ปีขึ้นไป มักใช้สำหรับการวางแผนการออกผลิตภัณฑ์ใหม่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน การขยายทำเลที่ตั้ง และการวิจัยพัฒนา

1. วิธีการพยากรณ์

1.1 การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) เป็นการพยากรณ์ที่ใช้ลงสังหรณ์ อารมณ์ ความรู้สึก ประสบการณ์ของผู้ตัดสินใจเป็นหลักในการพยากรณ์

1.2 การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เป็นการพยากรณ์ที่ใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์เข้าช่วย และมักนำข้อมูลในอดีตมาใช้ในการพยากรณ์ มี 2 รูปแบบสำคัญ คือ

1.2.1 รูปแบบอนุกรมเวลา (Time-Series Models) จะใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อมาพยากรณ์อนาคตโดยตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าข้อมูลในอดีตจะสามารถใช้พยากรณ์อนาคตได้

1.2.2 รูปแบบปัจจัยสาเหตุ หรือรูปแบบเชิงเหตุผล (Associative Models) เป็นการพยากรณ์ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งที่จะพยากรณ์ โดยการใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ซึ่งเชื่อในความสัมพันธ์เกี่ยวข้อกันของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และนำมาพยากรณ์หาความสัมพันธ์ได้

2. การพยากรณ์โดยใช้รูปแบบอนุกรมเวลา

การพยากรณ์เชิงปริมาณโดยใช้รูปแบบอนุกรมเวลา (Time-Series Methods) เป็นการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตจากข้อมูลในอดีตเท่านั้น ใช้หลักการพยากรณ์ภายใต้สมมติฐานที่ว่า "อนาคต" เป็นปฏิภาค (Function) ของ "อดีต" โดยพิจารณาว่าในระยะเวลาที่ผ่านมาั้นเกิดอะไรขึ้นบ้าง และใช้อนุกรมของข้อมูลในอดีตนำมาใช้พยากรณ์ ตัวเลขข้อมูลที่นำมาใช้อาจจัดแบ่งเป็นรายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปีก็ได้ ตัวแปรอื่นๆจะไม่นำมาพิจารณา การวิเคราะห์จะใส่ข้อมูลในอดีตเข้าไปแล้วพยากรณ์ออกมา ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ข้อมูลแนวโน้ม (Trend) เป็นลักษณะของข้อมูลที่จะค่อยๆ เกิดขึ้นในลักษณะของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้
2. ข้อมูลตามฤดูกาล (Seasonality) เป็นลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นในลักษณะของฤดูกาล มีหน่วยย่อยเป็น วัน สัปดาห์ ไตรมาส เดือน ปี ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์
3. ข้อมูลตามวัฏจักร (Cycles) รูปแบบของข้อมูลในระยะยาวจะมีลักษณะที่เกิดซ้ำในแต่ละช่วงปี ซึ่งจะส่งผลต่อการพยากรณ์ในระยะสั้นที่จะนำมาใช้ในการวางแผน
4. ข้อมูลแบบสุ่ม (Random) เป็นข้อมูลที่เกิดจากเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝัน หรือมีลักษณะที่ไม่แน่นอนตายตัว ทำให้ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้

3. เทคนิคและวิธีการหาค่าพยากรณ์ของรูปแบบอนุกรมเวลา

รูปแบบเทคนิคการพยากรณ์มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ละวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลทรงศิริ แต่สมบัติ (2549) นำเสนอเทคนิคต่อไปนี้

3.1 วิธีการหาค่าแบบตรงตัว (Naive Approach) ใช้หลักการว่า “ความต้องการของผลิตภัณฑ์ในอนาคตจะเท่ากับความต้องการปัจจุบัน” เป็นการพยากรณ์ที่ง่ายรวดเร็ว และประหยัดต้นทุน ใช้ในกรณีที่อิทธิพลต่างๆที่มีส่งผลอย่างสม่ำเสมอเท่านั้น แต่ถ้ามีเหตุการณ์

ผิดปกติเกิดขึ้นจะเกิดความคลาดเคลื่อน สามารถใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการพยากรณ์ แล้วค่อยเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับรูปแบบอื่นต่อไป

3.2 วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) เป็นเทคนิคที่ใช้หาค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยนำชุดข้อมูลล่าสุดแทนที่ชุดข้อมูลเก่าสุด แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยใหม่ในแต่ละช่วง คำนวณได้ 2 ลักษณะคือแบบอย่างง่าย และแบบถ่วงน้ำหนัก

ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบอย่างง่าย

$$F_t = \frac{\sum A_{t-1} + A_{t-2} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

เพื่อให้การพยากรณ์ถูกต้องมากขึ้น การถ่วงน้ำหนักของข้อมูลต่างๆจะถูกนำมาใช้ โดยให้น้ำหนักกับข้อมูลปัจจุบันมากกว่าข้อมูลในอดีตที่ไกลออกไปตามลำดับ ข้อมูลที่อยู่ในช่วงใกล้เวลาที่ต้องการพยากรณ์มักจะมีน้ำหนักกับค่าพยากรณ์มากกว่าข้อมูลที่อยู่ไกลออกไป จึงมีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก

ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก

$$F_t = \frac{\sum W_{t-1}A_{t-1} + W_{t-2}A_{t-2} + \dots + W_{t-n}A_{t-n}}{\sum W}$$

3.3 วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) เป็นการถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่อีกแบบหนึ่งที่ค่อนข้างง่ายในการนำไปใช้งาน และใช้ข้อมูลน้อยลงสำหรับการพยากรณ์ แต่ได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำเท่ากับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนัก เป็นการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักที่จัดค่าพยากรณ์ออกมาในรูปการใช้สมการคำนวณ ซึ่งจะใช้ข้อมูลเริ่มต้นค่าเดียวและถ่วงน้ำหนักโดยใช้ค่าคงที่ปรับเรียบ (α) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ในการคำนวณค่าเอ็กซ์โปเนนเชียล จะกำหนดให้ค่าพยากรณ์ค่าแรกเท่ากับค่าจริงของช่วงเวลาก่อนหน้านั้น 1 ช่วง ดังสมการต่อไปนี้

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

F_t = ค่าพยากรณ์ใหม่ที่ต้องการ

F_{t-1} = ค่าพยากรณ์ช่วงที่ผ่านมา

$$\alpha = \text{ค่าคงที่ปรับเรียบ } (0 \leq \alpha \leq 1)$$

$$A_{t-1} = \text{ความต้องการที่แท้จริงช่วงที่ผ่านมา}$$

3.4 วิธีการปรับเรียบที่มีลำดับสูงขึ้น (Higher Forms of Smoothing) ใช้พยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะมีแนวโน้ม หรือเป็นแบบมีฤดูกาล วิธีที่นิยมมี 2 วิธี คือ

3.4.1 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average) พยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดา โดยคำนวณค่าเฉลี่ยจากค่าเฉลี่ยครั้งแรก (ซ้ำสองครั้ง) และคำนวณตัวแปร a และ b จากนั้นทำการพยากรณ์ไปข้างหน้า m ช่วงเวลา ดังสมการต่อไปนี้

$$F'_t = \frac{A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-n+1}}{n}$$

$$F''_t = \frac{F'_t + F'_{t-1} + \dots + F'_{t-n+1}}{n}$$

$$a = 2F'_t - F''_t$$

$$b = \frac{2}{n-1}(F'_t - F''_t)$$

$$F_{t+m} = a + bm$$

3.4.2 วิธีการปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing) ใช้หลักการเดียวกับวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง เป็นที่นิยมมากกว่าเนื่องจากใช้ข้อมูลประกอบการพยากรณ์น้อยกว่า จะช่วยปรับค่าพยากรณ์ให้ขึ้นหรือลงเป็นไปตามแนวทิศทาง ดังสมการต่อไปนี้

$$F'_t = \alpha A_t + (1-\alpha)F'_{t-1}$$

$$F''_t = \alpha F'_t + (1-\alpha)F''_{t-1}$$

$$a = 2F'_t - F''_t$$

$$b = \frac{\alpha}{1-\alpha}(F'_t - F''_t)$$

$$F_{t+m} = a + bm$$

4. การวัดความคลาดเคลื่อนของพยากรณ์

การวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ (Measuring Forecast Error) ได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ หรือจำนวนข้อมูลต่าง ๆ จะพิจารณาจากการที่ค่าจริงใกล้เคียงค่าพยากรณ์ที่สุด หรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ย่อมเป็นค่าที่เหมาะสมกับการใช้

พยากรณ์ให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ การวัดความคลาดเคลื่อนสามารถวัดได้จากค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation: MAD)

$$MAD = \frac{\sum |Actual - Forecast|}{n}$$

4.2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE)

$$MSE = \frac{\sum (Actual - Forecast)^2}{n}$$

4.3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error: MAPE) หากค่าของข้อมูลมีค่ามาก จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่ามาก จึงแก้ปัญหาด้วยการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์แทน

$$MAPE = \left\{ \frac{\sum |Actual - Forecast| / Actual}{n} \right\} \times 100$$

การวิจัยดำเนินงาน

การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานในองค์กรต่างๆ ว่าควรจะดำเนินการอย่างไร แก้ปัญหาการร่วมมือกันระหว่างองค์กรและปัญหาของงานต่างๆ ในองค์กรอย่างไร นอกจากนี้ยังนำไปใช้กันมากในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานราชการ โรงพยาบาล ฯลฯ หน้าที่อันดับแรกของการวิจัยดำเนินงาน คือ พยายามแก้ไขปัญหาคัดข้อระหว่างองค์ประกอบขององค์กรให้เป็นผลดีที่สุดสำหรับองค์กร ดังนั้นการหาแนวปฏิบัติที่ให้ผลดีที่สุด (Search for Optimality) จึงเป็นหัวใจหลักของการวิจัยดำเนินงาน

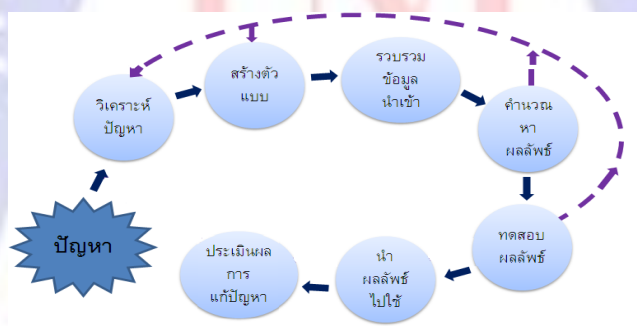
การวิจัยดำเนินงาน คือ วิธีการอย่างมีหลักเกณฑ์ (Scientific Method) ในการจัดรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เป็นตัวเลข (Quantitative basis) สำหรับช่วยตัดสินใจให้กับฝ่ายบริหาร โดยคำนึงว่าการทำงานนั้นต้องอยู่ภายใต้อำนาจการควบคุมได้ด้วย

จากคำจำกัดความที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปเป็นลักษณะของการวิจัยดำเนินงานได้ดังนี้

1. มีลักษณะเป็น Research on Operation คือ เป็นการศึกษาและวิจัยขั้นตอนในการดำเนินงาน และการประสานงาน เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการทำงานหรือกิจการภายในองค์กร อุตสาหกรรม หรือขอบเขตหนึ่ง ๆ
2. มีลักษณะพิจารณาปัญหาของระบบองค์การเป็นส่วนรวม คือ ความเข้าใจในสถานการณ์และหน้าที่ของโครงสร้างของส่วนต่าง ๆ ภายในระบบ ที่มีความเกี่ยวพันกันในการรวมตัวกันเข้าเป็นระบบที่ซับซ้อนและแก้ปัญหาที่มีผลดีต่อส่วนรวมเป็นหลัก
3. เป็น Interdisciplinary Team Effort คือ การดำเนินงานของผู้ชำนาญงานในด้านต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ฯลฯ
4. เพื่อให้ได้ Optimal Decision Making คือ ให้ผลลัพธ์หรือแนวทางการแก้ปัญหาของระบบที่ซับซ้อนได้เหมาะสมที่สุด เพื่อช่วยในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. เป็นการใช้ Application of Scientific Method คือ การใช้หลักเกณฑ์อย่างมีหลักการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ
6. มีลักษณะแบบ Quantitative Model Construction and Analysis คือ การสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์แทนระบบที่ต้องศึกษา และดำเนินการวิเคราะห์โดยเทคนิคที่มีอยู่ สรรหาแนวทางหรือผลลัพธ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้สามารถได้คำตอบเป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุด
7. เป็นการ Identification of Further Research Needs คือ การพบปัญหาใหม่ภายหลังจากที่ได้แก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ไปแล้ว

1. ขั้นตอนการวิจัยดำเนินงาน

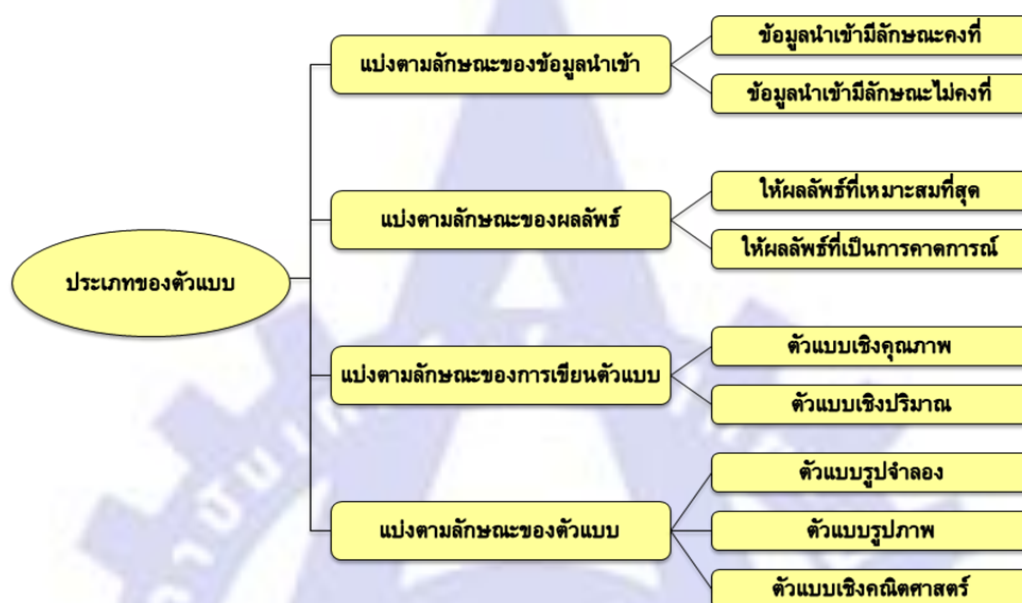
การวิจัยดำเนินงานเป็นเครื่องมือทางการจัดการที่ช่วยให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจวางแผน ควบคุม และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการวิจัยดำเนินงานไม่ได้ผ่านไปในรอบเดียว แต่บางขั้นตอนอาจจะมีการย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไข ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการวิจัยดำเนินงาน

1. การวิเคราะห์ปัญหา คือ การหาสาเหตุเพื่อระบุว่าปัญหาคืออะไร กำหนดกรอบและขอบเขตของปัญหา ตลอดจนเงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่างๆ ให้ชัดเจนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ตรงประเด็น

2. การสร้างตัวแบบ คือ ของสิ่งหนึ่ง เพื่อนำมาใช้แสดงลักษณะของของอีกสิ่งหนึ่ง ซึ่งแบ่งประเภทของตัวแบบดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การแสดงประเภทของตัวแบบตามเกณฑ์วิธีต่างๆ

3. การรวบรวมข้อมูลนำเข้า ซึ่งอาจจะมียู่แล้วในฐานข้อมูลขององค์กร ในรายงาน หรือการศึกษาวิจัยที่มีผู้รวบรวมไว้แล้ว

4. การคำนวณหาผลลัพธ์ คือ กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของตัวแบบ ซึ่งปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยในการคำนวณ

5. การทดสอบผลลัพธ์ เป็นการทดสอบผลลัพธ์ของตัวแบบ ความเป็นไปได้ ความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ รวมทั้งทดสอบข้อมูลที่ใช้ในตัวแบบด้วย เนื่องจากการจะบอกว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นมีคุณภาพดีเพียงใดนั้น จะไม่สามารถประเมินได้จนกว่าจะมีการทดสอบ

6. การประเมินผลและการเขียนรายงาน คือ การเข้าใจผลลัพธ์ที่ได้เพื่อเตรียมการในการที่จะนำผลลัพธ์ไปใช้ รวมทั้งทำการวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) โดยทดลองเปลี่ยนแปลงข้อมูลและสังเกตการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์เพื่อให้เข้าใจถึงความไวของผลลัพธ์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆ

7. การนำผลลัพธ์ไปใช้แก้ปัญหา คือ การนำผลลัพธ์ไปใช้ในการปฏิบัติและควบคุมดูแลให้เป็นไปตามแนวทางที่เหมาะสม ตลอดจนปรับเปลี่ยนแก้ไขถ้ามีความจำเป็น ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ต้องเกี่ยวข้องกับบุคคลอื่นที่อยู่ในขอบข่ายของปัญหา จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือในการปฏิบัติตามแนวทางของผลลัพธ์ของตัวแบบ

ตัวอย่างตัวแบบการวิจัยดำเนินงาน ที่ใช้แก้ปัญหาทางธุรกิจ

- ตัวแบบการตัดสินใจ (Decision Model)
- ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model)
- ตัวแบบโปรแกรมเลขจำนวนเต็ม (Integer Programming Model)
- ตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model)
- ตัวแบบการกำหนดงาน (Assignment Model)
- ตัวแบบข่ายงาน (Network Model)
- ตัวแบบแถวคอย (Waiting Line Model)
- ตัวแบบสินค้าคงคลัง (Inventory Model)
- การวิเคราะห์มาร์คอฟ (Markov Analysis)
- ตัวแบบการพยากรณ์ (Forecasting Model)
- ตัวแบบการจำลองสถานการณ์ (Simulation Model)

ข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของการใช้ตัวแบบการวิจัยดำเนินงาน

ในส่วนของคุณสมบัติสรุปได้ดังนี้

1. สามารถใช้ตัวแบบแสดงลักษณะของปัญหาได้อย่างครบถ้วน ถูกต้อง เพียงพอที่จะใช้เป็นตัวแทนของปัญหาจริงในการแก้ปัญหา ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการแก้ปัญหาโดยการลองผิดลองถูก
2. สามารถวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงเพื่อทราบผลกระทบที่เกิดขึ้นหากมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล การเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข หรือข้อจำกัดของปัญหา
3. การใช้ตัวแบบการวิจัยดำเนินงานทำให้ผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องต้องเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถ่องแท้ รวมทั้งมีเป้าหมายในการแก้ปัญหาและมีการดำเนินงานแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
4. ตัวแบบการวิจัยดำเนินงานทำให้มีความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาขนาดใหญ่และซับซ้อน

อย่างไรก็ตาม การวิจัยดำเนินงานไม่ได้เหมาะที่จะใช้กับปัญหาทุกลักษณะ เนื่องจากมีข้อเสียหรือข้อจำกัด ซึ่งผู้นำไปใช้จะต้องพิจารณาดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในแบบต้องมีเพียงพอ ดังนั้นการเก็บข้อมูล การสร้างแบบ การหาผลลัพธ์ ตลอดจนการทดสอบแบบอาจจะใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง
2. ต้องการผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับแบบเชิงคณิตศาสตร์ มิฉะนั้นอาจจะเลือกใช้แบบที่ไม่เหมาะสม หรือไม่เข้าใจในแบบที่ใช้ ทำให้ใช้แบบไม่ถูกต้อง
3. เนื่องจากเป็นแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังนั้นข้อมูลต่างๆที่ใช้จะต้องสามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ ข้อมูลอื่นใดที่ไม่ใช่ตัวเลขอาจจะไม่ได้ให้ความสำคัญมากนัก ในขณะที่บางปัญหามีลักษณะข้อมูลเชิงคุณภาพมาก ทำให้แบบที่ใช้ไม่อาจแสดงลักษณะของปัญหาได้อย่างตรงประเด็น
4. สมมติฐานของแบบต่างๆทำให้ลดความซับซ้อนหรือลดความไม่แน่นอนของปัญหา จึงดูเหมือนว่าแบบมองข้ามสิ่งที่เกิดขึ้นในปัญหาจริง

แบบโปรแกรมเชิงเส้น

การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming Model) เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยดำเนินงาน ซึ่งเป็นแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องทั้งหมดเชิงเส้นหรือเส้นตรง หมายความว่า ฟังก์ชันทุกฟังก์ชันภายในแบบจะต้องมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง หรือคงที่ ดังนั้นการโปรแกรมเชิงเส้นตรง จึงหมายถึงการวางแผนกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimal Result) ข้อมูลและความสัมพันธ์ตัวแปรต่างๆ ในแบบต้องมีความสัมพันธ์ที่คงที่แน่นอน และเป็นตัวแปรยกกำลังหนึ่งเท่านั้น ฟอน นอยมันน์ (Von Neumann) ใช้ทฤษฎีการหาค่าสูงสุด-ต่ำสุด ในปี ค.ศ. 1928 ในการนำไปใช้แก้ปัญหาด้านการขนส่ง ปรากฏว่าได้รับความสำเร็จเป็นอย่างมาก จึงได้มีผู้นำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการทหาร ปี ค.ศ. 1945 ได้มีการนำการโปรแกรมเชิงเส้นไปใช้ในการแก้ปัญหาด้านโภชนาการ นับเป็นการประยุกต์อีกรูปแบบหนึ่งซึ่งแตกต่างออกไป จอร์จ บี. แดนต์ซิก (George B. Dantzig) ได้พัฒนาวิธีการคำนวณเพื่อใช้แก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นที่เรียกว่า วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) ขึ้นในปี ค.ศ. 1947 ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และใช้แก้ปัญหากันอย่างกว้างขวางขึ้น (สุทธิมา ชำนาญเวณู. 2552 : 20)

การนำการโปรแกรมเชิงเส้นไปใช้ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Gathering Data)
2. การสร้างแบบขึ้นแทนลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น (Formulating the Mathematic Model)
 - 2.1 ตัวแปรที่ต้องตัดสินใจ (Decision Variable) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้
 - 2.2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) คือ สมการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร เพื่อให้กำหนดเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุด

2.3 ข้อจำกัด (Constraints) แสดงข้อจำกัดต่างๆของปัจจัยหรือทรัพยากรในรูปสมการ หรืออสมการ

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$\text{Min / Max } Z = \sum_{j=1}^n c_j X_j$$

Z ผลรวมของฟังก์ชันวัตถุประสงค์

X_j ตัวแปรที่ต้องตัดสินใจ $X_j \geq 0$;

c_j คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปร X_j ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

ภายใต้ข้อจำกัด (Subject to Constraints)

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \quad (\leq, \geq, =) \quad b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \quad (\leq, \geq, =) \quad b_2$$

.....

.....

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \quad (\leq, \geq, =) \quad b_m$$

X_j คือ ตัวแปรที่ต้องตัดสินใจ $X_j \geq 0$;

a_{ij} คือ อัตราการใช้ทรัพยากรของตัวแปรที่ j ในเงื่อนไขข้อที่ i

b_i คือ จำนวนทรัพยากรที่มีอยู่ของเงื่อนไขข้อที่ i

$i = 1, 2, 3, \dots, m$

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

3. การหาผลลัพธ์ของตัวแบบ มี 3 วิธีหลักๆ ได้แก่

3.1 การแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยวิธีการกราฟ (Graphical Method for Solving Linear Programming) ใช้ในกรณีที่มีตัวแปรที่ต้องตัดสินใจเพียง 2 ตัวเท่านั้น

3.2 การแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method for Solving Linear Programming) เป็นวิธีการทางพีชคณิตประกอบกับการคำนวณเมทริกซ์

(Matrix) ใช้การปรับเปลี่ยนตัวแปรอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อให้มีผลต่อเป้าหมายของปัญหา และบรรลุผลตามเป้าหมายโดยเร็วที่สุด มีลักษณะการคำนวณแบบย้อนซ้ำขั้นตอน จะทำการคำนวณซ้ำๆกัน จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 5 แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักคือ การตั้งผลลัพธ์เบื้องต้น การตรวจสอบผลลัพธ์ และการพัฒนาผลลัพธ์ใหม่



รูปที่ 5 รูปแบบคำนวณวิธีซิมเพล็กซ์

3.3 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปกับปัญหาขนาดใหญ่ที่มีตัวแปรมาก ต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยคำนวณเพื่อลดการสูญเสียเวลา ปัจจุบันมีผู้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นมาหลายโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมที่นิยมได้แก่ LINDO (Linear interactive Discrete Optimizer) ซึ่งพัฒนาโดย Linus Schrage (1997), QM for Windows และ Solver

Solver เป็นซอฟต์แวร์ชนิดหนึ่งที่พัฒนาโดยบริษัท Frontline Systems, Inc. เป็น Add-Ins ในโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel ใช้ช่วยในการคำนวณหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ดีที่สุด (Optimization) จากข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่มีอยู่ โดยใช้เทคนิคการแก้ไขปัญหาในรูปแบบคณิตศาสตร์ มาประยุกต์กับรูปแบบตารางคำนวณ แต่ละองค์กรจะมีโมเดลในการผลิตสินค้าที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการใช้ Solver เพื่อหาคำตอบของแต่ละองค์กร ก็จะต้องนำเอาโมเดลการผลิตของแต่ละองค์กรไปแปลงให้เป็นโจทย์ทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องเสียก่อน หลังจากนั้นจึงใช้ Solver เป็นตัวช่วยในการหาคำตอบที่ดีที่สุด การหาคำตอบเกี่ยวกับระบบการผลิต นอกจากเงื่อนไขต่างๆในเรื่องของตัวเลขแล้ว ในบางครั้งจะต้องมีเงื่อนไขทางด้านเวลาที่กลายมาเป็นข้อจำกัดส่วนหนึ่งด้วย ซึ่ง Solver จะมีความสามารถในระดับที่สูงขึ้นไปซึ่งสามารถตอบสนองการหาคำตอบในลักษณะนี้ได้ (สุรินทร์ ทวีอักษรพันธ์. 2549 : 16) ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างโปรแกรม Solver

4. รายละเอียดของรายงานต่างๆที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม Solver ประกอบไปด้วยรายงานหัวข้อใหญ่ 3 หัวข้อ ได้แก่ Answer, Sensitivity และ Limits ซึ่งแต่ละรายงานจะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 7 และอธิบายความหมายของแต่ละรายงานได้ดังต่อไปนี้ (สุรินทร์ ทวีอักษรพันธ์. 2549 : 241)

4.1 Answer Report เป็นรายงานที่แสดงรายละเอียดโดยสรุปของโมเดลที่ใช้ Solver ในการคำนวณ ข้อมูลจะถูกสรุปเป็น 3 ส่วน คือ 1) Target Cell อธิบายรายละเอียดของเซลล์เป้าหมายว่าต้องการให้มีค่าเป็นอย่างไร 2) Adjustable Cells อธิบายรายละเอียดของเซลล์ที่เรากำหนดให้เปลี่ยนค่า 3) Constraints อธิบายรายละเอียดของเซลล์ที่ได้กำหนดข้อจำกัดให้เซลล์ต่างๆเป็นอย่างไร ซึ่งประกอบด้วย Slack คือ สิ่งที่แสดงถึงทรัพยากรที่ถูกใช้ไป ถ้าเท่ากับ 0 หมายความว่า การใช้ทรัพยากรนั้นถูกใช้ไปหมดเพื่อให้ได้คำตอบตามเป้าหมาย และ Binding คือ มีการใช้ทรัพยากรจนหมด ทำให้ Slack = 0 และจะทำให้ส่วนของ Status เป็น Binding แต่ถ้าใช้ทรัพยากรไม่หมด Slack ไม่เท่ากับ 0 จะทำให้ Status เป็น Not Binding

4.2 Sensitivity Report เป็นรายงานที่ทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์และความไวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) หมายถึงการวิเคราะห์ว่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดที่คำนวณได้ จะไวหรืออ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นลักษณะต่างๆหรือไม่ และถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นจะมีผลต่อผลลัพธ์และค่าเป้าหมายหรือไม่ อย่างไร ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูปจะมีรายละเอียดในรูปแบบต่างๆแสดงประกอบผลลัพธ์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการตอบคำถาม What If เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการสร้างตัวแบบอาจเกิดการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากปัจจัยที่นอกเหนือการควบคุม ซึ่งทางหนึ่งที่จะตอบคำถามนี้ได้ คือ เข้าไปในโปรแกรมที่เคยคำนวณไว้ แก้ไขข้อมูลใหม่ และทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง ซึ่งบางครั้งจะพบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณใหม่ต่างจากเดิม อีกวิธีหนึ่งคือการใช้รายงานวิเคราะห์ความไวของผลลัพธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงที่ได้คำนวณไว้แล้ว ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นมีผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดหรือไม่ อย่างไร จำเป็นต้องทำการคำนวณใหม่หรือไม่

4.3 Limits Report เป็นรายงานที่แสดงความจำกัดของเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ว่ามีค่าจำกัดอยู่ที่ขอบล่าง (Lower Limit) และขอบบน (Upper Limit) เท่าไหร่ และค่าที่อยู่ขอบล่างและขอบบนนั้นจะมีผลทำให้เซลล์เป้าหมายมีค่าเท่าไรด้วย

Microsoft Excel 12.0 Answer Report
Worksheet: [Exercise.xls]Chapter5
Report Created: 23/1/2554 15:47:52

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$14	รวมต้นทุน ในแต่ละเดือน รวมต้นทุน	4976.7	4976.7

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$B\$6	ปริมาณการผลิต กระจกอบ	55	55
\$C\$6	ปริมาณการผลิต กระจกหน้าต่าง	60	60
\$D\$6	ปริมาณการผลิต กระจกบาน	64	64
\$E\$6	ปริมาณการผลิต กระจกบาน	0	0

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$B\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกอบ	12	$12 \leq B\$10 \leq 0$	Not Binding	12
\$C\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกหน้าต่าง	36	$36 \leq C\$10 \leq 0$	Not Binding	36
\$D\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกบาน	66	$66 \leq D\$10 \leq 0$	Not Binding	66
\$E\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกบาน	7	$7 \leq E\$10 \leq 0$	Not Binding	7
\$E\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกบาน	7	$7 \leq E\$10 \leq F\10	Not Binding	0
\$B\$6	ปริมาณการผลิต กระจกอบ	55	$55 \leq B\$6 \leq B\7	Not Binding	5
\$C\$6	ปริมาณการผลิต กระจกหน้าต่าง	60	$60 \leq C\$6 \leq C\7	Binding	0
\$D\$6	ปริมาณการผลิต กระจกบาน	64	$64 \leq D\$6 \leq D\7	Binding	0
\$E\$6	ปริมาณการผลิต กระจกบาน	0	$0 \leq E\$6 \leq E\7	Not Binding	66

Microsoft Excel 12.0 Sensitivity Report
Worksheet: [Exercise.xls]Chapter5
Report Created: 23/1/2554 15:47:52

Adjustable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$6	ปริมาณการผลิต กระจกอบ	55	0	29.05	0.100000037	0.8
\$C\$6	ปริมาณการผลิต กระจกหน้าต่าง	60	-1.3	27.75	1.3	1E+30
\$D\$6	ปริมาณการผลิต กระจกบาน	64	-0.8	28.25	0.8	1E+30
\$E\$6	ปริมาณการผลิต กระจกบาน	0	0.100000037	29.15000005	1E+30	0.100000037

Constraints

Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกอบ	12	0	0	12	1E+30
\$C\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกหน้าต่าง	36	0	0	36	1E+30
\$D\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกบาน	66	0	0	66	1E+30
\$E\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกบาน	7	0	0	7	1E+30
\$E\$10	ชิ้นส่วนกระจกอบ กระจกบาน	7	29.05	7	5	7

Microsoft Excel 12.0 Limits Report
Worksheet: [Exercise.xls]Limits Report 1
Report Created: 23/1/2554 15:47:52

Cell	Target Name	Value
\$F\$14	รวมต้นทุน ในแต่ละเดือน รวมต้นทุน	4976.7

Cell	Adjustable Name	Value	Lower Limit	Target Result	Upper Limit	Target Result
\$B\$6	ปริมาณการผลิต กระจกอบ	55	55	4976.7	55	4976.7
\$C\$6	ปริมาณการผลิต กระจกหน้าต่าง	60	60	4976.7	60	4976.7
\$D\$6	ปริมาณการผลิต กระจกบาน	64	64	4976.7	64	4976.7
\$E\$6	ปริมาณการผลิต กระจกบาน	0	0	4976.7	0	4976.7

รูปที่ 7 ตัวอย่างรายงานและการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการหาผลลัพธ์ในโปรแกรม Solver

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัชรินทร์ เปียสกุล (2549) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพยากรณ์และการวางแผนการผลิตรวม กรณีศึกษา บริษัทผลิตกะทิสด โดยทำการศึกษาหาเทคนิคการพยากรณ์ความต้องการกะทิสดที่เหมาะสม โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนระหว่างการพยากรณ์ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Moving Average) และวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) พบว่า วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย เป็นวิธีที่เหมาะสมกว่า จากนั้นนำค่าพยากรณ์ไปวางแผนการผลิตรวมเพื่อเป้าหมายให้ได้กำไรสูงสุด โดยมีการวางแผนการผลิตรวมร่วมกัน 3 ฝ่าย คือ ฝ่ายขายและการตลาด ฝ่ายผลิต และฝ่ายจัดซื้อ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ฝ่ายขายและการตลาดสามารถกำหนดความต้องการลูกค้าในแต่ละเดือนโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากพยากรณ์ ฝ่ายผลิตวางแผนการผลิตและจัดสรรทรัพยากรได้เหมาะสม และฝ่ายจัดซื้อสามารถคาดการณ์ความต้องการวัตถุดิบ และจัดหาได้เพียงพอต่อความต้องการ ผู้ศึกษาได้สรุปว่าการใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการศึกษาเป็นเพียงเส้นทางเดินให้เห็นภาพของการวางแผนการผลิตรวมเท่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดความเสี่ยงในการปฏิบัติงานมากเกินไป ในสภาพการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถปฏิบัติงานตามการโปรแกรมเชิงเส้นตรงได้ทั้งหมด ต้องมีการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นต่อไป

พรรณธิดา ลากเกิด (2551) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การวางแผนความต้องการทรัพยากรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการส่งออก เป็นการพยากรณ์ปริมาณตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อการวางแผนจัดสรรทรัพยากรบุคคลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำข้อมูลปริมาณการส่งออกตู้คอนเทนเนอร์ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาในอดีต มาหาค่าพยากรณ์ในอีก 1 ปีข้างหน้า เพื่อการวางแผนการผลิตรวม และเสนอแนวทางในการวางแผนการจัดสรรทรัพยากรบุคคล เพื่อให้ค่าใช้จ่ายรวมด้านแรงงานต่ำที่สุด โดยเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะไม่มีแนวโน้ม แต่มีความแปรผันตามฤดูกาล คือ วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ (Winter's Method) และวิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) โดยผู้ทำการศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของทั้งสองวิธี พบว่า การพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า คือ ร้อยละ 19.49 จากนั้นได้นำค่าพยากรณ์มาวางแผนการจัดสรรทรัพยากรบุคคลโดยใช้โปรแกรม Solver โดยกำหนดเงื่อนไข และข้อจำกัดต่างๆ ผลการศึกษา พบว่า การวางแผนส่งผลให้ค่าใช้จ่ายรวมด้านแรงงานลดลง ร้อยละ 7.93 ถึง 33.19 ต่อปี

ศิริพร เจริญคำ; สุจิตรา อาทะ; และอัญชลี บุญเกิด (2548) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษา บริษัทเวบเบอร์เลซ จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อวางแผนการผลิตให้มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดด้วยการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง โดยพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ แรงงาน กำลังการผลิต และทำการพยากรณ์ปริมาณการผลิตจากข้อมูลในอดีต โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลา ได้แก่ Trend Analysis, Time Series Decomposition, Moving Average, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing และ Winter's Model จากนั้นทำการวางแผนการผลิต ด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง โดยพิจารณาข้อมูลเกี่ยวกับกำลังการผลิตและค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าแรงงาน ทั้งค่าแรงปกติและค่าแรงล่วงเวลา ในการแก้ปัญหาการวางแผนการผลิต ผลที่ได้จากการพยากรณ์พบว่า วิธี Decomposition เป็นวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ที่สุด เนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด และการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง พบว่า การวางแผนการผลิตโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ 83,270.96 บาท นอกจากนั้นการวางแผนการผลิตด้วยการโปรแกรมเชิงเส้นตรงยังให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และสามารถปรับใช้กับการขยายตัวของบริษัทในอนาคต

โอเมอร์ ฟารุก เบย์คอค อูมิต; และ ซามิ ซัคลีลี (Omer Faruk Baykoc Umit; and Sami Sakli : 2009) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง An Aggregate Production Planning Model for Brass Casting Industry in Fuzzy Environment ซึ่งเป็นการวางแผนผลิตรวมในอุตสาหกรรมหล่อทองเหลือง ที่มีลักษณะเป็น Blending Model คือ ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยส่วนผสมโลหะปริมาณต่างๆผสมกันจนเป็นทองเหลือง ในสิ่งแวดล้อมที่เป็น Fuzzy ปัญหาการผสมทองเหลือง ปริมาณร้อยละของส่วนผสมของวัตถุดิบ ต้นทุนและค่าสัมประสิทธิ์ ปริมาณการจัดซื้อวัตถุดิบมีความไม่แน่ชัด และมีการกระจายในรูปสามเหลี่ยม ดังนั้นรูปแบบการวางแผนรวมของการหล่อทองเหลืองไม่สามารถแก้ไขได้โดยใช้วิธีการทั่วไปที่ใช้กัน ต้องใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีการนำเสนอในการแก้ปัญหาแบบนี้ ซึ่งถูกนำเสนอโดย Lai; and Hwang (1992) ด้วยการใช้นิพจน์จำกัดแทนสามข้อจำกัด โดยใช้การกระจายในรูปแบบสามเหลี่ยม การประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้ถูกดำเนินการในโรงงานทองเหลือง ในประเทศตุรกี ซึ่งประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาในการผลิตลักษณะที่เป็น Blending Model ทำให้สามารถกำหนดนโยบายการจัดซื้อวัตถุดิบในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อการวางแผนในระยะกลางและระยะยาว

อับดุล ทาลิบ บอน; และ ชอง ยี เลียง (Abdul Talib Bon; and Chong Yi Leng : 2009) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง The Fundamental on Demand Forecasting in Inventory Management วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ คือ ต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์เดี่ยว และเทคนิคการพยากรณ์รวม โดยพยากรณ์ความต้องการการล่องวงจรปิดของบริษัทแห่งหนึ่งในประเทศมาเลเซียเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง โดยใช้เทคนิคดังนี้ การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ การปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ Holt - Winters

การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย และการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันในการกำหนดน้ำหนักสำหรับการคาดการณ์ แทนการเลือกรูปแบบที่ดีที่สุดจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมด และนำค่าพยากรณ์แต่ละวิธีที่ได้มาหาค่าตลาดเฉลี่ย จากการศึกษายืนยันว่าการพยากรณ์ร่วมมีความแม่นยำมากกว่าการพยากรณ์เดี่ยว ซึ่งการพยากรณ์ที่แม่นยำมีผลช่วยผู้ค้าปลีกในการตัดสินใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับการปรับราคาสินค้า การตัดสินใจที่ดีที่สุดจะช่วยให้เพิ่มยอดขาย ทำกำไร และเพิ่มส่วนแบ่งการตลาด ในทางกลับกันสามารถลดค่าใช้จ่ายจากสินค้าล้นสต็อก และลดความถี่สินค้าหมดสต็อก สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับความคาดหวังของผู้บริโภคในช่วงเวลาที่กำหนดและภายใต้สภาวะตลาดที่แตกต่างกันให้ เพื่อประโยชน์ทั้งในด้านอุปสงค์และอุปทานของธุรกิจ

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่รวบรวมไว้ข้างต้น จะเห็นว่าการวางแผนผลิตรวมซึ่งพิจารณากำหนดปริมาณในการผลิตขององค์กรอย่างกว้างๆ จากความสามารถที่มีอยู่ มีความสำคัญในการช่วยบริหารจัดการผลิต ช่วยลดต้นทุน และเพิ่มกำไรให้กับองค์กร ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการวางแผนผลิตรวม โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ต่างๆ เพื่อลดต้นทุนการผลิตขององค์กร



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

ศึกษา และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน

1. ข้อมูลโรงงานและผลิตภัณฑ์

บริษัท ทรินศึกษา เป็นผู้ผลิตประตูดับแช่เย็น และเฟรม สำหรับตู้เย็นโซว์สินค้า และตู้แช่เย็นในร้านสะดวกซื้อ ร้านค้าปลีก โดยจุดเด่นของผลิตภัณฑ์คือสามารถทนอุณหภูมิได้ต่ำสุดถึง -25 องศาเซลเซียส โดยที่กระจกไม่ปรากฏฝ้า หรือไอน้ำเกาะบนบานกระจก ทำให้กระจกดูใสตลอดเวลา ซึ่งกระบวนการผลิตหลักคือการประกอบ โดยจะสั่งซื้อวัตถุดิบ และอะไหล่ทั้งหมดจากซัพพลายเออร์ แล้วนำมาประกอบเป็นประตูดับแช่เย็นสำเร็จรูป ซึ่งกลุ่มลูกค้าคือผู้รับเหมา ระบบทำความเย็นในร้านสะดวกซื้อ ร้านค้าปลีก ผู้ผลิตตู้เย็นโซว์สินค้า ซึ่งมีทั้งลูกค้าทั้งในประเทศ และส่งออกขายไปยังลูกค้าต่างประเทศ

ในการศึกษาค้นคว้านี้ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูล เฉพาะรุ่นมาตรฐานที่มีความต้องการตลาดมากที่สุด 2 รุ่น ได้แก่

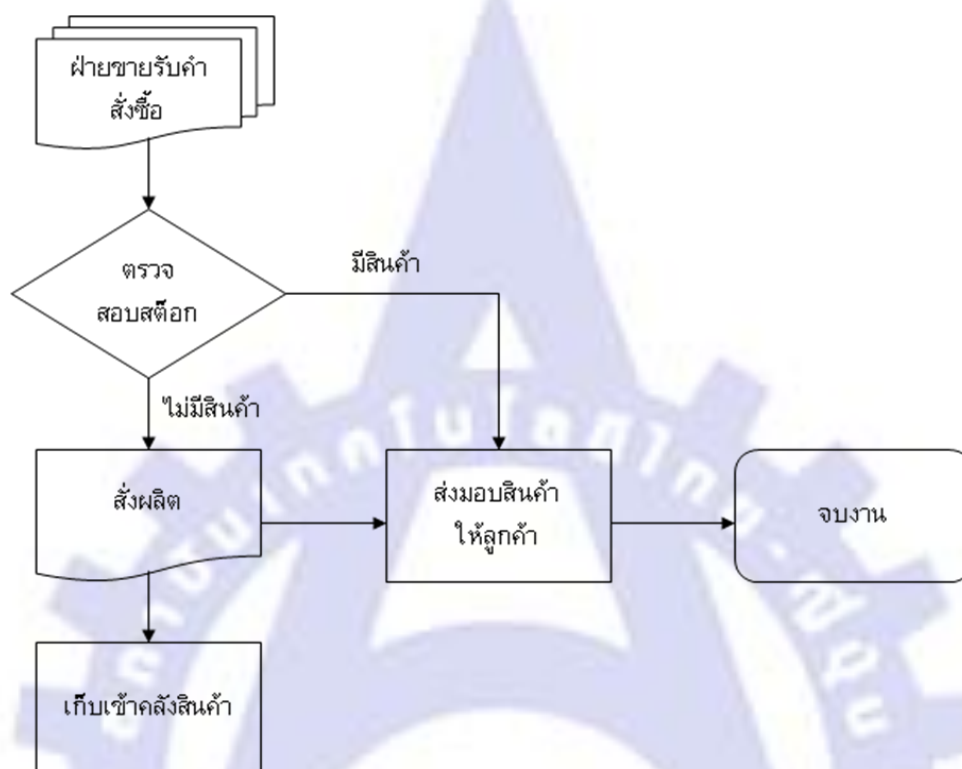
1. ประตูตู้แช่รุ่น NT ทนอุณหภูมิได้ต่ำสุด +4 องศาเซลเซียส
2. ประตูตู้แช่รุ่น LT ทนอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -25 องศาเซลเซียส



รูปที่ 8 แสดงภาพประตูที่ผลิต และภาพหลังจากนำไปติดตั้งใช้งานจริง

2. กระบวนการดำเนินงาน

เริ่มจากรับคำสั่งซื้อจากลูกค้า จากนั้นทำการตรวจสอบสินค้าในสต็อก หากมีสินค้าก็สามารถจัดส่งได้ทันที หากพบว่าไม่มีสินค้าในสต็อก ฝ่ายขายจะทำการออกไปสั่งผลิตให้ฝ่ายผลิต ผลิตสินค้าตามที่ฝ่ายขายสั่งผลิต ดังขั้นตอนการทำงานของบริษัทกรณีศึกษาในรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงขั้นตอนการทำงานของ บริษัทกรณีศึกษา

3. ปัญหาจากการดำเนินงาน

3.1 ปัญหาจากการดำเนินงานตามวิธีการข้างต้นเนื่องจากขาดการวางแผนที่ดี ทำให้พบว่า จำนวนสินค้าในสต็อกบางรุ่นมีมากเกินไปกว่าความต้องการ ทำให้ระยะเวลาที่เก็บในคลังสินค้ามีระยะเวลานานทำให้ต้นทุนค่าจัดเก็บสูง

3.2 ระยะเวลาการส่งสินค้าหากต้องรอผลิตใช้เวลานาน

3.3 ต้นทุนจากค่าแรงงาน เนื่องจากบางครั้งมีความต้องการแรงงานผันแปรตามความต้องการของลูกค้า

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษาในครั้งนี้ จะทำการศึกษาตั้งแต่การเลือกเทคนิคการพยากรณ์ความต้องการที่เหมาะสม การสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ของการวางแผนการผลิตเพื่อกำหนดปริมาณการผลิต และการจัดสรรทรัพยากรแรงงานที่ทำให้ต้นทุนการผลิตรวมต่ำที่สุด โดยใช้ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น ซึ่งเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นแทนปัญหาที่เกิดขึ้นในองค์กร เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับเงื่อนไขบังคับที่มีอยู่ในปัญหานั้นๆ



รูปที่ 10 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา เพื่อนำมาหาเทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณที่เหมาะสมต่อไป ดังข้อมูลตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปจำนวนยอดขายประตูลูกรุ่น NT และ LT ในปี พ.ศ. 2552 และ 2553

เดือน	ประตูลูกรุ่น NT (บาน)		ประตูลูกรุ่น LT (บาน)	
	2552	2553	2552	2553
มกราคม	160	200	50	50
กุมภาพันธ์	160	180	50	55
มีนาคม	160	180	40	60
เมษายน	180	200	45	80
พฤษภาคม	180	230	60	70
มิถุนายน	150	160	50	60
กรกฎาคม	180	220	60	80
สิงหาคม	160	150	50	50
กันยายน	180	170	60	50
ตุลาคม	160	180	60	70
พฤศจิกายน	165	180	60	80
ธันวาคม	180	200	70	80
รวม	2015	2250	655	785

เก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการผลิตเพื่อนำไปสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการวางแผนผลิตรวม ดังข้อมูลตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

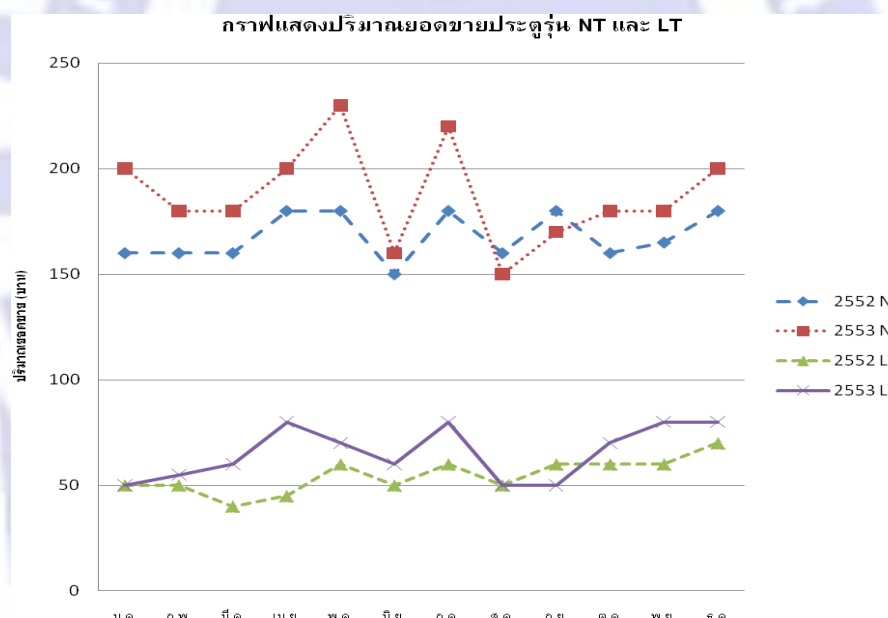
ข้อมูลเบื้องต้น	จำนวน	หน่วย
จำนวนพนักงานประกอบประตูเริ่มต้น	5	คน
ชั่วโมงการทำงานปกติ/คน/เดือน	176	ชั่วโมง
ชั่วโมงล่วงเวลาสูงสุดที่ให้ได้/คน/เดือน	10	ชั่วโมง

ตารางที่ 4 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา (ต่อ)

ข้อมูลเบื้องต้น	จำนวน	หน่วย
ชั่วโมงแรงงานในการผลิตประตูลู่น NT/บาน	4	ชั่วโมง
ชั่วโมงแรงงานในการผลิตประตูลู่น LT/บาน	4	ชั่วโมง
ค่าจ้างพนักงาน/คน/เดือน	6,000	บาท
ค่าจ้างทำงานล่วงเวลา/ชั่วโมง	40	บาท
ต้นทุนค่าวัตถุดิบประตูลู่น NT	3,000	บาท
ต้นทุนค่าวัตถุดิบประตูลู่น LT	4,000	บาท
ต้นทุนการเก็บรักษาประตูลู่น NT,LT/บาน/เดือน	100	บาท

2. การเลือกรูปแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม

จากการวิเคราะห์กราฟอนุกรมเวลาของข้อมูลยอดขายในอดีตตั้งแต่เดือนมกราคม 2552 – ธันวาคม 2553 มีลักษณะเคลื่อนไหวในแนวนอน (Horizontal Movement) ข้อมูลมีแนวโน้ม ดังแสดงในรูปที่ 11 การพยากรณ์ที่เหมาะสมจะต้องมีการปรับเรียบข้อมูลก่อน ดังนั้น เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing)



รูปที่ 11 กราฟอนุกรมเวลาของข้อมูลยอดขายประตูลู่น NT และ LT ปี พ.ศ. 2552 และ 2553

ผู้ศึกษาได้ทำการคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ เพื่อวัดความแม่นยำ และเลือกค่าคงที่ปรับเรียบที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการพยากรณ์ความต้องการในปี พ.ศ. 2554 โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) เนื่องจากค่าของข้อมูลมีค่ามาก วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการหาค่าความคลาดเคลื่อน

ผลการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์จากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยกำหนดให้ค่าคงที่ปรับเรียบ (α) มีค่าตั้งแต่ 0, 0.1, 0.2, ..., 1 ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน จากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล สำหรับประตู่ รุ่น NT และ LT

ประตู่รุ่น NT											
α	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
MAPE	18.86	11.89	11.30	11.18	11.76	12.32	12.77	13.40	14.18	14.96	15.76
ประตู่รุ่น LT											
α	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
MAPE	20.80	16.89	17.15	17.91	18.41	18.61	18.84	19.07	19.49	19.80	19.95

จากผลการคำนวณตามภาคผนวก ก. พบว่า วิธีการพยากรณ์ยอดขายที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการพยากรณ์ประตู่รุ่น NT และ LT คือ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยกำหนดให้ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับรุ่น NT เท่ากับ 0.3 และรุ่น LT เท่ากับ 0.1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ต่ำที่สุด คือ 11.18% และ 16.89% ตามลำดับ ได้ค่าพยากรณ์ดังแสดงในตารางที่ 6 และการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับค่าความต้องการจริงด้วยกราฟดังแสดงในรูปที่ 12 และ 13

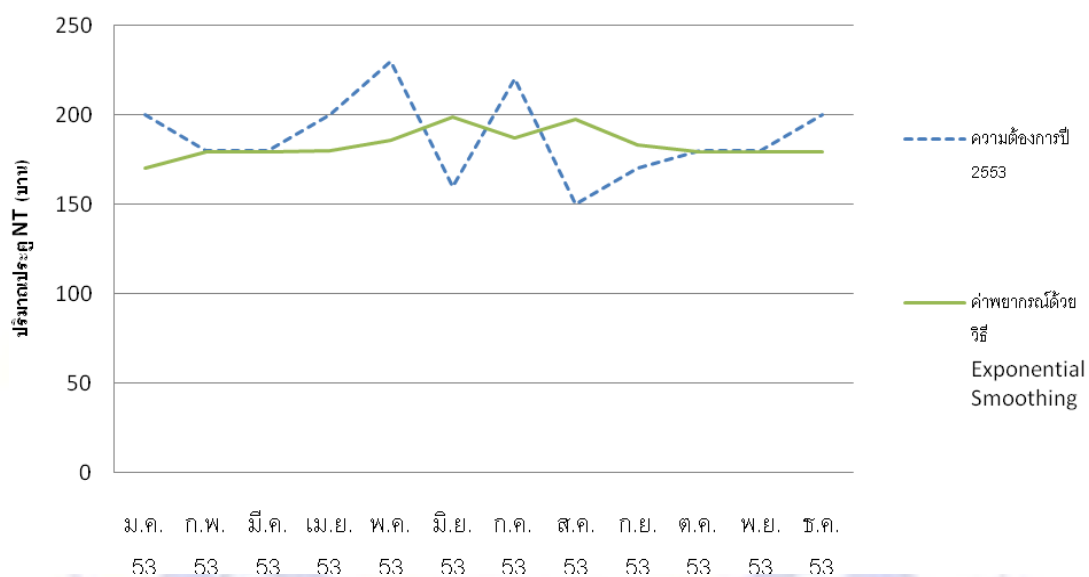
ตารางที่ 6 สรุปค่าพยากรณ์เปรียบเทียบกับค่าความต้องการจริงปี พ.ศ. 2553

เดือน	ประตู่รุ่น NT		ประตู่รุ่น LT	
	ความต้องการ	ค่าพยากรณ์	ความต้องการ	ค่าพยากรณ์
ม.ค. 53	200	170	50	55
ก.พ. 53	180	179	55	54
มี.ค. 53	180	180	60	54
เม.ย. 53	200	180	80	55

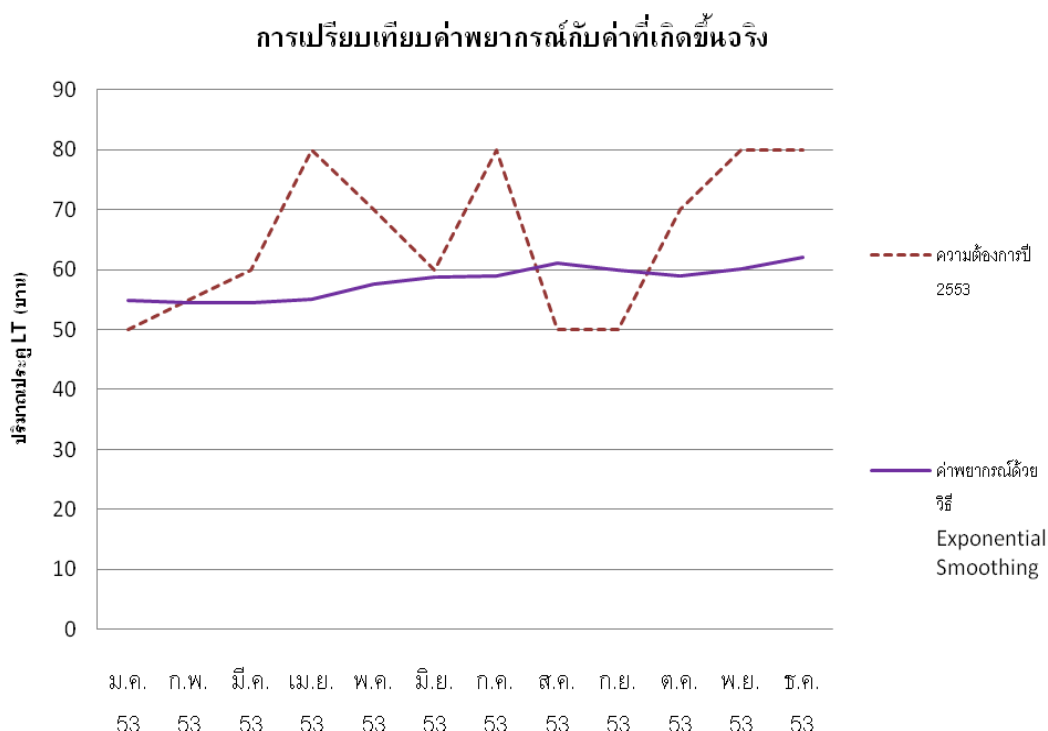
ตารางที่ 6 สรุปค่าพยากรณ์เปรียบเทียบกับค่าความต้องการจริงปี พ.ศ. 2553 (ต่อ)

เดือน	ประจํารุ่น NT		ประจํารุ่น LT	
	ความต้องการ	ค่าพยากรณ์	ความต้องการ	ค่าพยากรณ์
พ.ค. 53	230	186	70	58
มิ.ย. 53	160	199	60	59
ก.ค. 53	220	187	80	59
ส.ค. 53	150	197	50	61
ก.ย. 53	170	183	50	60
ต.ค. 53	180	179	70	59
พ.ย. 53	180	179	80	60
ธ.ค. 53	200	180	80	62

การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับค่าที่เกิดขึ้นจริง



รูปที่ 12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต้องการจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ประจํารุ่น NT



รูปที่ 13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต้องการจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ประตูลุ้น LT

3. การสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ด้วยการโปรแกรมเชิงเส้น

ทำการสรุปข้อมูลทั่วไปและข้อจำกัดต่างๆ ในการผลิต เพื่อนำไปสร้างข้อจำกัดให้กับตัวแปรในสมการเป้าหมาย ดังแสดงในตารางที่ 7 จากนั้นกำหนดสมการเป้าหมาย โดยมีวัตถุประสงค์ให้ปริมาณต้นทุนการผลิตรวมต่ำที่สุด ซึ่งต้นทุนรวมประกอบด้วยต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนจากการจัดการสินค้าคงคลัง ต้นทุนจากค่าแรง และการจัดสรรแรงงาน

ตารางที่ 7 ข้อมูลทั่วไปและข้อจำกัดในการผลิต

ข้อมูลเบื้องต้น	จำนวน	หน่วย
จำนวนประตูลุ้น NT ที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน	0	บาน
จำนวนประตูลุ้น LT ที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน	0	บาน
จำนวนพนักงานประกอบประตูเริ่มต้น	4	คน
ชั่วโมงการทำงานปกติ/คน/เดือน	176	ชั่วโมง
ชั่วโมงล่วงเวลาสูงสุดที่ให้/คน/เดือน	10	ชั่วโมง
ชั่วโมงแรงงานในการผลิตประตูลุ้น NT/บาน	4	ชั่วโมง

ตารางที่ 7 ข้อมูลทั่วไปและข้อจำกัดในการผลิต (ต่อ)

ข้อมูลเบื้องต้น	จำนวน	หน่วย
ชั่วโมงแรงงานในการผลิตประตูลุ่น LT/บาน	4	ชั่วโมง
ต้นทุนในการจ้างและฝึกอบรมคนเข้าใหม่	2,000	บาท
ต้นทุนในการจ้างคนงานออก	1,500	บาท
ค่าจ้างพนักงาน/คน/เดือน	6,000	บาท
ค่าจ้างทำงานล่วงเวลา/ชั่วโมง	40	บาท
ต้นทุนค่าวัตถุดิบประตูลุ่น NT	3,000	บาท
ต้นทุนค่าวัตถุดิบประตูลุ่น LT	4,000	บาท
ต้นทุนการเก็บรักษาประตูลุ่น NT,LT/บาน/เดือน	100	บาท
จำนวนสินค้าคงคลังปลายงวดสูงสุดสำหรับรุ่น NT	15	บาน
จำนวนสินค้าคงคลังปลายงวดสูงสุดสำหรับรุ่น LT	10	บาน

สมการเป้าหมาย (Objective Function) เพื่อให้ได้ต้นทุนต่ำที่สุด

$$\text{Minimize } C = a \sum_{t=1}^n H_t + b \sum_{t=1}^n R_t + c \sum_{t=1}^n W_t + d \sum_{t=1}^n O_t + e \sum_{t=1}^n S_t + e \sum_{t=1}^n B_t + f \sum_{t=1}^n N_t + g \sum_{t=1}^n L_t$$

โดยกำหนดตัวแปรดังต่อไปนี้

- a = ค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานเพิ่ม และฝึกอบรมพนักงานใหม่/คน
- b = ค่าใช้จ่ายในการเลิกจ้างพนักงาน/คน
- c = ค่าจ้างชั่วโมงการทำงานปกติ/ชั่วโมง
- d = ค่าจ้างทำงานล่วงเวลา/ชั่วโมง
- e = ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง/บาน/เดือน
- f = ต้นทุนค่าวัตถุดิบประตูลุ่น NT/บาน/เดือน
- g = ต้นทุนค่าวัตถุดิบประตูลุ่น LT/บาน/เดือน
- t = ดัชนีของระยะเวลาการวางแผนผลิต มีค่าตั้งแต่ 1 – n
- C = ต้นทุนการผลิตรวม
- H_t = จำนวนพนักงานที่จ้างเข้าใหม่
- R_t = จำนวนพนักงานที่เลิกจ้าง
- W_t = จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติ

O_t = จำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา

S_t = ปริมาณสินค้าคงคลังประตुरूน NT

B_t = ปริมาณสินค้าคงคลังประตुरूน LT

N_t = ปริมาณการผลิตประตुरूน NT

L_t = ปริมาณการผลิตประตुरूน LT

ภายใต้ข้อจำกัดดังต่อไปนี้ (Subject to Constraints)

– จำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับชั่วโมงล่วงเวลาสูงสุดที่ให้ได้ และมากกว่าเท่ากับ 0

$$0 \leq O_t \leq \text{Max}.O_t$$

– ผลรวมจำนวนชั่วโมงทำงานปกติกับทำงานล่วงเวลาต้องมากกว่าเท่ากับชั่วโมงการผลิตทั้งหมด และมากกว่าเท่ากับ 0

$$0 \geq W_t + O_t \geq (N_t \times 4) + (L_t \times 4)$$

– จำนวนประตูที่ผลิตรวมกับสินค้าปลายงวดก่อนหน้าต้องไม่เกินจำนวนสินค้าคงคลังสูงสุดที่กำหนด

$$0 \leq S_t \leq 15$$

$$0 \leq B_t \leq 10$$

– จำนวนพนักงาน ชั่วโมงการทำงาน และปริมาณประตูต้องเป็นจำนวนเต็ม และมีค่ามากกว่าเท่ากับ 0

$$H_t, R_t, W_t, O_t, S_t, B_t, N_t, L_t \geq 0 ; \text{integer}$$

การคำนวณผลลัพธ์

ออกแบบตารางคำนวณและป้อนข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป MS Excel เพื่อทำการคำนวณผลลัพธ์ด้วยโปรแกรม Solver สามารถสรุปผลการคำนวณต้นทุนได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สรุปผลการคำนวณหาต้นทุนผลิตต่ำที่สุดจากโปรแกรม Solver

สรุปต้นทุนที่เกิดขึ้น	บาท
ต้นทุนการจ้างคนเข้าทำงาน	3,097
ต้นทุนการจ้างคนออก	192
ค่าจ้างชั่วโมงการทำงานปกติ	390,257
ค่าจ้างชั่วโมงการทำงาน OT	5,298
ต้นทุนค่าวัสดุดิบ NT และ LT	9,381,000
ต้นทุนการเก็บรักษา	50
รวมต้นทุน	9,779,894

ผลลัพธ์จากการคำนวณสมการเป้าหมาย สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. ต้นทุนผลิตรวมต่ำสุดปี พ.ศ. 2553 จากวางแผนผลิตรวมคือ 9,779,894 บาท ลดลงร้อยละ 5.66 จากต้นทุนผลิตจริงปี พ.ศ. 2553 ดังแสดงในตารางที่ 9
2. ชั่วโมงทำงานปกติมีค่าใช้จ่าย 390,257 บาท และมีการทำงานล่วงเวลาเป็นจำนวน 5,298 บาท
3. ต้นทุนการเก็บรักษาลดลง เนื่องจากมีสินค้าคงคลังเหลือจำนวนน้อยมากทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา
4. มีต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการจ้างพนักงานเข้าทำงานใหม่ และการจ้างพนักงานออก ตามกลยุทธ์แผนการผลิตที่วางไว้
5. การวิเคราะห์ความไวของผลลัพธ์ต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Report) ดังแสดงในภาคผนวก ข. พบว่า
 - 5.1 พนักงานที่จ้างเข้าเดือนมกราคมถึงมิถุนายนมีค่า Reduce Cost เท่ากับ 0 แสดงว่าไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์เป้าหมาย เพราะตัวแปรได้ถูกนำมาพิจารณาและเป็นคำตอบที่ดีที่สุดแล้ว
 - 5.2 พนักงานที่จ้างเข้าเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม มีค่า Final Value เท่ากับ 0 และค่า Reduce Cost เท่ากับ 1,040, 2,080, 3500, 3500, 30 และ 960 ตามลำดับ หมายความว่า ถ้าค่าจ้างในการจ้างพนักงานเข้าเพิ่มขึ้น ตามค่า Reduce Cost จะส่งผลให้ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับค่า Reduce Cost
 - 5.3 ชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาของเดือนสิงหาคม มีค่า Shadow Price เท่ากับ 2.04 หมายความว่า ถ้าเพิ่มชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย จะมีผลทำให้ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น 2.04 บาท

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบต้นทุนจริง และต้นทุนจากการวางแผนผลิตรวม

	ต้นทุนจริงปี พ.ศ. 2553 (บาท)	ต้นทุนจากการ วางแผนผลิตรวม (บาท)	สรุปผล
ค่าจ้างชั่วโมงการทำงานปกติ	360,000	390,257	เพิ่มขึ้น 8.40%
ค่าจ้างชั่วโมงการทำงาน OT	2,800	5,298	เพิ่มขึ้น 89.22%
ต้นทุนการเก็บรักษา	33,500	50	ลดลง 99.85%
ต้นทุนการจ้างคนเข้าทำงาน	0	3,097	เพิ่มขึ้น
ต้นทุนการจ้างคนออก	0	192	เพิ่มขึ้น
ต้นทุนผลิตรวม	10,366,300	9,779,894	ลดลง 5.66 %

4. สรุปแนวทางการวางแผนผลิตรวม

การวางแผนผลิตรวมโดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้น ซึ่งจากผลจากการคำนวณผลลัพธ์สามารถสรุปแนวทางการวางแผนโดยเลือก 2 กลยุทธ์ เป็นทางเลือกในการปรับที่กำลังการผลิตของบริษัท แทนการปรับที่ความต้องการของลูกค้า ได้ดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงระดับสินค้าคงคลัง ถึงแม้ว่าจะมีต้นทุนจากการเก็บสินค้าคงคลัง แต่เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้
2. การเปลี่ยนแปลงจำนวนพนักงานโดยมีการจ้างงานเพิ่ม และจ้างออก และการกำหนดให้มีการทำงานล่วงเวลาในกรณีที่ต้นทุนถูกกว่าการจ้างพนักงานใหม่เพิ่ม

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิเคราะห์

การเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ประตูตู้แช่ในบริษัทกรณีศึกษา คือ วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยมีค่าคงที่ปรับเรียบ สำหรับประตูรุ่น NT เท่ากับ 0.3 ค่าคลาดเคลื่อน (MAPE) 11.18% และประตูรุ่น LT เท่ากับ 0.1 ค่าคลาดเคลื่อน (MAPE) 16.89% ซึ่งการพยากรณ์ที่แม่นยำจะส่งผลต่อค่าคลาดเคลื่อนในการวางแผนจำนวนผลิต ดังนั้นควรติดตามและประเมินผลการพยากรณ์อย่างสม่ำเสมอ เพราะเทคนิคการพยากรณ์อาจเปลี่ยนไป ณ ช่วงเวลาอื่นๆในอนาคต

ด้านการกำหนดกลยุทธ์การวางแผนรวม เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาต้องการปรับเปลี่ยนการวางแผนของบริษัทมากกว่าการปรับที่ความต้องการลูกค้า ดังนั้นจึงกำหนด 2 กลยุทธ์ในการวางแผนผลิตรวม คือ การเปลี่ยนแปลงระดับสินค้าคงคลัง และการจัดสรรแรงงาน โดยการเปลี่ยนแปลงจำนวนพนักงาน และการกำหนดให้มีการทำงานล่วงเวลา

ผลการสรุปการคำนวณต้นทุนรวมจากแผนการผลิตก่อนการวางแผนผลิตรวม พบว่า ต้นทุนรวมจริงทั้งหมดของปี พ.ศ. 2553 เป็น 10,366,300 บาท ดังแสดงในภาคผนวก ข. และหลังการประยุกต์การวางแผนผลิตรวมโดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น ผลการคำนวณต้นทุนต่ำสุดโดยใช้ Solver พบว่า ต้นทุนเป็น 9,779,894 บาท ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการคำนวณต้นทุนทั้งก่อนและหลังนั้น ผลปรากฏว่า ต้นทุนลดลง 586,406 บาท หรือประมาณร้อยละ 5.66

ด้านการวางแผนจำนวนแรงงานนั้น แรงงานในส่วนที่มีเหลือเกินกว่ากำลังการผลิต หากไม่มีการจ้างพนักงานออก บริษัทกรณีศึกษาสามารถโยกย้ายไปทำงานในส่วนอื่น เช่น แผนกเฟรมประตู หรือแผนกจัดส่งได้ ซึ่งจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานออก และค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมหากต้องรับพนักงานเข้าใหม่ เนื่องจากในบริษัทกรณีศึกษามีพนักงานจ้างออก และรับเข้าจำนวนไม่มาก ดังนั้นหากมีการโยกย้ายแผนกในบางช่วง หรือช่วงสั้นๆ จะทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงได้

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาเฉพาะสินค้าบางรุ่น บริษัทกรณีศึกษาสามารถนำวิธีการดำเนินงานไปประยุกต์ใช้กับสินค้ารุ่นอื่นๆ
2. การศึกษาครั้งนี้เป็นการใช้ข้อมูลต้นทุนหลักๆเท่านั้น บริษัทกรณีศึกษาควรเก็บข้อมูลอื่นๆที่มีผลต่อต้นทุน และนำไปเป็นตัวแปรในสมการเป้าหมาย เพื่อให้ได้ต้นทุนผลิตที่แท้จริง

3. บริษัทกรณีศึกษาควรมีการปรับปรุงค่าพยากรณ์อย่างต่อเนื่องทุกเดือนเพื่อปรับแผนการผลิตรวมให้ใกล้เคียงกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด เพราะการพยากรณ์มีส่วนในการช่วยผู้บริหารตัดสินใจด้านการวางแผนทั้งในระยะสั้น และระยะยาวโดยเฉพาะการวางแผนการผลิตรวม

4. ผลการศึกษาที่ได้จากการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นนั้นเป็นเพียงแนวทางในการวางแผนการผลิตรวม ภายใต้ข้อจำกัดที่ถูกกำหนดเฉพาะในขอบเขตการศึกษาครั้งนี้เท่านั้น ค่าตัวแปรอื่นๆที่เป็นปัจจัยภายนอก เช่น ตัวแปรทางเศรษฐกิจ ความมั่นคงทางการเมือง อัตราแลกเปลี่ยน หรือมาตรการส่งเสริมการลงทุน ไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาด้วย ดังนั้นบริษัทควรพิจารณาถึงปัจจัยภายนอกเพื่อใช้ในการวางแผนด้วย

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา

ประโยชน์ที่ได้จากผลการศึกษาครั้งนี้

1. การศึกษาครั้งนี้สามารถช่วยในการวางแผนการผลิตรวมเพื่อลดต้นทุนการผลิต เพิ่มกำไรให้กับองค์กร และเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของลูกค้า
2. เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการผลิตรวมกับสินค้าในอุตสาหกรรมอื่น
3. สามารถนำการวางแผนการผลิตรวมไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจบริการ



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- ทรงศิริ แต่สมบัติ. (2549). การพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรรณธิภา ลากเกิด. (2551). การวางแผนความต้องการทรัพยากรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการส่งออก. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการโลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วัชรินทร์ เปียสกุล. (2549). การพยากรณ์และการวางแผนการผลิตรวม กรณีศึกษาบริษัทผลิตกะทิสด. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการโลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศิริพร เจริญคำ; สุจิตรา อาหาร; และอัญชลี บุญเกิด. (2548). การวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษา บริษัทเวบเบอร์เลข จำกัด. วิทยานิพนธ์ วท.บ. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุทธิมา ชำนาญเวช. (2552). การวิจัยดำเนินงาน. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์.
- สุรินทร์ ทวีอักษรพันธ์. (2549). หาคำตอบทางธุรกิจ ด้วย Solver จาก Microsoft Excel. กรุงเทพฯ : วิตดี กรุป.
- อรนุช จรูญโรจน์. (2530). การบริหารการผลิต. กรุงเทพฯ : ฝ่ายตำราและอุปกรณ์การศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- Abdul Talib Bon; and Chong Yi Leng. (2009). The Fundamental on Demand Forecasting in Inventory Management. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**. 2009 : 3937-3943.
- Jay Heizer; and Barry Render. (2008). **Operations Management**. 9th Edition. New Jersey : Pearson Education Inc.
- Lai; and Hwang. (1992). **Fuzzy Mathematical Programming**. New York : Springer.
- Linus Schrage. (1997). **Optimization Modeling with LINDO**. USA. : Duxbury Press.
- Omer Faruk Baykoc; and Umit Sami Saklli. (2009). **Aggregate Production Planning Model for Brass Casting Industry in Fuzzy Environment**. Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology. Volume 40, April 2009.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก.

ตารางคำนวณค่าพยากรณ์ และค่าความคลาดเคลื่อน



ตารางที่ 10 คำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อน รุ่น NT ด้วยเทคนิคการปรับ
เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล

Alpha	0.3					
เดือน	ความต้องการ	Forecast	Error	Absolute	Squared	Abs Pct Err
ม.ค. 53	200	170	29.53492601	29.53492601	872.3118545	14.77%
ก.พ. 53	180	179	0.674448208	0.674448208	0.454880386	00.37%
มี.ค. 53	180	180	0.47	0.47	0.22	00.26%
เม.ย. 53	200	180	20.33	20.33	413.33	10.17%
พ.ค. 53	230	186	44.23	44.23	1956.41	19.23%
มิ.ย. 53	160	199	-39.04	39.04	1523.97	24.40%
ก.ค. 53	220	187	32.67	32.67	1067.55	14.85%
ส.ค. 53	150	197	-47.13	47.13	2221.11	0.314191012
ก.ย. 53	170	183	-12.99	12.99	168.74	0.076412096
ต.ค. 53	180	179	0.91	0.91	0.82	0.00503867
พ.ย. 53	180	179	0.63	0.63	0.40	0.003527069
ธ.ค. 53	200	180	20.44	20.44	417.97	0.102222053
		Total	50.75	249.06	8643.30	1.34
		Average	4.23	20.75	720.27	11.18%
		Bias	MAD	MSE	MAPE	
			SE	29.40		

ตารางที่ 11 คำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อน รุ่น LT ด้วยเทคนิคการปรับ
เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล

Alpha	0.1					
เดือน	ความต้องการ	Forecast	Error	Absolute	Squared	Abs Pct Err
ม.ค. 53	50	55	-4.90513281	4.905132806	24.06032784	09.81%
ก.พ. 53	55	54	0.585380475	0.585380475	0.3426703	01.06%
มี.ค. 53	60	54	5.53	5.53	30.55	09.21%
เม.ย. 53	80	55	24.97	24.97	623.71	31.22%
พ.ค. 53	70	58	12.48	12.48	155.67	17.82%
มิ.ย. 53	60	59	1.23	1.23	1.51	02.05%
ก.ค. 53	80	59	21.11	21.11	445.47	26.38%
ส.ค. 53	50	61	-11.00	11.00	121.10	0.220089096
ก.ย. 53	50	60	-9.90	9.90	98.09	0.198080187
ต.ค. 53	70	59	11.09	11.09	122.91	0.158377023
พ.ย. 53	80	60	19.98	19.98	399.11	0.249721905
ธ.ค. 53	80	62	17.98	17.98	323.28	0.224749715
		Total	89.13	140.76	2345.79	2.03
		Average	7.43	11.73	195.48	16.89%
			Bias	MAD	MSE	MAPE
				SE	15.32	

ภาคผนวก ข.

ตารางสรุปต้นทุนการผลิต และรายงานผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Solver



ตารางที่ 12 สรุปต้นทุนการผลิตประตุ รุ่น NT และ LT ก่อนการประยุกต์ใช้การวางแผนผลิตรวม

ปี พ.ศ. 2553	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
การจัดสรรแรงงาน												
จำนวนพนักงาน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ชั่วโมงการทำงานปกติทั้งหมด	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880
ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้	0	0	0	0	30	0	40	0	0	0	0	0
จำนวนชั่วโมงการทำงานรวม	880	880	880	880	910	880	920	880	880	880	880	880
แผนการจัดการการผลิต												
ปริมาณการผลิต NT	200	200	180	200	210	180	200	160	180	180	180	200
ปริมาณการผลิต LT	70	60	50	70	70	60	80	60	60	70	70	70
รวมชั่วโมงการผลิต	880	840	740	880	910	780	920	720	780	820	820	880
ปริมาณสินค้าคงคลัง												
ชิ้นส่วนคงคลัง NT ณ ต้นงวด	0	0	20	20	20	0	20	0	10	20	20	20
ชิ้นส่วนคงคลัง LT ณ ต้นงวด	0	20	25	15	5	5	5	5	15	25	25	15
จำนวน NT ที่ผลิต	200	200	200	220	230	180	220	160	190	200	200	220
จำนวน LT ที่ผลิต	70	80	75	85	75	65	85	65	75	95	95	85
ปริมาณความต้องการ NT	200	180	180	200	230	160	220	150	170	180	180	200
ปริมาณความต้องการ LT	50	55	60	80	70	60	80	50	50	70	80	80
ชิ้นส่วนคงคลัง NT ณ ปลายงวด	0	20	20	20	0	20	0	10	20	20	20	20
ชิ้นส่วนคงคลัง LT ณ ปลายงวด	20	25	15	5	5	5	5	15	25	25	15	5
สรุปต้นทุนการผลิต												
ค่าจ้างชั่วโมงการทำงานปกติ	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
ค่าจ้างชั่วโมงการทำงาน OT	0	0	0	0	1,200	0	1,600	0	0	0	0	0
ต้นทุนค่าวัสดุ NT	600,000	600,000	540,000	600,000	630,000	540,000	600,000	480,000	540,000	540,000	540,000	600,000
ต้นทุนค่าวัสดุ LT	280,000	240,000	200,000	280,000	280,000	240,000	320,000	240,000	240,000	280,000	280,000	280,000
ต้นทุนการเก็บรักษา	2,000	4,500	3,500	2,500	500	2,500	500	2,500	4,500	4,500	3,500	2,500
ต้นทุนรวมต่อเดือน	912,000	874,500	773,500	912,500	941,700	812,500	952,100	752,500	814,500	854,500	853,500	912,500
รวมต้นทุนการผลิต	10,366,300				บาท							

ตารางที่ 13 สรุปต้นทุนการผลิตประตูลู รุ่น NT และ LT หลังการประยุกต์ใช้การวางแผนผลิตรวม

ปี พ.ศ. 2553	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
การจัดสรรแรงงาน												
จำนวนพนักงานเริ่มต้น	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
จำนวนพนักงานที่จ้างออก	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
จำนวนพนักงานสุทธิ	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ชั่วโมงการทำงานปกติทั้งหมด	772	753	756	760	790	790	790	790	789	773	777	777
ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้	0	0	0	0	0	43	7	45	0	0	0	11
จำนวนชั่วโมงการทำงานรวม	772	753	756	760	790	833	797	835	789	773	777	788
แผนการจัดการการผลิต												
ปริมาณการผลิต NT	180	179	180	180	186	199	187	197	183	179	179	180
ปริมาณการผลิต LT	58	54	54	55	58	59	59	61	60	59	60	62
รวมชั่วโมงการผลิต	772	753	756	760	790	833	797	835	789	773	777	788
ปริมาณสินค้าคงคลัง												
ชิ้นส่วนคงคลัง ณ ต้นงวด NT	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ชิ้นส่วนคงคลัง ณ ต้นงวด LT	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด	180	189	190	190	196	209	197	207	193	189	189	190
จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด	58	57	57	58	61	62	62	64	63	62	63	65
ปริมาณความต้องการ NT	170	179	180	180	186	199	187	197	183	179	179	180
ปริมาณความต้องการ LT	55	54	54	55	58	59	59	61	60	59	60	62
ชิ้นส่วนคงคลัง ณ ปลายงวด NT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ชิ้นส่วนคงคลัง ณ ปลายงวด LT	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
สรุปต้นทุนการผลิต												
ต้นทุนการจ้างคนเข้าทำงาน	0	0	34	45	341	1	0	0	0	0	45	0
ต้นทุนการจ้างคนออก	920	162	0	0	0	0	0	0	9	136	0	0
ค่าจ้างชั่วโมงการทำงานปกติ	26,318	25,670	25,773	25,909	26,932	26,935	26,935	26,935	26,898	26,352	26,489	26,489
ค่าจ้างชั่วโมงการทำงาน OT	0	0	0	0	0	1,716	276	1,796	0	0	0	440
ต้นทุนค่าวัสดุดิบ NT	540,000	537,000	540,000	540,000	558,000	597,000	561,000	591,000	549,000	537,000	537,000	540,000
ต้นทุนค่าวัสดุดิบ LT	232,000	216,000	216,000	220,000	232,000	236,000	236,000	244,000	240,000	236,000	240,000	248,000
ต้นทุนการเก็บรักษา	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
ต้นทุนรวมต่อเดือน	800,539	780,132	783,107	787,255	818,573	862,952	825,511	865,031	817,207	800,789	804,834	816,229
รวมต้นทุนการผลิต	9,762,158				บาท							

ตารางที่ 14 แสดงผล Answer Report

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$B\$57	ต้นทุนทั้งหมด	9,779,894.07	9,779,894.07

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$B\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ม.ค.	1	1
\$C\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ก.พ.	0	0
\$D\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า มี.ค.	0	0
\$E\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า เม.ย.	0	0
\$F\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า พ.ค.	0	0
\$G\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า มิ.ย.	0	0
\$H\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ก.ค.	0	0
\$I\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ส.ค.	0	0
\$J\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ก.ย.	0	0
\$K\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ต.ค.	0	0
\$L\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า พ.ย.	0	0
\$M\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ธ.ค.	0	0
\$B\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ม.ค.	0	0
\$C\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ก.พ.	0	0
\$D\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก มี.ค.	0	0
\$E\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก เม.ย.	0	0
\$F\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก พ.ค.	0	0
\$G\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก มิ.ย.	0	0
\$H\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ก.ค.	0	0
\$I\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ส.ค.	0	0
\$J\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ก.ย.	0	0
\$K\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ต.ค.	0	0
\$L\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก พ.ย.	0	0
\$M\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ธ.ค.	0	0
\$B\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ม.ค.	0.00	0.00
\$C\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.พ.	0.00	0.00
\$D\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มี.ค.	0.00	0.00
\$E\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ เม.ย.	0.00	0.00
\$F\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ค.	0.00	0.00
\$G\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มิ.ย.	55.48	55.48
\$H\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ค.	7.48	7.48
\$I\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ส.ค.	55.48	55.48
\$J\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ย.	0.00	0.00
\$K\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ต.ค.	0.00	0.00
\$L\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ย.	0.00	0.00
\$M\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ธ.ค.	14.00	14.00
\$B\$35	ปริมาณการผลิต NT ม.ค.	170	170
\$C\$35	ปริมาณการผลิต NT ก.พ.	179	179
\$D\$35	ปริมาณการผลิต NT มี.ค.	180	180
\$E\$35	ปริมาณการผลิต NT เม.ย.	180	180
\$F\$35	ปริมาณการผลิต NT พ.ค.	186	186
\$G\$35	ปริมาณการผลิต NT มิ.ย.	199	199
\$H\$35	ปริมาณการผลิต NT ก.ค.	187	187
\$I\$35	ปริมาณการผลิต NT ส.ค.	197	197
\$J\$35	ปริมาณการผลิต NT ก.ย.	183	183

ตารางที่ 14 แสดงผล Answer Report (ต่อ)

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$K\$35	ปริมาณการผลิต NT ค.ค.	179	180
\$L\$35	ปริมาณการผลิต NT พ.ย.	179	178
\$M\$35	ปริมาณการผลิต NT ร.ค.	180	180
\$B\$36	ปริมาณการผลิต LT ม.ค.	55	55
\$C\$36	ปริมาณการผลิต LT ก.พ.	54	54
\$D\$36	ปริมาณการผลิต LT มี.ค.	54	54
\$E\$36	ปริมาณการผลิต LT เม.ย.	55	55
\$F\$36	ปริมาณการผลิต LT พ.ค.	58	58
\$G\$36	ปริมาณการผลิต LT มิ.ย.	59	59
\$H\$36	ปริมาณการผลิต LT ก.ค.	59	59
\$I\$36	ปริมาณการผลิต LT ส.ค.	61	61
\$J\$36	ปริมาณการผลิต LT ก.ย.	60	60
\$K\$36	ปริมาณการผลิต LT ค.ค.	60	59
\$L\$36	ปริมาณการผลิต LT พ.ย.	60	60
\$M\$36	ปริมาณการผลิต LT ร.ค.	62	62

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$B\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ม.ค.	55	\$B\$42>=\$B\$44	Binding	0
\$C\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.พ.	54	\$C\$42>=\$C\$44	Binding	0
\$D\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด มี.ค.	54	\$D\$42>=\$D\$44	Binding	0
\$E\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด เม.ย.	55	\$E\$42>=\$E\$44	Binding	0
\$F\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด พ.ค.	58	\$F\$42>=\$F\$44	Binding	0
\$G\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด มิ.ย.	59	\$G\$42>=\$G\$44	Binding	0
\$H\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.ค.	59	\$H\$42>=\$H\$44	Binding	0
\$I\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ส.ค.	61	\$I\$42>=\$I\$44	Binding	0
\$J\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.ย.	60	\$J\$42>=\$J\$44	Binding	0
\$K\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ค.ค.	59	\$K\$42>=\$K\$44	Binding	0
\$L\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด พ.ย.	60	\$L\$42>=\$L\$44	Binding	0
\$M\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ร.ค.	62	\$M\$42>=\$M\$44	Binding	0
\$B\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ม.ค.	0.00	\$B\$30<=\$B\$31	Not Binding	51.13636364
\$C\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.พ.	0.00	\$C\$30<=\$C\$31	Not Binding	52.95454545
\$D\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มี.ค.	0.00	\$D\$30<=\$D\$31	Not Binding	53.18181818
\$E\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ เม.ย.	0.00	\$E\$30<=\$E\$31	Not Binding	53.40909091
\$F\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ค.	0.00	\$F\$30<=\$F\$31	Not Binding	55.45454545
\$G\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มิ.ย.	55.48	\$G\$30<=\$G\$31	Binding	0
\$H\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ค.	7.48	\$H\$30<=\$H\$31	Not Binding	48
\$I\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ส.ค.	55.48	\$I\$30<=\$I\$31	Binding	0
\$J\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ย.	0.00	\$J\$30<=\$J\$31	Not Binding	55.22727273
\$K\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ค.ค.	0.00	\$K\$30<=\$K\$31	Not Binding	54.20454545
\$L\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ย.	0.00	\$L\$30<=\$L\$31	Not Binding	54.20454545
\$M\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ร.ค.	14.00	\$M\$30<=\$M\$31	Not Binding	40.20454545
\$B\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ม.ค.	225	\$B\$37<=\$B\$38	Binding	0
\$C\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ก.พ.	233	\$C\$37<=\$C\$38	Binding	0
\$D\$37	รวมจำนวนที่ผลิต มี.ค.	234	\$D\$37<=\$D\$38	Binding	0
\$E\$37	รวมจำนวนที่ผลิต เม.ย.	235	\$E\$37<=\$E\$38	Binding	0
\$F\$37	รวมจำนวนที่ผลิต พ.ค.	244	\$F\$37<=\$F\$38	Binding	0

ตารางที่ 14 แสดงผล Answer Report (ต่อ)

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$G\$37	รวมจำนวนที่ผลิต มี.ย.	258	\$G\$37<=\$G\$38	Binding	0
\$H\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ก.ค.	246	\$H\$37<=\$H\$38	Binding	0
\$I\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ส.ค.	258	\$I\$37<=\$I\$38	Binding	0
\$J\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ก.ย.	243	\$J\$37<=\$J\$38	Binding	0
\$K\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ค.ค.	239	\$K\$37<=\$K\$38	Binding	0
\$L\$37	รวมจำนวนที่ผลิต พ.ย.	238	\$L\$37<=\$L\$38	Binding	0
\$M\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ธ.ค.	242	\$M\$37<=\$M\$38	Binding	0
\$B\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ม.ค.	170	\$B\$41>=\$B\$43	Binding	0
\$C\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.พ.	179	\$C\$41>=\$C\$43	Binding	0
\$D\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด มี.ค.	180	\$D\$41>=\$D\$43	Binding	0
\$E\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด เม.ย.	180	\$E\$41>=\$E\$43	Binding	0
\$F\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด พ.ค.	186	\$F\$41>=\$F\$43	Binding	0
\$G\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด มิ.ย.	199	\$G\$41>=\$G\$43	Binding	0
\$H\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.ค.	187	\$H\$41>=\$H\$43	Binding	0
\$I\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ส.ค.	197	\$I\$41>=\$I\$43	Binding	0
\$J\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.ย.	183	\$J\$41>=\$J\$43	Binding	0
\$K\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ค.ค.	180	\$K\$41>=\$K\$43	Not Binding	1
\$L\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด พ.ย.	179	\$L\$41>=\$L\$43	Binding	0
\$M\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ธ.ค.	180	\$M\$41>=\$M\$43	Binding	0



ตารางที่ 15 แสดงผล Sensitivity Report

Adjustable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ม.ค.	1	0	73999.99999	1039.987961	3499.999985
\$C\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ก.พ.	0	0	67999.9999	1039.988084	1039.987961
\$D\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า มี.ค.	0	0	61999.99992	1039.988	1039.988084
\$E\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า เม.ย.	0	0	55999.99987	1039.988138	1039.988
\$F\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า พ.ค.	0	0	49999.99994	1039.988063	1039.988138
\$G\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า มิ.ย.	0	0	43999.99995	1039.999975	380.0001715
\$H\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ก.ค.	0	1,040	37999.9999	1E+30	1039.999975
\$I\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ส.ค.	0	2,080	32000.00003	1E+30	2079.999877
\$J\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ก.ย.	0	3,500	25999.99998	1E+30	3500.000018
\$K\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ต.ค.	0	3,500	19999.99993	1E+30	3499.999998
\$L\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า พ.ย.	0	30	13999.99987	1E+30	29.99991745
\$M\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ธ.ค.	0	960	8000.000007	1E+30	960.0000248
\$B\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ม.ค.	0	3,500	-70500.00001	1E+30	3499.999985
\$C\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ก.พ.	0	3,500	-64499.99996	1E+30	3499.999939
\$D\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก มี.ค.	0	3,500	-58500.00009	1E+30	3499.99983
\$E\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก เม.ย.	0	3,500	-52500.00004	1E+30	3499.999824
\$F\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก พ.ค.	0	3,500	-46499.99999	1E+30	3499.999955
\$G\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก มิ.ย.	0	3,500	-40500.00012	1E+30	3499.999825
\$H\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ก.ค.	0	2,460	-34500.00007	1E+30	2459.999856
\$I\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ส.ค.	0	1,420	-28500.00001	1E+30	1420.000139
\$J\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ก.ย.	0	0	-22499.99996	4269.999556	380.0001715
\$K\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ต.ค.	0	0	-16499.99993	1039.988025	59.9998349
\$L\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก พ.ย.	0	3,470	-10500.00004	1E+30	3469.999912
\$M\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ธ.ค.	0	2,540	-4499.999993	1E+30	2539.999991
\$B\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ม.ค.	0.00	5.91	39.99993205	1E+30	5.90902249
\$C\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.พ.	0.00	5.91	39.99993205	1E+30	5.909023189
\$D\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มี.ค.	0.00	5.91	39.99993205	1E+30	5.90902271
\$E\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ เม.ย.	0.00	5.91	39.99993205	1E+30	5.909023494
\$F\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ค.	0.00	5.91	39.99993205	1E+30	5.909023068
\$G\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มิ.ย.	55.48	0.00	40.00000012	2.159091883	5.909090765
\$H\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ค.	7.48	0.00	39.99999869	2.159091883	11.79557888
\$I\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ส.ค.	55.48	0.00	40.00000012	2.159091883	612.9091054
\$J\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ย.	0.00	5.91	39.99993205	1E+30	5.909022857
\$K\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ต.ค.	0.00	25.62	39.99993205	1E+30	25.62493225
\$L\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ย.	0.00	0.62	39.99993205	1E+30	0.6249323
\$M\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ธ.ค.	14.00	0.00	39.9999999	0.340908153	1.249864603
\$B\$35	ปริมาณการผลิต NT ม.ค.	170	0	4150	1E+30	100.0000027
\$C\$35	ปริมาณการผลิต NT ก.พ.	179	0	4050	100.0000027	99.99999816
\$D\$35	ปริมาณการผลิต NT มี.ค.	180	0	3950	99.99999816	100.0000031
\$E\$35	ปริมาณการผลิต NT เม.ย.	180	0	3850	100.0000031	99.99999834
\$F\$35	ปริมาณการผลิต NT พ.ค.	186	0	3750	99.99999834	76.36363589
\$G\$35	ปริมาณการผลิต NT มิ.ย.	199	0	3650	76.36363589	100.0000057
\$H\$35	ปริมาณการผลิต NT ก.ค.	187	0	3550	100.0000057	91.82794755
\$I\$35	ปริมาณการผลิต NT ส.ค.	197	0	3450	91.82794755	131.8084102
\$J\$35	ปริมาณการผลิต NT ก.ย.	183	0	3350	131.8084102	178.8636376
\$K\$35	ปริมาณการผลิต NT ต.ค.	180	0	3250	0	157.7272687
\$L\$35	ปริมาณการผลิต NT พ.ย.	178	0	3150	157.7272687	0
\$M\$35	ปริมาณการผลิต NT ธ.ค.	180	0	3050	97.49999975	3210
\$B\$36	ปริมาณการผลิต LT ม.ค.	55	0	5150	1E+30	100.0000027
\$C\$36	ปริมาณการผลิต LT ก.พ.	54	0	5050	100.0000027	99.99999826

ตารางที่ 15 แสดงผล Sensitivity Report (ต่อ)

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$D\$36	ปริมาณการผลิต LT มี.ค.	54	0	4950	99.99999826	100.0000031
\$E\$36	ปริมาณการผลิต LT เม.ย.	55	0	4850	100.0000031	99.99999863
\$F\$36	ปริมาณการผลิต LT พ.ค.	58	0	4750	99.99999863	76.36363518
\$G\$36	ปริมาณการผลิต LT มิ.ย.	59	0	4650	76.36363518	100.0000064
\$H\$36	ปริมาณการผลิต LT ก.ค.	59	0	4550	100.0000064	91.82794743
\$I\$36	ปริมาณการผลิต LT ส.ค.	61	0	4450	91.82794743	131.8084098
\$J\$36	ปริมาณการผลิต LT ก.ย.	60	0	4350	131.8084098	178.8636381
\$K\$36	ปริมาณการผลิต LT ต.ค.	59	0	4250	178.8636381	0
\$L\$36	ปริมาณการผลิต LT พ.ย.	60	0	4150	0	97.49999941
\$M\$36	ปริมาณการผลิต LT ธ.ค.	62	0	4050	97.49999941	4210

Constraints

Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ม.ค.	55	100	55	4	1
\$C\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.พ.	54	100	54	0.5	1
\$D\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด มี.ค.	54	100	54	0.5	1
\$E\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด เม.ย.	55	100	55	4.5	0.129032258
\$F\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด พ.ค.	58	76	58	0.129032258	0
\$G\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด มิ.ย.	59	100	59	0	12
\$H\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.ค.	59	92	59	0	0.961325967
\$I\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ส.ค.	61	132	61	1.977272727	0
\$J\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.ย.	60	179	60	1.129032258	1
\$K\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ต.ค.	59	0	59	0.5	59
\$L\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด พ.ย.	60	97	60	2.333333333	1
\$M\$42	จำนวน LT ที่มีอยู่ทั้งหมด ธ.ค.	62	4,210	62	10.05113636	3.5
\$B\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ม.ค.	0.00	0.00	0	1E+30	51.13636364
\$C\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.พ.	0.00	0.00	0	1E+30	52.95454545
\$D\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มี.ค.	0.00	0.00	0	1E+30	53.18181818
\$E\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ เม.ย.	0.00	0.00	0	1E+30	53.40909091
\$F\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ค.	0.00	0.00	0	1E+30	55.45454545
\$G\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มิ.ย.	55.48	0.00	0	1E+30	0
\$H\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ค.	7.48	0.00	0	1E+30	48
\$I\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ส.ค.	55.48	-2.04	0	0	7.909090909
\$J\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ย.	0.00	0.00	0	1E+30	55.22727273
\$K\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ต.ค.	0.00	0.00	0	1E+30	54.20454545
\$L\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ย.	0.00	0.00	0	1E+30	54.20454545
\$M\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ธ.ค.	14.00	0.00	0	1E+30	40.20454545
\$B\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ม.ค.	225	-136	0	49	8
\$C\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ก.พ.	233	-136	0	8	1
\$D\$37	รวมจำนวนที่ผลิต มี.ค.	234	-136	0	1	1
\$E\$37	รวมจำนวนที่ผลิต เม.ย.	235	-136	0	1	9
\$F\$37	รวมจำนวนที่ผลิต พ.ค.	244	-136	0	9	0.129032258
\$G\$37	รวมจำนวนที่ผลิต มิ.ย.	258	-160	0	13.87096774	0
\$H\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ก.ค.	246	-160	0	1.870967742	12
\$I\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ส.ค.	258	-168	0	0	1.977272727
\$J\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ก.ย.	243	-136	0	4.5	1.129032258
\$K\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ต.ค.	239	-57	0	19.02150538	1
\$L\$37	รวมจำนวนที่ผลิต พ.ย.	238	-157	0	1	7
\$M\$37	รวมจำนวนที่ผลิต ธ.ค.	242	-160	0	3.5	10.05113636

ตารางที่ 15 แสดงผล Sensitivity Report (ต่อ)

Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ม.ค.	170	100	170	4	1
\$C\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.พ.	179	100	179	0.5	1
\$D\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด มี.ค.	180	100	180	0.5	1
\$E\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด เม.ย.	180	100	180	4.5	0.129032258
\$F\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด พ.ค.	186	76	186	0.129032258	0
\$G\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด มิ.ย.	199	100	199	0	12
\$H\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.ค.	187	92	187	0	0.961325967
\$I\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ส.ค.	197	132	197	1.977272727	0
\$J\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ก.ย.	183	179	183	1.129032258	1
\$K\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ต.ค.	180	0	179	0.5	1E+30
\$L\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด พ.ย.	179	97	179	2.333333333	1
\$M\$41	จำนวน NT ที่มีอยู่ทั้งหมด ธ.ค.	180	3,210	180	10.05113636	3.5



ตารางที่ 16 แสดงผล Limits Report

Cell	Target Name	Value
\$B\$57	ต้นทุนทั้งหมด	9,779,894.07

Cell	Adjustable Name	Value	Lower Limit	Target Result	Upper Limit	Target Result
\$B\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ม.ค.	1	1	9,779,894	#N/A	#N/A
\$C\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ก.พ.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$D\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า มี.ค.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$E\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า เม.ย.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$F\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า พ.ค.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$G\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า มิ.ย.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$H\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ก.ค.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$I\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ส.ค.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$J\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ก.ย.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$K\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ต.ค.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$L\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า พ.ย.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$M\$25	จำนวนพนักงานที่จ้างเข้า ธ.ค.	0	0	9,779,894	#N/A	#N/A
\$B\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ม.ค.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$C\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ก.พ.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$D\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก มี.ค.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$E\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก เม.ย.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$F\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก พ.ค.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$G\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก มิ.ย.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$H\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ก.ค.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$I\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ส.ค.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$J\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ก.ย.	0	0	9,780,471	0	9,779,894
\$K\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ต.ค.	0	0	9,781,582	0	9,779,894
\$L\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก พ.ย.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$M\$26	จำนวนพนักงานที่จ้างออก ธ.ค.	0	0	9,779,894	0	9,779,894
\$B\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ม.ค.	0.00	0.00	9,779,894.07	51.14	9,781,939.52
\$C\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.พ.	0.00	0.00	9,779,894.07	52.95	9,782,012.25
\$D\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มี.ค.	0.00	0.00	9,779,894.07	53.18	9,782,021.34
\$E\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ เม.ย.	0.00	0.00	9,779,894.07	53.41	9,782,030.43
\$F\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ค.	0.00	0.00	9,779,894.07	55.45	9,782,112.25
\$G\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ มิ.ย.	55.48	55.48	9,779,894.07	55.48	9,779,894.07
\$H\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ค.	7.48	7.48	9,779,894.07	55.48	9,781,814.07
\$I\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ส.ค.	55.48	55.48	9,779,894.07	55.48	9,779,894.07
\$J\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ก.ย.	0.00	0.00	9,779,894.07	55.23	9,782,103.16
\$K\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ต.ค.	0.00	0.00	9,779,894.07	54.20	9,782,062.25
\$L\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ พ.ย.	0.00	0.00	9,779,894.07	54.20	9,782,062.25
\$M\$30	ชั่วโมงการทำงาน OT ที่ใช้ ธ.ค.	14.00	14.00	9,779,894.07	54.20	9,781,502.25
\$B\$35	ปริมาณการผลิต NT ม.ค.	170	170	9,779,894	170	9,779,894
\$C\$35	ปริมาณการผลิต NT ก.พ.	179	179	9,779,894	179	9,779,894
\$D\$35	ปริมาณการผลิต NT มี.ค.	180	180	9,779,894	180	9,779,894
\$E\$35	ปริมาณการผลิต NT เม.ย.	180	180	9,779,894	180	9,779,894
\$F\$35	ปริมาณการผลิต NT พ.ค.	186	186	9,779,894	186	9,779,894
\$G\$35	ปริมาณการผลิต NT มิ.ย.	199	199	9,779,894	199	9,779,894
\$H\$35	ปริมาณการผลิต NT ก.ค.	187	187	9,779,894	187	9,779,894
\$I\$35	ปริมาณการผลิต NT ส.ค.	197	197	9,779,894	197	9,779,894
\$J\$35	ปริมาณการผลิต NT ก.ย.	183	183	9,779,894	183	9,779,894

ตารางที่ 16 แสดงผล Limits Report (ต่อ)

Cell	Adjustable Name	Value	Lower Limit	Target Result	Upper Limit	Target Result
\$K\$35	ปริมาณการผลิต NT ค.ค.	180	180	9,779,894	180	9,779,894
\$L\$35	ปริมาณการผลิต NT พ.ย.	178	178	9,779,894	179	9,779,894
\$M\$35	ปริมาณการผลิต NT ช.ค.	180	180	9,779,894	180	9,779,894
\$B\$36	ปริมาณการผลิต LT ม.ค.	55	55	9,779,894	55	9,779,894
\$C\$36	ปริมาณการผลิต LT ก.พ.	54	54	9,779,894	54	9,779,894
\$D\$36	ปริมาณการผลิต LT มี.ค.	54	54	9,779,894	54	9,779,894
\$E\$36	ปริมาณการผลิต LT เม.ย.	55	55	9,779,894	55	9,779,894
\$F\$36	ปริมาณการผลิต LT พ.ค.	58	58	9,779,894	58	9,779,894
\$G\$36	ปริมาณการผลิต LT มิ.ย.	59	59	9,779,894	59	9,779,894
\$H\$36	ปริมาณการผลิต LT ก.ค.	59	59	9,779,894	59	9,779,894
\$I\$36	ปริมาณการผลิต LT ส.ค.	61	61	9,779,894	61	9,779,894
\$J\$36	ปริมาณการผลิต LT ก.ย.	60	60	9,779,894	60	9,779,894
\$K\$36	ปริมาณการผลิต LT ค.ค.	59	59	9,779,894	59	9,779,894
\$L\$36	ปริมาณการผลิต LT พ.ย.	60	60	9,779,894	60	9,779,894
\$M\$36	ปริมาณการผลิต LT ช.ค.	62	62	9,779,894	62	9,779,894

