

การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า : กรณีศึกษาโรงงานผลิตสีผงอุตสาหกรรม



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
กันยายน 2555

การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า : กรณีศึกษาโรงงานผลิตสีผงอุตสาหกรรม



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

กันยายน 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า : กรณีศึกษาโรงงานผลิตสีผงอุตสาหกรรม



บทคัดย่อ
ของ
ศิริวัฒน์ รุ่งมณีรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
กันยายน 2555

ศิริวัฒน์ รุ่งมณีรัตน์. (2555). การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า : กรณีศึกษา

โรงงานผลิตสีผงอุตสาหกรรม. ปริญญาานิพนธ์ วิศวกรรม. (การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์วราร
ปัญญางาม, อาจารย์พิลดา หวังพานิช.

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม พร้อมทั้งกำหนดตำแหน่ง
การจัดวางวัตถุดิบให้มีความเหมาะสม เพื่อเกิดระยะทางรวมในคลังต่ำที่สุด

การดำเนินการวิจัยโดยการศึกษาค้นคว้าข้อมูลโดยรวมของโรงงานตัวอย่างด้วย IDEF0 และ
รวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบสำหรับนำมาจัดกลุ่มวัสดุคงคลังโดยใช้การจัดกลุ่มแบบเอบีซี
(ABC Analysis) ทำการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบตามมูลค่าของวัตถุดิบที่อยู่ในคลังสินค้า เพื่อนำมาทำการ
พยากรณ์หาค่าปริมาณความต้องการวัตถุดิบโดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้กลุ่มเอ ย้อนหลัง 36 เดือน
มาทำการพยากรณ์โดยใช้วิธีพยากรณ์ทั้ง 5 แบบ ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, วิธีการปรับเรียบ
แบบเอ็กโปแนนเชียลครั้งเดียว, วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กโปแนนเชียลสองครั้ง, วิธีการวิเคราะห์
แนวโน้มเส้นตรง และวิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา โดยพบว่าการพยากรณ์แบบวิธีแยก
ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดในกลุ่มเอทั้ง 11 รหัส เพื่อนำไปพยากรณ์
ปริมาณการใช้วัตถุดิบในปีตัวอย่าง ต่อจากนั้นก็เสนอการวิเคราะห์หาขนาดสั่งซื้อที่เหมาะสม และ
เกิดต้นทุนรวมที่มีค่าต่ำสุดโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีกำหนดการพลวัตของ
แวกเนอร์-วิททิน ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม ซึ่งจะมีตัวแบบในลักษณะของตัว
แบบการกำหนดขนาดการสั่งซื้อแบบพลวัต ในการสั่งซื้อวัตถุดิบหลายชนิด หลายช่วงเวลา ที่มี
ข้อจำกัดในการสั่งซื้อในแต่ละเดือนตามที่โรงงานตัวอย่างกำหนดไว้

จากการเปรียบเทียบในปีปัจจุบัน สภาพปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างใช้ต้นทุนรวมเท่ากับ
325,238,184.68 บาทต่อปี แต่ถ้ามีการจัดการวัตถุดิบคงคลังที่เหมาะสมจะใช้ต้นทุนรวมของวัตถุดิบ
กลุ่มเอทั้ง 11 รหัสเท่ากับ 312,509,000 บาทต่อปี ลดลงจากเดิม 12,729,184.68 บาทต่อปี หรือร้อยละ
3.91 ส่วนในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ในปีตัวอย่าง ก็ได้ดำเนินการลองนำไปใช้กับตัวแบบวิธี
กำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิททิน ก็จะได้เห็นว่าต้นทุนรวมของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีตัวอย่างซึ่ง
จะมีต้นทุนรวมคือ 343,740,000 บาทต่อปี เมื่อเก็บข้อมูลจริงในปีตัวอย่าง 6 เดือนแล้วพบว่าถ้าใช้วิธี
พลวัตลดต้นทุนลงได้ 5,249,815 บาทคิดเป็นร้อยละ 2.67 แต่ถ้าหากใช้ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณ
การใช้วิธีพลวัตลดต้นทุนลงได้ 4,937,293.63 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.88 และได้มีการพิจารณาถึง
ระยะทางรวมในการจัดเก็บวัตถุดิบแบบเดิมของโรงงานตัวอย่างคือ 68,439.65 เมตร ซึ่งมีการแบ่ง
วิธีการเก็บเป็นแบบเคลื่อนไหวเร็ว, เคลื่อนไหวปานกลาง และ เคลื่อนไหวต่ำ ซึ่งระยะทางรวมแบบ
ใหม่ของโรงงานตัวอย่างคือ 61,951.35 เมตร ระยะทางลดลง 6,488.30 เมตร คิดเป็นร้อยละ 9.48
และเมื่อพิจารณาระยะทางในการจัดเก็บและเบิกจ่ายตามใบสั่ง (โดยเก็บข้อมูลใบสั่งเบิกวัตถุดิบ 30
วันย้อนหลัง) จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการจ่ายวัตถุดิบแบบเก่าใช้ระยะทาง 143,476 เมตร การจัดคลังใน
รูปแบบใหม่ที่ใช้ระยะทาง 126,493 เมตร สามารถลดระยะทางได้ 16,983 เมตรคิดเป็นร้อยละ 11.84

AN EFFICIENCY IMPROVEMENT FOR WAREHOUSE MANAGEMENT
: A CASE STUDY OF A POWDER COATING MANUFACTURING



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Engineering Degree in Engineering Management
at Srinakharinwirot University
September 2012

Siriwat Rungmaneerat. (2012). *AN EFFICIENCY IMPROVEMENT FOR WAREHOUSE MANAGEMENT : A CASE STUDY OF POWDER COATING MANUFACTURING*. Master thesis, M.Eng. (Engineering Management). Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Varathorn Punyangarm, Dr. Pilada Wangphanich.

The purpose of this research. To determine the optimal order size. and identify zone of the raw material to be appropriate. For distance to the archives as low as possible.

The research study by a case study factory with IDEF0 and collect the amount of materials used for the grouping inventory by using the group ABC (ABC Analysis) to classify materials according to the value of raw materials in warehouse. To make forecasts for the demand of raw materials by use of the inventory of Group A previous 36 months to be forecasted by the model method are the 5 types such as a Moving Average, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Linear Trend Line and Times Series Decomposition. It was found that the forecasting model that the lowest error is Times Series Decomposition method (11 items in group A) to forecast the amount of material in example year. From the analysis presented to the appropriate size to order. And the lowest total cost by applying a mathematical model to determine with Wagner-Whitin by use Mixed Integer Linear Programming which has a features of the Multi Item with Multiple Periods Dynamic Lot Sizing method have limit order in each month.

In comparison, in present year the current state of a case study use average cost for raw materials is 325,238,184.68 per year. But when the appropriate management of inventory in this case study, the total cost of raw materials in group A (11 items) is 312,509,000 per year. Decrease for 12,729,184.68 per year (3.91%). And the demand forecast in example year was to use the dynamic programming method of Wagner-Whitin. The result total cost raw materials (group A) in example year is 343,740,000 per year and when keep actual demand data in example year for 6 months use Wagner-Whitin method can reduce cost for 5,249,815 Baht (2.67%) but forecast demand data can reduce cost for 4,937,293.63 Baht (2.88%). The old method distance is 68,439.65 meters. But new method improve for pick up and put away by use Fast Moving method, Moderate Moving method and Slow Moving method that distance is 61,951.35 meters. Reduce for 6,488.30 meters (9.48%). when consider in distance from orders (keep data orders previous 30 days) with old method will use distance for 143,476 meters compare with new method use distance is 126,493 meters reduce for 16,983 meters (11.84%)

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า : กรณีศึกษาโรงงานผลิตสีผงอุตสาหกรรม
ของ
ศิริวัฒน์ รุ่งมณีรัตน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ 24 เดือน กันยายน พ.ศ. 2555

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.วราธร ปัญญางาม)

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.วุฒิไกร งามศิริจิตต์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ฟิลดา หวังพานิช)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วราธร ปัญญางาม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ฟิลดา หวังพานิช)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์)

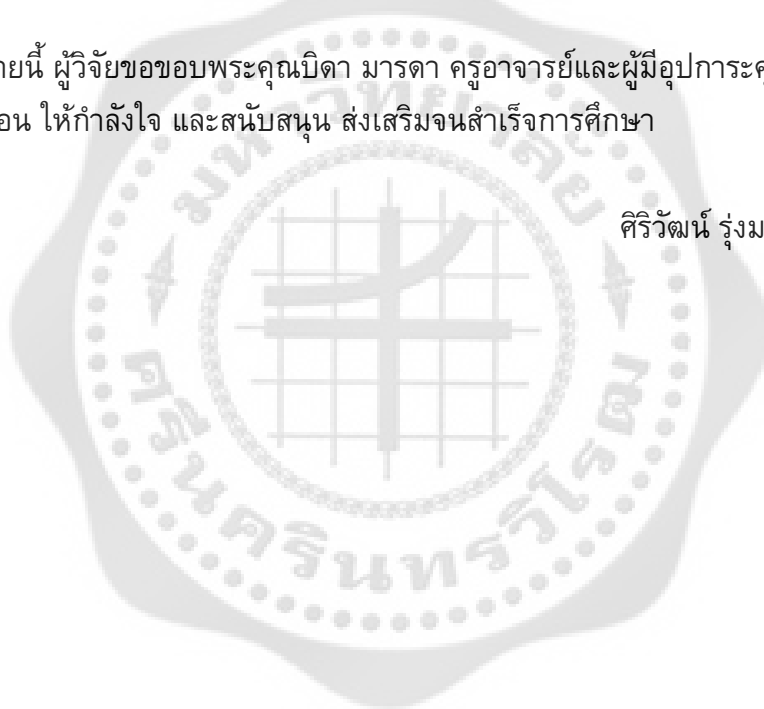
ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วราธร ปัญญางาม และอาจารย์ ดร.พิลดา หวังพานิช ที่เสียสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำ ให้ความช่วยเหลือและแก้ไขข้อบกพร่องทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ไปด้วยดี และท่านอาจารย์ยังให้ข้อคิดและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ จนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำ วิทยานิพนธ์ จึงใคร่ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ยังขอขอบคุณคุณพงษ์กรณ กิตติ์เรืองพัชร กรรมการผู้จัดการของบริษัทตัวอย่าง คุณกัญญลักษณ์ กิตติ์เรืองพัชร ผู้จัดการฝ่ายโลจิสติกส์ของบริษัทตัวอย่าง ผู้บริหารและพนักงานทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและให้การสนับสนุนในการเก็บข้อมูลต่างๆในการวิจัยได้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์และผู้มีอุปการะคุณทุกท่าน ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน ให้กำลังใจ และสนับสนุน ส่งเสริมจนสำเร็จการศึกษา

ศิริวัฒน์ รุ่งมณีรัตน์



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
การจัดลำดับความสำคัญของวัตถุดิบคงคลังโดยใช้การแบ่งกลุ่มวัตถุดิบ ABC....	3
เครื่องมือสำหรับการจัดทำผังกระบวนการทางธุรกิจ IDEF0.....	3
ความรู้เกี่ยวกับการจัดการคลังสินค้า.....	6
การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อ.....	13
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการโปรแกรมเชิงเส้น.....	18
ทฤษฎีการพยากรณ์.....	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	42
สำรวจสภาพการดำเนินงานและสภาพปัจจุบัน.....	44
ขั้นตอนการศึกษาผลงานวิจัยแลทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....	49
ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....	49
4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....	54
ขั้นตอนการศึกษากระบวนการทางธุรกิจของโรงงานตัวอย่างโดยใช้ผัง IDEF0...	54
ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบของโรงงานตัวอย่าง โดยใช้ การจัดกลุ่มแบบ เอบีซี..	57
ขั้นตอนการประยุกต์ตัวแบบการพยากรณ์เข้ากับโรงงานตัวอย่าง.....	59
ขั้นตอนประยุกต์ตัวแบบการควบคุมวัสดุคงคลังเข้ากับโรงงานตัวอย่าง.....	71
ขั้นตอนจัดทำรูปแบบการควบคุมวัตถุดิบ	90
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	97
สรุปผลและอภิปรายผล.....	97

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
ปัญหาและอุปสรรคในงานวิจัย.....	99
ข้อเสนอแนะ.....	99
บรรณานุกรม	100
ภาคผนวก	105
ภาคผนวก ก.	106
ภาคผนวก ข.	112
ภาคผนวก ค.	124
ภาคผนวก ง.	129
ภาคผนวก จ.	141
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	184

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การแบ่งกลุ่มจากการจัดกลุ่มแบบเอบีซี.....	58
2 แสดงวัตถุบิกลุ่มเอ.....	58
3 แสดงข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุบิกลุ่มเอ ย้อนหลัง 36เดือน.....	59
4 แสดงค่าพยากรณ์ความต้องการการใช้วัตถุบิกลุ่มเอ ของปีตัวอย่าง.....	66
5 แสดงค่าความผิดพลาดของแบบพยากรณ์ต่าง ๆของแต่ละสัปดาห์วัตถุบิกลุ่มเอ....	69
6 แสดงค่าใช้จ่ายคลังสินค้าวัตถุบิเฉลี่ย.....	71
7 แสดงรายการต้นทุนที่เกิดการเก็บรักษาสินค้าประเภทวัตถุบิ.....	72
8 แสดงรายการต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุบิรวม.....	72
9 แสดงราคาและต้นทุนการเก็บรักษาของวัตถุบิกลุ่มเอ ปีปัจจุบัน (บาท).....	73
10 แสดงพฤติกรรมคำสั่งซื้อของวัตถุบิกลุ่มเอ ในปีปัจจุบัน.....	74
11 รูปแบบการสั่งซื้อของวัตถุบิกลุ่มเอ ในปีปัจจุบัน.....	75
12 แสดงผลการวิเคราะห์จากวิธีพลวัตของแวกเนอร์-วิทธีนและวิธีของโรงงานตัวอย่าง.	80
13 เปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลปริมาณการใช้จริงในปีตัวอย่าง วัตถุบิกลุ่มเอ	81
14 รูปแบบการสั่งซื้อของวัตถุบิกลุ่มเอโดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้จริง ของปีตัวอย่าง..	84
15 รูปแบบสั่งซื้อวัตถุบิกลุ่มเอโดยใช้ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการใช้ ของปีตัวอย่าง	86
16 สรุปรูปแบบการเปรียบเทียบทั้งในลักษณะวิธีการสั่งซื้อและลักษณะของข้อมูล.....	89
17 การแบ่งการจัดเก็บวัตถุบิในลักษณะการกำหนดความเคลื่อนไหว.....	91
18 แสดงการเปรียบเทียบระยะทางการจัดเก็บแบบเดิมกับแบบใหม่.....	94
19 ข้อมูลการแบ่งกลุ่มวัตถุบิ.....	107
20 ตารางเปรียบเทียบระยะทางจากการจัดรูปแบบคลังทั้งแบบเก่าและแบบใหม่ตามใบสั่ง	142

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ส่วนประกอบ IDEF	4
2 แสดงโครงสร้างต้นแบบของ IDEFO.....	5
3 แสดงตัวอย่างผังของคลังสินค้า	9
4 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้นโยบายสินค้าคงคลัง(T,Q)....	11
5 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้นโยบายสินค้าคงคลัง(T,S)....	11
6 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้นโยบายสินค้าคงคลัง(s,Q)....	12
7 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้นโยบายสินค้าคงคลัง(s,S)....	12
8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนจัดเก็บ.....	13
9 แสดงรอบเวลาในการส่งสินค้าคงคลัง.....	14
10 แสดงขั้นตอนและกระบวนการพยากรณ์.....	20
11 แสดงรูปแบบกราฟคงที่.....	21
12 รูปแบบกราฟมีแนวโน้ม.....	21
13 รูปแบบกราฟเป็นฤดูกาล.....	21
14 รูปแบบกราฟเป็นวัฏจักร.....	22
15 รูปแบบกราฟเป็นแบบสุ่มหรือไม่แน่นอน.....	22
16 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	43
17 คลังสินค้าที่ใช้เก็บวัตถุดิบและวัตถุดิบในโรงงานตัวอย่าง.....	44
18 กระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง.....	45
19 กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ.....	45
20 กระบวนการซับน้ำหนั้ววัตถุดิบ.....	46
21 กระบวนการผสมวัตถุดิบ.....	46
22 กระบวนการนึ่ง.....	47
23 กระบวนการบดหยาบ.....	47
24 กระบวนการบดละเอียด.....	48
25 ผลิตภัณฑ์สีผงอุตสาหกรรม.....	48
26 มูลค่าของวัตถุดิบคงคลังแบ่งตามชนิดของวัตถุดิบ.....	49
27 โปรแกรม Minitab version 14.0 ช่วยในการพยากรณ์.....	51
28 โปรแกรม Lingo version 8.0 ช่วยในการคำนวณหาขนาดสั่งซื้อต่ำสุด.....	52
29 IDEFO แผนผังทางธุรกิจของโรงงานตัวอย่าง.....	54
30 กราฟพาเรโตแสดงการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบ.....	57

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
31 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณการใช้ของวัตถุดิบด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่.....	63
32 กราฟแสดงการพยากรณ์การใช้ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลครั้งเดียว.....	63
33 กราฟแสดงการพยากรณ์การใช้ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียลสองครั้ง.....	64
34 กราฟแสดงการพยากรณ์การใช้ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา.....	64
35 กราฟแสดงการพยากรณ์การใช้ด้วยวิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเส้นตรง.....	65
36 การวิเคราะห์ค่าผิดปกติ (Outlier) ของข้อมูลวัตถุดิบ รหัส 10017.....	67
37 กราฟแสดงผลการแจกแจงปกติของปริมาณการใช้วัตถุดิบ รหัส 10017.....	68
38 กราฟตัวอย่างแสดงค่า ACF ของรหัส 10017.....	68
39 กราฟตัวอย่างแสดงค่า PACF ของรหัส 10017.....	69
40 แสดงการสั่งซื้อต่ำสุดของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีปัจจุบันโดยใช้โปรแกรม Lingo.....	79
41 แสดงการสั่งซื้อต่ำสุดของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม Lingo.....	80
42 การสั่งซื้อต่ำสุดของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีตัวอย่าง 6 เดือน (ข้อมูลปริมาณใช้จริง)....	88
43 การสั่งซื้อต่ำสุดของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีตัวอย่าง 6 เดือน(ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณใช้)	89
44 พื้นที่คลังจัดเก็บวัตถุดิบ สินค้า และการส่งมอบสินค้า.....	90
45 ลักษณะการจัดเก็บวัตถุดิบ ในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง.....	93
46 ลักษณะการจัดเก็บวัตถุดิบ รูปแบบใหม่ของโรงงานตัวอย่าง.....	94
47 ลักษณะตัวอย่างที่1 ใบสั่งผลิตสี ของโรงงานตัวอย่าง.....	95
48 ลักษณะตัวอย่างที่2 ใบสั่งผลิตสี ของโรงงานตัวอย่าง.....	95
49 ลักษณะตัวอย่างที่3 ใบสั่งผลิตสี ของโรงงานตัวอย่าง.....	96
50 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 10013.....	113
51 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 10017.....	114
52 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 11007.....	115
53 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 11012.....	116
54 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 11026.....	117
55 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 12024.....	118
56 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 12027.....	119
57 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 12030.....	120
58 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 13022.....	121
59 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 29045.....	122

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
60 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส TiO ₂	123
61 วิเคราะห์ค่าความผิดปกติ ของวัตถุดิบกลุ่ม เอ.....	125
62 แสดงผลการแจกแจงปกติของปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ.....	126
63 แสดงกราฟ ACF ของข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ.....	127
64 แสดงกราฟ PACF ของข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ.....	128



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมสีผงในประเทศไทยมีการแข่งขันด้านการตลาดค่อนข้างสูงทั้งจากในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้นแนวทางในการแข่งขันกับคู่แข่งทางการค้าโดยใช้กลยุทธ์การลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ธุรกิจสามารถอยู่รอดได้ในสภาวะการแข่งขันทางการตลาดที่ค่อนข้างสูงอย่างปัจจุบันอีกประการหนึ่งที่สำคัญคือด้านโลจิสติกส์เป็นประเด็นที่หน่วยงานและองค์กรต่างๆ รวมทั้งอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ได้ตระหนักถึงซึ่งถ้าสามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์ได้ก็ยังสามารถลดต้นทุนส่วนใหญ่ของบริษัทได้เช่นเดียวกันไม่แตกต่างจากการควบคุมคุณภาพและการลดของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมเลยทีเดียวซึ่งกิจกรรมทางด้านโลจิสติกส์ส่วนใหญ่ของอุตสาหกรรมก็จะประกอบด้วยกิจกรรมหลักคือ การจัดเก็บสินค้าคงคลัง และการขนส่ง

จากการศึกษาและตรวจสอบสภาพภายในโรงงานแล้วเห็นได้ว่าสภาพปัญหาที่สำคัญในโรงงานและสามารถนำมาลดต้นทุนได้ก็คือ การบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังอย่างมีประสิทธิภาพนั่นเองเนื่องจากปัญหาคือ ปัจจุบันฝ่ายผลิตของบริษัทจะทำการผลิตเก็บคงคลัง (Make to Stock) โดยมีฝ่ายงานหลักๆ ที่เกี่ยวข้องกับการไหลของวัตถุดิบไปสู่สินค้าสำเร็จรูปจำนวน 4 ฝ่าย คือ 1. ฝ่ายการตลาดทำหน้าที่ในการแสวงหาลูกค้าใหม่โดยเน้นตลาดที่มีความหลากหลายสูงในรุ่นการผลิตที่เล็กลง (High-mix Low-volume) การสร้างความสัมพันธ์กับกลุ่มลูกค้าเดิม และการพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำเร็จรูปให้แก่ฝ่ายผลิต 2. ฝ่ายผลิตทำหน้าที่ผลิตสินค้าสำเร็จรูปโดยอาศัยปัจจัยการผลิตต่างๆ 3. ฝ่ายโลจิสติกส์ทำหน้าที่หลักๆ 2 อย่าง คือ การเก็บรักษาวัสดุคงคลัง (วัตถุดิบ ชิ้นส่วน เครื่องจักร และสินค้าสำเร็จรูป) และการวางแผนจัดส่งสินค้าสำเร็จรูปไปสู่ลูกค้า และ 4. ฝ่ายจัดซื้อทำหน้าที่ในการจัดหาวัตถุดิบ โดยแบ่งกลุ่มวัตถุดิบออกเป็น Polyester, Epoxy, Pigment, Additive, Filler และ Resin ซึ่งพบว่า บริษัทมีปริมาณสินค้าคงคลังรวมอยู่ที่ประมาณ 1.6 เท่าของปริมาณการผลิต โดยเก็บทั้งสินค้าสำเร็จรูป และวัตถุดิบไว้ในคลังสินค้าเดียวกัน แต่ได้แยกพื้นที่การจัดเก็บที่วัสดุคงคลังออกเป็น 2 ส่วน คือ สินค้าสำเร็จรูปและวัตถุดิบซึ่งมีสัดส่วนอยู่ที่ประมาณ 60 ต่อ 40 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะการคงคลังสินค้าสำเร็จรูปจะมีจำนวนรายการมาก แต่ปริมาณการจัดเก็บแต่ละรายการน้อย ในขณะที่การคงคลังวัตถุดิบมีปริมาณคงคลังจำนวนรายการน้อย (ประมาณ 130 รายการ) แต่ปริมาณการคงคลังจำนวนมาก ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่ต้องมีการเตรียมวัตถุดิบในปริมาณมากนี้เกิดจากสาเหตุหลักๆ อยู่ 2 ประการ คือ เพื่อสำหรับความไม่แน่นอนด้านการตลาด และสำหรับความไม่แน่นอนด้านราคาวัตถุดิบ ซึ่งแม้การคงคลังดังกล่าวจะมีความจำเป็นแต่ก็ก่อให้เกิดต้นทุนต่างๆ โดยเฉพาะต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง และค่าเสียโอกาสที่เงินทุนไปจมอยู่ในสินค้า รวมถึงต้นทุนค่าดอกเบี้ย และค่าประกันสินค้า

ดังนั้นบริษัทจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาระดับการคงคลังสินค้าที่เหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า การจัดการวัสดุคงคลังในรายการวัตถุดิบมีความสำคัญต่อการผลิตในฐานะปัจจัยการผลิต ซึ่งระดับการคงคลังจะถูกกำหนดโดยอาศัยประสบการณ์ทั้งจากฝ่ายจัดซื้อที่มักคำนึงถึงราคาวัตถุดิบ และโอกาสในการขาดแคลนวัตถุดิบในแต่ละรายการ และฝ่ายโลจิสติกส์ที่ต้องควบคุมระดับคงคลังวัตถุดิบไม่ให้มีจำนวนมากเกินไป ดังนั้นการมีจุดสั่งซื้อที่เหมาะสมบรรลุวัตถุประสงค์การดำเนินงานของทั้ง 2 ฝ่ายที่ใช้ในการตัดสินใจจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นสำหรับการจัดการด้านโลจิสติกส์ของบริษัท และนอกจากนี้ยังเห็นว่า มีความยุ่งยากในการจัดการสินค้าคงคลังจำนวนมากด้วยนโยบายเดียวกันทั้งหมด ดังนั้นควรทบทวนการจัดระดับความสำคัญของสินค้าคงคลัง และวางนโยบายการจัดการตามระดับดังกล่าว และการกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจวางแผนการจัดซื้อได้อย่างเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในการลดต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อวิเคราะห์หาขนาดสั่งซื้อที่เหมาะสม และเกิดต้นทุนรวมที่มีค่าต่ำสุดโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทิน (Wagner-Whitin Algorithm: WW) ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming)

2.2 เพื่อกำหนดตำแหน่งการจัดวางวัตถุดิบ ให้เกิดระยะทางรวมในคลังต่ำที่สุด

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

3.1 โปรแกรมสามารถคำนวณปริมาณการสั่งซื้อ ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่า พร้อมกับรักษาระดับการจัดเก็บได้ตามนโยบายการจัดเก็บ ในเวลาเดียวกัน

3.2 ต้นทุนรวมของการสั่งซื้อ ลดลง จากวิธีการสั่งซื้อปัจจุบัน

3.3 การพยากรณ์เพื่อทำการจัดซื้อ มีความแม่นยำสูงขึ้น เนื่องจากใช้วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าการเบี่ยงเบนต่ำสุด

3.4 ช่วยให้ฝ่ายบริหารตัดสินใจได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาเฉพาะส่วนงานของคลังวัตถุดิบ โดยกำหนดขนาดการสั่งซื้อ และดำเนินการกำหนดตำแหน่งการจัดเก็บวัตถุดิบให้มีความเหมาะสม

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การจัดลำดับความสำคัญของวัตถุดิบคงคลังโดยใช้การแบ่งกลุ่มวัตถุดิบ ABC

ในการดำเนินการวิเคราะห์ถึงปัญหาหรือข้อมูลที่จะดำเนินการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนรวมของวัตถุดิบในคลังนั้น ส่วนมากแล้วการวิจัยจะดำเนินการจัดกลุ่มวัตถุดิบที่มีมูลค่าโดยรวมสูงแต่มีจำนวนรหัสของวัตถุดิบที่ไม่มากนักเพื่อให้สามารถจัดการและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือนั่นก็คือแก้ไขตามจำนวนรหัสที่ไม่มากแต่มีผลต่อมูลค่าวัตถุดิบคงคลังรวมถึง 80% ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Pareto's Diagram ในการจัดการแบ่งตามมูลค่าหรือความสำคัญ ซึ่งปกติแล้ว 20% ของจำนวนชนิดของ Part มักมีมูลค่าโดยประมาณที่ 80% ของมูลค่าทั้งหมด ดังนั้นทำให้สามารถเลือกที่จะให้ความสำคัญกับสินค้าหรือปัญหานั้น เพราะเนื่องจากถ้าสามารถจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นกับสินค้า จำนวน 20% ของทั้งหมดนั้นได้ นั้นหมายถึงสามารถควบคุมและจัดการกับมูลค่าได้ถึง 80% ของมูลค่ารวมที่มีอยู่ในคลัง

ดังนั้นแนวทางการบริหารคลังสินค้าคงคลัง จึงเริ่มต้นจากการพยากรณ์ความต้องการ จากนั้นจึงดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของสินค้า ทั้งนี้สินค้าที่มีความสำคัญลำดับ A จะต้องควบคุมลงในรายละเอียดแต่ละชั้นหรือรายการและคัดเลือกวิธีการจัดการที่จะใช้ในการจัดการสินค้าที่เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทความต้องการ เช่น กรณีความต้องการเป็นอิสระและค่อนข้างแน่นอนหรือคงที่ และกรณีความต้องการเป็นอิสระและไม่คงที่ ในการวิเคราะห์หาจุดสั่งซื้อ ปริมาณการสั่งซื้อ และปริมาณสินค้าคงคลังสำรองเพื่อความปลอดภัย การแบ่งกลุ่มประเภทสินค้าคงคลังด้วยระบบเอบีซี (ABC Classification) เป็นวิธีการจัดกลุ่มสินค้าที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยแบ่งสินค้าคงคลังออกเป็น 3 ชนิดคือ A , B และ C โดยอาศัยหลักการของพาเรโต ที่มุ่งให้ความสำคัญกับสินค้าจำนวนน้อยแต่มีมูลค่ามาก สำหรับความหมายของสินค้าคงคลังทั้ง 3 ชนิด คือ สินค้ากลุ่ม A เป็นสินค้าคงคลังที่มีมูลค่าในการสั่งซื้อสูงหรือหมุนเวียนสูงที่สุด ของจำนวนสินค้าทั้งหมด สินค้ากลุ่ม B เป็นสินค้าเป็นสินค้าคงคลังที่มีมูลค่าในการสั่งซื้อสูงปานกลาง และสินค้ากลุ่ม C เป็นสินค้าเป็นสินค้าคงคลังที่มีมูลค่าในการสั่งซื้อต่ำ แต่มีจำนวนมากที่สุด

2. เครื่องมือสำหรับการจัดทำผังกระบวนการทางธุรกิจ IDEF0

IDEF0 เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำผังกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งแสดงตัวแบบของกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปแบบของปัจจัยป้อนเข้า (Input) ตัวขับเคลื่อน (Mechanism) ตัวควบคุม (Control) และผลลัพธ์ (Output) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเครื่องมือ IDEF0 เป็นเครื่องมือที่เข้าใจได้สำหรับบุคลากรทุกด้าน ใช้ได้กับทุกองค์กรและสื่อสารได้ง่ายเป็นเครื่องมือที่แสดงเพียงสี่เหลี่ยมและลูกศร IDEF0 เป็นเครื่องมือแสดงผังกระบวนการทางธุรกิจของการไหลของข้อมูลสารสนเทศ และการไหล

ของวัสดุ โดยจำลองการกระทำและกิจกรรมขององค์กรในสถานการณ์จริง และจำลองการตัดสินใจจากการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งมุ่งเน้นการบ่งชี้กระบวนการวิเคราะห์การติดต่อสื่อสาร และการประสานงานในโซ่อุปทานและโลจิสติกส์

IDEFO เป็นเครื่องมือที่แสดงผังกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งแสดงโดยรูปสี่เหลี่ยมและลูกศร ดังภาพประกอบที่ 1 ซึ่งลูกศรที่เข้า 3 ด้านประกอบด้วย ด้านหน้าแสดงปัจจัยเข้า (Input) ด้านบนแสดงตัวควบคุม (Control) ลูกศรออกด้านหลังแสดงผลลัพธ์ (Output) ด้านล่างแสดงถึงตัวขับเคลื่อน (Mechanism)

2.1 อธิบายส่วนประกอบของ IDEFO

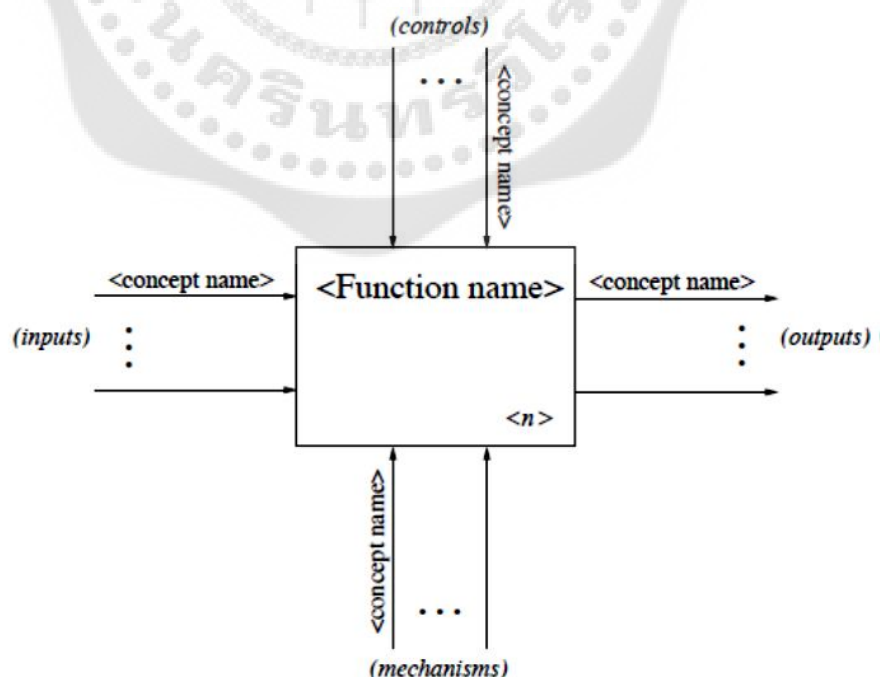
2.1.1 กิจกรรม (Activities) คือ การกระทำหน้าที่หรือการทำงานแทนด้วยกรอบสี่เหลี่ยม (กริยา) เช่น สั่งซื้อ วัตถุดิบ สอบเทียบเครื่องมือวัด ซ่อมบำรุง เป็นต้น

2.1.2 ปัจจัยเข้า (Input) คือ วัตถุดิบหรือข้อมูลที่ต้องการเพื่อทำกิจกรรม ซึ่งถูกแปรรูปให้เกิดความสมบูรณ์ของกิจกรรม เช่น ใบเสนอราคา ใบสั่งซื้อ เอกสารต่างๆ เป็นต้น

2.1.3 ตัวควบคุม (Control) คือ แนวทางหรือตัวควบคุมการเริ่มต้นของกิจกรรมอาจรวมกับปัจจัยเข้า (Input) เพื่อทำงานให้เกิดปัจจัยออก (Output) เช่น สิ่งที่ต้องการ มาตรฐาน นโยบาย คำสั่ง เป็นต้น

2.1.4 ตัวขับเคลื่อน (Mechanism) คือ การระบุว่ากิจกรรมบรรลุผลสำเร็จด้วยอะไร เช่น คนควบคุมเครื่องจักร เครื่องมือ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

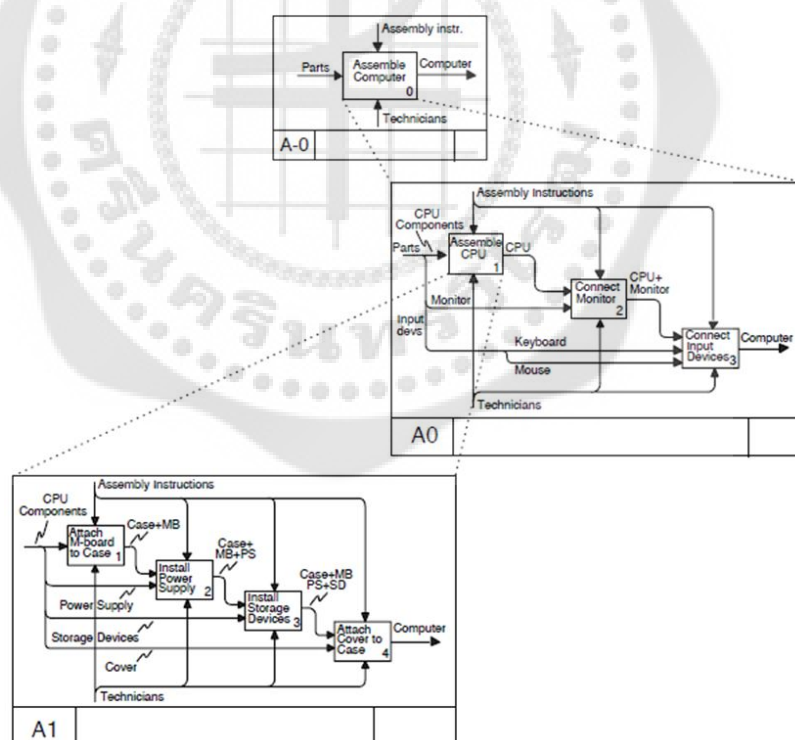
2.1.5 ผลลัพธ์ (Output) คือ ผลลัพธ์หรือผลผลิตจากความสมบูรณ์ของกิจกรรม เช่น ใบสั่งของ ใบสั่งซื้อ บิลเงินสด เป็นต้น



ภาพประกอบ 1 ส่วนประกอบIDEF (Menzel and Mayer. 2004)

2.2 รูปแบบของการเขียนผังกระบวนการทางธุรกิจ IDEF0

การประยุกต์ IDEF0 ในการเขียนผังกระบวนการทางธุรกิจ ตัวแบบมีลักษณะเป็นลำดับชั้น (Hierarchy) ซึ่งด้วยส่วนประกอบเชื่อมโยงกันเป็นลำดับชั้น ซึ่งเป็นลำดับที่มีความเชื่อมโยงกันของ บริษัทหรือส่วนงาน ที่ระดับบนสุดของตัวแบบ IDEF0 จะแบ่งออกเป็นไดอะแกรมลงด้านล่าง แสดง ดังภาพประกอบที่ 2 ซึ่งจากภาพจะแสดงโครงสร้างตัวแบบ IDEF0 ที่ระดับบนสุดแสดง A_0 แบ่ง ระดับลงล่างเป็น 2 ระดับแสดงโดย ไดอะแกรม ระดับแรกประกอบด้วย 3 กิจกรรมคือ A_1 , A_2 และ A_3 สำหรับกิจกรรม A_1 แยกเป็นกิจกรรมย่อยออกมาในระดับล่างถัดมา ซึ่งแสดงเป็นไดอะแกรมที่ ประกอบด้วย 4 กิจกรรม คือ A_{11} , A_{12} , A_{13} และ A_{14} เป็นต้น โดยที่ความสำคัญของรูปแบบ โครงสร้าง IDEF0 ในรูปภาพที่ 4.3 เป็นโครงสร้างกิจกรรมที่แสดงถึงการผลิตคอมพิวเตอร์ โดยการ ประยุกต์ผังโครงสร้างตัวแบบ IDEF0 ในระดับบนสุดระดับ A_0 การประกอบคอมพิวเตอร์ ซึ่งแยกเป็น กิจกรรมระดับที่ 1 ประกอบด้วยกิจกรรม ประกอบ CPU ประกอบหน้าจอ และประกอบ input devices โดยที่กิจกรรมประกอบ CPU ยังแบ่งเป็นกิจกรรมย่อยในระดับที่ 2 ถัดมาซึ่งประกอบด้วย กิจกรรมประกอบ Main board เข้าไปใน case กิจกรรมประกอบแหล่งจ่ายไฟหลัก กิจกรรมประกอบ Storage Devices และ กิจกรรมประกอบ Cover เป็นต้น



ภาพประกอบ 2 แสดงโครงสร้างต้นแบบของ IDEF0 (Menzel and Mayer. 2004)

3. ความรู้เกี่ยวกับการจัดการคลังสินค้า

3.1 ความหมายและความสำคัญของระบบสินค้าคงคลัง

ความหมายของคลังสินค้า คลังสินค้า หมายถึง สิ่งปลูกสร้างที่มีไว้เพื่อใช้ในการพักและเก็บรักษาสินค้าในปริมาณที่มาก ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสินค้าหรือวัตถุดิบ การจัดเก็บโดยไม่ให้สินค้าเสื่อมสภาพหรือแตกหักเสียหาย

คลังสินค้า โดยทั่วไปจะทำหน้าที่จัดเก็บวัตถุดิบ หรือ สินค้าสำเร็จรูป เป็นหลัก หรือบางครั้งอาจใช้เก็บงานระหว่างการผลิต ชิ้นส่วนหรือสินค้ากึ่งสำเร็จรูปบ้าง ซึ่งในการจัดเก็บสินค้าหรือวัตถุดิบจำพวกนี้ จำเป็นต้องมีการจัดการที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่เกิดความเสียหายต่อสินค้าหรือวัตถุดิบที่เก็บอยู่ภายในคลังสินค้า วัตถุประสงค์และประโยชน์ของคลังสินค้า

วัตถุประสงค์ของการควบคุมระบบของคลัง คือ เพื่อหาแนวทางในการกำหนดจำนวนของคลังที่มีอยู่ให้เพียงพอแก่ความต้องการหรืออุปสงค์ โดยที่ก่อให้เกิด ต้นทุนต่ำที่สุด ซึ่งนั่นก็คือ การวิเคราะห์หาว่าช่วงเวลาใดที่ควรทำการสั่งซื้อของคลังมาเพิ่ม และถ้ามีการสั่งซื้อนั้นควรจะต้องมีการสั่งซื้อในเป็นปริมาณเท่าใด (Tersine. 1994), (Winston. 1994) และ (Anderson et al. 1997)

3.2 ประเภทของสินค้าคงคลัง

3.2.1 สินค้าคงคลังที่อยู่ในรูปวัตถุดิบ (Raw Material Inventory) เป็นวัตถุดิบเพื่อที่จะดำเนินการเป็นสินค้าระหว่างการผลิต หรือสินค้ากึ่งสำเร็จรูป และสินค้าสำเร็จรูปตามขั้นตอน เช่น Epoxy resin, filler, pigment ในกระบวนการผลิตสีผง เป็นต้น

3.2.2 สินค้าคงคลังที่อยู่ในรูปของสินค้าที่อยู่ระหว่างการผลิต (Work in process Inventory) เป็นสินค้าที่อยู่ในระหว่างกระบวนการผลิต เช่น สีผงที่อยู่ในกระบวนการฉีดที่มีความร้อนจัดแล้วโดนความเย็นและบดหยากทันทีกลายเป็นกรานูล ที่รอเข้ากระบวนการบดละเอียดต่อไป ชิ้นส่วนแกนหลักของหม้อแปลงไฟฟ้าที่รอการเดินสายไฟ เป็นต้น

3.2.3 สินค้าคงคลังที่อยู่ในรูปของสินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods Inventory) เป็นสินค้าสำเร็จรูปที่อยู่ในคลังสำเร็จรูปพร้อมจำหน่ายและจัดส่งให้แก่ลูกค้าได้ เช่น สีผงอุตสาหกรรม หม้อแปลงไฟฟ้า ตู้ควบคุมไฟฟ้าที่เดินสายไฟเสร็จแล้ว เป็นต้น

3.2.4 สินค้าคงคลังที่อยู่ในระหว่างการกระจายสินค้า (Distribution Inventory) เป็นสินค้าคงคลังที่อยู่ในระหว่างกระบวนการกระจายสินค้าจากผู้ผลิตไปยังลูกค้าต่อไป

3.2.5 สินค้าคงคลังสำหรับการซ่อมบำรุง (Maintenance and Repair Operation Inventory) เป็นสินค้าคงคลังที่สำรองไว้เพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องจักร โดยที่จะมีไว้เพื่อรักษาระบบการรับคำสั่งซื้อ กระบวนการผลิต กระบวนการจัดส่งสินค้าในระบบโลจิสติกส์ และระบบห่วงโซ่อุปทาน ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สายพาน ชิ้นส่วนเครื่องผสมสีผง แบร้ง เป็นต้น

3.3 ต้นทุนสินค้าคงคลัง

ในการบริหารสินค้าคงคลังเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและรักษาระดับการให้บริการ มีต้นทุนเกิดขึ้นจากการบริหารสินค้าคงคลัง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

3.3.1 ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้วัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบ หรือสินค้าสำเร็จรูปต่างๆ ต้นทุนประเภทนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการสั่งซื้อ และคำนวณออกมาในรูปของจำนวนเงินต่อการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท/จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ) ซึ่งจะแปรผันตามจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ ดังนั้นการสั่งซื้อด้วยปริมาณครั้งละมากๆ จะทำให้ต้นทุนสินค้าต่อหน่วยต่ำลงได้

3.3.2 ต้นทุนในการซื้อต่อหน่วย (Unit Purchasing Costs) เป็นต้นทุนผันแปรต่อหน่วยของสินค้าโดยทั่วไปจะเรียกว่า ราคาต่อหน่วย ซึ่งส่วนมากแล้วต้นทุนนี้จะรวมต้นทุนการขนส่งไว้แล้วด้วย

3.3.3 ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (Holding Costs) คือต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการมีสินค้าคงคลังเก็บไว้ในคลัง ซึ่งต้นทุนประเภทนี้จะแปรผันโดยตรงต่อขนาดของสินค้าคงคลัง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องมือ ในการจัดให้มีสินค้าคงคลัง ค่าประกันภัย ค่าของเสียหาย ค่าสูญเสียจากการที่สินค้าล้าสมัย ค่าเสื่อมคลังสินค้า และค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่จมอยู่กับสินค้าคงคลัง เป็นต้น

3.3.4 ต้นทุนที่เกิดจากของขาดแคลน (Shortage Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในกรณีที่สินค้าไม่เพียงพอหรือผลิตไม่ทันเวลาสำหรับขายหรือจำหน่าย ทำให้บริษัทขาดรายได้ที่ควรจะได้จากการขายสินค้านั้น และยังทำให้ขาดความเชื่อถือจากลูกค้าจนทำให้สูญเสียลูกค้าให้กับคู่แข่งไป และส่วนของวัตถุดิบนั้น ถ้ามีไม่เพียงพอสายการผลิตอาจจะหยุดชะงักเนื่องจากวัตถุดิบไม่เพียงพอที่จะส่งผลกระทบต่อระบบห่วงโซ่อุปทานในสายการผลิตจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำได้

3.4 ความรู้เกี่ยวกับการจัดการคลังสินค้า

3.4.1 การจัดการคลังสินค้า (Warehouse management)

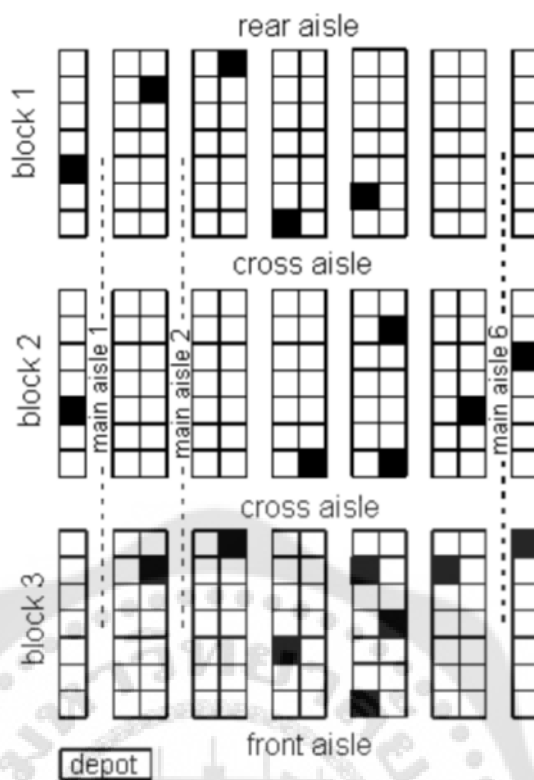
ความหมายของการจัดการคลังสินค้า การจัดการคลังสินค้า หมายถึง การจัดระเบียบในด้านการเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ การวางและการรักษาสินค้าอย่างเป็นระบบ มีระเบียบแบบแผน เพื่อป้องกันและรักษาสินค้าให้อยู่ในสภาพที่ดี ด้วยต้นทุนการดำเนินงานที่ต่ำเพื่อช่วยในการดำเนินงานและกำไรให้กับกิจการ การดำเนินงานในลักษณะนี้จะเกิดจากการบริหารทรัพยากรทั้งหมดภายในคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานของคลังสินค้า ระบบการตรวจติดตามสถานะ (Tracking system) และการสื่อสารภายในคลังสินค้า ทั้งนี้การจัดการคลังสินค้ามีวัตถุประสงค์เพื่อ ลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายให้มากที่สุด, ทำให้เกิดการใช้พื้นที่และปริมาณในการจัดเก็บมากที่สุด, ความมั่นใจได้ว่ามีอุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบสนับสนุนต่างๆที่เพียงพอและเพื่อให้เกิดการบริหารต้นทุนพัสดุคงคลังให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (ชุมพล. 2550)

3.4.2 การกำหนดขนาดของคลังสินค้า

การกำหนดขนาดของคลังสินค้าเป็นเรื่องที่สำคัญ ทั้งนี้ขนาดของคลังสินค้าจะแปรผกผันกับจำนวนคลังสินค้า โดยที่ปัจจัยต่างๆ ที่ควรคำนึงถึงในการกำหนดขนาดของคลังสินค้า คือ ขนาดของสินค้าหรือบรรจุภัณฑ์และปริมาณของสินค้าที่ต้องจัดเก็บ, ระดับการบริการของคลังสินค้า โดยที่คลังสินค้าที่มีระดับการบริการสูงจะต้องการใช้พื้นที่มาก ส่วนคลังที่มีระดับการบริการต่ำจะต้องใช้พื้นที่น้อยลง ทั้งนี้สถานที่ตั้งของคลังสินค้าก็จะมีผล, รอบเวลาในการนำสินค้าเข้าหรือออก ทั้งนี้สินค้าที่มีรอบระยะเวลาในการนำเข้าหรือออกที่นาน จะต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บที่มากขึ้น ส่วนคลังสินค้าที่มีรอบระยะเวลาในการนำสินค้าเข้าและออกที่สั้นจะสามารถลดพื้นที่ของคลังสินค้าลงได้ ตัวอย่างเช่นคลังสินค้าแบบ Cross docking อาจจะไม่ต้องมีพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าเลยหรือมีปริมาณที่น้อยก็ได้, การกำหนดขนาดของคลังสินค้าต้องคำนึงปริมาณของสินค้าที่ต้องการจัดเก็บมากที่สุดเท่าที่ต้องการ และรวมกับพื้นที่สำหรับกิจกรรมต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นภายในคลังสินค้านั้น เช่น รูปแบบการวางผังคลังสินค้า ประเภทของชั้นวางการจัดเก็บ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ขนถ่าย และทางเดินหรือทางถนนที่ต้องการ และการใช้พื้นที่ในแนวสูง เป็นต้น (ชุมพล. 2550)

3.4.3 การวางผังของคลังสินค้า

การวางผังคลังสินค้า ซึ่งก็คือการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยงานต่างๆ ภายในคลังสินค้า การกำหนดที่ตั้งของชั้นวางสินค้าและการกำหนดทางเดินหรือทางรถวิ่งหรือการจราจรภายในคลังสินค้า ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานที่ดีที่สุด เช่น มีการใช้พื้นที่ที่มากที่สุดมีการเคลื่อนย้ายสินค้าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นต้น ภาพด้านล่างแสดงตัวอย่างของผังของคลังสินค้าชนิดหนึ่ง ซึ่งจะแสดงถึงพื้นที่ในการวางสินค้าและทางเดินในการนำสินค้าเข้าและออกจากคลังสินค้านั้นภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่างผังของคลังสินค้า (Layout) (ชุมพล. 2550)

จากภาพประกอบที่ 3 ยังเห็นได้ว่าการวางผังคลังสินค้าจะมีรูปแบบการวางสินค้าและอุปกรณ์ชั้นวางสินค้าในรูปแบบต่างๆ คือ การวางสินค้าแบบ Block Stacking คือ การวางสินค้าบนพื้นโดยไม่ได้ใช้ชั้นวางสินค้า (Shelf or Rack) , การวางสินค้าด้วยชั้นวางแบบ Selective Pallet Racking ประกอบด้วยโครงเหล็กที่จัดในแนวตั้งและประกอบด้วย Load Beam สำหรับ Selective เป็นวิธีจัดเก็บที่มีแพร่หลายสำหรับสินค้าที่ต้งบนพาเลท (Palletized Goods) และเป็นระบบการจัดเก็บที่ง่าย, การวางสินค้าด้วยชั้นวางแบบ Drive in Racking ซึ่งเป็นวิธีจัดเก็บที่มีปริมาณ Pallet จัดเก็บจำนวนต่อเนื่องโดยไม่มีทางเดินระหว่าง Rack, การวางสินค้าด้วยชั้นวางแบบ Pallet flow rack ซึ่งเป็นวิธีจัดเก็บที่มี Pallet จัดเก็บอย่างต่อเนื่อง โดยที่พาเลทจะไหลเคลื่อนที่ และ การวางสินค้าด้วยชั้นวางแบบ Mobile pallet racking

3.4.4 การนำสินค้าเข้าคลังและรูปแบบการจัดเก็บ (Storage)

ลักษณะการนำเข้าและจัดเก็บสินค้าและวัตถุดิบมีหลายรูปแบบ คือ การจัดเก็บแบบไม่เป็นทางการ (Informal system) เป็นรูปแบบการจัดเก็บสินค้าที่ไม่มีการบันทึกตำแหน่งการจัดเก็บเข้าไว้ในระบบ, การจัดเก็บแบบคงตำแหน่ง (Fixed location system) วัตถุดิบและสินค้าทุกชนิดจะมีตำแหน่งจัดเก็บที่กำหนดไว้ตายตัวอยู่แล้ว ซึ่งการจัดเก็บรูปแบบนี้เหมาะสำหรับคลังสินค้าที่มีขนาดเล็ก, การจัดเก็บแบบตามเลขสินค้า (Part number system) มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับการจัดเก็บแบบคงตำแหน่ง(Fixed location system) โดยข้อแตกต่างนั้นจะอยู่ที่การเก็บแบบตามเลขสินค้า (Part

number system) นั้นจะมีลำดับการจัดเก็บเรียงกัน เช่น เลขสินค้าหมายเลข 1AA นั้นจะถูกจัดเก็บก่อนเลขสินค้าหมายเลข 2AA เป็น นอกจากนี้ในการจัดเก็บแบบเลขสินค้า (Part number) จะส่งผลให้พนักงานรู้ตำแหน่งของสินค้าได้ง่าย, การจัดเก็บตามประเภทสินค้า (Commodity system) เป็นรูปแบบการจัดเก็บสินค้าตามประเภทของสินค้า (Product type) โดยมีการจัดตำแหน่งการวางคล้ายกับร้านค้าปลีกหรือตามซูเปอร์มาร์เก็ต (Supermarket) ทั่วไปที่มีการจัดวางสินค้าในกลุ่มเดียวกันหรือประเภทเดียวกันไว้ที่ตำแหน่ง (Location) ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งรูปแบบในการจัดเก็บสินค้าแบบนี้จัดอยู่ในประเภทผสม (Combination system) ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บสินค้าคือมีการเน้นเรื่องการใช้พื้นที่ (Space utilization) มากขึ้น และทำให้พนักงานสะดวกต่อการหยิบ (Pick) สินค้า, การจัดเก็บแบบสุ่ม (Random location system) เป็นการจัดเก็บที่ไม่ได้กำหนดตำแหน่งตายตัว ทำให้สินค้าแต่ละชนิดสามารถถูกจัดเก็บไว้ในตำแหน่งใดก็ได้ในคลังสินค้า ซึ่งในการจัดเก็บแบบนี้จะเป็นรูปแบบที่ใช้พื้นที่จัดเก็บอย่างคุ้มค่า เพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ (Space utilization) และเป็นระบบที่ถือว่ามีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับคลังสินค้าทุกขนาด และการจัดเก็บแบบผสม (Combination system) เป็นรูปแบบการจัดเก็บที่ผสมผสานหลักการของรูปแบบการจัดเก็บแบบต่างไว้ด้วยกัน โดยตำแหน่งในการจัดเก็บนั้นจะมีการพิจารณาจากเงื่อนไขหรือข้อกำหนดของสินค้าชนิดนั้นๆ เช่น หากคลังสินค้านั้นมีสินค้าที่เป็นวัตถุดิบหรือสารเคมีต่างๆ รวมอยู่กับสินค้าอาหาร จึงควรแยกการจัดเก็บสินค้าอันตรายและสินค้าเคมีดังกล่าวให้อยู่ห่างจากสินค้าประเภทอาหารและเครื่องดื่ม เป็นต้น ซึ่งถือเป็นรูปแบบการจัดเก็บแบบคงตัว (Fix location) สำหรับพื้นที่ที่เหลือในคลังสินค้านั้นเนื่องจากการคำนึงถึงเรื่องการใช้พื้นที่ ดังนั้นจึงจัดเก็บในพื้นที่ส่วนที่เหลือแบบสุ่ม (Random) โดยรูปแบบการจัดเก็บแบบนี้เหมาะสำหรับคลังสินค้าทุกๆ แบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคลังสินค้าที่มีขนาดใหญ่และสินค้าที่จัดเก็บนั้นมีความหลากหลาย

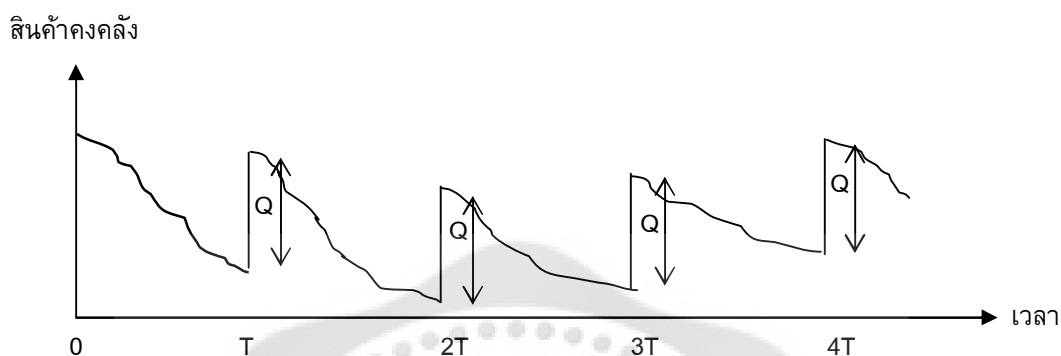
3.5 นโยบายและวัตถุประสงค์สินค้าคงคลัง

การบริหารสินค้าคงคลังจะกำหนดเป็น “นโยบายสินค้าคงคลัง” ว่าควรจะสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้าเมื่อใดและจะสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้าปริมาณเท่าใดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในระบบสินค้าคงคลังรวมทั้งหมดเฉลี่ยต่อหน่วยเวลาต่ำที่สุดซึ่งจะเลือกใช้นโยบายที่ให้ผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่ง นโยบายสินค้าคงคลัง หมายถึง การกำหนดว่า จะสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้าเมื่อใดและจะสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้าปริมาณเท่าใด เขียนแทนด้วย (*, **) (สุพรรณ. 2554)

โดยที่	*	แทน จะสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้าเมื่อใด (When) ใช้ตัวแปร
	T	แทน เวลาระหว่างการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้า 2 ครั้งที่ติดกัน หรือ
	s	แทน ระดับสินค้าคงคลังที่จะต้องสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้า
	**	แทน จะสั่งซื้อหรือสั่งผลิตเท่าใด (How many) ใช้ตัวแปร
	S	แทน ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด
	Q	แทน จำนวนสินค้าที่จะต้องสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้า

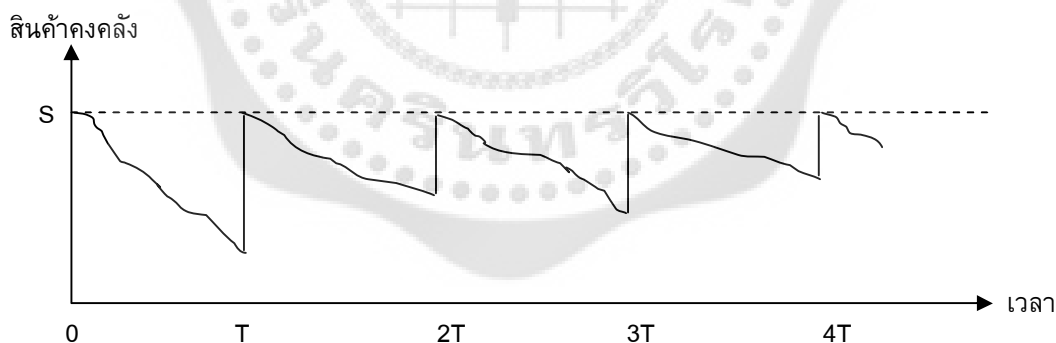
ซึ่งมี 4 นโยบายดังนี้

3.5.1 นโยบายสินค้าคงคลัง (T, Q) หมายถึง จะมีการจัดหาสินค้าทุก ๆ T หน่วยเวลา โดยจำนวนสินค้าที่จัดหาแต่ละครั้ง เท่ากับ Q หน่วย ดังในภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้้นโยบายสินค้าคงคลัง (T, Q)

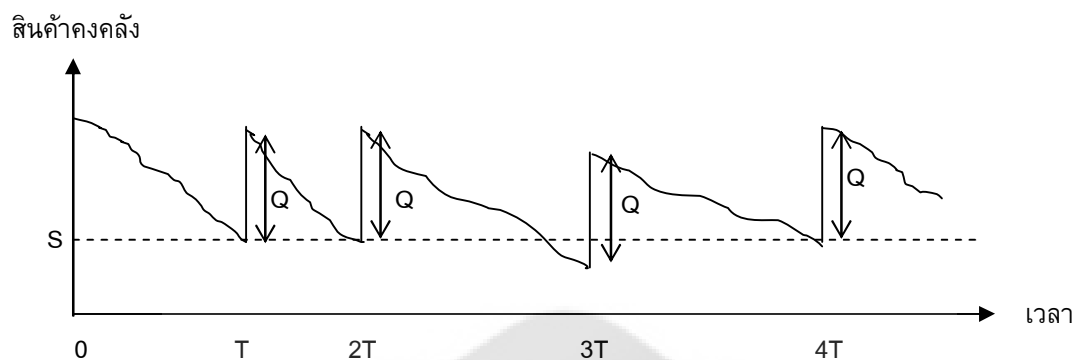
3.5.2 นโยบายสินค้าคงคลัง (T, S) หมายถึง จะมีการจัดหาสินค้าทุก ๆ T หน่วยเวลา โดยให้ระดับสินค้าคงคลังขึ้นไปอยู่ที่ระดับ S หน่วย ดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้้นโยบายสินค้าคงคลัง (T, S)

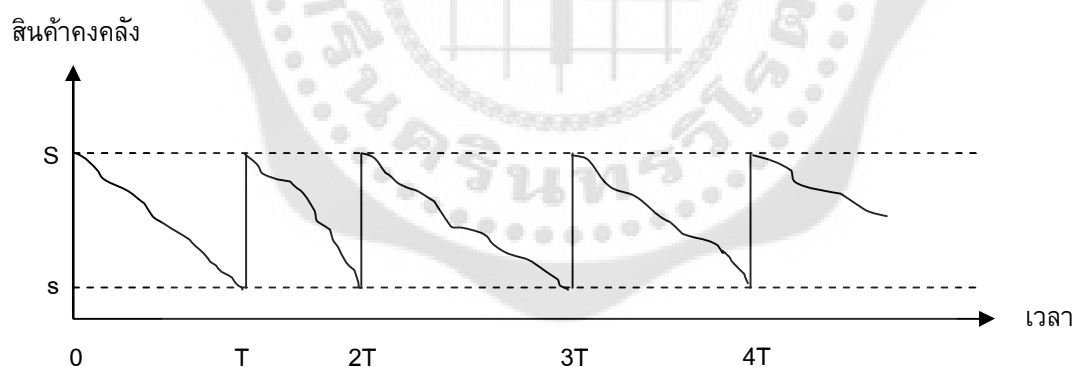
จากนโยบายสินค้าคงคลัง (T, Q) และ (T, S) ดังภาพประกอบที่ 4 และ ภาพประกอบที่ 5 เห็นได้ว่า เป็นนโยบายที่บริหารงานง่าย เนื่องจากทั้งเวลาและจำนวนสินค้าที่จะสั่งซื้อหรือสั่งผลิตถูกกำหนดไว้อย่างแน่นอน ทำให้สามารถวางแผนการดำเนินงาน และงบประมาณได้อย่างชัดเจน

3.5.3 นโยบายสินค้าคงคลัง (s, Q) หมายถึง จะมีการจัดหาสินค้าเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาถึง s หน่วยหรือต่ำกว่า โดยจำนวนสินค้าที่จัดหาแต่ละครั้ง เท่ากับ Q หน่วย ดังภาพประกอบที่ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้ นโยบายสินค้าคงคลัง (s, Q)

3.5.4 นโยบายสินค้าคงคลัง (s, S) หมายถึง จะมีการจัดหาสินค้าเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาถึง s หน่วยหรือต่ำกว่า โดยให้ระดับสินค้าคงคลังขึ้นไปอยู่ที่ระดับ S หน่วย ดังภาพประกอบที่ 7

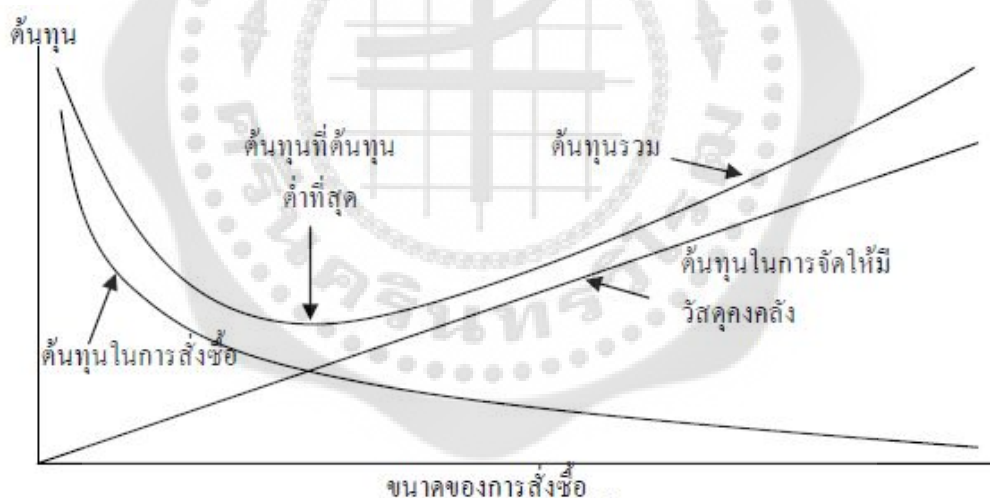


ภาพประกอบ 7 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้ นโยบายสินค้าคงคลัง (s, S)

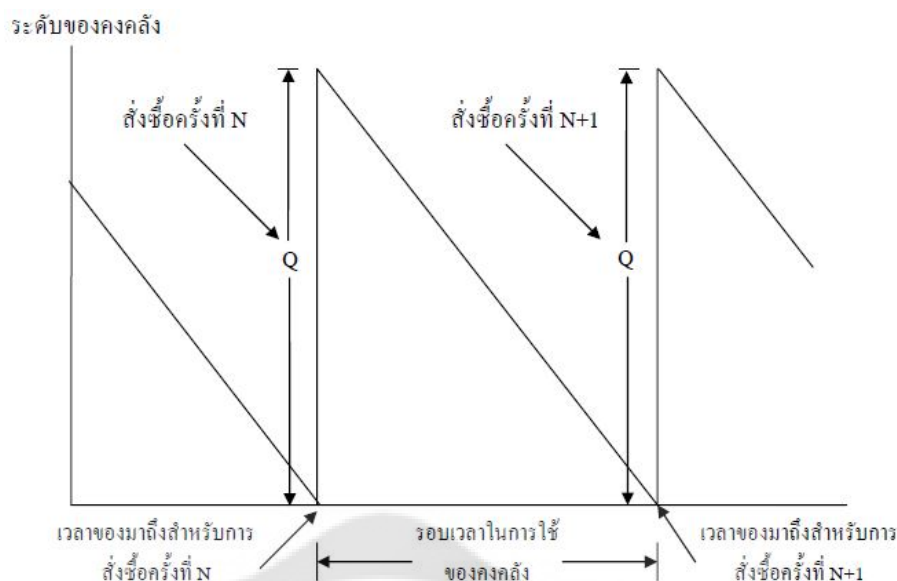
จากนโยบายสินค้าคงคลัง (s, Q) และ (s, S) ดังภาพประกอบที่ 6 และ ภาพประกอบที่ 7 เห็นได้ว่าเป็นนโยบายที่บริหารงานยากขึ้น เนื่องจากต้องทำการตรวจนับสินค้าคงคลังตลอดเวลา หากสินค้าคงคลังลดลงมาถึงระดับ s หน่วย จะต้องสั่งซื้อสินค้าทันที ดังนั้นการเลือกใช้นโยบายสินค้าคงคลังจะขึ้นอยู่กับลักษณะระบบนั้น ๆ เช่น ความต้องการสินค้าเป็นตัวแปรสุ่มหรือมีค่าคงที่ เวลาารอคอยสินค้าเป็นตัวแปรสุ่มหรือมีค่าคงที่ เป็นต้น ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

4. การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อ

4.1 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ – Economic Order Quantity) เป็นตัวแบบที่นำมาใช้ในการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมซึ่งตัวแบบ EOQ นั้นจะเป็นการมุ่งเน้นที่จะลดผลรวมของต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการจัดเก็บ นอกจากนั้นผลรวมของค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและการจัดเก็บที่ทำให้มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดนั้นจะเป็นจุดที่แสดงถึงค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บที่มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อซึ่งอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าอุปสงค์มีค่าคงที่ และเกิดขึ้นด้วยอัตราคงที่ เวลานำมีค่าเป็นศูนย์ตลอดระยะเวลาในการวางแผน และไม่มีการขาดแคลนวัตถุดิบ แบบจำลองของคงคลังการกำหนดปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์นี้ ใช้ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด โดยสมมติว่าอัตราอุปสงค์คงที่, เวลานำเท่ากับศูนย์, ไม่เกิดการขาดแคลน และต้นทุนต่าง ๆ คงที่ดังภาพประกอบที่ 8 และ 9 ตามลำดับ (พรสรวง. 2547) โดยสังเกตเห็นได้ว่าการคำนวณหาจุดหรือขนาดของสินค้าคงคลังที่ทำให้ต้นทุนของการคงคลังทั้งสิ้นอยู่ในระดับต่ำสุดนั้นมีสมมติฐานดังนี้คือ ปริมาณความต้องการสินค้านั้นสามารถระบุค่าได้และคงที่ในแต่ละช่วงเวลา ไม่เกิดการขาดสต็อก, ช่วงเวลานำ (lead time) ในการรับสินค้านั้นมีค่าคงที่, สินค้าที่มีการสั่งนั้นจะถูกจัดเก็บทั้งหมดภายในครั้งเดียว



ภาพประกอบ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนจัดเก็บ (วรินทร์. 2548)



ภาพประกอบ 9 แสดงรอบเวลาในการสั่งซื้อสินค้าคงคลัง (วรินทร์. 2548)

ในการคำนวณหาปริมาณการสั่งที่เหมาะสมนั้นสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้
กำหนดให้

EOQ (Q^*)	คือ ขนาดการสั่งต่อครั้งที่เหมาะสม (หน่วย)
Q	คือ ปริมาณการสั่งต่อครั้ง (หน่วย)
D	คือ ความต้องการสินค้าต่อปี (หน่วย)
Co	คือ ต้นทุนการสั่ง หรือต้นทุนการตั้งเครื่องจักรใหม่ต่อครั้ง (บาท)
Cc	คือ ต้นทุนการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปี (บาท)
TC	คือ ต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม (บาท)

ต้นทุนในการสั่งรวมต่อปีนั้นสามารถคำนวณได้จากผลคูณระหว่างต้นทุนการสั่งต่อครั้งและจำนวนครั้งที่มีการสั่งทั้งหมดในแต่ละปี ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (1)

$$\text{Annual ordering cost} = \left[\frac{CoD}{Q} \right] \quad (1)$$

ต้นทุนในการจัดเก็บรวมต่อปีนั้นสามารถคำนวณได้จากผลคูณระหว่างต้นทุนการจัดเก็บต่อหน่วยและจำนวนสินค้าที่ถูกจัดเก็บเฉลี่ยในแต่ละปี ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (2)

$$\text{Annual carrying cost} = \left[\frac{QCc}{2} \right] \quad (2)$$

ต้นทุนรวมของการคงคลังในแต่ละปีนั้นสามารถคำนวณได้จากผลรวมระหว่างต้นทุนในการสั่งซื้อรวมต่อปีและต้นทุนในการจัดเก็บรวมต่อปี ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (3)

$$TC = \left[\frac{CoD}{Q} \right] + \left[\frac{QCc}{2} \right] \quad (3)$$

ในการหาจุดปริมาณการสั่งที่เหมาะสม (Q^*) ที่ทำให้ต้นทุนรวม (TC) มีค่าต่ำที่สุดนั้นสามารถคำนวณได้จากสมการ (4) - (6)

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = \left[-\frac{CoD}{Q^2} \right] + \left[\frac{Cc}{2} \right] \quad (4)$$

$$0 = \left[-\frac{CoD}{Q^2} \right] + \left[\frac{Cc}{2} \right] \quad (5)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CoD}{Cc}} \quad (6)$$

สรุปความสัมพันธ์ต่างๆได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ต้นทุนการสั่งต่อปี} = \left[\frac{D}{Q^*} \right] Co \quad (7)$$

$$\text{ต้นทุนการเก็บรักษาต่อปี} = \left[\frac{Q^*}{2} \right] Cc \quad (8)$$

$$\text{จำนวนการสั่งต่อปี} = \frac{D}{Q^*} \quad (9)$$

$$\text{รอบเวลาการสั่ง} = \frac{Q^*}{D} \quad (10)$$

4.2 วิธีสั่งซื้อเป็นช่วงเวลา (Periodic Order Quantity: POQ) วิธีนี้จะไม่คิดความแปรปรวนของอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลา คำตอบที่ได้คือจำนวนช่วงเวลาในการสั่งซื้อ คำนวณจากปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสม (EOQ)หารด้วยค่าอุปสงค์เฉลี่ย ส่วนปริมาณสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลาคือผลรวมของอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลา (พรสรวง. 2547)

4.3 วิธีสั่งซื้อแบบล็อตต่อล็อต (Lot for Lot Ordering) คือการสั่งซื้อในปริมาณที่เท่ากับอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลา เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก (พรสรวง. 2547)

4.4 วิธีต้นทุนต่อหน่วยต่ำที่สุด (Least Unit Cost: LUC) วิธีนี้พิจารณาต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยโดยหาต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยในแต่ละช่วงเวลาทำการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยเพิ่มขึ้น (พรสรวง. 2547)

4.5 วิธีปรับสมดุลต้นทุน (Part-Period Balancing: PPB) วิธีนี้พิจารณาสัดส่วนของต้นทุนในการสั่งซื้อกับต้นทุนในการเก็บรักษารวม ให้ทำการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ต้นทุนในการเก็บรักษารวมมากกว่าต้นทุนในการสั่งซื้อ (พรสรวง. 2547)

4.6 วิธีปริมาณสั่งซื้อคงที่ (Fixed Order Quantity: FOQ) วิธีนี้จะกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่เท่ากันทุกครั้ง (พรสรวง. 2547)

4.7 แบบจำลองพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อแบบพลวัต (Dynamic Lot sizing model) หรือ การกำหนดปริมาณสั่งซื้อภายใต้ระยะเวลาที่สนใจ

4.7.1 ตัวแบบ Dynamic Lot Sizing ของการสั่งซื้อวัตถุดิบชนิดเดียวในหลายช่วงเวลา (Single Item with Multiple Periods) โดยมีการกำหนดให้เวลานามีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งสามารถดูความสัมพันธ์ได้ดังสมการ (11) – (14)

สมการเป้าหมาย

$$\text{Min Cost} = \sum_{t=1}^T (s_t y_t + p_t x_t + h_t I_t) \quad (11)$$

สมการข้อจำกัด

$$I_{t-1} + x_t - I_t = d_t \quad (12)$$

$$x_t, I_t \geq 0 \quad (13)$$

$$y_t = 1 \quad \text{ถ้า } x_t > 0 \quad (14)$$

โดยที่

t แทน ช่วงเวลา ; $t = 1, 2, \dots, T$

T แทน ช่วงเวลาทั้งหมด

S_t	แทน	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง
P_t	แทน	ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบ
h_t	แทน	ค่าใช้จ่ายในการถือครองวัตถุดิบ
y_t	แทน	ค่าแสดงการสั่งซื้อโดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อและมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ
x_t	แทน	ปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ t
I_t	แทน	วัตถุดิบคงคลังปลายงวดเวลา

4.7.2 ตัวแบบ Dynamic Lot Sizing ของการสั่งซื้อวัตถุดิบหลายชนิดในหลายช่วงเวลา (Multi Item with Multiple Periods) โดยมีการกำหนดให้เวลานำมีค่าเป็นศูนย์ และมีข้อจำกัดการสั่งซื้อในแต่ละเดือนของวัตถุดิบกลุ่มเอ ได้ไม่เกิน 60 ล้านบาท ซึ่งสามารถดูความสัมพันธ์ได้ดังสมการ (15) – (21)

สมการเป้าหมาย

$$\text{Min Cost} = \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T (s_{i,t} y_{i,t} + p_{i,t} x_{i,t} + h_{i,t} I_{i,t}) \quad (15)$$

สมการข้อจำกัด

$$I_{i,t-1} + x_{i,t} - I_{i,t} = d_{i,t} \quad ; \quad \forall t, \quad (16)$$

$$y_{i,t} d_{i,kT} \geq x_{i,t} \quad ; \quad \forall t, \quad (17)$$

$$x_{i,t}, I_{i,t} \geq 0 \quad ; \quad \forall t, \quad (18)$$

$$p_{i,t} x_{i,t} \leq 60,000,000 \quad (19)$$

$$y_{i,t} = 1 \quad \text{ถ้า} \quad x_{i,t} > 0 \quad (20)$$

$$y_{i,t} = 0 \quad \text{ถ้า} \quad x_{i,t} = 0 \quad (21)$$

โดยที่

t แทน ช่วงเวลา ; $t = 1, 2, \dots, T$

T แทน ช่วงเวลาทั้งหมด

- i แทน รหัสวัตถุดิบ กลุ่มเอ ; $i = 1, 2, \dots, I$
 I แทน รหัสวัตถุดิบ กลุ่มเอ ทั้งหมด
 $s_{i,t}$ แทน ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้งของวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t
 $p_{i,t}$ แทน ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบกลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t
 $h_{i,t}$ แทน ค่าใช้จ่ายในการถือครองวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t
 $y_{i,t}$ แทน ค่าแสดงการสั่งซื้อโดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อและมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ
 $x_{i,t}$ แทน ปริมาณการสั่งซื้อของวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t
 $I_{i,t}$ แทน วัตถุดิบคงคลังปลายงวดของวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t

5. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการโปรแกรมเชิงเส้น

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการโปรแกรมเชิงเส้นและ การจัดสรรทรัพยากรปัญหาการจัดสรรทรัพยากรมีความเกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การใช้เทคนิค Linear Programming ก็เป็นเทคนิคหนึ่งในการช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (วรินทร์. 2548)

5.1 นิยามของการโปรแกรมเชิงเส้น การโปรแกรมเชิงเส้น เป็นเทคนิคเชิงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ค่าของวัตถุประสงค์บางอย่างเหมาะสมที่สุด กำหนดการเชิงเส้น สามารถใช้แก้ปัญหาดังต่อไปนี้

5.1.1 ปัญหาซึ่งสามารถแสดงอยู่ในรูปตัวเลข

5.1.2 ปัจจัยทั้งหมดในปัญหาต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้น

5.1.3 ปัญหานั้นต้องมีทางเลือกในการดำเนินการตั้งแต่ 2 ทางเลือกขึ้นไป

5.1.4 ต้องมีข้อจำกัดเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 1 ปัจจัยขึ้นไป ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดเกี่ยวกับทรัพยากรก็ได้ เช่น ชั่วโมงแรงงาน ปริมาณวัตถุดิบ และ ต้องมีค่าเฉพาะ

5.2 การตั้งปัญหากำหนดการเชิงเส้น ตั้งปัญหาให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานในการคำนวณแก้ปัญหา และ ยังช่วยให้องค์ประกอบที่สำคัญไม่ถูกมองข้าม ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ วัตถุประสงค์ และ ข้อจำกัด

5.2.1 วัตถุประสงค์ (Objective) เป็นขั้นตอนแรกในการโปรแกรมเชิงเส้น คือ การตัดสินใจว่าอะไร คือ ผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งอาจได้แก่ กำไรสูงสุด หรือ ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด จากนั้นแปลงให้เป็นรูปคณิตศาสตร์ ซึ่งเรียกว่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) ตัวแปรที่เกิดขึ้น $X_1, X_2, \dots, X_n$ เราเรียกตัวแปรไม่ทราบค่านี้ว่า ตัวแปรในการตัดสินใจ (Decision variables) ซึ่งมีได้หลายตัว แต่ วัตถุประสงค์จะมีเพียง 1 อย่างในขณะใดขณะหนึ่ง

5.2.2 ข้อจำกัด (Constraints) ข้อจำกัดต่างๆจะต้องถูกระบุอย่างชัดเจน เป็นเชิงปริมาณ และ ในรูปคณิตศาสตร์ ซึ่งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด จะเขียนอยู่ในรูปทรัพยากรที่ถูกใช้ (Amount of resource used) $\leq$ ทรัพยากรที่มีอยู่ (Amount of resource available)

ทรัพยากรที่ถูกใช้ต้องเขียนอยู่ในรูปเชิงเส้น ส่วนทรัพยากรที่มีอยู่ได้จากข้อมูลที่กำหนดให้ นอกจากนี้ ข้อจำกัดโดยทั่วไปสำหรับปัญหาทำให้ได้ค่ามากที่สุด (กำไร) $\text{Max } Z$ คือ เป็นไปไม่ได้ที่จะผลิตสินค้าเป็นปริมาณติดลบ ดังนั้น $X_1 \geq 0$, $X_2 \geq 0$, ..., $X_n \geq 0$

ปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ช่วยในการแก้ปัญหาการกำหนดการเชิงเส้นหลายตัว ได้แก่ Microsoft Solver ซึ่งมีอยู่ในโปรแกรม Microsoft Excel สามารถแก้ปัญหาการกำหนดการเชิงเส้นที่มีตัวแปรในการตัดสินใจมากกว่า 2 ตัว แต่ต้องมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์แค่อันเดียว สำหรับการแก้ปัญหาการกำหนดการเชิงเส้นที่มีตัวแปรในการตัดสินใจมากกว่า 2 ตัว และมีหลายฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีโปรแกรมช่วยในการหาคำตอบได้แก่ โปรแกรมLindo หรือ TORA เป็นต้น Microsoft Solver เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากสำหรับช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือกล่าวได้ว่า Microsoft Solver จะหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดให้กับตัวแปรทั้งหมดที่เกี่ยวข้องภายใต้เงื่อนไข (Constraints) ต่างๆ ซึ่งสามารถกำหนดคำตอบ หรือเป้าหมายของเราได้อย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 อย่างคือ ค่าสูงสุด เช่น ต้องการกำไรสูงสุด จากการผลิตสินค้าหลายอย่างในสัดส่วนที่เหมาะสม, ค่าต่ำสุด เช่น เสียค่าใช้จ่ายจากการขนส่ง หรือ ต้นทุนต่ำสุด และค่าที่เรากำหนด เช่น กำไรเท่ากับ ศูนย์ หรือ จุดคุ้มทุน แต่อย่างไรก็ตาม Microsoft Solver ก็ยังมีปัญหาอยู่บ้าง คือ การใช้ค่อนข้างยาก และ ต้องทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการหาคำตอบให้ดี

6. ทฤษฎีการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์ (Forecasting Techniques) เทคนิคของการพยากรณ์นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะวิธีการพยากรณ์ ที่อาศัยข้อมูลในอดีตประกอบการสร้างรูปแบบในการพยากรณ์ได้ดังนี้ (วรินทร์. 2548) (พีระพล. 2549)

6.1 เทคนิคเชิงคุณภาพ (Qualitative Techniques)

เทคนิคการพยากรณ์เชิงคุณภาพ เป็นเทคนิคที่อาศัยประสบการณ์ของผู้พยากรณ์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจจะไม่มีการใช้ข้อมูลในอดีต เนื่องจากไม่ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีตไว้หรือมีแต่มีไม่พอเพียงพอต่อการนำมาสร้างรูปแบบในการพยากรณ์ ดังนั้นความถูกต้องของการพยากรณ์เชิงคุณภาพ จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความสามารถของผู้พยากรณ์เป็นหลัก ซึ่งได้แก่ ทศนคติของผู้จัดการ, การพยากรณ์โดยกลุ่มผู้บริหาร (A Jury of Executive Opinion), พนักงานขายทำการพยากรณ์ (Sale forecast Estimate), สำรวจตลาด (Market Research), เทคนิคเดลฟี (Delphi Technique)

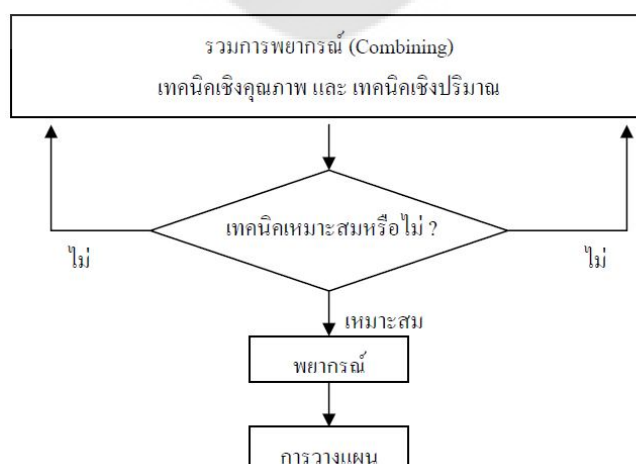
6.2 เทคนิคเชิงปริมาณ (Quantitative Techniques)

เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ จะเป็นเทคนิคที่ต้องใช้ข้อมูลในอดีต มาสร้างรูปแบบการพยากรณ์ ในรูปของสมการคณิตศาสตร์ ดังนั้นความถูกต้องของการพยากรณ์นี้จะขึ้นอยู่กับความแม่นยำของข้อมูลที่มีอยู่ และ วิธีการในแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

6.2.1 เทคนิคอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ และเทคนิคกลุ่มพวกปรับเรียบเส้นโค้ง (Smoothing Techniques)

6.2.2 เทคนิคความสัมพันธ์ของข้อมูล (Causal Model) ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเดี่ยว และ แบบพหุคูณเนื่องจากมีเทคนิคพยากรณ์มากมาย ดังนั้นในการนำเทคนิคใดมาใช้จะขึ้นอยู่กับข้อมูล และปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งบางครั้งอาจจะต้องมีการรวมทั้ง 2 เทคนิคเข้าด้วยกัน จะเห็นว่าเริ่มจากการเลือกเทคนิคการพยากรณ์ อาจเลือกเทคนิคเชิงปริมาณหรือเทคนิคเชิงคุณภาพ หรือ การรวมเทคนิคเข้าด้วยกัน ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของเทคนิคถ้าเทคนิคเหมาะสมก็นำไปพยากรณ์ถ้าไม่เหมาะสมก็ปรับปรุงเลือกหาเทคนิคใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ก็จะนำไปวางแผนความจำเป็น และ ความสำเร็จในการพยากรณ์และการวางแผนการตัดสินใจจะสามารถฉกฉวยโอกาสหรือหลีกเลี่ยงปัญหาได้ถ้าเราสามารถทราบเหตุการณ์ล่วงหน้าได้อย่างแม่นยำ ดังนั้นการพยากรณ์ในอนาคตที่แม่นยำจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนทางธุรกิจ เหตุผลความจำเป็น และ ประโยชน์ของการพยากรณ์และการวางแผนทางธุรกิจ ได้แก่ สามารถจัดสรรทรัพยากรได้อย่างเหมาะสม, เพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานทางธุรกิจ, สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้, เพิ่มผลกำไร และ ผลตอบแทนทางธุรกิจ, ลดความสูญเสียต่างๆ เป็นต้น องค์ประกอบที่มีผลต่อการพิจารณาเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์ ได้แก่ ความสมบูรณ์ และ ความถูกต้องของข้อมูลที่มีอยู่, ความแม่นยำที่คาดว่าจะได้รับการพยากรณ์ (ความแม่นยำสูงค่าใช้จ่ายสูง), ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงการพยากรณ์, ช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปล่วงหน้า (พยากรณ์ใกล้ความแม่นยำจะน้อย) และ ช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล, ความซับซ้อนขององค์ประกอบต่างๆ การปฏิบัติการในอนาคต

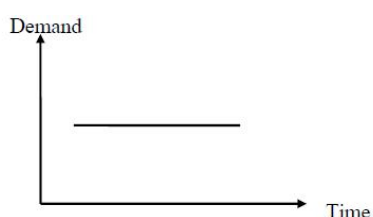
6.3 ขั้นตอนในการพยากรณ์ (Steps in the Forecasting Process) เป็นดังนี้
เริ่มด้วยกำหนดวัตถุประสงค์ในการพยากรณ์ และ ช่วงเวลาในการพยากรณ์ จากนั้นพิจารณาเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการพยากรณ์ ทำการรวบรวม และ วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทำการพยากรณ์ดังภาพประกอบที่ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงขั้นตอนและกระบวนการพยากรณ์

ในการศึกษาวิจัยจะใช้เทคนิคส่วนใหญ่มาจากการอาศัยวิจารณ์ญาณ ผลของการพยากรณ์ อาจได้ค่าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับวิจารณ์ญาณของผู้พยากรณ์เป็นหลัก ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการพยากรณ์ ในระดับปฏิบัติการ รูปแบบของข้อมูล (Data Pattern) โดยปกติข้อมูลจะแบ่งได้ 5 รูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบคงที่ (Constant): ความต้องการไม่เปลี่ยนไปตามเวลา

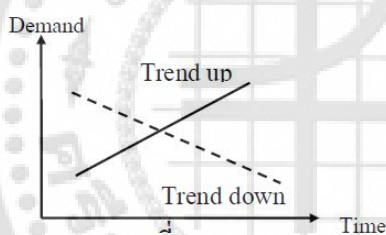


เทคนิคที่เหมาะสม

- Single Moving Average
- Weighted Moving Average
- Single Exponential Smoothing

ภาพประกอบ 11 แสดงรูปแบบกราฟคงที่

2. รูปแบบมีแนวโน้ม (Trend): ความต้องการเปลี่ยนไปอย่างมีทิศทาง



เทคนิคที่เหมาะสม

- Linear Moving Average
- Linear Exponential Smoothing
- Regression

ภาพประกอบ 12 รูปแบบกราฟมีแนวโน้ม

3. รูปแบบฤดูกาล (Seasonal): ข้อมูลมีการเคลื่อนไหวขึ้น ๆ ลง ๆ ตามตำแหน่งของเวลา (จุดเวลา) โดยช่วงเวลาจะเป็นช่วงสั้นๆ เช่น รายเดือน รายไตรมาส เป็นต้น

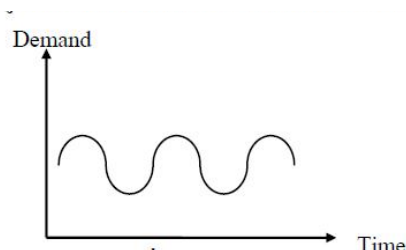


เทคนิคที่เหมาะสม

- Decomposition
- Winters
- Regression with Dummy Variable

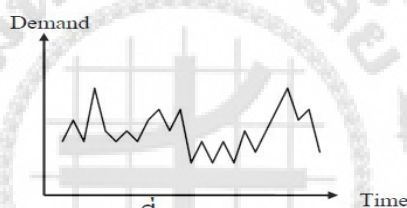
ภาพประกอบ 13 รูปแบบกราฟเป็นฤดูกาล

4. รูปแบบวัฏจักร (Cyclical): ข้อมูลมีการเคลื่อนไหวขึ้นๆ ลงๆ ตามช่วงเวลาที่แน่นอน ข้อมูลที่เก็บโดยมากจะเป็นรายปีและเก็บเป็นระยะเวลาที่ยาว



ภาพประกอบ 14 รูปแบบกราฟเป็นวัฏจักร

5. รูปแบบสุ่มหรือไม่แน่นอน (Random, Irregular): ข้อมูลมีลักษณะการเคลื่อนไหวอิสระจากเวลา



ภาพประกอบ 15 รูปแบบกราฟเป็นแบบสุ่มหรือไม่แน่นอน

ถ้าเป็นกรณีของเทคนิคเชิงปริมาณ (Quantitative Techniques) จะเป็นวิธีการสร้างสูตรหรือตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ และ คณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้เมื่อมีข้อมูลในอดีตอยู่ในรูปตัวเลข หรือ สามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ได้แก่ เทคนิคอนุกรมเวลา, เทคนิคความสัมพันธ์ของข้อมูล, เทคนิคอนุกรมเวลาโดยเราจะพิจารณาเลือกใช้ตัวแบบการพยากรณ์จากค่าของความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดจากวิธีดังต่อไปนี้

1. ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย Single Moving Average

เทคนิคนี้เป็นการนำข้อมูลในอดีตมาถ่วงน้ำหนักเท่าๆ กัน เพื่อพยากรณ์ในอนาคต โดยจะใช้ในการพยากรณ์กรณีข้อมูลเป็นแบบคงที่

$$\overline{MA}_t = \frac{X_{t-\frac{n-1}{2}} + \dots + X_{t-1} + X_t + X_{t+1} + X_{t+\frac{n+1}{2}}}{n} \quad (22)$$

$$F_{t+1} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=t-n+1}^t X_i = \left(\frac{1}{n}\right) \left[X_t + \sum_{i=t-n}^{t-1} X_i - X_{t-n} \right] \quad (23)$$

$$= \frac{x_t + x_{t-1} + \dots + x_{t-n+1}}{n} \quad (24)$$

ค่าพยากรณ์ในงวดที่ t

X_t = ข้อมูลในงวดที่ t

n = จำนวนงวดที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

2. ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก Weighted Moving Average จากเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายให้น้ำหนักข้อมูลในอดีตเท่าๆ กันทุกงวด เพื่อพยากรณ์ในอนาคต เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักจะมีการให้น้ำหนักข้อมูลในอดีตไม่เท่ากัน โดยที่ผลรวมของน้ำหนักที่ให้จะต้องมีค่าเท่ากับ 1 เทคนิคนี้จะใช้ในการพยากรณ์กรณีที่มีรูปแบบคงที่

$$\overline{WMA}_t = W_{t-\frac{n-1}{2}} X_{t-\frac{n-1}{2}} + \dots + W_{t-1} X_{t-1} + W_t X_t + W_{t+1} X_{t+1} + \dots + W_{t+\frac{n-1}{2}} X_{t+\frac{n-1}{2}} \quad (25)$$

$$\text{when : } W_{t-\frac{n-1}{2}} + \dots + W_{t-1} + W_t + W_{t+1} + \dots + W_{t+\frac{n-1}{2}} = 1 \quad (26)$$

โดยสูตรการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+1} = W_1 X_t + W_2 X_{t-1} + \dots + W_n X_{t-n+1} \quad (27)$$

เมื่อ

F_t = ค่าพยากรณ์ในงวดที่ t

X_t = ข้อมูลในงวดที่ t

N = จำนวนงวดที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

W = น้ำหนักของข้อมูล

3. Single Exponential Smoothing เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง

$$\overline{ES}_t = \alpha X_t + (1-\alpha) \overline{ES}_{t-1} \quad (28)$$

โดยสูตรการพยากรณ์คือ

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha) F \quad (29)$$

เมื่อ

$F_2 = X_1$

F_t = ค่าพยากรณ์งวดที่ t

$$\begin{aligned}
 X_t &= \text{ข้อมูลในงวดที่ } t \\
 n &= \text{จำนวนงวดที่นำมาหาค่าเฉลี่ย} \\
 \alpha &= \text{ค่าคงที่ในการปรับเรียบ } (0 \leq \alpha \leq 1)
 \end{aligned}$$

4. Linear Exponential Smoothing เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Double Exponential Smoothing เหมาะสมกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวโน้มแบบเส้นตรง โดยใช้แนวคิดเดียวกับ Linear Moving Average

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (30)$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (31)$$

$$a_t = (2S'_t - S''_t) \quad (32)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t) \quad (33)$$

โดยสูตรการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (34)$$

Initialization

$$S''_1 = S'_1 = X_1 \quad (35)$$

เมื่อ

F_t = ค่าพยากรณ์ในงวดที่ t	X_t = ข้อมูลในงวดที่ t
S'_t = Single Exponential Smoothing	S''_t = Double Exponential Smoothing
α = ค่าคงที่ในการปรับเรียบ	m = จำนวนงวดที่พยากรณ์ไปข้างหน้า
a_t = ค่า intercept	b_t = ค่า slope

5. Winters ใช้กับข้อมูลที่เป็นแนวโน้ม และ ฤดูกาล โดยจะมีเพิ่มขึ้นที่ใช้กับข้อมูลฤดูกาลคือ สำหรับ ปรับให้เรียบ

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (36)$$

สำหรับการทำให้เป็นแนวโน้ม

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} \quad (37)$$

สำหรับการทำให้เป็นฤดูกาล

$$I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1-\beta)I_{t-L} \quad (38)$$

โดยสูตรการพยากรณ์คือ

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m)I_{t-L+m} \quad (39)$$

ในกรณีที่ n เป็นจำนวนคู่ ให้หาค่าเฉลี่ย 2 เดือน (Centered Moving Average)

$$S_t \times I_t = \frac{Y_t}{T_t \times C_t} \quad (40)$$

$$d_t = \frac{Y_t}{S_t} \quad (41)$$

$$T_t = b_0 + b_1 t \quad (42)$$

$$b_1 = \frac{n \sum td - \sum t \sum d}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}, \quad b_0 = \frac{\sum d}{n} - b_1 \frac{\sum t}{n} \quad (43)$$

วิธีการแยกองค์ประกอบ Classical Decomposition Method เทคนิคนี้มีข้อสันนิษฐานว่า ข้อมูลที่นำมาพยากรณ์ เช่น ยอดขาย จะประกอบด้วยลักษณะของ ข้อมูล ดังนี้ 1. Trend (T) 2. Cycle (C) 3. Seasonal 4. Irregular (I) เทคนิคที่ใช้ Multiplicative Decomposition, Additive Decomposition แต่เนื่องจากเทคนิค Additive Decomposition ไม่เป็นที่นิยมใช้เนื่องจากไม่ค่อยพิจารณาผลจากฤดูกาล จึงมักนิยมใช้เทคนิค Multiplicative Decomposition มากกว่า การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่ n = ช่วงของฤดูกาล ในกรณีที่ n เป็นจำนวนคู่ ให้หาค่าเฉลี่ย 2 เดือน (Centered Moving Average) ซึ่งจะได้ค่าเป็น $T_t \times C_t$ จากนั้นหาค่า $S_t \times I_t$ ได้จาก

$$S_t \times I_t = \frac{Y_t}{T_t \times C_t} \quad (44)$$

$$d_t = \frac{Y_t}{S_t} \quad (45)$$

- หาแนวโน้ม T จากสูตร

$$T_t = b_0 + b_1 t \quad (46)$$

$$b_1 = \frac{n \sum td - \sum t \sum d}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}, \quad b_0 = \frac{\sum d}{n} - b_1 \frac{\sum t}{n} \quad (47)$$

$$C_t x I_t = \frac{Y_t}{T_t x S_t} \quad (48)$$

6.4 ความผิดพลาดจากการพยากรณ์ (Forecasting Error)

ในการตรวจสอบว่า เราเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์ได้เหมาะสมหรือไม่เพียงไร เราสามารถจะตรวจสอบได้โดยการพิจารณาค่าผิดพลาดของค่าพยากรณ์ เมื่อ เปรียบเทียบกับค่าความต้องการจริง ค่าผิดพลาดยิ่งต่ำยิ่งดี ซึ่งเราสามารถเลือกใช้ตัวตรวจสอบค่าผิดพลาดได้ดังนี้

6.4.1 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด Mean Error (ME) :

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - F_t) \quad (49)$$

เฉลี่ยความผิดพลาดต้องวัด เทคนิคนี้มีปัญหาคือ ถ้าบางงวดค่าจริงสูงกว่าค่าพยากรณ์ค่าความแตกต่างเป็นบวก บางงวดค่าจริงต่ำกว่าค่าพยากรณ์ค่าความแตกต่างเป็นลบ ทำให้ผลรวมค่าบวกและลบจะหักกันไป มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดต่ำทั้งที่การพยากรณ์ไม่แม่นยำ

6.4.2 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ Mean Absolute Deviation (MAD) :

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |X_t - F_t| \quad (50)$$

เป็นเทคนิคที่วัดความแม่นยำโดยแก้ปัญหาเทคนิคค่าเฉลี่ยความผิดพลาด (AE) โดยการพิจารณาความแตกต่างของค่าจริง และ ค่าพยากรณ์โดยไม่คิดเครื่องหมาย

6.4.3 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง Mean Square Error (MSE) :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2 \quad (51)$$

เป็นเทคนิคที่วัดความแม่นยำโดยแก้ปัญหาเทคนิคค่าเฉลี่ยความผิดพลาด โดยพิจารณาความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดย

6.4.4 วิธียกกำลังสองร้อยละของความผิดพลาดเฉลี่ย Mean Percentage Error (MPE) :

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) \times 100 \quad (52)$$

เป็นเทคนิควัดความแม่นยำโดยวัดความผิดพลาดเทียบเป็นร้อยละ

6.4.5 ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสมบูรณ์ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100 \quad (53)$$

เป็นเทคนิควัดความแม่นยำโดยคำนวณร้อยละความผิดพลาดในการพยากรณ์โดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย ค่าที่ได้ต่ำแสดงว่าเทคนิคนั้นมีความแม่นยำ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ และ ภาวิณี นิลวัชรภรณ์ (2553) งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อมุ่งเน้นในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและการระบุตำแหน่งการจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าประเภทชิ้นส่วน (Part) ของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อพัฒนาระบบและปรับปรุงการจัดการการจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยทำการจำลองสถานการณ์ตามปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการการจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดมาเป็นเกณฑ์และให้ระบบบอกตำแหน่งการจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าที่ดีที่สุด โดยอาศัยหลักการของการบริหารจัดการคลังสินค้าในการกำหนดการจัดเก็บและการเบิกจ่ายสินค้า, รูปแบบการจัดเก็บสินค้า และเทคนิคการวิเคราะห์ ABC ในการจัดแบ่งกลุ่มสินค้า จากวิธีการดังกล่าวทำให้ลดเวลา ระยะทางและพื้นที่ของการจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าลงได้ รวมถึงการตรวจสอบข้อมูลของสินค้าและตำแหน่งการจัดเก็บที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และทันท่วงที นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดเก็บรูปแบบอื่นๆได้อีกด้วย

ณัฐกาญจน์ โพธิ์สัมฤทธิ์ และ วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ (2553) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการขนส่งชิ้นส่วน ซึ่งกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน มีการปรับปรุงจากการขนส่งชิ้นส่วนจากเดิมผู้ผลิตชิ้นส่วนจัดส่งชิ้นส่วนโดยตรงมายังโรงงานเป็นการจัดรถขนส่งชิ้นส่วนไปรับชิ้นส่วนของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนหลายรายด้วยรถขนส่งคันเดียวกัน โดย

แบบจำลองนี้พัฒนาขึ้นเพื่อหาเส้นทางในการขนส่งที่ทำให้เกิดต้นทุนการขนส่งและการจัดเก็บขึ้นส่วนน้อยสุด ซึ่งมีเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นจากปัญหาจริงมีการทดลองแก้ปัญหา 10 ปัญหา โดยใช้โปรแกรม CPLEX จากปัญหาตัวอย่างทำให้ได้เส้นทางในการขนส่งขึ้นส่วนที่ทำให้สามารถลดต้นทุนการจัดเก็บขึ้นส่วนลงได้ 62.5 บาท หรือคิดเป็น 8.7%

ศักดิ์เกษม ระมิงค์วงศ์, อภิชาติ โสภาแดง, กรกฎ ไบบัวเทศ และสุนิสา ชีว่อง (2553) งานวิจัยนี้ได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบโลจิสติกส์ภายในของโรงงานซึ่งได้ทำการศึกษาระบบการทำงานพร้อมทั้งให้คำชี้แนะสำหรับการปรับปรุงกิจกรรมและระบบโลจิสติกส์โดยมีการประยุกต์ใช้แผนผังจำลองทางโลจิสติกส์ เช่น IDEF0(Integration Definition for Function Modeling), SWIMLANE และแผนผังสายธารคุณค่าอย่างง่ายหลังจากที่ได้มีการเสนอทางเลือกในการปรับปรุงแล้ว จึงได้มีการประยุกต์ใช้การคำนวณการจำลองสถานการณ์อย่างง่ายมาใช้ในการสนับสนุนสมมติฐาน สำหรับโรงงานตัวอย่างที่ได้นำมาเป็นกรณีศึกษานี้ได้มีการเสนอแนวทางการลดขั้นตอนการนับงานที่ซ้ำซ้อน, การปรับปรุงปริมาณสินค้าคงคลัง ซึ่งก็พบว่าทำให้อัตราหมุนเวียนของสินค้าดีขึ้นเป็น 50% โดยการลดกิจกรรมที่ไม่มีมูลค่าเพิ่มลงพร้อมทั้งยังมีการปรับปรุงเวลานำได้อีก 10% นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังได้มีการนำเสนอการปรับปรุงห่วงโซ่อุปทานของโรงงานตัวอย่างอีกด้วย

ณัฐพิรา หมีปาน และธัญญา วสุศรี (2553) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดขนาดการผลิตที่เหมาะสม และเกิดต้นทุนโดยรวมที่ต่ำสุด โดยนำแบบจำลองขนาดการผลิตอย่างประหยัดของKhouja (1995) และ Darwish (2008) มาประยุกต์ใช้เข้ากับโรงงานตัวอย่างผู้ผลิตปลาทูน่ากระป๋อง ภายใต้การพิจารณาข้อจำกัดต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนการผลิตสินค้าเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และเก็บรวบรวมค่าพารามิเตอร์ต่างๆจากโรงงานตัวอย่างเพื่อทดสอบในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลการดำเนินงานตามวิธีเดิมของโรงงานตัวอย่าง พบว่าต้นทุนโดยรวมในการผลิตสินค้าลดลงเหลือ 415,601.30 บาทต่อปีหรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 13.41 ของต้นทุนผลิตทั้งหมด จากนั้นได้นำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวางแผนผลิตสำหรับปีพ.ศ.2553 และพยากรณ์ราคาวัตถุดิบสำหรับปีพ.ศ. 2553 คือราคาปลาทูน่าสายพันธุ์ทองแถบ ด้วยเทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา จากวิธีการของ Auto-Regressive Integrated Moving Average หรือ ARIMA พบว่ารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ ARIMA (2, 0, 0) มีความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์(MAPE) เท่ากับร้อยละ 10.09 จากนั้นนำพยากรณ์ราคาปลาทูน่ามาใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้าประจำปีพ.ศ.2553 โดยพิจารณาร่วมกับขนาดการผลิตสินค้าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

จิตติพงศ์ จำรัส และกาญจนา เศรษฐนันท์ (2553) การผลิตไข่ไก่ตามความต้องการของลูกค้าถือเป็นการผลิตที่มีขั้นตอนมาก ดังนั้นจึงต้องให้เกิดความสมดุลระหว่างความต้องการของลูกค้าและตารางการผลิตไข่ไก่ โดยปัจจุบันบริษัทใช้วิธีการสั่งซื้อลูกไก่แบบผลิตตามความต้องการ (Lot-for-lot) พบว่าการจัดตารางการผลิตไม่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตที่สูงมากขึ้น งานวิจัยนี้ได้้นำการจัดตารางการผลิตในบริษัทฟาร์มไก่ไข่กรณีศึกษา โดยพิจารณาการ

สั่งซื้อลูกไก่ การขนส่ง และรวมไปถึงการจัดไก่ลงฟาร์ม โดยใช้วิธีสถิติขั้นต้นวิธีในการจัดการ การผลิต และขั้นตอนวิธีของ แวกเนอร์ และ วิททิน พิจารณาส่วนการหาปริมาณการสั่งซื้อลูกไก่ที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาในระยะเวลา 100, 120 และ 150 สัปดาห์ เพื่อให้สอดคล้องกับอายุของไก่ไข่เปรียบเทียบกับวิธีการสั่งซื้อลูกไก่ในปัจจุบันให้ค่าประสิทธิภาพที่ดี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุนรวมลดลง ซึ่งประกอบไปด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อ (Ordering cost) ต้นทุนการดำเนินการ (Operating cost) ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity cost) และต้นทุนการขนส่ง (Transportation cost) ทั้งช่วงระยะไกรุ่นและไก่ไข่และวางแผนการเลี้ยงไกรุ่นและไก่ไข่ให้มีความสอดคล้องกับปริมาณความต้องการของลูกค้า ส่งผลต่อการวางแผนสั่งซื้อที่แน่นอนได้

สุกัญญา เชิดชูงาม (2552) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้อัลกอริธึมเชิงพันธุกรรมสำหรับการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด ภายใต้ความต้องการผันแปรรูปแบบไม่ต่อเนื่อง สำหรับสินค้าหลายชนิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมมากที่สุดที่สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการสั่งซื้อหรือผลิต รวมทั้งต้นทุนเก็บรักษาสินค้าและต้นทุนการสั่งซื้อย้อนหลังได้นอกจากนั้นยังสามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ โดยใช้เครื่องมือ GATOOL ในโปรแกรม MATLAB 7.0 มาช่วยในการประมวลผล ซึ่งจากการทดสอบพบว่าอัลกอริธึมเชิงพันธุกรรมสามารถแก้ปัญหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด กรณีการสั่งซื้อสินค้า 2 ประเภท ผ่าน 3 ช่วงเวลา ภายใต้ค่าความต้องการที่ไม่แน่นอน 2 ระดับ ได้ถูกต้องเฉลี่ย 99.74% และใช้เวลาในการประมวลผลเฉลี่ย 1098.65 วินาที ด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับทดสอบเป็นจำนวนประชากร 1,000 ตัว ทำการคัดเลือกประชากรแบบ Tournament ข้ามสายพันธุ์ด้วยวิธี Two Point ที่ค่าความน่าจะเป็นของการข้ามสายพันธุ์เป็น 0.85 และความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์เป็น 0.10 หลังจากนั้นได้ขยายปัญหาโดยกำหนดเวลาในการประมวลผล 86,400 วินาที สามารถแก้ปัญหาได้สูงสุดถึง กรณีการสั่งซื้อสินค้า 2 ประเภท ผ่าน 6 ช่วงเวลา ภายใต้ค่าความต้องการที่ไม่แน่นอน 2 ระดับ

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ และ ภาคภูมิ พันธุ์พานิช (2551) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงการนำเทคนิควิธีการจัดการพัสดุคงคลังมาประยุกต์ใช้กับสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง ของ บริษัทตัวอย่าง โดยทำการเลือกสินค้าตัวอย่างประเภทเลนส์เปลี่ยนกึ่งสำเร็จรูปชนิดไม่เคลือบแข็ง ซึ่งเทคนิคและวิธีการนั้นครอบคลุมตั้งแต่วิธีการพยากรณ์ปริมาณการขาย, การจัดทำเทคนิคและวิธีการในการควบคุมระดับสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง, และการจัดทำโปรแกรมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง ผลที่ได้จากการโปรแกรมในการบริหารจัดการสินค้าสำเร็จรูปคงคลังประเภทเลนส์เปลี่ยนกึ่งสำเร็จรูปชนิดไม่เคลือบแข็งนั้น ได้แก่ ตารางการผลิตหลักรายสัปดาห์, รายการคำสั่งซื้อของลูกค้า, รายงานสถานะปริมาณสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง, รายงานรายเดือนร้อยละระดับรอบการให้บริการของสินค้าแต่ละประเภท, รายงานรายเดือนจำนวนคงคลังของสินค้าแต่ละประเภท, และ รายงานรายเดือนต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปคงคลังของสินค้าแต่ละประเภท จากการที่ได้นำเทคนิควิธีการและโปรแกรมไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการสินค้าสำเร็จรูปคงคลังประเภทเลนส์เปลี่ยนกึ่งสำเร็จรูปชนิดไม่เคลือบแข็งตั้งแต่ เดือน มกราคม 2551 ส่งผลให้ต้นทุนในการจัดเก็บ

สินค้าสำเร็จรูปคงคลังประเภทเลนส์พลาสติกเปลี่ยนสีกึ่งสำเร็จรูปชนิดไม่เคลือบแข็งของ บริษัท ตัวอย่าง มีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อได้เปรียบเทียบระหว่าง เดือน ธันวาคม 2550 กับ เดือน มกราคม 2551 ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปคงคลังประเภทเลนส์พลาสติกเปลี่ยนสีกึ่งสำเร็จรูปชนิดไม่เคลือบแข็งลดลงไป 67,228.99 บาทและยังสามารถตอบสนองต่อทางด้านการขายได้ที่ระดับรอบการให้บริการเท่ากับร้อยละ 60

วราธร ปัญญางาม, อาภาศรี จิรศรีกุลชล, กมล อัญญะมณีตระกูล และศุภโรจน์ รัตนดีลกพานิชย์ (2551) ได้ทำงานวิจัยนี้เพื่อทำการสำรวจคลังสินค้าในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยางและพลาสติก ซึ่งจากการสำรวจได้พบปัญหาด้านการควบคุมวัตถุดิบคงคลังหลายด้าน เช่น จำนวนวัตถุดิบไม่เพียงพอ มีจำนวนวัตถุดิบมากเกินไปหรือน้อยเกินไป พื้นที่ในการจัดเก็บมีจำกัด ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำเพื่อให้ทราบแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการคลังวัตถุดิบ จึงทำการศึกษาถึงปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีข้อผิดพลาด ซึ่งมีผลทำให้เกิดปัญหาวัตถุดิบไม่เพียงพอต่อการผลิตทำให้การดำเนินงานทั้งการผลิตและการขายอาจจะมีข้อผิดพลาดหรือในบางครั้งมีวัตถุดิบคงเหลือในปริมาณที่มากเกินไป ดังนั้นจึงมีการวิเคราะห์และมุ่งแก้ไขปัญหาคือจุดนี้ เพื่อควบคุมวัตถุดิบคงคลัง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาคือ วัตถุดิบกลุ่มยางและสารเคมี ซึ่งใช้เทคนิค ABC ในการจำแนกประเภทของวัตถุดิบคงคลัง โดยใช้มูลค่าเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จะได้วัตถุดิบที่ศึกษา คือกลุ่ม A จำนวน 14 รายการจากนั้น จึงนำกลุ่มวัตถุดิบนี้มาทำการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบล่วงหน้า เพื่อวิเคราะห์หาขนาดสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด จุดสั่งซื้อใหม่ สต็อกเพื่อความปลอดภัย และค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้น ผลการศึกษาพบว่า สามารถลดจำนวนสต็อกเพื่อความปลอดภัยได้และการควบคุมวัตถุดิบคงคลังจะสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้อีกด้วย

วรินทร์ เกียรตินุกูล และอรรถกร เก่งพล (2551) งานวิจัยที่เสนอนี้เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นช่วยวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้าด้วยโปรแกรม Microsoft Solver มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการจะวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า ให้เกิดต้นทุนที่เหมาะสมที่สุด ตามนโยบายด้านการจัดเก็บที่ 45-52วัน (ระดับการจัดเก็บเดิม 1 เดือน มีโอกาสทำให้ Line การผลิตหยุดเนื่องจากความไม่แน่นอน จึงกำหนดระดับการจัดเก็บใหม่ที่ 45-52 วัน และวิธีการสั่งซื้อแบบเดิมเป็นการสั่งตามการคาดการณ์แนวโน้มธุรกิจทำให้ไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุด ประสิทธิภาพการสั่งซื้อจึงลดลง) จึงพัฒนาเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น ช่วยคำนวณปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดของบริษัทกรณีศึกษา โดยมีขั้นตอนเริ่มจากแปลงปัญหาการจัดซื้อให้อยู่ในรูปแบบของการโปรแกรมเชิงเส้น แล้วกำหนดเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องได้แก่ เงื่อนไขเวลาเงื่อนไขวัสดุคงคลัง เงื่อนไขนโยบายของฝ่ายบริหารจากนั้นพิจารณาค่าพยากรณ์เพื่อใช้ในตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นอย่างเหมาะสม ได้แก่ ราคาวัตถุดิบซึ่งจากการทดลองพบว่าผลการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรม Minitab13 วิธีพยากรณ์แบบ Winter ให้ค่าเบี่ยงเบนต่ำสุด และนำค่าการพยากรณ์ราคาไปใช้ในการกำหนดระดับการเก็บวัสดุคงคลังตามเงื่อนไข จากนั้นเปรียบเทียบผลของตัวแบบและประสิทธิภาพการจัดซื้อโดยอาศัยหลักการด้านเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นพบว่าต้นทุนรวมลดลง 147,693,666.39 บาท (ลดลง 6.89%) หรือเฉลี่ย 73,846,833.19 บาท/ปี และระดับการเก็บรักษา

วัตถุดิบคงคลังตามนโยบาย 45-52 วัน ให้ค่าเบี่ยงเบนต่ำกว่าวิธีเดิม โดยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเกิดจากปริมาณการผลิตจริงไม่ตรงตามแผนที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมบรรลุลผล การสั่งซื้อให้เกิดต้นทุนต่ำสุด และบรรลุเป้าหมายการเก็บวัสดุคงคลังตามนโยบายในเวลาเดียวกัน พร้อมวิเคราะห์ความไวของแต่ละเงื่อนไข

ณัฏฐ ทิบุญ และเจษฎา เย็นจะบก (2551) จากงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการจัดสรรทรัพยากร เพื่อการผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โดยอาศัยการประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์ปริมาณ ความต้องการและการโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อช่วยในการวางแผนการผลิตและการสั่งซื้อวัตถุดิบ ทั้งนี้ ในกระบวนการศึกษาจากกรณีศึกษานี้ได้ดำเนินการจากการพยากรณ์ปริมาณความต้องการล่วงหน้า ของปี 2550 โดยใช้ข้อมูล 3 ปีย้อนหลังมาประกอบการพยากรณ์ด้วยโปรแกรม MINITAB เมื่อได้ ปริมาณความต้องการของปี 2550 จากการพยากรณ์แล้ว นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นตัวแบบทาง คณิตศาสตร์ในรูปของการโปรแกรมเชิงเส้น จากตัวโปรแกรมเชิงเส้นที่ได้นั้นสามารถคำนวณได้ด้วยการ ใช้โปรแกรม LINDO เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด พบว่า วิธีการพยากรณ์ที่ เหมาะสมสำหรับกรณีศึกษาที่ได้ยกมานี้ควรใช้วิธีวินเทอร์ และจากปริมาณความต้องการของปี 2550 ที่ได้จากการพยากรณ์นั้นเมื่อนำมาคำนวณด้วยตัวแบบที่สร้างขึ้น โดยใช้โปรแกรม LINDO มาช่วยในการคำนวณ พบว่าได้ค่าใช้จ่ายรวมทั้งปีเป็นเงิน 104,002,200 บาท ซึ่งลดลงจากเดิมถึง 1,195,748 บาท คิดเป็นเปอร์เซ็นต์พบว่าค่าใช้จ่ายลดลงจากวิธีการเดิม 1.14 %

อาคม ชินวงศ์, วิชัย รุ่งเรืองอนันต์ และอรรถกร เก่งพล (2551) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การหาปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบของโรงงานผลิตแหวนรถยนต์ วิธีการที่ใช้คือการประยุกต์ อัลกอริทึมของ แวกเนอร์ และ วิททิน มาสร้างเป็นแบบจำลองสินค้าคงคลังภายใต้ข้อจำกัดของ โรงงาน นโยบายของสินค้าคงคลังที่ใช้ในงานวิจัยคือ วัตถุดิบเท่านั้น วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง สินค้าคงคลังคือการทำให้ต้นทุนสินค้าคงคลังรวมต่ำสุดต้นทุนสินค้าคงคลัง ประกอบด้วย ต้นทุนการ สั่งซื้อร่วมกัน ต้นทุนการสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้นจากการสั่งวัตถุดิบแต่ละตัว ต้นทุนการเก็บรักษา และ ราคา วัตถุดิบ ข้อจำกัดของแบบจำลองคือ วัตถุดิบหลายชนิด, ปริมาณความต้องการวัตถุดิบแต่ละชนิดมี ความแน่นอนแต่ผันแปรตามเวลา, ผู้จัดจำหน่ายหลายแหล่ง, ช่วงเวลานำมีความแน่นอน, มีข้อจำกัด ด้านพื้นที่และงบประมาณแบบจำลองสินค้าคงคลังนี้ใช้โปรแกรม Lingo เวอร์ชัน 6 เพื่อหาคำตอบที่ เหมาะสมที่สุด.ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยคือ นโยบายการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ทำให้ต้นทุนสินค้าคงคลัง รวมต่ำที่สุด ต้นทุนสินค้าคงคลังรวมจากแบบจำลองคือ 341,399,400 บาทเปรียบเทียบกับต้นทุนจริง คือ 341,606,094 บาทลดลง 206,696 บาท เท่ากับ 0.06% แต่ถ้ามพิจารณาต้นทุนการจัดการสินค้า คงคลัง ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อร่วมกัน ต้นทุนการสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้นจากการสั่งวัตถุดิบแต่ละตัว ต้นทุนการเก็บรักษา ซึ่งต้นทุนจากแบบจำลองคือ 812,672 บาทเปรียบเทียบกับต้นทุนจริงคือ 605,978 บาทลดลง 206,696 บาท เท่ากับ 25.43 %

จิรพัชร อ่องเอี่ยม, พงษ์ธนา วณิชย์กอบจินดา และวันชัย รัตนวงษ์ (2550) การศึกษานี้มี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการที่สามารถนำมาปรับปรุงระบบการจัดเก็บ และจัดวางสินค้าใน คลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นหน่วยงานที่ศึกษาเป็นคลังสินค้าผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่น ปัญหา

ที่ประสบคือ มีการจัดเก็บสินค้าไม่เป็นหมวดหมู่ ไม่มีการจัดวางระบบตำแหน่งสถานที่จัดเก็บให้กับคลังสินค้าจากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดการเสียเวลา และความยากลำบากในการค้นหาสินค้า นอกจากนั้นเมื่อสินค้าไปถึงลูกค้ามีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาดในการจัดส่งสินค้าที่ผิดและไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้าจึงได้ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยการนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเข้ามาช่วยในการพัฒนา กล่าวคือ ศึกษาหลักการวิเคราะห์ทฤษฎี ABC เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการสถานที่จัดเก็บให้เป็นหมวดหมู่ทำให้ง่ายต่อการเก็บรักษาและนำมาใช้งานนอกจากนี้ยังมีการนำโปรแกรม Microsoft Access มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์รูปแบบการจัดเก็บและ จัดวางสินค้าให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากขึ้นจากการศึกษาพบว่า วิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาของงานวิจัย คือ การพัฒนาการจัดการเพื่อให้ระบบจัดเก็บสินค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้นจากการวิเคราะห์รูปแบบการจัดวางผลิตภัณฑ์ 3 รูปแบบพบว่า การจัดวางผลิตภัณฑ์แบบกำหนดเอง (Set and Match Location) มีผลรวมของระยะทางในการหยิบสินค้าสั้นที่สุด คือ 1,809 เมตร ซึ่งเป็นการลดระยะทางในการหยิบสินค้าลงได้จากรูปแบบการจัดวางผลิตภัณฑ์แบบสุ่ม (Random Location) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดวางแบบเดิมของคลังน้ำมันหล่อลื่น จาก 2,091 เมตร ลงลงเป็น 282 เมตร คิดเป็น 14.48% และการจัดวางผลิตภัณฑ์แบบกำหนดพื้นที่ (Zone Location) มีผลรวมของระยะทางทั้งหมดคือ 1,814 เมตร สามารถลดระยะทางลงจากเดิมได้ 277 เมตร คิดเป็น 13.24%

พระพล แก้วเอียน (2549) ได้ทำการวิจัยในอุตสาหกรรมกระดาษ ซึ่งต้นทุนที่เกิดจากการสั่งซื้อวัตถุดิบที่สูงเกินไปนับเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อธุรกิจ การปรับปรุงการวางแผนสั่งซื้อวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษให้เหมาะสมยิ่งขึ้นจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเป้าหมายของการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบคือต้องมีปริมาณวัตถุดิบคงคลังในปริมาณที่ต้องการ และบรรลุเป้าหมายด้านนโยบายการสั่งซื้อทุกข้อ ด้วยวิธีการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขในการสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละเงื่อนไข โดยนำข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อ และวิธีการสั่งซื้อในปัจจุบันมาใช้เป็นข้อพิจารณาในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนในการคำนวณเริ่มจากการวิเคราะห์แนวโน้มด้านราคาของวัตถุดิบโดยอาศัยข้อมูลราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบในอดีตเป็นพื้นฐานเพื่อนำไปใช้พยากรณ์ราคาของวัตถุดิบล่วงหน้าเป็นระยะเวลา 2 เดือนโดยอาศัยโปรแกรม Microsoft Excel CB Predictor Add-Ins ช่วยในการพยากรณ์ จากนั้นจึงนำผลราคาที่ได้จากการพยากรณ์มาเป็นค่าพารามิเตอร์ด้านราคาเพื่อใช้กับตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น แล้วคำนวณตามสมการดังกล่าวโดยอาศัยโปรแกรม Microsoft Excel Solver Add-Ins ช่วยในการคำนวณ ก็จะทำได้ผลลัพธ์ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่สุดที่จะสั่งซื้อวัตถุดิบจากประเทศผู้จัดส่งแต่ละราย ใน 1 รอบของการวางแผน (1 เดือน/ครั้ง) จากนั้นจึงทดสอบใช้ตัวแบบที่สร้างขึ้นเพื่อปรับปรุงการสั่งซื้อวัตถุดิบตั้งแต่เดือนมกราคม 2004 จนถึงเดือนมิถุนายน 2005 รวมเป็นระยะเวลา 18 เดือน ก่อนนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบรรลุเป้าหมายในการสั่งซื้อด้านต่างๆที่กำหนด กับผลการสั่งซื้อที่เกิดขึ้นจริง จากการวิจัยพบว่าหากใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมาปรับปรุงการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ จะทำให้ประสิทธิภาพในการสอดคล้องกับนโยบายปริมาณวัสดุคงคลังเพิ่มขึ้น 83.33 %, ประสิทธิภาพในการสอดคล้องกับนโยบายสัดส่วนการสั่งซื้อวัตถุดิบจากญี่ปุ่น

เพิ่มขึ้น 44.45 %, ประสิทธิภาพในการสอดคล้องกับนโยบายการรักษาความเป็นคู่ค้าต่อผู้จัดส่งวัตถุดิบเพิ่มขึ้น 44.45 % และต้นทุนรวมลดลง 265,313 \$/ปี

จุฑาทิพย์ โคว์คาศัย (2549) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า โดยลดความผิดพลาดและเวลาในการทำงานของขั้นตอนการทำงานภายในคลังบรรจุภัณฑ์ที่โรงงานตัวอย่าง จากการศึกษาการทำงานปัจจุบันในส่วนของคลังบรรจุภัณฑ์ พบว่ามีปัญหาด้านความผิดพลาดในหลายส่วน เช่น จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ระบุในเอกสารและฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ไม่ตรงกับจำนวนของที่มีอยู่จริง ส่งผลให้ผิดพลาดไม่ได้จำนวนที่ต้องการไม่พบสินค้าในตำแหน่งที่ระบุไว้ในสถานที่จัดเก็บรวมทั้งพบปัญหาการทำงานที่ล่าช้าของพนักงานเนื่องจากมีการทำงานที่ซ้ำซ้อนกันภายในแผนกและมีการรอนานจากขั้นตอนก่อนหน้าหรือจากแผนก ซึ่งงานวิจัยนี้ได้มีการปรับปรุงการทำงานโดยออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงาน และวิธีปฏิบัติงานส่งผลให้ได้ระยะเวลาในการทำงานรวมลดลง 8.60% และเพิ่มความถูกต้องในการทำงาน 6.58% ได้ออกแบบรหัสบรรจุภัณฑ์ใหม่และกำหนดตำแหน่งการจัดวางบรรจุภัณฑ์ในคลังสินค้า เพื่อเพิ่มความสะดวกและความถูกต้อง สามารถลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายบรรจุภัณฑ์ลงได้ 33.81% และทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระบบรหัสแท่งทางด้านต้นทุน และระยะการคืนทุนของโครงการพบว่า เป็นโครงการที่นำลงทุน เนื่องจากให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) 2,720,210.50 บาท อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) 6.77 ระยะเวลาคืนทุน (N) 0.59 ปี และอัตราผลตอบแทนของลงทุน (IRR) 170.72%

ศิริพร ตั้งวิบูลย์พาณิชย์ (2548) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ศึกษาและได้พบปัญหาสำคัญที่พบในโรงงานตัวอย่างคือ ผลิตภัณฑ์ไม่ทันตามกำหนดเวลา ทำให้เกิดการส่งงานมอบงานล่าช้า มีการเพิ่มกำลังการผลิตโดยการทำงานล่วงเวลา ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นสูง ซึ่งสาเหตุมาจากการขาดวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ดังนั้นจึงได้เสนอวิธีการจัดการสินค้าคงคลังที่เป็นระบบ โดยเลือกปรับปรุงในกลุ่มคอยล์ขนาดกลางเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคอยล์กลุ่มอื่น ๆ ซึ่งในขั้นตอนแรกใช้เทคนิคการแยกกลุ่มตามความสำคัญ จะได้กลุ่ม A มีจำนวน 14 รายการ กลุ่ม B มีจำนวน 43 รายการ และกลุ่ม C มีจำนวน 881 รายการ ซึ่งวัสดุคงคลังกลุ่ม A มีมูลค่าสูง ดังนั้นจึงมีการเสนอแนวทางในการจัดการวัสดุคงคลังในวัสดุกลุ่ม A เนื่องจากวัสดุมีมูลค่าสูงที่สุด จากนั้นจะนำกลุ่มวัตถุดิบที่มีความสำคัญสูงมาทำการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบในช่วงเวลาถัดไปด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ เพื่อหาปริมาณของการสั่งซื้อที่ประหยัด, ปริมาณวัตถุดิบคงเหลือในคลังที่จุดสั่งซื้อ และปริมาณสินค้าคงคลังที่ปลอดภัย ผลการเสนอแนวทางการจัดการวัสดุคงคลังของระบบที่เสนอแนะ เช่น CU3/8"xLWC x0.35mm.(G)TYPE A-1 จะมีปริมาณการสั่งซื้อประหยัดที่สุดเท่ากับ 5,365.45 กิโลกรัม จุดสั่งซื้อใหม่เท่ากับ 53,028.84 กิโลกรัม และระดับปริมาณสูงที่สุดเท่ากับ 58,394.28 กิโลกรัม ซึ่งการจัดการวัสดุคงคลังของระบบที่เสนอแนะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยลดการรอกอยวัตถุดิบของโรงงานตัวอย่างเป็นร้อยละ 96.21 จากเดิมร้อยละ 92.59 หรือประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.62 และสามารถลดความสูญเสียโอกาสทางการขาย เนื่องจากการ

รอกอวยวัสดุในการผลิตได้ร้อยละ 96.21 ซึ่งลดอัตราดอกเบี้ยของเงินลงทุนที่ใช้ในการสั่งซื้อวัตถุดิบของโรงงานตัวอย่างได้ประมาณ 144,921.6 บาทต่อเดือน

อภิศักดิ์ หาญพิชาญชัย (2546) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีการพัฒนาตัวแบบสินค้าคงคลังเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม โดยพัฒนาจากแนวคิดของการบริหารสินค้าคงคลังโดยผู้ขาย (Vendor Management Inventory) มีเป้าหมายหลักคือ การลดต้นทุนของการจัดการสินค้าคงคลังของทั้งระบบเครือข่ายให้ต่ำที่สุด ในขณะที่ยังสามารถสนองต่อความต้องการของลูกค้าทั้งส่วนของปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสมซึ่งจะต้องพิจารณาข้อจำกัดต่างๆของการบริหารงานสินค้าคงคลังในภาพรวมทั้งในส่วนของโรงงานผลิตและผู้ค้าปลีก ไม่ว่าจะเป็นการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า ปริมาณการส่งสินค้าไปยังผู้ค้าปลีกในแต่ละช่วงเวลา และระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนในการเก็บรักษาของอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือระดับสินค้าคงคลัง สินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย ปริมาณการส่งสินค้าที่เหมาะสมของทั้งในส่วนของโรงงานผลิตและผู้ค้าปลีกหลัก โดยมรค่าใช้จ่ายก่อนการนำตัวแบบคณิตศาสตร์สินค้าคงคลังมาใช้เท่ากับ 49,929 บาท และภายหลังจากการนำตัวแบบดังกล่าวมาใช้ จะได้ค่าใช้จ่ายเท่ากับ 31,184 บาทหรือลดลง 37.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาในส่วนของค่าเสียโอกาสจะลดลงจาก 10,102 บาท เป็น 1,583 ซึ่งเห็นได้ชัดว่ามีการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดีขึ้น และทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำสุด

ชัยรัตน์ อัตตวนิช และธนัญญา วสุศรี (2545) งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาการผลิตกระจกดิบที่เป็นกระจกสีชาดำซึ่งมีการผลิตเพียงปีละครั้งด้วยเหตุผลว่ากระจกสีดังกล่าวมียอดขายไม่สูง ประกอบกับมีค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตที่สูงมาก เป็นสาเหตุให้การวางแผนการผลิตของกระจกบานเกล็ดนั้นต้องมีการวางแผนล่วงหน้าในการสำรองกระจกดิบเป็นเวลา 1 ปี ให้เพียงพอก่อนที่จะถึงการผลิตในรอบต่อไป ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้นำเทคนิคการพยากรณ์ความต้องการที่จะเกิดขึ้นในอีก 1 ปีข้างหน้า โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกความเหมาะสมทางสถิติและตัววัดความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ เมื่อได้ตัวแบบจากการพยากรณ์ที่เหมาะสมแล้วจะได้นำมาทำการประเมินกระจกดิบคงคลังที่ต้องมีการเก็บไว้สำหรับผลิตตามระดับบริการที่ตั้งไว้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าข้อมูลความต้องการในอดีตมีลักษณะเป็นแนวโน้มฤดูกาลโดยตัวแบบสำหรับกระจกขนาดเล็กที่เหมาะสมคือ ตัวแบบของวิธี ARIMA ขนาดกลางคือตัวแบบของวิธีวินเตอร์และขนาดใหญ่เหมาะสมกับตัวแบบของวิธีแยกองค์ประกอบ จากการคำนวณจึงสรุปได้ว่ากระจกดิบจะต้องมีการสำรองเพิ่มขึ้นถึง 10.3% ในส่วนการวางแผนการผลิตเมื่อใช้วิธีการประยุกต์ใช้วิธีตารางขนส่งในการวางแผนการผลิตทำให้มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าแผนการผลิตอื่นๆ เฉลี่ย 5.64%

นาจิบ บี, สเตฟาน ดี, นาจีบ เอ็ม. เอ็น และอเทิล เอ็น(Nadjib B., Stephane D., Najib M.N. และ Atle N. 2004) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาในการวางแผนโดยเฉพาะ ซึ่งจะเป็นการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาของ Single Item Lot Sizing (SILSP) ซึ่งก็จะมีทั้งที่เป็นรูปแบบของ Capacitated และ Uncapacitated โดยที่ผลที่มีความซับซ้อนของ Capacitated Single Item Lot Sizing (CSILSP) จำเป็นต้องมีการใช้สูตรและเทคนิคในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะมีการใช้

Lagrangian relaxation เพื่อแก้ปัญหา CSILSP และนอกจากนี้ก็จะมีการประยุกต์ใช้ในแต่ละเทคนิค เนื่องจากได้ผลการทดลองที่น่าสนใจจึงนำไปสู่การขยายผลไปถึงการนำไปประยุกต์ใช้กับกรณีของ multi-item

สุพัฒตรา เค, วราธร พี และก้องกิติ พี (Suphattra K., Varathorn P. and Kongkiti P. 2011) ได้นำเสนอการศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในกรณีของ Single item lot sizing โดยใช้ฟัซซี่ หรือที่เรียกว่า Fuzzy single item lot sizing problem (F-SILSP) โดยมีรูปแบบเป็นแบบ mixed integer linear programming ซึ่งทางผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบ ฟัซซี่ทั้งที่เป็นแบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal) และแบบสามเหลี่ยม (Triangular) โดยที่ใช้รูปแบบ trapezoidal fuzzy กับปริมาณการใช้และแบบ Triangular กับราคาต่อหน่วย ในกรณีศึกษาแหล่งต้นพลังงาน (bituminous coal) ของ บริษัทปิโตรเคมี ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบ EC-USILSP ซึ่งมีความยืดหยุ่นอย่างมากในการแก้ปัญหา ซึ่งจากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า ในระดับ α มาก จะมีผลทำให้ค่าต้นทุนรวมมีค่าสูงด้วยเช่นกัน

ณัฐวุฒิ โรหิตเสถียร และมัชชุลิกา คอนเมฆ (2552) ได้นำเสนอการแก้ปัญหา โดยที่บทความนี้อาศัยตัวแบบวิธีการกำหนดขนาดการสั่งซื้อแบบพลวัต (Dynamic Lot Sizing) ของแวกเนอร์-วิทิน (Wagner-Whitin; WW) โดยขั้นตอนในการคำนวณเริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของถ่านหินมาทำการพยากรณ์ความต้องการถ่านหินล่วงหน้า จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาขนาดการสั่งซื้อแบบพลวัต

ศักดิ์ดา คำจันทร์ และศุภชัย ปทุมนากุล (2549) ได้ศึกษาการจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็ง ซึ่งในตลาดกุ้งสดมีการซื้อขายกุ้ง 6 ขนาดคือ 30 35 40 50 60 และ 80 ตัวต่อกิโลกรัม วิธีการซื้อแบบเหมานากุ้งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการซื้อกุ้งในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็ง ซึ่งการซื้อแบบเหมานากุ้งจะทำให้ได้หลายขนาด ในขณะที่ลูกค้าซื้อกุ้งในขนาดของกุ้งที่ต้องการเท่านั้น ทำให้กุ้งจำนวนที่เหลือนอกจากคำสั่งซื้อของลูกค้าในช่วงเวลานั้นเกิดค่าใช้จ่ายด้านสินค้าคงคลัง ซึ่งได้นำเสนอรูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการเลือกซื้อกุ้งจากนากุ้งในแต่ละช่วงเวลา เพื่อลดต้นทุนสินค้าคงคลัง ซึ่งจากผู้วิจัยจะเห็นได้ว่า ปัจจัยที่มีต่อเวลาที่ใช้ในการหาผลเฉลยคำตอบนั้น คือ จำนวนของช่วงเวลา และจำนวนของฟาร์ม ซึ่งในวิธีการค้นหาผลเฉลยคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดนั้นเป็นวิธีที่มีข้อจำกัดด้านเวลาที่ใช้ในการหาผลเฉลยคำตอบ

แวกเนอร์และวิทิน (Wagner and Whitin. 1958) ได้เสนอขั้นตอนการคำนวณสำหรับการแก้ปัญหาพลวัตของแบบจำลองการกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด โดยพิจารณาแบบจำลองคลังสำหรับการสั่งซื้อสินค้าชนิดเดียว (Single Item) ประกอบด้วยหลายช่วงเวลา ซึ่งปริมาณความต้องการวัตถุดิบทราบค่าแน่นอนในแต่ละช่วงเวลาและปริมาณความต้องการในแต่ละช่วงเวลาอาจมีค่าไม่เท่ากัน ต้นทุนการเก็บรักษาและต้นทุนการสั่งซื้อ อาจมีการเปลี่ยนแปลงตลอด N ช่วงเวลา ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ทำให้ต้นทุนรวมมีค่าต่ำที่สุด

อักษุทัม เอ็น. อาร์ (Achutam, N.R. 2003) ได้เสนองานวิจัยนี้เกี่ยวกับแบบจำลองสำหรับวัตถุดิบชนิดเดียวในหลายช่วงเวลา และหลายผู้ค้าปลีก ในปัญหาการเติมเต็มกับการกำหนดขนาด

การสั่ง สำหรับวัตถุดิบชนิดเดียวไปยังหลายผู้ค้าปลีก และ คลังสินค้าโดยมีต้นทุนต่ำสุดในการวางแผนตลอดระยะเวลา T

โก เอส. จี, ลี เจ. เอส และ คิม เอช. บี(Koh, S.G., Lee, J.S. and Kim, H.B. 2006) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการแก้ปัญหา Dynamic Lot Size แบบสองระดับที่มีความต้องการแบบไดนามิกและมีความพึงพอใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทำการรีไซเคิลแล้วจะออกมาเป็นเหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่ซื้อใหม่ โดยข้อมูลการใช้ของผลิตภัณฑ์จะถูกเก็บรวบรวมจากลูกค้าและกู้คืนเพื่อนำมาใช้ในภายหลัง ซึ่งเริ่มแรกจะใช้ขั้นตอนของโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม เพื่อขอรับการกู้คืนตารางเวลาสำหรับกู้คืนสอดคล้องกันกับตารางเวลาในการจัดซื้อใหม่ไปพร้อมๆกัน จากนั้นใช้โปรแกรม Lingo ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดที่สามารถพบได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้ผลลัพธ์ที่เป็นตัวเลขและวิธีการแก้ปัญหาของผู้วิจัย

กัวเทียเรซ เอท เอา(Gutierrez et al. 2002) ได้เสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการสั่งซื้อแบบพลวัตโดยมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ในการจัดเก็บวัสดุ (Bounded/Limited Inventory Model) คือปริมาณของระดับคงคลังช่วงก่อนหน้ารวมกับปริมาณที่สั่งซื้อที่เข้ามาจะต้องไม่เกินพื้นที่ จัดเก็บวัสดุที่กำหนดเอาไว้

จิรวรรณ และ ศรีสวัสดิ์(Jirawan Y. and Srisawat S. 2004) ได้เสนองานแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจัดสรรอุปทานซึ่งรวมถึงปัจจัยที่สำคัญมาก ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นสูตรโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มกำไรของเกษตรกรและเพื่อให้ได้รับการพิจารณาค่าใช้จ่ายรวมของเกษตรกรในการขนส่งแรงงานเก็บเกี่ยวและสินค้าคงคลังอุปทานอ้อย ซึ่งรูปแบบจะขึ้นอยู่กับข้อมูลส่วนใหญ่ที่แท้จริงของโรงงานผลิตอ้อยในประเทศไทยแห่งหนึ่ง ขนาดของจำนวนของตัวแปรจะลดลงจากความเป็นจริงเนื่องจากข้อจำกัด ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตามรูปแบบการให้บริการในการแก้ปัญหานี้เป็นที่น่าพอใจ

แก้วปั้น อมตเวทย์ (2548) ได้เสนอวิธีการกำหนดการสั่งซื้อ 2 วิธี วิธีแรกใช้หลักการคำนวณเบื้องต้นจากวิธีของSilver-Meal ส่วนวิธีที่สองใช้หลักการคำนวณเบื้องต้นจากวิธีการของWagner-Whitin และได้นำผลการคำนวณมาทดสอบประสิทธิภาพ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการเปรียบเทียบกับวิธีการสั่งซื้อแบบเดิมของโรงงานตัวอย่าง และส่วนที่สองเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดภายใต้การจำลองปัญหาแตกต่างกัน 500 กรณี โดยใช้โปรแกรมวิซวลเบสิกช่วยในการคำนวณ ผลการเปรียบเทียบพบว่าวิธีการสั่งซื้อที่ 1 และ 2 สามารถลดค่าใช้จ่ายโดยรวมลงจากวิธีการเดิมของโรงงานได้ 306,947.58 และ 309,742.73 บาท หรือคิดเป็น 13.81%และ 13.94% ตามลำดับ

อาคม ชินวงศ์ (2550) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาต่อจากขั้นตอนการคำนวณของ Wagner-Whitin เพื่อศึกษาการกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดต้นทุนโดยรวมตลอดระยะเวลาการวางแผนการสั่งซื้อมีค่าต่ำที่สุด จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมพบว่าสามารถลดต้นทุนรวมในการจัดการวัตถุดิบคงคลังลงได้196,018,315 บาท หรือคิดเป็น 24.94%

ห้วยพร ชาเจียมเงิน (2550) จากการศึกษาวิจัยนี้จะเห็นว่าปัญหาที่พบในอุตสาหกรรมกระดาษก่อนที่จะนำกระดาษไปผลิตเป็นกระดาษลอนลูกฟูกหรืออื่นๆ นั้น มาจากต้นทุนที่เกิดจากการผลิตและต้นทุนในการจัดเก็บสูง เนื่องจากการวางแผนการผลิตไม่เป็นไปตามปริมาณความต้องการของลูกค้าที่สั่งซื้อจริง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการวางแผนการผลิตเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและให้สอดคล้องกับเงื่อนไขในการวางแผนการผลิตทั้งทางด้านปริมาณ ข้อจำกัดทางด้านความสามารถในการผลิตและข้อจำกัดทางด้านการคลัง โดยการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ทางด้านการโปรแกรมเชิงเส้น ประกอบกับหลักการทางการวางแผนการผลิตและการจัดการระบบคลัง ให้มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขแต่ละเงื่อนไข ในการปรับปรุงการวางแผนการผลิตให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ทางด้านปริมาณการผลิต ปริมาณการขายและปริมาณสินค้าคงคลังในแต่ละเดือนที่ทำให้เกิดความเหมาะสมเพื่อเพิ่มกำไรให้แก่องค์กร จากเดิมที่มีมูลค่า 107,392,171 เพิ่มขึ้น 72,105,021 บาท เป็นจำนวนเงิน 177,097,362 บาท คิดเป็นสัดส่วนที่ 68.68%

วรินทร์ เกียรตินุกูล (2548) งานวิจัยที่เสนอนี้เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นช่วยวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้าด้วยโปรแกรม Microsoft Solver มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการจะวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า ให้เกิดต้นทุนที่เหมาะสมที่สุด ตามนโยบายด้านการจัดเก็บที่ 45-52 วัน (ระดับการจัดเก็บเดิม 1 เดือน มีโอกาสทำให้ Line การผลิตหยุดเนื่องจากความไม่แน่นอน จึงกำหนดระดับการจัดเก็บใหม่ที่ 45-52 วัน และวิธีการสั่งซื้อแบบเดิมเป็นการสั่งตามการคาดการณ์ แนวโน้มธุรกิจทำให้ไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุด ประสิทธิภาพการสั่งซื้อจึงลดลง) จึงพัฒนาเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น ช่วยคำนวณปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดของบริษัทกรณีศึกษา โดยมีขั้นตอนเริ่มจากแปลงปัญหาการจัดซื้อให้อยู่ในรูปแบบของการโปรแกรมเชิงเส้น แล้วกำหนดเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องได้แก่ เงื่อนไขเวลาเงื่อนไขวัสดุคงคลัง เงื่อนไขนโยบายของฝ่ายบริหารจากนั้นพิจารณาค่าพยากรณ์ เพื่อใช้ในตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นอย่างเหมาะสม ได้แก่ ราคาวัตถุดิบซึ่งจากการทดลองพบว่าผลการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมMinitab13 วิธีพยากรณ์แบบ Winter ให้ค่าเบี่ยงเบนต่ำสุด และนำค่าการพยากรณ์ราคาไปใช้ในการกำหนดระดับการเก็บวัสดุคงคลังตามเงื่อนไข จากนั้นเปรียบเทียบผลของตัวแบบและประสิทธิภาพการจัดซื้อโดยอาศัยหลักการด้านเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นพบว่าต้นทุนรวมลดลง 147,693,666.39 บาท (ลดลง 6.89%) หรือเฉลี่ย 73,846,833.19 บาท/ปี และระดับการเก็บรักษาวัตถุดิบคงคลังตามนโยบาย 45-52 วัน ให้ค่าเบี่ยงเบนต่ำกว่าวิธีเดิม โดยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เกิดจากปริมาณการผลิตจริงไม่ตรงตามแผนที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมบรรลุผลการสั่งซื้อให้เกิดต้นทุนต่ำสุด และบรรลุเป้าหมายการเก็บวัสดุคงคลังตามนโยบายในเวลาเดียวกัน พร้อมวิเคราะห์ความไวของแต่ละเงื่อนไข

พงสกร ศรีทองคำ (2549) ได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาปริมาณการสั่งซื้อหรือผลิตแบบประหยัดของสินค้าคงคลังหลายชนิดที่มีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกันแบบหาคำตอบที่เหมาะสมโดยประมาณ และกำหนดให้ทราบปริมาณความต้องการของสินค้าที่แน่นอนเพื่อลดค่าใช้จ่ายที่

เกิดขึ้นจากการสั่งซื้อหรือผลิตและค่าเก็บรักษาให้ได้มากที่สุด ในขณะที่จะใช้เวลาในการคำนวณหาคำตอบน้อยที่สุด โดยมีการเปรียบเทียบโดยผลการทดลองวิธีการที่นำเสนอใช้เวลาเฉลี่ยในการคำนวณหาคำตอบคือ 5 มิลลิวินาที และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในกลุ่มปัญหาขนาดเล็กอยู่ที่ 1.81 ปัญหาขนาดกลางที่ 3.07 และปัญหาขนาดใหญ่คือ 1.80 โดยจากการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณที่ชัดเจนที่สุดคือ จำนวนสินค้าและช่วงเวลานั่นเอง

กิตติ แสงเดือน (2539) ได้มีการคำนวณถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในส่วนของการผลิตและการจัดซื้อ การคำนวณเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดซึ่งได้เกิดข้อจำกัดหลากหลายประการที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาสินค้าคงคลังมากขึ้น โดยในงานวิจัยฉบับนี้ได้เสนอแนะวิธีการคำนวณแบบประมาณ โดยนำวิธีการในอดีตมาดัดแปลงสร้างวิธีการคำนวณแบบใหม่ได้ 3 วิธีการ ซึ่ง วิธีการเหล่านี้จะสามารถหาคำตอบได้ในเวลาอันรวดเร็วและให้คุณภาพของคำตอบโดยเฉลี่ยอยู่ที่ไม่เกิน 2% ของค่าที่ดีที่สุด

สรณธร ไกรภิญญา มาศ และอรรถกร เก่งพล (2554) ได้มีการจัดกลุ่มสินค้าโดยใช้ ABC Classification System และเลือกศึกษาวัตถุดิบ Class ที่มีมูลค่าโดยรวมสูงสุด และจึงดำเนินการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของวิธีการพลวัตของแวกเนอร์-วิทิน (Wagner-Whitin Algorithm: WW) เพื่อกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่สุด

ศุภกัญญา ชินประทีป (2551) ได้มีการวิเคราะห์และสร้างโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมและแบบทวิภาค สำหรับการแก้ปัญหาการวางแผนการจัดซื้อและการผลิตในสถานการณ์ที่มีหลายชนิดสินค้า หลายช่วงเวลา หลายสถานงานที่มีความสามารถจำกัด และแบบจำลองที่เรียกว่า Multi-item Multi-level capacitated lot size with multi-Work station problem (MLCLSP-M) โดยแบ่งเป็นสองช่วง คือ การจัดงานด้วยปริมาณการสั่งที่กำหนด และการหาปริมาณการสั่งด้วยการจัดงานที่กำหนด ในแต่ละรอบการหาคำตอบมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาย่อยดังกล่าวและใช้ AMPL/CPLEX 8.0 แก้ปัญหา นอกจากนี้ยังมีการทดสอบด้านคุณภาพของการหาคำตอบอีกด้วย

ซู เจ, ลู แอล. แอล และโกลเวอร์ เอฟ (Xu, J., Lu, L.L. and Glover, F. 2000) งานวิจัยนี้จะทำการพิจารณา Multi-item dynamic lot size ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับธุรกิจที่มีการลดปริมาณการร่วมทุนลงโดยนำมาใช้สำหรับรายการทั้งหมดที่ซื้อเมื่อใดก็ตามที่ค่าของเงินดอลลาร์มาถึงจุดที่มีความแน่นอน กรณีที่เป็นหลายรายการมีความแพร่หลายในการใช้งานจริงโดยจะพิจารณาเฉพาะกรณีจำกัดเท่านั้น ทางผู้วิจัยมีการสร้างสูตรทางคณิตศาสตร์และออกแบบโดยอ้างอิงถึง Dynamic programming ในฐานของฮิวริสติกส์ซึ่งมีการใช้ CPLEX ในการคิด MIP สำหรับกรณีที่เป็นหลายรายการ ซึ่งจากการวิจัยจะเห็นได้ว่าวิธีการนี้จะใช้ได้ดี กรณีที่มีปัญหามีความซับซ้อนมากขึ้นจะสามารถแสดงผลออกมาได้เร็วกว่า 4,800 ถึง 100,000 ครั้งซึ่งในวิธีการอาจจะมีการปรับปรุงตัวแปรเพิ่มขึ้นต่อไป

พาวิน เอส และ ฮาคิว เอ.เอช.เอ็ม.เอ (Parveen, S. and Haque, A.H.M. A. 2007) งานวิจัยนี้ได้พิจารณาเกี่ยวกับปัญหาของ multi-item single level capacitated dynamic lot-sizing ซึ่งได้มีการกำหนด N รหัสโดยมีช่วงเวลาอยู่ที่ T ช่วงเวลาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำให้ต้นทุนราคา กับ

ต้นทุนการจัดเก็บมีค่าต่ำที่สุดในแต่ละช่วงเวลา จากการวิจัยจะพบได้ว่าถ้าเป็นรหัสเดียวจะสามารถใช้วิธีการ optimal ได้ แต่ถ้าเป็นปัญหาของหลายรหัสจะใช้วิธีฮิวริสติกส์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด

บิวก้า เอส และ เรมพาลา อาร์ (Bylka, S. and Rempala, R. 2001) งานวิจัยนี้ได้เสนอการประยุกต์ใช้ตัวแบบในการแก้ปัญหาขนาดการสั่งซื้อแบบเคลื่อนที่ (Dynamic Lot-Sizing Problem) เพื่อลดต้นทุนรวมในการผลิตและการจัดเก็บด้วยการพิจารณาลักษณะของต้นทุนการผลิตและต้นทุนการจัดเก็บด้วยฟังก์ชันแบบไม่เป็นเชิงเส้นตรงและฟังก์ชันที่เป็นเชิงเส้นตรงประสานกับแนวความคิดในสภาวะของแวกเนอร์-วิทิน (Wagner – Whitin Type Condition) ซึ่งผลการทดสอบตัวแบบพบว่า การประยุกต์ใช้ตัวแบบในการแก้ปัญหาขนาดการสั่งซื้อแบบเคลื่อนที่ (Dynamic Lot-Sizing Problem) สามารถให้ค่าปริมาณความต้องการสั่งซื้อที่เหมาะสม และไม่ทำให้เกิดการขาดสินค้า (Backlogging)

โปทาเมียนอส เจ, ออร์แมน เอ.เจ และ ซาฮานี เอ.เค (Potamianos, J., Orman, A.J. and Shahani, A.K. 1997) ได้ทำการพัฒนาตัวแบบกระบวนการแวกเนอร์-วิทิน (Modified Wagner – Whitin Algorithm) ประสานกับวิธีการ Interactive Safety Stock Method ในการวางแผนระบบควบคุมวัสดุคงคลัง และตัดตารางการผลิต ซึ่งเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบดังกล่าวแล้วพบว่า สามารถให้ประสิทธิภาพในการจัดการที่ดีขึ้นทั้งแง่ของการลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการลูกค้า

อัญชลี เอส (Anchalee, S. 2009) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับหมวดหมู่ของการผลิตโดยเกี่ยวข้องกับระบบการผลิตแบบหลายรหัสโดยมีความเกี่ยวข้องกันกับ ต้นทุนรวมของทางการผลิต ซึ่งจากงานวิจัยนี้จะแสดงให้เห็นว่าในเครื่องฉีด 3 รุ่นขนานกัน จะมีต้นทุนรวมลดลง 169,860.24 บาท หรือ 0.28% เมื่อเทียบกับวิธีเดิม และจะมีต้นทุนรวมลดลง 1.82% เมื่อเทียบกับวิธี EPQ

พรสรวง เฉตรไธสง (2547) ทำการศึกษาการกำหนดช่วงเวลาการสั่งซื้อวัตถุดิบเมื่ออุปสงค์มีค่าไม่คงที่และต้นทุนการซื้อต่อหน่วยมีค่าไม่แน่นอน ด้วยวิธีการพัฒนาแบบจำลองสมการคณิตศาสตร์ในการควบคุมระบบคงคลัง รวมทั้งข้อจำกัดด้านพื้นที่และช่วงเวลานำต่อจากสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายไม่เท่ากันโดยใช้วิธีการโปรแกรมเชิงเส้น รวมทั้งวิเคราะห์หอนุกรมเวลาถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์ ราคาต่อหน่วยวัตถุดิบ กรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้ เพื่อให้เกิดค่าต้นทุนรวมต่อปีต่ำที่สุด

ชนิกานต์ กมลสุข และสรวิชัย เยาว์ยืนยง (2554) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งในการจัดวางสินค้าที่เหมาะสมในคลังสินค้า โดยมีวัตถุประสงค์ คือสามารถลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าออกบริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตเครื่องแก้วคุณภาพดีรายใหญ่ของประเทศไทยสินค้าของบริษัทมีจำนวนมาก และในแต่ละวันมีการหมุนเวียนเข้าออกของสินค้าเป็นจำนวนมาก ปัญหาที่พบคือ การเสียเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าออกเพราะไม่ได้มีการวางแผนในการจัดวางสินค้าที่เหมาะสมโดยขอบเขตของงานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะคลังสินค้าที่จัดเก็บแก้วใสแบบเต็มพาเลต ซึ่งในการวิจัยได้นำวิธีการจัดลำดับความสำคัญของสินค้าเข้ามาใช้ คือการจัดกลุ่ม ABC (ABC Analysis) โดยจะพิจารณาจากการจัดลำดับความสำคัญของการเคลื่อนย้าย

สินค้าเข้าและออกเป็นหลัก โดยนำแนวทางนี้มาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในลำดับแรกจะเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายของปัญหานี้ก่อน ซึ่งสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้เพียงเบื้องต้นเท่านั้น หลังจากที่เขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำมาเขียนในโปรแกรม Lingo เพื่อช่วยในการค้นหาคำตอบว่าควรจัดวางสินค้าในตำแหน่งใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ผลคือ location A จะมีจำนวนสินค้าที่เข้าออกมากที่สุดถึง 4 items

พรรณวิภา พุฒิกษา และพรธิภา องค์กรรักษ์ (2554) ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงระบบการจัดการวัตถุดิบคงคลังพร้อมทั้งประยุกต์ใช้นโยบายคงคลังรูปแบบต่างๆให้เหมาะสมกับความต้องการในโรงงานฟอก-ย้อมกรณีศึกษา โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบคงคลังตามลำดับความสำคัญ (ABC Analysis) และเลือกวัตถุดิบในกลุ่มเอซึ่งเป็นกลุ่มที่มีมูลค่าการใช้มากที่สุดมาวิเคราะห์หา นโยบายวัตถุดิบคงคลังที่เหมาะสมโดยอ้างอิงทฤษฎีและวิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลมีประโยชน์ในการเลือกใช้นโยบายที่เหมาะสม และสามารถลดต้นทุนรวมเมื่อเทียบกับนโยบายปัจจุบัน และยังคงรักษาระดับการให้บริการลูกค้า (Customer Service Level) และอัตราการเติมสินค้า (Product Fill Rate) เท่ากับร้อยละ 100 โดยวัตถุดิบที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ ค่าที่ได้จากวิธีมาตรฐานและการจำลองสถานการณ์สามารถลดต้นทุนรวมได้ทุกวิธี โดยนโยบายที่เหมาะสม คือการจำลองสถานการณ์แบบนโยบายสามารถลดต้นทุนรวมได้ร้อยละ 5.24 และลดปริมาณวัตถุดิบคงคลังเฉลี่ยได้ร้อยละ 78.71 ส่วนวัตถุดิบที่มีลักษณะการใช้แบบซ้ำ ๆ ไม่เหมาะสมกับวิธีมาตรฐานเนื่องจากไม่สามารถลดต้นทุนรวมได้ แต่เมื่อใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ สามารถลดต้นทุนรวมลงได้

ประเสริฐ ลาดสุวรรณ (2549) ได้เสนอแนวคิดที่จะนำระบบการจัดเก็บมาใช้ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเก็บในการลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าในคลังสินค้า โดยได้ใช้ระบบการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้า (ABC Classification Storage Location Policy / ABC CSLP) วิธีการคือสินค้าจะถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยพิจารณาจากข้อมูลความถี่ในการหมุนเวียนสินค้าเข้าและออก กลุ่มสินค้าที่มีอัตราหมุนเวียนสินค้าเข้าและออกคลังสินค้าสูง (Fast Moving) ปานกลาง (Medium Moving) และต่ำ (Slow Moving) โดยกำหนดให้แทนด้วยกลุ่ม A B และ C ตามลำดับ จากนั้นทำการแบ่งพื้นที่สำหรับการจัดเก็บสินค้าเป็น 3 เขต (Zone) เพื่อรองรับปริมาณของสินค้าแต่ละกลุ่มตามที่ได้แบ่งไว้โดยต้องสำรองพื้นที่ไว้สูงสุดสำหรับแต่ละกลุ่ม การคำนวณระยะทางจะใช้โปรแกรม Xquery ช่วยในการคำนวณ กรณีศึกษานี้ได้พิจารณาลังสินค้าที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งปัจจุบันใช้ระบบการจัดเก็บแบบสุ่ม โดยศึกษาข้อมูลอัตราการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าและออก นำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบเชิงปริมาณและคุณภาพระหว่างระบบการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้ากับแบบสุ่ม จากผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณพบว่าการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้าใช้ระยะทางการเคลื่อนย้ายสินค้าลดลง 27,564 เมตร หรือ 11.93% เมื่อเปรียบเทียบกับแบบสุ่ม เชิงคุณภาพการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้ามีความเป็นระเบียบจัดเก็บเป็นหมวดหมู่ ค้นหาสินค้าและตรวจนับได้สะดวกและรวดเร็ว จึงสรุปได้ว่าระบบการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้ามีประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้ามากกว่าระบบการจัดเก็บแบบสุ่ม

กุนาเซการาน เอ, แมรี เอช.บี และเมนซี เอฟ (Gunasekaran A., Marri H.B. and Menci F. (1999) ได้ทำการศึกษาในเรื่องของการจัดการคลังสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ JIT และ TQM มาเป็นเครื่องมือ ซึ่งคลังสินค้าเป็นหน่วยงานรับผิดชอบในการดูแลในส่วนที่เข้ามาจากผู้ผลิตภายนอก หลังจากขั้นตอนการผลิตที่ดีขึ้นตลอดจนแหล่งข้อมูลในคลังสินค้ามีความสมดุลในการเชื่อมโยงการโอนภายในและภายนอก โดยปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจึงอาจกลายเป็นที่ชัดเจนเข้าใจและด้วยเหตุนี้จึงทำให้ง่ายที่จะแก้ไข ส่วนในเรื่องของจุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้คือการศึกษพื้นที่ที่มีปัญหาในทางเดินและจัดหาโซลูชันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานคลังสินค้า โดยขั้นแรกให้กรอบแนวคิดได้รับการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานคลังสินค้า ประการที่สองคือกรณีศึกษาได้รับการดำเนินการด้วยแบบจำลองเพื่อลดเวลาที่ผ่านกระบวนการในการดำเนินงานคลังสินค้า เพื่อนำมาสรุปและนำมาเสนอผลของการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เฮอร์ตัส เจ.ไอ, รามิเรส เจ.ดี และ ซาลาซาร์ เอฟ.ที (Huertas J.I., Ramirez J.D. and Salazar F.T. 2007) ได้นำเสนอตัวแบบในการประมาณการและประเมินต้นทุนการดำเนินงานในการจัดวางพื้นที่ทางเลือกของคลังสินค้าขนาดใหญ่หรือศูนย์กระจายสินค้าที่มีสินค้าหลากหลายชนิดโดยตัวแบบที่นำเสนอนี้ถูกนำไปใช้ในคลังสินค้าที่มีสินค้าที่เน่าเปื่อยง่ายในเม็กซิโก ซึ่งข้อมูลที่ได้จากคอมพิวเตอร์จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง การวัดผลการทำงานจะใช้ต้นทุนการดำเนินงานและเวลาในการเลือกสินค้าโดยเฉลี่ย ซึ่งตัวแบบนี้ใช้สำหรับการประเมินทางเลือกใหม่ของการจัดวางพื้นที่ และการดำเนินงาน ใน 2 แบบของคลังสินค้าเดียวกัน จากการศึกษาพบว่า ทางเลือกในช่องทางการเข้าออกที่อยู่ด้านตรงกันข้ามกับความยาวของคลังสินค้าและมีการดำเนินงานโดยไม่มี การแยกพื้นที่ในการขนส่งสินค้าออกไปต่างหากจะช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานได้ซึ่งในตัวแบบนี้จะให้วิธีการที่ง่ายในการประมาณการการใช้ทรัพยากรในการดำเนินงานและเวลาในการขนส่งสินค้าเพื่อให้เกิดประสิทธิผลและประสิทธิภาพของคลังสินค้า ซึ่งจะอาศัยการคำนวณระยะทาง ข้อมูลเรื่องเวลา และจำนวนหน่วยความถี่ของการเกิดกิจกรรมพื้นฐานของสินค้าหนึ่งชนิดในระบบ

ประจวบ เค และ วรังกานา พี (Prachuab K., Warangkana P. 2011) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินและปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บในโรงงานตัวอย่าง เพื่อศึกษากระบวนการขนส่งในการจัดเก็บ รวมถึงประเมินและปรับปรุงการทำงานของแผนกคลังสินค้า โดยหาแนวทางลดค่าใช้จ่ายด้านการจัดเก็บด้วยวิธีโปรแกรมเชิงเส้น และแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในพื้นที่จัดเก็บจากการศึกษาการทำงาน โดยใช้หลักการการศึกษาการทำงานมาใช้ในการเก็บข้อมูลที่จำเป็นคำนวณค่าใช้จ่ายซึ่งประกอบด้วยแผนผังพื้นที่จัดเก็บ กระบวนการทำงาน ระยะทางการเคลื่อนย้ายค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ทรัพยากรที่ใช้ในการทำงาน ปริมาณสินค้าที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด ทดลองนำข้อมูลจำนวนปริมาณสินค้าจำนวน 5 เดือน ของสินค้า 5 ชนิด จาก 15 ชนิดมาประมวลผลเปรียบเทียบผลของค่าใช้จ่ายที่ได้จากการขนส่งต่ำที่สุดจากการทดลองกับวิธีที่ใช้ในปัจจุบันการพิจารณาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการขนส่งแบบปัจจุบันกับแบบที่ได้จากการทดลอง พบว่าระยะทางและเชื้อเพลิงลดลง 31.83% ค่าเชื้อเพลิงลดลงคิดเป็นเงิน 32,881.50 บาท

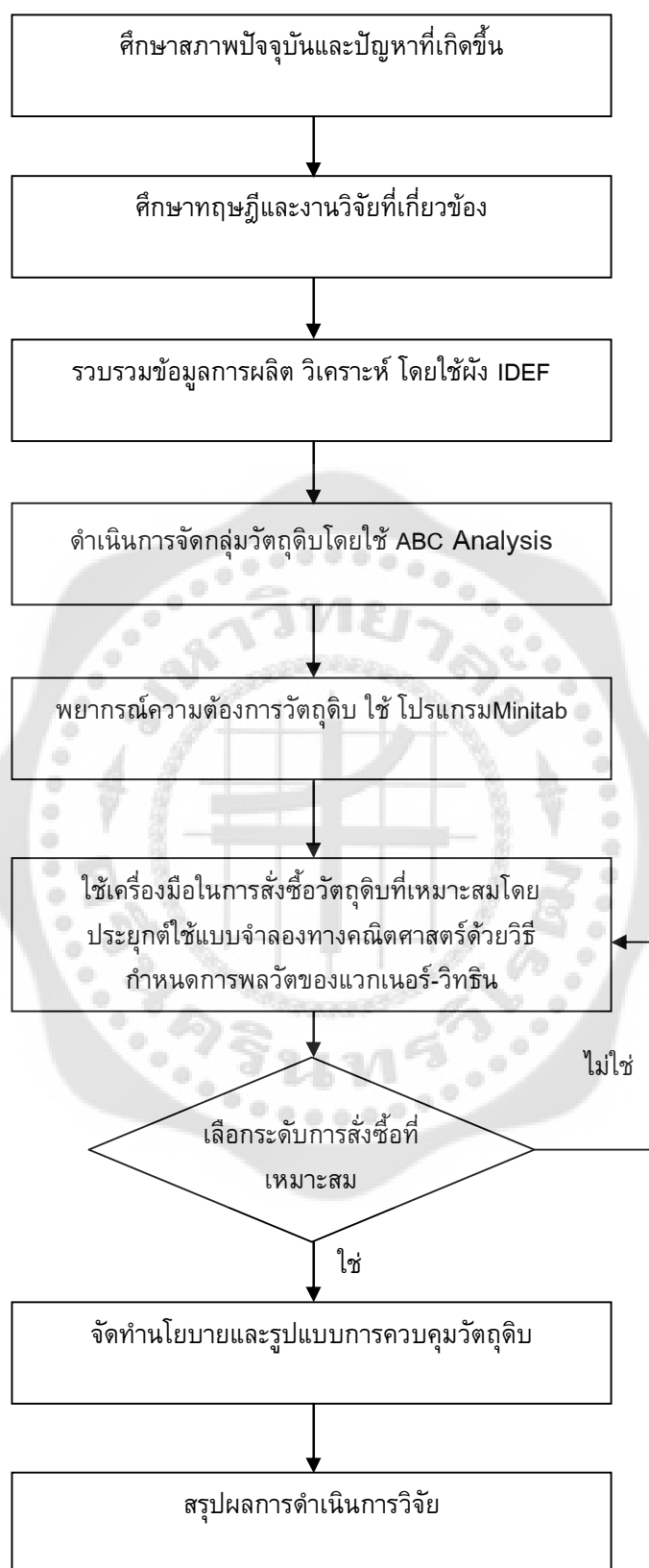
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมาประยุกต์ใช้กับตัวแบบในงานวิจัยนี้ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยเริ่มจากการศึกษาสภาพการดำเนินงานหลักของโรงงานตัวอย่างโดยใช้ผัง IDEF0 มาช่วยแสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการตั้งแต่ต้นน้ำไปยังปลายน้ำของกระบวนการทางธุรกิจ จากนั้นจะดำเนินการจัดกลุ่มวัตถุดิบโดยใช้ ABC Analysis เพื่อศึกษาเฉพาะวัตถุดิบที่อยู่ใน กลุ่มเอ เท่านั้นเนื่องจากกลุ่มใน กลุ่มเอ มีปริมาณรหัสที่น้อยแต่มีมูลค่าที่สูง เมื่อจัดกลุ่มวัตถุดิบเสร็จแล้วก็จะมีการพยากรณ์โดยใช้ โปรแกรม Minitab Version 14.0 เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการวัตถุดิบใน กลุ่มเอ ของปีตัวอย่าง โดยใช้ข้อมูล 36 เดือนย้อนหลังมาเป็นพื้นฐานในการพยากรณ์ จากนั้นจะใช้เครื่องมือในการสั่งซื้อวัตถุดิบ กลุ่มเอ ที่เหมาะสมโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิททิน (Wagner-Whitin Algorithm: WW) โดยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming) ซึ่งจะใช้การเปรียบเทียบวิธีการสั่งซื้อแบบเดิมของโรงงานตัวอย่างเปรียบเทียบกับวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมซึ่งคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป Lingo Version 8.0 ต่อจากนั้นก็จะเป็นการวิเคราะห์และจัดการคลังวัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพโดยการเก็บแบบเดิม วัตถุดิบ กลุ่มเอ จะวางกระจัดกระจายในคลังสินค้า เนื่องจากเป็นการเก็บวัตถุดิบแบบสุ่มแต่เมื่อมีการจัดกลุ่มแล้วจะมีการเก็บ วัตถุดิบ กลุ่มเอ ให้เป็นกลุ่มเดียวกันในการจัดเก็บเพื่อทำให้ระยะทางโดยรวมมีค่าต่ำที่สุดเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในงานวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนในการดำเนินงานแบ่งออกได้เป็น 9 ขั้นตอน ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาสภาพการดำเนินงานและปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ โดยใช้ผัง IDEF ช่วยแสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการ
4. ดำเนินการจัดกลุ่มวัตถุดิบโดยใช้ การจัดกลุ่มแบบเอบีซี (ABC Analysis)
5. ใช้ทฤษฎีการพยากรณ์ความต้องการเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือ Minitab 14.0 กับกลุ่มวัตถุดิบ กลุ่มเอ
6. ใช้เครื่องมือในการสั่งซื้อวัตถุดิบกลุ่ม เอ ที่เหมาะสม
7. จัดทำนโยบายและจัดรูปแบบการควบคุมวัตถุดิบคงคลังที่เหมาะสม
8. วิเคราะห์ผลการปรับปรุงและแก้ไข
9. สรุปผลจากการดำเนินการวิจัยและเสนอผลงานวิจัย



ภาพประกอบ 16 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. สำนวสภพการดำเนงงานและปัญหำปัจจุบัน

1.1 ข้อมูลเบ้องต้นของบรุษ

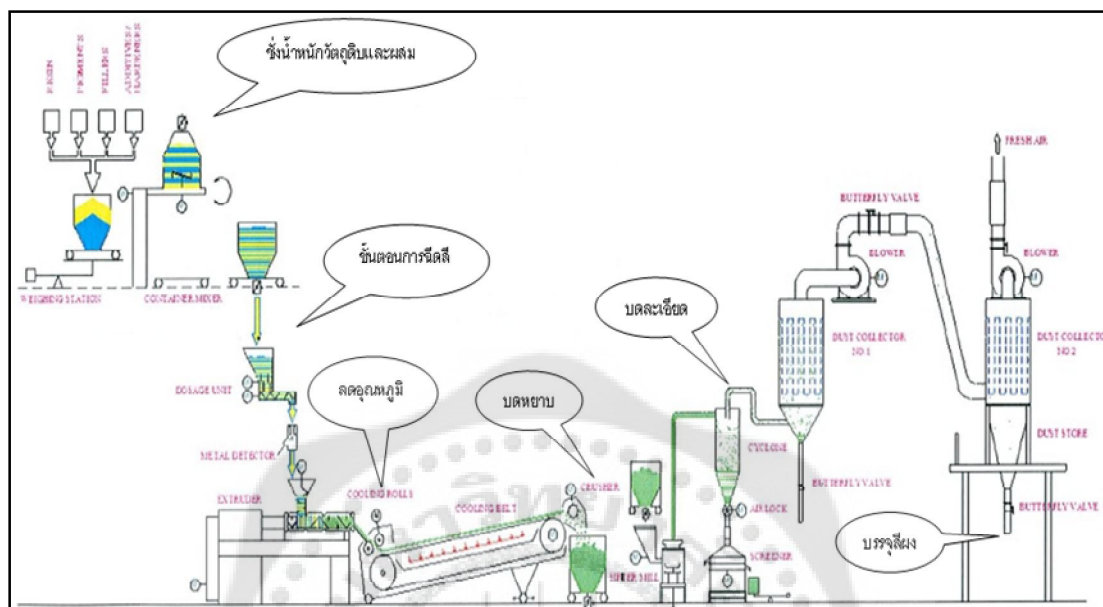
บรุษผลตส์ผงที่ดำเนงการศีกษา เป็นบรุษที่มีประสภการณเินดำเนงธุรกิจในกลุ่มอุตสาหกรรการผลิตสืผงอุตสาหกรร โดยผลตภณท์ส่วนหญจะผลตด้วยกระบวนการผสมวตถุติบเข้าด้วยกัน ต่อกาณั้นก็ฉัดสื และก็ซ้นตอนการบดสื โดยใช้เครื่องจักรในการผลต กากันจะฉัดส่งให้ลูกค้ำเพื่อนำไปผลตเพื่อเป็นผลตภณท์ตามกระบวนการของแต่ละอุตสาหกรร ซึ่งกระบวนการหลักคือ กระบวนการผสม กระบวนการฉัด และกระบวนการบด โดยในส่วนงานที่ผู้วิจัยจะทำการวิจัยคือ ส่วนงานของโลจิสตีกส์จะประกอไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือส่วนงานฉัดเก็บคล้งสินค้ำซึ่งรูปลักษณะของส่วนงานคล้งสินค้ำสามารถดูได้ต้งภาพประกอที่ 17 ซึ่งการฉัดเก็บจะเก็บทั้งสินค้ำสำเร็จรูปและวตถุติบ ความจุที่คล้งสินค้ำสามารถฉัดเก็บได้ 3,224 พาเลท แบ่งเป็นฉัดเก็บวตถุติบ 1,324 พาเลท และเป็นสินค้ำสำเร็จรูป 1,808 พาเลท ซ้นวางสินค้ำถูกออกแบบให้เป็นซ้นวางแบบ Double Deep Racking System ซึ่งจะสามารถวางสินค้ำได้ในปริมาณมาก ในการเก็บวตถุติบจะเก็บแบบกำหนดเอง(Set and Match Location) และแบบสุ่ม (Random Location)



ภาพประกอ 17 คล้งสินค้ำที่ใช้เก็บวตถุติบและวตถุติบในโรงงานตัวอย่าง

1.2 กระบวนการผลิตสีผงอุตสาหกรรม

ในกระบวนการผลิตสีผงมีขั้นตอนดังภาพประกอบที่ 18



ภาพประกอบ 18 กระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

1.2.1 กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

กระบวนการเตรียมวัตถุดิบจะจัดเตรียมวัตถุดิบ(Polyester, Epoxy, Pigment, Additive, Filler, Resin)ตามอัตราส่วนการผลิตในสูตรที่กำหนดไว้ตามใบสั่งผลิตดังภาพประกอบที่ 19



ภาพประกอบ 19 กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

1.2.2 กระบวนการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ

ชั่งน้ำหนักของวัตถุดิบแต่ละชนิดตามอัตราส่วน โดยดูจำนวนจากใบสั่งผลิต ดังภาพประกอบที่ 20



ภาพประกอบ 20 กระบวนการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ

1.2.3 กระบวนการผสมวัตถุดิบเข้าด้วยกัน

นำวัตถุดิบที่ชั่งไว้มาผสมให้เข้ากันโดยบรรจุในเครื่องผสม แล้วคว่ำไปถึงมาสลับกัน พร้อมกับกระบวนการปั่นตามเวลาที่กำหนดไว้ ดังภาพประกอบที่ 21



ภาพประกอบ 21 กระบวนการผสมวัตถุดิบ

1.2.4 กระบวนการฉีด

เมื่อวัตถุดิบถูกผสมเรียบร้อยแล้วก็จะเข้าสู่ขั้นตอนของกระบวนการฉีดโดยจะฉีดในอุณหภูมิสูง เพื่อให้วัตถุดิบละลายเข้ากันแล้วลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วให้กลายเป็นของแข็งทันที ดังภาพประกอบที่ 22



ภาพประกอบ 22 กระบวนการฉีด

1.2.5 กระบวนการบดหยาบ

เป็นกระบวนการที่นำวัตถุที่ฉีดแล้ว มาเข้าเครื่องบดหยาบ ให้เป็นชิ้นเล็กๆ เรียกว่า กรานูล ดังภาพประกอบที่ 23



ภาพประกอบ 23 กระบวนการบดหยาบ

1.2.6 กระบวนการบดละเอียด

เป็นกระบวนการที่นำกรานูลบดละเอียดแล้ว มาเข้าเครื่องบดละเอียด ให้เป็นผงเล็กๆ ดังภาพประกอบที่ 24 และจะได้เป็นผลิตภัณฑ์สีผงในภาพประกอบที่ 25



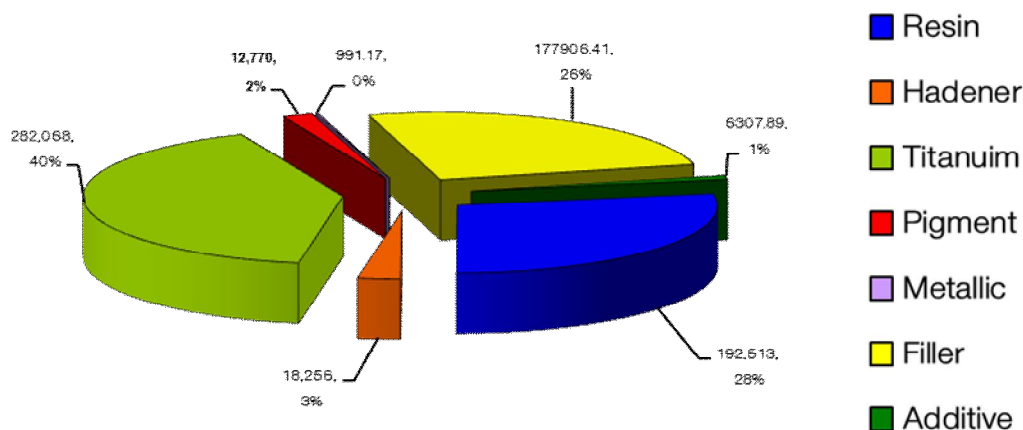
ภาพประกอบ 24 กระบวนการบดละเอียด



ภาพประกอบ 25 ผลิตภัณฑ์สีผงอุตสาหกรรม

1.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการเก็บข้อมูลย้อนหลัง พบว่า โรงงานตัวอย่างมีปริมาณสินค้าคงคลังรวมอยู่ที่ประมาณ 1.6 เท่าของปริมาณการผลิต ซึ่งทางโรงงานตัวอย่างนั้นยังมีวัตถุดิบคงคลังที่มีปริมาณมาก เนื่องจากมีการสั่งซื้อวัตถุดิบเป็นไปอย่างไม่มีแบบแผนที่แน่นอนและเป็นการสั่งซื้อของพนักงานผู้มีประสบการณ์เป็นหลัก จึงเป็นเหตุให้ในบางเดือนจะมีวัตถุดิบคงคลังสูงมากทำให้เกิดต้นทุนในการจัดเก็บที่มากเกินไปและนอกจากนี้การจัดเก็บวัตถุดิบในคลังสินค้ายังมีการจัดวางที่เป็นแบบสุมวาง และไม่มีการแบ่งโซนในคลังสินค้าวัตถุดิบที่ชัดเจน ทำให้มีระยะทางของกิจกรรมในคลังวัตถุดิบที่มีค่าสูงซึ่งจากเหตุผลเหล่านี้ก็จะส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายที่เสียไปจากการจัดเก็บซึ่งจะต้องดำเนินการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพต่อไปทั้งในด้านของการสั่งซื้อวัตถุดิบและการจัดการคลังสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งในคลังสินค้าของโรงงานตัวอย่างจะมีจำนวนและมูลค่าของวัตถุดิบตามภาพประกอบที่ 26



ภาพประกอบ 26 มูลค่าของวัตถุดิบคงคลังแบ่งตามชนิดของวัตถุดิบ

1.4 เป้าหมายการดำเนินงานวิจัย

สามารถกำหนดระดับการสั่งซื้อโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทิน (Wagner-Whitin Algorithm: WW) ที่จะทำให้งานต้นทุนรวมลดลงจากวิธีการสั่งซื้อปัจจุบัน และดำเนินการกำหนดนโยบายในการจัดการคลังสินค้าในกลุ่ม กลุ่มเอ ให้มีระยะทางในคลังลดลง

2. วิธีการดำเนินงานวิจัยขั้นตอนการศึกษาผลงานวิจัยแลทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้จะทำการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบและเน้นให้ความสำคัญกับการหา ระดับการสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยใช้วิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทิน (Wagner-Whitin Algorithm: WW) โดยเน้นทำในรูปแบบของวัตถุดิบหลายรหัส นอกจากนี้ยังเกี่ยวกับการจัดคลัง วัตถุดิบที่ได้จัดกลุ่มไว้ให้มีประสิทธิภาพดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงเน้นศึกษาเกี่ยวกับการนำหลักการทาง คณิตศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับคลังสินค้ามาประยุกต์ใช้ในการควบคุมปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบและ การจัดการคลังสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพ

3. ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษากระบวนการทางธุรกิจของโรงงานตัวอย่าง

ในขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมศึกษากระบวนการทางธุรกิจของโรงงานตัวอย่างโดยใช้ผัง IDEF0 (Integration Definition Function Modeling) ซึ่งในการศึกษาผัง IDEF0 นี้จะช่วยให้สามารถทราบถึงกระบวนการทางธุรกิจตั้งแต่ต้นน้ำไปยังปลายน้ำธุรกิจ ซึ่งการจัดทำผัง IDEF0 นี้จะได้มาจากการระดมสมองของหัวหน้าแผนก และผู้จัดการฝ่ายเพื่อนำมาจัดทำร่วมกัน

3.2 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบของโรงงานตัวอย่าง

ในขั้นตอนนี้จะทำการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบโดยใช้ การจัดกลุ่มแบบเอบีซี (ABC Classification) ในการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบโดยการรวบรวมปริมาณการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดในอดีตที่ผ่านมาย้อนหลังของปีปัจจุบัน 12 เดือน เพื่อนำมาวิเคราะห์และจำแนกความสำคัญของวัตถุดิบซึ่งแบ่งได้เป็นส่วนของการควบคุมวัสดุคงคลังได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ เพื่อแยกวัตถุดิบกลุ่มที่มีความสำคัญสูง (กลุ่มเอ) มาดำเนินการวิจัยต่อไป

การจัดกลุ่มแบบ เอบีซี (ABC Classification) ในงานวิจัยนี้ใช้หัวข้อพิจารณา (Criterion) การแยกกลุ่มโดยพิจารณาจากปริมาณการใช้วัตถุดิบใน 1 ปี เพื่อนำมาสรุปผลการจัดกลุ่มโดยใช้การจัดกลุ่มแบบ เอบีซี (ABC Classification) จะพบว่าวัตถุดิบคงคลังกลุ่มเอ มีปริมาณวัสดุคงคลังประมาณร้อยละ 76.58 ของมูลค่าทั้งหมดในคลัง มีจำนวน 11 รายการคือ รหัส10013, 10017, 11007, 11012, 11026, 12024, 12027, 12030, 13022, 29045 และTiO₂ วัสดุคงคลังกลุ่มบี มีปริมาณวัสดุคงคลังประมาณร้อยละ 19.45 ของมูลค่าทั้งหมดในคลัง มีจำนวน 30 รายการ และวัสดุคงคลังกลุ่มซี มีปริมาณวัสดุคงคลังประมาณร้อยละ 3.96 ของมูลค่าทั้งหมดในคลัง มีจำนวน 86 รายการ

3.3 ขั้นตอนการประยุกต์ตัวแบบการพยากรณ์เข้ากับโรงงานตัวอย่าง

3.3.1 ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์

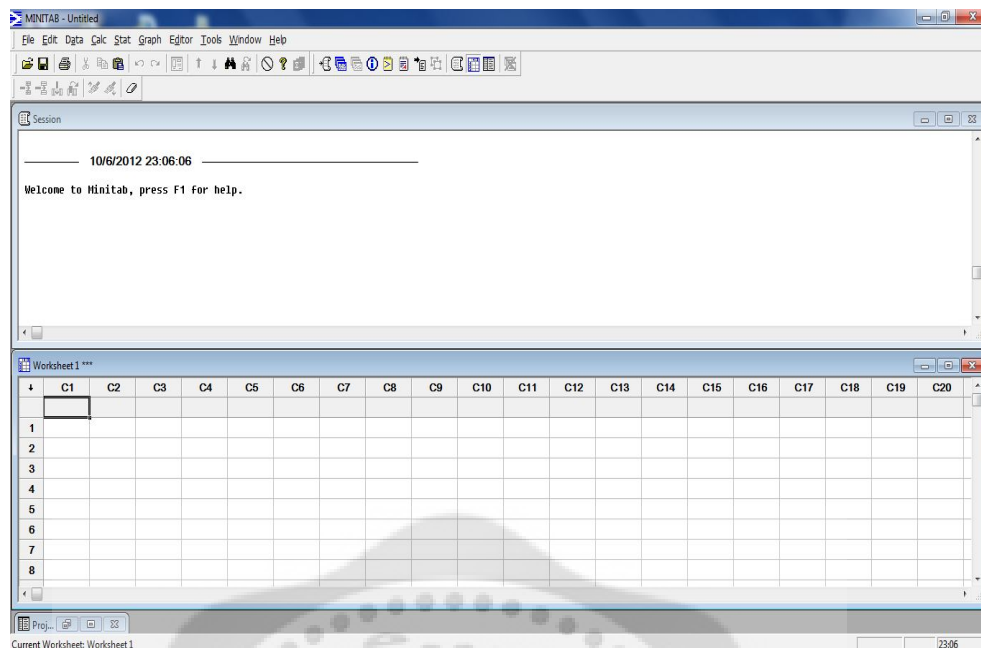
ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์และการจัดการวัตถุดิบในคลัง ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์ ข้อมูล จากแนวโน้มปริมาณการใช้ที่ผ่านมาจำนวน 36 เดือนย้อนหลัง และทำการคัดเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมขึ้นมาก่อนในการพยากรณ์ค่าปริมาณการใช้ของวัตถุดิบใน กลุ่มเอ ของปีตัวอย่าง (12เดือน) และจะนำผลลัพธ์จากการพยากรณ์มาพิจารณาความแม่นยำของวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งจะพิจารณาเลือกวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์จากวิธีดังนี้Moving average, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Time Series Decomposition และ linear trend line ซึ่งดำเนินการวิเคราะห์การพยากรณ์และเปรียบเทียบหาค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุดซึ่งในกรณีศึกษาของโรงงานตัวอย่างจะเลือกวิธี Time Series Decomposition เนื่องจากมีค่า MAPE ต่ำสุดทำให้มีความแม่นยำสูงกว่ารูปแบบอื่นดังที่กล่าวมาข้างต้น

3.3.2 การพิจารณาความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

พิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ที่ให้ค่าความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์มากที่สุดโดยพิจารณาจากค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ที่มีค่าน้อยที่สุด ดังสมการที่ (53)

3.3.3 เครื่องมือสำหรับการพยากรณ์

สำหรับการพยากรณ์ปริมาณความต้องการของวัตถุดิบในปีตัวอย่าง นั้นทางผู้วิจัยจะใช้โปรแกรมช่วยสำหรับการพยากรณ์คือโปรแกรม Minitab version 14.0



ภาพประกอบ 27 โปรแกรม Minitab version 14.0 ช่วยในการพยากรณ์

3.4 ขั้นตอนประยุกต์ตัวแบบการควบคุมวัสดุคงคลังเข้ากับโรงงานตัวอย่าง

3.4.1 ในการกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อแบบพลวัต โดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมของการสั่งซื้อวัตถุดิบหลายชนิดในหลายช่วงเวลา (Multi Item with Multiple Periods) และมีข้อจำกัดการสั่งซื้อในแต่ละเดือนของวัตถุดิบกลุ่มเอ ได้ไม่เกิน 60 ล้านบาท ด้วยสมการดังนี้

สมการเป้าหมาย

$$\text{Min Cost} = \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T (s_{i,t} y_{i,t} + p_{i,t} x_{i,t} + h_{i,t} I_{i,t}) \quad (\text{ดั่งสมการที่15})$$

สมการข้อจำกัด

$$I_{i,t-1} + x_{i,t} - I_{i,t} = d_{i,t} \quad ; \quad \forall t, \quad (\text{ดั่งสมการที่16})$$

$$y_{i,t} d_{i,kT} \geq x_{i,t} \quad ; \quad \forall t, \quad (\text{ดั่งสมการที่17})$$

$$x_{i,t}, I_{i,t} \geq 0 \quad ; \quad \forall t, \quad (\text{ดั่งสมการที่18})$$

$$p_{i,t} x_{i,t} \leq 60,000,000 \quad (\text{ดั่งสมการที่19})$$

$$y_{i,t} = 1 \quad \text{ถ้า} \quad x_{i,t} > 0 \quad (\text{ดั่งสมการที่20})$$

$$y_{i,t} = 0 \quad \text{ถ้า} \quad x_{i,t} = 0 \quad (\text{ดั่งสมการที่21})$$

โดยที่

t แทน ช่วงเวลา ; $t = 1, 2, \dots, T$

T แทน ช่วงเวลาทั้งหมด

i แทน รหัสวัตถุดิบ กลุ่มเอ ; $i = 1, 2, \dots, I$

I แทน รหัสวัตถุดิบ กลุ่มเอ ทั้งหมด

$s_{i,t}$ แทน ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้งของวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t

$p_{i,t}$ แทน ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบกลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t

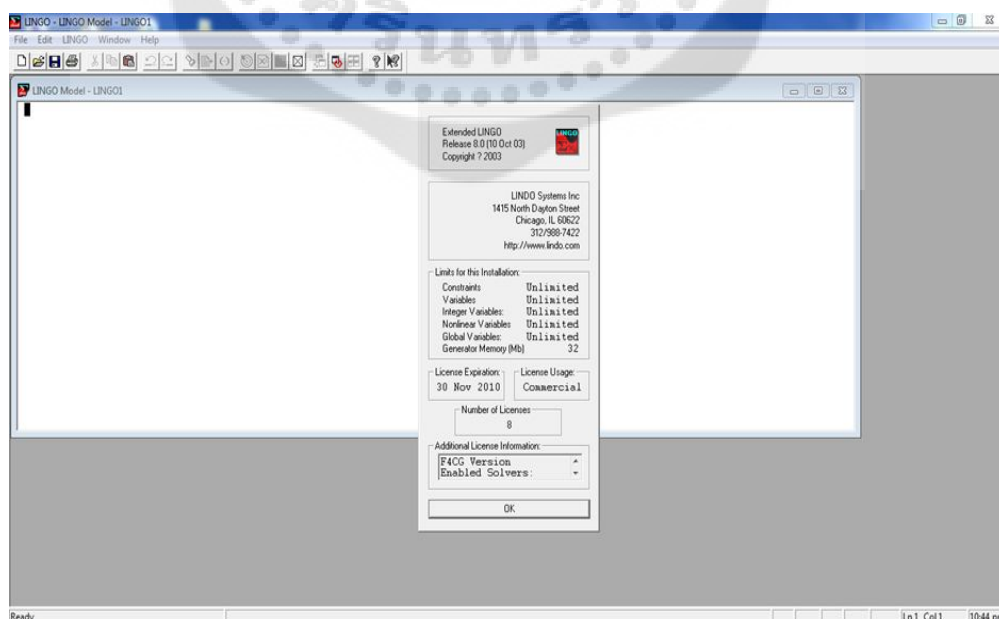
$h_{i,t}$ แทน ค่าใช้จ่ายในการถือครองวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t

$y_{i,t}$ แทน ค่าแสดงการสั่งซื้อโดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อและมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ

$x_{i,t}$ แทน ปริมาณการสั่งซื้อของวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t

$I_{i,t}$ แทน วัตถุดิบคงคลังปลายงวดของวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t

3.4.2 นำปริมาณการใช้วัตถุดิบในปัจจุบัน (12 เดือน) บันทึกลงในโมเดลแวกเนอร์-วิททิน (Wagner-Whitin) โดยใช้วิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสม เพื่อเทียบกับการสั่งซื้อในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Lingo version 8.0 นอกจากนี้ยังนำข้อมูลจากการพยากรณ์ปริมาณการใช้วัตถุดิบจากโปรแกรม Minitab ในปีตัวอย่าง มาหาดำเนินการสั่งซื้อที่ต่ำที่สุดด้วย



ภาพประกอบ 28 โปรแกรม Lingo version 8.0 ช่วยในการคำนวณหาขนาดสั่งซื้อต่ำสุด

3.5 ขั้นตอนจัดทำนโยบายและรูปแบบการควบคุมวัตถุดิบ กลุ่มเอ

ในขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการของการจัดคลังตามนโยบายที่ได้มีการทำการทดลองดังที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งก็จะเป็นการวิเคราะห์ระยะทางในการจัดเก็บ เบิกจ่ายของวัตถุดิบ กลุ่มเอ เพื่อศึกษาและเป็นแนวทางในการจัดเก็บวัตถุดิบให้เป็นกลุ่มเพื่อให้เกิดระยะทางโดยรวมต่ำสุดและช่วยในการดูแลรักษาวัตถุดิบ กลุ่มเอ เนื่องจากการจัดเก็บแบบเดิมจะเป็นแบบสุ่มและวัตถุดิบ กลุ่มเอ ในคลังสินค้าจะมีการจัดเก็บแบบกระจัดกระจาย

3.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

เมื่อได้ผลการทดลองครบถ้วนแล้วนำผลการทดลองทั้งหมดไปวิเคราะห์และสรุปผลโดยการพิจารณาระดับการสั่งซื้อที่เหมาะสมของกลุ่มวัตถุดิบใน กลุ่มเอ โดยเทียบต้นทุนระหว่างวิธีการสั่งซื้อแบบปัจจุบัน (ปีปัจจุบัน) กับแบบจำลองที่มาจากโปรแกรม Lingo และยังมีการหาระดับการสั่งซื้อที่เหมาะสมของ ปีตัวอย่าง โดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้จากการพยากรณ์ด้วยโปรแกรม Minitab นอกจากนี้แล้วจะดำเนินการจัดเก็บวัตถุดิบ กลุ่มเอ ใหม่ให้เป็นหมวดหมู่เพื่อเปรียบเทียบระยะทางการจัดเก็บแบบเดิมและแบบใหม่ซึ่งสามารถลดระยะทางโดยรวมลงได้

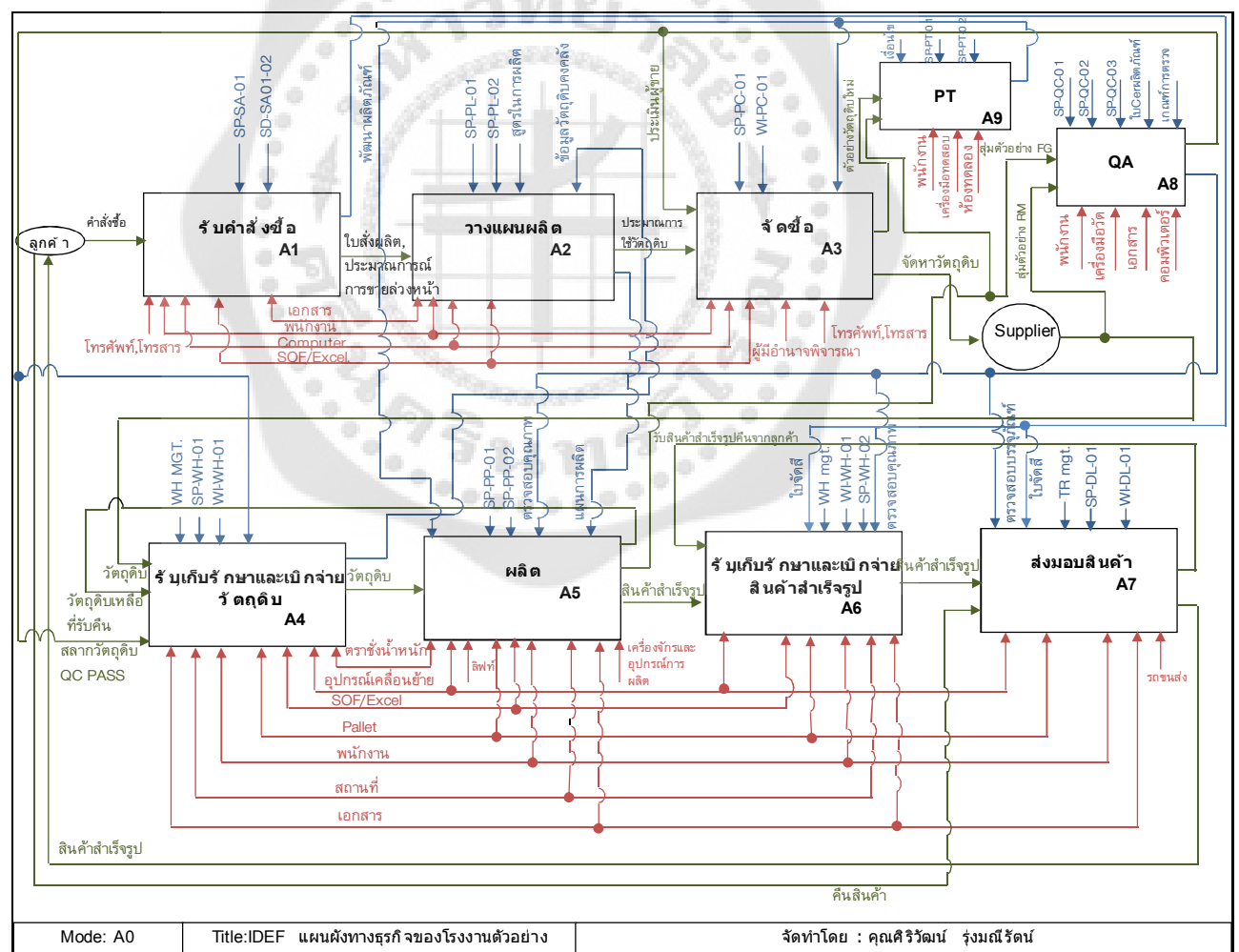
บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

สำหรับในบทนี้จะแสดงถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงานตามขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในบทที่ 3 ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดในการดำเนินงานวิจัยและผลลัพธ์จากการดำเนินงานวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการศึกษากระบวนการทางธุรกิจของโรงงานตัวอย่างโดยใช้ผัง IDEF0

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาขั้นตอนและกระบวนการทางธุรกิจของโรงงานตัวอย่างได้โดยใช้ผัง IDEF0 (Integration Definition Function Modeling) ดังภาพประกอบที่ 29



ภาพประกอบ 29 IDEF0 แผนผังทางธุรกิจของโรงงานตัวอย่าง

ซึ่งจะเห็นได้ในแต่ละส่วนงานจะมีการเกี่ยวโยงกันอย่างมากตั้งแต่ต้นน้ำไปยังปลายน้ำของห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งจะมีการอธิบายแผนผังดังนี้

1. A1 ขั้นตอนรับคำสั่งซื้อ ในขั้นตอนนี้ส่วนการตลาด ฝ่ายขายและฝ่ายโลจิสติกส์ แผนกสนับสนุนขายจะรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าโดยติดต่อสื่อสารทาง Email ,โทรสาร หรือทางโทรศัพท์ซึ่งก็จะมีข้อตกลงเกี่ยวกับราคา การชำระเงินและกำหนดการส่งมอบจากนั้นทำการจัดเก็บข้อมูลลงบนคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Softsquare เพื่อเป็นฐานข้อมูล กรณีสินค้ามีเพียงพอส่งข้อมูลไปเบิกสินค้าที่แผนกคลังสินค้าและแผนกจัดส่งเพื่อวางแผนส่งมอบสินค้า กรณีสินค้าจำเป็นต้องมีการสั่งผลิตก็จะต้องส่งข้อมูลให้กับฝ่ายผลิต แผนกวางแผนผลิต เพื่อดำเนินการผลิต และถ้านอกเหนือจากสูตรการผลิตก็ต้องให้ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ดำเนินการทำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีใหม่เพื่อใช้ในการตัดสินใจต่อไป

2. A2 ขั้นตอนการวางแผนการผลิต เมื่อแผนกวางแผนผลิตได้รับข้อมูลยอดประมาณการณการขายล่วงหน้าจากฝ่ายขาย หรือข้อมูลการสั่งผลิตจาก แผนกสนับสนุนขาย และจากการสอบถามยอดวัตถุดิบคงคลังจากโปรแกรม Softsquare จากนั้นนำ BOM สูตรการผลิต มาทำประมาณการณการใช้วัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ล่วงหน้าส่งให้ฝ่ายจัดซื้อ จากนั้นจัดทำตารางแผนการผลิต กรณีสอบถามยอดวัตถุดิบคงเหลือมีไม่เพียงพอจะต้องพิจารณาใช้วัตถุดิบทดแทนที่มี หรือให้ฝ่ายจัดซื้อดำเนินการจัดซื้อวัตถุดิบเพื่อมาสนับสนุนการผลิตต่อไป

3. A3 ขั้นตอนการจัดซื้อ ฝ่ายจัดซื้อรับข้อมูลประมาณการณการใช้วัตถุดิบหลักจากแผนการใช้วัตถุดิบประจำเดือนและจากใบขอซื้อ PR ในวัตถุดิบอื่น จากแผนวางแผนผลิต, บรรจุภัณฑ์จากคลังวัตถุดิบ หรือผู้ต้องการซื้อ จากนั้นคัดเลือก supplier ทั้งรายเก่ารายใหม่เพื่อมาตรวจสอบในเรื่องของราคา คุณภาพ ระยะเวลาการส่งมอบ และเงื่อนไขอื่นๆโดยจะแจ้งผลการคัดเลือก supplier ให้ผู้มีอำนาจพิจารณาอนุมัติ (ผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อ) และเมื่ออนุมัติเรียบร้อยแล้วทางฝ่ายจัดซื้อจะจัดทำใบสั่งซื้อ PO ส่งโทรสารหรืออีเมลให้ supplier ทราบ

4. A4 ขั้นตอนการรับ, จัดเก็บและจ่ายวัตถุดิบ แผนกคลังสินค้า งานคลังวัตถุดิบทำหน้าที่รับวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์จากผู้ขาย ทำการตรวจนับและสุ่มชั่งน้ำหนัก จากนั้นส่งข้อมูลให้พนักงานฝ่ายควบคุมคุณภาพมาเก็บตัวอย่างไปสุ่มตรวจคุณภาพวัตถุดิบ จัดเก็บข้อมูลลงบนคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Softsquare เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูล เมื่อวัตถุดิบ, บรรจุภัณฑ์ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่คลังวัตถุดิบดำเนินการจัดเก็บ,ดูแลรักษาและ เบิกจ่าย เข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป ส่วนวัตถุดิบที่เหลือจากการผลิตทำการรับคืนเข้าคลัง

5. A5 ขั้นตอนการผลิต เมื่อฝ่ายผลิตได้รับแผนการผลิตหลักจากแผนวางแผนการผลิตแล้ว ฝ่ายผลิตจะได้รับแผนทำใบขอเบิกวัตถุดิบจากแผนกคลังสินค้า เพื่อทำการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบและนำไปสู่กระบวนการผสม ผิด บด และบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ ต่อจากนั้นก็นำสินค้าไปวางเรียงบนพาเลท เพื่อเตรียมส่งให้แผนกคลังสินค้าทำการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป โดยที่มีการควบคุมคุณภาพสินค้าสำเร็จรูประหว่างการผลิตด้วย

6. A6 ขั้นตอนการรับ,จัดเก็บและจ่ายสินค้าสำเร็จรูป เมื่อฝ่ายผลิตส่งมอบสินค้าสำเร็จรูปเรียบร้อยแล้วจะส่งสินค้ามาไว้ในบริเวณสถานที่ที่รอตรวจสินค้าสำเร็จรูปเพื่อที่ให้ผู้จำหน่ายที่คลังสินค้าทำการตรวจสอบ นับสินค้า เพื่อรับและดำเนินการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปโดยแยกตามตำแหน่งที่ระบุไว้ โดยจะมีการบันทึกข้อมูลเพิ่มจำนวนสินค้าสำเร็จรูปเข้าไปในระบบฐานข้อมูล Softsquare โดยมีการรับบันทึกข้อมูลเข้าระบบ ส่วนในขั้นตอนจ่ายนั้นจะต้องมีการรับใบจัดสีจากแผนกสนับสนุนขายเพื่อทำการยืนยันยอดที่จะมีการจ่ายและตัดยอดออกจากระบบเพื่อส่งมอบสินค้าสำเร็จรูปให้แผนกจัดส่งดำเนินการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าต่อไป

7. A7 ขั้นตอนการส่งมอบสินค้า แผนกจัดส่ง จะดำเนินการตรวจสอบสภาพยานยนต์เพื่อให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ และเมื่อได้รับใบจัดสี แล้วก็จะทำการพิจารณาความสามารถในการส่งมอบของแต่ละเส้นทางที่จะขนส่งและวางแผนเส้นทางเดินรถพร้อมกันกับจัดคิว นอกจากนี้ก่อนจะทำการขนส่งจะต้องมีการตรวจรับสินค้าสำเร็จรูปจากแผนกคลังสินค้า มีการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์และจะดำเนินการจัดวางเรียงสินค้าสำเร็จรูปขึ้นไปไว้ในรถจัดส่ง และดำเนินการส่งให้ลูกค้าและนำไปกำกับสินค้า หรือเอกสารกำกับสินค้า ที่ลูกค้าเซ็นรับ กลับมาส่งให้แผนกที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งการควบคุมการปฏิบัติงานของพนักงานเพื่อความปลอดภัยในแต่ละขั้นตอนและการควบคุมมลภาวะและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ยังมีการรับสินค้าคืนจากลูกค้าเพื่อที่จะนำมาเก็บไว้ในคลังสินค้าสำเร็จรูปในกรณีที่สินค้ามีปัญหาหรือไม่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าอีกด้วย

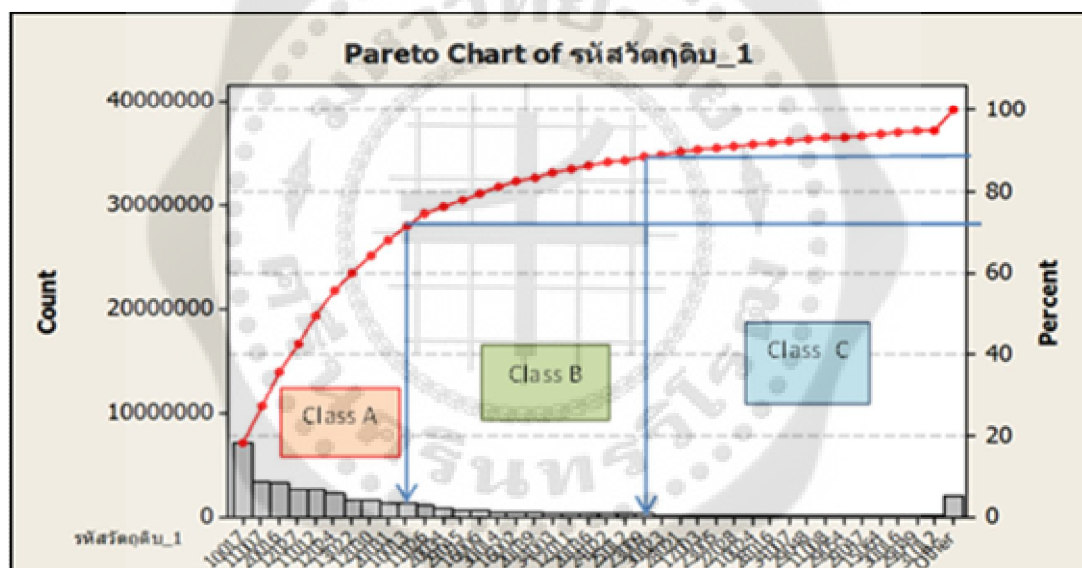
8. A8 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ ฝ่ายควบคุมคุณภาพจะมีการสุ่มตรวจวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูป เพื่อสุ่มตรวจคุณภาพตามเกณฑ์ของบริษัท โดยที่วัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูปที่ผ่านการตรวจและทดสอบนั้นทางฝ่ายควบคุมคุณภาพจะดำเนินการออก สลาก QC PASS ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ก็จะต้องออกเอกสาร NCR เพื่อจัดทำเอกสารการใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ส่วนถ้าสินค้าสำเร็จรูปที่นำมาสุ่มตรวจไม่มีปัญหาก็จะดำเนินการผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูปได้เลย แต่ถ้าสินค้าสำเร็จรูปที่สุ่มตรวจมีปัญหา ก็จะดำเนินการติดสลากสินค้าสำเร็จรูปและดำเนินการจัดการแก้ไขต่อไป ซึ่งฝ่ายควบคุมคุณภาพ เป็นฝ่ายที่ช่วยในการสนับสนุนให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ และสนับสนุนในเรื่องของการใช้วัตถุดิบของบริษัทที่มีประสิทธิภาพ

9. A9 ขั้นตอนการหาวัตถุดิบใหม่หรือวัตถุดิบเพื่อทดแทนวัตถุดิบเดิมและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ ส่วนงานนี้จะตกลงและพัฒนาร่วมกันกับ Supplier โดยมีการรับวัตถุดิบใหม่จากฝ่ายจัดซื้อ เพื่อทดลองผลิตซึ่งถ้าทดสอบผ่านก็จะมีการจัดตั้งรหัสใหม่ให้กับฝ่ายจัดซื้อทำการขึ้นทะเบียนวัตถุดิบใหม่ที่จะสั่งซื้อ และก็จะดำเนินการใช้งานและเฝ้าติดตามและก็นำข้อมูลไปสรุปเงื่อนไขการใช้จากการประชุมวัตถุดิบ ส่วนงานพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าสำเร็จรูปจะเป็นงานที่พิจารณาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และดำเนินการปรับปรุงทดสอบและพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจและเพื่อสนองต่อความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้ยังมีส่วนสนับสนุนในเรื่องการคำนึงถึงต้นทุนการผลิตเพื่อให้มียอดขายที่มากขึ้นอีกด้วย และนอกจากนี้ยังมีขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และหาวัตถุดิบใหม่ทดแทนอีกด้วย ส่วนงานนี้จะทำหน้าที่หลักๆ 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกคือ งานพัฒนาผลิตภัณฑ์ จะเป็นงานที่พิจารณาความเป็นไป

ได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และดำเนินการปรับปรุงทดสอบและพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ส่วนที่สองคือ งานหาวัตถุดิบใหม่เพื่อทดแทนวัตถุดิบเดิม จะเป็นงานที่มีการรับตัวอย่างวัตถุดิบใหม่จาก supplier และต่อมาก็นำมาสั่งซื้อเพื่อทดลองผลิตซึ่งถ้าทดสอบผ่านก็จะมี การตั้งรหัสใหม่ให้กับฝ่ายจัดซื้อทำการขึ้นทะเบียนวัตถุดิบใหม่ที่จะสั่งซื้อ และก็นำมาใช้งานและเฝ้าติดตามและก็นำข้อมูลไปสรุปเงื่อนไขการใช้จากการประชุมวัตถุดิบ

2. ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบของโรงงานตัวอย่าง โดยใช้ การจัดกลุ่มแบบ เอบีซี (ABC Classification)

การแบ่งกลุ่มวัตถุดิบในแต่ละกลุ่มจะมีการทำข้อมูลโดยการเรียงมูลค่าของวัตถุดิบที่มีมูลค่า สูงสุดไปจนถึงมูลค่าต่ำสุดของทั้งวัตถุดิบกลุ่มเอ ถึง กลุ่มซี แสดงในภาคผนวก ก ซึ่งเมื่อนำมาแบ่ง โดยใช้กราฟพาเรโตจะได้ข้อมูลดังภาพประกอบที่ 30 โดยจะตัด กลุ่มเอ ที่ประมาณ 76 เปอร์เซ็นต์



ภาพประกอบ 30 กราฟพาเรโตแสดงการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบ

ซึ่งจากการจัดกลุ่มวัตถุดิบแบบเอบีซี (ABC Classification) นั้นจะสามารถแบ่งได้ว่า วัตถุดิบกลุ่มเอ มีจำนวนทั้งสิ้น 11 รหัส หรือคิดเป็นร้อยละ 8.66 ของวัตถุดิบทั้งหมดในคลัง มูลค่าคิด เป็น 25,733,225.89 บาทของวัตถุดิบทั้งหมดในคลัง หรือคิดเป็นร้อยละ 76.58 ของวัตถุดิบทั้งหมด ในคลัง ส่วนวัตถุดิบกลุ่มบี มีจำนวนทั้งสิ้น 30 รหัส หรือคิดเป็นร้อยละ 23.62 ของวัตถุดิบทั้งหมดใน คลัง มูลค่าคิดเป็น 6,536,332.69 บาทของวัตถุดิบทั้งหมดในคลัง หรือคิดเป็นร้อยละ 19.45 ของ วัตถุดิบทั้งหมดในคลัง และถ้าเป็นกรณีวัตถุดิบกลุ่มซี มีจำนวนทั้งสิ้น 86 รหัส หรือคิดเป็นร้อยละ 67.72 ของวัตถุดิบทั้งหมดในคลัง มูลค่าเพียงแค่ 1,332,334.45 บาทของวัตถุดิบทั้งหมดในคลัง

เท่านั้น หรือคิดเป็นร้อยละ 3.96 ของวัตถุดิบทั้งหมดในคลังดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษา วัตถุดิบกลุ่มเอ ที่มีปริมาณน้อยแต่มีมูลค่าในคลังสูงที่สุด

ตาราง 1 การแบ่งกลุ่มจากการจัดกลุ่มแบบเอบีซี

รหัส	จำนวน วัตถุดิบ (ชนิด)	จำนวน วัตถุดิบ (%)	มูลค่าวัตถุดิบ (บาท)	มูลค่าวัตถุดิบ (%)
วัตถุดิบกลุ่มเอ	11	8.66	25,733,225.89	76.58
วัตถุดิบกลุ่มบี	30	23.62	6,536,332.69	19.45
วัตถุดิบกลุ่มซี	86	67.72	1,332,334.45	3.96
รวม	127	100	33,601,893.03	100

ตาราง 2 แสดงวัตถุดิบกลุ่มเอ

รหัส	ปริมาณการใช้วัตถุดิบ เฉลี่ยปี ปัจจุบัน (กก.)	รวมมูลค่า วัตถุดิบ (บาท)	มูลค่าวัตถุดิบ สะสม (บาท)	ร้อยละ มูลค่า วัตถุดิบ	ร้อยละมูลค่า วัตถุดิบ สะสม
10017	55,993.22	5,680,766.94	5,680,766.94	16.91	16.91
TiO ₂	58,692.43	5,071,026.10	10,751,793.03	15.09	32.00
11012	35,948.38	2,665,082.23	13,416,875.27	7.93	39.93
12027	30,597.58	2,567,136.54	15,984,011.81	7.64	47.57
11007	26,461.97	2,150,636.06	18,134,647.87	6.40	53.97
12024	27,641.71	2,130,715.27	20,265,363.15	6.34	60.31
11026	22,063.81	1,612,864.63	21,878,227.78	4.80	65.11
10013	13,402.33	1,330,485.60	23,208,713.38	3.96	69.07
13022	13,006.78	1,060,052.64	24,268,766.02	3.15	72.22
12030	10,278.13	817,682.34	25,086,448.36	2.43	74.66
29045	41,065.24	646,777.53	25,733,225.89	1.92	76.58

3. ขั้นตอนการประยุกต์ตัวแบบการพยากรณ์เข้ากับโรงงานตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้นอกจากจะมีการวิเคราะห์การสั่งซื้อในปัจจุบันของตัวแบบเทียบกับการสั่งซื้อแบบปัจจุบันแล้ว ยังมีการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ ในปีตัวอย่าง อีกด้วยโดยการพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือนโดยใช้ฐานข้อมูล จากแนวโน้มปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ ย้อนหลัง 36 เดือน ดังตารางที่ 3 และทำการคัดเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมขึ้นมา เพื่อให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

ประโยชน์ของการพยากรณ์เชิงปริมาณคือ อาศัยเพียงข้อมูลในอดีตมาทำการวิเคราะห์ เครื่องมือที่นิยมใช้ สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติในส่วนของพยากรณ์นี้คือ โปรแกรมสถิติ Minitab จากข้อมูลที่มีอยู่จากปริมาณการใช้วัตถุดิบในกลุ่มเอ จากค่าที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ดังหัวข้อที่ 6.4.5 ในบทที่ 2 จะพบว่าข้อมูลของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตในกลุ่มเอ มีความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ต่ำที่สุดเมื่อใช้วิธี Times Series Decomposition ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงตัวแบบนี้จะเห็นได้ว่าค่าพยากรณ์ในอนาคตจะได้จากการรวมค่าวัดส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ได้แก่ ค่าแนวโน้ม ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ค่าวัฏจักร และค่าวัดเหตุการณ์ที่ผิดปกติ การรวมค่าวัดดังกล่าวอาจจะเป็นแบบบวกหรือแบบคูณ การพยากรณ์โดยวิธีนี้จะเหมาะสมกับการพยากรณ์ในระยะสั้น เวลาที่ใช้ในการเตรียมการ และมีความง่ายในการพยากรณ์ปานกลาง วิธีนี้จะสามารถพยากรณ์ลักษณะของอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม ฤดูกาล และลักษณะของอนุกรมเวลาแนวนอน

ตาราง 3 แสดงข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ ย้อนหลัง 36 เดือน

ข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ (กิโลกรัม) ของเดือน 1 ถึง เดือน 6						
รหัส	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
10013	9,761.36	2,560.81	10,527.09	8,663.89	9,911.88	15,234.64
10017	34,923.60	32,244.14	43,787.12	40,333.33	50,900.21	66,056.23
11007	33,715.93	22,965.29	33,752.59	23,738.03	34,011.05	35,438.90
11012	22,569.36	10,831.37	16,627.75	22,888.43	26,919.12	49,012.26
11026	4,845.00	5,780.00	5,442.00	4,865.00	2,257.00	2,807.00
12024	20,271.58	23,778.05	13,075.21	19,524.92	15,578.00	11,300.00
12027	29,325.79	17,519.88	20,762.47	20,882.32	26,586.52	21,248.04
12030	12,802.55	12,253.35	32,348.30	5,771.80	15,308.10	14,058.30
13022	15,831.41	55,744.91	16,179.11	20,353.00	35,313.32	24,980.00
29045	25,062.76	19,378.99	30,925.85	21,098.48	14,697.54	37,289.11
TIO2	49,473.90	41,732.00	60,082.22	13,982.01	19,352.01	51,610.96

ตาราง 3 (ต่อ)

ข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุบกลุ่มเอ (กิโลกรัม) ของเดือน 7 ถึง เดือน 12						
รหัส	เดือน 7	เดือน 8	เดือน 9	เดือน 10	เดือน 11	เดือน 12
10013	8,851.08	14,343.69	18,531.84	14,412.94	13,548.47	6,929.46
10017	56,513.05	52,253.80	72,066.45	67,096.92	58,035.48	76,920.25
11007	37,793.42	38,024.85	49,061.72	46,085.89	35,128.55	38,964.69
11012	22,331.28	26,629.84	30,084.89	41,705.04	27,225.64	22,906.22
11026	3,275.00	2,877.00	3,589.00	3,745.00	8,541.00	7,345.00
12024	14,222.42	10,283.00	19,031.37	11,898.57	12,060.00	13,774.00
12027	25,020.02	22,329.29	40,805.20	26,771.83	35,121.17	24,556.64
12030	14,058.06	9,301.73	8,678.19	6,255.28	12,003.68	2,632.83
13022	15,750.00	47,138.54	15,443.38	18,439.00	20,838.41	36,759.00
29045	32,477.92	33,902.76	41,017.17	43,488.84	40,189.04	31,190.48
TIO2	92,510.84	53,607.80	67,098.48	50,093.44	116,815.31	54,797.41
ข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุบกลุ่มเอ (กิโลกรัม) ของเดือน 13 ถึง เดือน 18						
รหัส	เดือน 13	เดือน 14	เดือน 15	เดือน 16	เดือน 17	เดือน 18
10013	11,665.15	11,304.75	8,629.31	15,453.94	18,186.44	11,522.14
10017	82,001.95	62,090.36	68,575.72	42,273.28	50,478.45	82,401.93
11007	51,765.57	45,606.11	49,314.98	29,692.69	38,302.84	55,110.75
11012	33,129.45	36,569.43	26,222.77	28,893.82	22,139.82	45,772.62
11026	8,842.00	16,542.00	8,546.00	20,560.00	15,623.49	13,364.12
12024	23,646.91	29,887.98	34,666.87	25,444.11	43,646.63	30,916.35
12027	40,377.90	31,749.71	34,354.89	31,307.74	38,552.20	31,813.37
12030	12,173.09	14,307.73	32,460.00	7,259.56	21,191.41	19,074.65
13022	15,384.47	39,202.86	18,584.23	21,611.21	23,566.41	32,760.29
29045	58,323.84	50,950.51	40,171.70	22,226.49	28,718.89	32,479.06
TIO2	82,200.04	55,762.66	78,874.86	40,182.11	51,237.55	76,981.08

ตาราง 3 (ต่อ)

ข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ (กิโลกรัม) ของเดือน 19 ถึง เดือน 24						
รหัส	เดือน 19	เดือน 20	เดือน 21	เดือน 22	เดือน 23	เดือน 24
10013	13,022.25	8,370.55	14,640.11	16,011.72	15,081.37	9,980.95
10017	48,927.13	68,815.02	60,992.40	61,240.33	65,603.71	52,766.48
11007	38,219.96	43,510.78	50,209.62	43,370.54	47,201.05	32,924.97
11012	25,163.99	57,573.74	23,517.90	36,586.58	37,654.47	38,060.01
11026	10,100.76	16,000.21	17,589.15	19,617.40	8,085.41	10,443.51
12024	12,144.89	18,160.11	13,553.00	34,675.00	15,042.92	19,213.06
12027	34,492.58	33,861.33	30,061.21	24,299.22	39,411.58	25,452.38
12030	10,340.96	16,326.75	3,487.54	15,787.29	8,554.54	8,983.17
13022	15,592.52	44,508.00	12,582.35	31,360.13	10,694.97	30,161.94
29045	27,299.93	31,005.37	26,390.54	39,319.79	37,079.63	38,577.68
TIO2	52,744.41	74,976.41	45,945.95	74,545.41	53,453.35	55,809.39
ข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ (กิโลกรัม) ของเดือน 25 ถึง เดือน 30						
รหัส	เดือน 25	เดือน 26	เดือน 27	เดือน 28	เดือน 29	เดือน 30
10013	18,281.03	8,417.01	10,764.29	19,513.47	11,371.00	11,371.00
10017	66,162.64	57,066.14	70,734.98	46,965.01	45,224.74	45,224.74
11007	46,146.47	45,150.59	31,106.29	18,812.51	18,746.73	18,746.73
11012	36,063.20	28,347.95	40,069.40	31,407.74	30,324.53	30,324.53
11026	13,291.33	12,321.76	18,517.27	29,031.34	16,493.15	16,493.15
12024	35,475.00	23,112.85	33,752.43	42,565.19	27,662.55	27,662.55
12027	40,921.12	13,566.53	39,753.25	13,182.92	34,937.55	34,937.55
12030	10,061.86	15,490.95	37,392.76	2,867.26	9,139.44	9,139.44
13022	13,449.77	41,097.33	7,889.08	13,464.01	20,579.37	20,579.37
29045	45,336.93	42,137.99	52,880.86	33,177.65	48,936.95	48,936.95
TIO2	54,093.30	60,689.33	76,836.73	47,260.98	54,976.93	54,976.93

ตาราง 3 (ต่อ)

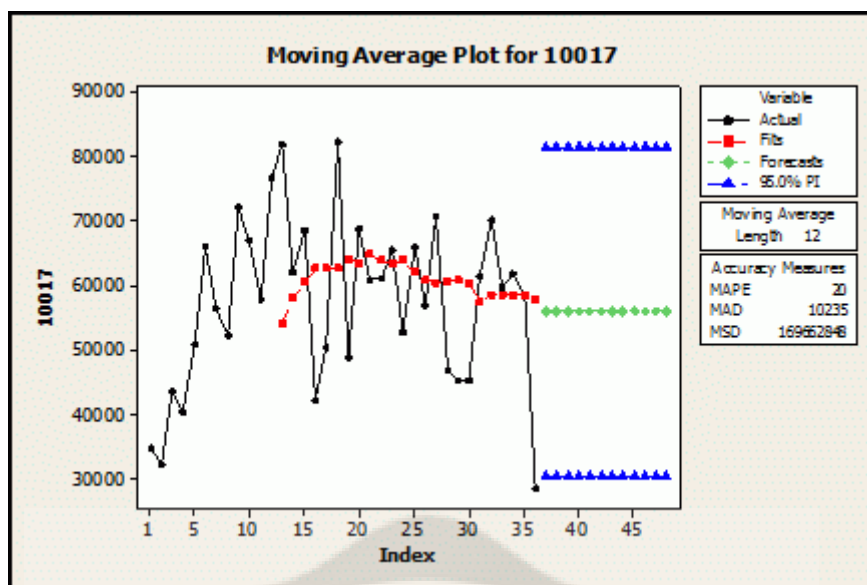
ข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ (กิโลกรัม) ของเดือน 31 ถึง เดือน 36						
รหัส	เดือน 31	เดือน 32	เดือน 33	เดือน 34	เดือน 35	เดือน 36
10013	17,394.81	13,541.60	17,194.90	9,380.24	15,415.05	8,183.53
10017	61,467.74	70,401.14	59,778.63	61,925.80	58,491.61	28,475.50
11007	27,284.87	20,440.75	32,561.24	21,840.60	27,765.51	8,941.29
11012	36,499.57	46,981.45	37,797.81	44,590.66	47,200.25	21,773.48
11026	29,349.31	32,135.88	32,495.93	32,046.36	17,093.64	15,496.62
12024	20,207.89	7,900.00	29,612.52	25,009.60	33,929.32	24,810.64
12027	47,235.85	30,863.51	38,583.61	35,013.81	25,575.13	12,600.07
12030	8,860.79	6,539.63	7,141.89	3,944.25	10,462.54	2,296.75
13022	1,367.56	14,708.56	8,496.32	10,475.00	3,975.00	0.00
29045	31,903.86	47,391.04	13,750.05	50,226.43	45,764.71	32,339.46
TIO2	44,757.39	58,713.83	72,405.59	71,898.32	78,977.33	28,722.52

3.1 การพยากรณ์

วัตถุประสงค์ของการพยากรณ์ คือการหาปริมาณความต้องการของวัตถุดิบในปีถัดไป เมื่อทำการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลการใช้ในอดีตของวัตถุดิบกลุ่มเอ ขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลการใช้ในอดีตมาพยากรณ์ปริมาณความต้องการด้วยตัวแบบที่เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลที่น่ามาใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method), วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing Method), วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method), วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend Line Method) และวิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Times Series Decomposition) โดยในที่นี้เลือกใช้ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสมบูรณ์ MAPE (Mean Absolute Percentage Error) เป็นตัววัดความแม่นยำ โดยการพยากรณ์ที่เหมาะสมจะมีค่า MAPE ต่ำที่สุด

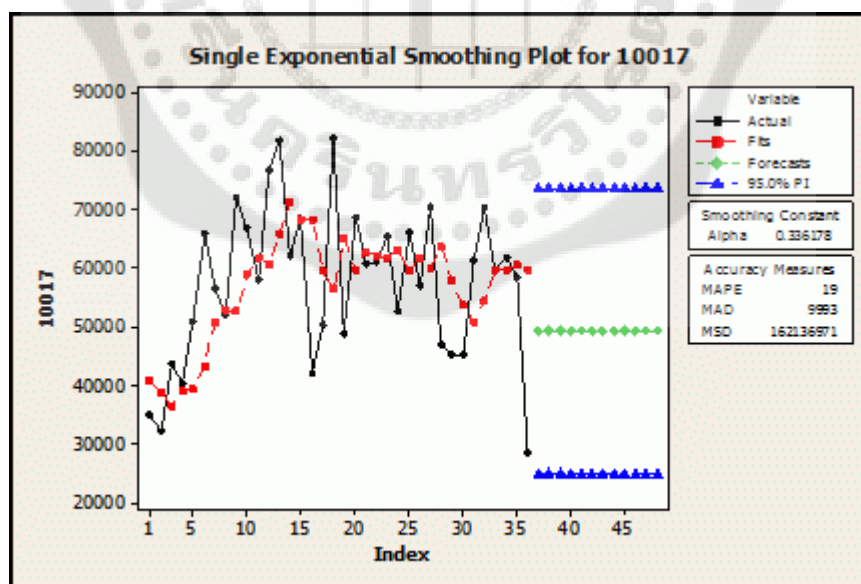
3.1.1 เทคนิคการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average method)

ในการใช้เทคนิคนี้มาทำการพยากรณ์ จะทำการทดลองโดยใช้ข้อมูล 36 เดือนย้อนหลังในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล เพื่อให้ได้ผลการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยจะพยากรณ์ปริมาณความต้องการของวัตถุดิบกลุ่มเอ ทั้ง 11 รหัส ดูในภาคผนวก ข โดยในหัวข้อนี้จะแสดงเพียงรหัส 10017 เป็นตัวอย่าง ดังแสดงในภาพประกอบที่ 31



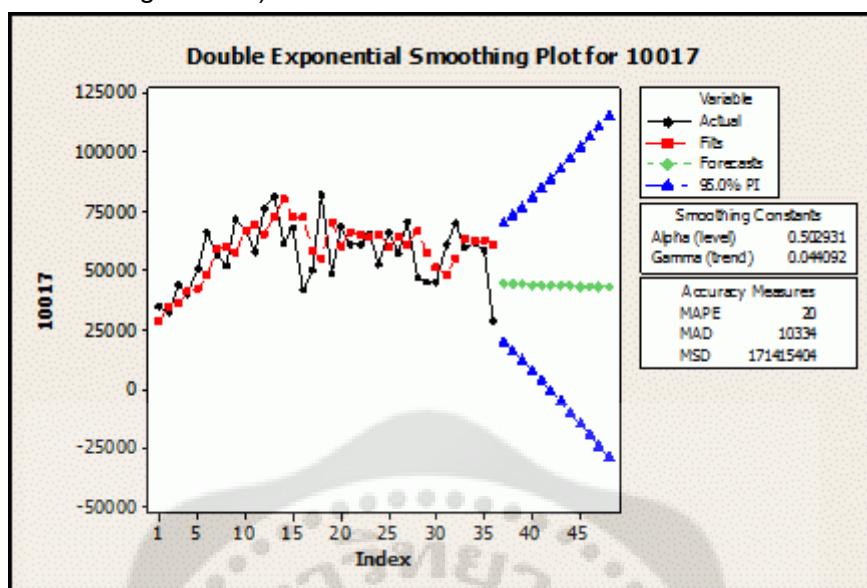
ภาพประกอบ 31 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณการใช้ของวัตถุดิบของรหัส10017 ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average method)

3.1.2 เทคนิคการพยากรณ์แบบปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing Method) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 32



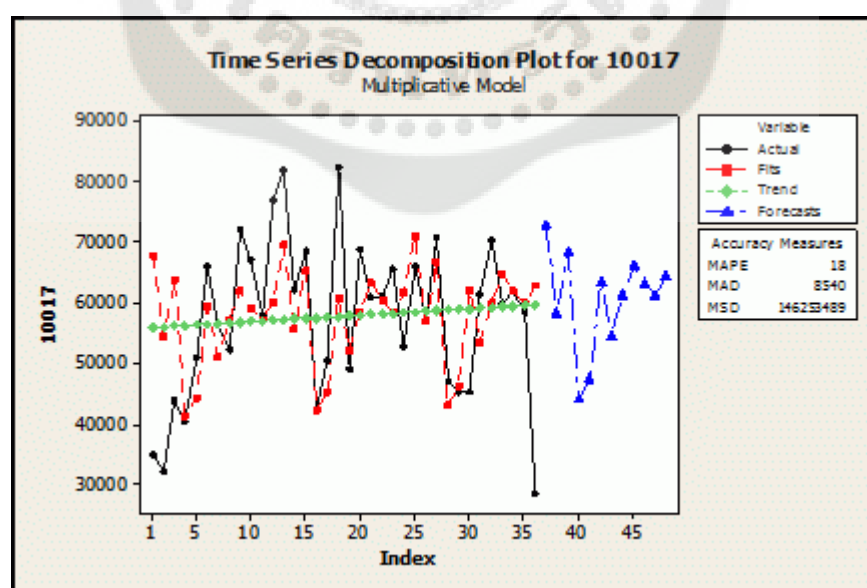
ภาพประกอบ 32 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณการใช้ของวัตถุดิบของรหัส10017 ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing Method)

3.1.3 เทคนิคการพยากรณ์แบบปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 33



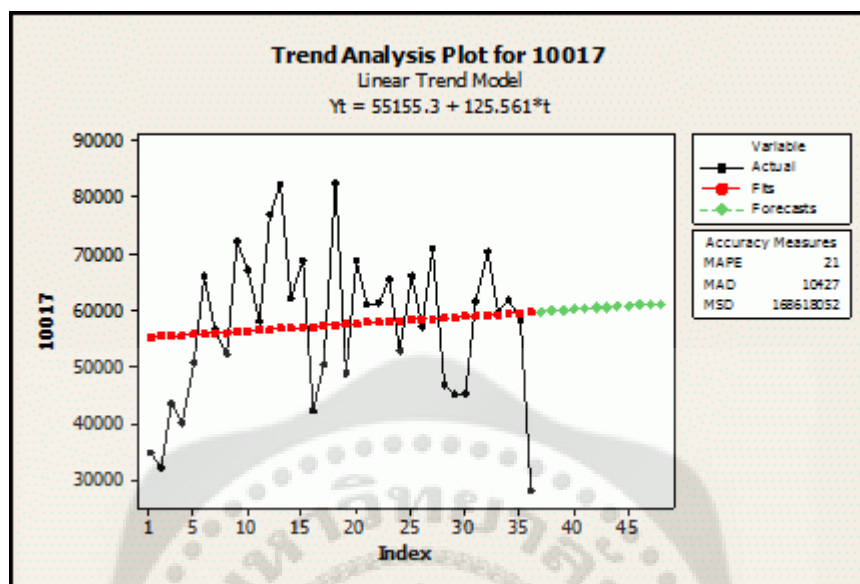
ภาพประกอบ 33 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณการใช้ของวัตถุดิบของรหัส10017 ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method)

3.1.4 เทคนิคการพยากรณ์แยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Times Series Decomposition) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 34



ภาพประกอบ 34 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณการใช้ของวัตถุดิบของรหัส10017 ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Times Series Decomposition)

3.1.5 เทคนิคการพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend Line Method) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 35



ภาพประกอบ 35 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณการใช้ของวัตถุดิบของรหัส10017 ด้วยวิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend Line Method)

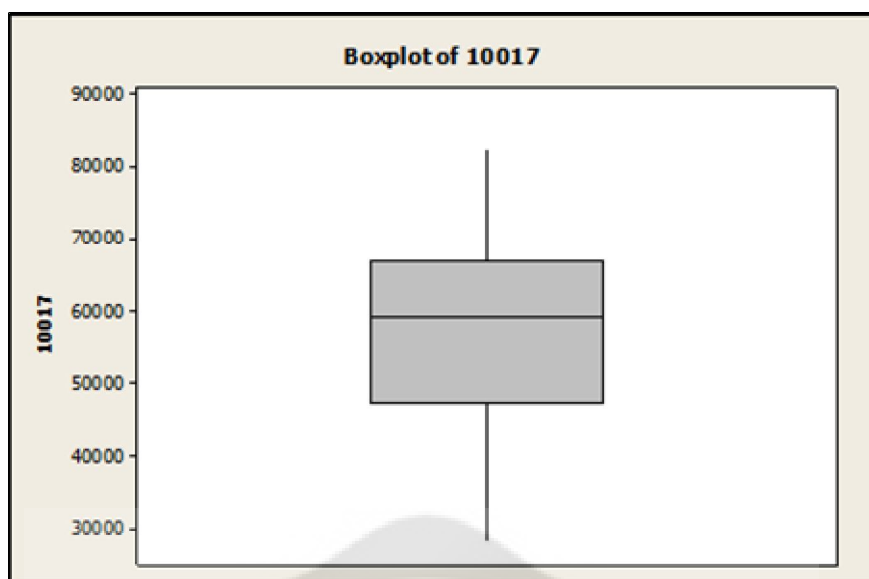
ซึ่งจากการพยากรณ์ข้างต้นแล้วจะมีการพยากรณ์ต่อไปจนครบ11รหัสของวัตถุดิบกลุ่มเอ ซึ่งจะแสดงกราฟทั้งหมดทั้ง 11รหัส ดูในภาคผนวก ข ซึ่งผลจากการพยากรณ์ของวัตถุดิบกลุ่มเอ 11รหัส ล่วงหน้าในปีตัวอย่าง (12เดือน) จะแสดงดังตารางที่ 4

ตาราง 4 แสดงค่าพยากรณ์ความต้องการการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ ของปีตัวอย่าง

ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ (กิโลกรัม) ของเดือน 1 ถึง เดือน 6						
รหัส	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
10013	16,368.30	10,803.90	10,648.10	19,522.20	16,936.70	13,017.00
10017	72,640.30	58,242.00	68,274.80	44,118.60	47,262.90	63,424.40
11007	34,824.60	32,596.10	28,275.70	17,222.30	19,897.80	25,005.70
11012	43,405.70	40,530.40	40,500.40	37,237.30	32,064.40	47,213.80
11026	29,603.30	33,327.60	13,504.90	16,802.30	17,045.50	26,445.00
12024	40,657.20	37,686.60	48,770.80	47,537.90	50,174.20	40,570.60
12027	41,968.80	22,770.30	37,734.00	22,567.90	37,518.50	34,784.10
12030	8,796.70	11,904.80	27,913.60	3,853.30	11,458.70	10,612.20
13022	6,256.90	17,456.70	5,268.90	6,855.10	8,630.60	9,901.30
29045	57,469.30	51,829.60	52,199.20	31,598.40	44,152.70	46,754.80
TIO2	66,180.90	58,585.50	78,070.60	43,831.80	53,475.70	67,830.40
ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ (กิโลกรัม) ของเดือน 7 ถึง เดือน 12						
รหัส	เดือน 7	เดือน 8	เดือน 9	เดือน 10	เดือน 11	เดือน 12
10013	13,361.60	14,051.00	20,195.80	18,150.90	16,843.40	10,050.70
10017	54,541.40	61,115.20	66,138.50	63,196.10	61,080.50	64,317.80
11007	24,351.10	25,056.40	29,744.40	26,451.20	24,227.00	21,062.90
11012	33,905.80	57,559.70	37,417.20	53,848.20	44,039.90	41,906.80
11026	28,378.60	33,917.10	27,486.30	47,646.40	23,650.20	56,161.60
12024	25,410.70	25,039.70	30,986.60	37,799.70	23,018.30	27,376.70
12027	33,357.20	31,307.20	40,060.70	28,518.60	41,698.60	27,688.70
12030	8,885.00	8,922.20	4,353.10	7,268.90	7,033.40	3,993.00
13022	4,026.30	10,861.20	3,049.40	4,977.30	2,746.10	5,168.30
29045	40,014.90	42,431.90	43,089.40	52,603.80	48,254.00	42,842.70
TIO2	78,182.40	68,278.80	59,511.50	65,114.90	85,891.40	56,195.60

3.2 การหาค่าผิดปกติ (Outlier) ของข้อมูล

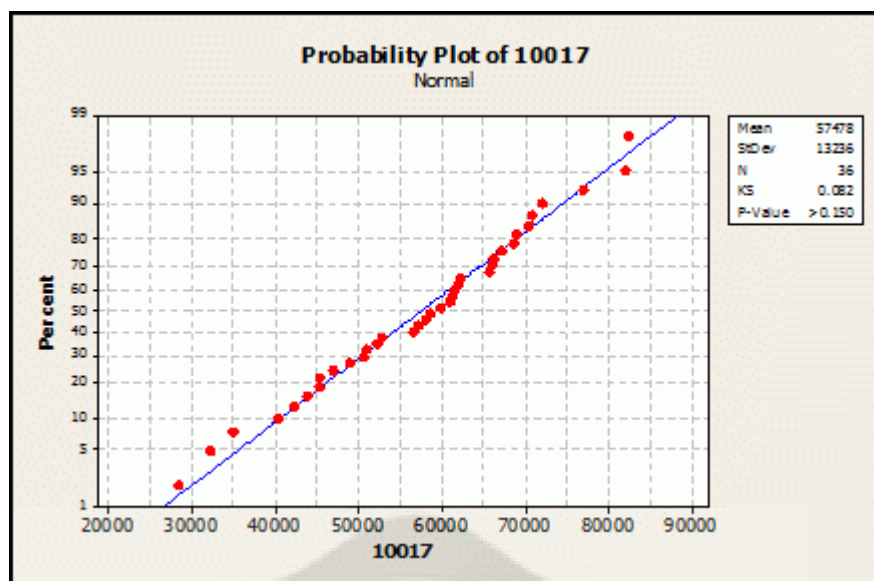
นำข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ มาวิเคราะห์หาค่าความผิดปกติของข้อมูลด้วยวิธี Box-and-Whisker Plots โดยใช้โปรแกรม Minitab โดยจะพิจารณาของวัตถุดิบกลุ่มเอ ทั้ง 11 รหัส ตูในภาคผนวก ค โดยในหัวข้อนี้นี้จะแสดงเพียงรหัส 10017 เป็นตัวอย่าง ดังภาพประกอบที่ 36



ภาพประกอบ 36 การวิเคราะห์ค่าผิดปกติ (Outlier) ของข้อมูลวัตถุดิบ รหัส 10017

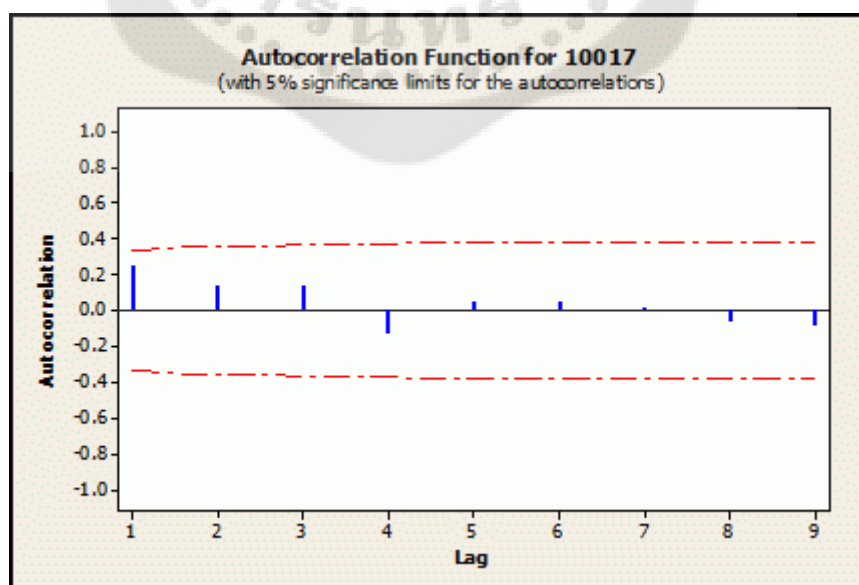
3.3 การทดสอบการแจกแจงปกติของปริมาณการใช้วัตถุดิบ

หลังจากที่ได้นำข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ มาทำการวิเคราะห์แล้ว จากนั้นจึงทำการตรวจสอบ Normality test โดยนำข้อมูลปริมาณการใช้กลุ่มเอในแต่ละเดือน 36 เดือนย้อนหลัง ซึ่งจะพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบในปีตัวอย่าง โดยที่ข้อมูลต้องมีการกระจายตัวแบบปกติ โดยใช้โปรแกรม Minitab เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ โดยจะพิจารณาของวัตถุดิบกลุ่มเอ ทั้ง 11 รหัสดูในภาคผนวก ค โดยในหัวข้อนี้จะแสดงเพียงรหัส 10017 เป็นตัวอย่าง แสดงในภาพประกอบที่ 37 ในการทดสอบนี้ ใช้การทดสอบแบบ Kolmogorov-Smirnov ซึ่งการทดสอบแบบนี้ใช้ได้ผลดีในการทดสอบลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง

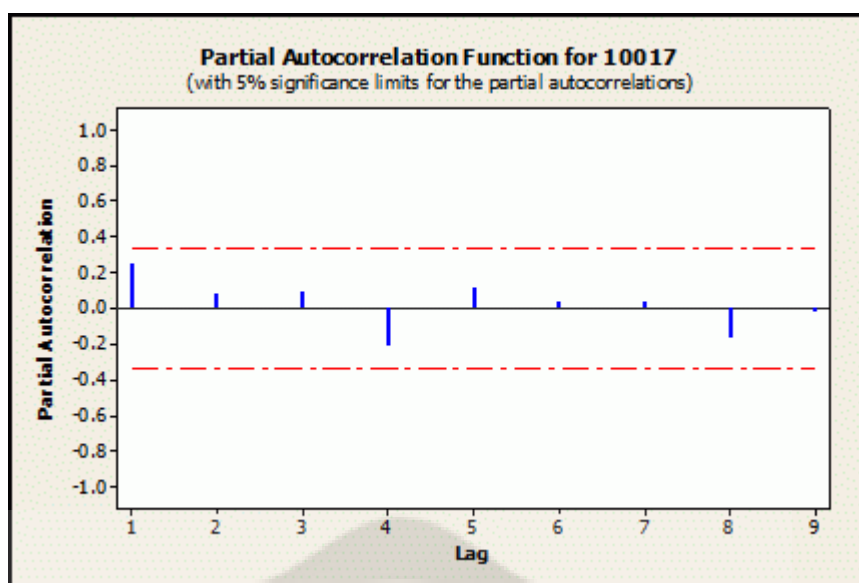


ภาพประกอบ 37 กราฟแสดงผลการแจกแจงปกติของปริมาณการใช้วัตถุดิบ รหัส 10017

การตรวจสอบด้วยการพล็อตค่าเศษเหลือตกค้างเทียบกับอนุกรมเวลา อีกส่วนหนึ่งที่ทดสอบสมมติฐาน ความเพียงพอของตัวแบบการพยากรณ์ด้วยการทดสอบว่าข้อมูลนั้นมีการกระจายอย่างอิสระต่อกันหรือไม่ โดยจะใช้การพล็อตค่าเศษเหลือตกค้างจากการพยากรณ์ลงในกราฟ ACF (Autocorrelation Function) และ PACF (Partial Autocorrelation Function) โดยสามารถดูในภาคผนวก ค โดยในหัวข้อนี้จะแสดงเพียงรหัส 10017เป็นตัวอย่าง แสดงในภาพประกอบที่ 38 และภาพประกอบที่ 39



ภาพประกอบ 38 กราฟตัวอย่างแสดงค่า ACF ของรหัส 10017



ภาพประกอบ 39 กราฟตัวอย่างแสดงค่า PACF ของรหัส 10017

จากรูปแบบการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธีข้างต้นสามารถนำรูปแบบสมการการพยากรณ์ของแต่ละแบบมาคำนวณหาค่าแนวโน้มความต้องการวัตถุดิบกลุ่มเอในแต่ละเดือน และเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดซึ่งโปรแกรม Minitab จะคำนวณออกมา 3 ค่า คือ MAPE, MAD และ MSD ซึ่งก็คือค่า MSE นั้นเอง ซึ่งเป็นค่า MSE ที่น้อยที่สุด โดยมาจากการคำนวณของโปรแกรม Minitab ดังแสดงในตารางที่ 5

ตาราง 5 แสดงค่าความผิดพลาดของแบบพยากรณ์ต่างๆของแต่ละรหัสในวัตถุดิบกลุ่มเอ

แสดงค่าความผิดพลาดของแบบพยากรณ์ต่างๆ (ค่า MAPE)					
รหัส	Times Series Decomposition	Moving average	Single Exponential Smoothing	Double Exponential Smoothing	Linear Trend Line
10013	24	25	35	36	33
10017	18	20	19	20	21
11007	26	41	27	26	31
11012	21	22	24	28	24
11026	27	35	31	31	42
12024	27	41	37	39	39
12027	20	33	29	30	29
12030	32	86	75	83	68
13022	33	132	103	78	73

ตาราง 5 (ต่อ)

แสดงค่าความผิดพลาดของแบบพยากรณ์ต่างๆ (ค่า MAPE)					
รหัส	Times Series Decomposition	Moving average	Single Exponential Smoothing	Double Exponential Smoothing	Linear Trend Line
29045	23	31	30	30	28
TIO2	27	27	35	38	34
แสดงค่าความผิดพลาดของแบบพยากรณ์ต่างๆ (ค่า MAD)					
รหัส	Times Series Decomposition	Moving average	Single Exponential Smoothing	Double Exponential Smoothing	Linear Trend Line
10013	2318	3066	3244	3589	3074
10017	8540	10235	9993	10334	10427
11007	7087	9479	7187	6926	8660
11012	5865	7525	7344	8243	6795
11026	2837	6603	4066	4035	4369
12024	5180	8991	7179	7959	6994
12027	5004	7718	7017	7128	6679
12030	2825	6285	5762	6468	5323
13022	4194	10165	10839	9572	9564
29045	6591	10005	8971	8682	8031
TIO2	12266	16235	14906	17530	14350
แสดงค่าความผิดพลาดของแบบพยากรณ์ต่างๆ (ค่า MSD)					
รหัส	Times Series Decomposition	Moving average	Single Exponential Smoothing	Double Exponential Smoothing	Linear Trend Line
10013	8650391	12734299	14969078	16985270	13410422
10017	146253489	169662848	162136971	171415404	168618052
11007	86386323	138919509	76790265	76772311	107175918
11012	54402699	87205781	95897481	115182017	79535501
11026	23010301	66928431	32356832	33172130	27551659
12024	41095931	117086199	82736313	95037216	72822714
12027	43565317	92314979	74377917	81467794	69173161
12030	11471878	69419357	65374423	82107087	60411420
13022	32237857	130332523	157090101	139043625	130068057

ตาราง 5 (ต่อ)

แสดงค่าความผิดพลาดของแบบพยากรณ์ต่างๆ (ค่า MSD)					
รหัส	Times Series Decomposition	Moving average	Single Exponential Smoothing	Double Exponential Smoothing	Linear Trend Line
29045	68223716	147264061	113329307	130624177	100726550
TIO2	243155250	448489529	393729690	478976261	370764915

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกการพยากรณ์ที่มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดคือ การพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Times Series Decomposition) ซึ่งสามารถหาปริมาณความต้องการของวัตถุดิบในกลุ่มเอ ปีตัวอย่าง ได้ดังตารางที่ 4 และจะนำค่าปริมาณความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์นี้ไปใช้ในการคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมของปีตัวอย่างต่อไป

4. ขั้นตอนประยุกต์ตัวแบบการควบคุมวัสดุคงคลังเข้ากับโรงงานตัวอย่าง

4.1 การประมาณต้นทุนการจัดเก็บ

4.1.1 ต้นทุนการเก็บรักษาที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรทางการเงินของฝ่ายโลจิสติกส์

รวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายในรายการที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าจากฝ่ายบัญชีในช่วง 6 เดือน (หักค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดส่งออก) จากนั้นนำมาเฉลี่ยเป็นค่าใช้จ่ายต่อเดือน ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 แสดงค่าใช้จ่ายคลังสินค้าวัตถุดิบเฉลี่ย

รายการค่าใช้จ่าย	เฉลี่ย 6 เดือน	จัดสรรค่าใช้จ่ายให้กับคลังวัตถุดิบ		บาทต่อเดือน
เงินเดือนพนักงาน (8 คน)	136,564.00	จัดสรรตามจริง		136,564.00
เงินเดือนผู้บริหาร	50,600.00	% ที่ดูแล RM ต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมด	0.5	25,300.00
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	58,802.63	% ที่ดูแล RM ต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมด	0.4	23,521.05
สาธารณูปโภค	10,032.16	% ที่ดูแล RM ต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมด	0.7	7,022.51
เครื่องมือ และอุปกรณ์ในคลัง	124,747.49	% ที่ดูแล RM ต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมด	0.4	49,899.00
ค่าเสื่อมราคาอาคาร	217,195.40	พื้นที่คลัง RM ต่อพื้นที่คลังทั้งหมด	0.4	86,878.16
ค่าใช้จ่ายคลังสินค้าวัตถุดิบเฉลี่ย (บาทต่อเดือน)				329,184.72

จากนั้นนำค่าใช้จ่ายคลังสินค้าวัตถุดิบเฉลี่ย (บาทต่อเดือน) มาจัดสรรให้กับวัตถุดิบแต่ละรายการ โดยใช้ร้อยละของมูลค่าการใช้งานวัตถุดิบเป็นตัวจัดสรร ดังนั้นวัตถุดิบกลุ่มเอ จะมีต้นทุนการเก็บรักษาดังตารางที่ 7

ตาราง 7 แสดงรายการต้นทุนที่เกิดการเก็บรักษาสินค้าประเภทวัตถุดิบ

รหัส วัตถุดิบ	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบ จากตารางที่ 2	Cost Allocate	ปริมาณใช้เฉลี่ย (กิโลกรัมต่อเดือน)	ต้นทุนการเก็บรักษา (บาทต่อกิโลกรัม)
10013	3.96	13,035.7	13,402.33	0.97
10017	16.91	55,665.1	55,993.22	0.99
11007	6.40	21,067.8	26,461.97	0.79
11012	7.93	26,104.3	35,948.38	0.73
11026	4.80	15,800.9	22,063.81	0.72
12024	6.34	20,870.3	27,641.71	0.76
12027	7.64	25,149.7	30,597.58	0.82
12030	2.43	7,999.2	10,278.13	0.78
13022	3.15	10,369.3	13,006.78	0.79
29045	1.92	6,320.3	41,065.24	0.15
TIO2	15.09	49,674.0	58,692.43	0.85

4.1.2 ต้นทุนการเก็บรักษาที่เกิดจากมูลค่าเงินของวัตถุดิบ

เมื่อโรงงานตัวอย่างลงทุนซื้อวัตถุดิบเพื่อคงคลังไว้จะเกิดต้นทุนจากการเสียโอกาสในการลงทุน และดอกเบี้ยเงินกู้ที่เกิดจากมูลค่าของวัตถุดิบในแต่ละรายการ โดยในปัจจุบัน จะเสียดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 7 ต่อปี และ ค่าเสียโอกาสในการนำเงินไปลงทุนที่ประมาณการไว้อยู่ที่ร้อยละ 7 ต่อปี รวมเป็นร้อยละ 14 ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 1.17 ต่อเดือน ทบต้นรายเดือน ดังนั้น วัตถุดิบที่อยู่ในกลุ่มเอ จะมีต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบรวมแต่ละรายการ แสดงดังตารางที่ 8

ตาราง 8 แสดงรายการต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบรวม

รหัสวัตถุดิบ	ต้นทุนการเก็บรักษา (บาทต่อกิโลกรัม)	ต้นทุนจากมูลค่าเงิน (บาทต่อกิโลกรัม)	ต้นทุนการเก็บรักษารวม (บาทต่อกิโลกรัม)
10013	0.97	$0.0117 \times \text{ราคา}_{10013}$	$0.97 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{10013}$
10017	0.99	$0.0117 \times \text{ราคา}_{10017}$	$0.99 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{10017}$
11007	0.79	$0.0117 \times \text{ราคา}_{11007}$	$0.79 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{11007}$
11012	0.73	$0.0117 \times \text{ราคา}_{11012}$	$0.73 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{11012}$
11026	0.72	$0.0117 \times \text{ราคา}_{11026}$	$0.72 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{11026}$
12024	0.76	$0.0117 \times \text{ราคา}_{12024}$	$0.76 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{12024}$
12027	0.82	$0.0117 \times \text{ราคา}_{12027}$	$0.82 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{12027}$
12030	0.78	$0.0117 \times \text{ราคา}_{12030}$	$0.78 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{12030}$
13022	0.79	$0.0117 \times \text{ราคา}_{13022}$	$0.79 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{13022}$

ตาราง 8 (ต่อ)

รหัสวัตถุเก็บรักษา	ต้นทุนการเก็บรักษา (บาทต่อกิโลกรัม)	ต้นทุนจากมูลค่าเงิน (บาทต่อกิโลกรัม)	ต้นทุนการเก็บรักษารวม (บาทต่อกิโลกรัม)
29045	0.15	$0.0117 \times \text{ราคา}_{29045}$	$0.15 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{29045}$
TIO2	0.85	$0.0117 \times \text{ราคา}_{\text{TIO2}}$	$0.85 + 0.0117 \times \text{ราคา}_{\text{TIO2}}$

โดยปกติผลกระทบต่อราคาสินค้าต่อหน่วยที่มีการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อต้นทุนการเก็บรักษาในแต่ละช่วงเวลาด้วย ดังนั้นแผนการสั่งซื้อก็จะสะท้อนมาในรูปของการคำนวณต้นทุนการเก็บรักษาตารางที่ 8 นั้นเอง ซึ่งในเรื่องของราคาวัตถุเก็บรักษาในกลุ่มเอ และต้นทุนการเก็บรักษาของวัตถุเก็บรักษาในกลุ่มเอ ทั้ง 11 รหัสจะแสดงไว้ในตารางที่ 9 โดยจะดำเนินการนำราคาวัตถุเก็บรักษาในกลุ่มเอ และต้นทุนการเก็บรักษาของวัตถุเก็บรักษาในกลุ่มเอของปีปัจจุบัน มาทำการคำนวณหาต้นทุนการสั่งซื้อแบบปัจจุบันของโรงงานเทียบกับวิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทิน (Wagner-Whitin Algorithm: WW) ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming)

ตาราง 9 แสดงราคาและต้นทุนการเก็บรักษาของวัตถุเก็บรักษาในกลุ่มเอ ปีปัจจุบัน (บาท)

เดือน	รหัส											
	10013		10017		11007		11012		11026		12024	
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ
1	95	2.08	96	2.11	76	1.68	67	1.50	66	1.48	70	1.57
2	97	2.10	99	2.14	76	1.68	69	1.53	66	1.48	70	1.57
3	102	2.16	104	2.20	81	1.74	74	1.59	71	1.54	75	1.63
4	110	2.25	112	2.30	84	1.77	76	1.61	74	1.58	78	1.66
5	112	2.28	112	2.30	84	1.77	76	1.61	77	1.61	78	1.66
6	107	2.22	112	2.30	86	1.80	78	1.63	77	1.61	81	1.70
7	106	2.21	108	2.25	84	1.77	77	1.62	76	1.60	80	1.69
8	102	2.16	104	2.20	82	1.75	75.5	1.60	74	1.58	78	1.66
9	100	2.14	102	2.18	82	1.75	75.5	1.60	74	1.58	78	1.66
10	96	2.09	98	2.13	81	1.74	74.5	1.59	74	1.58	78	1.66
11	91	2.03	93	2.07	81	1.74	74.5	1.59	74	1.58	78	1.66
12	86	1.97	88	2.02	81	1.74	74.5	1.59	74	1.58	78	1.66

ตาราง 9 (ต่อ)

เดือน	รหัส									
	12027		12030		13022		29045		TiO ₂	
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ
1	77	1.72	74	1.64	76	1.68	15	0.33	89	1.92
2	77	1.72	74	1.64	76	1.68	15	0.33	89	1.92
3	82	1.77	82	1.73	81	1.74	15	0.33	89	1.92
4	85	1.81	82	1.73	84	1.77	15	0.33	96	2.00
5	88	1.85	82	1.73	84	1.77	15	0.33	96	2.00
6	88	1.85	82	1.73	84	1.77	15	0.33	103	2.09
7	87	1.83	82	1.73	84	1.77	15	0.33	103	2.09
8	85	1.81	82	1.73	84	1.77	16.8	0.35	103	2.09
9	85	1.81	82	1.73	84	1.77	16.8	0.35	116	2.24
10	85	1.81	81	1.72	84	1.77	16.8	0.35	121	2.30
11	84	1.80	81	1.72	84	1.77	16.8	0.35	121	2.30
12	84	1.80	81	1.72	83	1.76	16.8	0.35	112	2.19

ซึ่งจากการพิจารณาพฤติกรรมการสั่งซื้อของวัตถุดิบกลุ่มเอ ทั้ง 11 รหัสของโรงงานตัวอย่าง
นี้จะมีวิธีการสั่งซื้อที่แตกต่างกันไปในแต่ละเดือนซึ่งได้มีการแสดงพฤติกรรมการสั่งซื้อของโรงงาน
ตัวอย่างไว้ในตารางที่ 10 และ ตารางที่ 11

ตาราง 10 แสดงพฤติกรรมการสั่งซื้อของวัตถุดิบกลุ่มเอ ในปีปัจจุบัน

รหัส	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
10013	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
10017	O	X	X	O	X	X	O	X	X	O	X	X
11007	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
11012	O	X	X	O	X	X	O	X	O	X	O	X
11026	O	O	X	X	O	O	X	X	O	O	X	X
12024	O	X	X	O	X	X	O	X	X	O	X	X
12027	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
12030	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
13022	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
29045	O	X	X	O	X	X	O	X	X	O	X	X
TiO ₂	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X

O = เดือนที่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ X = เดือนที่ไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ

ตาราง 11 รูปแบบการสั่งซื้อของวัตถุดิบกลุ่มเอ ในปีปัจจุบัน

เดือน	รหัส 10013					รหัส 10017					
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			
			y	x	l			y	x	l	
1	95	2.08	1	18,281.00	0	96	2.11	1	193,963.76	0	
2	97	2.10	1	8,417.00	0	99	2.15	0	0	127,801.12	
3	102	2.16	1	10,764.30	0	104	2.21	0	0	70,734.98	
4	110	2.26	1	19,513.50	0	112	2.30	1	137,414.49	0	
5	112	2.28	1	11,371.00	0	112	2.30	0	0	90,449.48	
6	107	2.22	1	11,371.00	0	112	2.30	0	0	45,224.74	
7	106	2.21	1	17,394.80	0	108	2.25	1	191,647.51	0	
8	102	2.16	1	13,541.60	0	104	2.21	0	0	130,179.77	
9	100	2.14	1	17,194.90	0	102	2.18	0	0	59,778.63	
10	96	2.09	1	9,380.20	0	98	2.14	1	148,892.91	0	
11	91	2.03	1	15,415.10	0	93	2.08	0	0	86,967.11	
12	86	1.98	1	8,183.50	0	88	2.02	0	0	28,475.50	
Total cost			TC = 16,293,472.90 บาท			Total cost			TC = 70,717,954.32 บาท		
เดือน	รหัส 11007					รหัส 11012					
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			
			y	x	l			y	x	l	
1	76	1.68	1	91,297.10	0	67	1.51	1	104,480.60	0	
2	76	1.68	0	0	45,150.60	69	1.54	0	0	68,417.40	
3	81	1.74	1	49,918.80	0	74	1.60	0	0	40,069.40	
4	84	1.77	0	0	18,812.50	76	1.62	1	92,056.70	0	
5	84	1.77	1	37,493.40	0	76	1.62	0	0	60,649.00	
6	86	1.80	0	0	18,746.70	78	1.64	0	0	30,324.50	
7	84	1.77	1	47,725.70	0	77	1.63	1	83,481.10	0	
8	82	1.75	0	0	20,440.80	75.5	1.61	0	0	46,981.50	
9	82	1.75	1	54,401.80	0	75.5	1.61	1	82,388.50	0	
10	81	1.74	0	0	21,840.60	74.5	1.60	0	0	44,590.70	
11	81	1.74	1	36,706.80	0	74.5	1.60	1	68,973.80	0	
12	81	1.74	0	0	8,941.30	74.5	1.60	0	0	21,773.50	
Total cost			TC = 25,833,832.30 บาท			Total cost			TC = 32,305,214.28 บาท		

ตาราง 11 (ต่อ)

เดือน	รหัส 11026					รหัส 12024					
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			
			y	x	l			y	x	l	
1	66	1.49	1	13,291.30	0	70	1.58	1	92,340.30	0	
2	66	1.49	1	59,870.40	0	70	1.58	0	0	56,865.30	
3	71	1.55	0	0	47,548.60	75	1.64	0	0	33,752.40	
4	74	1.59	0	0	29,031.30	78	1.67	1	97,890.40	0	
5	77	1.62	1	16,493.20	0	78	1.67	0	0	55,325.20	
6	77	1.62	1	77,978.40	0	81	1.71	0	0	27,662.60	
7	76	1.61	0	0	61,485.20	80	1.70	1	57,720.40	0	
8	74	1.59	0	0	32,135.90	78	1.67	0	0	37,512.50	
9	74	1.59	1	32,495.90	0	78	1.67	0	0	29,612.50	
10	74	1.59	1	64,636.60	0	78	1.67	1	83,749.50	0	
11	74	1.59	0	0	32,590.20	78	1.67	0	0	58,739.90	
12	74	1.59	0	0	15,496.60	78	1.67	0	0	24,810.60	
Total cost			TC = 19,664,195.76 บาท			Total cost			TC = 25,803,890.53 บาท		
เดือน	รหัส 12027					รหัส 12030					
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			
			y	x	l			y	x	l	
1	77	1.72	1	54,487.60	0	74	1.65	1	10,061.90	0	
2	77	1.72	0	0	13,566.50	74	1.65	1	15,491.00	0	
3	82	1.78	1	52,936.20	0	82	1.74	1	37,392.80	0	
4	85	1.81	0	0	13,182.90	82	1.74	1	2,867.30	0	
5	88	1.85	1	69,875.20	0	82	1.74	1	9,139.40	0	
6	88	1.85	0	0	34,937.60	82	1.74	1	9,139.40	0	
7	87	1.84	1	78,099.40	0	82	1.74	1	8,860.80	0	
8	85	1.81	0	0	30,863.50	82	1.74	1	6,539.60	0	
9	85	1.81	1	73,597.40	0	82	1.74	1	7,141.90	0	
10	85	1.81	0	0	35,013.80	81	1.73	1	3,944.30	0	
11	84	1.80	1	38,175.20	0	81	1.73	1	10,462.50	0	
12	84	1.80	0	0	12,600.10	81	1.73	1	2,296.80	0	
Total cost			TC =31,223,222.88 บาท			Total cost			TC = 9,946,564.60 บาท		

ตาราง 11 (ต่อ)

เดือน	รหัส 13022					รหัส 29045				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	76	1.68	1	54,547.10	0	15	0.33	1	140,355.80	0
2	76	1.68	0	0	41,097.30	15	0.33	0	0	95,018.90
3	81	1.74	1	21,353.10	0	15	0.33	0	0	52,880.90
4	84	1.77	0	0	13,464.00	15	0.33	1	131,051.70	0
5	84	1.77	1	41,158.80	0	15	0.33	0	0	97,874.00
6	84	1.77	0	0	20,579.40	15	0.33	0	0	48,937.00
7	84	1.77	1	16,076.20	0	15	0.33	1	93,045.00	0
8	84	1.77	0	0	14,708.60	16.8	0.35	0	0	61,141.10
9	84	1.77	1	18,971.30	0	16.8	0.35	0	0	13,750.10
10	84	1.77	0	0	10,475.00	16.8	0.35	1	128,330.60	0
11	84	1.77	1	3,975.00	0	16.8	0.35	0	0	78,104.20
12	83	1.76	0	0	0	16.8	0.35	0	0	32,339.50
Total cost			TC = <u>12,811,285.15</u> บาท			Total cost			TC = <u>7,802,863.36</u> บาท	

เดือน	รหัส TiO2				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l
1	88.96	1.89	1	114,782.00	0
2	88.96	1.89	0	0	60,689.00
3	88.96	1.89	1	124,098.00	0
4	95.57	1.97	0	0	47,261.00
5	95.57	1.97	1	109,954.00	0
6	102.9	2.05	0	0	54,977.00
7	102.9	2.05	1	103,471.00	0
8	102.9	2.05	0	0	58,714.00
9	115.76	2.20	1	144,304.00	0
10	121	2.27	0	0	71,898.00
11	121	2.27	1	107,700.00	0
12	112	2.16	0	0	28,723.00
Total cost			TC = <u>72,835,688.59</u> บาท		

ดังนั้นจะเห็นได้จากการสั่งซื้อวัตถุดิบกลุ่มเอในวิธีของปีปัจจุบัน จะมีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นแล้ว เป็นเงิน 325,238,184.68 บาทต่อปี

4.2 การกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมของวัตถุดิบกลุ่มเอ

4.2.1 ตัวแบบของการจัดการของคงคลัง โดยกำหนดให้ $y_{i,t}$ แทน ตัวแปรไบนารีที่จะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อมีการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ i ในช่วงเวลาที่ t และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ i ในช่วงเวลาที่ t , $s_{i,t}$ แทน ต้นทุนการสั่งซื้อในแต่ละครั้ง ซึ่งกำหนดให้เป็น 4,500 บาทต่อครั้งที่ทำการสั่งซื้อ, $x_{i,t}$ แทน ปริมาณที่จัดซื้อวัตถุดิบที่ i ในช่วงเวลาที่ t (กิโลกรัม) ข้อมูลในตารางที่ 3 (ในปีปัจจุบัน) และใช้ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการใช้จากตารางที่ 4 (ในปีตัวอย่าง), $p_{i,t}$ แทน ราคาซื้อต่อหน่วยของวัตถุดิบที่ i ในช่วงเวลาที่ t ข้อมูลในตารางที่ 9, $I_{i,t}$ แทน จำนวนวัตถุดิบที่ i ที่ถูกเก็บรักษาไว้ในช่วงเวลา t , และ $h_{i,t}$ แทน ต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบที่ i ในช่วงเวลา t ข้อมูลในตารางที่ 9 แล้วจะสามารถหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด ได้จากการแก้ตัวแบบ Mixed Integer Linear Programming (MILP) ดังสมการที่ (15) ถึง สมการที่ (21)

สมการเป้าหมาย

$$\text{Min Cost} = \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T (s_{i,t} y_{i,t} + p_{i,t} x_{i,t} + h_{i,t} I_{i,t}) \quad (\text{ดังสมการที่15})$$

สมการข้อจำกัด

$$I_{i,t-1} + x_{i,t} - I_{i,t} = d_{i,t} \quad ; \quad \forall t, \quad (\text{ดังสมการที่16})$$

$$y_{i,t} d_{i,t} \geq x_{i,t} \quad ; \quad \forall t, \quad (\text{ดังสมการที่17})$$

$$x_{i,t}, I_{i,t} \geq 0 \quad ; \quad \forall t, \quad (\text{ดังสมการที่18})$$

$$p_{i,t} x_{i,t} \leq 60,000,000 \quad (\text{ดังสมการที่19})$$

$$y_{i,t} = 1 \quad \text{ถ้า} \quad x_{i,t} > 0 \quad (\text{ดังสมการที่20})$$

$$y_{i,t} = 0 \quad \text{ถ้า} \quad x_{i,t} = 0 \quad (\text{ดังสมการที่21})$$

โดยที่

t แทน ช่วงเวลา ; $t = 1, 2, \dots, T$

T แทน ช่วงเวลาทั้งหมด

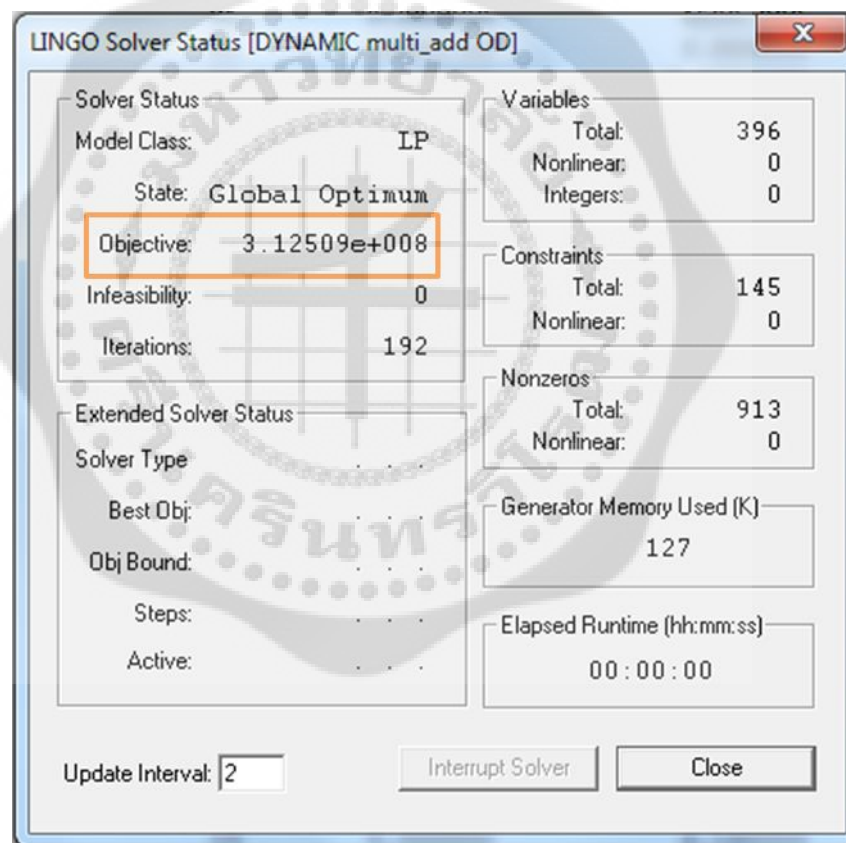
i แทน รหัสวัตถุดิบ กลุ่มเอ ; $i = 1, 2, \dots, I$

I แทน รหัสวัตถุดิบ กลุ่มเอ ทั้งหมด

$s_{i,t}$ แทน ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้งของวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t

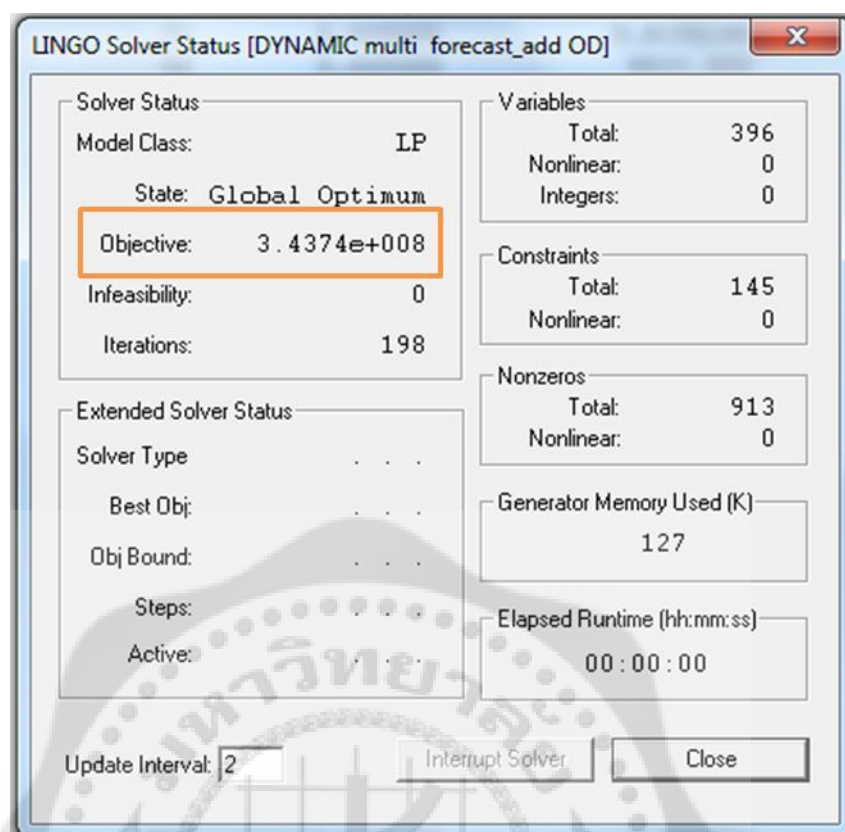
- $p_{i,t}$ แทน ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบกลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t
 $h_{i,t}$ แทน ค่าใช้จ่ายในการถือครองวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t
 $y_{i,t}$ แทน ค่าแสดงการสั่งซื้อโดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อและมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ
 $x_{i,t}$ แทน ปริมาณการสั่งซื้อของวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t
 $I_{i,t}$ แทน วัตถุดิบคงคลังปลายงวดของวัตถุดิบ กลุ่มเอ รหัสที่ i ช่วงเวลา t

โดยนำมาเขียนและแทนค่าในรูปแบบของวิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทชิน ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม โดยใช้โปรแกรม Lingo ดังแสดงในภาคผนวก ง ซึ่งผลจากการใช้รูปแบบการเขียนโดยใช้โปรแกรม Lingo จะสามารถหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดในปีปัจจุบัน ดังภาพประกอบที่ 40



ภาพประกอบ 40 แสดงการสั่งซื้อต่ำสุดของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีปัจจุบัน โดยใช้โปรแกรม Lingo

ซึ่งถ้าใช้ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอในปีตัวอย่าง ดังตารางที่ 4 เข้ากับตัวแบบ ดังสมการที่ (15) ถึง สมการที่ (21) จะมีค่าดังภาพประกอบที่ 41



ภาพประกอบ 41 แสดงการสั่งซื้อต่ำสุดของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม Lingo

ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์จากวิธีพลวัตของแวกเนอร์-วิทชินและวิธีของโรงงานตัวอย่าง

ต้นทุน (บาท)	วิธีเดิมของโรงงานตัวอย่าง (บาท)	วิธีพลวัตของแวกเนอร์-วิทชิน (บาท)	ความแตกต่าง (บาท)	ความแตกต่าง (%)
ปีปัจจุบัน				
ต้นทุนรวม (บาท)	325,238,184.68	312,509,000	12,729,184.68	3.91
ปีตัวอย่าง (การพยากรณ์)				
ต้นทุนรวม (บาท)	-	343,740,000	-	-

จากตารางที่ 12 แสดงถึงตัวแบบของโปรแกรม Lingo จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในปีปัจจุบันในรูปแบบของวิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทชิน ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม โดยใช้โปรแกรม Lingo จะมีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นแล้วเป็นเงิน 312,509,000 บาทต่อปี ซึ่งถือว่ามีความลดลงกว่าที่มีการสั่งซื้อในรูปแบบปัจจุบันอยู่ 12,729,184.68 บาทต่อปี คิดเป็น 3.91% ต่อปีเป็นต้น

4.3 เปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลปริมาณการใช้จริงในปีตัวอย่างของวัตถุดิบกลุ่มเอ

4.3.1 มีการเก็บข้อมูลการใช้จริงของปีตัวอย่างมาเปรียบเทียบปริมาณการใช้วัตถุดิบในกลุ่มเอ ซึ่งจะเห็นได้ดังตารางที่ 13

ตาราง 13 เปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลปริมาณการใช้จริงในปีตัวอย่าง วัตถุดิบกลุ่มเอ

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัตถุดิบรหัส 10013 ของปีตัวอย่าง						
ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	16,368.30	10,803.90	10,648.10	19,522.20	16,936.70	13,017.00
ค่าจริง	21,771.28	8,740.04	19,301.77	13,105.46	21,813.68	8,804.51
แตกต่าง	5,402.98	-2,063.86	8,653.67	-6,416.74	4,876.98	-4,212.49
แตกต่าง (%)	24.82	-23.61	44.83	-48.96	22.36	-47.84

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัตถุดิบรหัส 10017 ของปีตัวอย่าง						
ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	72,640.30	58,242.00	68,274.80	44,118.60	47,262.90	63,424.40
ค่าจริง	52,988.47	65,528.24	69,938.03	53,906.75	68,874.95	68,449.38
แตกต่าง	-19,651.83	7,286.24	1,663.23	9,788.15	21,612.05	5,024.98
แตกต่าง (%)	-37.09	11.12	2.38	18.16	31.38	7.34

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัตถุดิบรหัส 11007 ของปีตัวอย่าง						
ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	34,824.60	32,596.10	28,275.70	17,222.30	19,897.80	25,005.70
ค่าจริง	23,288.21	26,931.98	33,431.75	17,124.87	33,337.89	23,383.19
แตกต่าง	-11,536.39	-5,664.12	5,156.05	-97.43	13,440.09	-1,622.51
แตกต่าง (%)	-49.54	-21.03	15.42	-0.57	40.31	-6.94

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัตถุดิบรหัส 11012 ของปีตัวอย่าง						
ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	43,405.70	40,530.40	40,500.40	37,237.30	32,064.40	47,213.80
ค่าจริง	61,163.13	41,185.50	52,340.64	42,723.33	55,569.85	41,113.16
แตกต่าง	17,757.43	655.10	11,840.24	5,486.03	23,505.45	-6,100.64
แตกต่าง (%)	29.03	1.59	22.62	12.84	42.30	-14.84

ตาราง 13 (ต่อ)

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัตถุอันตราย 11026 ของปีตัวอย่าง

ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	29,603.30	33,327.60	13,504.90	16,802.30	17,045.50	26,445.00
ค่าจริง	25,971.08	21,729.67	30,958.47	26,266.93	24,210.93	31,036.19
แตกต่าง	-3,632.22	-11,597.93	17,453.57	9,464.63	7,165.43	4,591.19
แตกต่าง (%)	-13.99	-53.37	56.38	36.03	29.60	14.79

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัตถุอันตราย 12024 ของปีตัวอย่าง

ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	40,657.20	37,686.60	48,770.80	47,537.90	50,174.20	40,570.60
ค่าจริง	52,362.95	39,058.63	71,712.42	30,612.50	66,389.30	28,333.35
แตกต่าง	11,705.75	1,372.03	22,941.62	-16,925.40	16,215.10	-12,237.25
แตกต่าง (%)	22.36	3.51	31.99	-55.29	24.42	-43.19

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัตถุอันตราย 12027 ของปีตัวอย่าง

ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	41,968.80	22,770.30	37,734.00	22,567.90	37,518.50	34,784.10
ค่าจริง	36,007.45	51,261.65	35,638.76	39,650.12	51,925.62	50,340.52
แตกต่าง	-5,961.35	28,491.35	-2,095.24	17,082.22	14,407.12	15,556.42
แตกต่าง (%)	-16.56	55.58	-5.88	43.08	27.75	30.90

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัตถุอันตราย 12030 ของปีตัวอย่าง

ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	8,796.70	11,904.80	27,913.60	3,853.30	11,458.70	10,612.20
ค่าจริง	5,640.66	9,128.25	17,887.67	2,778.89	9,056.67	11,957.00
แตกต่าง	-3,156.04	-2,776.55	-10,025.93	-1,074.41	-2,402.03	1,344.80
แตกต่าง (%)	-55.95	-30.42	-56.05	-38.66	-26.52	11.25

ตาราง 13 (ต่อ)

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัสดุบรหัส 13022 ของปีตัวอย่าง						
ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	6,256.90	17,456.70	5,268.90	6,855.10	8,630.60	9,901.30
ค่าจริง	10,628.01	11,425.00	4,684.04	8,575.00	5,578.97	8,975.00
แตกต่าง	4,371.11	-6,031.70	-584.86	1,719.90	-3,051.63	-926.30
แตกต่าง (%)	41.13	-52.79	-12.49	20.06	-54.70	-10.32

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัสดุบรหัส 29045 ของปีตัวอย่าง						
ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	57,469.30	51,829.60	52,199.20	31,598.40	44,152.70	46,754.80
ค่าจริง	47,968.42	48,856.81	44,698.67	38,690.35	52,660.42	52,225.25
แตกต่าง	-9,500.88	-2,972.79	-7,500.53	7,091.95	8,507.72	5,470.45
แตกต่าง (%)	-19.81	-6.08	-16.78	18.33	16.16	10.47

การเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์กับข้อมูลใช้จริง (กิโลกรัม) วัสดุบรหัส TiO ₂ ของปีตัวอย่าง						
ข้อมูล	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6
ค่าพยากรณ์	66,180.90	58,585.50	78,070.60	43,831.80	53,475.70	67,830.40
ค่าจริง	70,575.23	81,334.99	85,405.39	70,565.17	90,652.06	79,332.39
แตกต่าง	4,394.33	22,749.49	7,334.79	26,733.37	37,176.36	11,501.99
แตกต่าง (%)	6.23	27.97	8.59	37.88	41.01	14.50

4.3.2 มีการนำข้อมูลปริมาณการใช้จริงของปีตัวอย่างมาคำนวณหาต้นทุนการสั่งซื้อดังตารางที่ 14 เปรียบเทียบกับต้นทุนการสั่งซื้อโดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้จากการพยากรณ์ของปีตัวอย่างในการซื้อวัตถุดิบในกลุ่มเอ ดังตารางที่ 15

ตาราง 14 รูปแบบการสั่งซื้อของวัตถุดิบกลุ่มเอโดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้จริง ของปีตัวอย่าง

เดือน	รหัส 10013					รหัส 10017				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	95	2.08	1	21,771.28	0	96	2.11	1	188,454.74	0
2	97	2.10	1	8,740.04	0	99	2.15	0	0	135,466.27
3	102	2.16	1	19,301.77	0	104	2.21	0	0	69,938.03
4	110	2.26	1	13,105.46	0	112	2.30	1	191,231.08	0
5	112	2.28	1	21,813.68	0	112	2.30	0	0	137,324.33
6	107	2.22	1	8,804.51	0	112	2.30	0	0	68,449.38
Total cost			TC = 9,738,651.35 บาท			Total cost		TC = 40,437,631.06 บาท		
เดือน	รหัส 11007					รหัส 11012				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	76	1.68	1	50,220.19	0	67	1.51	1	154,689.27	0
2	76	1.68	0	0	26,931.98	69	1.54	0	0	93,526.14
3	81	1.74	1	50,556.62	0	74	1.60	0	0	52,340.64
4	84	1.77	0	0	17,124.87	76	1.62	1	139,406.34	0
5	84	1.77	1	56,721.08	0	76	1.62	0	0	96,683.01
6	86	1.80	0	0	23,383.19	78	1.64	0	0	41,113.16
Total cost			TC = 12,807,537.87 บาท			Total cost		TC = 21,419,890.27 บาท		
เดือน	รหัส 11026					รหัส 12024				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	66	1.49	1	25,971.08	0	70	1.58	1	163,134.00	0
2	66	1.49	1	78,955.07	0	70	1.58	0	0	110,771.05
3	71	1.55	0	0	57,225.40	75	1.64	0	0	71,712.42
4	74	1.59	0	0	26,266.93	78	1.67	1	125,335.15	0
5	77	1.62	1	24,210.93	0	78	1.67	0	0	94,722.65
6	77	1.62	1	31,036.19	0	81	1.71	0	0	28,333.35
Total cost			TC = 11,327,617.93 บาท			Total cost		TC = 21,703,785.18 บาท		

ตาราง 14 (ต่อ)

เดือน	รหัส 12027					รหัส 12030				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	77	1.72	1	87,269.10	0	74	1.65	1	5,640.66	0
2	77	1.72	0	0	51,261.65	74	1.65	1	9,128.25	0
3	82	1.78	1	75,288.88	0	82	1.74	1	17,887.67	0
4	85	1.81	0	0	39,650.12	82	1.74	1	2,778.89	0
5	88	1.85	1	102,266.14	0	82	1.74	1	9,056.67	0
6	88	1.85	0	0	50,340.52	82	1.74	1	11,957.00	0
Total cost			TC = <u>22,159,395.90</u> บาท			Total cost			TC = <u>4,537,678.20</u> บาท	

เดือน	รหัส 13022					รหัส 29045				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	76	1.68	1	22,053.01	0	15	0.33	1	141,523.90	0
2	76	1.68	0	0	11,425.00	15	0.33	0	0	93,555.48
3	81	1.74	1	13,259.04	0	15	0.33	0	0	44,698.67
4	84	1.77	0	0	8,575.00	15	0.33	1	143,576.02	0
5	84	1.77	1	14,553.97	0	15	0.33	0	0	104,885.6
6	84	1.77	0	0	8,975.00	15	0.33	0	0	52,225.25
Total cost			TC = <u>4,036,301.98</u> บาท			Total cost			TC = <u>4,382,969.27</u> บาท	

เดือน	รหัส TiO2				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l
1	88.96	1.89	1	151,910.22	0
2	88.96	1.89	0	0	81,334.99
3	88.96	1.89	1	155,970.56	0
4	95.57	1.97	0	0	70,565.17
5	95.57	1.97	1	169,984.45	0
6	102.9	2.05	0	0	79,332.39
Total cost			TC = <u>44,103,355.99</u> บาท		

จากการรวมค่าต้นทุนรวมของทุกรหัสเป็นเวลา 6 เดือนของปีตัวอย่างจะเห็นได้ว่า ต้นทุนรวมโดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้จริงของปีตัวอย่างและมีวิธีการสั่งซื้อในรูปแบบของโรงงานตัวอย่างในปัจจุบันจะมีค่าเท่ากับ 196,654,815 บาท

ตาราง 15 รูปแบบสั่งซื้อวัตถุดิบกลุ่มเอโดยใช้ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการใช้ ของปีตัวอย่าง

เดือน	รหัส 10013					รหัส 10017				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	95	2.08	1	16,368.30	0	96	2.11	1	199,157.10	0
2	97	2.10	1	10,803.90	0	99	2.15	0	0	126,516.80
3	102	2.16	1	10,648.10	0	104	2.21	0	0	68,274.80
4	110	2.26	1	19,522.20	0	112	2.30	1	154,805.90	0
5	112	2.28	1	16,936.70	0	112	2.30	0	0	110,687.30
6	107	2.22	1	13,017.00	0	112	2.30	0	0	63,424.40
Total cost			TC = 9,153,244.40 บาท			Total cost			TC = 37,289,697.74 บาท	
เดือน	รหัส 11007					รหัส 11012				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	76	1.68	1	67,420.70	0	67	1.51	1	124,436.50	0
2	76	1.68	0	0	32,596.10	69	1.54	0	0	81,030.80
3	81	1.74	1	45,498.00	0	74	1.60	0	0	40,500.40
4	84	1.77	0	0	17,222.30	76	1.62	1	116,515.50	0
5	84	1.77	1	44,903.50	0	76	1.62	0	0	79,278.20
6	86	1.80	0	0	25,005.70	78	1.64	0	0	47,213.80
Total cost			TC = 12,724,960.38 บาท			Total cost			TC = 17,596,872.89 บาท	
เดือน	รหัส 11026					รหัส 12024				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	66	1.49	1	29,603.30	0	70	1.58	1	127,114.60	0
2	66	1.49	1	63,634.80	0	70	1.58	0	0	86,457.40
3	71	1.55	0	0	30,307.20	75	1.64	0	0	48,770.80
4	74	1.59	0	0	16,802.30	78	1.67	1	138,282.70	0
5	77	1.62	1	17,045.50	0	78	1.67	0	0	90,744.80
6	77	1.62	1	26,445.00	0	81	1.71	0	0	40,570.60
Total cost			TC = 9,594,174.92 บาท			Total cost			TC = 20,130,578.95 บาท	

ตาราง 15 (ต่อ)

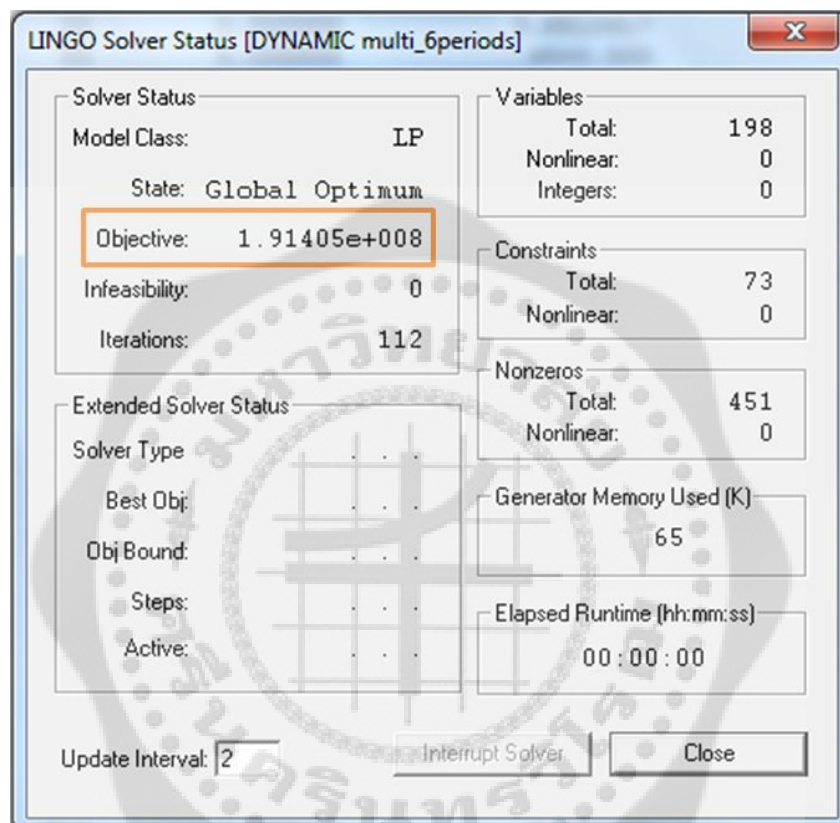
เดือน	รหัส 12027					รหัส 12030				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	77	1.72	1	64,739.10	0	74	1.65	1	8,796.70	0
2	77	1.72	0	0	22,770.30	74	1.65	1	11,904.80	0
3	82	1.78	1	60,301.90	0	82	1.74	1	27,913.60	0
4	85	1.81	0	0	22,567.90	82	1.74	1	3,853.30	0
5	88	1.85	1	72,302.60	0	82	1.74	1	11,458.70	0
6	88	1.85	0	0	34,784.10	82	1.74	1	10,612.20	0
Total cost			TC = 16,450,158.70 บาท			Total cost			TC = 5,973,610.60 บาท	

เดือน	รหัส 13022					รหัส 29045				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน			ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l			y	x	l
1	76	1.68	1	23,713.60	0	15	0.33	1	161,498.10	0
2	76	1.68	0	0	17,456.70	15	0.33	0	0	104,028.8
3	81	1.74	1	12,124.00	0	15	0.33	0	0	52,199.20
4	84	1.77	0	0	6,855.10	15	0.33	1	122,505.90	0
5	84	1.77	1	18,531.90	0	15	0.33	0	0	90,907.50
6	84	1.77	0	0	9,901.30	15	0.33	0	0	46,754.80
Total cost			TC = 4,413,443.28 บาท			Total cost			TC = 4,366,043.80 บาท	

เดือน	รหัส TiO2				
	ราคา	ต้นทุน จัดเก็บ	สั่งซื้อวิธีปัจจุบัน		
			y	x	l
1	88.96	1.89	1	124,766.40	0
2	88.96	1.89	0	0	58,585.50
3	88.96	1.89	1	121,902.40	0
4	95.57	1.97	0	0	43,831.80
5	95.57	1.97	1	121,306.10	0
6	102.9	2.05	0	0	67,830.40
Total cost			TC = 33,886,507.99 บาท		

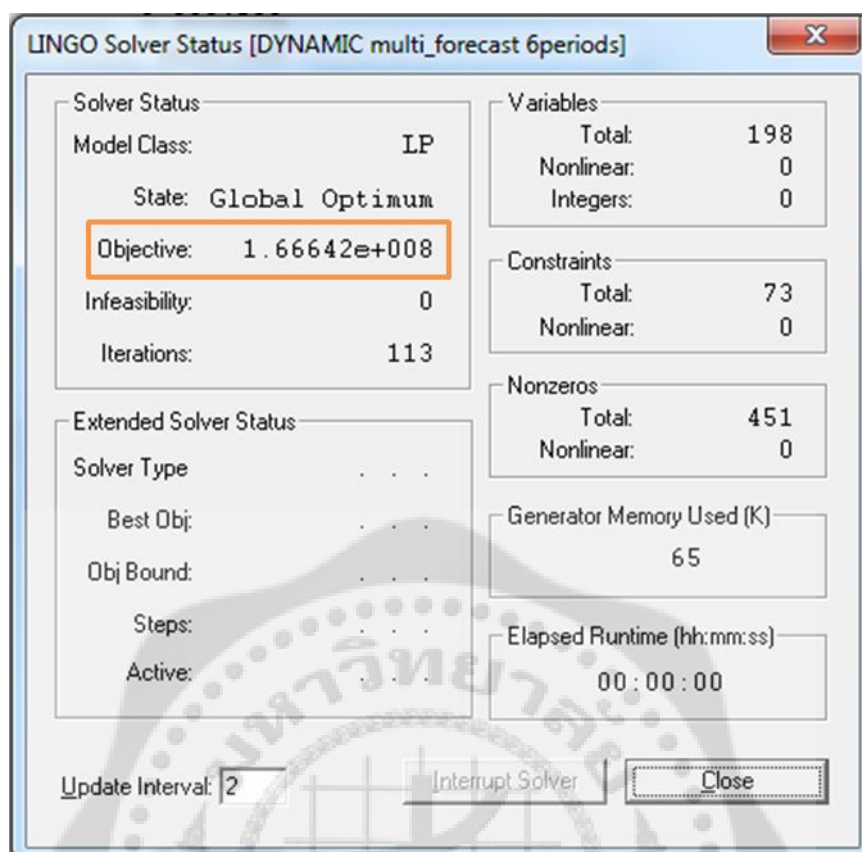
จากการรวมค่าต้นทุนรวมของทุกรหัสเป็นเวลา 6 เดือนของปีตัวอย่างจะเห็นได้ว่า ต้นทุนรวมโดยใช้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณการใช้ของปีตัวอย่างจะมีค่าเท่ากับ 171,579,293.64 บาท

โดยนำข้อมูลปริมาณการใช้จริงของปีตัวอย่าง 6 เดือน มาเขียนและแทนค่าดังสมการที่ (15) ถึง สมการที่ (21) และใช้รูปแบบของวิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทธีน ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม โดยใช้โปรแกรม Lingo ซึ่งผลการใช้รูปแบบการเขียนโดยใช้โปรแกรม Lingo จะสามารถหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดในปีตัวอย่างได้เท่ากับ 191,405,000 บาท ดังภาพประกอบที่ 42



ภาพประกอบ 42 การสั่งซื้อต่ำสุดของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีตัวอย่าง 6 เดือน (ข้อมูลปริมาณใช้จริง)

แต่ถ้านำข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการใช้ของปีตัวอย่าง 6 เดือน มาเขียนและแทนค่าดังสมการที่ (15) ถึง สมการที่ (21) และใช้รูปแบบของวิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทธีน ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม โดยใช้โปรแกรม Lingo ซึ่งผลการใช้รูปแบบการเขียนโดยใช้โปรแกรม Lingo จะสามารถหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดในปีตัวอย่างได้เท่ากับ 166,642,000 บาท ดังภาพประกอบที่ 43



ภาพประกอบ 43 การสั่งซื้อต่ำสุดของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีตัวอย่าง 6 เดือน (ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณใช้)

ดังนั้นสามารถสรุปเปรียบเทียบข้อมูล 6 เดือน ของปริมาณการใช้จริงกับข้อมูลการพยากรณ์ ปริมาณการใช้ของปีตัวอย่าง ได้ดังตารางที่ 16

ตาราง 16 สรุปรูปแบบการเปรียบเทียบทั้งในลักษณะวิธีการสั่งซื้อและลักษณะของข้อมูล

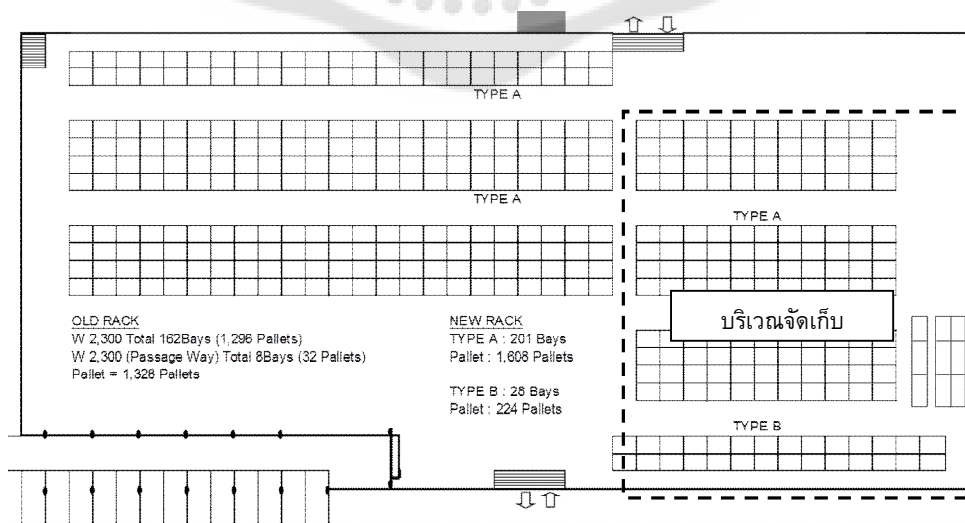
ต้นทุน (บาท)	วิธีสั่งซื้อเดิมของ โรงงานตัวอย่าง (บาท)	วิธีพลวัตของแวก เนอร์-วิทธีน (บาท)	ความแตกต่าง (บาท)	ความแตกต่าง (%)
ข้อมูลจากการ ใช้จริง	196,654,815	191,405,000	5,249,815	2.67
ข้อมูลจากการ พยากรณ์	171,579,293.63	166,642,000	4,937,293.63	2.88
ความแตกต่าง (บาท)	25,075,521.37	24,763,000		
ความแตกต่าง (%)	12.75	12.94		

จากตารางที่ 16 จะมีลักษณะการเปรียบเทียบ 2 รูปแบบคือ รูปแบบแรกจะเทียบระหว่างปริมาณการใช้ที่ใช้ค่าจริงกับค่าพยากรณ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในกรณีที่สั่งซื้อตามวิธีการสั่งซื้อในวิธีปัจจุบัน โดยที่ต้นทุนที่ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้จริงของปีตัวอย่าง 6 เดือน เทียบกับข้อมูลจากการพยากรณ์จะมีต้นทุนต่างกันที่ 25,075,521.37 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 12.75 และถ้าวิธีพลวัตของแวกเนอร์-วิทชิน จะมีต้นทุนระหว่างค่าปริมาณการใช้จริงกับพยากรณ์ต่างกันที่ 24,763,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 12.94 ซึ่งถ้ามาพิจารณาในรูปแบบที่สองจะเปรียบเทียบในลักษณะของความแตกต่างจากวิธีการสั่งซื้อ ซึ่งถ้าหากใช้ข้อมูลปริมาณการใช้จริงแต่เทียบวิธีการสั่งซื้อแบบปัจจุบันกับวิธีพลวัตของแวกเนอร์-วิทชินจะเห็นได้ว่าต้นทุนจะลดลงที่ 5,249,815 บาทคิดเป็นร้อยละ 2.67 แต่ถ้าหากใช้ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการใช้แต่เทียบวิธีการสั่งซื้อแบบปัจจุบันกับวิธีพลวัตของแวกเนอร์-วิทชินจะเห็นได้ว่าต้นทุนจะลดลงที่ 4,937,293.63 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.88 ที่กล่าวมาจะเป็นการจัดการสั่งซื้อของวัตถุดิบกลุ่มเอ ส่วนกลุ่มบีเป็นการสั่งซื้อแบบ 1.5 เท่า และกลุ่มซีจะสั่งซื้อแบบ 1 เท่าของปริมาณความต้องการ

5. ขั้นตอนจัดทำรูปแบบการควบคุมวัตถุดิบ

5.1 ลักษณะของพื้นที่จัดเก็บและชั้นวางวัตถุดิบของโรงงานตัวอย่าง

ส่วนงานจัดเก็บคลังสินค้าซึ่งรูปลักษณะของส่วนงานคลังสินค้าสามารถดูแผนผังคลังสินค้าได้ดังภาพประกอบที่ 44 ซึ่งการจัดเก็บจะเก็บทั้งสินค้าสำเร็จรูปและวัตถุดิบ ความจุที่คลังสินค้าสามารถจัดเก็บได้ 3,224 พาเลท แบ่งเป็นจัดเก็บวัตถุดิบ 1,324 พาเลท และเป็นสินค้าสำเร็จรูป 1,808 พาเลท ชั้นวางสินค้าถูกออกแบบให้เป็นชั้นวางแบบ Double Deep Racking System ในแต่ละ Rack จะมีการจัดเก็บ 4 ชั้น ซึ่งจะสามารถวางสินค้าได้ในปริมาณมาก ในการเก็บวัตถุดิบจะเก็บแบบกำหนดเอง(Set and Match Location) และแบบสุ่ม (Random Location)



ภาพประกอบ 44 พื้นที่คลังจัดเก็บวัตถุดิบ สินค้า และการส่งมอบสินค้า

5.2 วิธีการจัดการและการจัดเก็บวัตถุดิบในคลังวัตถุดิบ

จากการที่ผู้วิจัยได้วิจัยในโรงงานตัวอย่างแล้วมีการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบกลุ่มเอขึ้นมาแต่เนื่องจากวัตถุดิบในกลุ่มเอมีการจัดเก็บแบบสุ่มทำให้วัตถุดิบกลุ่มเอที่มีมูลค่าสูงในคลังสินค้ามีการจัดเก็บกระจายกันในแต่ละตำแหน่งของการจัดเก็บวัตถุดิบ ซึ่งเป็นผลให้ระยะทางในการจัดเก็บ และเบิกจ่ายไปให้กับฝ่ายผลิตมีระยะทางที่สูงและทำให้สับสนในการหาวัตถุดิบเพื่อเบิกไปให้กับฝ่ายผลิตอีกด้วย ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้มีการศึกษาวิธีการจัดเก็บในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง (เก็บข้อมูล ณ ปัจจุบัน) และมีการคำนวณระยะทางรวมของการจัดเก็บวัตถุดิบกลุ่มเอในคลังสินค้าของโรงงานตัวอย่าง โดยจากการจัดกลุ่มของวัตถุดิบทั้งกลุ่มเอ กลุ่มบี และกลุ่มซีซึ่งจะมีการแบ่งการจัดเก็บวัตถุดิบในลักษณะของการจัดและกำหนดความเคลื่อนไหวหมุนเวียนซึ่งก็จะมี 3ระดับคือแบบรวดเร็ว (Fast Moving) มีการหมุนเวียนอยู่ที่ 1-2วัน, แบบปานกลาง (Moderate Moving) มีการหมุนเวียนอยู่ที่ 3-6วัน และแบบช้า (Slow Moving) มีการหมุนเวียนที่ 6วันขึ้นไป ดังตารางที่ 17

ตาราง 17 การแบ่งการจัดเก็บวัตถุดิบในลักษณะการกำหนดความเคลื่อนไหว

กลุ่มวัตถุดิบ	Fast Moving	Moderate Moving	Slow Moving
A	10013	11012	11026
	10017	12027	12024
	11007	12030	
	29045	13022	
	TiO ₂		
B	21010	10024	11008
	25012	11010	12011
	28021	16002	15003
	29031	17003	15064
	29047	22028	16006
	30014	23005	
	30016	23009	
	30023	29048	
	31012	29054	
	34003	30015	
C	34007		
	21006	23002	22004
	21014	23015	22012
	22002	24006	22014
	24024	24015	22019

ตาราง 17 (ต่อ)

กลุ่มวัตถุตีบ	Fast Moving	Moderate Moving	Slow Moving
C	24036	24025	22029
	25023	24032	22032
	26012	25027	22033
	28012	26004	22035
	28022	28015	24033
	29039	28017	24034
	29040	28019	25001
	29052	28023	25006
	30044	29004	25029
	31014	29014	26001
	33002	30004	28001
		30012	28005
		31005	28013
		32006	28031
		32008	28034
		32014	29025
		32015	29050
			31016
			31018
			31019
			31020
			32011
			34001
			36002

ลักษณะการจัดวางในรูปแบบที่เป็นอยู่ของโรงงานตัวอย่างดังภาพประกอบที่ 45 จะมีลักษณะการจัดวางที่เป็นรูปแบบการจัดกระจายและปนกันของวัตถุตีบทุกกลุ่มรวมถึงยังไม่มีการจัดการเกี่ยวกับความเคลื่อนไหวของวัตถุตีบอีกด้วยซึ่งทำให้วัตถุตีบที่มีการนำไปใช้บ่อยไปอยู่ในพื้นที่ที่ยากต่อการหยิบใช้ส่วนวัตถุตีบที่มีความเคลื่อนไหวไม่บ่อยจะมาอยู่ในชั้นวางที่หยิบง่าย รวมถึงระยะทางการจัดเก็บของวัตถุตีบค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับตำแหน่งประตูที่จะทำการรับและเบิกจ่ายโดยจะมีการคำนวณจากระยะทางในแต่ละชั้นที่จัดเก็บและคำนวณจากชั้นนอกไปชั้นในจนกระทั่งคำนวณครบทุกชั้นซึ่งจะเป็นการหาระยะทางในแต่ละ location ในการจัดวางวัตถุตีบ

C	4	58.05	60.35	62.65	64.95	67.25	69.55	71.85	74.15	76.45	78.75	81.05	83.35	85.65	87.95	90.25	92.55	94.85	97.15	99.45	101.75	104.05	106.35
	3	54.05	56.35	58.65	60.95	63.25	65.55	67.85	70.15	72.45	74.75	77.05	79.35	81.65	83.95	86.25	88.55	90.85	93.15	95.45	97.75	100.05	102.35
	2	50.05	52.35	54.65	56.95	59.25	61.55	63.85	66.15	68.45	70.75	73.05	75.35	77.65	79.95	82.25	84.55	86.85	89.15	91.45	93.75	96.05	98.35
	1	46.05	48.35	50.65	52.95	55.25	57.55	59.85	62.15	64.45	66.75	69.05	71.35	73.65	75.95	78.25	80.55	82.85	85.15	87.45	89.75	92.05	94.35
D	4	60.30	62.60	64.90	67.20	69.50	71.80	74.10	76.40	78.70	81.00	83.30	85.60	87.90	90.20	92.50	94.80	97.10	99.40	101.70	104.00	106.30	108.60
	3	56.30	58.60	60.90	63.20	65.50	67.80	70.10	72.40	74.70	77.00	79.30	81.60	83.90	86.20	88.50	90.80	93.10	95.40	97.70	100.00	102.30	104.60
	2	52.30	54.60	56.90	59.20	61.50	63.80	66.10	68.40	70.70	73.00	75.30	77.60	79.90	82.20	84.50	86.80	89.10	91.40	93.70	96.00	98.30	100.60
	1	48.30	50.60	52.90	55.20	57.50	59.80	62.10	64.40	66.70	69.00	71.30	73.60	75.90	78.20	80.50	82.80	85.10	87.40	89.70	92.00	94.30	96.60
E	4	63.50	65.80	68.10	70.40	72.70																	
	3	59.50	61.80	64.10	66.40	68.70	71.00	73.30															
	2	55.50	57.80	60.10	62.40	64.70	67.00	69.30	71.60														
	1	51.50	53.80	56.10	58.40	60.70	63.00	65.30	67.60	69.90	72.20	74.50	76.80	79.10	81.40	83.70	86.00	88.30	90.60	92.90	95.20	97.50	99.80
F	4	61.25	63.55	65.85	68.15	70.45																	
	3	57.25	59.55	61.85	64.15	66.45	68.75	71.05	73.35	75.65	77.95												
	2	53.25	55.55	57.85	60.15	62.45	64.75	67.05	69.35	71.65	73.95	76.25											
	1	49.25	51.55	53.85	56.15	58.45	60.75	63.05	65.35	67.65	69.95	72.25	74.55	76.85	79.15	81.45	83.75	86.05	88.35	90.65	92.95	95.25	97.55
G	4	61.25	63.55	65.85	68.15	70.45	72.75	75.05	77.35	79.65	81.95	84.25	86.55	88.85	91.15								
	3	57.25	59.55	61.85	64.15	66.45	68.75	71.05	73.35	75.65	77.95	80.25											
	2	53.25	55.55	57.85	60.15	62.45	64.75	67.05	69.35	71.65	73.95	76.25	78.55										
	1	49.25	51.55	53.85	56.15	58.45	60.75	63.05	65.35	67.65	69.95	72.25	74.55	76.85	79.15	81.45	83.75	86.05	88.35	90.65	92.95	95.25	97.55
H	4	63.50	65.80	68.10	70.40	72.70	75.00	77.30	79.60	81.90	84.20	86.50	88.80	91.10	93.40	95.70	98.00	100.30	102.60	104.90	107.20	109.50	111.80
	3	59.50	61.80	64.10	66.40	68.70	71.00	73.30	75.60	77.90	80.20	82.50	84.80	87.10	89.40	91.70	94.00	96.30	98.60	100.90	103.20	105.50	107.80
	2	55.50	57.80	60.10	62.40	64.70	67.00	69.30	71.60	73.90	76.20	78.50	80.80	83.10	85.40	87.70	90.00	92.30	94.60	96.90	99.20	101.50	103.80
	1	51.50	53.80	56.10	58.40	60.70	63.00	65.30	67.60	69.90	72.20	74.50	76.80	79.10	81.40	83.70	86.00	88.30	90.60	92.90	95.20	97.50	99.80
K	4	66.70	69.00	71.30	73.60	75.90	78.20	80.50	82.80	85.10	87.40	89.70	92.00	94.30	96.60	98.90	101.20	103.50	105.80	108.10	110.40	112.70	115.00
	3	62.70	65.00	67.30	69.60	71.90	74.20	76.50	78.80	81.10	83.40	85.70	88.00	90.30	92.60	94.90	97.20	99.50	101.80	104.10	106.40	108.70	111.00
	2	58.70	61.00	63.30	65.60	67.90	70.20	72.50	74.80	77.10	79.40	81.70	84.00	86.30	88.60	90.90	93.20	95.50	97.80	100.10	102.40	104.70	107.00
	1	54.70	57.00	59.30	61.60	63.90	66.20	68.50	70.80	73.10	75.40	77.70	80.00	82.30	84.60	86.90	89.20	91.50	93.80	96.10	98.40	100.70	103.00
L	4	64.45	66.75	69.05	71.35	73.65	75.95	78.25	80.55	82.85	85.15	87.45	89.75	92.05	94.35	96.65	98.95	101.25	103.55	105.85	108.15	110.45	112.75
	3	60.45	62.75	65.05	67.35	69.65	71.95	74.25	76.55	78.85	81.15	83.45	85.75	88.05	90.35	92.65	94.95	97.25	99.55	101.85	104.15	106.45	108.75
	2	56.45	58.75	61.05	63.35	65.65	67.95	70.25	72.55	74.85	77.15	79.45	81.75	84.05	86.35	88.65	90.95	93.25	95.55	97.85	100.15	102.45	104.75
	1	52.45	54.75	57.05	59.35	61.65	63.95	66.25	68.55	70.85	73.15	75.45	77.75	80.05	82.35	84.65	86.95	89.25	91.55	93.85	96.15	98.45	100.75
M	4	64.45	66.75	69.05	71.35	73.65	75.95	78.25	80.55	82.85	85.15	87.45	89.75	92.05	94.35	96.65	98.95	101.25	103.55	105.85	108.15	110.45	112.75
	3	60.45	62.75	65.05	67.35	69.65	71.95	74.25	76.55	78.85	81.15	83.45	85.75	88.05	90.35	92.65	94.95	97.25	99.55	101.85	104.15	106.45	108.75
	2	56.45	58.75	61.05	63.35	65.65	67.95	70.25	72.55	74.85	77.15	79.45	81.75	84.05	86.35	88.65	90.95	93.25	95.55	97.85	100.15	102.45	104.75
	1	52.45	54.75	57.05	59.35	61.65	63.95	66.25	68.55	70.85	73.15	75.45	77.75	80.05	82.35	84.65	86.95	89.25	91.55	93.85	96.15	98.45	100.75
N	4	66.70	69.00	71.30	73.60	75.90	78.20	80.50	82.80	85.10	87.40	89.70	92.00	94.30	96.60	98.90	101.20	103.50	105.80	108.10	110.40	112.70	115.00
	3	62.70	65.00	67.30	69.60	71.90	74.20	76.50	78.80	81.10	83.40	85.70	88.00	90.30	92.60	94.90	97.20	99.50	101.80	104.10	106.40	108.70	111.00
	2	58.70	61.00	63.30	65.60	67.90	70.20	72.50	74.80	77.10	79.40	81.70	84.00	86.30	88.60	90.90	93.20	95.50	97.80	100.10	102.40	104.70	107.00
	1	54.70	57.00	59.30	61.60	63.90	66.20	68.50	70.80	73.10	75.40	77.70	80.00	82.30	84.60	86.90	89.20	91.50	93.80	96.10	98.40	100.70	103.00
P	4	66.70	69.00	71.30	73.60	75.90	78.20	80.50	82.80	85.10	87.40	89.70	92.00	94.30	96.60	98.90	101.20	103.50	105.80	108.10	110.40	112.70	115.00
	3	62.70	65.00	67.30	69.60	71.90	74.20	76.50	78.80	81.10	83.40	85.70	88.00	90.30	92.60	94.90	97.20	99.50	101.80	104.10	106.40	108.70	111.00
	2	58.70	61.00	63.30	65.60	67.90	70.20	72.50	74.80	77.10	79.40	81.70	84.00	86.30	88.60	90.90	93.20	95.50	97.80	100.10	102.40	104.70	107.00
	1	54.70	57.00	59.30	61.60	63.90	66.20	68.50	70.80	73.10	75.40	77.70	80.00	82.30	84.60	86.90	89.20	91.50	93.80	96.10	98.40	100.70	103.00
R	4	64.45	66.75	69.05	71.35	73.65	75.95	78.25	80.55	82.85	85.15	87.45	89.75	92.05	94.35	96.65	98.95	101.25	103.55	105.85	108.15	110.45	112.75
	3	60.45	62.75	65.05	67.35	69.65	71.95	74.25	76.55	78.85	81.15	83.45	85.75	88.05	90.35	92.65	94.95	97.25	99.55	101.85	104.15	106.45	108.75
	2	56.45	58.75	61.05	63.35	65.65	67.95	70.25	72.55	74.85	77.15	79.45	81.75	84.05	86.35	88.65	90.95	93.25	95.55	97.85	100.15	102.45	104.75
	1	52.45	54.75	57.05	59.35	61.65	63.95	66.25	68.55	70.85	73.15	75.45	77.75	80.05	82.35	84.65	86.95	89.25	91.55	93.85	96.15	98.45	100.75
S	4	67.75	67.75	67.75	67.75	70.65	73.55	76.45	79.35	82.25	85.15	88.05	90.95	93.85	96.75	99.65	102.55	105.45	108.35	111.25	114.15	117.05	119.95
	3	63.75	63.75	63.75	63.75	66.65	69.55	72.45	75.35	78.25	81.15	84.05	86.95	89.85	92.75	95.65	98.55	101.45	104.35	107.25	110.15	113.05	115.95
	2	59.75	59.75	59.75	59.75	62.65	65.55	68.45	71.35	74.25	77.15	80.05	82.95	85.85	88.75	91.65	94.55	97.45	100.35				

C	4	58.05	60.35	62.65	64.95	67.25	69.55	71.85	74.15	76.45	78.75	81.05	83.35	85.65	87.95	90.25	92.55	94.85	97.15	99.45	101.75	104.05	106.35
	3	54.05	56.35	58.65	60.95	63.25	65.55	67.85	70.15	72.45	74.75	77.05	79.35	81.65	83.95	86.25	88.55	90.85	93.15	95.45	97.75	100.05	102.35
	2	50.05	52.35	54.65	56.95	59.25	61.55	63.85	66.15	68.45	70.75	73.05	75.35	77.65	79.95	82.25	84.55	86.85	89.15	91.45	93.75	96.05	98.35
	1	46.05	48.35	50.65	52.95	55.25	57.55	59.85	62.15	64.45	66.75	69.05	71.35	73.65	75.95	78.25	80.55	82.85	85.15	87.45	89.75	92.05	94.35
D	4	60.30	62.60	64.90	67.20	69.50	71.80	74.10	76.40	78.70	81.00	83.30	85.60	87.90	90.20	92.50	94.80	97.10	99.40	101.70	104.00	106.30	108.60
	3	56.30	58.60	60.90	63.20	65.50	67.80	70.10	72.40	74.70	77.00	79.30	81.60	83.90	86.20	88.50	90.80	93.10	95.40	97.70	100.00	102.30	104.60
	2	52.30	54.60	56.90	59.20	61.50	63.80	66.10	68.40	70.70	73.00	75.30	77.60	79.90	82.20	84.50	86.80	89.10	91.40	93.70	96.00	98.30	100.60
	1	48.30	50.60	52.90	55.20	57.50	59.80	62.10	64.40	66.70	69.00	71.30	73.60	75.90	78.20	80.50	82.80	85.10	87.40	89.70	92.00	94.30	96.60
E	4	63.50	65.80	68.10	70.40	72.70	75.00	77.30	79.60	81.90	84.20	86.50	88.80	91.10	93.40	95.70	98.00	100.30	102.60	104.90	107.20	109.50	111.80
	3	59.50	61.80	64.10	66.40	68.70	71.00	73.30	75.60	77.90	80.20	82.50	84.80	87.10	89.40	91.70	94.00	96.30	98.60	100.90	103.20	105.50	107.80
	2	55.50	57.80	60.10	62.40	64.70	67.00	69.30	71.60	73.90	76.20	78.50	80.80	83.10	85.40	87.70	90.00	92.30	94.60	96.90	99.20	101.50	103.80
	1	51.50	53.80	56.10	58.40	60.70	63.00	65.30	67.60	69.90	72.20	74.50	76.80	79.10	81.40	83.70	86.00	88.30	90.60	92.90	95.20	97.50	99.80
F	4	61.25	63.55	65.85	68.15	70.45	72.75	75.05	77.35	79.65	81.95	84.25	86.55	88.85	91.15	93.45	95.75	98.05	100.35	102.65	104.95	107.25	109.55
	3	57.25	59.55	61.85	64.15	66.45	68.75	71.05	73.35	75.65	77.95	80.25	82.55	84.85	87.15	89.45	91.75	94.05	96.35	98.65	100.95	103.25	105.55
	2	53.25	55.55	57.85	60.15	62.45	64.75	67.05	69.35	71.65	73.95	76.25	78.55	80.85	83.15	85.45	87.75	90.05	92.35	94.65	96.95	99.25	101.55
	1	49.25	51.55	53.85	56.15	58.45	60.75	63.05	65.35	67.65	69.95	72.25	74.55	76.85	79.15	81.45	83.75	86.05	88.35	90.65	92.95	95.25	97.55
G	4	61.25	63.55	65.85	68.15	70.45	72.75	75.05	77.35	79.65	81.95	84.25	86.55	88.85	91.15	93.45	95.75	98.05	100.35	102.65	104.95	107.25	109.55
	3	57.25	59.55	61.85	64.15	66.45	68.75	71.05	73.35	75.65	77.95	80.25	82.55	84.85	87.15	89.45	91.75	94.05	96.35	98.65	100.95	103.25	105.55
	2	53.25	55.55	57.85	60.15	62.45	64.75	67.05	69.35	71.65	73.95	76.25	78.55	80.85	83.15	85.45	87.75	90.05	92.35	94.65	96.95	99.25	101.55
	1	49.25	51.55	53.85	56.15	58.45	60.75	63.05	65.35	67.65	69.95	72.25	74.55	76.85	79.15	81.45	83.75	86.05	88.35	90.65	92.95	95.25	97.55
H	4	63.50	65.80	68.10	70.40	72.70	75.00	77.30	79.60	81.90	84.20	86.50	88.80	91.10	93.40	95.70	98.00	100.30	102.60	104.90	107.20	109.50	111.80
	3	59.50	61.80	64.10	66.40	68.70	71.00	73.30	75.60	77.90	80.20	82.50	84.80	87.10	89.40	91.70	94.00	96.30	98.60	100.90	103.20	105.50	107.80
	2	55.50	57.80	60.10	62.40	64.70	67.00	69.30	71.60	73.90	76.20	78.50	80.80	83.10	85.40	87.70	90.00	92.30	94.60	96.90	99.20	101.50	103.80
	1	51.50	53.80	56.10	58.40	60.70	63.00	65.30	67.60	69.90	72.20	74.50	76.80	79.10	81.40	83.70	86.00	88.30	90.60	92.90	95.20	97.50	99.80
K	4	66.70	69.00	71.30	73.60	75.90	78.20	80.50	82.80	85.10	87.40	89.70	92.00	94.30	96.60	98.90	101.20	103.50	105.80	108.10	110.40	112.70	115.00
	3	62.70	65.00	67.30	69.60	71.90	74.20	76.50	78.80	81.10	83.40	85.70	88.00	90.30	92.60	94.90	97.20	99.50	101.80	104.10	106.40	108.70	111.00
	2	58.70	61.00	63.30	65.60	67.90	70.20	72.50	74.80	77.10	79.40	81.70	84.00	86.30	88.60	90.90	93.20	95.50	97.80	100.10	102.40	104.70	107.00
	1	54.70	57.00	59.30	61.60	63.90	66.20	68.50	70.80	73.10	75.40	77.70	80.00	82.30	84.60	86.90	89.20	91.50	93.80	96.10	98.40	100.70	103.00
L	4	64.45	66.75	69.05	71.35	73.65	75.95	78.25	80.55	82.85	85.15	87.45	89.75	92.05	94.35	96.65	98.95	101.25	103.55	105.85	108.15	110.45	112.75
	3	60.45	62.75	65.05	67.35	69.65	71.95	74.25	76.55	78.85	81.15	83.45	85.75	88.05	90.35	92.65	94.95	97.25	99.55	101.85	104.15	106.45	108.75
	2	56.45	58.75	61.05	63.35	65.65	67.95	70.25	72.55	74.85	77.15	79.45	81.75	84.05	86.35	88.65	90.95	93.25	95.55	97.85	100.15	102.45	104.75
	1	52.45	54.75	57.05	59.35	61.65	63.95	66.25	68.55	70.85	73.15	75.45	77.75	80.05	82.35	84.65	86.95	89.25	91.55	93.85	96.15	98.45	100.75
M	4	64.45	66.75	69.05	71.35	73.65	75.95	78.25	80.55	82.85	85.15	87.45	89.75	92.05	94.35	96.65	98.95	101.25	103.55	105.85	108.15	110.45	112.75
	3	60.45	62.75	65.05	67.35	69.65	71.95	74.25	76.55	78.85	81.15	83.45	85.75	88.05	90.35	92.65	94.95	97.25	99.55	101.85	104.15	106.45	108.75
	2	56.45	58.75	61.05	63.35	65.65	67.95	70.25	72.55	74.85	77.15	79.45	81.75	84.05	86.35	88.65	90.95	93.25	95.55	97.85	100.15	102.45	104.75
	1	52.45	54.75	57.05	59.35	61.65	63.95	66.25	68.55	70.85	73.15	75.45	77.75	80.05	82.35	84.65	86.95	89.25	91.55	93.85	96.15	98.45	100.75
N	4	66.70	69.00	71.30	73.60	75.90	78.20	80.50	82.80	85.10	87.40	89.70	92.00	94.30	96.60	98.90	101.20	103.50	105.80	108.10	110.40	112.70	115.00
	3	62.70	65.00	67.30	69.60	71.90	74.20	76.50	78.80	81.10	83.40	85.70	88.00	90.30	92.60	94.90	97.20	99.50	101.80	104.10	106.40	108.70	111.00
	2	58.70	61.00	63.30	65.60	67.90	70.20	72.50	74.80	77.10	79.40	81.70	84.00	86.30	88.60	90.90	93.20	95.50	97.80	100.10	102.40	104.70	107.00
	1	54.70	57.00	59.30	61.60	63.90	66.20	68.50	70.80	73.10	75.40	77.70	80.00	82.30	84.60	86.90	89.20	91.50	93.80	96.10	98.40	100.70	103.00
P	4	66.70	69.00	71.30	73.60	75.90	78.20	80.50	82.80	85.10	87.40	89.70	92.00	94.30	96.60	98.90	101.20	103.50	105.80	108.10	110.40	112.70	115.00
	3	62.70	65.00	67.30	69.60	71.90	74.20	76.50	78.80	81.10	83.40	85.70	88.00	90.30	92.60	94.90	97.20	99.50	101.80	104.10	106.40	108.70	111.00
	2	58.70	61.00	63.30	65.60	67.90	70.20	72.50	74.80	77.10	79.40	81.70	84.00	86.30	88.60	90.90	93.20	95.50	97.80	100.10	102.40	104.70	107.00
	1	54.70	57.00	59.30	61.60	63.90	66.20	68.50	70.80	73.10	75.40	77.70	80.00	82.30	84.60	86.90	89.20	91.50	93.80	96.10	98.40	100.70	103.00
R	4	64.45	66.75	69.05	71.35	73.65	75.95	78.25	80.55	82.85	85.15	87.45	89.75	92.05	94.35	96.65	98.95	101.25	103.55	105.85	108.15	110.45	112.75
	3	60.45	62.75	65.05	67.35	69.65	71.95	74.25	76.55	78.85	81.15	83.45	85.75	88.05	90.35	92.65	94.95	97.25	99.55	101.85	104.15	106.45	108.75
	2	56.45	58.75	61.05	63.35	65.65	67.95	70.25	72.55	74.85	77.15	79.45	81.75	84.05	86.35	88.65	90.95	93.25	95.55	97.85	100.15	102.45	104.75
	1	52.45	54.75	57.05	59.35	61.65	63.95	66.25	68.55	70.85	73.15	75.45	77.75	80.05	82.35	84.65	86.95	89.25	91.				

5.3 ระยะเวลาการจ่ายวัตถุดิบตามข้อมูลในใบสั่งผลิต

ในการผลิตจะมีการนำใบสั่งผลิตไปเบิกวัตถุดิบ ในแต่ละใบสั่งจะเกิดกิจกรรมการหยิบวัตถุดิบมากกว่า 1 ครั้งต่อวัน ซึ่งตัวอย่างข้อมูลในใบสั่งดังภาพประกอบที่ 47, 48 และ 49

ใบสั่งผลิต และบรรจุ						
รหัสสีผง		S90559AN	ชื่อสี	สีผง เทา	เลขที่	301-13935
					8.00	ถึง
ลำดับ	รหัสวัตถุดิบ	จำนวนผสม (กก.)		ไซจริง	ราคาบาท/กก.	เป็นเงินทั้งหมด
		ต่อถัง	ทั้งหมด			
1	10017	23.0000	184.00	194.46	107.61	20,925.84
2	11012	52.0000	416.00	414.52	74.55	30,902.47
3	22002	0.0600	0.48	0.04	138.00	5.52
4	24036	0.3500	2.80	1.70	40.00	68.00
5	29049	0.0000	0.00	350.00	16.00	5,600.00
6	30014	0.9000	7.20	7.27	200.00	1,454.00
7	30016	0.4000	3.20	3.39	430.00	1,457.70
8	30023	0.6000	4.80	4.86	136.00	660.96
9	34003	0.1800	1.44	1.01	870.00	878.70
10	21006			20.00	60.00	1,200.00
11	S90559AN			94.00	81.36	7,647.84
12	20034			17.68	82.44	1,457.54
		77.4900	619.92	1,108.93	(1)	72,258.57

ภาพประกอบ 47 ลักษณะตัวอย่างที่1 ใบสั่งผลิตสี ของโรงงานตัวอย่าง

ใบสั่งผลิต และบรรจุ						
รหัสสีผง		M34001AQ	ชื่อสี	สีผง ส้ม	เลขที่	301-15660
					85.00	ถึง
ลำดับ	รหัสวัตถุดิบ	จำนวนผสม (กก.)		ไซจริง	ราคาบาท/กก.	เป็นเงินทั้งหมด
		ต่อถัง	ทั้งหมด			
1	10017	30.0000	2,550.00	2,550.00	98.21	250,435.50
2	11026	45.0000	3,825.00	3,825.00	74.00	283,050.00
3	23009	14.4000	1,224.00	1,221.63	265.00	323,731.95
4	30023	0.6000	51.00	51.08	141.00	7,202.28
5	34003	0.1800	15.30	14.14	898.72	12,707.90
6	29045			2,975.00	16.80	49,980.00
7	30015			75.93	200.00	15,186.00
8	S30108AN			169.00	115.20	19,468.80
9	M34001AQ			16.50	109.48	1,806.42
		90.1800	7,665.30	10,898.28	(1)	963,568.85

ภาพประกอบ 48 ลักษณะตัวอย่างที่2 ใบสั่งผลิตสี ของโรงงานตัวอย่าง

ใบสั่งผลิต และบรรจุ

เลขที่ 301-16104

รหัสสีผง R10071TN

ชื่อสี

สีผง คำหยาบ

72.00 ถึง

ลำดับ	รหัสวัตถุ	จำนวนผสม (กก.)		ไขมัน	ราคาบาท/กก.	เป็นเงินทั้งหมด
		ต่อถัง	ทั้งหมด			
1	12024	75.0000	5,400.00	5,400.00	78.00	421,200.00
2	17003	3.9500	284.40	284.26	195.00	55,430.70
3	21010	1.4000	100.80	99.25	110.00	10,917.50
4	31024	2.0000	144.00	144.19	110.00	15,860.90
5	32015	2.0000	144.00	143.26	415.43	59,514.50
6	34003	0.1800	12.96	12.32	899.86	11,086.28
7	29005			3,235.15	9.93	32,125.04
8	IR10071TN			56.30	0.00	0.00
9	R10071TN			2.00	84.00	168.00
		84.5300	6,086.16	9,376.73	(1)	606,302.92

ภาพประกอบ 49 ลักษณะตัวอย่างที่3 ใบสั่งผลิตสี ของโรงงานตัวอย่าง

จากการนำข้อมูลใบสั่งผลิตย้อนหลัง 1 เดือน (โดยเก็บข้อมูลใบสั่งเบิกวัตถุดิบ30วันย้อนหลัง) สรุประยะทางที่เกิดกิจกรรมการจ่ายวัตถุดิบดังตารางที่ 19 ในภาคผนวก จ จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการจ่ายวัตถุดิบแบบเก่าใช้ระยะทาง 143,476 เมตรและเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดคลังในรูปแบบใหม่ที่ใช้ระยะทาง 126,493 เมตร จะเห็นได้ว่าการจัดคลังรูปแบบใหม่สามารถลดระยะทางการจ่ายวัตถุดิบได้ถึง 16,983 เมตร คิดเป็น 11.84%

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินงานตามลำดับของวิธีการดำเนินการวิจัย ตามรายละเอียดทุกขั้นตอน ตั้งแต่การศึกษาข้อมูลโดยรวมของโรงงานตัวอย่างด้วย IDEFO การรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบสำหรับนำมาจัดกลุ่มวัสดุคงคลังโดยใช้การจัดกลุ่มแบบเอบีซี (ABC Analysis) ทำการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบตามมูลค่าของวัตถุดิบที่อยู่ในคลังสินค้า แล้วทำการเลือกกลุ่มที่มีมูลค่ามากที่สุด เพื่อนำมาทำการพยากรณ์หาค่าปริมาณความต้องการวัตถุดิบเพื่อนำไปเสนอการวิเคราะห์หาขนาดสั่งซื้อที่เหมาะสม และเกิดต้นทุนรวมที่มีค่าต่ำสุดโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทิน (Wagner-Whitin Algorithm: WW) ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming) นอกจากนี้ยังมีการจัดการควบคุมวัตถุดิบคงคลังที่กลุ่มที่มีความสำคัญ (กลุ่ม เอ) ใหม่จากแบบเดิมมีการจัดเก็บแบบสุ่ม กลายมาเป็นการจัดเก็บแบบกลุ่มขึ้นเพื่อให้เกิดระยะทางที่ลดลงจากเดิมและสะดวกในการควบคุมและดูแลรักษา

วัตถุดิบคงคลังในกรณีศึกษานี้มีทั้งหมด 127 รายการ โดยมีมูลค่าวัตถุดิบคงคลังรวมทั้งสิ้น 33,601,893.03 บาท ในปีปัจจุบัน เนื่องจากโรงงานตัวอย่างนี้มีวัตถุดิบมากมายหลายชนิด ซึ่งถ้าจะให้ความสนใจควบคุมวัตถุดิบคงคลังทั้งหมดเป็นไปได้ยาก และทำให้เสียค่าใช้จ่ายและเสียเวลามาก ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงวัตถุดิบคงคลังในกลุ่มเอเท่านั้น เนื่องจากมีมูลค่าสูงที่สุด และมีการนำวัตถุดิบกลุ่มเอไปใช้อย่างต่อเนื่องทุกเดือน

จากเทคนิคการแยกกลุ่มตามความสำคัญ สามารถแยกวัตถุดิบคงคลัง ได้ คือ กลุ่มเอ มีจำนวน 11 รายการ, กลุ่มบี มีจำนวน 30 รายการ และ กลุ่มซี มีจำนวน 86 รายการ ซึ่งวัตถุดิบคงคลังกลุ่มเอ มีมูลค่าสูงถึง 25,733,225.89 บาท ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางในการจัดการวัตถุดิบคงคลังในวัสดุกลุ่มเอ เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีมูลค่าสูงที่สุด

เมื่อนำข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบคงคลังของกลุ่มเอย้อนหลัง 36 เดือน มาทำการพยากรณ์โดยใช้แบบพยากรณ์ทั้ง 5 แบบ คือ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method), วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing Method), วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method), วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend Line Method) และวิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Times Series Decomposition) และทำการทดลองเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาด ซึ่งก็พบว่าวิธีการพยากรณ์แบบวิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Times Series Decomposition) ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดในกลุ่มเอทั้ง 11 รหัสเมื่อเทียบกับค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์รูปแบบอื่นๆ

งานวิจัยนี้ได้คำนวณหาระดับการสั่งซื้อที่เหมาะสมของวัตถุดิบกลุ่มเอ โดยใช้วิธีการกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทิน (Wagner-Whitin Algorithm: WW) ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบ

ผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming) โดยใช้ตัวแบบ Dynamic Lot Sizing ของการสั่งซื้อวัตถุดิบหลายชนิดในหลายช่วงเวลา (Multi Item with Multiple Periods)

จากการเปรียบเทียบในปีปัจจุบัน เห็นได้ว่าสภาพปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างใช้ต้นทุนรวมสำหรับวัตถุดิบเฉลี่ยเท่ากับ 325,238,184.68 บาทต่อปี แต่เมื่อมีการจัดการวัตถุดิบคงคลังที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้จะใช้ต้นทุนรวมของวัตถุดิบกลุ่มเอทั้ง 11 รหัสเท่ากับ 312,509,000 บาทต่อปี ต้นทุนลดลงจากเดิม 12,729,184.68 บาทต่อปี หรือร้อยละ 3.91 จากต้นทุนรวมแบบเดิมของโรงงานตัวอย่าง ส่วนในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ในปีตัวอย่าง ก็ได้ดำเนินการลองนำไปใช้กับตัวแบบวิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทชิน ก็จะได้เห็นว่าต้นทุนรวมของวัตถุดิบกลุ่มเอในปีตัวอย่างมีต้นทุนรวมคือ 343,740,000 บาทต่อปี ซึ่งเมื่อเก็บข้อมูลจริงในปีตัวอย่าง 6 เดือนแล้วพบว่าถ้าใช้วิธีพลวัตของแวกเนอร์-วิทชินจะลดต้นทุนลงได้ 5,249,815 บาทคิดเป็นร้อยละ 2.67 แต่ถ้าหากใช้ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการใช้วิธีพลวัตของแวกเนอร์-วิทชินจะลดต้นทุนลงได้ 4,937,293.63 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.88

ในเรื่องการจัดคลังวัตถุดิบจะเห็นได้ว่าวัตถุดิบที่จัดวางในรูปแบบเดิมจะมีการวางอย่างกระจัดกระจายทำให้เกิดความไม่สะดวกในการหยิบวัตถุดิบซึ่งจะเห็นได้ว่าระยะทางรวมในการจัดเก็บวัตถุดิบแบบเดิมของโรงงานตัวอย่างคือ 68,439.65 เมตร ดังนั้นจึงได้มีการทดลองจัดเก็บในรูปแบบใหม่ขึ้นมาจะสังเกตเห็นได้ว่าจะเป็นวัตถุดิบกลุ่มไหนก็ตามอาจจะมีการวางปะปนกันได้แต่ยึดถือในเรื่องของความสะดวกในการเคลื่อนไหวและหมุนเวียนของวัตถุดิบเป็นหลักโดยที่วัตถุดิบที่มีความเคลื่อนไหวเร็ว (Fast Moving) จะวางไว้ในชั้นแรกให้เต็มก่อนแล้วค่อยดำเนินการเก็บชั้นที่สองต่อไปและถ้ากรณีความเคลื่อนไหวปานกลาง (Moderate Moving) และ ความเคลื่อนไหวช้า (Slow Moving) จะเก็บไว้ที่ชั้นสองเป็นต้นไปตามลำดับ โดยยึดถือปัจจัยในการเคลื่อนไหวของวัตถุดิบและถ้าพิจารณาระยะทางของวัตถุดิบซึ่งระยะทางรวมแบบใหม่ของโรงงานตัวอย่างคือ 61,951.35 เมตร ระยะทางลดลง 6,488.30 เมตร คิดเป็นร้อยละ 9.48 และเมื่อพิจารณาในรูปแบบของระยะทางในการจัดเก็บและเบิกจ่ายตามใบสั่ง (โดยเก็บข้อมูลใบสั่งเบิกวัตถุดิบ 30 วันย้อนหลัง) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการจ่ายวัตถุดิบแบบเก่าใช้ระยะทาง 143,476 เมตรและเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดคลังในรูปแบบใหม่ที่ใช้ระยะทาง 126,493 เมตร จะเห็นได้ว่าการจัดคลังรูปแบบใหม่สามารถลดระยะทางการจ่ายวัตถุดิบได้ถึง 16,983 เมตร คิดเป็นร้อยละ 11.84

2. ข้อดีและข้อเสียในการดำเนินงานวิจัย

2.1 ข้อดี

1. ในส่วนของการจัดกลุ่มวัตถุดิบแสดงให้เห็นว่าถึงการจัดการวัตถุดิบแบบแบ่งกลุ่มที่มีความสำคัญนี้จะช่วยให้ลดเวลาและตีกรอบการดูแลรักษาวัตถุดิบ ให้สามารถจัดการได้ง่ายขึ้น

2. ในส่วนของการแสดงขั้นตอนของการพยากรณ์ปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ ทำให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ด้วยความน่าเชื่อถือมากขึ้นเนื่องจากมีเครื่องมือและโปรแกรมที่สนับสนุนข้อมูลการพยากรณ์ เนื่องจากอดีตใช้วิธีการประมาณการโดยผู้มีประสบการณ์เท่านั้น

3. ในส่วนของการกำหนดการสั่งซื้ออย่างเหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัต จะช่วยให้มีวิธีการสั่งซื้อในรูปแบบใหม่จากวิธีเดิมที่พนักงานใช้ประสบการณ์ในการสั่งซื้อเป็นส่วนใหญ่ทำให้บางครั้งวัตถุดิบก็เข้ามามากเกินไปและช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของการมีวัตถุดิบคงคลังที่สูงเกินไปซึ่งก็ส่งผลให้ต้นทุนการจัดเก็บมีค่าสูงตามไปด้วย

4. ในส่วนของการดำเนินการจัดคลังนั้นจะมีข้อดีในลักษณะของการจัดการเพราะว่าเตาโรงงานตัวอย่างจะมีการจัดเก็บแบบสุมและกระจายกระจายทำให้หาวัตถุดิบกลุ่มที่มีความสำคัญยาก ดังนั้นเมื่อมีการจัดคลังใหม่ทำให้ช่วยลดระยะทางและช่วยในการดูแลรักษา

2.2 ข้อเสีย

เนื่องจากการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการจัดกลุ่มวัตถุดิบ การพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ การหาขนาดสั่งซื้อที่เหมาะสม และการจัดคลังใหม่ นี้จำเป็นต้องใช้หลักการทางสถิติเข้ามาพิจารณาดังนั้นในการนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้จึงเหมาะสำหรับองค์กรที่บุคลากรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทางสถิติเบื้องต้นเป็นอย่างดี และจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวแบบทางคณิตศาสตร์พอสมควรเพื่อที่จะสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3. ปัญหาและอุปสรรคในงานวิจัย

3.1 การดำเนินการมีต้นทุนค่อนข้างสูง

3.2 เกิดความล่าช้าในข้อมูลเนื่องจากการเก็บข้อมูลต้องดำเนินการเก็บข้อมูลหลายส่วนงาน

4. ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะวัตถุดิบเท่านั้น ซึ่งทางโรงงานที่ทำการศึกษายังมีผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอีกด้วย ดังนั้นควรที่จะขยายผลการวิจัยไปยังผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเหล่านี้ด้วย

2. ฝ่ายผลิตควรทำการวางแผนและวางแผนความต้องการวัตถุดิบคงคลังให้กับฝ่ายจัดซื้อ โดยใช้ข้อมูลในอดีตมาทำการวางแผนความต้องการวัตถุดิบหรืออาจใช้เครื่องมือการพยากรณ์ที่เหมาะสมเนื่องจากในปัจจุบันจะใช้ประสบการณ์ของพนักงานเป็นหลัก

3. ผู้ที่ดูแลรับผิดชอบวัตถุดิบคงคลัง ควรมีการปรับปรุงระบบวัตถุดิบคงคลังอย่างต่อเนื่องให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และการดำเนินการจัดกลุ่มวัตถุดิบคงคลังอาจจะต้องมีการแก้ไขวัตถุดิบในกลุ่มเอ เนื่องจากปริมาณการใช้และราคาของวัตถุดิบอาจจะมีการเปลี่ยนแปลง

4. ในตัวแบบการสั่งซื้อที่นำเสนอนี้ยังไม่คำนึงถึงพื้นที่จัดเก็บ ไม่คำนึงถึงกรณีการขาดแคลนของวัตถุดิบซึ่งอาจจะดำเนินการเพียงแค่อำนาจ Safety Stock เท่านั้น และไม่คำนึงถึงความผันผวนของราคาวัตถุดิบซึ่งปัจจุบันถ้าราคาลดลงจะขึ้นอยู่กับข้อตกลงของผู้บริหารเป็นส่วนใหญ่



บรรณานุกรม

- Anderson, D. R., D. J. Sweeney and T. A. Williams. (1997). *An Introduction to Management Science : Quantitative Approaches to Decision Making*. 8th ed., West Publishing Company, MN, 763 p.
- ศิริพร ตั้งวิบูลย์พาณิชย์. (2548). *การปรับปรุงการควบคุมวัสดุคงคลัง : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตคอปเปอร์*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- สุกัญญา เชิดชูงาม. (2552). *การประยุกต์อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมสำหรับการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดสำหรับสินค้าหลายชนิด ที่มีความต้องการผันแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- จุฑาทิพย์ โต้วาศัย. (2549). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า : กรณีศึกษาโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผม*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วรินทร์ เกียรตินุกูล. (2548). *การประยุกต์การวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า โดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษา: การจัดซื้อวัตถุดิบจากอเมริกาในอุตสาหกรรมกระดาษ*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- ธนัญญา วสุศรี และวลัยลักษณ์ อัครีวงศ์. (2551). *คู่มือผู้เข้าอบรมการบริหารสินค้าคงคลัง; โครงการพัฒนาหลักสูตรและการฝึกอบรมโลจิสติกส์และซัพพลายเชน, สำนักงานการอุดมศึกษาแห่งชาติ*. ถ่ายเอกสาร.
- ชุมพล มณฑาทิพย์กุล. (2550). *เอกสารประกอบการสอนการจัดการซัพพลายเชน; สาขาการจัดการโลจิสติกส์, บัณฑิตวิทยาลัย การจัดการและนวัตกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*. ถ่ายเอกสาร.
- Menzel and Mayer. (2004). *The IDEF Family of Languages*, Department of Philosophy Texas A&M University
- Nadjib B., Stephane D., Najib M.N., Atle N. (2004). *Single item lot sizing problems*. European Journal of Operational Research, 168: 1-16.
- Suphattra K., Varathorn P., and Kongkiti P. (2011). *The Single Item Lot Sizing Problem with Fuzzy Parameters: A Possibility Approach*. International TIIM 2011 Conference, Finland, Jun. 28-30. 2011.

- ณัฐวุฒิ โรหิตเสถียร และมัชชุลิกา คอนเมฆ. (2552). *การกำหนดขนาดล็อตการสั่งซื้อ ด้วยวิธีการพลวัตที่มีความต้องการไม่คงที่: กรณีศึกษาการคงคลังถ่านหินสำหรับผลิตไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่าง. โครงการงาน วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ). นครนายก วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรักษ์. ถ่ายเอกสาร.*
- ศักดิ์ดา คำจันทร์ และศุภชัย ปทุมนากุล. (2549). *รูปแบบทางคณิตศาสตร์ในการจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมกึ่งแข็งแข็ง บทความวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ประเทศไทย.*
- Wagner, H.M. and T.M. Whitin. (1958). *Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. Management science, 89-96.*
- Achutam, N. R. (2003). *Single item Multi-period Multi-retailer Inventory Replenishment Problem with Restricted Order Size. Electronic Notes in Discrete Mathematics. 15 : 16-19.*
- Koh, S.G., Lee, J.S. และ Kim, H.B. (2006). *A Dynamic Lot Size for Reusable Items. Proceedings of the 7th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference 2006, Bangkok, Thailand, Dec. 17-20, 2006: 1685-1690.*
- Gutierrez, Noda, et al. (2002). *A new characterization for the dynamic lot size problem with bounded inventory. Computer & Operation Research. 30 : 383-395.*
- Jirawan Y. and Srisawat S. (2004). *An Integer Programming For Sugarcane Factory Supply Allocation. Proceedings of the Fifth Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference 2004, Gold Coast, Australia, Dec. 12-15, 2004: 21.3.1-10*
- แก้วปั้น อมตเวทย์. (2548). *การพัฒนาวิธีการสั่งร่วมกรณีอุปสงค์ไม่คงที่และมีข้อจำกัดด้านงบประมาณและทรัพยากร. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.*
- อาคม ชินวงศ์. (2550). *แบบจำลองสินค้าคงคลังที่มีความต้องการแน่นอนและผันแปรตามเวลา: กรณีศึกษาโรงงานผลิตแหบรณยนต์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.*
- ณัฐพิรา หมีปานและธนัญญา วสุศรี. (2553). *การหาขนาดการสั่งผลิตอย่างประหยัด ภายใต้ปริมาณการผลิตแปรผันตามต้นทุนการผลิตกรณีศึกษา โรงงานผู้ผลิตปลาหมึกกระป๋องแห่งหนึ่งในประเทศไทย. การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ, ประเทศไทย, 2-3 กันยายน 2553: 247-255.*
- ทวิพร ชาติเยี่ยมเจน. (2550). *การปรับปรุงการวางแผนการผลิตโดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา : การวางแผนการผลิตบริษัทในอุตสาหกรรมกระดาษ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.*

- วรินทร์ เกียรตินุกูล. (2548). การประยุกต์การวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า โดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษา : การจัดซื้อวัตถุดิบจากอเมริกาในอุตสาหกรรมกระดาษ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- พีระพล แก้วเอียน. (2549). การปรับปรุงการวางแผนสั่งซื้อวัตถุดิบโดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา : การจัดซื้อวัตถุดิบจากต่างประเทศในอุตสาหกรรมกระดาษ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- พงสกร ศรีทองคำ. (2549). วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับปัญหาปริมาณการสั่งซื้อหรือผลิตแบบประหยัดของสินค้าคงคลังหลายชนิดที่มีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกัน. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. ถ่ายเอกสาร.
- กิตติ แสงเดือน. (2539). การหาปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัดสำหรับสินค้าคงคลังหลายชนิดที่มีหลายข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกันและมีปริมาณความต้องการผันแปรตามเวลา. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภกัญญา ชินประทีป. (2551). ปัญหาปริมาณการสั่ง ที่มีหลายชนิด หลายขั้นตอนและมีความสามารถจำกัด. วิทยานิพนธ์ วศ.ด. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฏฐ ทิบุญ และ เจษฎา เย็นจะบก. (2551). การจัดสรรทรัพยากรเพื่อการผลิตโดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์: กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ, ประเทศไทย, 24-25 กรกฎาคม 2551: 223-228.
- สรณธร ไกรภิญญามาต และอรรถกร เก่งพล. (2554). การพัฒนากลยุทธ์การสั่งซื้อวัสดุ กรณีศึกษา: การสั่งซื้อวัสดุ ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์. การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 8-9 กันยายน 2554: 204-207.
- Xu, J., Lu, L.L. และ Glover, F. (2000). *The Deterministic Multi-item Dynamic Lot Sizing Problem with Joint Business Volume Discount*. Annual of Operations Research. 96 : 317-337
- Parveen, S. และ Haque, A. (2007). *A Heuristic Solution of Multi-item Single Level Capacitated Dynamic Lot-Sizing Problem*. Journal of Mechanical Engineering. ME38: 1-7.
- Bylka, S. and Rempala, R. (2001). *Multi-Product Inventory and Auxiliary Allocation Problem*. International Journal Production Economics.71: 295-303

- Potamianos, J., Orman, A.J. and Shahani, A.K. (1997). *Modeling for a Dynamic Inventory-Production Control System*. European Journal of Operational Research. 96 : 645-658
- Anchalee, S. (2009). *Capacitated Lot Sizing Problem in Multi-Item and Parallel Machines Operational System for Smoothing Batch-Type Production*. APIEMS 2009. Kitakyushu, Dec. 14-16, 2009: 1051-1059.
- พรสรวง เจริญโรตง. (2547). การกำหนดช่วงเวลาการสั่งซื้อวัตถุดิบเมื่ออุปสงค์มีค่าไม่คงที่ และ ต้นทุนการซื้อต่อหน่วยมีค่าไม่แน่นอน. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ชนิกานต์ กมลสุข และสรวิชัย เบียร์ยืนยง. (2554). การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วย ในการกำหนดตำแหน่งในการจัดวางสินค้าที่เหมาะสมกรณีศึกษา บริษัทผลิตเครื่องแก้ว สำเร็จรูป. การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 8-9 กันยายน 2554: 98-102.
- พรรณวิภา พุฒิกษา และพรธิภา องค์คุณารักษ์. (2554). การจัดการวัตถุดิบคงคลังประเภทสารเคมี ที่ใช้ในโรงงานฟอก-ย้อมสิ่งทอ. การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 8-9 กันยายน 2554: 187-194.
- ประเสริฐ ลาดสุวรรณ. (2549). การลดระยะทางการเคลื่อนย้ายสินค้าในคลังสินค้าโดยใช้ระบบการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้า. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการขนส่งและโลจิสติกส์). ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. ถ่ายเอกสาร.
- Gunasekaran A., Marri H.B. and Menci F. (1999). *Improving the effectiveness of warehousing operations: a case study*. Industrial Management & Data Systems. 99/8: 328-339.
- Huertas J.I., Ramirez J.D. and Salazar F.T. (2007). *Layout evaluation of large capacity warehouses*. Emerald Group Publishing Limited. 7/8: 259-270.
- Prachuab K., Warangkana P. (2011). *The Evaluation for Decision Making of Product Transportation to Storage Area in Carbon Black Factory*. Operation Research Network Conference, Bangkok, Thailand, Sep. 8-9, 2011: 183-186
- จิรพัชร อ่องเอี่ยม, พงษ์ธนา วณิชย์กอบจินดา และวันชัย รัตนวงษ์. (2550). การจัดการระบบ ภายในคลังสินค้าน้ำมันหล่อลื่น กรณีศึกษา บริษัท A. การประชุมวิชาการเครือข่ายงาน วิศวกรรมอุตสาหการ, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, 24-26 ตุลาคม 2550: 1097-1102.
- สุพรรณ ทองเพชร. (2554). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการอะไหล่คงคลัง กรณีศึกษา: โรงงานผลิตขนมเบเกอร์. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สถิติประยุกต์และสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: สถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.





ภาคผนวก ก
ข้อมูลการแบ่งกลุ่มวัตถุตีบ

ตาราง 19 ข้อมูลการแบ่งกลุ่มวัตถุดิบ

กลุ่ม	รหัส	ปริมาณการใช้วัตถุดิบเฉลี่ยปีปัจจุบัน (กก.)	รวมมูลค่าวัตถุดิบ (บาท)	มูลค่าวัตถุดิบสะสม (บาท)	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบ	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบสะสม
A	10017	55,993.22	5,680,766.94	5,680,766.94	16.91	16.91
A	TiO2	58,692.43	5,071,026.10	10,751,793.03	15.09	32.00
A	11012	35,948.38	2,665,082.23	13,416,875.27	7.93	39.93
A	12027	30,597.58	2,567,136.54	15,984,011.81	7.64	47.57
A	11007	26,461.97	2,150,636.06	18,134,647.87	6.40	53.97
A	12024	27,641.71	2,130,715.27	20,265,363.15	6.34	60.31
A	11026	22,063.81	1,612,864.63	21,878,227.78	4.80	65.11
A	10013	13,402.33	1,330,485.60	23,208,713.38	3.96	69.07
A	13022	13,006.78	1,060,052.64	24,268,766.02	3.15	72.22
A	12030	10,278.13	817,682.34	25,086,448.36	2.43	74.66
A	29045	41,065.24	646,777.53	25,733,225.89	1.92	76.58
B	16002	2,926.86	605,947.65	26,339,173.55	1.80	78.39
B	11010	6,265.67	511,000.54	26,850,174.08	1.52	79.91
B	30014	2,332.61	498,594.32	27,348,768.40	1.48	81.39
B	12011	5,683.99	490,372.96	27,839,141.36	1.46	82.85
B	16006	2,086.61	401,714.96	28,240,856.32	1.20	84.05
B	22028	214.03	351,009.20	28,591,865.52	1.04	85.09
B	34003	356.51	315,996.02	28,907,861.55	0.94	86.03
B	23009	924.60	245,019.88	29,152,881.43	0.73	86.76
B	25012	1,160.61	237,924.20	29,390,805.62	0.71	87.47
B	34007	262.97	215,634.03	29,606,439.66	0.64	88.11
B	30023	1,446.19	199,574.22	29,806,013.88	0.59	88.70
B	24022	1,068.05	197,588.94	30,003,602.82	0.59	89.29
B	28021	99.98	194,964.25	30,198,567.07	0.58	89.87
B	23005	466.18	191,132.09	30,389,699.16	0.57	90.44
B	11008	2,335.63	189,186.30	30,578,885.46	0.56	91.00
B	17003	859.86	167,671.89	30,746,557.35	0.50	91.50
B	28016	59.48	154,643.67	30,901,201.02	0.46	91.96
B	12022	1,908.75	148,500.62	31,049,701.64	0.44	92.40

ตาราง 19 (ต่อ)

กลุ่ม	รหัส	ปริมาณการใช้วัตถุดิบเฉลี่ยปีปัจจุบัน (กก.)	รวมมูลค่าวัตถุดิบ (บาท)	มูลค่าวัตถุดิบสะสม (บาท)	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบ	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบสะสม
B	10024	1,261.85	147,215.25	31,196,916.89	0.44	92.84
B	29048	13,969.51	142,721.85	31,339,638.74	0.42	93.27
B	30016	275.97	120,230.57	31,459,869.31	0.36	93.63
B	29047	10,838.79	116,095.48	31,575,964.78	0.35	93.97
B	15064	399.23	100,805.58	31,676,770.36	0.30	94.27
B	29049	6,005.02	98,081.91	31,774,852.27	0.29	94.56
B	30015	481.79	96,358.67	31,871,210.93	0.29	94.85
B	29054	5,622.86	89,965.72	31,961,176.65	0.27	95.12
B	31012	201.30	77,753.41	32,038,930.07	0.23	95.35
B	21010	747.58	77,748.75	32,116,678.82	0.23	95.58
B	29031	9,394.44	77,138.80	32,193,817.62	0.23	95.81
B	15003	137.71	75,740.96	32,269,558.58	0.23	96.03
C	22033	120.02	74,413.43	32,343,972.02	0.22	96.26
C	10014	622.77	63,367.02	32,407,339.03	0.19	96.44
C	32015	143.95	58,090.81	32,465,429.85	0.17	96.62
C	23015	209.87	54,103.20	32,519,533.04	0.16	96.78
C	21003	107.26	53,898.99	32,573,432.03	0.16	96.94
C	21006	877.35	52,641.00	32,626,073.03	0.16	97.10
C	17005	271.62	51,606.85	32,677,679.88	0.15	97.25
C	22032	84.49	46,471.33	32,724,151.21	0.14	97.39
C	22027	32.99	42,717.73	32,766,868.95	0.13	97.51
C	24033	178.69	41,097.93	32,807,966.88	0.12	97.64
C	24036	877.42	36,412.72	32,844,379.60	0.11	97.75
C	24015	16.19	33,187.79	32,877,567.39	0.10	97.84
C	24025	22.43	32,523.50	32,910,090.89	0.10	97.94
C	24032	165.69	32,308.58	32,942,399.47	0.10	98.04
C	32011	25.19	32,236.80	32,974,636.27	0.10	98.13
C	22008	80.43	32,170.67	33,006,806.94	0.10	98.23
C	31016	215.02	31,177.54	33,037,984.47	0.09	98.32

ตาราง 19 (ต่อ)

กลุ่ม	รหัส	ปริมาณการใช้วัตถุดิบเฉลี่ยปีปัจจุบัน (กก.)	รวมมูลค่าวัตถุดิบ (บาท)	มูลค่าวัตถุดิบสะสม (บาท)	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบ	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบสะสม
C	21014	509.94	30,596.45	33,068,580.92	0.09	98.41
C	15061	98.11	29,529.86	33,098,110.78	0.09	98.50
C	26016	112.14	29,379.37	33,127,490.15	0.09	98.59
C	31014	183.87	29,051.46	33,156,541.61	0.09	98.67
C	28013	34.31	25,940.25	33,182,481.86	0.08	98.75
C	17023	66.74	25,361.83	33,207,843.69	0.08	98.83
C	29040	10,769.80	23,334.58	33,231,178.27	0.07	98.90
C	32006	142.45	22,079.62	33,253,257.89	0.07	98.96
C	25027	78.68	21,164.92	33,274,422.81	0.06	99.03
C	23002	41.81	18,397.50	33,292,820.31	0.05	99.08
C	25023	48.63	17,505.30	33,310,325.61	0.05	99.13
C	22029	30.74	16,904.71	33,327,230.32	0.05	99.18
C	32008	22.16	16,622.50	33,343,852.82	0.05	99.23
C	15059	39.47	16,576.70	33,360,429.52	0.05	99.28
C	32014	40.85	16,543.58	33,376,973.09	0.05	99.33
C	22002	119.75	16,525.73	33,393,498.82	0.05	99.38
C	26012	45.75	16,468.50	33,409,967.32	0.05	99.43
C	29004	1,541.36	16,184.28	33,426,151.60	0.05	99.48
C	22014	4.58	13,969.00	33,440,120.60	0.04	99.52
C	31005	77.39	13,542.96	33,453,663.56	0.04	99.56
C	22004	7.80	12,945.23	33,466,608.79	0.04	99.60
C	29050	2,027.27	11,302.04	33,477,910.84	0.03	99.63
C	33002	23.03	11,283.48	33,489,194.31	0.03	99.66
C	25029	3.30	9,686.41	33,498,880.72	0.03	99.69
C	31020	28.04	9,342.66	33,508,223.38	0.03	99.72
C	25001	13.60	9,182.25	33,517,405.63	0.03	99.75
C	24006	30.23	8,374.86	33,525,780.50	0.02	99.77
C	29039	4,442.31	7,774.04	33,533,554.54	0.02	99.80
C	28022	7.61	7,609.17	33,541,163.70	0.02	99.82

ตาราง 19 (ต่อ)

กลุ่ม	รหัส	ปริมาณการใช้วัตถุดิบเฉลี่ยปีปัจจุบัน (กก.)	รวมมูลค่าวัตถุดิบ (บาท)	มูลค่าวัตถุดิบสะสม (บาท)	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบ	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบสะสม
C	29014	2,535.57	6,846.04	33,548,009.74	0.020	99.84
C	25006	5.21	5,727.62	33,553,737.36	0.017	99.86
C	31019	17.80	5,341.00	33,559,078.36	0.016	99.87
C	22012	1.55	5,206.46	33,564,284.82	0.015	99.89
C	26001	7.23	5,075.46	33,569,360.28	0.015	99.90
C	22035	9.13	5,019.67	33,574,379.95	0.015	99.92
C	28023	5.04	4,887.99	33,579,267.94	0.015	99.93
C	29052	230.48	3,687.71	33,582,955.65	0.011	99.94
C	28015	6.95	3,612.27	33,586,567.91	0.011	99.95
C	28019	1.37	3,005.78	33,589,573.69	0.009	99.96
C	23013	2.70	2,734.93	33,592,308.62	0.008	99.97
C	28017	1.80	1,713.96	33,594,022.58	0.005	99.98
C	24024	27.60	1,656.25	33,595,678.83	0.005	99.98
C	33003	2.89	1,416.51	33,597,095.33	0.004	99.99
C	36002	2.47	546.42	33,597,641.76	0.002	99.99
C	22019	4.27	546.03	33,598,187.78	0.002	99.99
C	29053	11.59	512.82	33,598,700.60	0.002	99.99
C	28005	0.37	416.22	33,599,116.82	0.001	99.99
C	29051	134.89	397.94	33,599,514.76	0.001	99.99
C	28001	0.54	364.59	33,599,879.35	0.001	99.99
C	28031	0.63	323.00	33,600,202.35	0.001	99.99
C	28012	0.45	303.17	33,600,505.52	0.001	99.99
C	34001	1.04	300.63	33,600,806.15	0.001	99.99
C	11023	3.76	274.98	33,601,081.13	0.001	99.99
C	29025	6.67	253.33	33,601,334.46	0.001	99.99
C	26004	0.64	178.03	33,601,512.49	0.001	99.99
C	30044	1.32	171.06	33,601,683.55	0.001	99.99
C	26015	0.38	118.91	33,601,802.46	0.000	100
C	28034	0.12	46.67	33,601,849.13	0.000	100

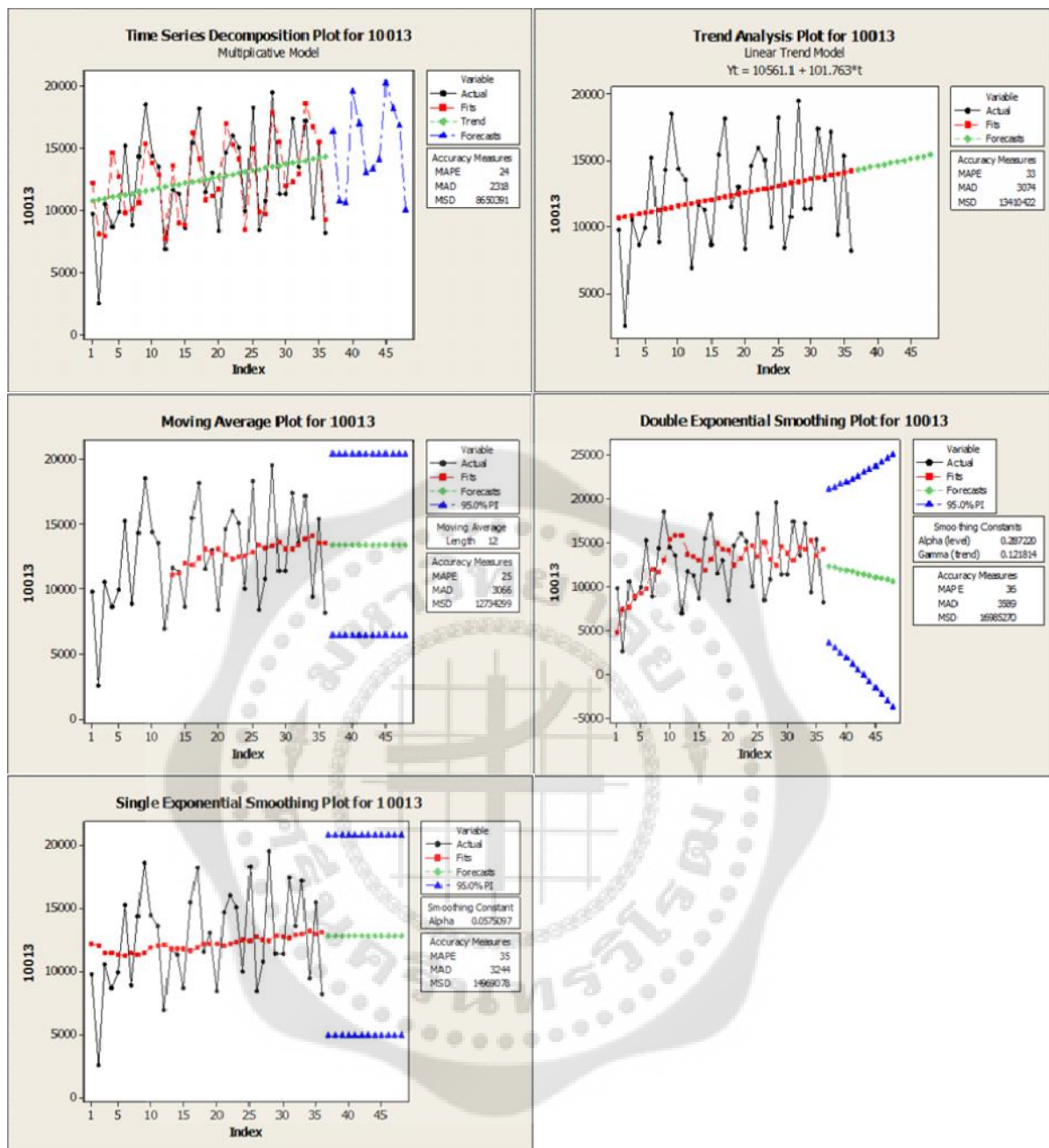
ตาราง 19 (ต่อ)

กลุ่ม	รหัส	ปริมาณการใช้วัตถุดิบเฉลี่ยปีปัจจุบัน (กก.)	รวมมูลค่าวัตถุดิบ (บาท)	มูลค่าวัตถุดิบสะสม (บาท)	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบ	ร้อยละมูลค่าวัตถุดิบสะสม
C	30004	0.16	36.94	33,601,886.07	0	100
C	30012	0.03	6.97	33,601,893.03	0	100
C	11024	-	-	33,601,893.03	0	100
C	11025	-	-	33,601,893.03	0	100
C	19002	-	-	33,601,893.03	0	100
C	22001	-	-	33,601,893.03	0	100
C	22034	-	-	33,601,893.03	0	100
C	24034	-	-	33,601,893.03	0	100
C	28008	-	-	33,601,893.03	0	100
C	31018	-	-	33,601,893.03	0	100

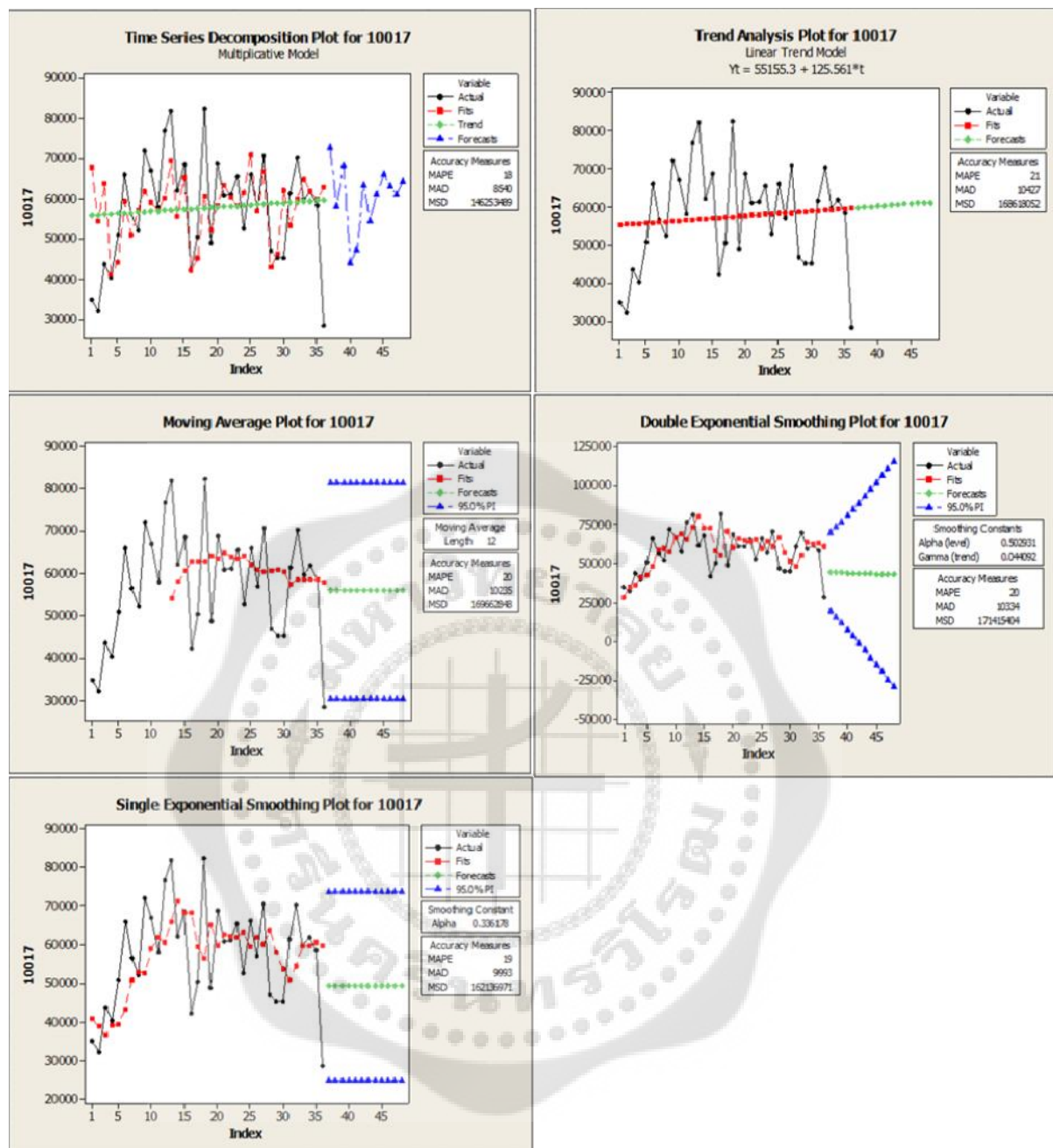


ภาคผนวก ข

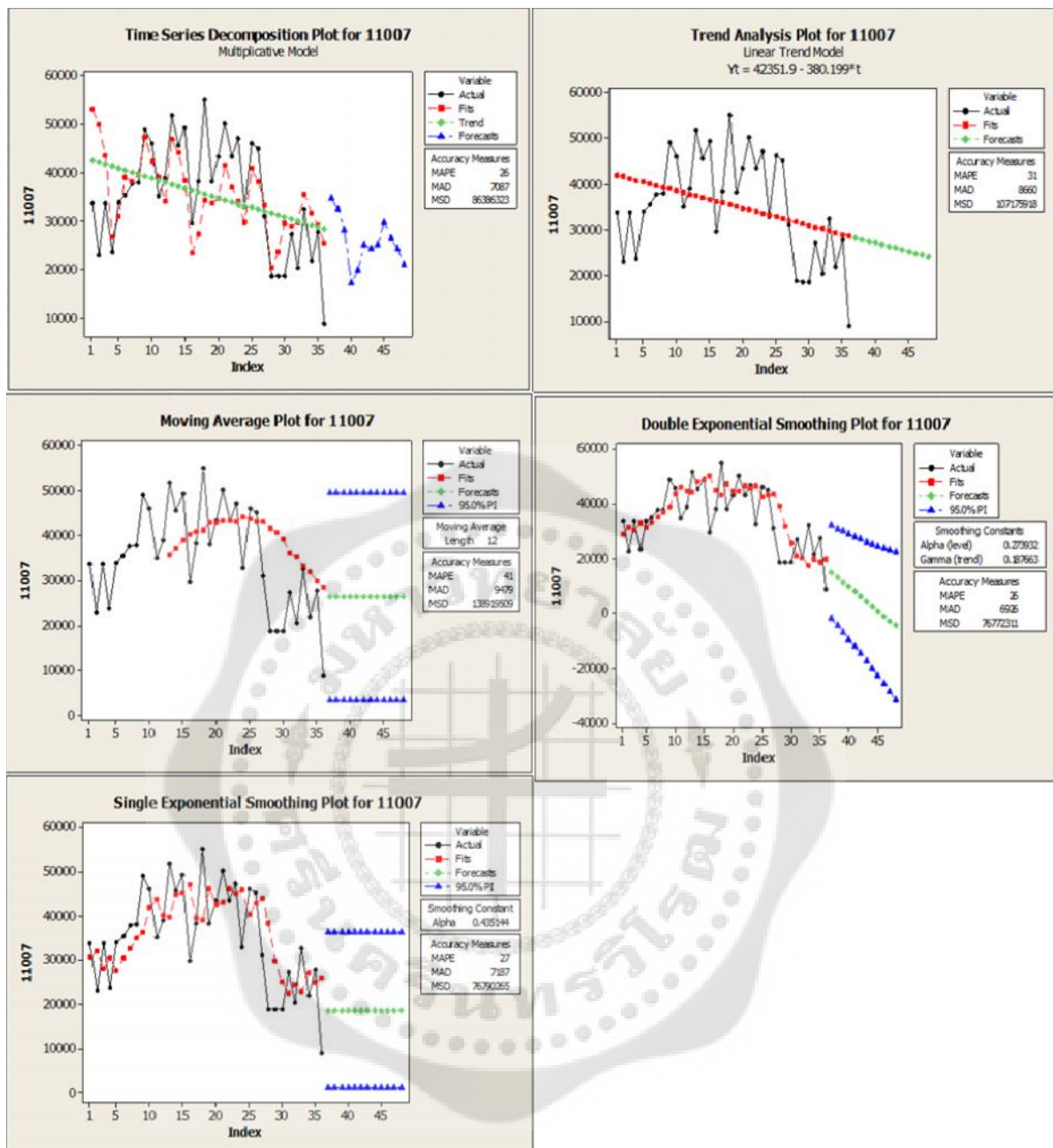
กราฟแสดงค่าการพยากรณ์ของวัตถุในกลุ่มเอ



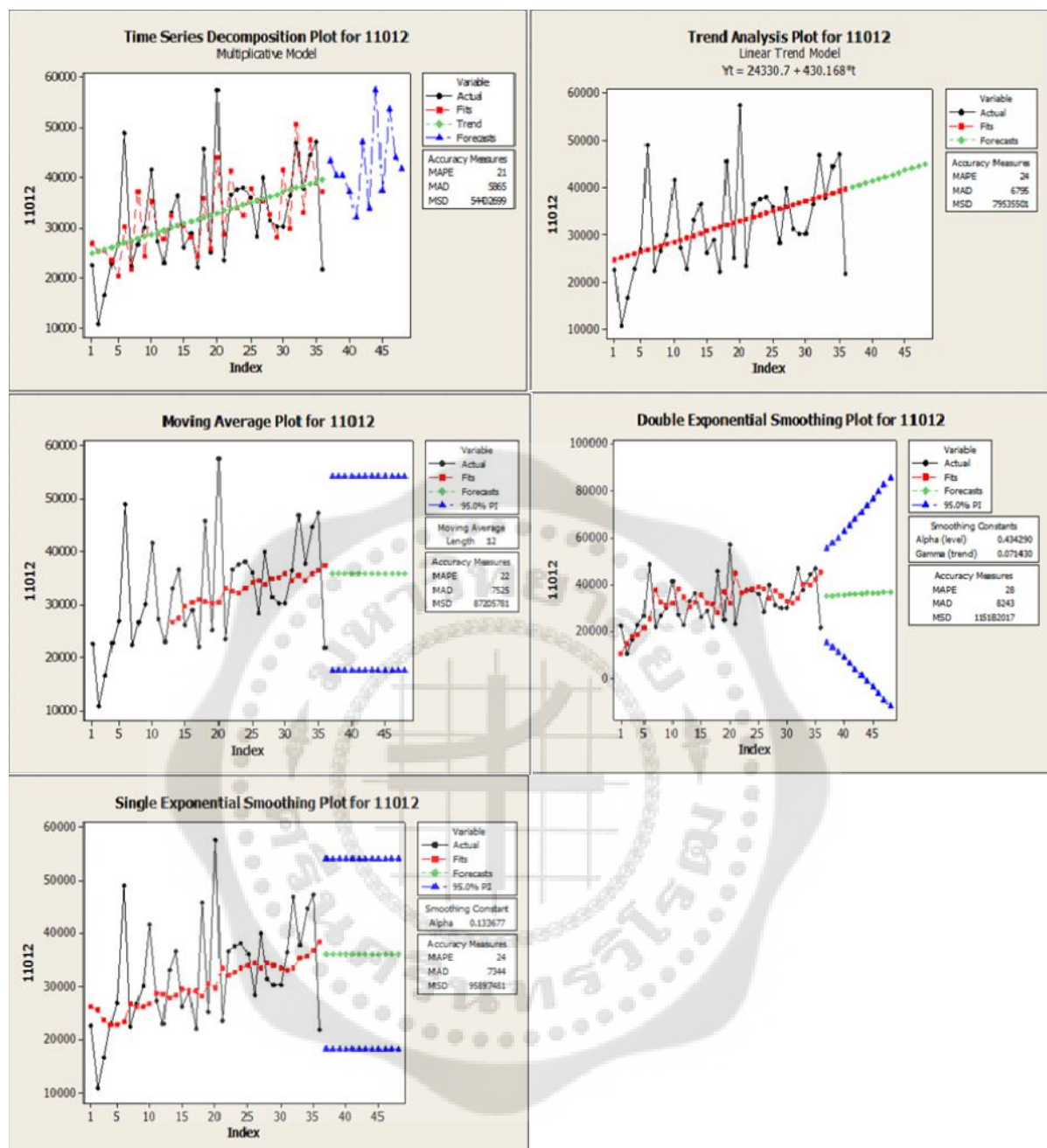
ภาพประกอบ 50 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 10013



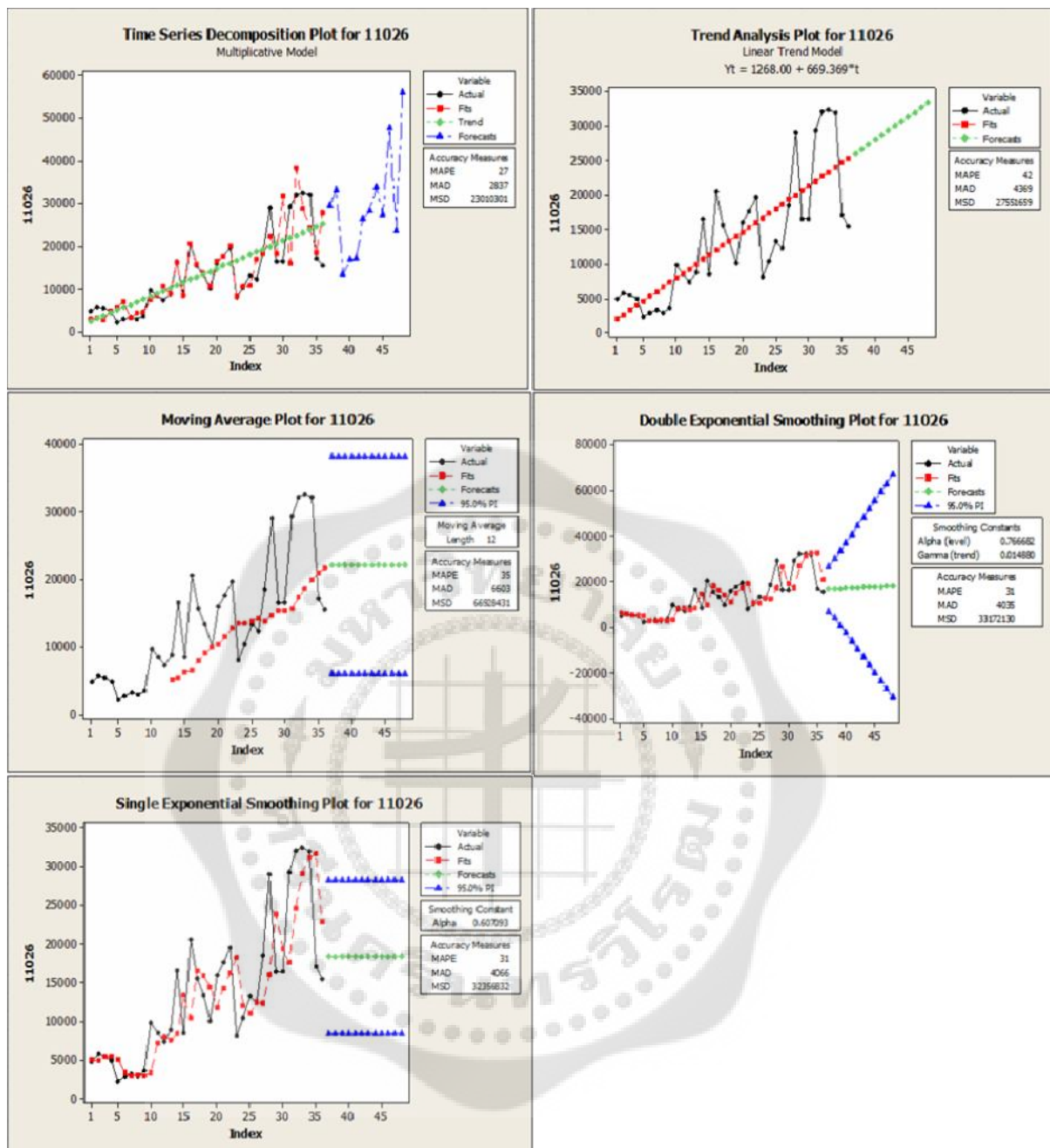
ภาพประกอบ 51 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 10017



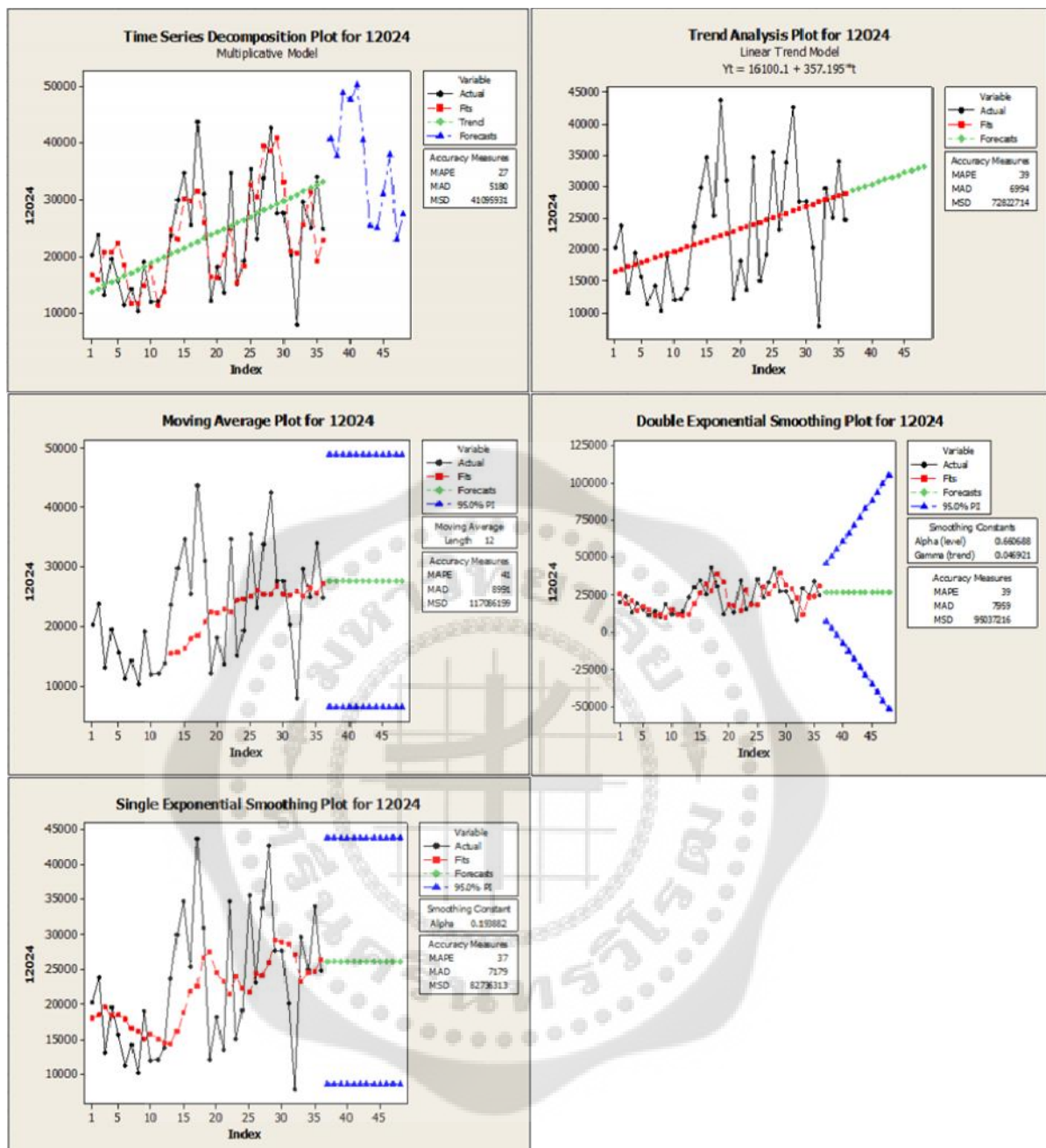
ภาพประกอบ 52 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 11007



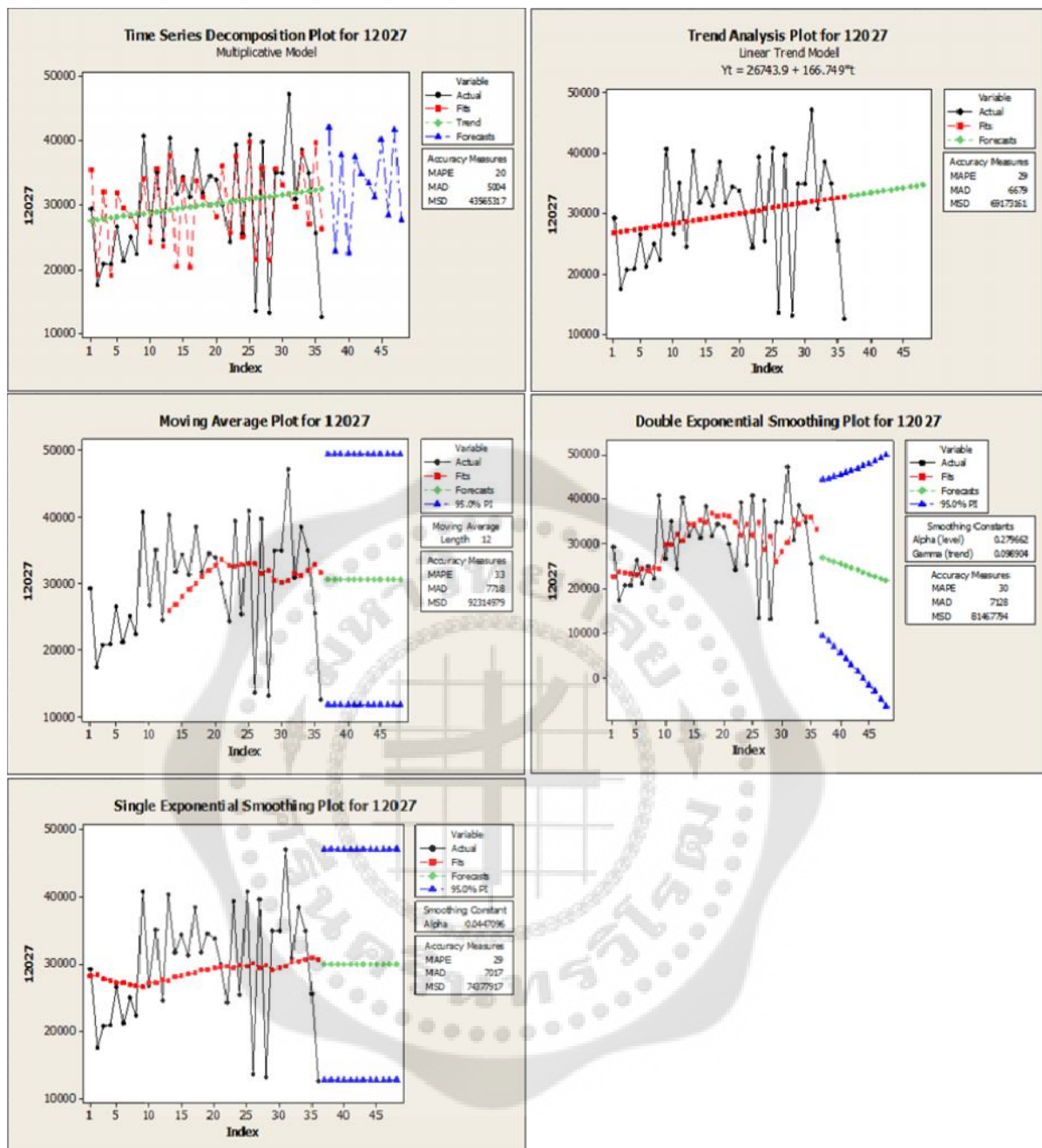
ภาพประกอบ 53 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 11012



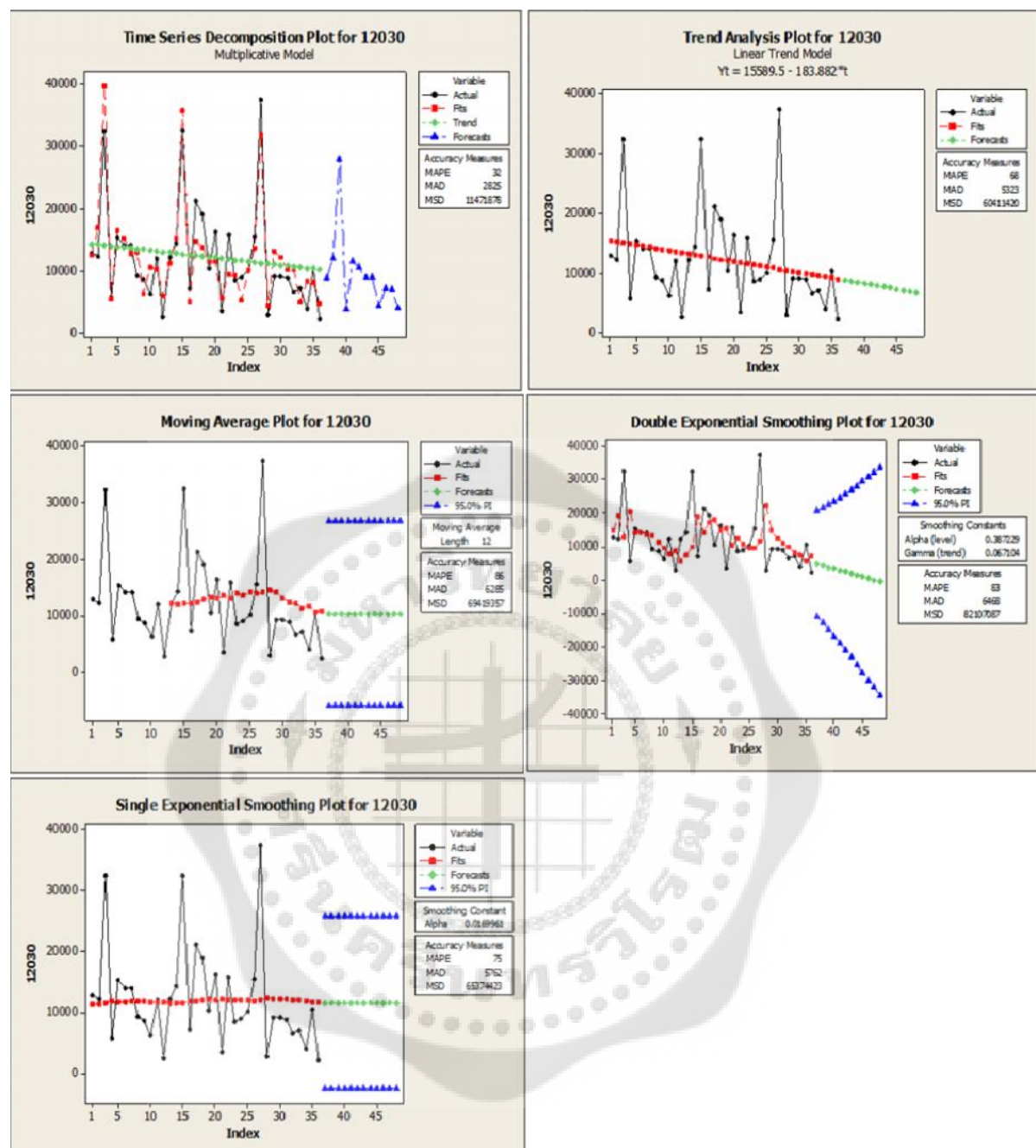
ภาพประกอบ 54 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 11026



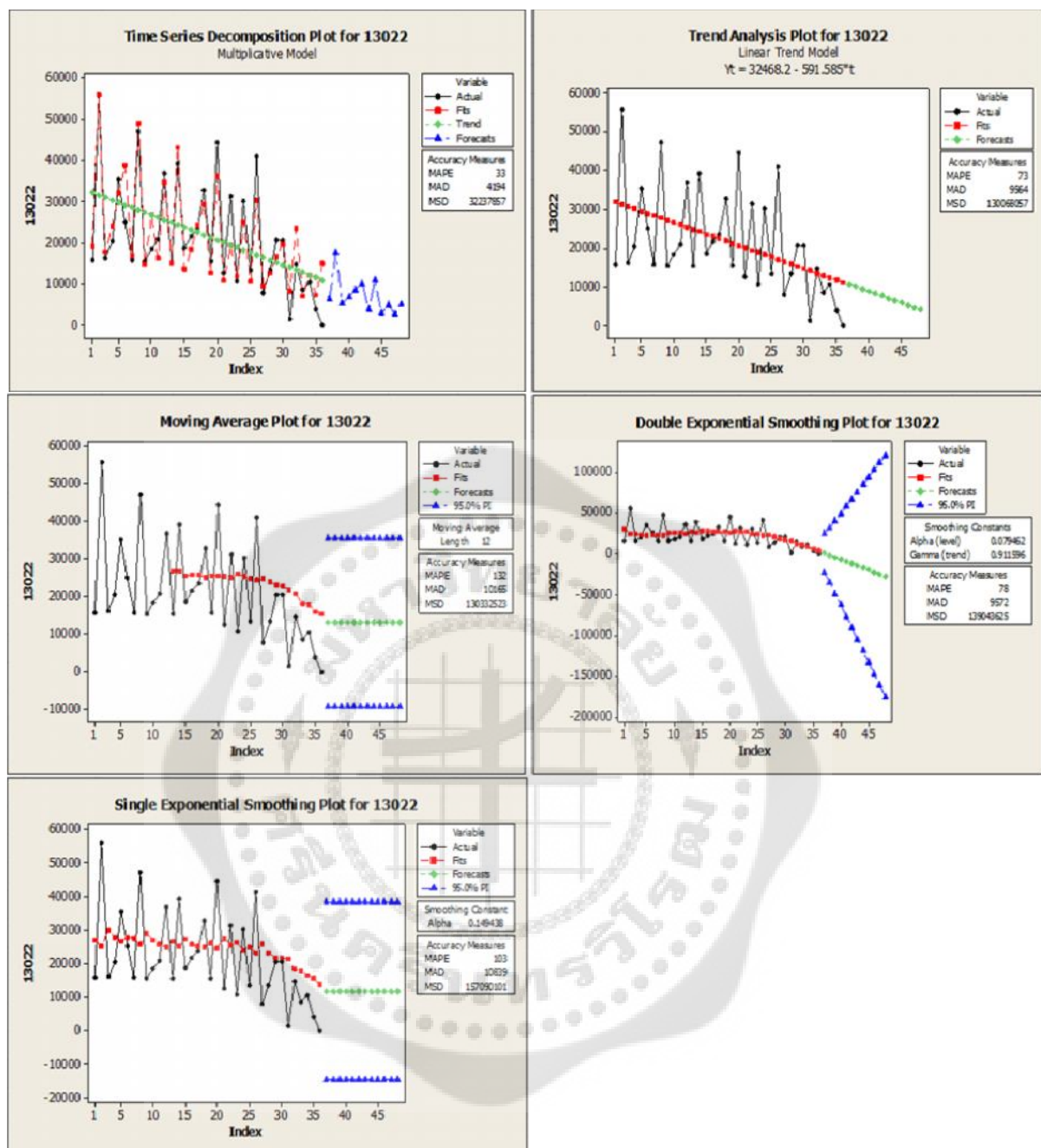
ภาพประกอบ 55 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 12024



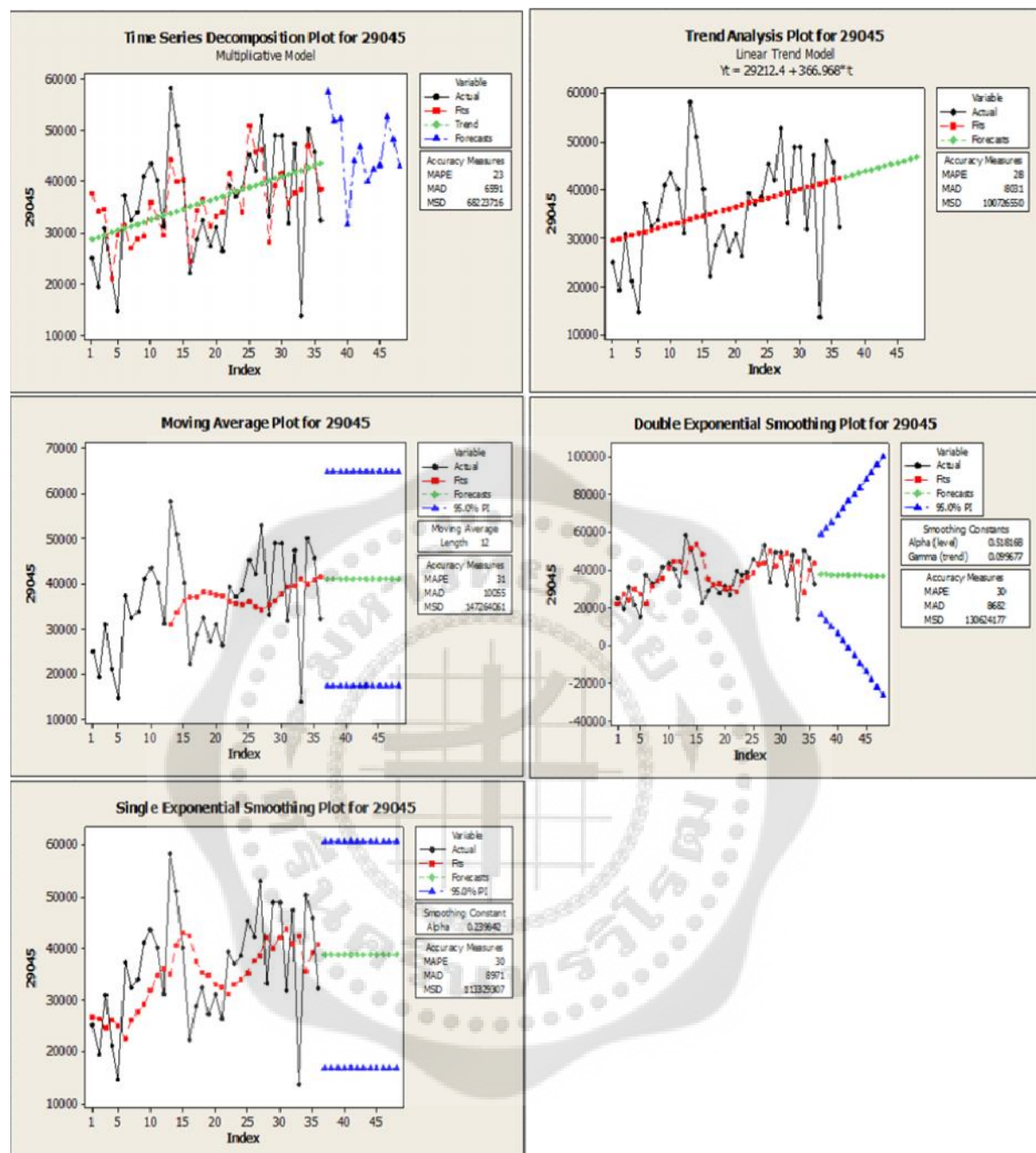
ภาพประกอบ 56 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 12027



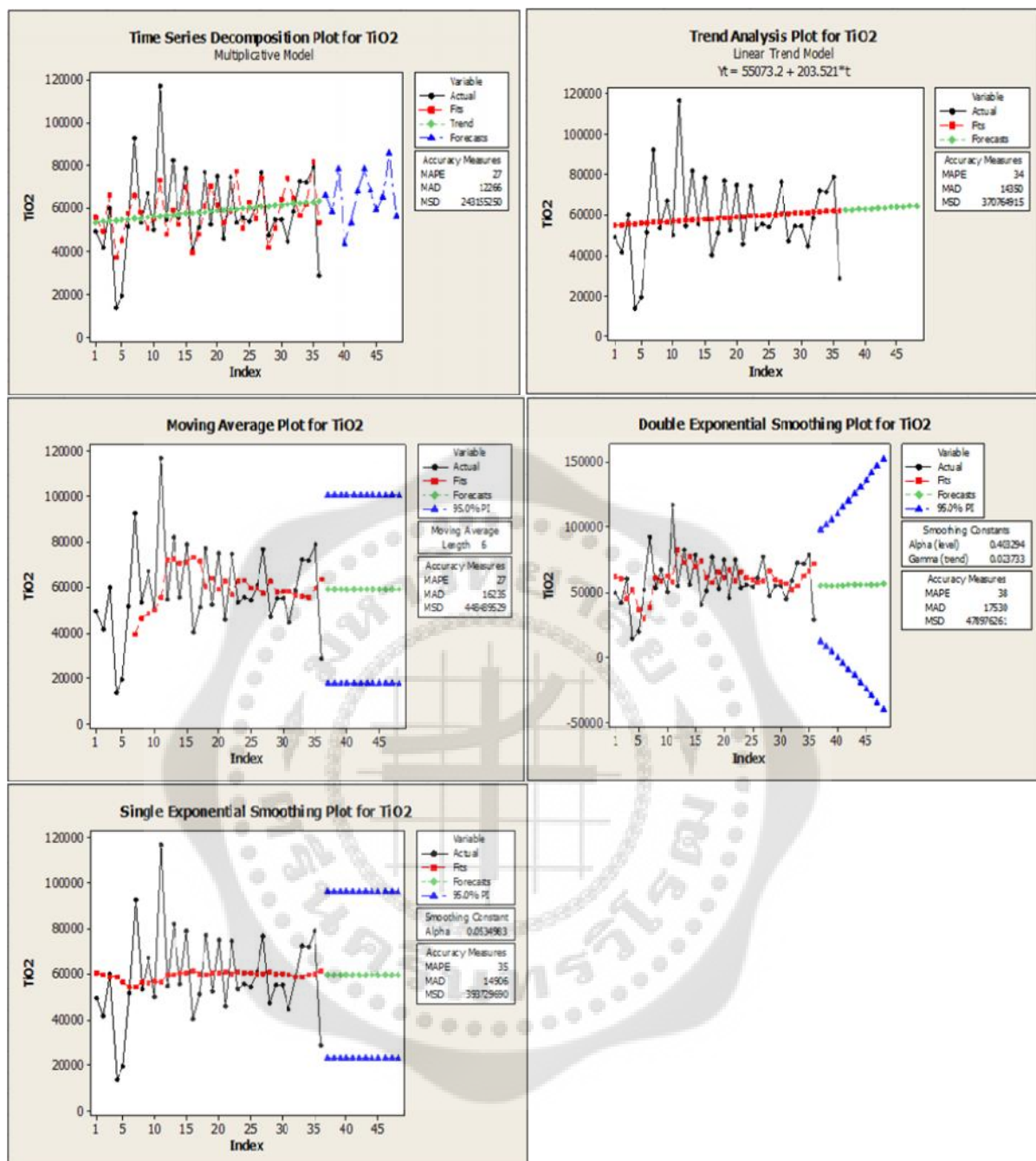
ภาพประกอบ 57 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 12030



ภาพประกอบ 58 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 13022



ภาพประกอบ 59 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบ รหัส 29045

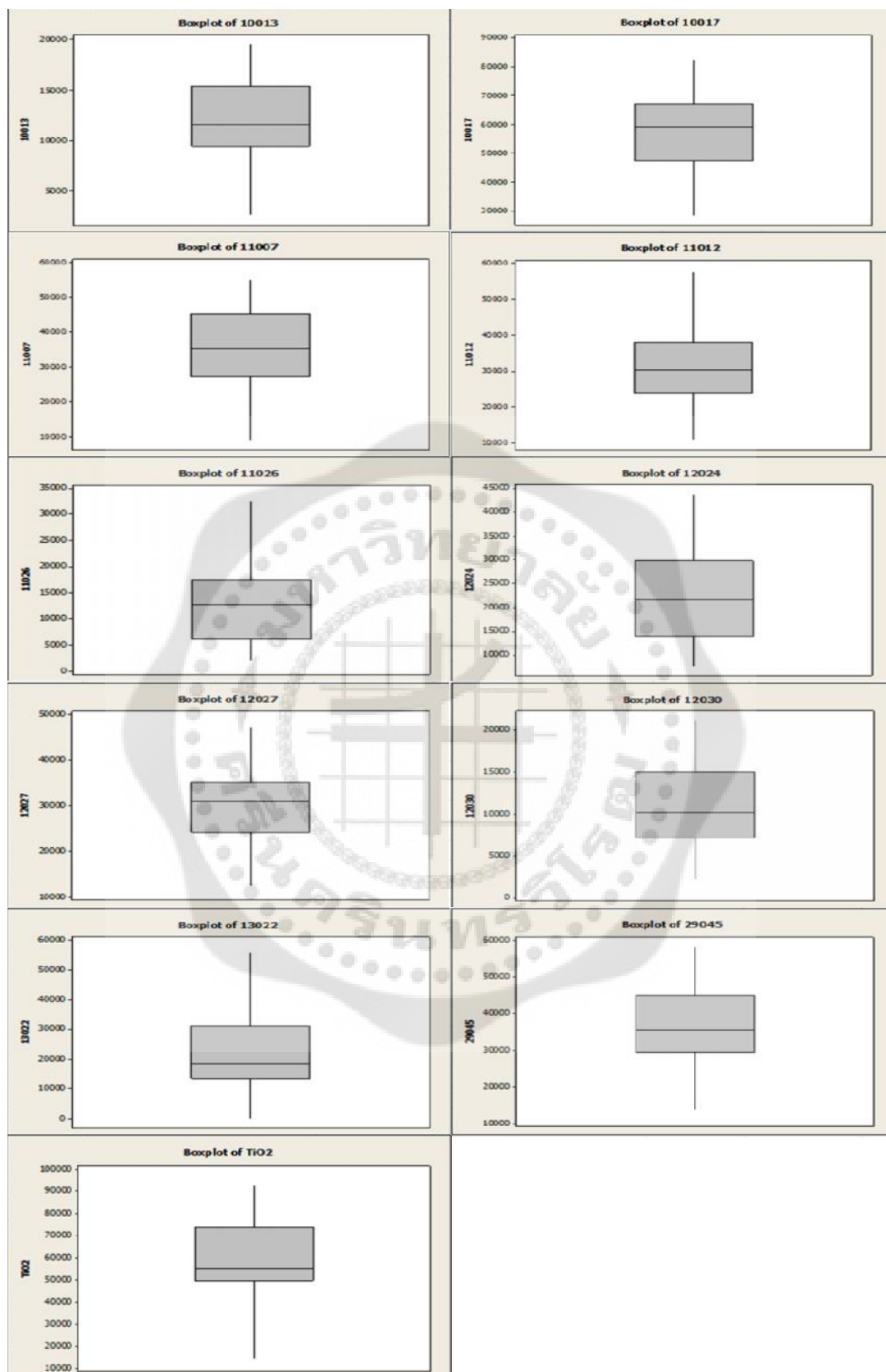


ภาพประกอบ 60 แสดงค่าการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ของวัตถุดิบกลุ่ม TiO2

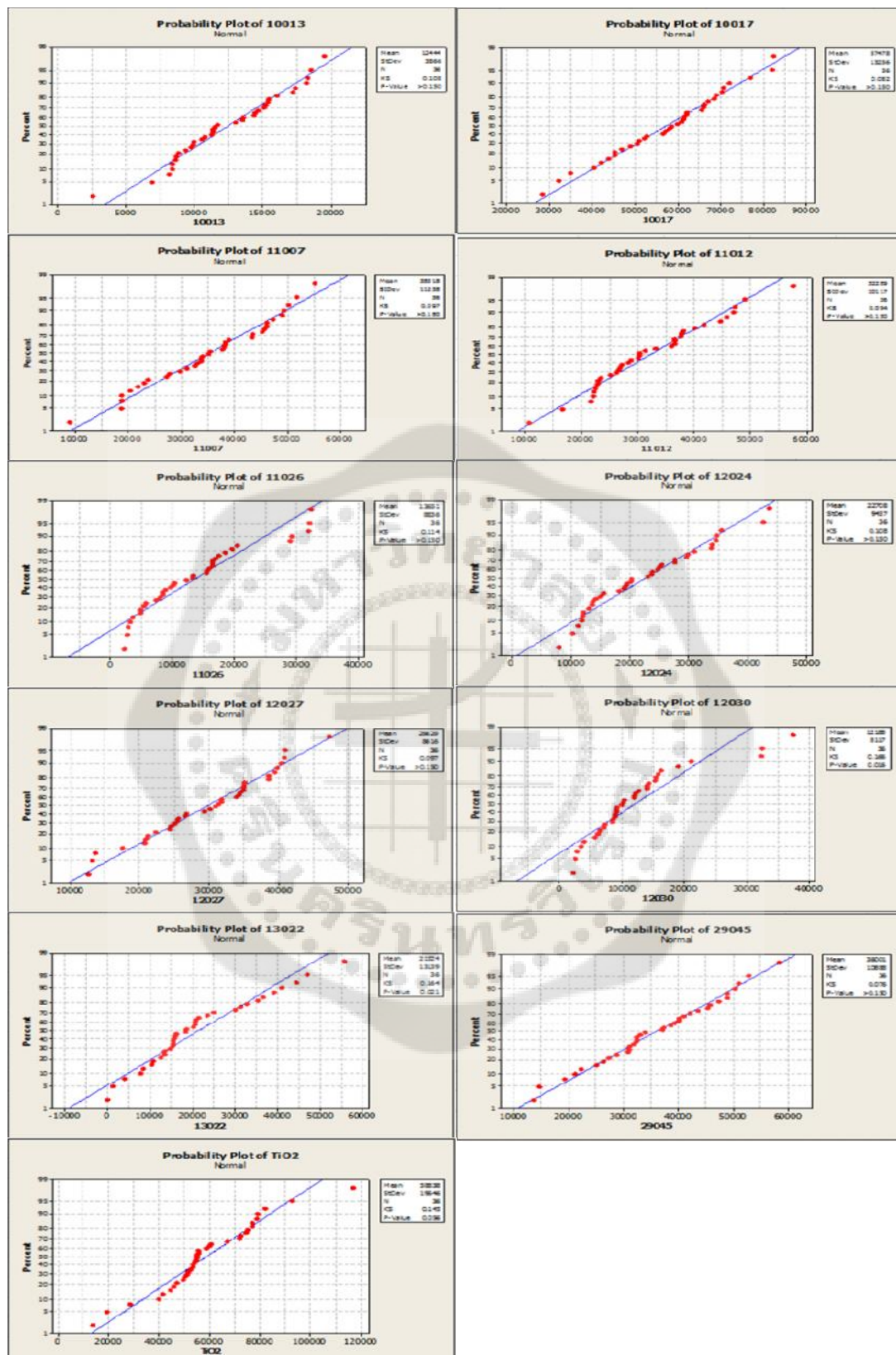
ภาคผนวก ค

กราฟแสดงการตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์วัตุคติบกลุ่มเอ

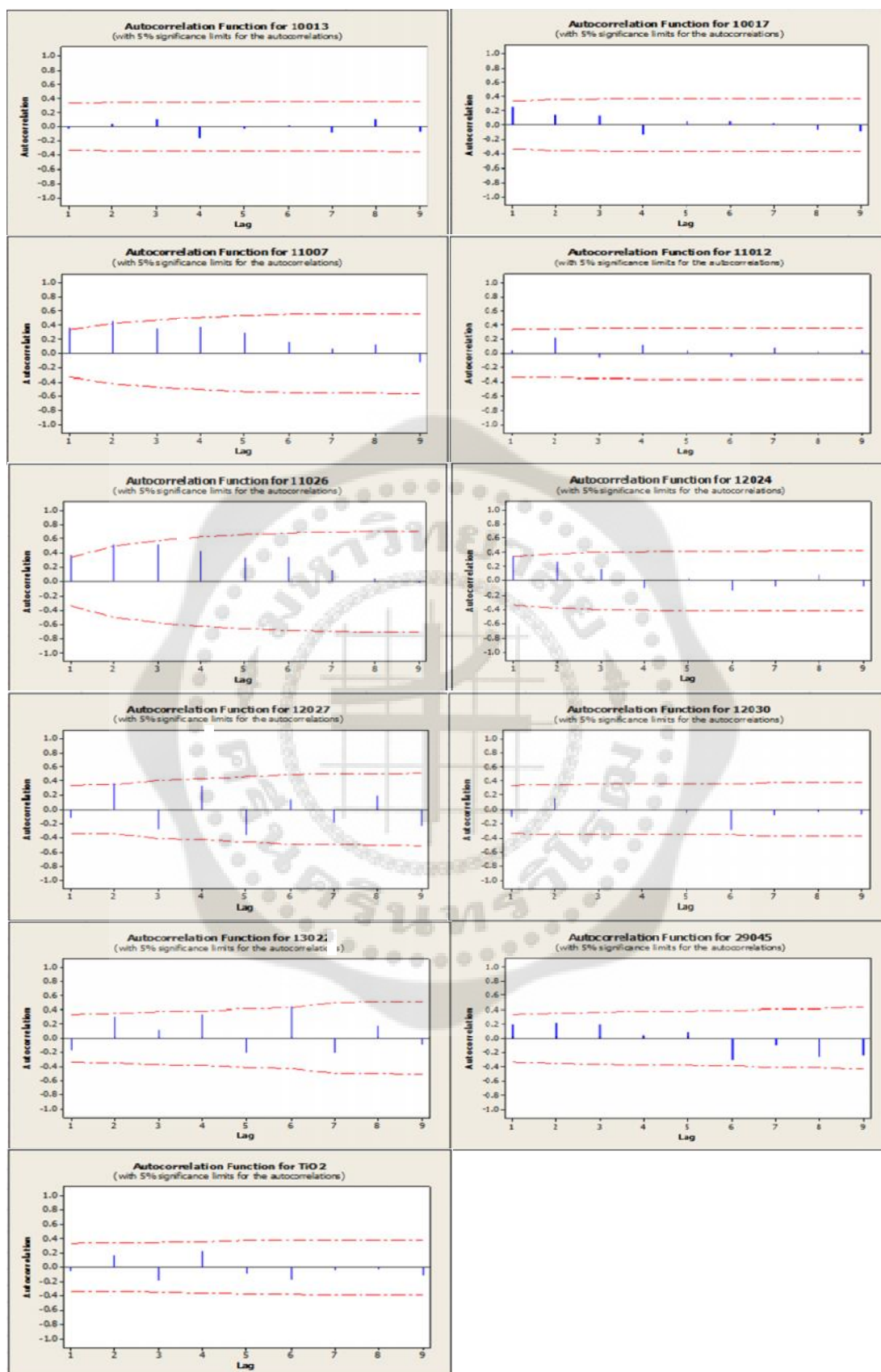




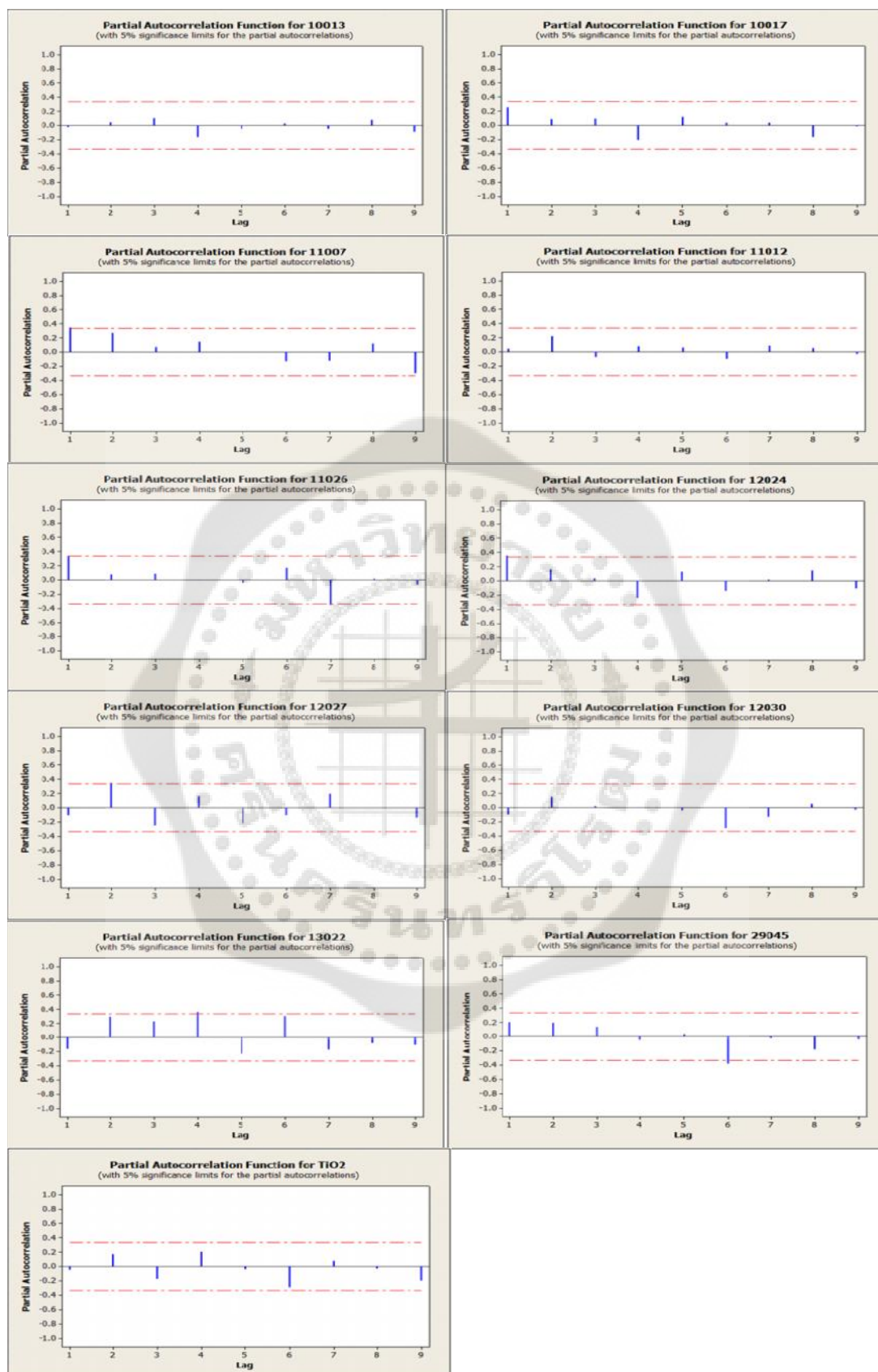
ภาพประกอบ 61 วิเคราะห์ค่าความผิดปกติ ของวัตถุบิกกลุ่ม เอ



ภาพประกอบ 62 แสดงผลการแจกแจงปกติของปริมาณการใช้วัตถุบดกลุ่มเอ



ภาพประกอบ 63 แสดงกราฟ ACF ของข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบกลุ่มเอ



ภาพประกอบ 64 แสดงกราฟ PACF ของข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุบิกกลุ่มเอ

ภาคผนวก ง
วิธีกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทธีน ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้น
แบบผสมจำนวนเต็ม โดยใช้โปรแกรม LINGO

ขั้นตอนการกำหนดการพลวัตของแวกเนอร์-วิทธีน ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสม
จำนวนเต็ม โดยใช้โปรแกรม LINGO

จากสมการ

$$\text{Min Cost} = \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T (s_{i,t} y_{i,t} + p_{i,t} x_{i,t} + h_{i,t} I_{i,t})$$

คำนวณหาวิธีการสั่งซื้อต่ำสุดของปัจจุบัน 12 เดือน สามารถเขียน สมการลงในโปรแกรม Lingo ได้
ดังนี้ (นำปริมาณการใช้จริงไปคำนวณในโปรแกรม)

MODEL :

MIN= 4500*Y1+ 95*X1 + 2.08*I1 + 4500*Y2 + 97*X2 + 2.10*I2 + 4500*Y3 + 102*X3 +
2.16*I3 + 4500*Y4 + 110*X4 + 2.25*I4 + 4500*Y5 + 112*X5 + 2.28*I5 + 4500*Y6 + 107*X6
+ 2.22*I6 + 4500*Y7 + 106*X7 + 2.21*I7 + 4500*Y8 + 102*X8 + 2.16*I8 + 4500*Y9 +
100*X9 + 2.14*I9 + 4500*Y10 + 96*X10 + 2.09*I10+ 4500*Y11 + 91*X11 + 2.03*I11 +
4500*Y12 + 86*X12 + 1.97*I12 + 4500*Y13 + 96*X13 + 2.11*I13 +4500*Y14 + 99*X14 +
2.15*I14 + 4500*Y15 + 104*X15 + 2.21*I15 +4500*Y16 + 112*X16 + 2.30*I16 + 4500*Y17 +
112*X17 + 2.30*I17 +4500*Y18 + 112*X18 + 2.30*I18+ 4500*Y19 + 108*X19 + 2.25*I19
+4500*Y20 + 104*X20 + 2.21*I20+ 4500*Y21 + 102*X21 + 2.18*I21 +4500*Y22 + 98*X22 +
2.14*I22+ 4500*Y23 + 93*X23 + 2.08*I23 +4500*Y24 + 88*X24 + 2.02*I24 + 4500*Y25 +
76*X25 + 1.68*I25 +4500*Y26 + 76*X26 + 1.68*I26 + 4500*Y27 + 81*X27 + 1.74*I27
+4500*Y28 + 84*X28 + 1.77*I28+ 4500*Y29 + 84*X29 + 1.77*I29 +4500*Y30 + 86*X30 +
1.80*I30 + 4500*Y31 + 84*X31 + 1.77*I31 +4500*Y32 + 82*X32 + 1.75*I32 + 4500*Y33 +
82*X33 + 1.75*I33 +4500*Y34 + 81*X34 + 1.74*I34+ 4500*Y35 + 81*X35 + 1.74*I35 +
4500*Y36 + 81*X36 + 1.74*I36 + 4500*Y37 + 67*X37 + 1.51*I37 +4500*Y38 + 69*X38 +
1.54*I38 + 4500*Y39 + 74*X39 + 1.60*I39 +4500*Y40 + 76*X40 + 1.62*I40 + 4500*Y41 +
76*X41 + 1.62*I41 +4500*Y42 + 78*X42 + 1.64*I42 + 4500*Y43 + 77*X43 + 1.63*I43 +
4500*Y44 + 75.5*X44 + 1.61*I44 + 4500*Y45 + 75.5*X45 + 1.61*I45 +4500*Y46 + 4.5*X46
+ 1.6*I46 + 4500*Y47 + 74.5*X47 + 1.6*I47 +4500*Y48 + 74.5*X48 + 1.6*I48 + 4500*Y49 +
66*X49 + 1.49*I49 +4500*Y50 + 66*X50 + 1.49*I50+ 4500*Y51 + 71*X51 + 1.55*I51+
4500*Y52 + 74*X52 + 1.59*I52 + 4500*Y53 + 77*X53 + 1.62*I53 +4500*Y54 + 77*X54 +
1.62*I54 + 4500*Y55 + 76*X55 + 1.61*I55 +4500*Y56 + 74*X56 + 1.59*I56 + 4500*Y57 +
74*X57 + 1.59*I57 +4500*Y58 + 74*X58 + 1.59*I58 + 4500*Y59 + 74*X59 + 1.59*I59
+4500*Y60 + 74*X60 + 1.59*I60 + 4500*Y61 + 70*X61 + 1.58*I61 +4500*Y62 + 70*X62 +

$1.58*I_{62} + 4500*Y_{63} + 75*X_{63} + 1.64*I_{63} + 4500*Y_{64} + 78*X_{64} + 1.67*I_{64} + 4500*Y_{65} + 78*X_{65} + 1.67*I_{65} + 4500*Y_{66} + 81*X_{66} + 1.71*I_{66} + 4500*Y_{67} + 80*X_{67} + 1.7*I_{67} + 4500*Y_{68} + 78*X_{68} + 1.67*I_{68} + 4500*Y_{69} + 78*X_{69} + 1.67*I_{69} + 4500*Y_{70} + 78*X_{70} + 1.67*I_{70} + 4500*Y_{71} + 78*X_{71} + 1.67*I_{71} + 4500*Y_{72} + 78*X_{72} + 1.67*I_{72} + 4500*Y_{73} + 77*X_{73} + 1.72*I_{73} + 4500*Y_{74} + 77*X_{74} + 1.72*I_{74} + 4500*Y_{75} + 82*X_{75} + 1.78*I_{75} + 4500*Y_{76} + 85*X_{76} + 1.81*I_{76} + 4500*Y_{77} + 88*X_{77} + 1.85*I_{77} + 4500*Y_{78} + 88*X_{78} + 1.85*I_{78} + 4500*Y_{79} + 87*X_{79} + 1.84*I_{79} + 4500*Y_{80} + 85*X_{80} + 1.81*I_{80} + 4500*Y_{81} + 85*X_{81} + 1.81*I_{81} + 4500*Y_{82} + 85*X_{82} + 1.81*I_{82} + 4500*Y_{83} + 84*X_{83} + 1.8*I_{83} + 4500*Y_{84} + 84*X_{84} + 1.8*I_{84} + 4500*Y_{85} + 74*X_{85} + 1.65*I_{85} + 4500*Y_{86} + 74*X_{86} + 1.65*I_{86} + 4500*Y_{87} + 82*X_{87} + 1.74*I_{87} + 4500*Y_{88} + 82*X_{88} + 1.74*I_{88} + 4500*Y_{89} + 82*X_{89} + 1.74*I_{89} + 4500*Y_{90} + 82*X_{90} + 1.74*I_{90} + 4500*Y_{91} + 82*X_{91} + 1.74*I_{91} + 4500*Y_{92} + 82*X_{92} + 1.74*I_{92} + 4500*Y_{93} + 82*X_{93} + 1.74*I_{93} + 4500*Y_{94} + 81*X_{94} + 1.73*I_{94} + 4500*Y_{95} + 81*X_{95} + 1.73*I_{95} + 4500*Y_{96} + 81*X_{96} + 1.73*I_{96} + 4500*Y_{97} + 76*X_{97} + 1.68*I_{97} + 4500*Y_{98} + 76*X_{98} + 1.68*I_{98} + 4500*Y_{99} + 81*X_{99} + 1.74*I_{99} + 4500*Y_{100} + 84*X_{100} + 1.77*I_{100} + 4500*Y_{101} + 84*X_{101} + 1.77*I_{101} + 4500*Y_{102} + 84*X_{102} + 1.77*I_{102} + 4500*Y_{103} + 84*X_{103} + 1.77*I_{103} + 4500*Y_{104} + 84*X_{104} + 1.77*I_{104} + 4500*Y_{105} + 84*X_{105} + 1.77*I_{105} + 4500*Y_{106} + 84*X_{106} + 1.77*I_{106} + 4500*Y_{107} + 84*X_{107} + 1.77*I_{107} + 4500*Y_{108} + 83*X_{108} + 1.76*I_{108} + 4500*Y_{109} + 15*X_{109} + 0.33*I_{109} + 4500*Y_{110} + 15*X_{110} + 0.33*I_{110} + 4500*Y_{111} + 15*X_{111} + 0.33*I_{111} + 4500*Y_{112} + 15*X_{112} + 0.33*I_{112} + 4500*Y_{113} + 15*X_{113} + 0.33*I_{113} + 4500*Y_{114} + 15*X_{114} + 0.33*I_{114} + 4500*Y_{115} + 15*X_{115} + 0.33*I_{115} + 4500*Y_{116} + 16.8*X_{116} + 0.35*I_{116} + 4500*Y_{117} + 16.8*X_{117} + 0.35*I_{117} + 4500*Y_{118} + 16.8*X_{118} + 0.35*I_{118} + 4500*Y_{119} + 16.8*X_{119} + 0.35*I_{119} + 4500*Y_{120} + 16.8*X_{120} + 0.35*I_{120} + 4500*Y_{121} + 88.96*X_{121} + 1.89*I_{121} + 4500*Y_{122} + 88.96*X_{122} + 1.89*I_{122} + 4500*Y_{123} + 88.96*X_{123} + 1.89*I_{123} + 4500*Y_{124} + 95.57*X_{124} + 1.97*I_{124} + 4500*Y_{125} + 95.57*X_{125} + 1.97*I_{125} + 4500*Y_{126} + 102.9*X_{126} + 2.05*I_{126} + 4500*Y_{127} + 102.9*X_{127} + 2.05*I_{127} + 4500*Y_{128} + 102.9*X_{128} + 2.05*I_{128} + 4500*Y_{129} + 115.76*X_{129} + 2.2*I_{129} + 4500*Y_{130} + 121*X_{130} + 2.27*I_{130} + 4500*Y_{131} + 121*X_{131} + 2.27*I_{131} + 4500*Y_{132} + 112*X_{132} + 2.16*I_{132} ;$

$X_{1-11} \geq 18281.00 ; I_{1+X_{2-12}} \geq 8417.00 ; I_{2+X_{3-13}} \geq 10764.30 ; I_{3+X_{4-14}} \geq 19513.50 ; I_{4+X_{5-15}} \geq 11371.00 ; I_{5+X_{6-16}} \geq 11371.00 ; I_{6+X_{7-17}} \geq 17394.80 ; I_{7+X_{8-18}} \geq 13541.60 ; I_{8+X_{9-19}} \geq 17194.90 ; I_{9+X_{10-110}} \geq 9380.20 ; I_{10+X_{11-111}} \geq 15415.10 ; I_{11+X_{12-112}} \geq 8183.50 ; X_{13-113} \geq 66162.64 ; I_{13+X_{14-114}} \geq 57066.14 ; I_{14+X_{15-115}} \geq 70734.98 ; I_{15+X_{16-116}} \geq 46965.01 ; I_{16+X_{17-117}} \geq 45224.74 ; I_{17+X_{18-118}} \geq 45224.74 ;$

I18+X19-I19 >= 61467.14; I19+X20-I20 >= 70401.14; I20+X21-I21 >= 59778.63; I21+X22-I22
 >= 61925.8; I22+X23-I23 >= 58491.61; I23+X24-I24 >= 28475.50; X25-I25 >= 46146.50
 ; I25+X26-I26 >= 45150.60 ; I26+X27-I27 >= 31106.30 ; I27+X28-I28 >= 18812.50
 ; I28+X29-I29 >= 18746.70 ; I29+X30-I30 >= 18746.70 ; I30+X31-I31 >= 27284.90
 ; I31+X32-I32 >= 20440.80 ; I32+X33-I33 >= 32561.20 ; I33+X34-I34 >= 21840.60
 ; I34+X35-I35 >= 27765.50 ; I35+X36-I36 >= 8941.30 ; X37-I37 >= 36063.20
 ; I37+X38-I38 >= 28348.00 ; I38+X39-I39 >= 40069.40 ; I39+X40-I40 >= 31407.70
 ; I40+X41-I41 >= 30324.50 ; I41+X42-I42 >= 30324.50 ; I42+X43-I43 >= 36499.60
 ; I43+X44-I44 >= 46981.50 ; I44+X45-I45 >= 37797.80 ; I45+X46-I46 >= 44590.70
 ; I46+X47-I47 >= 47200.30 ; I47+X48-I48 >= 21773.50 ; X49-I49 >= 13291.30
 ; I49+X50-I50 >= 12321.80 ; I50+X51-I51 >= 18517.30 ; I51+X52-I52 >= 29031.30
 ; I52+X53-I53 >= 16493.20 ; I53+X54-I54 >= 16493.20 ; I54+X55-I55 >= 29349.30
 ; I55+X56-I56 >= 32135.90 ; I56+X57-I57 >= 32495.90 ; I57+X58-I58 >= 32046.40
 ; I58+X59-I59 >= 17093.60 ; I59+X60-I60 >= 15496.60 ; X61-I61 >= 35475.00
 ; I61+X62-I62 >= 23112.90 ; I62+X63-I63 >= 33752.40 ; I63+X64-I64 >= 42565.20
 ; I64+X65-I65 >= 27662.60 ; I65+X66-I66 >= 27662.60 ; I66+X67-I67 >= 20207.90
 ; I67+X68-I68 >= 7900.00 ; I68+X69-I69 >= 29612.50 ; I69+X70-I70 >= 25009.60
 ; I70+X71-I71 >= 33929.30 ; I71+X72-I72 >= 24810.60 ; X73-I73 >= 40921.10
 ; I73+X74-I74 >= 13566.50 ; I74+X75-I75 >= 39753.30 ; I75+X76-I76 >= 13182.90
 ; I76+X77-I77 >= 34937.60 ; I77+X78-I78 >= 34937.60 ; I78+X79-I79 >= 47235.90
 ; I79+X80-I80 >= 30863.50 ; I80+X81-I81 >= 38583.60 ; I81+X82-I82 >= 35013.80
 ; I82+X83-I83 >= 25575.10 ; I83+X84-I84 >= 12600.10 ; X85-I85 >= 10061.90
 ; I85+X86-I86 >= 15491.00 ; I86+X87-I87 >= 37392.80 ; I87+X88-I88 >= 2867.30
 ; I88+X89-I89 >= 9139.40 ; I89+X90-I90 >= 9139.40 ; I90+X91-I91 >= 8860.80
 ; I91+X92-I92 >= 6539.60 ; I92+X93-I93 >= 7141.90 ; I93+X94-I94 >= 3944.30
 ; I94+X95-I95 >= 10462.50 ; I95+X96-I96 >= 2296.80 ; X97-I97 >= 13449.80
 ; I97+X98-I98 >= 41097.30 ; I98+X99-I99 >= 7889.10 ; I99+X100-I100 >= 13464.00
 ; I100+X101-I101 >= 20579.40 ; I101+X102-I102 >= 20579.40 ; I102+X103-I103 >= 1367.60
 ; I103+X104-I104 >= 14708.60 ; I104+X105-I105 >= 8496.30 ; I105+X106-I106 >= 10475.00
 ; I106+X107-I107 >= 3975.00 ; I107+X108-I108 >= 0 ; X109-I109 >= 45336.90
 ; I109+X110-I110 >= 42138.00 ; I110+X111-I111 >= 52880.90 ; I111+X112-I112 >= 33177.70
 ; I112+X113-I113 >= 48937.00 ; I113+X114-I114 >= 48937.00 ; I114+X115-I115 >= 31903.90
 ; I115+X116-I116 >= 47391.00 ; I116+X117-I117 >= 13750.10 ; I117+X118-I118 >= 50226.40
 ; I118+X119-I119 >= 45764.70 ; I119+X120-I120 >= 32339.50 ; X121-I121 >=

$54093.00 ; I_{121} + X_{122} - I_{122} \geq 60689.00 ; I_{122} + X_{123} - I_{123} \geq 76837.00 ; I_{123} + X_{124} - I_{124} \geq 47261.00 ; I_{124} + X_{125} - I_{125} \geq 54977.00 ; I_{125} + X_{126} - I_{126} \geq 54977.00 ; I_{126} + X_{127} - I_{127} \geq 44757.00 ; I_{127} + X_{128} - I_{128} \geq 58714.00 ; I_{128} + X_{129} - I_{129} \geq 72406.00 ; I_{129} + X_{130} - I_{130} \geq 71898.00 ; I_{130} + X_{131} - I_{131} \geq 78977.00 ; I_{131} + X_{132} - I_{132} \geq 28723.00 ;$
 $95 * X_1 + 96 * X_{13} + 76 * X_{25} + 67 * X_{37} + 66 * X_{49} + 70 * X_{61} + 77 * X_{73} + 74 * X_{85} + 76 * X_{97} + 15 * X_{109} + 88.96 * X_{121} \leq 60000000 ;$
 $97 * X_2 + 99 * X_{14} + 76 * X_{26} + 69 * X_{38} + 66 * X_{50} + 70 * X_{62} + 77 * X_{74} + 74 * X_{86} + 76 * X_{98} + 15 * X_{110} + 88.96 * X_{122} \leq 60000000 ;$
 $102 * X_3 + 104 * X_{15} + 81 * X_{27} + 74 * X_{39} + 71 * X_{51} + 75 * X_{63} + 82 * X_{75} + 82 * X_{87} + 81 * X_{99} + 15 * X_{111} + 88.96 * X_{123} \leq 60000000 ;$
 $110 * X_4 + 112 * X_{16} + 84 * X_{28} + 76 * X_{40} + 74 * X_{52} + 78 * X_{64} + 85 * X_{76} + 82 * X_{88} + 84 * X_{100} + 15 * X_{112} + 95.57 * X_{124} \leq 60000000 ;$
 $112 * X_5 + 112 * X_{17} + 84 * X_{29} + 76 * X_{41} + 77 * X_{53} + 78 * X_{65} + 88 * X_{77} + 82 * X_{89} + 84 * X_{101} + 15 * X_{113} + 95.57 * X_{125} \leq 60000000 ;$
 $107 * X_6 + 112 * X_{18} + 86 * X_{30} + 78 * X_{42} + 77 * X_{54} + 81 * X_{66} + 88 * X_{78} + 82 * X_{90} + 84 * X_{102} + 15 * X_{114} + 102.9 * X_{126} \leq 60000000 ;$
 $106 * X_7 + 108 * X_{19} + 84 * X_{31} + 77 * X_{43} + 76 * X_{55} + 80 * X_{67} + 87 * X_{79} + 82 * X_{91} + 84 * X_{103} + 15 * X_{115} + 102.9 * X_{127} \leq 60000000 ;$
 $102 * X_8 + 104 * X_{20} + 82 * X_{32} + 75.5 * X_{44} + 74 * X_{56} + 78 * X_{68} + 85 * X_{80} + 82 * X_{92} + 84 * X_{104} + 16.8 * X_{116} + 102.9 * X_{128} \leq 60000000 ;$
 $100 * X_9 + 102 * X_{21} + 82 * X_{33} + 75.5 * X_{45} + 74 * X_{57} + 78 * X_{69} + 85 * X_{81} + 82 * X_{93} + 84 * X_{105} + 16.8 * X_{117} + 115.76 * X_{129} \leq 60000000 ;$
 $96 * X_{10} + 98 * X_{22} + 81 * X_{34} + 74.5 * X_{46} + 74 * X_{58} + 78 * X_{70} + 85 * X_{82} + 81 * X_{94} + 84 * X_{106} + 16.8 * X_{118} + 121 * X_{130} \leq 60000000 ;$
 $91 * X_{11} + 93 * X_{23} + 81 * X_{35} + 74.5 * X_{47} + 74 * X_{59} + 78 * X_{71} + 84 * X_{83} + 81 * X_{95} + 84 * X_{107} + 16.8 * X_{119} + 121 * X_{131} \leq 60000000 ;$
 $86 * X_{12} + 88 * X_{24} + 81 * X_{36} + 74.5 * X_{48} + 74 * X_{60} + 78 * X_{72} + 84 * X_{84} + 81 * X_{96} + 83 * X_{108} + 16.8 * X_{120} + 112 * X_{132} \leq 60000000 ;$
 END

คำนวณหาวิธีการสั่งซื้อต่ำสุดของปีตัวอย่าง 12 เดือน สามารถเขียนสมการลงในโปรแกรม Lingo ได้ ดังนี้ (นำการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไปคำนวณในโปรแกรม)

MODEL :

MIN= $4500 * Y_1 + 95 * X_1 + 2.08 * I_1 + 4500 * Y_2 + 97 * X_2 + 2.10 * I_2 + 4500 * Y_3 + 102 * X_3 + 2.16 * I_3 + 4500 * Y_4 + 110 * X_4 + 2.25 * I_4 + 4500 * Y_5 + 112 * X_5 + 2.28 * I_5 + 4500 * Y_6 + 107 * X_6 + 2.22 * I_6 + 4500 * Y_7 + 106 * X_7 + 2.21 * I_7 + 4500 * Y_8 + 102 * X_8 + 2.16 * I_8 + 4500 * Y_9 + 100 * X_9 + 2.14 * I_9 + 4500 * Y_{10} + 96 * X_{10} + 2.09 * I_{10} + 4500 * Y_{11} + 91 * X_{11} + 2.03 * I_{11} + 4500 * Y_{12} + 86 * X_{12} + 1.97 * I_{12} + 4500 * Y_{13} + 96 * X_{13} + 2.11 * I_{13} + 4500 * Y_{14} + 99 * X_{14} + 2.15 * I_{14} + 4500 * Y_{15} + 104 * X_{15} + 2.21 * I_{15} + 4500 * Y_{16} + 112 * X_{16} + 2.30 * I_{16} + 4500 * Y_{17} + 112 * X_{17} + 2.30 * I_{17} + 4500 * Y_{18} + 112 * X_{18} + 2.30 * I_{18} + 4500 * Y_{19} + 108 * X_{19} + 2.25 * I_{19}$

+4500*Y20 + 104*X20 + 2.21*I20+ 4500*Y21 + 102*X21 + 2.18*I21 +4500*Y22 + 98*X22 +
 2.14*I22+ 4500*Y23 + 93*X23 + 2.08*I23 +4500*Y24 + 88*X24 + 2.02* I24 + 4500*Y25 +
 76*X25 + 1.68*I25 +4500*Y26 + 76*X26 + 1.68*I26 + 4500*Y27 + 81*X27 + 1.74*I27
 +4500*Y28 + 84*X28 + 1.77*I28+ 4500*Y29 + 84*X29 + 1.77*I29 +4500*Y30 + 86*X30 +
 1.80*I30 + 4500*Y31 + 84*X31 + 1.77*I31 +4500*Y32 + 82*X32 + 1.75*I32 + 4500*Y33 +
 82*X33 + 1.75*I33 +4500*Y34 + 81*X34 + 1.74*I34+ 4500*Y35 + 81*X35 + 1.74*I35 +
 4500*Y36 + 81*X36 + 1.74*I36 + 4500*Y37 + 67*X37 + 1.51*I37 +4500*Y38 + 69*X38 +
 1.54*I38 + 4500*Y39 + 74*X39 + 1.60*I39 +4500*Y40 + 76*X40 + 1.62*I40 + 4500*Y41 +
 76*X41 + 1.62*I41 +4500*Y42 + 78*X42 + 1.64*I42 + 4500*Y43 + 77*X43 + 1.63*I43 +
 4500*Y44 + 75.5*X44 + 1.61*I44 + 4500*Y45 + 75.5*X45 + 1.61*I45 +4500*Y46 + 4.5*X46
 + 1.6*I46 + 4500*Y47 + 74.5*X47 + 1.6*I47 +4500*Y48 + 74.5*X48 + 1.6*I48 + 4500*Y49 +
 66*X49 + 1.49*I49 +4500*Y50 + 66*X50 + 1.49*I50+ 4500*Y51 + 71*X51 + 1.55*I51+
 4500*Y52 + 74*X52 + 1.59*I52 + 4500*Y53 + 77*X53 + 1.62*I53 +4500*Y54 + 77*X54 +
 1.62*I54 + 4500*Y55 + 76*X55 + 1.61*I55 +4500*Y56 + 74*X56 + 1.59*I56 + 4500*Y57 +
 74*X57 + 1.59*I57 +4500*Y58 + 74*X58 + 1.59*I58 + 4500*Y59 + 74*X59 + 1.59*I59
 +4500*Y60 + 74*X60 + 1.59*I60 + 4500*Y61 + 70*X61 + 1.58*I61 +4500*Y62 + 70*X62 +
 1.58*I62 + 4500*Y63 + 75*X63 + 1.64*I63 +4500*Y64 + 78*X64 + 1.67*I64 + 4500*Y65 +
 78*X65 + 1.67*I65 +4500*Y66 + 81*X66 + 1.71*I66 + 4500*Y67 + 80*X67 + 1.7*I67 +
 4500*Y68 + 78*X68 + 1.67*I68 + 4500*Y69 + 78*X69 + 1.67*I69 +4500*Y70 + 78*X70 +
 1.67*I70 + 4500*Y71 + 78*X71 + 1.67*I71 +4500*Y72 + 78*X72 + 1.67*I72 + 4500*Y73 +
 77*X73 + 1.72*I73 +4500*Y74 + 77*X74 + 1.72*I74 + 4500*Y75 + 82*X75 + 1.78*I75
 +4500*Y76 + 85*X76 + 1.81*I76 + 4500*Y77 + 88*X77 + 1.85*I77 +4500*Y78 + 88*X78 +
 1.85*I78 + 4500*Y79 + 87*X79 + 1.84*I79 +4500*Y80 + 85*X80 + 1.81*I80 + 4500*Y81 +
 85*X81 + 1.81*I81 +4500*Y82 + 85*X82 + 1.81*I82 + 4500*Y83 + 84*X83 + 1.8*I83
 +4500*Y84 + 84*X84 + 1.8*I84 + 4500*Y85 + 74*X85 + 1.65*I85 +4500*Y86 + 74*X86 +
 1.65*I86 + 4500*Y87 + 82*X87 + 1.74*I87 +4500*Y88 + 82*X88 + 1.74*I88 + 4500*Y89 +
 82*X89 + 1.74*I89 +4500*Y90 + 82*X90 + 1.74*I90 + 4500*Y91 + 82*X91 + 1.74*I91
 +4500*Y92 + 82*X92 + 1.74*I92 + 4500*Y93 + 82*X93 + 1.74*I93 +4500*Y94 + 81*X94 +
 1.73*I94 + 4500*Y95 + 81*X95 + 1.73*I95 +4500*Y96 + 81*X96 + 1.73*I96 + 4500*Y97 +
 76*X97 + 1.68*I97 +4500*Y98 + 76*X98 + 1.68*I98 + 4500*Y99 + 81*X99 + 1.74*I99
 +4500*Y100 + 84*X100 + 1.77*I100 + 4500*Y101 + 84*X101 + 1.77*I101 +4500*Y102 +
 84*X102 + 1.77*I102 + 4500*Y103 + 84*X103 + 1.77*I103 +4500*Y104 + 84*X104 +
 1.77*I104 + 4500*Y105 + 84*X105 + 1.77*I105 +4500*Y106 + 84*X106 + 1.77*I106 +
 4500*Y107 + 84*X107 + 1.77*I107 +4500*Y108 + 83*X108 + 1.76*I108 + 4500*Y109 +

$15 \cdot X_{109} + 0.33 \cdot I_{109} + 4500 \cdot Y_{110} + 15 \cdot X_{110} + 0.33 \cdot I_{110} + 4500 \cdot Y_{111} + 15 \cdot X_{111} +$
 $0.33 \cdot I_{111} + 4500 \cdot Y_{112} + 15 \cdot X_{112} + 0.33 \cdot I_{112} + 4500 \cdot Y_{113} + 15 \cdot X_{113} + 0.33 \cdot I_{113}$
 $+ 4500 \cdot Y_{114} + 15 \cdot X_{114} + 0.33 \cdot I_{114} + 4500 \cdot Y_{115} + 15 \cdot X_{115} + 0.33 \cdot I_{115} + 4500 \cdot Y_{116} +$
 $16.8 \cdot X_{116} + 0.35 \cdot I_{116} + 4500 \cdot Y_{117} + 16.8 \cdot X_{117} + 0.35 \cdot I_{117} + 4500 \cdot Y_{118} + 16.8 \cdot X_{118} +$
 $0.35 \cdot I_{118} + 4500 \cdot Y_{119} + 16.8 \cdot X_{119} + 0.35 \cdot I_{119} + 4500 \cdot Y_{120} + 16.8 \cdot X_{120} + 0.35 \cdot I_{120} +$
 $4500 \cdot Y_{121} + 88.96 \cdot X_{121} + 1.89 \cdot I_{121} + 4500 \cdot Y_{122} + 88.96 \cdot X_{122} + 1.89 \cdot I_{122} + 4500 \cdot Y_{123}$
 $+ 88.96 \cdot X_{123} + 1.89 \cdot I_{123} + 4500 \cdot Y_{124} + 95.57 \cdot X_{124} + 1.97 \cdot I_{124} + 4500 \cdot Y_{125} +$
 $95.57 \cdot X_{125} + 1.97 \cdot I_{125} + 4500 \cdot Y_{126} + 102.9 \cdot X_{126} + 2.05 \cdot I_{126} + 4500 \cdot Y_{127} + 102.9 \cdot X_{127}$
 $+ 2.05 \cdot I_{127} + 4500 \cdot Y_{128} + 102.9 \cdot X_{128} + 2.05 \cdot I_{128} + 4500 \cdot Y_{129} + 115.76 \cdot X_{129} + 2.2 \cdot I_{129}$
 $+ 4500 \cdot Y_{130} + 121 \cdot X_{130} + 2.27 \cdot I_{130} + 4500 \cdot Y_{131} + 121 \cdot X_{131} + 2.27 \cdot I_{131} + 4500 \cdot Y_{132} +$
 $112 \cdot X_{132} + 2.16 \cdot I_{132} ;$

$X_{11} - I_1 \geq 16368.3; I_1 + X_2 - I_2 \geq 10803.9; I_2 + X_3 - I_3 \geq 10648.1; I_3 + X_4 - I_4 \geq 19522.2; I_4 + X_5 - I_5$
 $\geq 16936.7; I_5 + X_6 - I_6 \geq 13017; I_6 + X_7 - I_7 \geq 13361.6; I_7 + X_8 - I_8 \geq 14051; I_8 + X_9 - I_9 \geq$
 $20195.8; I_9 + X_{10} - I_{10} \geq 18150.9; I_{10} + X_{11} - I_{11} \geq 16843.4; I_{11} + X_{12} - I_{12} \geq 10050.7; X_{13} - I_{13}$
 $\geq 72640.3; I_{13} + X_{14} - I_{14} \geq 58242; I_{14} + X_{15} - I_{15} \geq 68274.8; I_{15} + X_{16} - I_{16} \geq 44118.6;$
 $I_{16} + X_{17} - I_{17} \geq 47262.9; I_{17} + X_{18} - I_{18} \geq 63424.4; I_{18} + X_{19} - I_{19} \geq 54541.4; I_{19} + X_{20} - I_{20} \geq$
 $61115.2; I_{20} + X_{21} - I_{21} \geq 66138.5; I_{21} + X_{22} - I_{22} \geq 63196.1; I_{22} + X_{23} - I_{23} \geq 61080.5;$
 $I_{23} + X_{24} - I_{24} \geq 64317.8; X_{25} - I_{25} \geq 34824.6; I_{25} + X_{26} - I_{26} \geq 32596.1; I_{26} + X_{27} - I_{27} \geq$
 $28275.7; I_{27} + X_{28} - I_{28} \geq 17222.3; I_{28} + X_{29} - I_{29} \geq 19897.8; I_{29} + X_{30} - I_{30} \geq 25005.7;$
 $I_{30} + X_{31} - I_{31} \geq 24351.1; I_{31} + X_{32} - I_{32} \geq 25056.4; I_{32} + X_{33} - I_{33} \geq 29744.4; I_{33} + X_{34} - I_{34} \geq$
 $26451.2; I_{34} + X_{35} - I_{35} \geq 24227; I_{35} + X_{36} - I_{36} \geq 21062.9; X_{37} - I_{37} \geq 43405.7; I_{37} + X_{38} - I_{38}$
 $\geq 40530.4; I_{38} + X_{39} - I_{39} \geq 40500.4; I_{39} + X_{40} - I_{40} \geq 37237.3; I_{40} + X_{41} - I_{41} \geq 32064.4;$
 $I_{41} + X_{42} - I_{42} \geq 47213.8; I_{42} + X_{43} - I_{43} \geq 33905.8; I_{43} + X_{44} - I_{44} \geq 57559.7; I_{44} + X_{45} - I_{45} \geq$
 $37417.2; I_{45} + X_{46} - I_{46} \geq 53848.2; I_{46} + X_{47} - I_{47} \geq 44039.9; I_{47} + X_{48} - I_{48} \geq 41906.8; X_{49} - I_{49}$
 $\geq 29603.3; I_{49} + X_{50} - I_{50} \geq 33327.6; I_{50} + X_{51} - I_{51} \geq 13504.9; I_{51} + X_{52} - I_{52} \geq 16802.3;$
 $I_{52} + X_{53} - I_{53} \geq 17045.5; I_{53} + X_{54} - I_{54} \geq 26445; I_{54} + X_{55} - I_{55} \geq 28378.6; I_{55} + X_{56} - I_{56} \geq$
 $33917.1; I_{56} + X_{57} - I_{57} \geq 27486.3; I_{57} + X_{58} - I_{58} \geq 47646.4; I_{58} + X_{59} - I_{59} \geq 23650.2;$
 $I_{59} + X_{60} - I_{60} \geq 56161.6; X_{61} - I_{61} \geq 40657.2; I_{61} + X_{62} - I_{62} \geq 37686.6; I_{62} + X_{63} - I_{63} \geq$
 $48770.8; I_{63} + X_{64} - I_{64} \geq 47537.9; I_{64} + X_{65} - I_{65} \geq 50174.2; I_{65} + X_{66} - I_{66} \geq 40570.6;$
 $I_{66} + X_{67} - I_{67} \geq 25410.7; I_{67} + X_{68} - I_{68} \geq 25039.7; I_{68} + X_{69} - I_{69} \geq 30986.6; I_{69} + X_{70} - I_{70} \geq$
 $37799.7; I_{70} + X_{71} - I_{71} \geq 23018.3; I_{71} + X_{72} - I_{72} \geq 27376.7; X_{73} - I_{73} \geq 41968.8; I_{73} + X_{74} - I_{74}$
 $\geq 22770.3; I_{74} + X_{75} - I_{75} \geq 37734; I_{75} + X_{76} - I_{76} \geq 22567.9; I_{76} + X_{77} - I_{77} \geq 37518.5;$
 $I_{77} + X_{78} - I_{78} \geq 34784.1; I_{78} + X_{79} - I_{79} \geq 33357.2; I_{79} + X_{80} - I_{80} \geq 31307.2; I_{80} + X_{81} - I_{81} \geq$
 $40060.7; I_{81} + X_{82} - I_{82} \geq 28518.6; I_{82} + X_{83} - I_{83} \geq 41698.6; I_{83} + X_{84} - I_{84} \geq 27688.7; X_{85} - I_{85}$

>= 8796.7;I85+X86-I86 >= 11904.8;I86+X87-I87 >= 27913.6; I87+X88-I88>= 3853.3;
 I88+X89-I89 >= 11458.7;I89+X90-I90 >= 10612.2;I90+X91-I91 >= 8885;I91+X92-I92 >= 8922.2;
 I92+X93-I93 >= 4353.1; I93+X94-I94 >= 7268.9; I94+X95-I95 >= 7033.4; I95+X96-I96 >= 3993;
 X97-I97 >= 6256.9; I97+X98-I98 >= 17456.7;I98+X99-I99 >= 5268.9; I99+X100-I100 >= 6855.1;
 I100+X101-I101 >= 8630.6; I101+X102-I102 >= 9901.3; I102+X103-I103 >= 4026.3;
 I103+X104-I104 >=10861.2;I104+X105-I105 >=3049.4; I105+X106-I106 >= 4977.3;
 I106+X107-I107 >= 2746.1;I107+X108-I108 >= 5168.3; X1 0 9 - I109 >= 57469.3 ;
 I109+X110-I110 >= 51829.6;I110+X111-I111 >= 52199.2; I1 1 1 + X1 1 2 - I112 >= 31598.4;
 I112+X113-I113 >= 44152.7;I113+X114-I114 >= 46754.8;I114+X115-I115 >= 40014.9;
 I115+X116-I116 >= 42431.9;I116+X117-I117 >= 43089.4;I117+X118-I118 >= 52603.8;
 I118+X119-I119 >=48254;I119+X120-I120 >= 42842.7;X121-I121 >= 66180.9;
 I121+X122-I122 >= 58585.5;I122+X123-I123 >= 78070.6;I123+X124-I124 >= 43831.8;
 I124+X125-I125 >= 53475.7;I125+X126-I126 >= 67830.4;I126+X127-I127 >= 78182.4;
 I127+X128-I128 >= 68278.8; I128+X129-I129 >= 59511.5; I129+X130-I130 >= 65114.9;
 I130+X131-I131 >= 85891.4;I131+X132-I132 >= 56195.6;
 95*X1+96*X13+76*X25+67*X37+66*X49+70*X61+77*X73+74*X85+76*X97+15*X109+88.96
 *X121 <= 60000000; 97*X2+99*X14+ 76*X26+ 69*X38+ 66*X50+70*X62+ 77*X74+
 74*X86+ 76*X98+ 15*X110 + 88.96*X122 <= 60000000; 102*X3+ 104*X15+ 81*X27+
 74*X39+ 71*X51+ 75*X63+ 82*X75+ 82*X87+ 81*X99+ 15*X111+ 88.96*X123 <= 60000000;
 110*X4+ 112*X16+ 84*X28+ 76*X40+ 74*X52+ 78*X64+ 85*X76+ 82*X88+ 84*X100+
 15*X112+ 95.57*X124 <= 60000000; 112*X5+ 112*X17+ 84*X29+ 76*X41+ 77*X53 +
 78*X65+ 88*X77+ 82*X89+ 84*X101+ 15*X113+ 95.57*X125 <= 60000000;
 107*X6+ 112*X18+ 86*X30+ 78*X42+ 77*X54+ 81*X66+ 88*X78+82*X90+ 84*X102+
 15*X114+ 102.9*X126 <= 60000000; 106*X7+ 108*X19 + 84*X31+ 77*X43+ 76*X55+
 80*X67+ 87*X79+ 82*X91+ 84*X103+ 15*X115+ 102.9*X127 <= 60000000; 102*X8+
 104*X20+ 82*X32+ 75.5*X44+ 74*X56+ 78*X68+ 85*X80+ 82*X92+ 84*X104+ 16.8*X116+
 102.9*X128 <= 60000000; 100*X9+ 102*X21+ 82*X33+ 75.5*X45+ 74*X57+ 78*X69+
 85*X81+ 82*X93+ 84*X105+ 16.8*X117+ 115.76*X129<= 60000000; 96*X10+98*X22+
 81*X34+ 74.5*X46+ 74*X58+ 78*X70+ 85*X82+ 81*X94+ 84*X106+ 16.8*X118+ 121*X130
 <= 60000000; 91*X11+ 93*X23+ 81*X35+ 74.5*X47+ 74*X59+ 78*X71+ 84*X83+ 81*X95+
 84*X107+ 16.8*X119+ 121*X131 <= 60000000; 86*X12+ 88*X24 + 81*X36+ 74.5*X48+
 74*X60+ 78*X72+ 84*X84+ 81*X96+ 83*X108+ 16.8*X120+ 112*X132 <= 60000000;
 END

คำนวณหาวิธีการสั่งซื้อต่ำสุดของปีตัวอย่าง 6 เดือน สามารถเขียนสมการลงในโปรแกรม Lingo ได้ดังนี้ (นำปริมาณการใช้จริงไปคำนวณในโปรแกรม)

MODEL :

$$\begin{aligned} \text{MIN} = & 4500*Y1 + 95*X1 + 2.08*I1 + 4500*Y2 + 97*X2 + 2.10*I2 + 4500*Y3 + 102*X3 \\ & + 2.16*I3 + 4500*Y4 + 110*X4 + 2.25*I4 + 4500*Y5 + 112*X5 + 2.28*I5 + 4500*Y6 + \\ & 107*X6 + 2.22*I6 + 4500*Y13 + 96*X13 + 2.11*I13 + 4500*Y14 + 99*X14 + 2.15*I14 + \\ & 4500*Y15 + 104*X15 + 2.21*I15 + 4500*Y16 + 112*X16 + 2.30*I16 + 4500*Y17 + 112*X17 + \\ & 2.30*I17 + 4500*Y18 + 112*X18 + 2.30*I18 + 4500*Y25 + 76*X25 + 1.68*I25 + 4500*Y26 + \\ & 76*X26 + 1.68*I26 + 4500*Y27 + 81*X27 + 1.74*I27 + 4500*Y28 + 84*X28 + 1.77*I28 + \\ & 4500*Y29 + 84*X29 + 1.77*I29 + 4500*Y30 + 86*X30 + 1.80*I30 + 4500*Y37 + 67*X37 + \\ & 1.51*I37 + 4500*Y38 + 69*X38 + 1.54*I38 + 4500*Y39 + 74*X39 + 1.60*I39 + 4500*Y40 + \\ & 76*X40 + 1.62*I40 + 4500*Y41 + 76*X41 + 1.62*I41 + 4500*Y42 + 78*X42 + 1.64*I42 + \\ & 4500*Y49 + 66*X49 + 1.49*I49 + 4500*Y50 + 66*X50 + 1.49*I50 + 4500*Y51 + 71*X51 + \\ & 1.55*I51 + 4500*Y52 + 74*X52 + 1.59*I52 + 4500*Y53 + 77*X53 + 1.62*I53 + 4500*Y54 + \\ & 77*X54 + 1.62*I54 + 4500*Y61 + 70*X61 + 1.58*I61 + 4500*Y62 + 70*X62 + 1.58*I62 + \\ & 4500*Y63 + 75*X63 + 1.64*I63 + 4500*Y64 + 78*X64 + 1.67*I64 + 4500*Y65 + 78*X65 + \\ & 1.67*I65 + 4500*Y66 + 81*X66 + 1.71*I66 + 4500*Y73 + 77*X73 + 1.72*I73 + 4500*Y74 + \\ & 77*X74 + 1.72*I74 + 4500*Y75 + 82*X75 + 1.78*I75 + 4500*Y76 + 85*X76 + 1.81*I76 + \\ & 4500*Y77 + 88*X77 + 1.85*I77 + 4500*Y78 + 88*X78 + 1.85*I78 + 4500*Y85 + 74*X85 + \\ & 1.65*I85 + 4500*Y86 + 74*X86 + 1.65*I86 + 4500*Y87 + 82*X87 + 1.74*I87 + 4500*Y88 + \\ & 82*X88 + 1.74*I88 + 4500*Y89 + 82*X89 + 1.74*I89 + 4500*Y90 + 82*X90 + 1.74*I90 + \\ & 4500*Y97 + 76*X97 + 1.68*I97 + 4500*Y98 + 76*X98 + 1.68*I98 + 4500*Y99 + 81*X99 + \\ & 1.74*I99 + 4500*Y100 + 84*X100 + 1.77*I100 + 4500*Y101 + 84*X101 + 1.77*I101 \\ & + 4500*Y102 + 84*X102 + 1.77*I102 + 4500*Y109 + 15*X109 + 0.33*I109 + 4500*Y110 + \\ & 15*X110 + 0.33*I110 + 4500*Y111 + 15*X111 + 0.33*I111 + 4500*Y112 + 15*X112 + \\ & 0.33*I112 + 4500*Y113 + 15*X113 + 0.33*I113 + 4500*Y114 + 15*X114 + 0.33*I114 + \\ & 4500*Y121 + 88.96*X121 + 1.89*I121 + 4500*Y122 + 88.96*X122 + 1.89*I122 + 4500*Y123 \\ & + 88.96*X123 + 1.89*I123 + 4500*Y124 + 95.57*X124 + 1.97*I124 + 4500*Y125 + \\ & 95.57*X125 + 1.97*I125 + 4500*Y126 + 102.9*X126 + 2.05*I126 ; \\ X1-I1 \geq & 21771.28 ; I1+X2-I2 \geq 8740.04 ; I2+X3-I3 \geq 19301.77 ; I3+X4-I4 \geq 13105.46 \\ ; I4+X5-I5 \geq & 21813.68 ; I5+X6-I6 \geq 8804.51 ; X13-I13 \geq 52988.47 ; I13+X14-I14 \geq \\ 65528.24 ; I14+X15-I15 \geq & 69938.03 ; I15+X16-I16 \geq 53906.75 ; I16+X17-I17 \geq 68874.95 ; \\ I17+X18-I18 \geq & 68449.38 ; X25-I25 \geq 23288.21 ; I25+X26-I26 \geq 26931.98 ; I26+X27-I27 \geq \end{aligned}$$

33431.75; I27+X28-I28 >=17124.87; I28+X29-I29 >= 33337.89;I29+X30-I30 >= 23383.19; X37-I37 >= 61163.13;I37+X38-I38 >= 41185.5; I38+X39-I39 >= 52340.64; I39+X40-I40 >= 42723.33; I40+X41-I41 >= 55569.85; I41+X42-I42 >= 41113.16;X49-I49 >= 25971.08;I49+X50-I50>=21729.67;I50+X51-I51>=30958.47;I51+X52-I52>=26266.93; I52+X53-I53 >= 24210.93;I53+X54-I54 >= 31036.19;X61-I61 >=52362.95;I61+X62-I62 >= 39058.63; I62+X63-I63 >= 71712.42;I63+X64-I64 >= 30612.5;I64+X65-I65 >= 66389.3; I65+X66-I66 >= 28333.35; X73-I73 >=36007.45;I73+X74-I74 >=51261.65;I74+X75-I75 >= 35638.76;I75+X76-I76>=39650.12;I76+X77-I77>=51925.62;I77+X78-I78>=50340.52; X85-I85 >=5640.66;I85+X86-I86>=9128.25;I86+X87-I87>=17887.67;I87+X88-I88>=2778.89; I88+X89-I89>=9056.67;I89+X90-I90>=11957;X97-I97>=10628.01;I97+X98-I98>= 11425; I98+X99-I99 >= 4684.04;I99+X100-I100 >= 8575;I100+X101-I101 >= 5578.97;I101+X102-I102 >= 8975; X109-I109 >= 47968.42;I109+X110-I110 >= 48856.81;I110+X111-I111 >= 44698.67;I111+X112-I112 >= 38690.35; I112+X113-I113 >= 52660.42;I113+X114-I114 >= 52225.25;X121-I121>=70575.23;I121+X122-I122>=81334.99;I122+X123-I123>= 85405.39; I123+X124-I124>= 70565.17;I124+X125-I125>=90652.06;I125+X126-I126 >= 79332.39; 95*X1+96*X13+76*X25+67*X37+66*X49+70*X61+77*X73+74*X85+76*X97+15*X109+88.96 *X121 <= 60000000; 97*X2+99*X14+ 76*X26+ 69*X38+ 66*X50+70*X62+ 77*X74+ 74*X86+ 76*X98+ 15*X110 + 88.96*X122 <= 60000000;102*X3+ 104*X15+ 81*X27+ 74*X39+ 71*X51+ 75*X63+ 82*X75+ 82*X87+ 81*X99+ 15*X111+ 88.96*X123 <= 60000000;110*X4+ 112*X16+ 84*X28+ 76*X40+ 74*X52+ 78*X64+ 85*X76+ 82*X88+ 84*X100+ 15*X112+ 95.57*X124 <= 60000000; 112*X5+ 112*X17+ 84*X29+ 76*X41+ 77*X53 + 78*X65+ 88*X77+ 82*X89+ 84*X101+ 15*X113+ 95.57*X125 <= 60000000; 107*X6+ 112*X18+ 86*X30+ 78*X42+ 77*X54+ 81*X66+ 88*X78+82*X90+ 84*X102+ 15*X114+ 102.9*X126 <= 60000000;

END

คำนวณหาวิธีการสั่งซื้อต่ำสุดของปีตัวอย่าง 6 เดือน สามารถเขียนสมการลงในโปรแกรม Lingo ได้ ดังนี้ (นำการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไปคำนวณในโปรแกรม)

MODEL :

MIN= 4500*Y1 + 95*X1 + 2.08*I1 + 4500*Y2 + 97*X2 + 2.10*I2+ 4500*Y3 + 102*X3 + 2.16*I3 + 4500*Y4 + 110*X4 + 2.25*I4+ 4500*Y5 + 112*X5 + 2.28*I5 + 4500*Y6 + 107*X6 + 2.22*I6 + 4500*Y13 + 96*X13 + 2.11*I13 +4500*Y14 + 99*X14 + 2.15*I14+ 4500*Y15 +

$104 \times X_{15} + 2.21 \times I_{15} + 4500 \times Y_{16} + 112 \times X_{16} + 2.30 \times I_{16} + 4500 \times Y_{17} + 112 \times X_{17} + 2.30 \times I_{17}$
 $+ 4500 \times Y_{18} + 112 \times X_{18} + 2.30 \times I_{18} + 4500 \times Y_{25} + 76 \times X_{25} + 1.68 \times I_{25} + 4500 \times Y_{26} + 76 \times X_{26} +$
 $1.68 \times I_{26} + 4500 \times Y_{27} + 81 \times X_{27} + 1.74 \times I_{27} + 4500 \times Y_{28} + 84 \times X_{28} + 1.77 \times I_{28} + 4500 \times Y_{29} +$
 $84 \times X_{29} + 1.77 \times I_{29} + 4500 \times Y_{30} + 86 \times X_{30} + 1.80 \times I_{30} + 4500 \times Y_{37} + 67 \times X_{37} + 1.51 \times I_{37}$
 $+ 4500 \times Y_{38} + 69 \times X_{38} + 1.54 \times I_{38} + 4500 \times Y_{39} + 74 \times X_{39} + 1.60 \times I_{39} + 4500 \times Y_{40} + 76 \times X_{40} +$
 $1.62 \times I_{40} + 4500 \times Y_{41} + 76 \times X_{41} + 1.62 \times I_{41} + 4500 \times Y_{42} + 78 \times X_{42} + 1.64 \times I_{42} + 4500 \times Y_{49} +$
 $66 \times X_{49} + 1.49 \times I_{49} + 4500 \times Y_{50} + 66 \times X_{50} + 1.49 \times I_{50} + 4500 \times Y_{51} + 71 \times X_{51} + 1.55 \times I_{51}$
 $+ 4500 \times Y_{52} + 74 \times X_{52} + 1.59 \times I_{52} + 4500 \times Y_{53} + 77 \times X_{53} + 1.62 \times I_{53} + 4500 \times Y_{54} + 77 \times X_{54} +$
 $1.62 \times I_{54} + 4500 \times Y_{61} + 70 \times X_{61} + 1.58 \times I_{61} + 4500 \times Y_{62} + 70 \times X_{62} + 1.58 \times I_{62} + 4500 \times Y_{63} +$
 $75 \times X_{63} + 1.64 \times I_{63} + 4500 \times Y_{64} + 78 \times X_{64} + 1.67 \times I_{64} + 4500 \times Y_{65} + 78 \times X_{65} + 1.67 \times I_{65}$
 $+ 4500 \times Y_{66} + 81 \times X_{66} + 1.71 \times I_{66} + 4500 \times Y_{73} + 77 \times X_{73} + 1.72 \times I_{73} + 4500 \times Y_{74} + 77 \times X_{74} +$
 $1.72 \times I_{74} + 4500 \times Y_{75} + 82 \times X_{75} + 1.78 \times I_{75} + 4500 \times Y_{76} + 85 \times X_{76} + 1.81 \times I_{76} + 4500 \times Y_{77} +$
 $88 \times X_{77} + 1.85 \times I_{77} + 4500 \times Y_{78} + 88 \times X_{78} + 1.85 \times I_{78} + 4500 \times Y_{85} + 74 \times X_{85} + 1.65 \times I_{85}$
 $+ 4500 \times Y_{86} + 74 \times X_{86} + 1.65 \times I_{86} + 4500 \times Y_{87} + 82 \times X_{87} + 1.74 \times I_{87} + 4500 \times Y_{88} + 82 \times X_{88} +$
 $1.74 \times I_{88} + 4500 \times Y_{89} + 82 \times X_{89} + 1.74 \times I_{89} + 4500 \times Y_{90} + 82 \times X_{90} + 1.74 \times I_{90} + 4500 \times Y_{97} +$
 $76 \times X_{97} + 1.68 \times I_{97} + 4500 \times Y_{98} + 76 \times X_{98} + 1.68 \times I_{98} + 4500 \times Y_{99} + 81 \times X_{99} + 1.74 \times I_{99}$
 $+ 4500 \times Y_{100} + 84 \times X_{100} + 1.77 \times I_{100} + 4500 \times Y_{101} + 84 \times X_{101} + 1.77 \times I_{101} + 4500 \times Y_{102} +$
 $84 \times X_{102} + 1.77 \times I_{102} + 4500 \times Y_{109} + 15 \times X_{109} + 0.33 \times I_{109} + 4500 \times Y_{110} + 15 \times X_{110} +$
 $0.33 \times I_{110} + 4500 \times Y_{111} + 15 \times X_{111} + 0.33 \times I_{111} + 4500 \times Y_{112} + 15 \times X_{112} + 0.33 \times I_{112} +$
 $4500 \times Y_{113} + 15 \times X_{113} + 0.33 \times I_{113} + 4500 \times Y_{114} + 15 \times X_{114} + 0.33 \times I_{114} + 4500 \times Y_{121} +$
 $88.96 \times X_{121} + 1.89 \times I_{121} + 4500 \times Y_{122} + 88.96 \times X_{122} + 1.89 \times I_{122} + 4500 \times Y_{123} + 88.96 \times X_{123}$
 $+ 1.89 \times I_{123} + 4500 \times Y_{124} + 95.57 \times X_{124} + 1.97 \times I_{124} + 4500 \times Y_{125} + 95.57 \times X_{125} + 1.97 \times I_{125}$
 $+ 4500 \times Y_{126} + 102.9 \times X_{126} + 2.05 \times I_{126};$

$X_{1-11} \geq 16368.3; I_{1+X_2-I_2} \geq 10803.9; I_{2+X_3-I_3} \geq 10648.1; I_{3+X_4-I_4} \geq 19522.2; I_{4+X_5-I_5} \geq$
 $16936.7; I_{5+X_6-I_6} \geq 13017; X_{13-I_{13}} \geq 72640.3; I_{13+X_{14}-I_{14}} \geq 58242; I_{14+X_{15}-I_{15}} \geq$
 $68274.8; I_{15+X_{16}-I_{16}} \geq 44118.6; I_{16+X_{17}-I_{17}} \geq 47262.9; I_{17+X_{18}-I_{18}} \geq 63424.4; X_{25-I_{25}} \geq$
 $34824.6; I_{25+X_{26}-I_{26}} \geq 32596.1; I_{26+X_{27}-I_{27}} \geq 28275.7; I_{27+X_{28}-I_{28}} \geq 17222.3;$
 $I_{28+X_{29}-I_{29}} \geq 19897.8; I_{29+X_{30}-I_{30}} \geq 25005.7; X_{37-I_{37}} \geq 43405.7; I_{37+X_{38}-I_{38}} \geq$
 $40530.4; I_{38+X_{39}-I_{39}} \geq 40500.4; I_{39+X_{40}-I_{40}} \geq 37237.3; I_{40+X_{41}-I_{41}} \geq 32064.4; I_{41+X_{42}-I_{42}} \geq$
 $47213.8; X_{49-I_{49}} \geq 29603.3; I_{49+X_{50}-I_{50}} \geq 33327.6; I_{50+X_{51}-I_{51}} \geq 13504.9; I_{51+X_{52}-I_{52}} \geq$
 $16802.3; I_{52+X_{53}-I_{53}} \geq 17045.5; I_{53+X_{54}-I_{54}} \geq 26445; X_{61-I_{61}} \geq 40657.2; I_{61+X_{62}-I_{62}} \geq$
 $37686.6; I_{62+X_{63}-I_{63}} \geq 48770.8; I_{63+X_{64}-I_{64}} \geq 47537.9; I_{64+X_{65}-I_{65}} \geq$
 $50174.2; I_{65+X_{66}-I_{66}} \geq 40570.6; X_{73-I_{73}} \geq 41968.8; I_{73+X_{74}-I_{74}} \geq 22770.3; I_{74+X_{75}-I_{75}} \geq$
 $37734; I_{75+X_{76}-I_{76}} \geq 2567.9; I_{76+X_{77}-I_{77}} \geq 37518.5; I_{77+X_{78}-I_{78}} \geq 34784.1; X_{85-I_{85}}$

$\geq 8796.7; I_{85} + X_{86} - I_{86} \geq 11904.8; I_{86} + X_{87} - I_{87} \geq 27913.6; I_{87} + X_{88} - I_{88} \geq 3853.3; I_{88} + X_{89} - I_{89} \geq 11458.7; I_{89} + X_{90} - I_{90} \geq 10612.2; X_{97} - I_{97} \geq 6256.9; I_{97} + X_{98} - I_{98} \geq 17456.7; I_{98} + X_{99} - I_{99} \geq 5268.9; I_{99} + X_{100} - I_{100} \geq 6855.1; I_{100} + X_{101} - I_{101} \geq 8630.6; I_{101} + X_{102} - I_{102} \geq 9901.3; X_{109} - I_{109} \geq 57469.3; I_{109} + X_{110} - I_{110} \geq 51829.6; I_{110} + X_{111} - I_{111} \geq 52199.2; I_{111} + X_{112} - I_{112} \geq 31598.4; I_{112} + X_{113} - I_{113} \geq 44152.7; I_{113} + X_{114} - I_{114} \geq 46754.8; X_{121} - I_{121} \geq 66180.9; I_{121} + X_{122} - I_{122} \geq 58585.5; I_{122} + X_{123} - I_{123} \geq 78070.6; I_{123} + X_{124} - I_{124} \geq 43831.8; I_{124} + X_{125} - I_{125} \geq 53475.7; I_{125} + X_{126} - I_{126} \geq 67830.4;$

$95 \cdot X_1 + 96 \cdot X_{13} + 76 \cdot X_{25} + 67 \cdot X_{37} + 66 \cdot X_{49} + 70 \cdot X_{61} + 77 \cdot X_{73} + 74 \cdot X_{85} + 76 \cdot X_{97} + 15 \cdot X_{109} + 88.96 \cdot X_{121} \leq 600000000;$
 $97 \cdot X_2 + 99 \cdot X_{14} + 76 \cdot X_{26} + 69 \cdot X_{38} + 66 \cdot X_{50} + 70 \cdot X_{62} + 77 \cdot X_{74} + 74 \cdot X_{86} + 76 \cdot X_{98} + 15 \cdot X_{110} + 88.96 \cdot X_{122} \leq 600000000;$
 $102 \cdot X_3 + 104 \cdot X_{15} + 81 \cdot X_{27} + 74 \cdot X_{39} + 71 \cdot X_{51} + 75 \cdot X_{63} + 82 \cdot X_{75} + 82 \cdot X_{87} + 81 \cdot X_{99} + 15 \cdot X_{111} + 88.96 \cdot X_{123} \leq 600000000;$
 $110 \cdot X_4 + 112 \cdot X_{16} + 84 \cdot X_{28} + 76 \cdot X_{40} + 74 \cdot X_{52} + 78 \cdot X_{64} + 85 \cdot X_{76} + 82 \cdot X_{88} + 84 \cdot X_{100} + 15 \cdot X_{112} + 95.57 \cdot X_{124} \leq 600000000;$
 $112 \cdot X_5 + 112 \cdot X_{17} + 84 \cdot X_{29} + 76 \cdot X_{41} + 77 \cdot X_{53} + 78 \cdot X_{65} + 88 \cdot X_{77} + 82 \cdot X_{89} + 84 \cdot X_{101} + 15 \cdot X_{113} + 95.57 \cdot X_{125} \leq 600000000;$
 $107 \cdot X_6 + 112 \cdot X_{18} + 86 \cdot X_{30} + 78 \cdot X_{42} + 77 \cdot X_{54} + 81 \cdot X_{66} + 88 \cdot X_{78} + 82 \cdot X_{90} + 84 \cdot X_{102} + 15 \cdot X_{114} + 102.9 \cdot X_{126} \leq 600000000;$

END

ภาคผนวก จ
ตารางเปรียบเทียบระยะทางจากการจัดรูปแบบคลังทั้งแบบเก่าและแบบใหม่โดย
แบ่งตามใบสั่งผลิต

ตาราง 20 ตารางเปรียบเทียบระยะทางจากการจัดรูปแบบคลังทั้งแบบเก่าและแบบใหม่ตามใบสั่ง

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวนที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะทาง	รวมระยะทาง	ระยะทาง	รวมระยะทาง	
2/5/11	10013	A	F	301-13964	1	1,350	73.06	73.06	50.05	50.05	23.01
	15003	B	S		1	66.60	96.64	96.64	78.75	78.75	17.89
	21010	B	F		1	21.09	74.16	74.16	55.68	55.68	18.48
	29031	B	F		1	719.94	102.16	102.16	82.85	82.85	19.31
	30014	B	F		1	16.20	120.06	120.06	87.70	87.70	32.36
3/5/11	10017	A	F	301-13882	2	96.89	78.87	78.87	68.56	68.56	10.31
				301-13896		25.00	80.25	80.25	55.68	55.68	24.57
	11012	A	M	301-13882	2	84.67	102.63	102.63	62.70	62.70	39.93
				301-13896		55.13	76.05	76.05	60.27	60.27	15.78
	12011	B	S	301-13974	1	183.06	78.55	78.55	79.65	79.65	- 1.10
	15064	B	S	301-13882	1	4.96	66.75	66.75	79.60	79.60	- 12.85
	16002	B	M	301-13974	1	13.38	61.50	61.50	50.26	50.26	11.24
	Tio2	A	F	301-13974	1	83.88	68.40	68.40	55.55	55.55	12.85
	Tio2	A	F	301-13882	2	23.95	79.30	79.30	48.35	48.35	30.95
				301-13896		4.01	70.65	70.65	44.38	44.38	26.27
	21006	C	F	301-13974	1	0.14	94.05	94.05	91.55	91.55	2.50
	21014	C	F	301-13882	2	0.43	93.25	93.25	92.00	92.00	1.25
				301-13896		0.71	88.67	88.67	50.26	50.26	38.41
	22002	C	F	301-13974	1	0.03	93.25	93.25	92.55	92.55	0.70
	23009	B	M	301-13882	1	7.47	100.90	100.90	77.00	77.00	23.90
	24036	C	F	301-13974	1	0.26	115.30	115.30	88.35	88.35	26.95
	24037	C	S	301-13882	2	43.37	128.70	128.70	101.25	101.25	27.45
				301-13896		14.11	110.96	110.96	86.26	86.26	24.70
	26016	C	S	301-13896	1	1.49	131.60	131.60	94.35	94.35	37.25
	28016	C	S	301-13994	2	0.60	108.40	108.40	111.80	111.80	- 3.40
				301-13996		8.77	110.68	110.68	103.26	103.26	7.42
	28021	B	F	301-13994	2	0.60	93.90	93.90	90.90	90.90	3.00
				301-13996		8.97	116.28	116.28	108.26	108.26	8.02
	29004	C	M	301-13974	1	36.11	122.90	122.90	93.45	93.45	29.45
	29045	A	F	301-13896	2	14.99	76.50	76.50	57.00	57.00	19.50
				301-13974		23.95	115.30	115.30	77.00	77.00	38.30
	29047	B	F	301-13882	2	71.95	128.70	128.70	88.35	88.35	40.35
				301-13896		20.99	110.96	110.96	101.25	101.25	9.71
	30014	B	F	54050015	4	-	131.60	131.60	86.26	86.26	45.34
				301-13882		2.20	108.40	108.40	94.35	94.35	14.05

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-13974		2.29	116.28	116.28	103.26	103.26	13.02
	30016	B	F	301-13882	1	0.99	100.90	100.90	81.45	81.45	19.45
	30023	B	F	301-13882	3	1.02	103.25	103.25	80.55	80.55	22.70
				301-13896		0.60	116.28	116.28	86.26	86.26	30.02
				301-13974		0.95	100.90	100.90	94.35	94.35	6.55
	32008	C	M	301-13995	1	1.00	106.45	106.45	100.90	100.90	5.55
	34003	B	F	301-13882	2	0.45	96.00	96.00	86.80	86.80	9.20
				301-13896		0.18	55.55	55.55	77.70	77.70	- 22.15
	34007	B	F	301-13974	1	0.44	83.95	83.95	82.25	82.25	1.70
4/5/11	10013	A	F	301-13945	2	115.61	116.28	116.28	77.70	77.70	38.58
				301-13966		300.00	100.90	100.90	103.26	103.26	- 2.36
	10017	A	F	301-13881	6	184.32	103.25	103.25	81.45	81.45	21.80
				301-13895		25.00	128.70	128.70	80.55	80.55	48.15
				301-13944		86.06	110.96	110.96	93.45	93.45	17.51
				301-13946		237.05	131.60	131.60	57.00	57.00	74.60
				301-13952		74.12	108.40	108.40	77.00	77.00	31.40
				301-13965		144.31	110.68	110.68	88.35	88.35	22.33
	10024	B	M	301-13966	1	150.00	93.90	93.90	101.25	101.25	- 7.35
	11007	A	F	301-13944	4	103.25	116.28	116.28	64.75	64.75	51.53
				301-13946		288.80	122.90	122.90	100.90	100.90	22.00
				301-13965		173.40	83.95	83.95	86.80	86.80	- 2.85
				301-13966		450.00	116.28	116.28	77.70	77.70	38.58
	11012	A	M	301-13881	4	416.35	100.90	100.90	59.55	59.55	41.35
				301-13895		52.81	83.95	83.95	82.25	82.25	1.70
				301-13945		261.84	116.28	116.28	77.70	77.70	38.58
				301-13952		107.98	100.90	100.90	103.26	103.26	- 2.36
	12027	A	M	301-13967	2	3,264	103.25	103.25	81.45	81.45	21.80
				301-13990		1,050	122.90	122.90	77.00	77.00	45.90
	15061	C	M	301-13952	1	4.79	106.40	106.40	98.65	98.65	7.75
	16002	B	M	301-13967	2	251.42	85.85	85.85	75.65	75.65	10.20
				301-13990		77.78	98.63	98.63	85.72	85.72	12.91
	Tio2	A	F	301-13990	1	630.09	48.35	48.35	57.85	57.85	- 9.50
	Tio2	A	F	301-13881	5	88.24	99.20	99.20	58.70	58.70	40.50
				301-13895		5.93	83.95	83.95	77.70	77.70	6.25
				301-13944		59.87	116.28	116.28	59.55	59.55	56.73
				301-13945		29.96	100.90	100.90	82.25	82.25	18.65

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะทาง	รวม ระยะทาง	ระยะทาง	รวม ระยะทาง	
				301-13946		209.89	83.95	83.95	77.70	77.70	6.25
	Tio2	A	F	301-13952	3	85.82	116.28	116.28	76.85	76.85	39.43
				301-13966		420.32	116.28	116.28	77.70	77.70	38.58
	21006	C	F	301-13990	1	0.70	66.75	66.75	88.35	88.35	- 21.60
	21014	C	F	301-13881	5	0.75	74.25	74.25	90.60	90.60	- 16.35
				301-13944		1.05	85.85	85.85	75.65	75.65	10.20
				301-13945		3.58	98.63	98.63	85.72	85.72	12.91
				301-13946		1.06	48.35	48.35	57.85	57.85	- 9.50
				301-13966		0.92	99.20	99.20	58.70	58.70	40.50
	22002	C	F	301-13944	4	0.34	58.05	58.05	84.80	84.80	- 26.75
				301-13945		2.41	103.55	103.55	96.05	96.05	7.50
				301-13946		0.06	94.05	94.05	89.70	89.70	4.35
				301-13952		-	93.15	93.15	94.90	94.90	- 1.75
	23009	B	M	301-13881	1	22.72	61.00	61.00	81.10	81.10	- 20.10
	24022	C	S	301-13895	1	0.99	91.45	91.45	84.63	84.63	6.82
	24025	C	M	301-13965	1	18.54	96.05	96.05	94.05	94.05	2.00
	24032	C	M	301-13895	1	20.81	89.70	89.70	93.15	93.15	- 3.45
	24036	C	F	301-13944	4	3.26	94.90	94.90	88.35	88.35	6.55
				301-13945		15.50	85.45	85.45	89.70	89.70	- 4.25
				301-13946		0.98	93.80	93.80	94.90	94.90	- 1.10
				301-13966		0.18	94.05	94.05	83.70	83.70	10.35
	24037	C	S	301-13881	1	114.76	93.15	93.15	64.45	64.45	28.70
	25012	B	F	301-13952	2	0.06	88.35	88.35	88.00	88.00	0.35
				301-13990		0.28	103.55	103.55	89.70	89.70	13.85
	26001	C	S	301-13966	1	0.55	88.50	88.50	91.10	91.10	- 2.60
	26012	C	F	301-13965	1	0.19	58.60	58.60	92.95	92.95	- 34.35
	28021	B	F	301-14001	1	4.00	63.55	63.55	85.45	85.45	- 21.90
	28022	C	F	301-13998	1	0.30	101.20	101.20	93.80	93.80	7.40
	28023			301-13999	1	0.50	110.96	110.96	91.75	91.75	19.21
	29004			301-13895	2	20.14	96.83	96.83	84.80	84.80	12.03
				301-13952		36.00	83.95	83.95	85.45	85.45	- 1.50
	29031	B	F	301-13966	1	180.06	88.00	88.00	81.45	81.45	6.55
	29040	C	F	301-13881	5	102.95	139.60	139.60	92.95	92.95	46.65
				301-13945		110.55	105.63	105.63	85.45	85.45	20.18
				301-13946		104.37	110.63	110.63	93.80	93.80	16.83
				301-13952		23.65	136.20	136.20	92.95	92.95	43.25

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-13966		119.96	89.52	89.52	85.45	85.45	4.07
	29045	A	F	301-13895	4	15.00	56.45	56.45	57.80	57.80	- 1.35
				301-13944		75.00	116.28	116.28	82.25	82.25	34.03
				301-13965		126.07	83.95	83.95	75.65	75.65	8.30
	29047	B	F	301-13881	1	160.07	66.75	66.75	82.25	82.25	- 15.50
	29048	B	M	301-13945	1	125.00	74.25	74.25	75.65	75.65	- 1.40
	29056	C	S	301-13946	1	104.52	85.85	85.85	104.90	104.90	- 19.05
	30004	C	M	301-13998	2	0.01	98.63	98.63	84.80	84.80	13.83
				301-13999		0.02	48.35	48.35	57.80	57.80	- 9.45
	30014	B	F	301-13881	9	6.94	99.20	99.20	82.25	82.25	16.95
				301-13895		0.90	58.05	58.05	75.65	75.65	- 17.60
				301-13944		2.01	103.55	103.55	104.90	104.90	- 1.35
				301-13946		6.32	94.05	94.05	82.25	82.25	11.80
				301-13952		2.13	93.15	93.15	75.65	75.65	17.50
				301-13965		3.88	61.00	61.00	104.90	104.90	- 43.90
				301-13966		7.12	91.45	91.45	79.68	79.68	11.77
				301-13967		35.30	96.05	96.05	80.50	80.50	15.55
				301-13990		12.31	89.70	89.70	68.56	68.56	21.14
	30016	B	F	301-13944	3	0.80	94.90	94.90	82.80	82.80	12.10
				301-13946	2	2.81	85.45	85.45	82.25	82.25	3.20
				301-13965		1.72	94.05	94.05	75.65	75.65	18.40
	30023	B	F	301-13881	9	1.64	93.15	93.15	104.90	104.90	- 11.75
				301-13895		0.60	88.35	88.35	82.25	82.25	6.10
				301-13944		1.68	103.55	103.55	75.65	75.65	27.90
				301-13946		4.14	88.50	88.50	104.90	104.90	- 16.40
				301-13952		0.96	58.60	58.60	79.68	79.68	- 21.08
				301-13965		2.53	63.55	63.55	80.50	80.50	- 16.95
				301-13966		7.17	101.20	101.20	68.56	68.56	32.64
				301-13967		13.34	110.96	110.96	104.90	104.90	6.06
				301-13990		5.52	96.83	96.83	82.25	82.25	14.58
	31005	C	M	301-13952	1	0.47	83.95	83.95	75.65	75.65	8.30
	31014	C	F	301-13881	1	12.10	88.00	88.00	92.90	92.90	- 4.90
	32006	C	M	301-13945	1	5.60	139.60	139.60	91.70	91.70	47.90
	32008	C	M	301-14000	1	0.40	105.63	105.63	103.20	103.20	2.43
	32014	C	M	301-13945	1	4.34	110.63	110.63	83.90	83.90	26.73
	33002	C	F	301-13998	2	0.01	136.20	136.20	95.20	95.20	41.00

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-13999		0.02	89.52	89.52	103.20	103.20	- 13.68
	34003	B	F	301-13881	8	1.09	83.95	83.95	84.50	84.50	- 0.55
				301-13895		0.20	102.16	102.16	82.25	82.25	19.91
				301-13944		0.45	120.06	120.06	75.65	75.65	44.41
				301-13945		0.80	80.72	80.72	92.90	92.90	- 12.18
				301-13946		1.38	85.56	85.56	68.56	68.56	17.00
				301-13952		0.48	78.87	78.87	104.90	104.90	- 26.03
				301-13965		0.70	80.25	80.25	82.25	82.25	- 2.00
				301-13966		1.44	102.63	102.63	92.90	92.90	9.73
	34007	B	F	301-13967	1	5.55	76.05	76.05	80.55	80.55	- 4.50
	34007	B	F	301-13990	1	2.01	78.55	78.55	85.15	85.15	- 6.60
5/5/11	10017	A	F	301-13928	6	86.74	66.75	66.75	63.00	63.00	3.75
				301-13934		200.00	61.50	61.50	82.25	82.25	- 20.75
				301-13951		554.17	68.40	68.40	75.65	75.65	- 7.25
				301-13972		135.40	79.30	79.30	104.90	104.90	- 25.60
				301-14014		260.60	70.65	70.65	92.90	92.90	- 22.25
				301-13928		103.23	94.05	94.05	68.56	68.56	25.49
	11012	A	M	301-13934	4	441.56	71.65	71.65	61.25	61.25	10.40
				301-13951		1,248	102.63	102.63	75.65	75.65	26.98
				301-13972		203.72	76.05	76.05	92.90	92.90	- 16.85
				301-14014		572.45	78.55	78.55	68.56	68.56	9.99
	12011	B	S	301-13949	1	181.68	88.75	88.75	92.00	92.00	- 3.25
	12027	A	M	301-13980	3	2,175	63.85	63.85	66.40	66.40	- 2.55
				301-13991		564.81	102.63	102.63	80.50	80.50	22.13
				301-13992		412.72	113.68	113.68	68.56	68.56	45.12
	15061	C	M	301-13972	1	11.01	135.60	135.60	82.80	82.80	52.80
	16002	B	M	301-13949	4	13.46	59.55	59.55	75.65	75.65	- 16.10
				301-13980		161.14	89.52	89.52	68.56	68.56	20.96
				301-13991		41.64	83.95	83.95	92.00	92.00	-0.05
				301-13992		30.62	102.63	102.63	80.50	80.50	22.13
	Tio2	A	F	301-13949	3	52.45	109.55	109.55	77.15	77.15	32.40
				301-13991		262.48	120.06	120.06	75.65	75.65	44.41
				301-13992		208.97	80.72	80.72	92.90	92.90	- 12.18
	Tio2	A	F	301-13928	5	62.44	85.56	85.56	68.56	68.56	17.00
				301-13934		221.00	78.87	78.87	68.56	68.56	10.31
				301-13951		863.72	80.25	80.25	82.80	82.80	- 2.55

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-13972		148.37	102.63	102.63	75.65	75.65	26.98
				301-14014		65.83	109.55	109.55	68.56	68.56	40.99
	21006	C	F	301-13928	4	2.83	106.45	106.45	87.45	87.45	19.00
				301-13934		3.19	88.50	88.50	92.00	92.00	- 3.50
				301-13949		1.47	58.60	58.60	80.50	80.50	- 21.90
				301-13972		2.63	63.55	63.55	77.15	77.15	- 13.60
	21010	B	F	301-13980	1	34.41	101.20	101.20	78.25	78.25	22.95
	21014	C	F	301-13951	4	0.18	63.75	63.75	87.45	87.45	- 23.70
				301-13991		0.18	105.63	105.63	75.65	75.65	29.98
				301-13992		0.18	110.63	110.63	104.90	104.90	5.73
				301-14014		20.72	136.20	136.20	92.90	92.90	43.30
	22002	C	F	301-13928	6	0.02	102.68	102.68	94.35	94.35	8.33
				301-13934		0.46	83.95	83.95	68.56	68.56	15.39
				301-13949		0.20	63.75	63.75	82.80	82.80	- 19.05
				301-13951		0.04	105.63	105.63	75.65	75.65	29.98
				301-13972		0.15	110.63	110.63	77.15	77.15	33.48
				301-14014		0.71	88.50	88.50	78.25	78.25	10.25
	24036	C	F	301-13928	6	2.12	99.20	99.20	87.45	87.45	11.75
				301-13934		2.11	63.55	63.55	75.65	75.65	- 12.10
				301-13949		1.68	101.20	101.20	68.56	68.56	32.64
				301-13951		0.21	63.75	63.75	87.45	87.45	- 23.70
				301-13972		0.84	105.63	105.63	92.00	92.00	13.63
				301-14014		4.60	110.63	110.63	80.50	80.50	30.13
	25012	B	F	301-13991	2	1.00	84.00	84.00	80.50	80.50	3.50
				301-14014		12.22	99.20	99.20	75.65	75.65	23.55
	28013	C	S	301-14002	1	6.14	78.25	78.25	95.70	95.70	- 17.45
	28021	B	F	301-14002	2	5.04	58.75	58.75	85.45	85.45	- 26.70
				301-14023		1.00	63.75	63.75	92.00	92.00	- 28.25
	28027	C	S	301-14022	1	0.26	103.25	103.25	100.35	100.35	2.90
	29004	C	M	301-13992	1	82.32	62.00	62.00	83.90	83.90	- 21.90
	29031	B	F	301-13934	2	127.41	68.50	68.50	85.45	85.45	- 16.95
				301-13972		67.53	105.63	105.63	78.25	78.25	27.38
	29040	C	F	301-13934	4	84.13	61.80	61.80	92.05	92.05	- 30.25
				301-13949		36.01	101.20	101.20	92.00	92.00	9.20
				301-13972		67.47	63.75	63.75	80.50	80.50	- 16.75
				301-13992		55.04	110.63	110.63	100.35	100.35	10.28

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	29045	A	F	301-13980	2	1,217	88.50	88.50	63.80	63.80	24.70
				301-13991		188.50	110.63	110.63	83.90	83.90	26.73
	29048	B	M	301-13951	1	454.70	100.68	100.68	80.26	80.26	20.42
	29049	C	S	301-13928	2	75.00	99.20	99.20	100.30	100.30	- 1.10
				301-14014		550.00	102.26	102.26	80.50	80.50	21.76
	29056	C	S	301-13949	1	47.85	121.10	121.10	101.70	101.70	19.40
	30014	B	F	301-13928	9	2.25	61.85	61.85	84.55	84.55	- 22.70
				301-13934		7.24	116.28	116.28	100.35	100.35	15.93
				301-13949		2.17	122.90	122.90	80.50	80.50	42.40
				301-13951		21.12	83.95	83.95	100.35	100.35	- 16.40
				301-13972		4.07	116.28	116.28	63.80	63.80	52.48
				301-13980		26.27	100.90	100.90	83.90	83.90	17.00
				301-13991		6.37	83.95	83.95	92.05	92.05	- 8.10
				301-13992		4.97	116.28	116.28	92.00	92.00	24.28
				301-14014		9.58	100.90	100.90	80.50	80.50	20.40
	30016	B	F	301-13928	2	0.95	103.25	103.25	81.45	81.45	21.80
				301-13951		9.59	122.90	122.90	80.26	80.26	42.64
	30023	B	F	301-13928	8	1.49	106.40	106.40	78.25	78.25	28.15
				301-13934		5.09	85.85	85.85	100.35	100.35	- 14.50
				301-13949		0.97	122.90	122.90	63.80	63.80	59.10
				301-13951		4.80	83.95	83.95	83.90	83.90	0.05
				301-13980		11.54	116.28	116.28	92.05	92.05	24.23
				301-13991		2.98	100.90	100.90	92.00	92.00	8.90
				301-13992		2.21	83.95	83.95	80.50	80.50	3.45
				301-14014		6.61	116.28	116.28	63.80	63.80	52.48
	31005	C	M	301-13949	1	2.40	100.05	100.05	97.70	97.70	2.35
	31012	B	F	301-13972	1	3.61	80.25	80.25	85.45	85.45	- 5.20
	34003	B	F	301-13928	5	0.39	79.15	79.15	84.55	84.55	- 5.40
				301-13934		1.53	103.25	103.25	78.25	78.25	25.00
				301-13951		3.64	122.90	122.90	87.45	87.45	35.45
				301-13972		0.87	106.40	106.40	75.65	75.65	30.75
				301-14014		1.54	83.95	83.95	83.90	83.90	0.05
	34007	B	F	301-13949	4	0.46	61.85	61.85	83.70	83.70	- 21.85
				301-13980		4.55	78.25	78.25	80.26	80.26	- 2.01
				301-13991		1.13	58.75	58.75	78.25	78.25	- 19.50
				301-13992		0.75	63.75	63.75	100.35	100.35	- 36.60

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
6/5/11	10013	A	F	301-13970	1	212.57	103.25	103.25	62.40	62.40	40.85
	10017	A	F	301-13925	3	96.13	82.80	82.80	66.15	66.15	16.65
				301-13973		1,580	80.25	80.25	64.10	64.10	16.15
				301-14006		1,275	103.25	103.25	81.90	81.90	21.35
	11007	A	F	301-13925	2	115.36	122.90	122.90	50.60	50.60	72.30
				301-13973		1,934	95.55	95.55	81.90	81.90	13.65
	11012	A	M	301-13970	1	315.18	94.90	94.90	64.10	64.10	30.80
	12011	B	S	301-13948	1	183.40	88.00	88.00	81.90	81.90	6.10
	12024	A	S	301-13950	2	2,250	89.25	89.25	75.05	75.05	14.20
				301-13962		69.88	78.25	78.25	81.90	81.90	- 3.65
	12027	A	M	301-13985	3	345.05	63.02	63.02	61.80	61.80	1.22
				301-14003		1,125	103.25	103.25	81.90	81.90	21.35
				301-14010		3,300	122.90	122.90	73.35	73.35	49.55
	15061	C	M	301-13970	1	17.96	111.95	111.95	89.40	89.40	22.55
	15064	B	S	301-14006	1	78.20	81.75	81.75	81.90	81.90	- 0.15
	16002	B	M	301-13948	6	13.43	96.90	96.90	73.35	73.35	23.55
				301-13950		117.74	63.75	63.75	83.90	83.90	- 20.15
				301-13962		3.51	105.63	105.63	83.70	83.70	21.93
				301-13985		24.99	110.63	110.63	80.26	80.26	30.37
				301-14003		83.38	89.25	89.25	78.25	78.25	11.00
				301-14010		245.36	78.25	78.25	100.35	100.35	- 22.10
	Tio2	A	F	301-13948	6	43.13	64.45	64.45	57.05	57.05	7.40
				301-13950		600.00	111.95	111.95	85.45	85.45	26.50
				301-13962		22.56	81.75	81.75	78.25	78.25	3.50
				301-13985		9.85	96.90	96.90	92.05	92.05	4.85
				301-14003		197.00	105.63	105.63	92.00	92.00	13.63
				301-14010		1,497	110.63	110.63	80.50	80.50	30.13
	Tio2	A	F	301-13973	1	1,503	81.00	81.00	73.05	73.05	7.95
	Tio2	A	F	301-13970	1	155.08	71.00	71.00	78.20	78.20	- 7.20
	21006	C	F	301-13925	4	5.09	108.75	108.75	88.35	88.35	20.40
				301-13948		5.27	96.90	96.90	92.05	92.05	4.85
				301-13950		11.21	105.63	105.63	92.00	92.00	13.63
				301-13973		22.07	110.63	110.63	92.00	92.00	18.63
	21010	B	F	301-13985	2	2.72	62.00	62.00	86.80	86.80	- 24.80
				301-14006		20.15	111.95	111.95	75.05	75.05	36.90
	21014	C	F	301-13962	2	0.81	115.30	115.30	81.90	81.90	33.40

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14010		0.68	110.63	110.63	61.80	61.80	48.83
	22002	C	F	301-13925	3	2.91	128.70	128.70	81.90	81.90	46.80
				301-13950		1.41	71.00	71.00	73.35	73.35	- 2.35
				301-13973		1.39	108.75	108.75	89.40	89.40	19.35
	24022	C	S	301-13925	1	0.05	102.68	102.68	81.90	81.90	20.78
	24032	C	M	301-14003	1	25.77	81.15	81.15	73.35	73.35	7.80
	24033	C	S	301-13970	2	45.02	63.75	63.75	83.90	83.90	- 20.15
				301-14003		169.05	128.70	128.70	83.70	83.70	45.00
	24036	C	F	301-13925	7	5.42	86.20	86.20	89.70	89.70	- 3.50
				301-13948		1.05	62.00	62.00	101.70	101.70	- 39.70
				301-13950		11.30	111.95	111.95	84.55	84.55	27.40
				301-13962		0.25	115.30	115.30	100.35	100.35	14.95
				301-13973		8.21	110.63	110.63	80.50	80.50	30.13
				301-13985		7.06	128.70	128.70	100.35	100.35	28.35
				301-14010		2.51	108.75	108.75	63.80	63.80	44.95
	24037	C	S	301-14003	1	180.44	96.05	96.05	83.90	83.90	12.15
	25012	B	F	301-13948	5	2.07	59.55	59.55	82.25	82.25	- 22.70
				301-13962		0.23	86.20	86.20	64.10	64.10	22.10
				301-13985		21.36	62.00	62.00	81.90	81.90	- 19.90
				301-14010		2.67	111.95	111.95	50.60	50.60	61.35
				301-13970		0.44	115.30	115.30	81.90	81.90	33.40
	26016	C	S	301-13925	1	3.26	96.95	96.95	64.10	64.10	32.85
	28015	C	M	301-14030	1	0.55	70.80	70.80	81.90	81.90	- 11.10
	28016	C	S	301-14031	1	1.65	92.65	92.65	107.20	107.20	- 14.55
	28023	C	M	301-14030	1	0.84	96.95	96.95	94.00	94.00	2.95
	29031	B	F	301-13970	1	139.83	59.55	59.55	78.25	78.25	- 18.70
	29040	C	F	301-13950	3	120.64	101.20	101.20	94.35	94.35	6.85
				301-13970		69.99	128.70	128.70	94.00	94.00	34.70
				301-14006		339.79	108.75	108.75	78.25	78.25	30.50
	29045	A	F	301-13962	4	29.66	96.05	96.05	51.50	51.50	44.55
				301-13985		225.00	59.55	59.55	81.90	81.90	- 22.35
				301-14003		375.00	86.20	86.20	107.20	107.20	- 21.00
				301-14010		1,100	62.00	62.00	94.00	94.00	- 32.00
	29047	B	F	301-13950	1	1,019	111.95	111.95	87.75	87.75	24.20
	29049	C	S	301-13925	2	100.70	127.60	127.60	98.00	98.00	29.60
				301-13973		1,175	128.70	128.70	92.00	92.00	36.70

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	29056	C	S	301-13948	2	83.95	108.75	108.75	80.50	80.50	28.25
				301-14006		425.00	96.05	96.05	77.15	77.15	18.90
	30012	C	M	301-14030	1	0.02	104.05	104.05	78.25	78.25	25.80
	30014	B	F	301-13925	10	2.13	61.80	61.80	87.45	87.45	- 25.65
				301-13948		2.18	92.65	92.65	75.65	75.65	17.00
				301-13950		27.12	96.95	96.95	104.90	104.90	- 7.95
				301-13962		0.82	128.70	128.70	92.90	92.90	35.80
				301-13970		6.32	108.75	108.75	94.35	94.35	14.40
				301-13973		42.04	96.05	96.05	68.56	68.56	27.49
				301-13985		4.05	59.55	59.55	82.80	82.80	- 23.25
				301-14003		13.50	86.20	86.20	75.65	75.65	10.55
				301-14006		15.54	62.00	62.00	77.15	77.15	- 15.15
				301-14010		39.67	104.05	104.05	80.50	80.50	23.55
	30016	B	F	301-13925	2	1.11	61.80	61.80	80.50	80.50	- 18.70
				301-13973		19.34	108.75	108.75	75.65	75.65	33.10
	30023	B	F	301-13925	8	1.68	102.68	102.68	95.70	95.70	6.98
				301-13948		1.16	81.15	81.15	85.45	85.45	- 4.30
				301-13950		12.10	63.75	63.75	92.00	92.00	- 28.25
				301-13962		0.37	128.70	128.70	100.35	100.35	28.35
				301-13973		28.57	86.20	86.20	83.90	83.90	2.30
				301-13985		1.82	62.00	62.00	85.45	85.45	- 23.45
				301-14003		6.02	128.70	128.70	78.25	78.25	50.45
				301-14010		17.83	108.75	108.75	82.80	82.80	25.95
	31005	C	M	301-13970	1	4.28	101.20	101.20	100.90	100.90	0.30
	31012	B	F	301-14006	1	13.71	103.25	103.25	81.45	81.45	21.80
	33002	C	F	301-14030	1	0.23	98.40	98.40	90.60	90.60	7.80
	34003	B	F	301-13925	4	0.36	60.75	60.75	82.80	82.80	- 22.05
				301-13970		0.93	122.90	122.90	81.45	81.45	41.45
				301-13973		9.04	111.95	111.95	90.60	90.60	21.35
				301-14006		3.03	81.75	81.75	82.80	82.80	- 1.05
	34007	B	F	301-13948	6	0.28	96.90	96.90	85.15	85.15	11.75
				301-13950		5.36	63.75	63.75	92.00	92.00	- 28.25
				301-13962		0.32	105.63	105.63	100.35	100.35	5.28
				301-13985		0.73	98.40	98.40	83.90	83.90	14.50
				301-14003		2.54	60.75	60.75	85.45	85.45	- 24.70
				301-14010		5.73	122.90	122.90	78.25	78.25	44.65

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
7/5/11	10013	A	F	301-13971	1	145.68	82.50	82.50	54.60	54.60	27.90
	10017	A	F	301-13935	9	194.46	94.05	94.05	55.25	55.25	38.80
				301-13942		89.86	80.25	80.25	62.70	62.70	17.55
				301-13987		312.12	103.25	103.25	60.27	60.27	42.98
				301-13988		137.99	122.90	122.90	79.65	79.65	43.25
				301-14004		82.10	95.55	95.55	79.60	79.60	15.95
				301-14008		159.88	63.75	63.75	101.25	101.25	- 37.50
				301-14009		98.87	105.63	105.63	86.26	86.26	19.37
				301-14017		60.48	98.40	98.40	94.35	94.35	4.05
				301-14024		87.60	122.90	122.90	111.80	111.80	11.10
	11007	A	F	301-13942	6	102.44	63.85	63.85	103.26	103.26	- 39.41
				301-13987		371.77	110.63	110.63	111.80	111.80	- 1.17
				301-13988		164.67	88.50	88.50	103.26	103.26	- 14.76
				301-14004		100.00	99.20	99.20	81.45	81.45	17.75
				301-14008		185.48	63.55	63.55	80.55	80.55	- 17.00
				301-14024		104.19	101.20	101.20	86.26	86.26	14.94
	11012	A	M	301-13935	3	414.52	63.75	63.75	94.35	94.35	- 30.60
				301-13971		36.02	105.63	105.63	57.00	57.00	48.63
				301-14017		130.16	110.63	110.63	77.00	77.00	33.63
	11020	C	S	301-14009	1	144.63	100.95	100.95	88.35	88.35	12.60
	12024			301-13961	1	375.14	122.90	122.90	101.25	101.25	21.65
	12027	A	M	301-13929	2	298.30	63.85	63.85	85.72	85.72	- 21.87
				301-13984		183.79	110.63	110.63	57.85	57.85	52.78
	13022	A	M	301-14007	1	450.00	88.50	88.50	58.70	58.70	29.80
	15064	B	S	301-13971	1	10.30	88.75	88.75	77.70	77.70	11.05
	16002	B	M	301-13929	3	21.71	62.00	62.00	59.55	59.55	2.45
				301-13961		19.35	61.80	61.80	96.05	96.05	- 34.25
				301-13984		13.34	108.75	108.75	89.70	89.70	19.05
	17003	B	M	301-14007	1	23.68	102.68	102.68	94.90	94.90	7.78
	Tio2	A	F	301-13929	3	31.63	100.30	100.30	81.10	81.10	19.20
				301-13961		22.28	110.63	110.63	84.63	84.63	26.00
				301-13984		71.67	88.50	88.50	94.05	94.05	- 5.55
	Tio2	A	F	301-13935	9	17.68	48.35	48.35	93.15	93.15	- 44.80
				301-13971		72.04	105.63	105.63	88.35	88.35	17.28
				301-13987		288.01	98.40	98.40	80.55	80.55	17.85
				301-13988		139.99	60.75	60.75	86.26	86.26	- 25.51

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14004		48.02	100.95	100.95	94.35	94.35	6.60
				301-14008		0.98	122.90	122.90	57.00	57.00	65.90
				301-14009		64.01	63.85	63.85	77.00	77.00	- 13.15
				301-14017		50.00	110.63	110.63	88.35	88.35	22.28
				301-14024		49.87	88.50	88.50	101.25	101.25	- 12.75
	Tio2	A	F	301-13942	2	2.29	99.50	99.50	52.90	52.90	46.60
				301-14007		209.83	96.90	96.90	94.05	94.05	2.85
	21006	C	F	301-13935	3	20.00	110.68	110.68	84.26	84.26	26.42
				301-13971		0.68	105.63	105.63	57.00	57.00	48.63
				301-14008		7.27	60.75	60.75	77.00	77.00	- 16.25
	21014	C	F	301-13987	6	0.18	100.95	100.95	94.35	94.35	6.60
				301-13988		0.02	122.90	122.90	52.90	52.90	70.00
				301-14004		2.48	63.85	63.85	94.05	94.05	- 30.20
				301-14009		1.74	110.63	110.63	84.26	84.26	26.37
				301-14017		0.15	88.50	88.50	57.00	57.00	31.50
				301-14024		4.64	96.90	96.90	77.00	77.00	19.90
	22002	C	F	301-13935	4	0.04	118.85	118.85	87.45	87.45	31.40
				301-13987		0.08	100.30	100.30	94.35	94.35	5.95
				301-13988		0.03	110.63	110.63	57.00	57.00	53.63
				301-14009		0.32	88.50	88.50	52.90	52.90	35.60
	22004	C	S	301-13929	1	7.73	99.20	99.20	102.65	102.65	- 3.45
	22027	C	M	301-13942	1	1.04	102.30	102.30	98.65	98.65	3.65
	22033	C	S	301-13942	1	5.90	91.40	91.40	98.05	98.05	- 6.65
	23009	B	M	301-13942	1	6.43	56.10	56.10	80.20	80.20	- 24.10
	24015	C	M	301-13961	2	22.79	97.20	97.20	81.60	81.60	15.60
				301-13984		0.27	56.10	56.10	52.90	52.90	3.20
	24025	C	M	301-13961	1	0.14	77.90	77.90	97.75	97.75	- 19.85
	24036	C	F	301-13935	9	1.70	84.50	84.50	98.40	98.40	- 13.90
				301-13971		0.32	96.90	96.90	98.05	98.05	- 1.15
				301-13987		5.47	63.75	63.75	80.20	80.20	- 16.45
				301-13988		0.94	105.63	105.63	84.26	84.26	21.37
				301-14004		3.89	98.40	98.40	57.00	57.00	41.40
				301-14007		0.69	60.75	60.75	77.00	77.00	- 16.25
				301-14008		7.72	103.25	103.25	87.45	87.45	15.80
				301-14009		6.47	122.90	122.90	94.35	94.35	28.55
				301-14024		1.10	95.55	95.55	57.00	57.00	38.55

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	25001	C	S	301-13984	2	1.86	63.75	63.75	85.15	85.15	- 21.40
				301-14017		2.31	105.63	105.63	94.35	94.35	11.28
	25012	B	F	301-13929	2	0.59	100.90	100.90	84.65	84.65	16.25
				301-13971		1.08	116.28	116.28	57.00	57.00	59.28
				301-14004		1.19	122.90	122.90	77.00	77.00	45.90
				301-14017		6.77	76.50	76.50	87.45	87.45	- 10.95
				301-14024		0.75	115.30	115.30	98.05	98.05	17.25
	26012	C	F	301-13961	2	1.24	128.70	128.70	80.20	80.20	48.50
				301-14008		7.02	110.96	110.96	77.00	77.00	33.96
	28015	C	M	301-14035	1	1.80	131.60	131.60	87.45	87.45	44.15
	28016	C	S	301-14032	3	6.00	108.40	108.40	85.15	85.15	23.25
				301-14034		0.08	93.90	93.90	84.65	84.65	9.25
				301-14036		2.60	116.28	116.28	98.05	98.05	18.23
	28021	B	F	301-14032	3	6.40	100.90	100.90	82.80	82.80	18.10
				301-14034		0.32	103.25	103.25	80.20	80.20	23.05
				301-14036		2.60	116.28	116.28	77.00	77.00	39.28
	29004	C	M	301-14007	1	150.00	100.90	100.90	87.45	87.45	13.45
	29031	B	F	301-13971	1	35.81	106.45	106.45	83.75	83.75	22.70
	29040	C	F	301-13971	3	25.00	96.00	96.00	92.90	92.90	3.10
				301-14009		79.70	55.55	55.55	87.45	87.45	- 31.90
				301-14024		22.54	83.95	83.95	98.05	98.05	- 14.10
	29045	A	F	301-13929	6	175.70	116.28	116.28	60.75	60.75	55.53
				301-13942		130.60	100.90	100.90	77.00	77.00	23.90
				301-13961		196.18	103.25	103.25	87.45	87.45	15.80
				301-13984		69.78	128.70	128.70	98.05	98.05	30.65
				301-14008		202.53	110.96	110.96	82.80	82.80	28.16
				301-14017		87.24	131.60	131.60	77.00	77.00	54.60
	29049	C	S	301-13935	3	350.00	108.40	108.40	107.25	107.25	1.15
				301-13987		225.00	110.68	110.68	77.00	77.00	33.68
				301-13988		100.00	93.90	93.90	87.45	87.45	6.45
	29051	C	S	301-14004	1	72.24	116.28	116.28	94.80	94.80	21.48
	29056	C	S	301-14004	3	24.08	122.90	122.90	106.30	106.30	16.60
				301-14009		31.74	83.95	83.95	98.05	98.05	- 14.10
				301-14024		62.39	116.28	116.28	82.80	82.80	33.48
	30014	B	F	301-13929	13	3.50	100.90	100.90	83.75	83.75	17.15
				301-13935		7.27	83.95	83.95	50.05	50.05	33.90

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-13942		1.93	116.28	116.28	78.75	78.75	37.53
				301-13961		4.64	100.90	100.90	55.68	55.68	45.22
				301-13971		2.23	103.25	103.25	82.85	82.85	20.40
				301-13984		2.14	122.90	122.90	87.70	87.70	35.20
				301-13987		8.11	106.40	106.40	79.68	79.68	26.72
				301-13988		3.44	85.85	85.85	80.50	80.50	5.35
				301-14004		2.19	98.63	98.63	68.56	68.56	30.07
				301-14008		4.11	48.35	48.35	55.68	55.68	- 7.33
				301-14009		2.90	99.20	99.20	50.26	50.26	48.94
				301-14017		2.17	83.95	83.95	55.55	55.55	28.40
				301-14024		2.22	116.28	116.28	48.35	48.35	67.93
	30015	B	M	301-14007	1	7.43	100.90	100.90	44.38	44.38	56.52
	30016	B	F	301-13935	9	3.39	83.95	83.95	91.55	91.55	- 7.60
				301-13942		0.97	116.28	116.28	92.00	92.00	24.28
				301-13987		3.65	83.95	83.95	50.26	50.26	33.69
				301-13988		1.54	116.28	116.28	92.55	92.55	23.73
				301-14004		0.97	66.75	66.75	77.00	77.00	- 10.25
				301-14008		1.84	74.25	74.25	88.35	88.35	- 14.10
				301-14009		1.29	85.85	85.85	90.90	90.90	- 5.05
				301-14017		1.00	98.63	98.63	108.26	108.26	- 9.63
				301-14024		1.00	48.35	48.35	93.45	93.45	- 45.10
	30023	B	F	301-13929	13	1.50	99.20	99.20	57.00	57.00	42.20
				301-13935		4.86	58.05	58.05	77.00	77.00	- 18.95
				301-13942		1.43	103.55	103.55	88.35	88.35	15.20
				301-13961		2.09	94.05	94.05	101.25	101.25	- 7.20
				301-13984		0.93	93.15	93.15	86.26	86.26	6.89
				301-13987		5.37	61.00	61.00	94.35	94.35	- 33.35
				301-13988		2.32	91.45	91.45	94.35	94.35	- 2.90
				301-14004		1.43	96.05	96.05	100.90	100.90	- 4.85
				301-14007		1.96	89.70	89.70	86.80	86.80	2.90
				301-14008		2.75	94.90	94.90	77.70	77.70	17.20
				301-14009		1.29	85.45	85.45	82.25	82.25	3.20
				301-14017		1.41	93.80	93.80	77.70	77.70	16.10
				301-14024		1.49	94.05	94.05	103.26	103.26	- 9.21
	31012	B	F	301-13971	2	2.36	93.15	93.15	81.45	81.45	11.70
				301-14009		3.23	88.35	88.35	80.55	80.55	7.80

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	34003	B	F	301-13935	11	1.01	103.55	103.55	93.45	93.45	10.10
				301-13942		0.29	88.50	88.50	64.75	64.75	23.75
				301-13971		0.36	58.60	58.60	100.90	100.90	- 42.30
				301-13987		1.31	63.55	63.55	86.80	86.80	- 23.25
				301-13988		0.55	101.20	101.20	77.70	77.70	23.50
				301-14004		0.42	110.96	110.96	59.55	59.55	51.41
				301-14007		0.67	96.83	96.83	82.25	82.25	14.58
				301-14008		0.61	83.95	83.95	77.70	77.70	6.25
				301-14009		0.64	88.00	88.00	103.26	103.26	- 15.26
				301-14017		0.49	139.60	139.60	81.45	81.45	58.15
				301-14024		0.29	105.63	105.63	77.00	77.00	28.63
	34007	B	F	301-13929	3	0.65	110.63	110.63	98.65	98.65	11.98
				301-13961		0.84	136.20	136.20	75.65	75.65	60.55
				301-13984		0.49	89.52	89.52	82.25	82.25	7.27
8/5/11	10013	A	F	301-13963	1	75.00	56.45	56.45	77.70	77.70	- 21.25
	10017	A	F	301-13927	2	4,381	116.28	116.28	76.85	76.85	39.43
				301-14020		150.00	83.95	83.95	58.70	58.70	25.25
	11007	A	F	301-13927	1	1,459	116.28	116.28	77.70	77.70	38.58
	11010	B	M	301-13927	1	2,913	66.75	66.75	88.35	88.35	- 21.60
	11012	A	M	301-13963	2	168.63	74.25	74.25	90.60	90.60	- 16.35
				301-14020		337.59	85.85	85.85	75.65	75.65	10.20
	12011	B	S	301-13947	2	190.79	98.63	98.63	85.72	85.72	12.91
				301-14016		375.00	48.35	48.35	57.85	57.85	- 9.50
	16002	B	M	301-13947	2	13.90	99.20	99.20	58.70	58.70	40.50
				301-14016		27.87	58.05	58.05	84.80	84.80	- 26.75
	Tio2	A	F	301-13947	2	6.95	103.55	103.55	89.70	89.70	13.85
				301-14016		7.52	94.05	94.05	94.90	94.90	- 0.85
	Tio2	A	F	301-13927	2	2,074	93.15	93.15	83.70	83.70	9.45
				301-14020		207.65	61.00	61.00	64.45	64.45	- 3.45
	Tio2	A	F	301-13963	1	31.90	91.45	91.45	88.00	88.00	3.45
	21006	C	F	301-13927	1	49.35	96.05	96.05	89.70	89.70	6.35
	21014	C	F	301-13963	2	1.51	89.70	89.70	91.10	91.10	- 1.40
				301-14020		0.14	94.90	94.90	92.95	92.95	1.95
	22002	C	F	301-14016	2	10.24	85.45	85.45	85.45	85.45	-
				301-14020		0.05	94.05	94.05	93.80	93.80	0.25
	23005	B	M	301-13947	2	14.17	93.15	93.15	91.75	91.75	1.40

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14016		3.76	88.35	88.35	84.80	84.80	3.55
	24032	C	M	301-13947	1	35.86	103.55	103.55	57.80	57.80	45.75
	24036	C	F	301-13927	3	14.72	88.50	88.50	82.25	82.25	6.25
				301-14016		6.20	58.60	58.60	75.65	75.65	- 17.05
				301-14020		4.26	63.55	63.55	104.90	104.90	- 41.35
	24037	C	S	301-13947	1	21.40	101.20	101.20	82.25	82.25	18.95
	25012	B	F	301-13927	2	14.49	110.96	110.96	75.65	75.65	35.31
				301-13963		9.86	96.83	96.83	104.90	104.90	- 8.07
	25023	C	F	301-13963	1	2.68	83.95	83.95	84.80	84.80	- 0.85
	29031	B	F	301-14016	1	150.00	88.00	88.00	57.80	57.80	30.20
	29039	C	F	301-13963	1	48.04	139.60	139.60	82.25	82.25	57.35
	29040	C	F	301-13947	1	12.49	105.63	105.63	75.65	75.65	29.98
	29045	A	F	301-13963	2	96.03	110.63	110.63	82.80	82.80	27.83
				301-14020		181.78	136.20	136.20	82.25	82.25	53.95
	29047	B	F	301-13927	1	3,029	89.52	89.52	75.65	75.65	13.87
	29051	C	S	301-14016	1	50.00	83.95	83.95	104.90	104.90	- 20.95
	29056	C	S	301-13947	1	50.00	102.16	102.16	82.25	82.25	19.91
	30014	B	F	301-13927	4	103.44	120.06	120.06	75.65	75.65	44.41
				301-13947		2.22	80.72	80.72	104.90	104.90	- 24.18
				301-14016		4.52	85.56	85.56	79.68	79.68	5.88
				301-14020		5.89	78.87	78.87	80.50	80.50	- 1.63
	30023	B	F	301-13927	4	69.60	80.25	80.25	68.56	68.56	11.69
				301-13947		0.95	102.63	102.63	95.20	95.20	7.43
				301-14016		2.00	76.05	76.05	103.20	103.20	- 27.15
				301-14020		3.93	78.55	78.55	84.50	84.50	- 5.95
	31012	B	F	301-13927	1	116.18	66.75	66.75	82.25	82.25	- 15.50
	33003	C	S	301-13963	1	0.35	61.50	61.50	75.65	75.65	- 14.15
	34003	B	F	301-13927	3	18.31	68.40	68.40	92.90	92.90	- 24.50
				301-13963		0.65	79.30	79.30	68.56	68.56	10.74
				301-14020		0.76	70.65	70.65	104.90	104.90	- 34.25
	34007	B	F	301-13947	2	0.46	94.05	94.05	82.25	82.25	11.80
				301-14016		0.91	71.65	71.65	92.90	92.90	- 21.25
9/5/11	10013	A	F	301-13986	2	208.18	102.63	102.63	80.55	80.55	22.08
				301-14005		137.43	76.05	76.05	92.90	92.90	- 16.85
	10017	A	F	301-13943	3	169.47	78.55	78.55	68.56	68.56	9.99
				301-13989		490.39	88.75	88.75	92.00	92.00	- 3.25

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะทาง	รวม ระยะทาง	ระยะทาง	รวม ระยะทาง	
				301-14012		100.00	63.85	63.85	66.40	66.40	- 2.55
	11007	A	F	301-13943	1	207.43	102.63	102.63	80.50	80.50	22.13
	11012	A	M	301-13986	3	469.96	113.68	113.68	68.56	68.56	45.12
				301-14005		202.55	135.60	135.60	82.80	82.80	52.80
				301-14012		87.63	59.55	59.55	75.65	75.65	- 16.10
	11026			301-13989	1	720.35	73.06	73.06	68.56	68.56	4.50
	12024			301-13969	1	5,850	96.64	96.64	92.00	92.00	4.64
	15061	C	M	301-14005	1	9.27	74.16	74.16	80.50	80.50	- 6.34
	15064	B	S	301-14012	1	3.45	102.16	102.16	77.15	77.15	25.01
	16002	B	M	301-13969	1	306.10	120.06	120.06	75.65	75.65	44.41
	Tio2	A	F	301-13969	1	2,045	80.72	80.72	92.90	92.90	- 12.18
	Tio2	A	F	301-13943	5	30.07	85.56	85.56	68.56	68.56	17.00
				301-13986		314.52	78.87	78.87	78.25	78.25	0.62
				301-13989		320.32	80.25	80.25	87.45	87.45	- 7.20
				301-14005		90.17	102.63	102.63	75.65	75.65	26.98
				301-14012		62.41	76.05	76.05	104.90	104.90	- 28.85
	21006	C	F	301-13969	2	37.72	78.55	78.55	92.90	92.90	- 14.35
				301-13989		39.55	66.75	66.75	94.35	94.35	- 27.60
				301-14012		0.96	61.50	61.50	68.56	68.56	- 7.06
	21014	C	F	301-13943	3	0.06	68.40	68.40	82.80	82.80	- 14.40
				301-13986		1.78	79.30	79.30	75.65	75.65	3.65
				301-14005		3.23	70.65	70.65	77.15	77.15	- 6.50
	22002	C	F	301-13969	5	7.10	131.60	131.60	78.25	78.25	53.35
				301-13986		0.28	108.40	108.40	87.45	87.45	20.95
				301-13989		1.36	110.68	110.68	75.65	75.65	35.03
				301-14005		0.88	93.90	93.90	95.70	95.70	- 1.80
				301-14012		0.12	116.28	116.28	85.45	85.45	30.83
	23009	B	M	301-13943	1	37.51	122.90	122.90	92.00	92.00	30.90
	24036	C	F	301-13969	5	22.66	76.50	76.50	100.35	100.35	- 23.85
				301-13986		1.18	115.30	115.30	83.90	83.90	31.40
				301-13989		8.08	128.70	128.70	85.45	85.45	43.25
				301-14005		13.15	110.96	110.96	78.25	78.25	32.71
				301-14012		1.76	131.60	131.60	92.05	92.05	39.55
	24037	C	S	301-13943	1	16.50	108.40	108.40	92.00	92.00	16.40
	28016	C	S	301-14039	1	8.00	93.90	93.90	80.50	80.50	13.40
	28021	B	F	301-14037	3	0.40	116.28	116.28	100.35	100.35	15.93

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14038		0.20	100.90	100.90	100.35	100.35	0.55
				301-14039		8.62	103.25	103.25	63.80	63.80	39.45
	29031	B	F	301-13969	1	1,563	116.28	116.28	83.90	83.90	32.38
	29040	C	F	301-13969	2	1,170	100.90	100.90	92.05	92.05	8.85
				301-14012		25.00	106.45	106.45	92.00	92.00	14.45
	29045	A	F	301-13943	2	160.04	59.35	59.35	80.50	80.50	- 21.15
				301-13989		512.17	73.06	73.06	81.45	81.45	- 8.39
	29048	B	M	301-13986	1	360.26	96.64	96.64	80.26	80.26	16.38
	29056	C	S	301-14005	2	157.32	74.16	74.16	78.25	78.25	- 4.09
				301-14012		50.00	102.16	102.16	100.35	100.35	1.81
	30014	B	F	301-13943	5	4.50	120.06	120.06	63.80	63.80	56.26
				301-13969		69.47	80.72	80.72	83.90	83.90	- 3.18
				301-13989		14.79	85.56	85.56	92.05	92.05	- 6.49
				301-14005		4.00	78.87	78.87	87.45	87.45	- 8.58
				301-14012		2.25	80.25	80.25	75.65	75.65	4.60
	30016	B	F	301-13943	2	2.02	102.63	102.63	83.90	83.90	18.73
				301-13989		6.66	76.05	76.05	83.70	83.70	- 7.65
	30023	B	F	301-13943	4	3.01	78.55	78.55	80.26	80.26	- 1.71
				301-13969		31.89	66.75	66.75	78.25	78.25	- 11.50
				301-13989		10.10	61.50	61.50	100.35	100.35	- 38.85
				301-14005		1.77	68.40	68.40	62.40	62.40	6.00
	31012	B	F	301-13986	3	8.96	79.30	79.30	66.15	66.15	13.15
				301-14005		3.62	70.65	70.65	64.10	64.10	6.55
				301-14012		1.96	131.60	131.60	81.90	81.90	49.70
	32006	C	M	301-13986	1	4.56	108.40	108.40	50.60	50.60	57.80
	32011	C	S	301-13986		4.61	110.68	110.68	81.90	81.90	28.78
	34003	B	F	301-13943	5	0.86	93.90	93.90	64.10	64.10	29.80
				301-13986		1.66	116.28	116.28	73.35	73.35	42.93
				301-13989		2.33	122.90	122.90	83.90	83.90	39.00
				301-14005		0.79	76.50	76.50	83.70	83.70	- 7.20
				301-14012		0.45	115.30	115.30	80.26	80.26	35.04
	34007	B	F	301-13969	1	14.52	128.70	128.70	78.25	78.25	50.45
10/5/11	10013	A	F	301-14013	2	100.00	110.96	110.96	100.35	100.35	10.61
				301-14027		121.86	131.60	131.60	57.05	57.05	74.55
	10017	A	F	301-13933	2	185.40	108.40	108.40	85.45	85.45	22.95
				301-14018		175.00	93.90	93.90	78.25	78.25	15.65

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะทาง	รวม ระยะทาง	ระยะทาง	รวม ระยะทาง	
	11007	A	F	301-14027	1	120.83	116.28	116.28	92.05	92.05	24.23
	11012	A	M	301-13933	3	416.74	55.55	55.55	92.00	92.00	- 36.45
				301-14013		89.12	83.95	83.95	80.50	80.50	3.45
				301-14018		391.15	116.28	116.28	73.05	73.05	43.23
	12011	B	S	301-14028	2	457.87	100.90	100.90	75.05	75.05	25.85
				301-14033		192.13	103.25	103.25	81.90	81.90	21.35
	12022	C	S	301-14046	1	900.00	128.70	128.70	61.80	61.80	66.90
	12027	A	M	301-13993	2	1,500	110.96	110.96	81.90	81.90	29.06
				301-13997		237.29	131.60	131.60	73.35	73.35	58.25
	12030	A	M	301-13932	1	1,500	108.40	108.40	89.40	89.40	19.00
	15064	B	S	301-14013	1	5.04	110.68	110.68	81.90	81.90	28.78
	16002	B	M	301-13932	6	111.49	93.90	93.90	73.35	73.35	20.55
				301-13993		111.20	116.28	116.28	83.90	83.90	32.38
				301-13997		17.31	116.28	116.28	83.70	83.70	32.58
				301-14028		33.51	100.90	100.90	89.70	89.70	11.20
				301-14033		13.98	103.25	103.25	101.70	101.70	1.55
				301-14046		66.65	122.90	122.90	100.35	100.35	22.55
	Tio2	A	F	301-14033	1	5.50	106.40	106.40	63.80	63.80	42.60
	Tio2	A	F	301-13932	4	379.92	85.85	85.85	83.90	83.90	1.95
				301-13993		679.22	98.63	98.63	82.25	82.25	16.38
				301-13997		17.01	48.35	48.35	64.10	64.10	- 15.75
				301-14046		311.92	99.20	99.20	81.90	81.90	17.30
	Tio2	A	F	301-13933	4	119.69	83.95	83.95	50.60	50.60	33.35
				301-14013		62.48	116.28	116.28	81.90	81.90	34.38
				301-14018		127.69	100.90	100.90	64.10	64.10	36.80
				301-14027		95.73	99.20	99.20	81.90	81.90	17.30
	21006	C	F	301-13932	4	28.20	58.05	58.05	107.20	107.20	- 49.15
				301-13993		3.71	103.55	103.55	87.75	87.75	15.80
				301-14018		9.00	94.05	94.05	98.00	98.00	- 3.95
				301-14027		2.53	93.15	93.15	92.00	92.00	1.15
	21010	B	F	301-14028	1	7.15	61.00	61.00	80.50	80.50	- 19.50
	21014	C	F	301-13933	4	0.08	91.45	91.45	77.15	77.15	14.30
				301-14013		1.44	96.05	96.05	78.25	78.25	17.80
				301-14033		10.62	89.70	89.70	87.45	87.45	2.25
				301-14046		8.87	94.90	94.90	75.65	75.65	19.25
	22002	C	F	301-13932	6	0.68	85.45	85.45	104.90	104.90	- 19.45

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-13993		0.16	93.80	93.80	92.90	92.90	0.90
				301-14013		0.12	83.95	83.95	94.35	94.35	- 10.40
				301-14018		0.11	88.00	88.00	92.90	92.90	- 4.90
				301-14027		0.11	139.60	139.60	94.35	94.35	45.25
				301-14033		0.23	105.63	105.63	98.00	98.00	7.63
	22008	C	M	301-13933	1	0.94	110.63	110.63	91.70	91.70	18.93
	23009	B	M	301-13933	1	46.75	136.20	136.20	75.65	75.65	60.55
	24006	C	M	301-13997	1	73.86	89.52	89.52	95.45	95.45	- 5.93
	24036	C	F	301-13932	7	6.42	56.45	56.45	50.26	50.26	6.19
				301-13993		6.17	116.28	116.28	80.50	80.50	35.78
				301-14013		1.19	83.95	83.95	77.15	77.15	6.80
				301-14018		2.32	116.28	116.28	91.70	91.70	24.58
				301-14027		0.98	66.75	66.75	75.65	75.65	- 8.90
				301-14033		5.24	91.45	91.45	95.45	95.45	- 4.00
				301-14046		15.60	96.05	96.05	95.45	95.45	0.60
	26012	C	F	301-13997	1	1.68	89.70	89.70	94.35	94.35	- 4.65
	26016	C	S	301-14046	2	2.91	94.90	94.90	88.85	88.85	6.05
				301-14064		3.00	85.45	85.45	94.35	94.35	- 8.90
	28021	B	F	301-14065	1	3.00	94.05	94.05	82.80	82.80	11.25
	29031	B	F	301-14018	2	263.82	93.15	93.15	83.70	83.70	9.45
				301-14033		62.50	88.35	88.35	75.65	75.65	12.70
	29039	C	F	301-14046	1	540.57	103.55	103.55	95.45	95.45	8.10
	29040	C	F	301-13933	5	200.00	88.50	88.50	90.60	90.60	- 2.10
				301-14013		25.00	58.60	58.60	75.65	75.65	- 17.05
				301-14018		56.29	63.55	63.55	95.45	95.45	- 31.90
				301-14028		90.58	101.20	101.20	95.45	95.45	5.75
				301-14033		50.00	110.96	110.96	94.35	94.35	16.61
	29045	A	F	301-13932	4	581.40	83.95	83.95	76.85	76.85	7.10
				301-13933		80.99	102.16	102.16	83.70	83.70	18.46
				301-13993		700.00	120.06	120.06	89.70	89.70	30.36
				301-13997		93.16	80.72	80.72	101.70	101.70	- 20.98
	29048	B	M	301-14027	2	95.93	85.56	85.56	100.35	100.35	- 14.79
				301-14046		59.96	78.87	78.87	90.60	90.60	- 11.73
	29056	C	S	301-14013	2	50.00	80.25	80.25	100.30	100.30	- 20.05
				301-14028		120.02	102.63	102.63	76.85	76.85	25.78
	30014	B	F	301-13932	8	18.05	76.05	76.05	83.70	83.70	- 7.65

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-13933		7.33	78.55	78.55	107.20	107.20	- 28.65
				301-13993		18.11	66.75	66.75	87.75	87.75	- 21.00
				301-13997		3.14	61.50	61.50	98.00	98.00	- 36.50
				301-14013		2.28	68.40	68.40	76.85	76.85	- 8.45
				301-14018		7.01	59.55	59.55	100.35	100.35	- 40.80
				301-14028		5.20	89.52	89.52	90.60	90.60	- 1.08
				301-14033		2.24	83.95	83.95	94.35	94.35	- 10.40
	30016	B	F	301-14018	1	3.03	102.63	102.63	86.85	86.85	15.78
	30023	B	F	301-13932	7	8.14	109.55	109.55	80.50	80.50	29.05
				301-13933		4.83	120.06	120.06	107.20	107.20	12.86
				301-13993		8.09	80.72	80.72	87.75	87.75	- 7.03
				301-13997		1.28	85.56	85.56	98.00	98.00	- 12.44
				301-14018		4.53	78.87	78.87	100.35	100.35	- 21.48
				301-14028		2.43	80.25	80.25	90.60	90.60	- 10.35
				301-14033		1.04	102.63	102.63	76.85	76.85	25.78
	31012	B	F	301-14013	2	2.02	109.55	109.55	83.70	83.70	25.85
				301-14018		3.74	106.45	106.45	107.20	107.20	- 0.75
	31014	C	F	301-14033	1	7.38	88.50	88.50	90.65	90.65	- 2.15
	32006	C	M	301-14027	1	0.88	58.60	58.60	98.60	98.60	- 40.00
	32014	C	M	301-14027	1	2.45	63.55	63.55	95.40	95.40	- 31.85
	33003	C	S	301-14046	1	1.32	101.20	101.20	104.90	104.90	- 3.70
	34003	B	F	301-13933	4	1.49	63.75	63.75	83.70	83.70	- 19.95
				301-14013		0.38	110.63	110.63	95.45	95.45	15.18
				301-14018		1.23	136.20	136.20	95.45	95.45	40.75
				301-14027		0.43	102.68	102.68	94.35	94.35	8.33
	34007	B	F	301-13932	6	2.72	83.95	83.95	76.85	76.85	7.10
				301-13993		3.47	63.75	63.75	94.35	94.35	- 30.60
				301-13997		0.43	105.63	105.63	86.85	86.85	18.78
				301-14028		0.93	110.63	110.63	80.50	80.50	30.13
				301-14033		0.60	88.50	88.50	107.20	107.20	- 18.70
				301-14046		2.35	63.75	63.75	90.60	90.60	- 26.85
11/5/11	10017	A	F	301-14011	6	139.57	103.25	103.25	62.40	62.40	40.85
				301-14015		871.61	62.00	62.00	76.85	76.85	- 14.85
				301-14019		224.38	68.50	68.50	83.70	83.70	- 15.20
				301-14025		92.12	105.63	105.63	107.20	107.20	- 1.57
				301-14051		1,201	61.80	61.80	90.65	90.65	- 28.85

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14058		75.00	101.20	101.20	98.60	98.60	2.60
	11007	A	F	301-14025	1	111.53	63.75	63.75	72.20	72.20	- 8.45
	11012	A	M	301-14011	3	285.93	110.63	110.63	64.10	64.10	46.53
				301-14019		494.00	88.50	88.50	75.65	75.65	12.85
				301-14058		166.33	116.28	116.28	83.15	83.15	33.13
	11026			301-14015	2	1,303	100.90	100.90	69.52	69.52	31.38
				301-14051		1,800	103.25	103.25	80.26	80.26	22.99
	12024			301-14062	1	2,450	122.90	122.90	71.85	71.85	51.05
	12030	A	M	301-14062	1	25.00	106.40	106.40	60.90	60.90	45.50
	16002	B	M	301-14062	1	130.29	85.85	85.85	75.65	75.65	10.20
	Tio2	A	F	301-14062	1	923.94	122.90	122.90	83.15	83.15	39.75
	Tio2	A	F	301-14015	5	985.95	83.95	83.95	71.35	71.35	12.60
				301-14019		142.80	116.28	116.28	76.85	76.85	39.43
				301-14025		13.06	122.90	122.90	83.70	83.70	39.20
				301-14051		1,398	106.40	106.40	107.20	107.20	- 0.80
				301-14058		96.01	83.95	83.95	90.65	90.65	- 6.70
	Tio2	A	F	301-14011	1	9.40	61.85	61.85	46.05	46.05	15.80
	21006	C	F	301-14062	1	10.26	78.25	78.25	90.65	90.65	- 12.40
	21014	C	F	301-14019	3	9.23	58.75	58.75	92.05	92.05	- 33.30
				301-14025		4.59	63.75	63.75	90.65	90.65	- 26.90
				301-14058		0.59	103.25	103.25	46.05	46.05	57.20
	22002	C	F	301-14058	2	0.03	82.80	82.80	94.35	94.35	- 11.55
				301-14062		0.54	80.25	80.25	97.50	97.50	- 17.25
	22033	C	S	301-14015	1	10.83	122.90	122.90	88.85	88.85	34.05
	24036	C	F	301-14019	3	3.56	95.55	95.55	97.55	97.55	- 2.00
				301-14058		0.99	94.90	94.90	102.60	102.60	- 7.70
				301-14062		2.87	88.00	88.00	87.75	87.75	0.25
	25012	B	F	301-14011	4	3.17	89.25	89.25	84.50	84.50	4.75
				301-14015		0.94	78.25	78.25	107.20	107.20	- 28.95
				301-14019		6.57	63.02	63.02	90.65	90.65	- 27.63
				301-14051		2.74	103.25	103.25	46.05	46.05	57.20
	25023	C	F	301-14025	1	0.94	122.90	122.90	80.26	80.26	42.64
	26012	C	F	301-14011	2	8.20	111.95	111.95	97.50	97.50	14.45
				301-14025		4.30	81.75	81.75	80.26	80.26	1.49
	28013	C	S	301-14079	1	13.46	96.90	96.90	102.60	102.60	- 5.70
	28021	B	F	301-14063	1	0.15	105.63	105.63	87.75	87.75	17.88

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	29045	A	F	301-14011	6	209.14	110.63	110.63	75.35	75.35	35.28
				301-14015		785.19	89.25	89.25	92.05	92.05	- 2.80
				301-14019		427.88	78.25	78.25	90.65	90.65	- 12.40
				301-14025		107.93	64.45	64.45	46.05	46.05	18.40
				301-14051		1,000	111.95	111.95	94.35	94.35	17.60
				301-14058		89.27	81.75	81.75	80.26	80.26	1.49
	29056	C	S	301-14062	1	989.98	96.90	96.90	104.00	104.00	- 7.10
	30004	C	M	301-14063	1	0.02	105.63	105.63	95.40	95.40	10.23
	30014	B	F	301-14011	7	4.64	71.00	71.00	84.50	84.50	- 13.50
				301-14015		26.04	108.75	108.75	87.75	87.75	21.00
				301-14019		8.72	96.90	96.90	84.50	84.50	12.40
				301-14025		2.17	105.63	105.63	107.20	107.20	- 1.57
				301-14051		36.08	110.63	110.63	90.65	90.65	19.98
				301-14058		2.85	62.00	62.00	75.35	75.35	- 13.35
				301-14062		29.57	111.95	111.95	92.05	92.05	19.90
	30016	B	F	301-14011	4	2.49	115.30	115.30	86.80	86.80	28.50
				301-14015		11.79	110.63	110.63	80.26	80.26	30.37
				301-14025		1.15	102.68	102.68	104.00	104.00	- 1.32
				301-14051		16.07	81.15	81.15	95.40	95.40	- 14.25
	30023	B	F	301-14011	7	3.36	63.75	63.75	83.70	83.70	- 19.95
				301-14015		17.49	128.70	128.70	87.75	87.75	40.95
				301-14019		5.72	86.20	86.20	75.35	75.35	10.85
				301-14025		1.66	62.00	62.00	92.05	92.05	- 30.05
				301-14051		24.03	111.95	111.95	86.80	86.80	25.15
				301-14058		1.92	115.30	115.30	87.75	87.75	27.55
				301-14062		13.25	110.63	110.63	75.35	75.35	35.28
	31012	B	F	301-14011	1	1.52	128.70	128.70	86.95	86.95	41.75
	33002	C	F	301-14063	1	0.04	108.75	108.75	92.90	92.90	15.85
	34003	B	F	301-14011	6	0.75	111.95	111.95	84.65	84.65	27.30
				301-14015		4.95	115.30	115.30	75.35	75.35	39.95
				301-14019		1.39	96.95	96.95	92.05	92.05	4.90
				301-14025		0.36	70.80	70.80	86.80	86.80	- 16.00
				301-14051		6.96	92.65	92.65	87.75	87.75	4.90
				301-14058		0.40	96.95	96.95	75.35	75.35	21.60
	34007	B	F	301-14062	1	6.46	59.55	59.55	86.00	86.00	- 26.45
12/5/11	10017	A	F	301-14029	3	63.77	101.20	101.20	80.85	80.85	20.35

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14052		1,184	128.70	128.70	87.75	87.75	40.95
				301-14056		232.00	128.70	128.70	75.35	75.35	53.35
	11007	A	F	301-14052	1	1,448	108.75	108.75	74.85	74.85	33.90
	11012	A	M	301-14029	2	135.80	96.05	96.05	66.40	66.40	29.65
				301-14056		520.03	104.05	104.05	75.35	75.35	28.70
	12027	A	M	301-13930	4	317.74	61.80	61.80	60.90	60.90	0.90
				301-14026		2,400	92.65	92.65	87.75	87.75	4.90
				301-14047		2,250	96.95	96.95	75.35	75.35	21.60
				301-14053		600.00	128.70	128.70	86.00	86.00	42.70
	16002	B	M	301-13930	4	23.44	108.75	108.75	75.65	75.65	33.10
				301-14026		178.88	108.75	108.75	75.35	75.35	33.40
				301-14047		167.81	102.68	102.68	86.00	86.00	16.68
				301-14053		44.53	81.15	81.15	80.85	80.85	0.30
	Tio2	A	F	301-13930	4	5.43	63.75	63.75	84.60	84.60	- 20.85
				301-14026		1,119	128.70	128.70	86.95	86.95	41.75
				301-14047		959.75	86.20	86.20	92.90	92.90	- 6.70
				301-14053		4.76	62.00	62.00	84.65	84.65	- 22.65
	Tio2	A	F	301-14029	2	8.74	128.70	128.70	61.60	61.60	67.10
				301-14052		558.85	108.75	108.75	84.60	84.60	24.15
	21006	C	F	301-14029	2	0.04	101.20	101.20	92.90	92.90	8.30
				301-14047		6.82	103.25	103.25	75.65	75.65	27.60
	21010	B	F	301-14052	1	8.54	98.40	98.40	86.00	86.00	12.40
	21014	C	F	301-14053	1	0.17	60.75	60.75	95.20	95.20	- 34.45
	22002	C	F	301-14026	3	0.06	122.90	122.90	92.00	92.00	30.90
				301-14047		0.07	111.95	111.95	75.35	75.35	36.60
				301-14052		1.05	81.75	81.75	86.00	86.00	- 4.25
	22027	C	M	301-14053	1	41.87	96.90	96.90	87.15	87.15	9.75
	22032	C	S	301-14053	2	7.75	94.05	94.05	104.95	104.95	- 10.90
				301-14056		26.08	80.25	80.25	75.35	75.35	4.90
	23009	B	M	301-14056	1	38.85	103.25	103.25	80.25	80.25	23.00
	24015	C	M	301-14029	1	0.90	122.90	122.90	94.05	94.05	28.85
	24036	C	F	301-14047	2	5.81	95.55	95.55	90.65	90.65	4.90
				301-14052		36.81	63.75	63.75	94.05	94.05	- 30.30
	25012	B	F	301-13930	2	58.37	105.63	105.63	87.75	87.75	17.88
				301-14026		2.96	98.40	98.40	75.35	75.35	23.05
	25023	C	F	301-14029	1	5.66	99.20	99.20	90.65	90.65	8.55

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	25029	C	S	301-14026	1	-	63.55	63.55	95.75	95.75	- 32.20
	28001	C	S	301-14081	1	0.20	101.20	101.20	97.10	97.10	4.10
	28021	B	F	301-14082	4	1.95	63.75	63.75	85.45	85.45	- 21.70
				301-14083		1.85	105.63	105.63	75.35	75.35	30.28
				301-14084		0.74	110.63	110.63	80.25	80.25	30.38
				301-14085		6.20	100.95	100.95	94.05	94.05	6.90
	29014	C	M	301-14052	1	120.06	122.90	122.90	102.30	102.30	20.60
	29039	C	F	301-14052	1	1,280	63.85	63.85	90.60	90.60	- 26.75
	29045	A	F	301-13930	6	126.14	110.63	110.63	83.10	83.10	27.53
				301-14026		800.00	61.80	61.80	90.65	90.65	- 28.85
				301-14029		116.93	108.75	108.75	95.75	95.75	13.00
				301-14047		1,050	102.68	102.68	97.10	97.10	5.58
				301-14053		418.01	100.30	100.30	85.45	85.45	14.85
				301-14056		500.00	110.63	110.63	80.25	80.25	30.38
	29048	B	M	301-14052	1	350.00	88.50	88.50	81.10	81.10	7.40
	30004	C	M	301-14082	1	0.22	48.35	48.35	82.55	82.55	- 34.20
	30014	B	F	301-13930	6	3.78	105.63	105.63	80.50	80.50	25.13
				301-14026		28.75	63.85	63.85	86.00	86.00	- 22.15
				301-14029		2.33	110.63	110.63	75.65	75.65	34.98
				301-14047		27.09	88.50	88.50	75.35	75.35	13.15
				301-14053		7.21	99.50	99.50	86.00	86.00	13.50
				301-14056		9.13	96.90	96.90	80.85	80.85	16.05
	30023	B	F	301-13930	7	1.67	110.68	110.68	80.50	80.50	30.18
				301-14026		12.87	105.63	105.63	80.26	80.26	25.37
				301-14029		1.58	60.75	60.75	71.85	71.85	- 11.10
				301-14047		12.29	100.95	100.95	60.90	60.90	40.05
				301-14053		3.27	122.90	122.90	75.65	75.65	47.25
				301-14056		6.16	63.85	63.85	83.15	83.15	- 19.30
				54050008		2.03	110.63	110.63	71.35	71.35	39.28
	31019	C	S	301-14052	1	24.50	88.50	88.50	76.85	76.85	11.65
	32008	C	M	301-14080	1	0.20	96.90	96.90	103.20	103.20	- 6.30
	33002	C	F	301-14052	2	4.20	118.85	118.85	95.20	95.20	23.65
				301-14082		0.43	100.30	100.30	76.85	76.85	23.45
	34003	B	F	301-14029	3	0.37	110.63	110.63	86.00	86.00	24.63
				301-14052		6.85	88.50	88.50	80.85	80.85	7.65
				301-14056		1.61	99.20	99.20	86.00	86.00	13.20

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	34007	B	F	301-13930	4	0.68	102.30	102.30	86.95	86.95	15.35
				301-14026		5.68	91.40	91.40	71.85	71.85	19.55
				301-14047		4.68	56.10	56.10	60.90	60.90	- 4.80
				301-14053		1.09	84.50	84.50	75.65	75.65	8.85
13/5/11	10013	A	F	301-14059	1	625.00	96.90	96.90	66.25	66.25	30.65
	10017	A	F	301-14042	4	97.72	63.75	63.75	86.35	86.35	- 22.60
				301-14048		222.63	105.63	105.63	86.00	86.00	19.63
				301-14061		96.66	98.40	98.40	80.85	80.85	17.55
				301-14069		1,447	60.75	60.75	86.00	86.00	- 25.25
	11007	A	F	301-14042	1	118.06	103.25	103.25	76.80	76.80	26.45
	11012	A	M	301-14048	3	494.07	122.90	122.90	61.85	61.85	61.05
				301-14059		1,405	95.55	95.55	80.25	80.25	15.30
				301-14061		87.09	100.90	100.90	94.05	94.05	6.85
	11026			54050056	4	-	116.28	116.28	78.25	78.25	38.03
				54050057		-	122.90	122.90	107.20	107.20	15.70
				54050058		-	76.50	76.50	90.65	90.65	- 14.15
				301-14069		2,160	115.30	115.30	75.35	75.35	39.95
	12011	B	S	301-14043	1	195.01	128.70	128.70	92.05	92.05	36.65
	12027	A	M	301-14045	3	864.31	110.96	110.96	64.15	64.15	46.81
				301-14067		1,200	108.40	108.40	75.65	75.65	32.75
				54050048		25.00	93.90	93.90	66.25	66.25	27.65
	12030	A	M	301-14041	1	1,725	116.28	116.28	86.35	86.35	29.93
	13022	A	M	301-14068	1	146.75	100.90	100.90	60.90	60.90	40.00
	13032	C	S	54050053	1	-	103.25	103.25	95.75	95.75	7.50
	15064	B	S	301-14061	1	4.75	116.28	116.28	82.85	82.85	33.43
	16002	B	M	301-14041	4	127.86	100.90	100.90	80.25	80.25	20.65
				301-14043		14.63	106.45	106.45	80.50	80.50	25.95
				301-14045		66.54	96.00	96.00	80.26	80.26	15.74
				301-14067		88.98	116.28	116.28	71.85	71.85	44.43
	17003	B	M	301-14068	1	7.37	100.90	100.90	60.90	60.90	40.00
	Tio2	A	F	301-14041	3	781.82	103.25	103.25	79.15	79.15	24.10
				301-14045		10.35	128.70	128.70	60.90	60.90	67.80
				301-14067		479.94	110.96	110.96	95.75	95.75	15.21
	Tio2	A	F	301-14059	4	188.46	131.60	131.60	65.35	65.35	66.25
				301-14061		83.92	108.40	108.40	86.35	86.35	22.05
				301-14068		19.00	110.68	110.68	86.00	86.00	24.68

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14069		1,152	93.90	93.90	80.85	80.85	13.05
	Tio2	A	F	301-14048	1	304.35	116.28	116.28	64.45	64.45	51.83
	21006	C	F	301-14042	3	9.74	122.90	122.90	92.00	92.00	30.90
				301-14067		4.55	116.28	116.28	84.65	84.65	31.63
				301-14069		44.02	100.90	100.90	75.35	75.35	25.55
	21010	B	F	301-14043	2	3.65	103.25	103.25	82.80	82.80	20.45
				301-14059		6.99	122.90	122.90	60.90	60.90	62.00
	21014	C	F	301-14045	3	0.26	106.40	106.40	90.65	90.65	15.75
				301-14061		0.35	85.85	85.85	80.25	80.25	5.60
				301-14068		4.02	116.28	116.28	80.50	80.50	35.78
	22002	C	F	301-14042	4	4.51	100.90	100.90	92.05	92.05	8.85
				301-14059		0.13	83.95	83.95	86.95	86.95	- 3.00
				301-14068		0.22	116.28	116.28	92.90	92.90	23.38
				301-14069		4.64	83.95	83.95	84.65	84.65	- 0.70
	24022	C	S	301-14042	2	2.09	116.28	116.28	61.60	61.60	54.68
				54050001		6.51	66.75	66.75	95.20	95.20	- 28.45
	24036	C	F	301-14041	8	0.94	48.35	48.35	92.00	92.00	- 43.65
				301-14042		5.93	99.20	99.20	75.35	75.35	23.85
				301-14048		0.05	58.05	58.05	80.26	80.26	- 22.21
				301-14059		3.23	103.55	103.55	71.85	71.85	31.70
				301-14061		0.54	94.05	94.05	60.90	60.90	33.15
				301-14067		6.58	93.15	93.15	79.15	79.15	14.00
				301-14068		0.69	61.00	61.00	60.90	60.90	0.10
				301-14069		11.37	91.45	91.45	95.20	95.20	- 3.75
	25012	B	F	301-14041	3	4.25	85.45	85.45	87.65	87.65	- 2.20
				301-14045		68.10	93.80	93.80	75.35	75.35	18.45
				301-14048		2.74	94.05	94.05	71.85	71.85	22.20
	25029	C	S	301-14045	2	0.48	93.15	93.15	108.10	108.10	- 14.95
				301-14048		0.01	88.35	88.35	95.20	95.20	- 6.85
	28015	C	M	301-14095	1	1.50	103.55	103.55	96.35	96.35	7.20
	28016	C	S	301-14096	2	1.20	88.50	88.50	109.55	109.55	- 21.05
				301-14097		4.00	58.60	58.60	95.20	95.20	- 36.60
	28021	B	F	301-14092	2	0.30	63.55	63.55	83.75	83.75	- 20.20
				301-14096		0.30	101.20	101.20	71.85	71.85	29.35
	28023	C	M	301-14095	1	2.20	110.96	110.96	98.65	98.65	12.31
	29031	B	F	301-14059	1	779.81	139.60	139.60	88.30	88.30	51.30

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	29040	C	F	301-14043	4	52.08	105.63	105.63	96.15	96.15	9.48
				301-14059		539.77	110.63	110.63	92.00	92.00	18.63
				301-14061		23.85	136.20	136.20	75.35	75.35	60.85
				301-14068		47.37	89.52	89.52	95.20	95.20	- 5.68
	29045	A	F	301-14041	6	575.00	56.45	56.45	81.70	81.70	- 25.25
				301-14042		100.00	116.28	116.28	71.85	71.85	44.43
				301-14045		345.30	83.95	83.95	108.10	108.10	- 24.15
				301-14048		267.57	85.85	85.85	95.20	95.20	- 9.35
				301-14067		641.57	98.63	98.63	95.20	95.20	3.43
				301-14069		1,344	48.35	48.35	71.85	71.85	- 23.50
	29048	B	M	301-14043	2	52.11	99.20	99.20	83.40	83.40	15.80
				301-14068		47.33	58.05	58.05	75.35	75.35	- 17.30
	29056	C	S	301-14061	1	35.81	103.55	103.55	98.00	98.00	5.55
	30012	C	M	301-14095	1	0.03	94.05	94.05	96.35	96.35	- 2.30
	30014	B	F	301-14041	7	21.74	89.70	89.70	83.75	83.75	5.95
				301-14042		2.52	94.90	94.90	86.95	86.95	7.95
				301-14045		10.39	85.45	85.45	92.90	92.90	- 7.45
				301-14048		8.59	94.05	94.05	84.65	84.65	9.40
				301-14061		1.83	93.15	93.15	61.60	61.60	31.55
				301-14067		15.12	88.35	88.35	95.20	95.20	- 6.85
				301-14069		43.17	103.55	103.55	92.00	92.00	11.55
	30016	B	F	301-14042	4	1.15	101.20	101.20	75.35	75.35	25.85
				301-14048		3.80	110.96	110.96	83.40	83.40	27.56
				301-14061		0.96	96.83	96.83	75.35	75.35	21.48
				301-14069		19.37	83.95	83.95	98.00	98.00	- 14.05
	30023	B	F	301-14041	7	9.69	88.00	88.00	87.40	87.40	0.60
				301-14042		1.76	139.60	139.60	92.90	92.90	46.70
				301-14045		4.67	105.63	105.63	84.65	84.65	20.98
				301-14048		5.72	110.63	110.63	83.40	83.40	27.23
				301-14061		0.96	136.20	136.20	75.35	75.35	60.85
				301-14067		6.42	83.95	83.95	98.00	98.00	- 14.05
				301-14069		28.93	102.16	102.16	83.40	83.40	18.76
	32006	C	M	301-14043	3	1.82	120.06	120.06	89.40	89.40	30.66
				301-14059		13.55	80.72	80.72	71.85	71.85	8.87
				301-14068		1.32	85.56	85.56	108.10	108.10	- 22.54
	32008	C	M	301-14093	2	0.20	78.87	78.87	95.20	95.20	- 16.33

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14094		0.40	80.25	80.25	84.65	84.65	- 4.40
	34007	B	F	301-14041	6	4.24	82.35	82.35	85.45	85.45	- 3.10
				301-14043		0.46	94.05	94.05	109.55	109.55	- 15.50
				301-14045		1.46	93.25	93.25	95.20	95.20	- 1.95
				301-14048		1.33	88.67	88.67	83.75	83.75	4.92
				301-14061		0.46	93.25	93.25	71.85	71.85	21.40
				301-14067		1.80	100.90	100.90	84.65	84.65	16.25
14/5/11	10013	A	F	301-14060	10	57.07	115.30	115.30	79.15	79.15	36.15
				301-14075		336.46	128.70	128.70	80.26	80.26	48.44
				301-14021		667.86	110.96	110.96	71.85	71.85	39.11
				301-14050		19.13	100.90	100.90	60.90	60.90	40.00
				301-14071		75.00	103.25	103.25	79.15	79.15	24.10
				301-14072		161.63	116.28	116.28	60.90	60.90	55.38
				301-14073		170.81	100.90	100.90	95.75	95.75	5.15
				301-14076		592.41	106.45	106.45	65.35	65.35	41.10
				301-14077		171.78	96.00	96.00	86.35	86.35	9.65
				301-14078		155.59	122.90	122.90	86.00	86.00	36.90
	11007	A	F	301-14073	2	68.57	83.95	83.95	70.80	70.80	13.15
				301-14076		721.95	116.28	116.28	65.35	65.35	50.93
	11010	B	M	301-14073	1	137.44	100.90	100.90	77.90	77.90	23.00
	11012	A	M	301-14050	7	42.07	83.95	83.95	68.70	68.70	15.25
				301-14060		125.00	116.28	116.28	95.20	95.20	21.08
				301-14071		166.45	100.90	100.90	95.20	95.20	5.70
				301-14072		140.83	83.95	83.95	71.85	71.85	12.10
				301-14075		754.84	116.28	116.28	83.40	83.40	32.88
				301-14077		390.19	83.95	83.95	75.35	75.35	8.60
				301-14078		225.00	116.28	116.28	98.00	98.00	18.28
	11026			301-14021	1	990.23	66.75	66.75	96.35	96.35	- 29.60
	12027	A	M	301-14054	3	1,017	74.25	74.25	65.50	65.50	8.75
				301-14070		2,139	85.85	85.85	70.80	70.80	15.05
				301-14086		182.53	98.63	98.63	65.35	65.35	33.28
	15061	C	M	301-14078	1	12.61	48.35	48.35	77.90	77.90	- 29.55
	15064	B	S	301-14072	1	8.04	94.05	94.05	86.50	86.50	7.55
	16002	B	M	301-14054	3	75.56	93.15	93.15	75.65	75.65	17.50
				301-14070		160.32	88.35	88.35	71.85	71.85	16.50
				301-14086		13.91	103.55	103.55	83.40	83.40	20.15

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	Tio2	A	F	301-14054	3	296.96	88.50	88.50	65.35	65.35	23.15
				301-14070		1,083	58.60	58.60	70.80	70.80	- 12.20
				301-14086		83.97	63.55	63.55	65.35	65.35	- 1.80
	Tio2	A	F	301-14050	6	1.89	101.20	101.20	68.40	68.40	32.80
				301-14060		9.84	110.96	110.96	84.65	84.65	26.31
				301-14072		79.96	96.83	96.83	83.40	83.40	13.43
				301-14073		34.90	74.25	74.25	75.35	75.35	- 1.10
				301-14075		31.95	85.85	85.85	98.00	98.00	- 12.15
				301-14076		402.68	98.63	98.63	65.35	65.35	33.28
	Tio2	A	F	301-14021	4	66.24	48.35	48.35	79.10	79.10	- 30.75
				301-14071		115.54	99.20	99.20	92.90	92.90	6.30
				301-14077		270.43	58.05	58.05	84.65	84.65	- 26.60
				301-14078		175.00	103.55	103.55	61.60	61.60	41.95
	21006	C	F	301-14072	1	8.61	94.05	94.05	95.20	95.20	- 1.15
	21014	C	F	301-14054	5	20.71	93.15	93.15	87.45	87.45	5.70
				301-14070		0.85	61.00	61.00	65.35	65.35	- 4.35
				301-14073		6.26	96.83	96.83	68.40	68.40	28.43
				301-14076		33.33	83.95	83.95	84.65	84.65	- 0.70
				301-14078		0.05	88.00	88.00	83.40	83.40	4.60
	22002	C	F	301-14054	3	3.30	139.60	139.60	75.35	75.35	64.25
				301-14072		0.25	105.63	105.63	84.65	84.65	20.98
				301-14075		0.06	110.63	110.63	61.60	61.60	49.03
	22008	C	M	301-14050	1	0.16	136.20	136.20	98.60	98.60	37.60
	24036	C	F	301-14054	6	6.78	89.52	89.52	97.50	97.50	- 7.98
				301-14072		4.54	79.30	79.30	96.35	96.35	- 17.05
				301-14073		2.67	70.65	70.65	83.75	83.75	- 13.10
				301-14076		20.12	94.05	94.05	86.95	86.95	7.10
				301-14078		-	71.65	71.65	92.90	92.90	- 21.25
				301-14086		0.13	102.63	102.63	84.65	84.65	17.98
	24037	C	S	301-14075	1	79.69	76.05	76.05	61.60	61.60	14.45
	25006	C	S	301-14073	1	9.47	78.55	78.55	95.20	95.20	- 16.65
	25012	B	F	301-14021	5	95.68	88.75	88.75	92.00	92.00	- 3.25
				301-14071		0.01	63.85	63.85	75.35	75.35	- 11.50
				301-14076		15.73	102.63	102.63	83.40	83.40	19.23
				301-14077		0.17	113.68	113.68	75.35	75.35	38.33
				301-14086		0.11	135.60	135.60	92.90	92.90	42.70

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	25023	C	F	301-14050	2	1.00	99.20	99.20	90.60	90.60	8.60
				301-14060		2.70	63.55	63.55	61.60	61.60	1.95
	25027	C	M	301-14021	1	11.01	101.20	101.20	95.20	95.20	6.00
	25029	C	S	301-14060	2	0.93	63.75	63.75	107.25	107.25	- 43.50
				301-14086		-	105.63	105.63	75.35	75.35	30.28
	26016	C	S	301-14075	2	88.83	110.63	110.63	106.30	106.30	4.33
				301-14110		0.85	84.00	84.00	89.70	89.70	- 5.70
	28023	C	M	301-14108	1	1.10	99.20	99.20	94.90	94.90	4.30
	29004			301-14070	3	427.75	78.25	78.25	81.10	81.10	- 2.85
		C	M	301-14078		75.00	58.75	58.75	84.63	84.63	- 25.88
				301-14086		33.36	116.28	116.28	94.90	94.90	21.38
	29014	C	M	301-14076	1	612.63	100.90	100.90	83.70	83.70	17.20
	29040	C	F	301-14060	6	47.95	103.25	103.25	64.45	64.45	38.80
				301-14070		285.32	122.90	122.90	88.00	88.00	34.90
				301-14072		39.63	106.40	106.40	89.70	89.70	16.70
				301-14073		75.00	85.85	85.85	91.10	91.10	- 5.25
				301-14075		362.31	122.90	122.90	92.95	92.95	29.95
				301-14078		50.00	83.95	83.95	85.45	85.45	- 1.50
	29045	A	F	301-14021	4	1,100	116.28	116.28	81.45	81.45	34.83
				301-14071		80.04	63.02	63.02	92.95	92.95	- 29.93
				301-14077		181.05	103.25	103.25	85.45	85.45	17.80
				301-14086		21.64	122.90	122.90	85.45	85.45	37.45
	29048	B	M	301-14054	4	325.00	111.95	111.95	57.80	57.80	54.15
				301-14060		83.67	81.75	81.75	82.25	82.25	- 0.50
				301-14075		362.47	96.90	96.90	75.65	75.65	21.25
				301-14076		87.57	96.05	96.05	82.25	82.25	13.80
	29056	C	S	301-14050	3	35.85	59.55	59.55	75.65	75.65	- 16.10
				301-14072		100.00	86.20	86.20	104.90	104.90	- 18.70
				301-14073		124.82	62.00	62.00	82.25	82.25	- 20.25
	30004	C	M	301-14108	1	0.01	108.75	108.75	75.65	75.65	33.10
	30014	B	F	301-14021	10	19.90	96.05	96.05	82.80	82.80	13.25
				301-14050		0.72	59.55	59.55	82.25	82.25	- 22.70
				301-14054		12.19	86.20	86.20	75.65	75.65	10.55
				301-14070		26.33	62.00	62.00	104.90	104.90	- 42.90
				301-14071		2.65	111.95	111.95	75.65	75.65	36.30
				301-14072		3.66	127.60	127.60	92.90	92.90	34.70

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14073		4.47	108.75	108.75	91.70	91.70	17.05
				301-14077		6.67	96.05	96.05	103.20	103.20	- 7.15
				301-14078		4.55	59.55	59.55	92.90	92.90	- 33.35
				301-14086		2.17	86.20	86.20	68.56	68.56	17.64
	30016	B	F	301-14021	4	9.80	62.00	62.00	104.90	104.90	- 42.90
				301-14071		1.28	104.05	104.05	75.65	75.65	28.40
				301-14072		1.67	61.80	61.80	104.90	104.90	- 43.10
				301-14073		1.97	101.20	101.20	92.90	92.90	8.30
	30023	B	F	301-14021	10	13.19	103.25	103.25	68.56	68.56	34.69
				301-14050		0.48	98.40	98.40	61.25	61.25	37.15
				301-14054		7.99	60.75	60.75	92.90	92.90	- 32.15
				301-14070		11.79	122.90	122.90	68.56	68.56	54.34
				301-14071		1.85	111.95	111.95	92.00	92.00	19.95
				301-14072		1.83	81.75	81.75	66.40	66.40	15.35
				301-14073		3.00	63.75	63.75	80.50	80.50	- 16.75
				301-14077		4.55	105.63	105.63	75.65	75.65	29.98
				301-14078		2.05	98.40	98.40	68.56	68.56	29.84
				301-14086		0.95	60.75	60.75	92.00	92.00	- 31.25
	31012	B	F	301-14054	3	10.85	122.90	122.90	80.50	80.50	42.40
				301-14073		7.50	82.50	82.50	77.15	77.15	5.35
				301-14078		4.09	122.90	122.90	82.80	82.80	40.10
	32006	C	M	301-14060	2	0.48	63.85	63.85	75.65	75.65	- 11.80
				301-14075		16.82	110.63	110.63	68.56	68.56	42.07
	32008	C	M	301-14113	1	0.60	88.50	88.50	87.45	87.45	1.05
	32014	C	M	301-14075	1	11.84	88.50	88.50	80.50	80.50	8.00
	32015	C	M	301-14060	1	2.49	88.75	88.75	77.15	77.15	11.60
	33002	C	F	301-14076	2	2.52	62.00	62.00	78.25	78.25	- 16.25
				301-14108		0.04	98.40	98.40	87.45	87.45	10.95
	34003	B	F	301-14021	5	3.63	60.75	60.75	68.56	68.56	- 7.81
				301-14060		0.45	100.95	100.95	87.45	87.45	13.50
				301-14073		0.75	122.90	122.90	92.00	92.00	30.90
				301-14075		1.94	97.20	97.20	80.50	80.50	16.70
				301-14076		2.87	56.10	56.10	80.50	80.50	- 24.40
	34007	B	F	301-14050	8	0.15	77.90	77.90	95.70	95.70	- 17.80
				301-14054		2.28	63.75	63.75	85.45	85.45	- 21.70
				301-14070		5.18	105.63	105.63	92.00	92.00	13.63

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะทาง	รวม ระยะทาง	ระยะทาง	รวม ระยะทาง	
				301-14071		0.57	55.55	55.55	85.45	85.45	- 29.90
				301-14072		0.67	83.95	83.95	78.25	78.25	5.70
				301-14077		1.25	83.95	83.95	92.05	92.05	- 8.10
				301-14078		0.90	116.28	116.28	92.00	92.00	24.28
				301-14086		0.42	100.90	100.90	80.50	80.50	20.40
16/5/11	10013	A	F	301-14091	1	115.32	83.95	83.95	63.80	63.80	20.15
	10017	A	F	301-14049	2	22.31	98.63	98.63	83.90	83.90	14.73
				301-14089		508.27	48.35	48.35	80.26	80.26	- 31.91
	11007	A	F	301-14089	1	617.73	99.20	99.20	100.30	100.30	- 1.10
	11012	A	M	301-14049	2	41.60	83.95	83.95	63.80	63.80	20.15
				301-14091		260.38	96.83	96.83	83.90	83.90	12.93
	12011	B	S	301-14055	1	1,350	83.95	83.95	92.05	92.05	- 8.10
	12027	A	M	301-14102	1	1,200	88.00	88.00	92.00	92.00	- 4.00
	16002	B	M	301-14055	2	100.55	116.28	116.28	63.80	63.80	52.48
				301-14102		89.36	66.75	66.75	83.90	83.90	- 17.15
	Tio2	A	F	301-14055	2	359.54	74.25	74.25	92.05	92.05	- 17.80
				301-14102		160.00	93.15	93.15	92.00	92.00	1.15
	Tio2	A	F	301-14049	3	10.31	61.00	61.00	80.50	80.50	- 19.50
				301-14089		450.00	91.45	91.45	63.80	63.80	27.65
				301-14091		174.98	96.05	96.05	97.70	97.70	- 1.65
	21014	C	F	301-14089	2	2.27	88.50	88.50	85.45	85.45	3.05
				301-14091		0.45	58.60	58.60	87.45	87.45	- 28.85
	22002	C	F	301-14049	3	0.02	63.55	63.55	75.65	75.65	- 12.10
				301-14089		0.43	73.06	73.06	83.90	83.90	- 10.84
				301-14091		-	96.64	96.64	83.70	83.70	12.94
	24022	C	S	301-14049	1	4.12	74.16	74.16	80.26	80.26	- 6.10
	24032	C	M	301-14049	1	0.59	102.16	102.16	78.25	78.25	23.91
	24036	C	F	301-14055	3	44.51	120.06	120.06	64.10	64.10	55.96
				301-14089		1.96	80.72	80.72	81.90	81.90	- 1.18
				301-14091		0.59	85.56	85.56	50.60	50.60	34.96
	25012	B	F	301-14055	1	90.98	78.87	78.87	81.90	81.90	- 3.03
	25027	C	M	301-14102	1	12.02	80.25	80.25	64.10	64.10	16.15
	26001	C	S	301-14055	1	14.22	90.90	90.90	81.90	81.90	9.00
	28015	C	M	301-14120	1	1.60	92.65	92.65	73.35	73.35	19.30
	28021	B	F	301-14119	3	1.20	87.90	87.90	89.40	89.40	- 1.50
				301-14120		0.85	58.60	58.60	81.90	81.90	- 23.30

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14121		1.85	63.55	63.55	73.35	73.35	- 9.80
	28022	C	F	301-14117	1	1.30	73.06	73.06	86.80	86.80	- 13.74
	29031	B	F	301-14049	1	24.01	96.64	96.64	75.05	75.05	21.59
	29040	C	F	301-14049	2	7.65	74.16	74.16	81.90	81.90	- 7.74
				301-14089		225.00	102.16	102.16	61.80	61.80	40.36
	29045	A	F	54050060	2	-	96.64	96.64	81.90	81.90	14.74
				301-14102		575.50	102.16	102.16	73.35	73.35	28.81
	29047	B	F	54050061	1	-	100.00	100.00	83.90	83.90	16.10
	29048	B	M	301-14091	1	200.00	96.00	96.00	83.70	83.70	12.30
	29056	C	S	301-14055	2	539.91	84.65	84.65	89.70	89.70	- 5.05
				301-14089		225.00	87.70	87.70	83.90	83.90	3.80
	30004	C	M	301-14117	1	0.01	106.60	106.60	82.25	82.25	24.35
	30014	B	F	301-14049	4	0.74	94.35	94.35	64.10	64.10	30.25
				301-14055		16.05	74.25	74.25	83.70	83.70	- 9.45
				301-14089		13.66	93.15	93.15	89.70	89.70	3.45
				301-14102		14.38	61.00	61.00	83.90	83.90	- 22.90
	30023	B	F	301-14049	4	0.49	91.45	91.45	85.15	85.15	6.30
				301-14055		7.18	96.05	96.05	83.90	83.90	12.15
				301-14089		8.99	88.50	88.50	75.05	75.05	13.45
				301-14102		6.41	61.00	61.00	81.90	81.90	- 20.90
	32006	C	M	301-14091	1	2.46	100.95	100.95	61.80	61.80	39.15
	32008	C	M	301-14118	1	1.00	96.95	96.95	81.90	81.90	15.05
	32011	C	S	301-14091	1	2.42	92.95	92.95	73.35	73.35	19.60
	33002	C	F	301-14117	1	0.04	103.20	103.20	95.25	95.25	7.95
	34003	B	F	301-14089	1	2.84	79.95	79.95	82.80	82.80	- 2.85
	34007	B	F	301-14049	4	0.39	85.65	85.65	85.15	85.15	0.50
				301-14055		2.32	103.20	103.20	64.10	64.10	39.10
				301-14091		0.86	79.95	79.95	83.70	83.70	- 3.75
				301-14102		2.66	83.30	83.30	89.70	89.70	- 6.40
	10017	A	F	301-14074	3	121.90	91.70	91.70	79.90	79.90	11.80
				301-14088		422.61	94.35	94.35	83.90	83.90	10.45
				54050055		25.00	66.45	66.45	85.15	85.15	- 18.70
	11007	A	F	301-14074	2	140.59	81.05	81.05	71.35	71.35	9.70
				301-14088		515.21	79.95	79.95	64.10	64.10	15.85
	12024			54050010	1	25.00	79.95	79.95	69.55	69.55	10.40
	12027	A	M	301-14090	1	264.59	77.05	77.05	66.45	66.45	10.60

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	13022	A	M	54050009	1	25.00	83.30	83.30	61.80	61.80	21.50
	15064	B	S	54050055	1	4.45	83.90	83.90	86.50	86.50	- 2.60
	16002	B	M	301-14090	2	19.64	79.90	79.90	80.20	80.20	- 0.30
				54050055		3.67	110.60	110.60	89.70	89.70	20.90
	17003	B	M	54050009	1	5.00	98.66	98.66	79.30	79.30	19.36
	Tio2	A	F	54050009	1	25.00	98.60	98.60	80.85	80.85	17.75
	Tio2			301-14090	1	118.76	95.60	95.60	69.95	69.95	25.65
	Tio2			301-14074	1	34.84	110.60	110.60	63.05	63.05	47.55
	21014	C	F	301-14074	2	0.70	127.60	127.60	92.95	92.95	34.65
				301-14090		0.16	139.60	139.60	83.90	83.90	55.70
	22008	C	M	54050067	1	-	110.60	110.60	85.15	85.15	25.45
	23009	B	M	54050063	2	-	87.90	87.90	79.30	79.30	8.60
				301-14088		187.21	95.60	95.60	63.05	63.05	32.55
	23015	C	M	54050009	1	3.97	110.60	110.60	94.00	94.00	16.60
	24022	C	S	54050009	1	4.00	95.60	95.60	101.70	101.70	- 6.10
	24036	C	F	301-14090	1	1.08	110.60	110.60	87.45	87.45	23.15
	25012	B	F	301-14074	1	0.93	77.65	77.65	91.40	91.40	- 13.75
	25027	C	M	301-14074	1	1.77	98.60	98.60	102.30	102.30	- 3.70
	25029	C	S	54050010	1	0.50	139.60	139.60	97.10	97.10	42.50
	26016	C	S	301-14090	1	0.99	135.60	135.60	101.70	101.70	33.90
	28013	C	S	54050064	1	-	127.60	127.60	90.25	90.25	37.35
	28021	B	F	54050065	3	-	100.00	100.00	78.25	78.25	21.75
				54050066		-	127.60	127.60	80.85	80.85	46.75
				301-14127		0.40	100.00	100.00	69.95	69.95	30.05
	29004	C	M	54050055	1	25.00	95.20	95.20	82.55	82.55	12.65
	29031	B	F	54050055	1	25.00	81.65	81.65	86.95	86.95	- 5.30
	29040	C	F	54050055	1	25.00	106.60	106.60	91.55	91.55	15.05
	29045	A	F	301-14074	4	122.57	83.30	83.30	77.75	77.75	5.55
				301-14088		440.01	106.60	106.60	87.45	87.45	19.15
				301-14090		91.12	83.30	83.30	91.40	91.40	- 8.10
				54050009		25.00	96.00	96.00	80.85	80.85	15.15
	30014	B	F	301-14074	3	3.17	96.00	96.00	90.00	90.00	6.00
				301-14088		10.88	110.60	110.60	90.25	90.25	20.35
				301-14090		2.85	95.60	95.60	78.25	78.25	17.35
	30016	B	F	301-14074	2	1.46	110.60	110.60	82.80	82.80	27.80
				301-14088		4.99	77.65	77.65	69.95	69.95	7.70

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	30023	B	F	301-14074	3	2.29	98.60	98.60	91.40	91.40	7.20
				301-14088		7.54	127.60	127.60	69.95	69.95	57.65
				301-14090		1.42	100.00	100.00	82.55	82.55	17.45
	34003	B	F	301-14074	2	0.46	95.20	95.20	84.55	84.55	10.65
				301-14088		2.61	81.65	81.65	91.40	91.40	- 9.75
	34007	B	F	301-14090	1	0.60	79.90	79.90	69.95	69.95	9.95
19/5/11	10017	A	F	301-14057	3	118.50	81.05	81.05	78.55	78.55	2.50
				301-14103		369.51	96.00	96.00	80.85	80.85	15.15
				301-14111		531.16	110.60	110.60	90.00	90.00	20.60
	11010	B	M	54050068	1	-	87.90	87.90	77.90	77.90	10.00
	11012	A	M	301-14057	3	263.16	66.45	66.45	68.70	68.70	- 2.25
				301-14103		831.56	83.30	83.30	82.80	82.80	0.50
				301-14111		1,196	106.60	106.60	69.95	69.95	36.65
	12024			54050069	3	-	95.60	95.60	71.80	71.80	23.80
				54050070		-	110.60	110.60	69.95	69.95	40.65
				54050071		-	77.65	77.65	78.55	78.55	- 0.90
	12027	A	M	301-14106	1	450.00	70.45	70.45	60.90	60.90	9.55
	12030	A	M	301-14101	1	4,425	66.45	66.45	65.50	65.50	0.95
	13022	A	M	301-14040	4	8,081	102.68	102.68	59.50	59.50	43.18
				54050073		-	110.60	110.60	80.85	80.85	29.75
				54050074		-	87.90	87.90	90.00	90.00	- 2.10
				301-14040		1,297	66.45	66.45	69.95	69.95	- 3.50
	16002	B	M	301-14101	2	330.94	83.30	83.30	80.25	80.25	3.05
				301-14106		33.47	87.90	87.90	65.50	65.50	22.40
	17005	C	S	301-14040	1	487.71	102.63	102.63	59.50	59.50	43.13
	Tio2	A	F	301-14101	2	2,124	87.96	87.96	76.20	76.20	11.76
				301-14106		209.92	102.68	102.68	69.95	69.95	32.73
	Tio2	A	F	301-14057	3	17.22	110.60	110.60	57.55	57.55	53.05
				301-14103		41.43	79.90	79.90	65.50	65.50	14.40
				301-14111		389.69	81.05	81.05	76.20	76.20	4.85
	Tio2	A	F	301-14040	1	5,000	96.00	96.00	59.85	59.85	36.15
	21006	C	F	301-14040	2	3.28	90.90	90.90	92.05	92.05	- 1.15
				301-14111		26.63	81.05	81.05	59.50	59.50	21.55
	21010	B	F	54050072	1	-	96.00	96.00	89.20	89.20	6.80
	21014	C	F	301-14103	2	50.00	79.90	79.90	88.35	88.35	- 8.45
				301-14106		0.19	102.63	102.63	76.20	76.20	26.43

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	22002	C	F	301-14103	2	0.86	113.26	113.26	92.90	92.90	20.36
				301-14111		0.79	96.87	96.87	59.50	59.50	37.37
	23005	B	M	54050011	1	5.00	83.95	83.95	71.05	71.05	12.90
	24032	C	M	301-14057	1	26.69	103.20	103.20	91.75	91.75	11.45
	24036	C	F	301-14103	2	6.17	107.20	107.20	92.90	92.90	14.30
				301-14111		8.82	102.63	102.63	57.55	57.55	45.08
	25012	B	F	301-14040	2	8.39	113.26	113.26	87.75	87.75	25.51
				301-14106		0.24	90.90	90.90	88.35	88.35	2.55
	26012	C	F	301-14057	1	7.31	98.60	98.60	76.20	76.20	22.40
	28021	B	F	301-14139	1	7.70	83.90	83.90	83.75	83.75	0.15
	29040	C	F	301-14111	1	230.74	84.65	84.65	92.00	92.00	- 7.35
	29045	A	F	301-14040	4	1,250	73.93	73.93	76.85	76.85	- 2.92
				301-14057		200.00	102.68	102.68	57.55	57.55	45.13
				301-14101		1,475	110.60	110.60	87.75	87.75	22.85
				301-14106		179.76	79.90	79.90	88.35	88.35	- 8.45
	29056	C	S	301-14103	2	720.84	102.60	102.60	100.35	100.35	2.25
				301-14111		690.06	83.95	83.95	83.75	83.75	0.20
	30014	B	F	301-14057	5	4.77	73.65	73.65	86.00	86.00	- 12.35
				301-14101		52.61	102.63	102.63	87.75	87.75	14.88
				301-14103		14.35	113.26	113.26	88.35	88.35	24.91
				301-14106		5.67	96.87	96.87	76.20	76.20	20.67
				301-14111		20.92	113.26	113.26	83.75	83.75	29.51
	30015	B	M	301-14040	1	149.70	90.90	90.90	77.95	77.95	12.95
	30016	B	F	301-14103	2	6.34	85.65	85.65	85.10	85.10	0.55
				301-14111		9.22	98.60	98.60	92.00	92.00	6.60
	30023	B	F	301-14040	6	75.43	83.90	83.90	78.25	78.25	5.65
				301-14057		3.04	90.90	90.90	100.35	100.35	- 9.45
				301-14101		25.75	98.60	98.60	83.75	83.75	14.85
				301-14103		9.52	83.90	83.90	86.00	86.00	- 2.10
				301-14106		2.40	84.65	84.65	87.75	87.75	- 3.10
				301-14111		14.05	73.65	73.65	83.75	83.75	- 10.10
	32008	C	M	301-14138	1	0.60	88.35	88.35	90.80	90.80	- 2.45
	34003	B	F	301-14040	1	18.31	83.90	83.90	89.15	89.15	- 5.25
	34007	B	F	301-14057	5	0.92	79.90	79.90	78.25	78.25	1.65
				301-14101		10.22	113.26	113.26	83.75	83.75	29.51
				301-14103		2.56	96.87	96.87	86.00	86.00	10.87

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14106		1.03	113.26	113.26	87.75	87.75	25.51
				301-14111		4.29	90.90	90.90	89.15	89.15	1.75
20/5/11	10017	A	F	301-14100	1	119.75	85.65	85.65	59.80	59.80	25.85
	11007	A	F	301-14100	1	144.29	66.45	66.45	69.05	69.05	- 2.60
	11026			54050076	1	-	83.90	83.90	67.25	67.25	16.65
	12011	B	S	301-14107	2	250.00	100.95	100.95	83.35	83.35	17.60
				301-14129		342.16	113.26	113.26	83.75	83.75	29.51
	12027	A	M	301-14116	2	300.00	87.15	87.15	64.10	64.10	23.05
				301-14128		825.00	88.35	88.35	67.25	67.25	21.10
	13022	A	M	301-14104	1	3,638	83.90	83.90	59.55	59.55	24.35
	16002	B	M	301-14107	4	18.50	87.90	87.90	77.95	77.95	9.95
				301-14116		21.43	84.65	84.65	86.00	86.00	- 1.35
				301-14128		63.56	73.65	73.65	87.75	87.75	- 14.10
				301-14129		25.13	113.26	113.26	89.15	89.15	24.11
	16006	B	S	54050001	1	-	90.90	90.90	85.60	85.60	5.30
	17003	B	M	301-14104	1	191.81	87.88	87.88	72.45	72.45	15.43
	Tio2	A	F	301-14107	4	14.16	75.30	75.30	73.60	73.60	1.70
				301-14116		115.97	87.15	87.15	67.25	67.25	19.90
				301-14128		385.05	88.35	88.35	83.35	83.35	5.00
				301-14129		134.95	83.90	83.90	72.45	72.45	11.45
	Tio2	A	F	301-14100	2	24.44	79.30	79.30	71.30	71.30	8.00
				301-14104		96.63	87.90	87.90	86.00	86.00	1.90
	Tio2	A	F	54050063	1	25.00	84.65	84.65	55.20	55.20	29.45
	21006	C	F	301-14107	2	10.08	106.60	106.60	92.00	92.00	14.60
				301-14116		0.70	87.90	87.90	55.20	55.20	32.70
	21014	C	F	301-14104	3	0.31	98.60	98.60	92.00	92.00	6.60
				301-14128		0.05	113.26	113.26	73.60	73.60	39.66
				301-14129		1.67	90.90	90.90	67.25	67.25	23.65
	22002	C	F	301-14116	2	0.07	95.20	95.20	98.40	98.40	- 3.20
				301-14129		0.34	84.65	84.65	83.35	83.35	1.30
	22033	C	S	301-14104	1	78.22	94.20	94.20	102.65	102.65	- 8.45
	23005	B	M	301-14104	1	212.75	75.95	75.95	79.30	79.30	- 3.35
	24036	C	F	301-14107	3	1.28	96.52	96.52	89.75	89.75	6.77
				301-14116		0.76	113.26	113.26	55.20	55.20	58.06
				301-14129		1.59	90.90	90.90	92.00	92.00	- 1.10
	25012	B	F	301-14100	3	0.48	75.95	75.95	87.75	87.75	- 11.80

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
				301-14107		2.27	98.60	98.60	73.60	73.60	25.00
				301-14128		1.55	113.26	113.26	67.25	67.25	46.01
	26012	C	F	301-14100	1	5.19	92.65	92.65	94.30	94.30	- 1.65
	28016	C	S	301-14147	1	1.20	88.65	88.65	101.70	101.70	- 13.05
	28021	B	F	301-14157	1	4.90	83.95	83.95	82.80	82.80	1.15
	29004	C	M	301-14128	1	154.21	110.60	110.60	100.00	100.00	10.60
	29040	C	F	301-14107	1	67.35	102.70	102.70	89.70	89.70	13.00
	29045	A	F	301-14100	4	118.90	70.45	70.45	80.85	80.85	- 10.40
				301-14104		484.90	95.20	95.20	82.80	82.80	12.40
				301-14116		111.83	84.65	84.65	100.00	100.00	- 15.35
				301-14128		99.09	110.60	110.60	82.80	82.80	27.80
	29048	B	M	301-14107	1	68.04	102.70	102.70	79.30	79.30	23.40
	29049	C	S	54050075	1	-	139.60	139.60	88.85	88.85	50.75
	29050	C	S	301-14104	1	1,213	135.60	135.60	101.70	101.70	33.90
	29056	C	S	301-14129	2	45.07	107.20	107.20	108.60	108.60	- 1.40
				54050012		5.00	135.60	135.60	79.30	79.30	56.30
	30014	B	F	301-14100	4	3.24	107.20	107.20	87.70	87.70	19.50
				301-14116		3.84	107.20	107.20	80.85	80.85	26.35
				301-14128		9.91	107.20	107.20	82.80	82.80	24.40
				301-14129		4.05	135.60	135.60	80.85	80.85	54.75
	30015	B	M	301-14104	1	57.88	107.20	107.20	82.50	82.50	24.70
	30016	B	F	301-14100	1	1.38	75.95	75.95	80.55	80.55	- 4.60
	30023	B	F	301-14100	5	2.10	85.65	85.65	89.20	89.20	- 3.55
				301-14104		29.11	102.70	102.70	80.85	80.85	21.85
				301-14116		1.93	139.60	139.60	82.80	82.80	56.80
				301-14128		4.44	107.20	107.20	80.85	80.85	26.35
				301-14129		1.84	135.60	135.60	82.50	82.50	53.10
	31014	C	F	301-14129	1	3.13	86.90	86.90	88.35	88.35	- 1.45
	32006	C	M	301-14107	1	2.41	92.65	92.65	98.60	98.60	- 5.95
	32014	C	M	301-14107	1	8.33	88.65	88.65	107.80	107.80	- 19.15
	34003	B	F	301-14100	2	0.48	73.65	73.65	83.70	83.70	- 10.05
				301-14104		7.15	135.60	135.60	88.35	88.35	47.25
	34007	B	F	301-14107	5	0.21	85.65	85.65	82.85	82.85	2.80
				301-14116		0.66	75.95	75.95	80.55	80.55	- 4.60
				301-14128		1.76	85.65	85.65	89.20	89.20	- 3.55
				301-14129		0.82	88.65	88.65	82.50	82.50	6.15

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะทาง	รวม ระยะทาง	ระยะทาง	รวม ระยะทาง	
				54050012		0.50	73.65	73.65	88.35	88.35	- 14.70
21/5/11	10017	A	F	301-14126	2	691.40	95.70	95.70	77.60	77.60	18.10
				301-14140		600.00	102.70	102.70	88.35	88.35	14.35
	11012	A	M	301-14126	2	1,563	139.60	139.60	66.45	66.45	73.15
				301-14140		1,350	92.65	92.65	82.85	82.85	9.80
	12011	B	S	301-14131	1	215.84	77.65	77.65	84.25	84.25	- 6.60
	12027	A	M	54050077	1	-	87.70	87.70	65.50	65.50	22.20
	13022	A	M	54050013	1	25.00	81.05	81.05	63.25	63.25	17.80
	16002	B	M	301-14131	1	15.60	73.65	73.65	82.50	82.50	- 8.85
	Tio2	A	F	301-14131	1	89.19	83.30	83.30	73.65	73.65	9.65
	Tio2	A	F	301-14126	1	1,049	79.30	79.30	68.45	68.45	10.85
	Tio2	A	F	301-14140	1	858.76	70.45	70.45	59.35	59.35	11.10
	21006	C	F	301-14126	2	2.12	102.60	102.60	92.90	92.90	9.70
				301-14131		0.84	81.05	81.05	82.50	82.50	- 1.45
	22002	C	F	301-14126	2	0.17	90.26	90.26	97.50	97.50	- 7.24
				301-14131		0.06	70.45	70.45	68.45	68.45	2.00
	24022	C	S	54050013	1	3.10	102.60	102.60	95.70	95.70	6.90
	24036	C	F	301-14126	2	7.88	94.65	94.65	89.75	89.75	4.90
				301-14131		0.76	95.20	95.20	65.50	65.50	29.70
	25012	B	F	301-14140	1	0.36	95.20	95.20	90.00	90.00	5.20
	25029	C	S	301-14140	1	0.04	99.20	99.20	101.70	101.70	- 2.50
	28015	C	M	301-14166	1	0.73	95.20	95.20	93.10	93.10	2.10
	28021	B	F	301-14168	1	5.20	92.00	92.00	89.10	89.10	2.90
	28022	C	F	301-14167	1	1.80	107.20	107.20	95.25	95.25	11.95
	28023	C	M	301-14166	1	1.25	96.95	96.95	83.90	83.90	13.05
	29040	C	F	301-14126	2	300.00	100.95	100.95	99.80	99.80	1.15
				301-14131		55.29	107.20	107.20	68.45	68.45	38.75
	29045	A	F	301-14140	1	779.98	95.70	95.70	78.55	78.55	17.15
	29048	B	M	301-14131	1	55.58	77.65	77.65	80.20	80.20	- 2.55
	29056	C	S	301-14126	1	450.00	89.52	89.52	102.65	102.65	- 13.13
	30012	C	M	301-14166	1	0.06	84.65	84.65	100.95	100.95	- 16.30
	30014	B	F	301-14126	2	27.09	83.90	83.90	84.50	84.50	- 0.60
				301-14140		23.38	77.65	77.65	66.45	66.45	11.20
	30016	B	F	301-14126	2	12.07	92.86	92.86	82.85	82.85	10.01
				301-14140		10.41	84.65	84.65	80.20	80.20	4.45
	30023	B	F	301-14126	2	17.95	86.90	86.90	84.55	84.55	2.35

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะทาง	รวม ระยะทาง	ระยะทาง	รวม ระยะทาง	
				301-14140		15.71	100.95	100.95	99.80	99.80	1.15
	31014	C	F	301-14126	1	44.77	95.20	95.20	92.90	92.90	2.30
	32006	C	M	301-14131	2	2.69	94.90	94.90	100.95	100.95	- 6.05
				54050013		3.00	84.65	84.65	66.45	66.45	18.20
	32014	C	M	301-14131	1	5.29	88.65	88.65	100.05	100.05	- 11.40
	33002	C	F	301-14166	1	0.24	110.60	110.60	92.90	92.90	17.70
	34007	B	F	301-14126	1	6.14	75.90	75.90	87.75	87.75	- 11.85
				301-14131	1	0.40	110.60	110.60	63.55	63.55	47.05
				301-14140	1	4.35	87.70	87.70	61.80	61.80	25.90
23/5/11	10013	A	F	301-14087	1	455.75	94.80	94.80	80.80	80.80	14.00
	10017	A	F	301-14124	3	92.83	87.70	87.70	73.95	73.95	13.75
				301-14136		240.79	110.60	110.60	61.80	61.80	48.80
				301-14144		646.01	75.90	75.90	87.75	87.75	- 11.85
	11007	A	F	301-14124	1	103.64	95.70	95.70	73.00	73.00	22.70
	11008	B	S	54050068	1	25.00	75.95	75.95	79.60	79.60	- 3.65
	11012	A	M	301-14087	2	1,041	81.05	81.05	66.45	66.45	14.60
				301-14136		360.40	110.60	110.60	79.60	79.60	31.00
	11026			301-14144	1	967.24	87.70	87.70	71.85	71.85	15.85
	12024			54050014	1	25.00	94.80	94.80	63.55	63.55	31.25
	13022	A	M	301-14114	1	4,125	87.70	87.70	61.80	61.80	25.90
	15061	C	M	301-14136	1	20.06	110.60	110.60	94.00	94.00	16.60
	17005			301-14114	1	215.25	94.80	94.80	93.45	93.45	1.35
	Tio2	A	F	54050014	1	25.00	87.70	87.70	74.55	74.55	13.15
	Tio2	A	F	301-14124	4	20.08	79.30	79.30	55.50	55.50	23.80
				301-14136		143.37	95.20	95.20	79.60	79.60	15.60
				301-14144		601.81	95.20	95.20	93.45	93.45	1.75
				54050068		25.00	99.20	99.20	74.55	74.55	24.65
	Tio2	A	F	301-14114	1	109.87	95.20	95.20	73.65	73.65	21.55
	21006	C	F	301-14136	2	3.08	96.70	96.70	90.65	90.65	6.05
				301-14144		3.93	95.20	95.20	80.25	80.25	14.95
	21010	B	F	301-14087	1	27.71	85.55	85.55	86.05	86.05	- 0.50
	22002	C	F	301-14144	1	0.15	92.65	92.65	88.35	88.35	4.30
	22028	B	M	301-14114	1	264.86	73.65	73.65	80.25	80.25	- 6.60
	24036	C	F	301-14124	3	6.17	110.60	110.60	89.75	89.75	20.85
				301-14136		0.67	73.65	73.65	94.30	94.30	- 20.65
				301-14144		12.10	85.55	85.55	96.60	96.60	- 11.05

ตาราง 20 (ต่อ)

ว/ด/ป	รหัสสี	กลุ่ม	นโยบาย	เลขที่ ใบสั่งผลิต	จำนวน	จำนวน ที่เบิก (Kg)	แบบเก่า		แบบใหม่		ผลต่าง
							ระยะท าง	รวม ระยะท าง	ระยะท าง	รวม ระยะท าง	
	25012	B	F	301-14136	1	0.88	87.50	87.50	88.30	88.30	- 0.80
	25027	C	M	54050080	1	-	110.60	110.60	100.90	100.90	9.70
	26012	C	F	301-14124	1	1.10	98.60	98.60	94.30	94.30	4.30
	28012	C	F	301-14169	1	0.26	84.50	84.50	96.60	96.60	- 12.10
	28016	C	S	301-14170	1	1.00	96.80	96.80	100.35	100.35	- 3.55
	28021	B	F	301-14170	1	1.30	85.60	85.60	89.10	89.10	- 3.50
	28031	C	S	301-14169	1	1.05	110.96	110.96	104.05	104.05	6.91
	29040	C	F	301-14087	2	600.00	110.80	110.80	90.60	90.60	20.20
				301-14136		159.82	96.80	96.80	89.10	89.10	7.70
	29045	A	F	54050079	5	-	85.60	85.60	76.85	76.85	8.75
				54050002		1.00	110.60	110.60	94.30	94.30	16.30
				301-14114		1,925	98.60	98.60	96.60	96.60	2.00
				301-14124		62.62	84.50	84.50	104.05	104.05	- 19.55
				301-14144		581.55	110.96	110.96	90.60	90.60	20.36
	29048	B	M	301-14087	1	900.00	83.90	83.90	80.25	80.25	3.65
	29056	C	S	301-14124	2	50.00	110.96	110.96	100.30	100.30	10.66
				301-14136		159.77	110.60	110.60	90.60	90.60	20.00
	30014	B	F	301-14124	3	2.33	83.90	83.90	86.80	86.80	- 2.90
				301-14136		7.17	83.90	83.90	83.70	83.70	0.20
				301-14144		19.33	83.90	83.90	95.75	95.75	- 11.85
	30015	B	M	301-14114	1	66.06	81.65	81.65	77.00	77.00	4.65
	30016	B	F	301-14136	2	3.20	77.65	77.65	80.50	80.50	- 2.85
				301-14144		8.70	81.65	81.65	76.85	76.85	4.80
	30023	B	F	301-14114	4	33.19	92.65	92.65	83.75	83.75	8.90
				301-14124		1.54	110.60	110.60	90.60	90.60	20.00
				301-14136		3.20	83.90	83.90	86.80	86.80	- 2.90
				301-14144		12.90	81.65	81.65	90.60	90.60	- 8.95
	31012	B	F	301-14136	1	4.01	81.65	81.65	83.70	83.70	- 2.05
	32006	C	M	301-14087	1	16.88	92.65	92.65	95.75	95.75	- 3.10
	32008	C	M	301-14148	1	9.19	88.76	88.76	98.65	98.65	- 9.89
	32011	C	S	301-14087	1	17.32	110.60	110.60	100.35	100.35	10.25
	34003	B	F	301-14087	4	3.37	94.35	94.35	90.00	90.00	4.35
				301-14114		8.97	110.96	110.96	98.65	98.65	12.31
				301-14124		0.39	110.60	110.60	100.35	100.35	10.25
				301-14144		4.90	81.65	81.65	83.70	83.70	- 2.05
	34007	B	F	301-14136	1	1.31	92.75	92.75	87.70	87.70	5.05

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นาย ศิริวัฒน์ รุ่งมณีรัตน์
วันเดือนปีเกิด	26 มกราคม พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	485 ซ.จรัญฯ 75 ถ.จรัญสนิทวงศ์ บางพลัด กทม. 10700
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ระบบโลจิสติกส์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท วิ.เพาเดอร์เทค จำกัด
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2546	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
พ.ศ.2550	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
พ.ศ.2555	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ