

การปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบและนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังสำหรับ
โรงงานผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Improvement of Demand Forecasting and Replenishment Policy of Raw Materials for
an Engineer-to-Order Cast Iron Manufacturer



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

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---------------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบและ นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังสำหรับโรงงานผลิตชิ้นรูป เหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ |
| โดย | น.ส.อัจฉรา จันวดี |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | ดร.อมรศิริ วิลาสเดชานนท์ |

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

| | |
|--|---------------------------------|
| | คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ |
| (รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล) | |
| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | |
| | ประธานกรรมการ |
| (รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิทวงศ์) | |
| | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก |
| (ดร.อมรศิริ วิลาสเดชานนท์) | |
| | กรรมการ |
| (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นระเกณท์ พุ่มชูศรี) | |
| | กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย |
| (ดร.สิริวิชญ์ สว่างนพ) | |

อัจฉรา จันวดี : การปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบและนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังสำหรับโรงงานผลิตขึ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ. (

Improvement of Demand Forecasting and Replenishment Policy of Raw Materials for an Engineer-to-Order Cast Iron Manufacturer) อ.ที่ปรึกษาหลัก :

ดร.อมรศิริ วิชาสเดชานนท์

ธุรกิจขึ้นรูปเหล็กหล่อเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนหรืออะไหล่สำหรับเครื่องจักรขนาดใหญ่ เป็นธุรกิจที่ต้องออกแบบและผลิตตามความต้องการของลูกค้า โดยส่วนใหญ่แล้วไม่สามารถคาดการณ์คำสั่งซื้อของลูกค้าได้ล่วงหน้า เนื่องจากความต้องการใช้ชิ้นส่วนมีความผันผวนสูง อีกทั้งในการผลิตยังจำเป็นต้องนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศซึ่งมีระยะเวลานาน ดังนั้นเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด จึงจำเป็นต้องมีการเก็บวัตถุดิบคงคลังไว้เพื่อใช้ในการผลิต จากการศึกษาพบปัญหาการกำหนดนโยบายบริหารวัตถุดิบคงคลังที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดปัญหาวัตถุดิบขาดมือ และในขณะเดียวกันก็พบว่ามีปริมาณวัตถุดิบคงคลังมากเกินไปเกินความต้องการ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังสำหรับโรงงานผลิตขึ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนคือการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบ และการกำหนดนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลัง ในขั้นตอนการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบ วัดผลความแม่นยำจากค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) พบว่าวิธีการพยากรณ์แบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์เฉลี่ยลดลงถึง 34% และในส่วนของ การกำหนดนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบ พบว่านโยบายการทบทวนปริมาณวัตถุดิบคงคลังอย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดค่าจุดสั่งซื้อและปริมาณสั่งซื้อจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยสามารถเพิ่มระดับการบริการเป็น 94% ลดค่าการขาดสต็อกลงได้ 23% ลดค่าใช้จ่ายรวมลงได้ 19%

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ลายมือชื่อนิสิต

ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

5970982021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Inventory Management, Replenishment Policy, Demand Forecasting,
Engineer-to-Order

Auschara Junvadee :

Improvement of Demand Forecasting and Replenishment Policy of Raw Materials for an Engineer-to-Order Cast Iron Manufacturer. Advisor: Amonsiri Vilasdaechanont, Ph.D.

A cast iron manufacturer designs and manufactures products to serve customer' orders almost exclusively as machinery spare parts. Most of the orders are Engineer-to-Order products which require both designing and manufacturing services. The demand is often unpredictable in the sense that its variation. To ensure on-time delivery and to improve customer service, the cast iron manufacturer must maintain adequate stock of raw materials. This paper examines a case study of a cast iron manufacturer and the shortage of raw materials and overstocking of inventory issues it often faces. The objective of this study is to improve the efficiency of its inventory management system of raw materials to avoid excess or shortage of inventory. The research is conducted in two phases which are forecasting raw materials demands and determining the replenishment policies. We develop demand forecasting models to minimize forecasting errors using time series method. The accuracy of the forecast is then measured in terms of Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Mean Squared Error (MSE). Found that Autoregressive Integrated Moving Average method (ARIMA) has given best results as reducing forecasting error by 34%. The replenishment policy found that best result is to develop and determine Ordering point and Quantity by mathematics model. And the results are increment of service level to 94%, decrement of shortage by 23% and reducing overall cost by 19%

Field of Study: Industrial Engineering Student's Signature

Academic Year: 2018 Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ อ.ดร.อมรศิริ วิลาสเดชานนท์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่สละเวลาอันมีค่าและได้กรุณาให้ความรู้ แนวความคิด คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ในการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีมาโดยตลอด อีกทั้งยังคอยให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดการทำวิจัย ขอขอบพระคุณท่านประธานกรรมการ รศ.ดร.ปวีณา เซาวลิตวงศ์ ท่านกรรมการ ผศ.ดร.นระเกณธ์ พุ่มชูศรี และ อ.ดร.สิริวิชญ์ สว่างนพ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำเพิ่มเติม รวมไปถึงข้อเสนอแนะในการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณครอบครัวของผู้วิจัยที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา ตลอดจนคอยให้กำลังใจ เรื่อยมาให้สามารถผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ ไปได้จนสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนในภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ช่วยเหลือเกื้อกูลกันในด้านต่างๆ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่กราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ผู้ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัย อย่างดีมาโดยตลอด

อัจฉรา จันวดี



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ค |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | ง |
| กิตติกรรมประกาศ..... | จ |
| สารบัญ..... | ฉ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... | 2 |
| 1.2 สภาพปัญหา..... | 10 |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... | 16 |
| 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย..... | 16 |
| 1.5 แนวคิดในการดำเนินงานวิจัย..... | 17 |
| 1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... | 17 |
| 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 17 |
| 1.8 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... | 18 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 20 |
| 2.1 การพยากรณ์ความต้องการ (Demand Forecasting)..... | 20 |
| 2.1.1 ขั้นตอนการพยากรณ์ (Forecasting Process)..... | 20 |
| 2.1.2 ประเภทของการพยากรณ์ (Types of Forecasting)..... | 23 |
| 2.1.2.1 วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Methods)..... | 23 |
| 2.1.2.2 วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Methods)..... | 23 |
| 2.1.2.2.1 วิธีการพยากรณ์แบบมูลเหตุ (Causal Forecasting Methods)..... | 23 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.1.2.2.2 | วิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา (Time Series Forecasting Methods)..... | 24 |
| 2.1.3 | พฤติกรรมของความต้องการ | 32 |
| 2.1.4 | การเลือกเทคนิคการพยากรณ์..... | 32 |
| 2.1.5 | การประเมินความถูกต้องของการพยากรณ์..... | 36 |
| 2.2 | พัสดุคงคลัง (Inventory) | 37 |
| 2.2.1 | ประเภทของพัสดุคงคลัง | 38 |
| 2.2.2 | การจัดการพัสดุคงคลังแบบ ABC..... | 38 |
| 2.2.3 | ประเภทของระบบการควบคุมพัสดุคงคลัง | 40 |
| 2.2.3.1 | ระบบจุดสั่งใหม่ (Re-order Point System)..... | 40 |
| 2.2.3.2 | ระบบผลัก (Push System)..... | 40 |
| 2.2.3.3 | ระบบดึง (Pull System)..... | 41 |
| 2.2.4 | ระบบของพัสดุคงคลัง | 41 |
| 2.2.5 | การหาโยบายการเติมเต็มพัสดุคงคลังที่เหมาะสม | 45 |
| 2.3 | การวางแผนและควบคุมการผลิต (Production Planning and Control)..... | 52 |
| 2.3.1 | รูปแบบของการผลิต | 52 |
| 2.3.2 | การวัดความสามารถในการตอบสนองของผลิตภัณฑ์ | 53 |
| 2.4 | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 54 |
| 2.4.1 | งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ (Forecasting)..... | 54 |
| 2.4.2 | งานวิจัยที่เกี่ยวกับการบริหารพัสดุคงคลัง (Inventory)..... | 55 |
| 2.4.3 | งานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ..... | 56 |
| บทที่ 3 | การวิเคราะห์ปัญหา..... | 59 |
| 3.1 | ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา | 60 |
| 3.1.1 | ข้อมูลองค์กร..... | 60 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.1.2 | ข้อมูลผลิตภัณฑ์..... | 63 |
| 3.1.3 | ข้อมูลการผลิตผลิตภัณฑ์..... | 64 |
| 3.1.4 | ปัญหาที่พบหลังจากการดำเนินงานของหน่วยงาน | 65 |
| 3.1.5 | สรุปสภาพปัญหาในปัจจุบัน..... | 69 |
| 3.2 | คัดเลือกชนิดของวัตถุดิบที่จะนำมาศึกษา..... | 69 |
| 3.2.1 | การวิเคราะห์โดยระบบ ABC Analysis..... | 69 |
| 3.2.2 | วิเคราะห์ระดับวัตถุดิบสะสมที่อยู่ในคลังของพัสดุในแต่ละเดือน | 73 |
| บทที่ 4 | การพยากรณ์..... | 75 |
| 4.1 | การพยากรณ์ความต้องการ..... | 75 |
| 4.1.1 | เก็บรวบรวมข้อมูล (Collect Data)..... | 75 |
| 4.1.2 | การจัดการข้อมูล (Data Manipulation) | 76 |
| 4.1.3 | พิจารณาลักษณะรูปแบบของข้อมูล (Examine Data Pattern) | 76 |
| 4.1.4 | เลือกวิธีการพยากรณ์ (Choose Forecasting Method)..... | 76 |
| 4.1.5 | ทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ (Test Accuracy of Forecasts)..... | 77 |
| 4.1.6 | ทดสอบความเหมาะสมของการพยากรณ์ (Test Residual Adequacy of Forecasts) | 77 |
| 4.1.7 | ทดสอบโมเดล..... | 77 |
| 4.2 | วัดผลความแม่นยำของการพยากรณ์..... | 102 |
| บทที่ 5 | การกำหนดนโยบายและทดสอบนโยบาย | 107 |
| 5.1 | การบริหารคลังวัตถุดิบของโรงงานกรณีศึกษา | 107 |
| 5.2 | การเลือกนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลัง | 111 |
| 5.2.1 | กำหนดตัวแปรและพารามิเตอร์..... | 113 |
| 5.2.2 | สมมุติฐานของแบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อ (R,Q)..... | 115 |
| 5.2.3 | ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหา (R,Q) ที่ดีที่สุด | 117 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 5.2.4 | กำหนดวิธีการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบ | 122 |
| 5.3 | ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) | 123 |
| 5.3.1 | นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ r,R,Q จากความต้องการจริง | 124 |
| 5.3.2 | นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ R,Q จากความต้องการจริง | 127 |
| 5.3.3 | นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ R,Q จากความต้องการสุ่ม | 128 |
| 5.4 | ตารางที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ | 129 |
| 5.5 | ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ | 132 |
| 5.5.1 | นโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง | 132 |
| 5.5.2 | นโยบาย R,Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง | 133 |
| 5.5.3 | นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจาก ความต้องการจริง และทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง | 134 |
| 5.5.4 | นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจาก ความต้องการจริง และทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม | 137 |
| 5.5.5 | นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจาก ความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม | 138 |
| 5.6 | เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ | 141 |
| 5.7 | การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) | 143 |
| 5.7.1 | วิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่งซื้อต่อค่าพารามิเตอร์ | 143 |
| 5.7.2 | การวิเคราะห์ความไวของค่าใช้จ่ายรวมต่อปริมาณการสั่งซื้อ | 149 |
| บทที่ 6 | สรุปผลการวิจัย | 151 |
| 6.1 | สรุปผลการวิจัย | 151 |
| 6.1.1 | เทคนิคการพยากรณ์ | 151 |
| 6.1.2 | นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลัง | 151 |
| 6.2 | ข้อเสนอแนะ | 155 |
| 6.3 | ปัญหาและอุปสรรค | 155 |

| | |
|----------------------|-----|
| บรรณานุกรม..... | 157 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 171 |



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

| | |
|--|----|
| รูปที่ 1.1 ตัวอย่างรูปแบบลักษณะของผลิตภัณฑ์ Roller monobloc, Roller segment และ Table segment | 1 |
| รูปที่ 1.2 โมเดลจำลองการติดตั้งและใช้งานผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนของโรงงานกรณีศึกษา | 2 |
| รูปที่ 1.3 การนำผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนหรืออะไหล่ไปใช้งานในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ | 3 |
| รูปที่ 1.4 จำนวนรายการผลิตภัณฑ์ (SKU) ที่ผลิตในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 | 4 |
| รูปที่ 1.5 ปริมาณการผลิตรวม (ตัน) ในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 | 4 |
| รูปที่ 1.6 ปริมาณการใช้ Ferro Tungsten (kgs) ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560..... | 6 |
| รูปที่ 1.7 ปริมาณการใช้ Fe-Cr MC (kgs) ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560..... | 6 |
| รูปที่ 1.8 กระบวนการดำเนินงานตั้งแต่โรงงานรับคำสั่งซื้อจนถึงส่งสินค้า..... | 7 |
| รูปที่ 1.9 ระยะเวลาส่งสินค้ากรณีคำสั่งซื้อซ้ำ (Repeat Order)..... | 8 |
| รูปที่ 1.10 ระยะเวลาส่งสินค้ากรณีคำสั่งซื้อใหม่ (New Order) | 9 |
| รูปที่ 1.11 เปอร์เซ็นต์มูลค่าการขาดสต็อกของวัตถุดิบปีพ.ศ. 2560..... | 11 |
| รูปที่ 1.12 จำนวนรายการของวัตถุดิบขาดสต็อกของวัตถุดิบคงคลังที่มีช่วงเวลานำกลุ่ม I และ II ปี พ.ศ. 2560 | 12 |
| รูปที่ 1.13 ระดับการให้บริการ (Service level) ของกลุ่มวัตถุดิบปีพ.ศ.2560 | 12 |
| รูปที่ 1.14 เปอร์เซ็นต์มูลค่าการเก็บสต็อกเกินของวัตถุดิบเฉลี่ยต่อเดือน ปีพ.ศ. 2560 | 13 |
| รูปที่ 1.15 มูลค่าของวัตถุดิบคงคลังและอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุดิบกลุ่ม A-I..... | 14 |
| รูปที่ 1.16 มูลค่าของวัตถุดิบคงคลังและอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุดิบกลุ่ม A-II..... | 14 |
| รูปที่ 1.17 มูลค่าของวัตถุดิบคงคลังและอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุดิบกลุ่ม B-I..... | 15 |
| รูปที่ 1.18 มูลค่าของวัตถุดิบคงคลังและอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุดิบกลุ่ม B-II..... | 15 |
| รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการพยากรณ์..... | 21 |
| รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของความต้องการ | 34 |

| | |
|--|----|
| รูปที่ 2.3 กราฟเส้นการกระจายของรายการสินค้าและยอดขาย | 39 |
| รูปที่ 2.4 ฮิสโตแกรมการกระจายของรายการสินค้าและยอดขาย | 40 |
| รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของแบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัด | 43 |
| รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ของแบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัดเมื่อมีส่วนลดทุกหน่วย | 44 |
| รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ของแบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัดเมื่อมีอัตราการผลิตจำกัด | 44 |
| รูปที่ 2.8 การเปลี่ยนแปลงพัสดุคงคลังของแบบจำลองที่อนุญาตให้ร้างพัสดุ | 45 |
| รูปที่ 2.9 แบบจำลองนโยบาย Continuous Review (R,Q) | 46 |
| รูปที่ 2.10 การเคลื่อนไหวของระดับพัสดุคงคลังของแบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณสั่งซื้อ | 46 |
| รูปที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการวนซ้ำสำหรับหา Q^* และ R^* | 50 |
| รูปที่ 2.12 แบบจำลองนโยบาย Periodic Review (r,S) | 51 |
| รูปที่ 2.13 แบบจำลองนโยบาย Continuous Review (R,S) | 51 |
| รูปที่ 2.14 แบบจำลองนโยบาย Periodic Review (r,R,S) | 52 |
| รูปที่ 3.1 แผนผังองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา | 60 |
| รูปที่ 3.2 การดำเนินงานของหน่วยงานวางแผนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาหลังจากได้รับคำสั่งซื้อ | 61 |
| รูปที่ 3.3 แผนภาพกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา | 63 |
| รูปที่ 3.4 ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์รวมในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560 | 64 |
| รูปที่ 3.5 จำนวนรายการผลิตภัณฑ์ (SKU) ที่ผลิตในแต่ละปี ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 ถึงปีพ.ศ. 2560 | 66 |
| รูปที่ 3.6 จำนวนรายการผลิตภัณฑ์ (SKU) ที่ผลิตในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 | 66 |
| รูปที่ 3.7 แผนภาพการดำเนินงานการพยากรณ์ความต้องการใช้พัสดุของบริษัทกรณีศึกษา | 67 |
| รูปที่ 3.8 มูลค่าของพัสดุที่จัดเก็บในคลังของพัสดุทั้ง 5 ประเภท | 70 |
| รูปที่ 3.9 มูลค่าการขาดสต็อกของวัตถุดิบ ปีพ.ศ. 2560 | 72 |
| รูปที่ 3.10 มูลค่าการเก็บสต็อกเกินของวัตถุดิบ ปีพ.ศ. 2560 | 72 |

| | |
|--|----|
| รูปที่ 3.11 ระดับวัตถุดิบคงเหลือสั้นงวดของวัตถุดิบกลุ่ม A-I และ A-II..... | 73 |
| รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการพยากรณ์..... | 75 |
| รูปที่ 4.2 การเลือกวิธีการพยากรณ์ของวัตถุดิบ | 78 |
| รูปที่ 4.3 ปริมาณยอดการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ Ferro Tungsten เป็นส่วนประกอบเทียบปริมาณการใช้ Ferro Tungsten..... | 79 |
| รูปที่ 4.4 ปริมาณยอดการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ Ferro Tungsten เป็นส่วนประกอบเทียบปริมาณการใช้ Ferro Tungsten หลังจากตรวจสอบข้อมูล | 80 |
| รูปที่ 4.5 กราฟ Time Series ของปริมาณการใช้ Ferro Tungsten ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2557 - 2559 | 80 |
| รูปที่ 4.6 กราฟ Decomposition Function ของ Ferro Tungsten | 81 |
| รูปที่ 4.7 กราฟ Autocorrelation Function ของ Ferro Tungsten | 81 |
| รูปที่ 4.8 กราฟผลวิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ Ferro Tungsten..... | 82 |
| รูปที่ 4.9 กราฟวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลสำหรับแนวโน้มของโฮลล์ของ Ferro Tungsten..... | 83 |
| รูปที่ 4.10 กราฟวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้งของ Ferro Tungsten..... | 83 |
| รูปที่ 4.11 กราฟ auto.arima ของ Ferro Tungsten จากโปรแกรม R..... | 84 |
| รูปที่ 4.12 กราฟ Autocorrelation Function ของ FeW จากโปรแกรม R..... | 85 |
| รูปที่ 4.13 กราฟ Partial Autocorrelation Function ของ FeW จากโปรแกรม R | 85 |
| รูปที่ 4.14 กราฟ Autocorrelation Function ของ Residual FeW จากโปรแกรม R..... | 86 |
| รูปที่ 4.15 กราฟ Partial Autocorrelation Function ของ Residual FeW จากโปรแกรม R..... | 86 |
| รูปที่ 4.16 ปริมาณยอดการผลิตเทียบกับปริมาณการใช้ Fe-Cr MC | 88 |
| รูปที่ 4.17 สัดส่วนยอดการใช้จริงของ Fe-Cr MC ต่อยอดการผลิต | 89 |
| รูปที่ 4.18 กราฟ Time Series ของปริมาณการใช้ Fe-Cr MC ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 - พ.ศ. 2559 | 89 |
| รูปที่ 4.19 กราฟ Decomposition Function ของ Fe-Cr MC..... | 90 |
| รูปที่ 4.20 กราฟ Autocorrelation Function ของ Fe-Cr MC..... | 90 |
| รูปที่ 4.21 กราฟวิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ Fe-Cr MC..... | 91 |

| | |
|--|-----|
| รูปที่ 4.22 กราฟวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายของ Fe-Cr MC..... | 92 |
| รูปที่ 4.23 กราฟ auto.arima ของ Fe-Cr MC จากโปรแกรม R..... | 92 |
| รูปที่ 4.24 กราฟ Autocorrelation Function ของ Fe-Cr MC จากโปรแกรม R..... | 93 |
| รูปที่ 4.25 กราฟ Partial Autocorrelation Function ของ Fe-Cr MC จากโปรแกรม R..... | 93 |
| รูปที่ 4.26 กราฟ Autocorrelation Function ของ Residual Fe-Cr MC จากโปรแกรม R..... | 94 |
| รูปที่ 4.27 กราฟ Partial Autocorrelation Function ของ Residual Fe-Cr MC จากโปรแกรม R | 94 |
| รูปที่ 5.1 ข้อมูลประกอบการไหลของวัตถุดิบคงคลังของโรงงานกรณีศึกษา | 108 |
| รูปที่ 5.2 ขั้นตอนการทำงานปัจจุบันในการเบิกวัตถุดิบของโรงงานกรณีศึกษา | 109 |
| รูปที่ 5.3 แผนผังวิธีการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบ | 122 |
| รูปที่ 5.4 วิธีการทำงานของนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ r,R,Q จากความต้องการจริง. 125 | |
| รูปที่ 5.5 วิธีการทำงานของนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ R,Q จากความต้องการจริง ... | 127 |

สารบัญตาราง

| | |
|--|-----|
| ตารางที่ 1.1 ปริมาณวัตถุดิบที่ต้องการใช้ของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ขนาด 1000 กิโลกรัม..... | 5 |
| ตารางที่ 1.2 จำนวนรายการวัตถุดิบโดยจัดลำดับความสำคัญจากปัจจัยเวลานำของการสั่งซื้อและมูลค่าการใช้..... | 10 |
| ตารางที่ 2.1 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์..... | 35 |
| ตารางที่ 3.1 จำแนกพัสดุที่จัดเก็บในคลังของพัสดุตามลักษณะการใช้งาน | 70 |
| ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์โดยระบบ ABC พิจารณาจากปัจจัยมูลค่าการใช้และเวลานำการสั่งซื้อของวัตถุดิบ..... | 71 |
| ตารางที่ 4.1 Measuring Forecast Error ของ Ferro Tungsten ข้อมูลปี พ.ศ. 2557 - 2559..... | 87 |
| ตารางที่ 4.2 Measuring Forecast Error ของ Ferro Tungsten เทียบกับข้อมูลจริงปี พ.ศ. 2560 | 87 |
| ตารางที่ 4.3 Measuring Forecast Error ของ Fe-Cr MC ข้อมูลปี พ.ศ. 2556 - 2559 | 95 |
| ตารางที่ 4.4 Measuring Forecast Error ของ Fe-Cr MC เทียบกับข้อมูลจริงปี พ.ศ. 2560 | 96 |
| ตารางที่ 4.5 รูปแบบข้อมูล (Data Patterns) ของวัตถุดิบทั้ง 25 รายการ..... | 97 |
| ตารางที่ 4.6 ผลการสรุปค่า Measuring Forecast Error ของเทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ของข้อมูลรูปแบบ Trend ข้อมูลปี พ.ศ. 2556 – 2559..... | 98 |
| ตารางที่ 4.7 ผลการสรุปค่า Measuring Forecast Error ของเทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ของข้อมูลรูปแบบ Stationary ข้อมูลปี พ.ศ. 2556 – 2559 | 99 |
| ตารางที่ 4.8 ผลการสรุปค่า Measuring Forecast Error จากเทคนิคการพยากรณ์ ARIMA ของข้อมูลรูปแบบ Trend ปี พ.ศ. 2560..... | 100 |
| ตารางที่ 4.9 ผลการสรุปค่า Measuring Forecast Error จากเทคนิคการพยากรณ์ ARIMA ของข้อมูลรูปแบบ Stationary ปี พ.ศ. 2560 | 101 |
| ตารางที่ 4.10 ผลการสรุปค่า MAPE จากการพยากรณ์เทคนิค Moving average และ ARIMA จาก การ Fitting model..... | 103 |

| | |
|---|-----|
| ตารางที่ 4.11 ผลการสรุปค่า MAPE จากการพยากรณ์เทคนิค Moving average และ ARIMA เทียบกับข้อมูลจริง (Actual demand) ปี 2560..... | 105 |
| ตารางที่ 4.12 ผลการสรุปค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์แบบถ่วงน้ำหนัก (Weight average) | 106 |
| ตารางที่ 5.1 แสดงปริมาณระดับจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) ของนโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% | 110 |
| ตารางที่ 5.2 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง | 116 |
| ตารางที่ 5.3 ปริมาณจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิด จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหา (R,Q) ที่ดีที่สุด โดยคำนวณมาจากความต้องการจริง..... | 120 |
| ตารางที่ 5.4 ปริมาณจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิด จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหา (R,Q) ที่ดีที่สุด โดยคำนวณมาจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA | 121 |
| ตารางที่ 5.5 แสดงหน้าจอการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ | 129 |
| ตารางที่ 5.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์จากนโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง | 132 |
| ตารางที่ 5.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์จากนโยบาย R,Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง | 133 |
| ตารางที่ 5.8 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุด จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการจริง และทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง | 135 |
| ตารางที่ 5.9 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม | 136 |
| ตารางที่ 5.10 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการจริง ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม | 137 |
| ตารางที่ 5.11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม | 139 |
| ตารางที่ 5.12 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของทั้ง 2 นโยบาย..... | 141 |

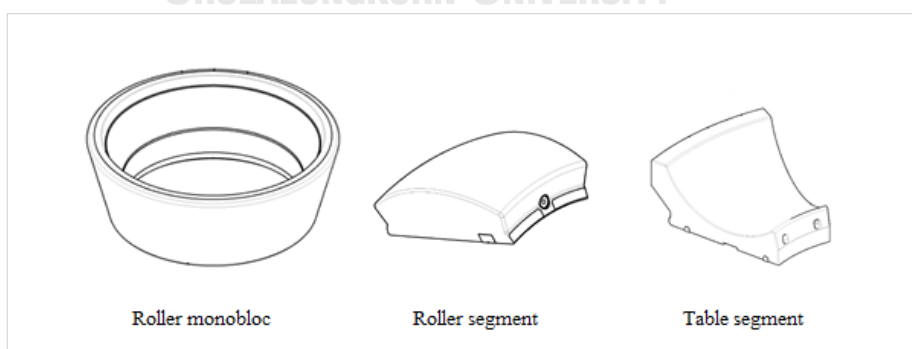
| | |
|---|-----|
| ตารางที่ 5.13 อัตราการหมุนเวียน (วัน) จากการใช้นโยบายแบบปัจจุบันและแบบที่งานวิจัยนำเสนอ | 142 |
| ตารางที่ 5.14 การวิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุคงคลังของ Ferro Tungsten | 144 |
| ตารางที่ 5.15 การวิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุคงคลังของ Fe-Cr MC | 145 |
| ตารางที่ 5.16 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณการสั่ง (Q^*) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าจัดเก็บพัสดุ (Holding cost) | 146 |
| ตารางที่ 5.17 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการดำเนินการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าเก็บพัสดุ (Holding cost) | 148 |
| ตารางที่ 5.18 การวิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่งต่อค่าพารามิเตอร์ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย | 149 |
| ตารางที่ 5.19 การวิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่ง (Q^*) และจุดสั่งซื้อ (R) ต่อค่าใช้จ่ายรวม | 150 |
| ตารางที่ 6.1 ตารางเปรียบเทียบนโยบายปัจจุบันและนโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ | 152 |
| ตารางที่ 6.2 ระดับการบริการแบบเดิมและแบบงานวิจัยนำเสนอ | 153 |
| ตารางที่ 6.3 ค่าใช้จ่ายในการเก็บวัตถุดิบคงคลังจากการใช้นโยบายแบบปัจจุบันและแบบที่งานวิจัยนำเสนอ | 154 |
| ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของนโยบายปัจจุบันและนโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ | 154 |

บทที่ 1

บทนำ

อุตสาหกรรมเหล็กของประเทศไทยเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมพื้นฐาน ที่มีความสำคัญในการพัฒนาประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศเป็นจำนวนมาก อาทิเช่น อุตสาหกรรมการก่อสร้าง อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล นอกจากนี้ยังมีอุตสาหกรรมหนักในกลุ่มของอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมโรงไฟฟ้า และอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเหล็กเป็นชิ้นส่วนหรืออะไหล่ (Spare part) ที่สำคัญสำหรับเครื่องจักรขนาดใหญ่ในกระบวนการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนหรืออะไหล่เหล่านี้ทำหน้าที่ในการבודัดและย่อยขนาดของวัตถุดิบให้เล็กลง ชิ้นส่วนที่สามารถทนทานต่อสภาวะการใช้งานนี้ได้ส่วนใหญ่ผลิตจากเหล็ก

โรงงานกรณีศึกษาเป็นหนึ่งในผู้ผลิตชิ้นส่วนหรืออะไหล่จากการขึ้นรูปเหล็กหล่อสีขาวชนิดโครเมียมสูง (Hi-chromium white cast iron) ตั้งอยู่ที่จังหวัดสระบุรี ประเทศไทย เริ่มดำเนินการผลิตมาตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 มีกำลังการผลิต (Capacity) สูงสุด 5400 ตันต่อปี หรือ 450 ตันต่อเดือน สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ที่สุดได้ 2.5 เมตร และน้ำหนักมากที่สุดได้ถึง 11 ตัน ผลิตภัณฑ์ถูกออกแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อ ซึ่งมีความหลากหลายและสามารถแบ่งผลิตภัณฑ์ตามลักษณะการออกแบบได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ดังนี้ 1.) ประเภท Roller monobloc 2.) ประเภท Roller segment และ 3.) ประเภท Table segment ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ตัวอย่างรูปแบบลักษณะของผลิตภัณฑ์ Roller monobloc, Roller segment และ Table segment

ผลิตภัณฑ์ประเภท Roller segment และ Table segment ในการใช้งานจะต้องนำชิ้นส่วนหลายชิ้นมาประกอบกันในลักษณะเป็นวง (Set) ตามลักษณะของการออกแบบ ซึ่งผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนที่ได้จะถูกนำไปติดตั้งในเครื่องจักร โดยมีลักษณะการติดตั้งและการใช้งาน ดังรูปที่ 1.2 ในการใช้งานผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนแต่ละโมเดลจะถูกนำไปติดตั้งบนเครื่องจักรตามรุ่นที่กำหนด และทำหน้าที่บิดอัดและย่อยขนาดวัตถุดิบในกระบวนการผลิตให้เล็กลง



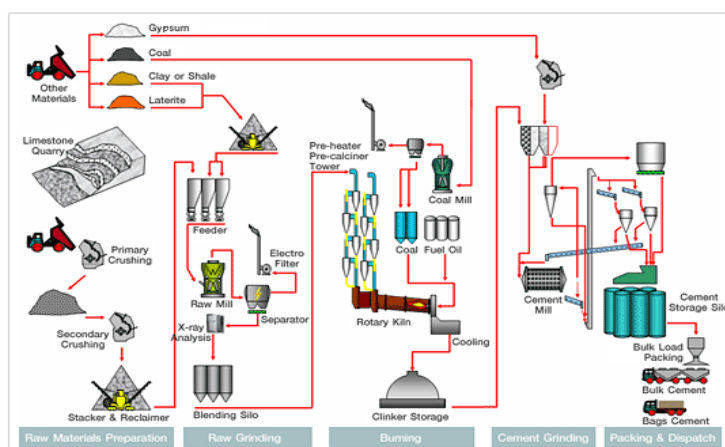
รูปที่ 1.2 โมเดลจำลองการติดตั้งและใช้งานผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนของโรงงานกรณีศึกษา

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ธุรกิจขึ้นรูปเหล็กหล่อเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนหรืออะไหล่สำหรับเครื่องจักรขนาดใหญ่ เป็นธุรกิจที่ต้องออกแบบและผลิตชิ้นส่วนตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งมีการแข่งขันกันสูงและถึงแม้ว่าโรงงานกรณีศึกษาจะมีความสามารถในการผลิต แต่ก็มีโรงงานคู่แข่งที่มีความสามารถด้านการผลิตใกล้เคียงกับโรงงานกรณีศึกษาตั้งอยู่ที่ประเทศอินเดีย ซึ่งมีต้นทุนค่าจ้างแรงงานต่ำกว่าประเทศไทย ส่งผลให้ราคาขายสินค้าของโรงงานคู่แข่งต่ำกว่าโรงงานกรณีศึกษา ณ ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาไม่สามารถแข่งขันกับคู่แข่งในเรื่องราคาขายได้ เพื่อความอยู่รอดของธุรกิจจึงจำเป็นต้องรักษาระดับความพึงพอใจของลูกค้าด้วยการให้บริการ สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว โดยมีระยะเวลานำในการออกแบบและผลิตชิ้นส่วนที่สั้น

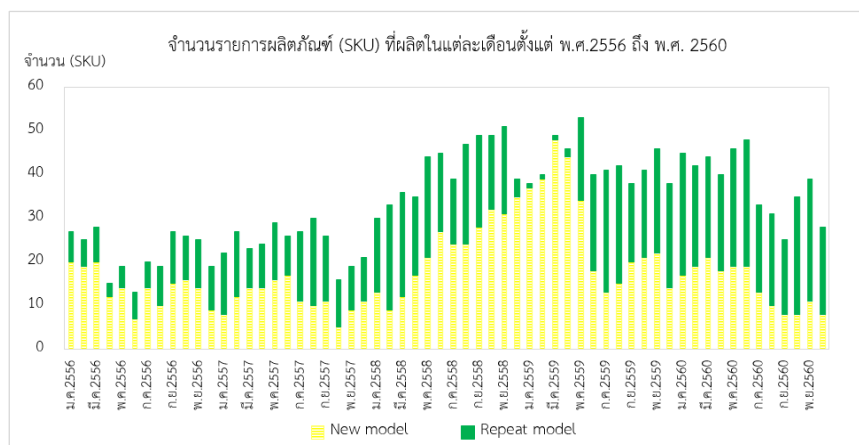
ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนจากการขึ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อนั้นถูกนำไปใช้งานในการบดถ่านหิน บดแร่ และบดวัตถุดิบต่างๆ ระหว่างกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1.3 ถึงแม้ว่าเครื่องจักรของลูกค้าจะมีรอบในการซ่อมบำรุง (Preventive Maintenance) และรอบในการติดตั้งชิ้นส่วนใหม่ แต่บางครั้งชิ้นส่วนอาจแตกหักก่อนจะครบอายุการใช้งาน เกิดจากในระหว่างที่ลูกค้าใช้งานอาจเกิดการกระแทกอย่างรุนแรงระหว่างชิ้นส่วนกับสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนเข้ามาในเครื่องจักร ทำให้เกิดการ

แตกหักเสียหาย (Emergency Breakdown) ต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นก่อนเวลาที่คาดการณ์ไว้ เป็นอีกเหตุผลหนึ่งในการที่ลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์โดยมีระยะเวลานานในการส่งมอบที่สั้นที่สุด



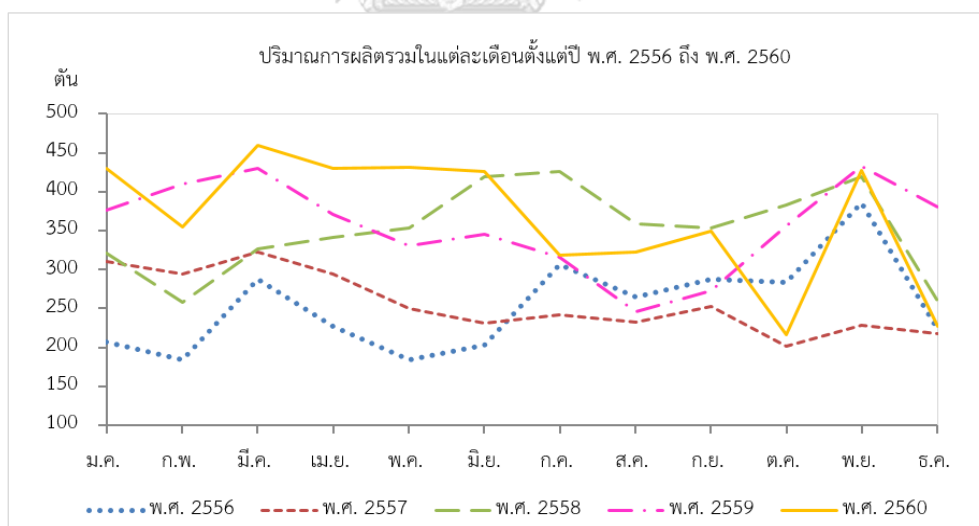
รูปที่ 1.3 การนำผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนหรืออะไหล่ไปใช้งานในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์
(ที่มา : <http://www.asiacement.co.th/ENG/Our+Company/Production+Process/>)

ในอุตสาหกรรมหนักมีการแข่งขันกันสูง มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้ทันสมัยอยู่ตลอด อีกทั้งพัฒนาความสามารถในการผลิตให้เหมาะสมที่สุด โดยปรับปรุงทั้งลักษณะเครื่องจักร การออกแบบ การติดตั้ง และการใช้งาน ส่งผลให้ความต้องการผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนหรืออะไหล่ของลูกค้าในแต่ละเดือนมีหลากหลายโมเดล (SKU) เมื่อพิจารณาข้อมูลความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า 5 ปี ย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560 พบว่าปี พ.ศ. 2556 ผลิตทั้งหมด 102 โมเดล, ปีพ.ศ. 2557 ผลิตทั้งหมด 124 โมเดล, ปีพ.ศ. 2558 ผลิตทั้งหมด 170 โมเดล, ปีพ.ศ. 2559 ผลิตทั้งหมด 195 โมเดล และปีพ.ศ. 2560 ผลิตทั้งหมด 178 โมเดล และเมื่อพิจารณาข้อมูลเป็นรายเดือน ในแต่ละเดือนลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์หลากหลายโมเดล ซึ่งต้องการทั้งผลิตภัณฑ์ใหม่ (New model) และผลิตภัณฑ์ที่เคยผลิตมาแล้วในอดีต (Repeat model) แสดงดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 จำนวนรายการผลิตภัณฑ์ (SKU) ที่ผลิตในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560

เมื่อพิจารณาข้อมูล 5 ปี ย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560 ในมิติด้านปริมาณพบว่าในแต่ละเดือนความต้องการผลิตภัณฑ์รวมไม่เท่ากัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละโมเดลมีขนาดน้ำหนักไม่เท่ากัน ซึ่งชิ้นส่วนมีน้ำหนักต่อชิ้นตั้งแต่ 100 กิโลกรัม จนถึง 11000 กิโลกรัม จึงส่งผลให้ปริมาณการผลิตรวมในแต่ละเดือนไม่เท่ากัน ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 ปริมาณการผลิตรวม (ตัน) ในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560

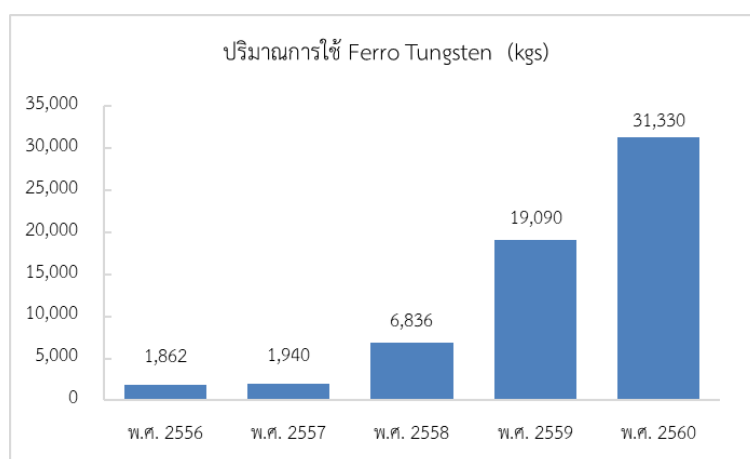
โดยส่วนใหญ่แล้วไม่สามารถคาดการณ์คำสั่งซื้อของลูกค้าได้ล่วงหน้า ไม่ว่าจะเป็นประเภทของชิ้นส่วน ปริมาณ หรือช่วงเวลาที่ต้องการ ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในแต่ละเดือนจะมีหลากหลาย

โมเดล แต่ในการพิจารณาปริมาณการใช้วัตถุดิบพื้นฐาน (Common raw materials) พบว่ามีรูปแบบปริมาณความต้องการและใช้งานที่ค่อนข้างชัดเจนภายในช่วงระยะเวลาที่พิจารณา เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่เคยผลิตมาจัดเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product family) ตามลักษณะรูปแบบและคุณสมบัติเฉพาะของชิ้นงาน สามารถแบ่งได้เป็น 18 กลุ่ม ซึ่งครอบคลุมโมเดลการผลิตทั้งหมด อีกทั้งผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่มเหล่านี้มีการใช้วัตถุดิบที่จัดเก็บอยู่ในคลังชนิดเดิม ยกตัวอย่างเช่น เลือกผลิตภัณฑ์ 6 กลุ่มซึ่งมีปริมาณการผลิตคิดเป็น 81% ของการผลิตทั้งหมด มาพิจารณาความต้องการใช้วัตถุดิบ โดยเทียบส่วนผสมการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่มขนาด 1000 กิโลกรัม สามารถแสดงปริมาณวัตถุดิบที่ต้องการใช้ได้ดังตารางที่ 1.1

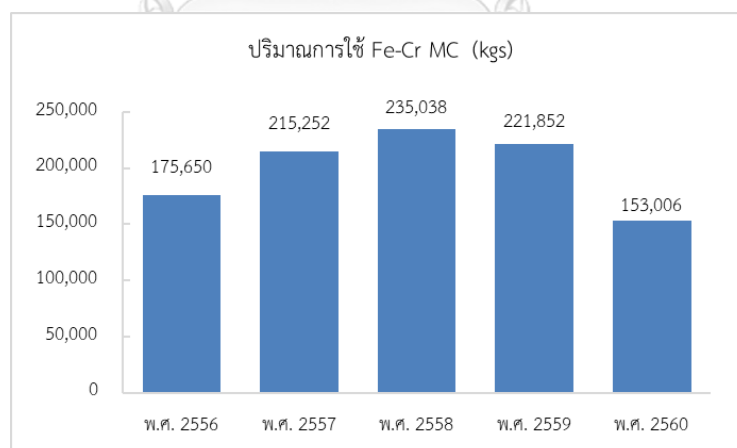
ตารางที่ 1.1 ปริมาณวัตถุดิบที่ต้องการใช้ของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ขนาด 1000 กิโลกรัม

| Stock Name | Unit | กลุ่มผลิตภัณฑ์ | | | | | |
|--|-------|----------------|------|------|------|------|---------|
| | | RMN | RMCX | TSCX | TSN | RSCX | RMCXFew |
| Chromite Sand | Kg | 130 | 280 | 250 | 130 | 250 | 280 |
| Fe-Mo | Kg | 25 | 22 | 22 | 25 | 22 | 22 |
| Grains-Xwin | Kg | 0 | 40 | 40 | 0 | 40 | 40 |
| Resin SQ NP102-10B (Part : B) | Kg | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Fe-Cr MC | Kg | 25 | 108 | 108 | 25 | 108 | 108 |
| Grinding Wheel XWIN | piece | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Nickel electrolytic | Kg | 5 | 0.5 | 0.5 | 5 | 0.5 | 0.5 |
| GRINDING WHEEL WENDT | piece | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Glue MEGACERAM SA | Kg | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Grinding Disc | piece | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| Resin SQ NP101B (Part : A) | Kg | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| MAGNESITE POWER FOUNDRY COATING "SQ" | Kg | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Sand Cerabeads 60 NCB#650 | Kg | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Rope Dia. 18 MM. (เชือกมะนิลา) | roll | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| CORINCON POWDER FOUNDRY COATING RISA41L "SQ" | Kg | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 |
| Resin SQ NP103E (Part : C) | piece | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| Stainless 430 | Kg | 500 | 350 | 350 | 500 | 350 | 350 |
| Carbon 99 | Kg | 22 | 4 | 4 | 22 | 4 | 4 |
| Fe-Mn | Kg | 18 | 16 | 16 | 18 | 16 | 16 |
| Fe-Si | Kg | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Fe-Cr HC (Lumpie) | Kg | 70 | 150 | 150 | 70 | 150 | 190 |
| Steel Scrap | Kg | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| FE Cr HC (CC-Plasma) | Kg | 80 | 90 | 90 | 80 | 90 | 50 |

เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของการใช้วัตถุดิบ เลือกวัตถุดิบกลุ่ม A-I และ A-II มาอย่างละ 1 ชนิด คือ Ferro Tungsten และ Fe-Cr MC พิจารณาความต้องการใช้วัตถุดิบในแต่ละปี ซึ่งพบว่าถึงแม้จำนวนโมเดล (SKU) ที่ผลิตในแต่ละปีจะเปลี่ยนแปลงไป แต่รูปแบบปริมาณการใช้วัตถุดิบไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปมาก ยังคงมีการใช้อยู่แสดงดังรูปที่ 1.6 ปริมาณการใช้ Ferro Tungsten (kgs) ตั้งแต่ปีพ.ศ.2556 ถึง พ.ศ. 2560 ข้อมูลมีลักษณะเป็น Non-Stationary และรูปที่ 1.7 ปริมาณการใช้ Fe-Cr MC (kgs) ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560 ข้อมูลมีลักษณะเป็น Stationary



รูปที่ 1.6 ปริมาณการใช้ Ferro Tungsten (kgs) ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560

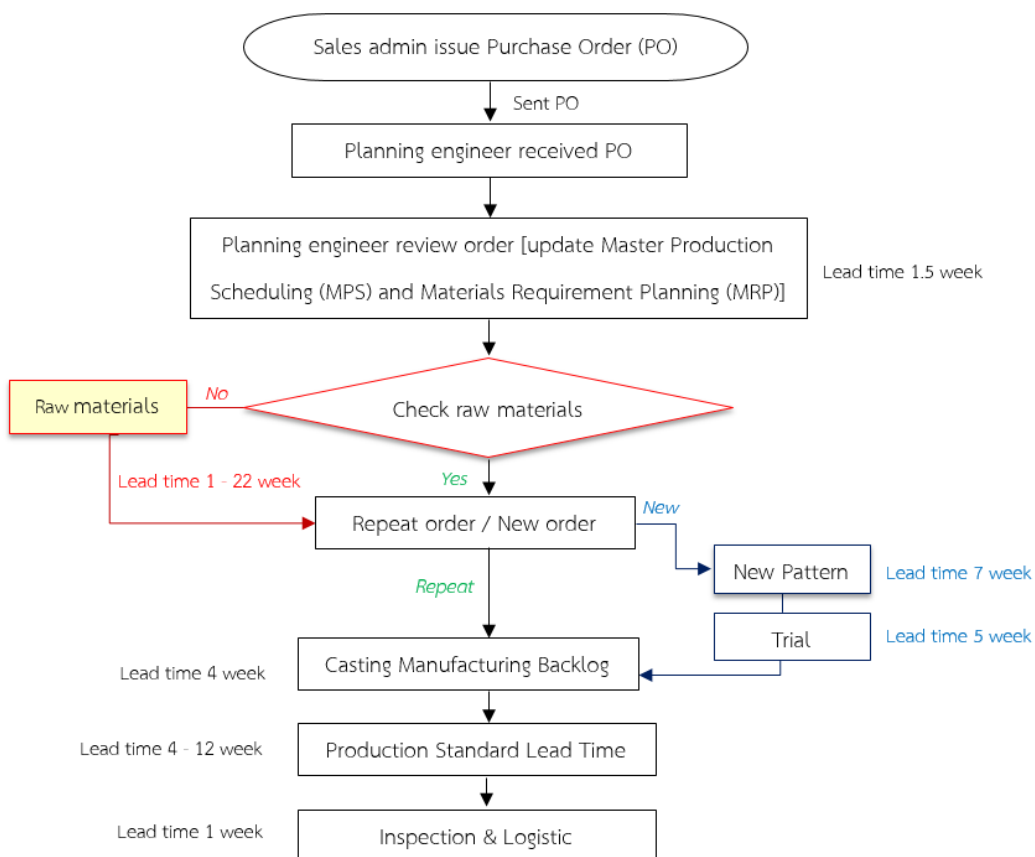


รูปที่ 1.7 ปริมาณการใช้ Fe-Cr MC (kgs) ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560

ดังนั้นด้วยข้อจำกัดต่างๆ จึงมีการปรับกลยุทธ์ในการแข่งขันเพื่อทำให้ 1.) สามารถผลิตสินค้าได้หลากหลายตามรูปแบบและคุณสมบัติที่ลูกค้าต้องการ 2.) มีระยะเวลาในการส่งมอบที่สั้น และ 3.) การส่งมอบสินค้าตรงเวลา โดยระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนดคือ 10.5 ถึง 30.5 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนเป็นการผลิตแบบออกแบบและผลิตตามคำสั่ง

ซื้อ ดังนั้นไม่สามารถเก็บสต็อก (Stock) ในส่วนของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finish Goods) หรือผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปในระหว่างกระบวนการผลิต (Work In Process) ไว้สำรองเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าได้ เนื่องจากไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าว่าจะมีคำสั่งซื้อใดเข้ามา ซึ่งจะสามารถเก็บได้เฉพาะส่วนที่เป็นวัตถุดิบ (Raw Materials)

โรงงานกรณีศึกษาเป็นกระบวนการสั่งซื้อแบบออกแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อ เมื่อได้รับคำสั่งซื้อ (Purchase order) เข้ามาขั้นแรกก็ต้องพิจารณาลักษณะของแบบงาน (Drawing) ว่าเป็นคำสั่งซื้อใหม่ (New order) ที่ต้องใช้เวลาในการออกแบบใหม่และทดลองใหม่ ซึ่งส่งผลให้ระยะเวลานาน (Lead time) ในการส่งมอบสินค้านาน หรือว่าเป็นคำสั่งซื้อซ้ำ (Repeat order) ซึ่งมีการออกแบบไว้เรียบร้อยแล้ว หากมีวัตถุดิบเพียงพอสำหรับการผลิตก็จะสามารถผลิตสินค้าได้ทันที ซึ่งส่งผลให้ระยะเวลานานในการส่งมอบสินค้าเร็วกว่าแบบคำสั่งซื้อใหม่ ซึ่งมีกระบวนการดำเนินงานแสดงดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 กระบวนการดำเนินงานตั้งแต่โรงงานรับคำสั่งซื้อจนถึงส่งสินค้า

จากรูปที่ 1.8 กระบวนการทำงานเริ่มจากหน่วยงานขายส่งคำสั่งซื้อให้กับหน่วยงานวางแผน หน่วยงานวางแผนจะทำการทบทวนคำสั่งซื้อ (Review order) วางแผนการผลิตหลักพร้อมทั้งจัดแผน ความต้องการใช้วัตถุดิบ จากนั้นตรวจสอบวัตถุดิบที่จัดเก็บอยู่ในคลังว่าเพียงพอสำหรับการผลิต หรือไม่ หากวัตถุดิบมีไม่เพียงพอสำหรับการผลิตจะต้องดำเนินการสั่งซื้อวัตถุดิบใหม่ โดยที่การสั่งซื้อ วัตถุดิบมีระยะเวลานำอยู่ในช่วง 1 ถึง 22 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะเวลาการรอคอยที่นานมาก หากมี วัตถุดิบเพียงพอสำหรับการผลิตก็สามารถผลิตชิ้นงานได้เลย โดยที่ไม่เสียเวลาในการสั่งซื้อและรอ คอยวัตถุดิบ ซึ่งถ้าเป็นคำสั่งซื้อซ้ำ (Repeat order) โรงงานกรณีศึกษาใช้เวลาในการดำเนินการและ ผลิตชิ้นงานตั้งแต่ต้นจนจบประมาณ 10.5 ถึง 18.5 สัปดาห์ และถ้าเป็นคำสั่งซื้อใหม่ (New order) โรงงานกรณีศึกษาใช้เวลาในการดำเนินการและผลิตชิ้นงานตั้งแต่ต้นจนจบประมาณ 22.5 ถึง 30.5 สัปดาห์ และเมื่อผลิตเสร็จก็จะทำการตรวจสอบคุณภาพและส่งผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าต่อไป

เมื่อมีวัตถุดิบเพียงพอกรณีที่ชิ้นส่วนเป็นคำสั่งซื้อซ้ำ (Repeat order) ระยะเวลานำส่งอยู่ ในช่วง 10.5 ถึง 18.5 สัปดาห์ หากไม่มีวัตถุดิบเก็บอยู่ในคลังของพัสดุหรือวัตถุดิบที่มีไม่เพียงพอ สำหรับการผลิต ต้องสั่งซื้อวัตถุดิบใหม่ ซึ่งวัตถุดิบมีระยะเวลานำส่งประมาณ 1 ถึง 22 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งของวัตถุดิบว่าสั่งซื้อภายในประเทศ หรือสั่งซื้อจากต่างประเทศโดยใช้การ ขนส่งทางทะเล ซึ่งมีระยะเวลานำส่งนาน ทำให้เมื่อมีคำสั่งซื้อเข้ามาจะต้องสั่งซื้อและรอวัตถุดิบก่อนที่ จะดำเนินการผลิต ส่งผลให้ระยะเวลานำส่งสินค้ายาวนานมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 1.9

| | | | Lead Time (Week) | | |
|--------------|---------------------|------|-----------------------------------|----------------------------|--|
| Customer LT | | | Customer LT (10.5 - 30.5 week) | | |
| Repeat order | Stock Raw Materials | min. | Production LT (10.5 wk) | | |
| | | max. | Production LT (18.5 wk) | | |
| Repeat order | Non-Stock | min. | Raw Materials (1-22 wk) | Production LT (10.5 wk) | |
| | | max. | Raw Materials (1-22 wk) | Production LT (18.5 wk) | |

รูปที่ 1.9 ระยะเวลานำส่งสินค้ากรณีคำสั่งซื้อซ้ำ (Repeat Order)

และกรณีที่ชิ้นส่วนเป็นคำสั่งซื้อใหม่ (New Order) ต้องใช้เวลาในการทำแบบไม้และทดลอง ผลิตภัณฑ์เพิ่มประมาณ 12 สัปดาห์ ทำให้ระยะเวลานำส่งเพิ่มขึ้นเป็น 22.5 ถึง 30.5 สัปดาห์ และ

หากไม่มีวัตถุดิบเก็บอยู่ในคลังของพัสดุหรือวัตถุดิบที่มีไม่เพียงพอสำหรับการผลิต ต้องสั่งซื้อวัตถุดิบใหม่ ส่งผลให้ระยะเวลานำส่งสินค้านานมากขึ้นเช่นเดียวกันแสดงดังรูปที่ 1.10

| | | | Lead Time (Week) | | | |
|-------------|---------------|------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|
| Customer LT | | | Customer LT (10.5 - 30.5 week) | | | |
| New order | Stock | min. | New pattern & Trial (12 wk) | Production LT (10.5 wk) | | |
| | Raw Materials | max. | New pattern & Trial (12 wk) | Production LT (18.5 wk) | | |
| New order | Non-Stock | min. | Raw Materials (1-22 wk) | New pattern & Trial (12 wk) | Production LT (10.5 wk) | |
| | | max. | Raw Materials (1-22 wk) | New pattern & Trial (12 wk) | Production LT (18.5 wk) | |

รูปที่ 1.10 ระยะเวลานำส่งสินค้ากรณีคำสั่งซื้อใหม่ (New Order)

เพื่อให้สามารถส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้ตามกำหนดส่งมอบ และมีระยะเวลานำของการส่งมอบสินค้าที่สั้นที่สุด ดังนั้นโรงงานกรณีศึกษาจึงมีการเก็บพัสดุคงคลังในส่วนของวัตถุดิบไว้สำรองเพื่อรองรับคำสั่งซื้อที่จะเข้ามาในอนาคต โดยปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษา มีการเก็บวัตถุดิบคงคลังอยู่ทั้งสิ้น 136 รายการ คิดเป็นมูลค่าการคงคลังเฉลี่ยต่อเดือนประมาณ 55 ล้านบาท จัดว่าเป็นเงินลงทุนหมุนเวียนที่สูงมาก เพื่อให้สะดวกในการบริหารจัดการวัตถุดิบผู้วิจัยจึงนำวัตถุดิบทั้งหมดมาจัดลำดับความสำคัญตามหลักการ ABC Analysis โดยพิจารณาจาก 2 ปัจจัย คือ 1.) ระยะเวลานำของการสั่งซื้อวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบบางชนิดมีระยะเวลานำของการสั่งซื้อนานกว่าระยะเวลานำส่งที่ลูกค้ากำหนด หากไม่มีวัตถุดิบหรือมีไม่เพียงพอสำหรับการผลิต จะต้องดำเนินการสั่งซื้อและรอจนกว่าวัตถุดิบจะเข้ามา ทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามแผน ส่งผลให้ไม่สามารถส่งสินค้าได้ตามระยะเวลานำที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งความเร็วในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ลูกค้าพึงพอใจ ดังนั้นจึงต้องให้ความสำคัญกับวัตถุดิบที่มีระยะเวลานำของการสั่งซื้อที่นาน และ 2.) มูลค่าการใช้วัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบแต่ละชนิดมีมูลค่าและปริมาณการใช้ไม่เท่ากัน มูลค่าการใช้ของวัตถุดิบสามารถบอกได้ว่าส่วนใหญ่แล้วใช้จ่ายกับวัตถุดิบประเภทใด อีกทั้งยังบอกถึงการหมุนเวียนของเงินลงทุน และสามารถนำไปเป็นแนวทางในการเก็บสต็อกของวัตถุดิบคงคลัง เพื่อให้มีมูลค่าการเก็บสต็อกที่เหมาะสม จาก 2 ปัจจัยดังกล่าวสามารถแบ่งวัตถุดิบได้ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 จำนวนรายการวัตถุดิบโดยจัดลำดับความสำคัญจากปัจจัยเวลานำของการสั่งซื้อและมูลค่าการใช้

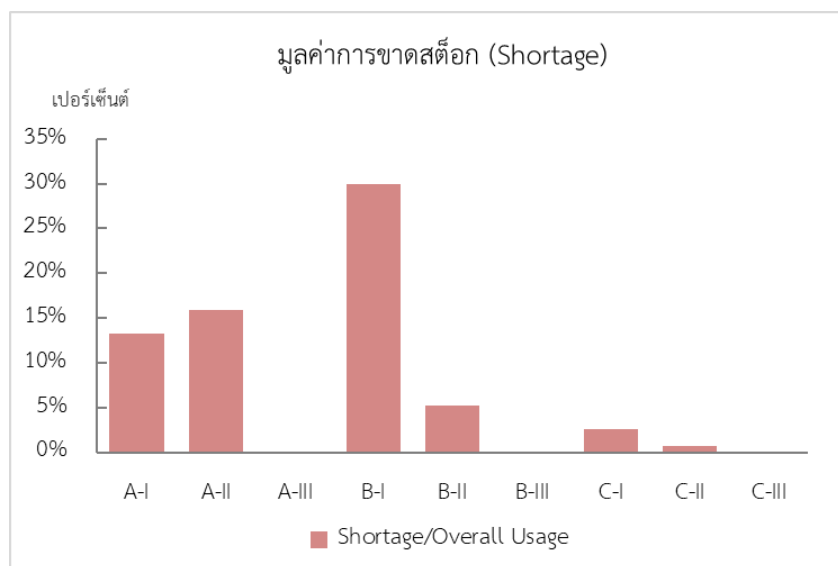
| | กลุ่ม | ช่วงเวลานำ (วัน) | | | จำนวน (item) |
|--------------------------|-------|------------------|------------|------------|--------------|
| | | I (61-160) | II (31-60) | III (0-30) | |
| มูลค่าการใช้ ของพัสดุ | A | 2 | 4 | 6 | 12 |
| | B | 8 | 11 | 5 | 24 |
| | C | 43 | 48 | 9 | 100 |
| รวม | | 53 | 63 | 20 | 136 |

จากตารางที่ 1.2 เนื่องจากวัตถุดิบกลุ่ม III มีช่วงเวลานำของการสั่งซื้อน้อยกว่า 30 วัน เมื่อต้องการใช้วัตถุดิบสามารถสั่งซื้อเข้ามาใหม่โดยไม่ส่งผลกระทบต่อแผนการผลิต ส่วนวัตถุดิบคงคลังที่มีช่วงเวลานำมากกว่า 30 วัน ได้แก่กลุ่ม I มีเวลานำของการสั่งซื้อ 61 ถึง 160 วัน และกลุ่ม II มีเวลานำของการสั่งซื้อ 31 ถึง 60 วัน หากมีวัตถุดิบไม่เพียงพอสำหรับการผลิต จะต้องทำการสั่งซื้อวัตถุดิบใหม่และส่งผลทำให้ไม่สามารถผลิตได้ตามแผนที่กำหนด กระทั่งกำหนดส่งมอบสินค้า เสียโอกาสทางการค้า เสียค่าปรับ และเสียความน่าเชื่อถือ ไม่สามารถประเมินเป็นมูลค่าได้ ซึ่งวัตถุดิบกลุ่ม A-I มีวัตถุดิบเพียง 2 ชนิด แต่เป็นกลุ่มที่มีมูลค่าการใช้สูงที่สุด และมีระยะเวลานำในการสั่งซื้อยาวนานที่สุด ซึ่งในการดำเนินงานจะต้องให้ความสำคัญอย่างใกล้ชิด เพื่อให้มีวัตถุดิบเพียงพอสำหรับแผนการผลิต

1.2 สภาพปัญหา

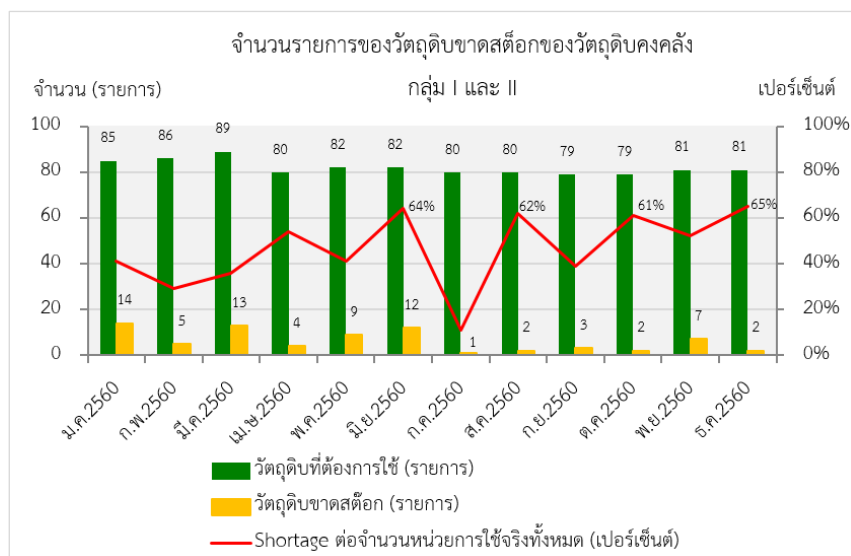
โรงงานกรณีศึกษามีการเก็บวัตถุดิบคงคลังสำรองเพื่อรองรับคำสั่งซื้อที่จะเข้ามา ซึ่งในระหว่างการดำเนินงานพบปัญหาหลัก 2 ประการคือ

1.2.1 วัตถุดิบบางชนิดไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ (Shortage) จากการเก็บข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2560 วิเคราะห์ข้อมูลการเบิกใช้และรูปแบบความต้องการของวัตถุดิบแต่ละกลุ่มในภาพรวม 1 ปี พบว่าจากการบริหารงานด้วยวิธีการปัจจุบันพบปัญหาวัตถุดิบขาดสต็อก (Shortage) แบ่งแยกตามกลุ่มวัตถุดิบด้วย 2 ปัจจัยข้างต้นแสดงดังรูป 1.11



รูปที่ 1.11 เปอร์เซนต์มูลค่าการขาดสต็อกของวัตถุดิบปีพ.ศ. 2560

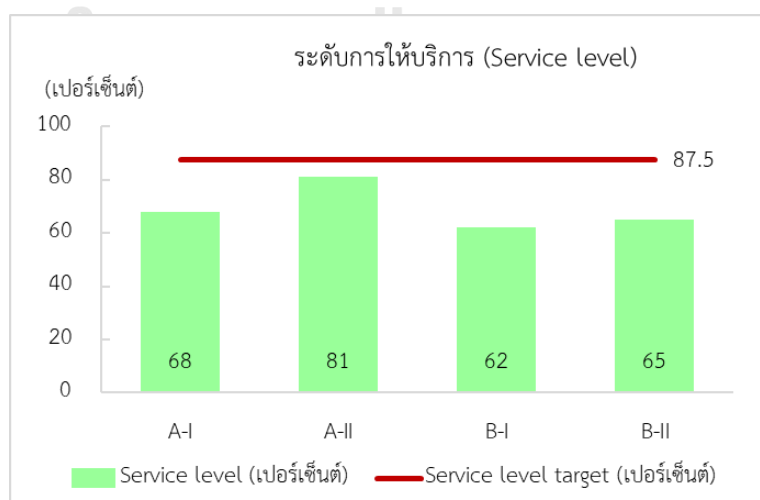
จากรูปที่ 1.11 พบว่ากลุ่มที่มีมูลค่าการขาดสต็อกสูงได้แก่ วัตถุดิบกลุ่ม B-I, A-II, A-I และ B-II ตามลำดับ ส่วน C-I, C-II มีมูลค่าการขาดสต็อกน้อยมาก และ A-III, B-III, C-III ไม่มีการขาดสต็อกหรือกล่าวได้ว่ากลุ่ม III ไม่มีการขาดสต็อกเลย โดยคำนวณจาก Shortage ต่อ Overall Usage ซึ่งหมายถึงมูลค่าการขาดสต็อกของวัตถุดิบแต่ละกลุ่ม (ล้านบาท) ต่อมูลค่าการใช้วัตถุดิบทั้งหมด (ล้านบาท) แสดงให้เห็นว่ากลุ่ม A-I, A-II, B-I และ B-II มีสัดส่วนการเสียหายมากที่สุด เมื่อพิจารณาข้อมูลรายเดือนการเบิกใช้วัตถุดิบกลุ่ม I และกลุ่ม II พบว่าจำนวนรายการวัตถุดิบทั้งหมดที่ต้องการเบิกใช้ไม่สามารถเบิกได้ตามแผนการผลิต เนื่องจากวัตถุดิบบางรายการเกิดปัญหาของขาดสต็อก ซึ่งเมื่อนำจำนวนรายการวัตถุดิบที่ขาดสต็อกมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จำนวนหน่วยการขาดสต็อกเทียบกับจำนวนหน่วยการใช้จริงทั้งหมด (Actual usage) แสดงดังรูปที่ 1.12 โดยที่ในเดือนมิถุนายนมี Shortage ต่อจำนวนหน่วยการใช้จริงทั้งหมด 64%, กรกฎาคม 62%, ตุลาคม 61% และธันวาคม 65% ซึ่งเป็น 4 เดือนที่มีสัดส่วนจำนวนหน่วยการขาดสต็อกต่อจำนวนหน่วยการใช้จริงทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งภาพรวมทั้งปีคิดเป็น 46% Shortage ต่อจำนวนหน่วยการใช้จริงทั้งหมด



รูปที่ 1.12 จำนวนรายการของวัตถุดิบขาดสต็อกของวัตถุดิบคงคลังที่มีช่วงเวลานำกลุ่ม I และ II ปี พ.ศ. 2560

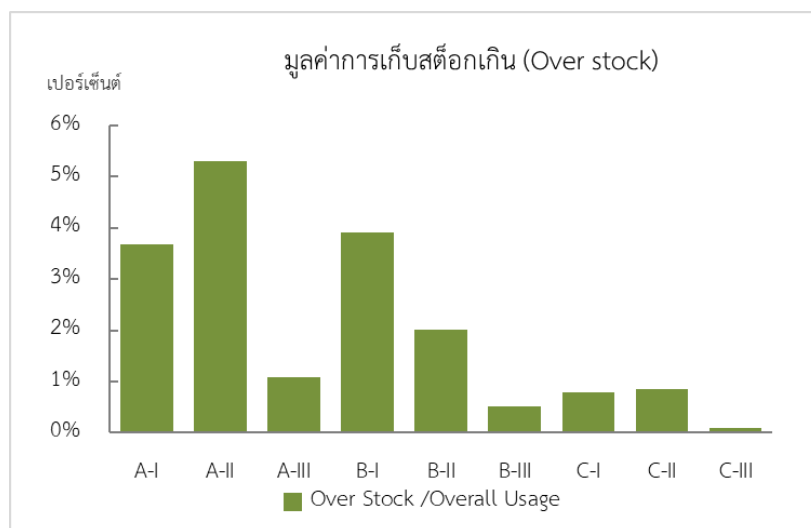
จากการดำเนินงานของโรงงานการศึกษา ณ ปัจจุบันตั้งเป้าหมายระดับการให้บริการ (Service level) ของการเบิกใช้วัตถุดิบไว้ที่ 87.5% ซึ่งหมายถึงเมื่อไปเบิกใช้วัตถุดิบแล้วจำนวนของวัตถุดิบที่ต้องการเบิกใช้ไม่มีการขาดสต็อกต่อจำนวนการเบิกใช้วัตถุดิบทั้งหมดคิดเป็น 87.5% หรือวัตถุดิบสามารถขาดสต็อกได้เพียง 12.5% ซึ่งเมื่อนำวัตถุดิบกลุ่มที่มีมูลค่าการขาดสต็อกสูงมาพิจารณาระดับการให้บริการ พบว่าทั้ง 4 กลุ่มมีระดับการให้บริการไม่ถึงเป้าหมายที่กำหนดดังรูปที่ 1.13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.13 ระดับการให้บริการ (Service level) ของกลุ่มวัตถุดิบปีพ.ศ.2560

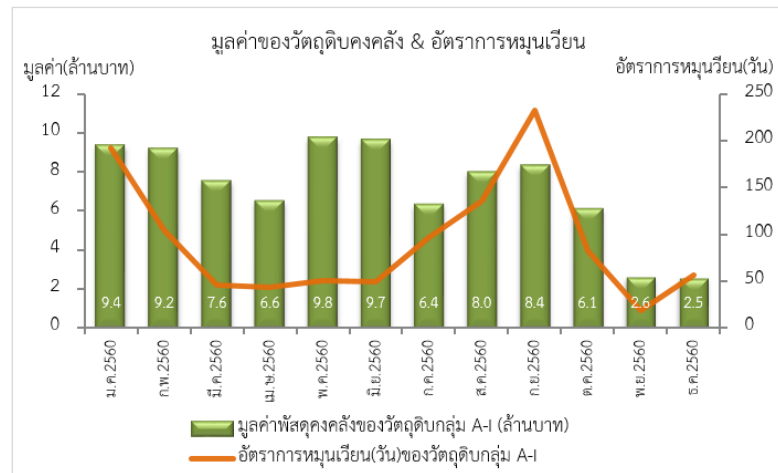
1.2.2 จัดเก็บพัสดุคงคลังบางชนิดมากเกินไป (Over stock) ส่งผลกระทบคือทำให้เสียโอกาสในการลงทุน วัสดุบางชนิดไม่มีการเคลื่อนไหวเป็นเวลานาน (Dead Stock) ต้นทุนจม จากการเก็บข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ข้อมูลปี พ.ศ.2560 พบเปอร์เซ็นต์มูลค่าการเก็บสต็อกเกินเฉลี่ยต่อเดือนของวัสดุแต่ละกลุ่มแสดงดังรูปที่ 1.14



รูปที่ 1.14 เปอร์เซนต์มูลค่าการเก็บสต็อกเกินของวัสดุเฉลี่ยต่อเดือน ปีพ.ศ. 2560

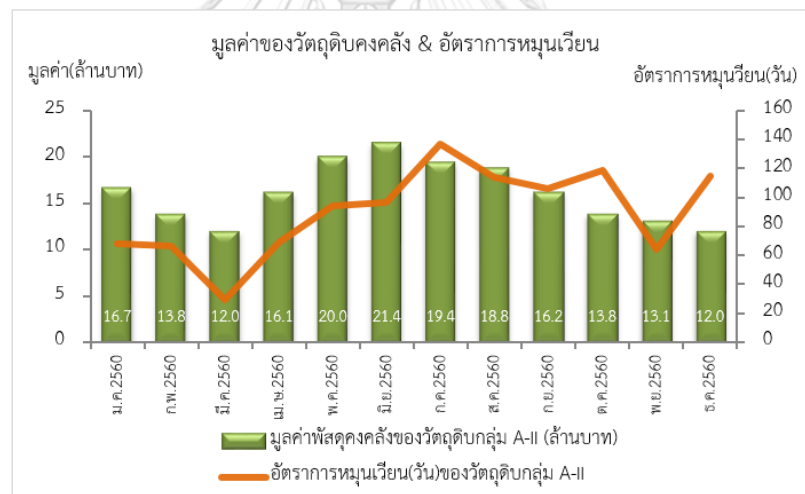
จากรูปที่ 1.14 พบว่าวัสดุที่มีมูลค่าการเก็บสต็อกเกินส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม A-I, A-II, B-I และ B-II โดยคำนวณจาก Over Stock ต่อ Overall Usage ซึ่งหมายถึงมูลค่าการเก็บสต็อกเกินของวัสดุแต่ละกลุ่ม (ล้านบาท) ต่อมูลค่าการใช้วัสดุทั้งหมด (ล้านบาท) แสดงให้เห็นว่ากลุ่ม A-II มีสัดส่วนการเก็บสต็อกเกินมากที่สุด รองลงมาคือ B-I, A-I และ B-II ตามลำดับ

นำวัสดุทั้ง 4 กลุ่มที่มีมูลค่าการเก็บสต็อกเกินสูงสุด มาพิจารณามูลค่าของวัสดุคงคลังรายเดือนและอัตราการหมุนเวียน พบว่าวัสดุกลุ่ม A-I ที่มีช่วงเวลานำของการสั่งซื้อ 61-160 วัน มีมูลค่าของวัสดุคงคลังและอัตราการหมุนเวียนแสดงดังรูปที่ 1.15



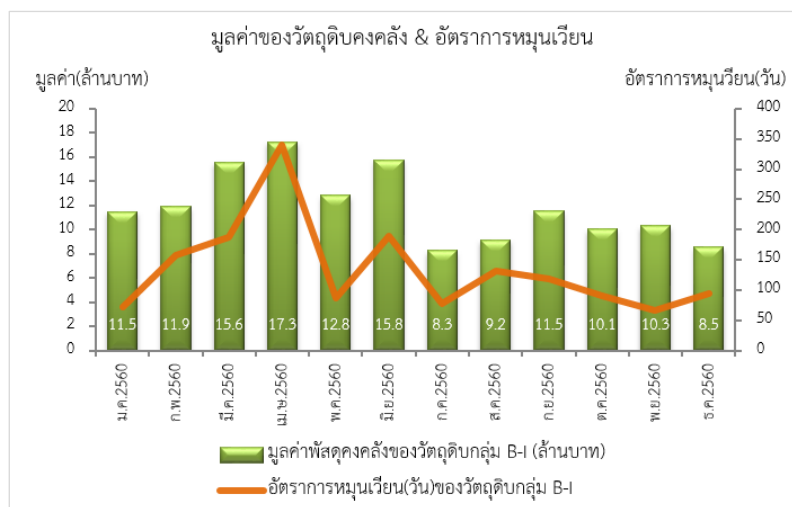
รูปที่ 1.15 มูลค่าของวัตถุบึงคกงคลังและอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุบึงคกงคลังกลุ่ม A-I

วัตถุบึงคกงคลังกลุ่ม A-II ที่มีช่วงเวลานำของการสั่งซ้ 31-60 วัน มีมูลค่าของวัตถุบึงคกงคลังและอัตราการหมุนเวียนแสดงดังรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 มูลค่าของวัตถุบึงคกงคลังและอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุบึงคกงคลังกลุ่ม A-II

วัตถุบึงคกงคลังกลุ่ม B-I ที่มีช่วงเวลานำของการสั่งซ้ 61-160 วัน มีมูลค่าของวัตถุบึงคกงคลัง และอัตราการหมุนเวียนแสดงดังรูปที่ 1.17



รูปที่ 1.17 มูลค่าของวัตถุดิบคองคั้งและอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุดิบกลุ่ม B-I

วัตถุดิบกลุ่ม B-II ที่มีช่วงเวลานำของการสั่งซื้อ 31-60 วัน มีมูลค่าของวัตถุดิบคองคั้งและอัตราการหมุนเวียนแสดงดังรูปที่ 1.18



รูปที่ 1.18 มูลค่าของวัตถุดิบคองคั้งและอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุดิบกลุ่ม B-II

จากรูปที่ 1.15 ถึง 1.18 แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบทั้ง 4 กลุ่มมีอัตราการหมุนเวียน (วัน) และมูลค่าการเก็บสต็อกคองคั้งเป็นลักษณะการเหวี่ยงขึ้นลง ซึ่งบางเดือนมีอัตราการหมุนเวียน (วัน) นานกว่าเวลานำของการสั่งซื้อวัตถุดิบที่นานที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่ออัตราการหมุนเวียนในหน่วยวันสูงจะส่งผลให้มูลค่าการเก็บสต็อกคองคั้งในแต่ละเดือนมีมูลค่าสูงตามไปด้วย

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 เพื่อหาแนวทางการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบให้แม่นยำมากขึ้น โดยวัดจากค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบลดลง

1.3.2 เพื่อปรับปรุงนโยบายการเติมเต็ม (Replenishment Policy) วัตถุดิบที่อยู่ในคลังของโรงงานผลิตขึ้นรูปเหล็กหล่อ เพื่อให้มีอัตราการหมุนเวียนพัสดุคงคลัง (Inventory Turnover Rate) เพิ่มขึ้น และการขาดสต็อก (Shortage) ลดลง

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ศึกษากระบวนการตั้งแต่รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจนกระทั่งถึงการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบ โดยครอบคลุมในส่วนหน้าที่ของหน่วยงานวางแผนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาเท่านั้น

1.4.2 ใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง ปี พ.ศ. 2559 ในการออกแบบโมเดลการพยากรณ์ และใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2560 ในการทดสอบโมเดล โดยเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

- เก็บรวบรวมข้อมูลยอดการผลิตขึ้นส่วน
- เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ (Usage)
- เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณวัตถุดิบที่เหลือคงคลัง ณ สิ้นเดือน (Balance stock)

1.4.3 ศึกษาเฉพาะวัตถุดิบกลุ่ม A-I, A-II, B-I และ B-II เนื่องจากมูลค่าการใช้งานสูงและเนื่องจากโรงงานกรณีศึกษามี Backlog 30 วันในการผลิต

1.4.4 ศึกษาเฉพาะวัตถุดิบที่ใช้แล้วหมดไป และที่เก็บอยู่ในคลังสินค้า

1.4.5 ความต้องการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดเป็นแบบไม่ขึ้นกับความต้องการของวัตถุดิบชนิดอื่นๆ

1.4.6 ราคาวัตถุดิบในการในการสั่งซื้อจากบริษัทผู้ผลิต ไม่มีการลดราคาพิเศษจากการซื้อสินค้าในปริมาณมาก

1.4.7 ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลัง ดังนั้นค่าใช้จ่ายรวมจึงเป็นผลมาจากค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บวัตถุดิบเป็นหลัก

1.5 แนวคิดในการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดแนวคิดในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1.5.1 ข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ (Product Constraints) เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาเป็นการออกแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อ พบปัญหาความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้ามีความหลากหลาย และมีความผันผวนสูง ทั้งในมิติด้านเวลาและปริมาณ อีกทั้งต้องผลิตผลิตภัณฑ์โดยมีระยะเวลานำที่สั้น ประกอบกับบริษัทกรณีศึกษามีวิธีการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบที่ไม่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงศึกษาหาวิธีการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อให้มีความแม่นยำมากขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความพึงพอใจของลูกค้า

1.5.2 ข้อจำกัดในส่วนของการสั่งซื้อ (Ordering Constraints) วัตถุดิบส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศมีระยะเวลานำส่งที่นานและไม่แน่นอน อีกทั้งต้องคำนึงถึงปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบในแต่ละรอบ (lot size) ส่งผลให้วัตถุดิบที่เก็บอยู่ในคลังพัสดุบางชนิดมีมากเกินความจำเป็น และบางชนิดขาดสต็อก ผู้วิจัยจึงพยายามศึกษาหานโยบายการบริหารคลังพัสดุของวัตถุดิบที่เหมาะสม เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าที่เข้ามา และรองรับระยะเวลานำของวัตถุดิบที่ไม่แน่นอน

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 รูปแบบวิธีการในการพยากรณ์คำสั่งซื้อของกลุ่มวัตถุดิบ

1.6.2 นโยบายการเติมเต็ม (Replenishment Policy) วัตถุดิบคงคลังสำหรับโรงงานผลิตเหล็กหล่อ เพื่อการบริหารจัดการปริมาณวัตถุดิบคงคลังให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้รูปแบบวิธีการในการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบคงคลังที่เหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษา และวิธีในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบ

1.7.2 ได้นโยบายการบริหารจัดการการสั่งซื้อวัตถุดิบสำหรับโรงงานผลิตเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ เพื่อการบริหารจัดการปริมาณวัตถุดิบคงคลังให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม และใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการตัดสินใจในอนาคตของโรงงานกรณีศึกษา

1.7.3 เพิ่มรอบการหมุนของวัตถุดิบคงคลัง (Inventory turnover ratio) สำหรับโรงงานกรณีศึกษา

1.7.4 ป้องกันการเกิดพัสดุดขาดมือ (Shortage) และลดความเสี่ยงในการชะงักการผลิตอันเนื่องมาจากการขาดวัตถุดิบ

1.7.5 สามารถบริหารจัดการพัสดุดคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดมูลค่าของวัตถุดิบคงคลัง

1.8 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1.8.1 ศึกษาขั้นตอน รายละเอียด สภาพการทำงาน และกระบวนการบริหารจัดการของบริษัทกรณีศึกษาในปัจจุบัน

1.8.2 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เพื่อหาปัญหาที่แท้จริงของบริษัทกรณีศึกษา

1.8.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการสินค้า (Demand)

1.8.2.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

1.8.2.3 ศึกษาข้อมูลการใช้ (Usage) ของวัตถุดิบ

1.8.2.4 ศึกษาข้อมูลระดับของพัสดุดคงคลังคงเหลือ ณ สิ้นรอบ (Balance stock)

1.8.2.5 ศึกษามูลค่าการขาดมือ (Shortage) ของวัตถุดิบ

1.8.3 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.8.3.1 ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ (Forecasting) ความต้องการสินค้า ทฤษฎีพัสดุดคงคลัง (Inventory)

1.8.3.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการหาวิธีการพยากรณ์ความต้องการสินค้า และการบริหารสินค้าคงคลัง

1.8.4 เลือกกลุ่มสินค้าและกลุ่มวัตถุดิบที่จะนำมาศึกษาโดยพิจารณาตามเงื่อนไขการเลือก

1.8.4.1 เลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการผลิตสูงสุดมาใช้ในการศึกษา

1.8.4.2 เลือกวัตถุดิบของกลุ่ม A-I, A-II, B-I, B-II ที่จัดเก็บในคลังของหน่วยงานพัสดุดเท่านั้น โดยพิจารณาจากปัจจัยมูลค่าการใช้วัตถุดิบ (Usage) และเวลานำ (Lead time)

1.8.5 พยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบ

1.8.5.1 วิเคราะห์รูปแบบความต้องการวัตถุดิบ

1.8.5.2 เลือกวิธีการพยากรณ์วัตถุดิบ

1.8.5.3 สร้างโมเดลการพยากรณ์

- 1.8.5.4 ตรวจสอบความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ที่ได้มา พิจารณาจากค่าความแม่นยำ (MSE, MAD และ MAPE) ของการพยากรณ์
- 1.8.5.5 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ตามทีมงานวิจัยนี้นำเสนอ กับผลของการพยากรณ์พัสดुकงคลังในสภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา
- 1.8.6 กำหนดนโยบายการบริหารจัดการการเติมเต็มวัตถุดิบ
 - 1.8.6.1 เลือกนโยบายที่จะใช้
 - 1.8.6.2 กำหนดจุดสั่งซื้อ
 - 1.8.6.3 ทดสอบผลการใช้นโยบายโดยการจำลองสถานการณ์ (Simulation)
 - 1.8.6.4 เปรียบเทียบผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ กับผลของการบริหารจัดการพัสดुकงคลังในสภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา
- 1.8.7 วิเคราะห์และสรุปผลการทำงานวิจัย
- 1.8.8 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎี วรรณกรรม และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยได้ศึกษา เพื่อให้เข้าใจ แนวคิด และวิธีการ พร้อมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยการปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบ และนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคลังสำหรับโรงงานผลิตขึ้นรูปเหล็กหล่อแบบ ออกแบบตามคำสั่งซื้อ ในการดำเนินงานวิจัยมีการประยุกต์ใช้แนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจาก ตำรา หนังสือ เอกสาร วารสาร และบทความจากเว็บไซต์ โดยสามารถจัดแบ่งเนื้อหาและนำเสนอตามลำดับดังนี้

2.1 การพยากรณ์ความต้องการ (Demand Forecasting)

การพยากรณ์ (บุชบา พงษ์พานิชรัตน์ 2552) คือ การคาดการณ์ถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งในอนาคต ค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นจะถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ และการพยากรณ์ (ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์ 2552) คือ การทำนาย หรือคาดการณ์อนาคต การพยากรณ์เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำ เพื่อให้สามารถรู้แนวโน้มของปริมาณความต้องการสินค้าที่อาจเกิดขึ้น และข้อมูลนี้จะถูกนำไปใช้ในการวางแผนการผลิตต่อไป

2.1.1 ขั้นตอนการพยากรณ์ (Forecasting Process)

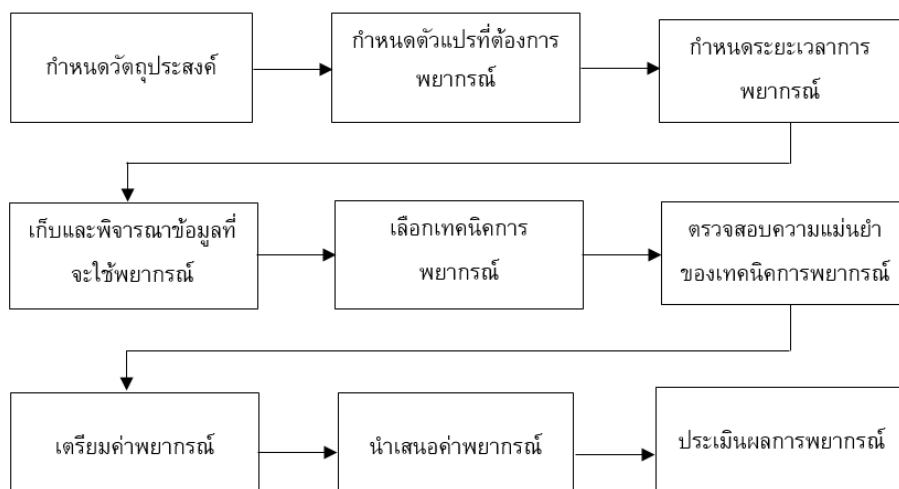
กระบวนการพยากรณ์มี 9 ขั้นตอน (สุพล ดุรงค์วัฒนา 2540) ดังรูปที่ 2.1 คือ

2.1.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์

ผู้ดำเนินการพยากรณ์ต้องระบุเป้าหมายของการพยากรณ์ให้ชัดเจน ต้องรู้ว่าพยากรณ์เพื่ออะไร และจะนำค่าพยากรณ์เหล่านั้นไปใช้ประโยชน์อย่างไร

2.1.1.2 กำหนดตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์

หลังจากกำหนดเป้าหมายชัดเจนแล้ว เราต้องกำหนดว่าตัวแปรอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องตามเป้าหมายที่ผู้บริหารต้องการจะพยากรณ์ ตัวอย่างเช่น ถ้าผู้บริหารต้องการพยากรณ์ยอดขาย ต้องระบุให้ชัดเจนว่ายอดขายตามปริมาณรายได้ที่จะได้รับ หรือยอดขายตามจำนวนของชิ้นที่ขายได้ และเป็นยอดขายรายปี รายไตรมาส รายเดือน หรือรายสัปดาห์ เป็นต้น



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการพยากรณ์

2.1.1.3 กำหนดระยะเวลาการพยากรณ์

ระยะเวลาของการพยากรณ์ทางธุรกิจแบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ 1.) จำนวนช่วงระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ ตัวอย่างเช่น การพยากรณ์ยอดขายรายปี ผู้บริหารต้องการพยากรณ์ไปกี่ปี 2 ปี, 3 ปี หรือ 5 ปี ซึ่งหากช่วงการพยากรณ์มากขึ้น การพยากรณ์จะยิ่งแม่นยำน้อยลง 2.) เวลาที่ต้องการค่าพยากรณ์ไปใช้นั้นเร็วหรือช้าเพียงใด ซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่จะนำคำนวณหาค่าพยากรณ์

2.1.1.4 เก็บและพิจารณาข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์

ข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์ควรจะต้องมีความสอดคล้องกับเป้าหมายการพยากรณ์ ตัวอย่างเช่น องค์กรต้องการพยากรณ์ยอดขายตามจำนวนชิ้นและตามเขตการขาย แต่ข้อมูลไม่ได้เก็บตามเขต หรือกรณีที่ต้องการพยากรณ์รายเดือน แต่องค์กรเก็บข้อมูลเป็นรายไตรมาส ซึ่งต้องระมัดระวังเรื่องที่ได้กล่าวมา

2.1.1.5 เลือกเทคนิคการพยากรณ์

การเลือกเทคนิคการพยากรณ์มีหลักเกณฑ์สำหรับพิจารณาเลือกวิธีการต่างๆ เหล่านี้ จะเหมาะสมกับสถานการณ์ใดๆ หลายหลักเกณฑ์ ดังนี้คือ 1.) ประเภทและจำนวนของข้อมูลที่จะใช้ใน

การพยากรณ์ 2.) ลักษณะข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีต 3.) ช่วงระยะเวลาของการพยากรณ์ 4.) ความซับซ้อนของวิธีการพยากรณ์ 5.) ความเร่งด่วนที่จะใช้ค่าพยากรณ์

2.1.1.6 ตรวจสอบความแม่นยำของเทคนิคการพยากรณ์

หลังจากที่ได้เลือกเทคนิคการพยากรณ์ตามหลักเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว ผู้บริหารจำเป็นจะต้องรู้ว่าค่าพยากรณ์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจนั้นเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด โดยใช้วิธีการพยากรณ์ที่เลือกมาแล้วกับข้อมูลชุดก่อนชุดที่จะใช้จริง ถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลชุดที่จะใช้ก็น่าเชื่อถือได้ว่าวิธีการพยากรณ์นั้นอาจเหมาะสม หรืออาจใช้วิธีการพยากรณ์กับข้อมูลที่จะใช้จริงบางส่วนส่วนที่เหลือไว้เปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ เป็นต้น ถ้าเทคนิคการพยากรณ์ที่ตรวจสอบแล้วไม่เหมาะสม เราต้องกลับไปเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมมากกว่าในขั้นตอนที่ 5 จนกว่าจะได้วิธีการที่เหมาะสม

2.1.1.7 เตรียมค่าการพยากรณ์

แม้ว่าเราสามารถเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมได้ แต่ไม่ได้หมายความว่าผลลัพธ์ของการเลือกจะได้ออกมาเป็นวิธีการเดียวเสมอไป ผู้วิเคราะห์ควรพิจารณาหาค่าพยากรณ์จากหลาย ๆ วิธีที่ได้ เลือกหาวิธีที่ให้ค่าแม่นยำมากที่สุด และวิธีที่ให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงที่สุดตามความต้องการหรือเป้าหมาย

2.1.1.8 นำการพยากรณ์มาใช้

ควรจะต้องกระตือรือร้น ชัดเจนและเข้าใจง่ายสำหรับผู้ฟัง ผู้อ่าน หรือผู้นำไปใช้ การนำเสนอควรจะต้องนำเสนอค่าพยากรณ์ที่ได้ เทคนิคที่ได้ค่าพยากรณ์มาคร่าว ๆ และระดับความเชื่อมั่นที่จะมั่นใจกับค่าพยากรณ์ที่จะนำไปใช้ช่วยในการตัดสินใจ

2.1.1.9 ประเมินผลการพยากรณ์

ตรวจสอบความแม่นยำเป็นระยะ เมื่อมีข้อมูลมากขึ้นในการพยากรณ์ต้องมีการพยากรณ์ซ้ำๆ และตรวจสอบผลการพยากรณ์เป็นระยะๆ เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำมากที่สุด เพราะฉะนั้นการพยากรณ์ไม่สามารถทำการพยากรณ์เพียงครั้งเดียวแล้วถือว่าสิ้นสุด เมื่อเวลาผ่านไปหรือมีการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ ผู้พยากรณ์ต้องทำการพยากรณ์ซ้ำ ในช่วงเวลาใหม่

2.1.2 ประเภทของการพยากรณ์ (Types of Forecasting)

วิธีการพื้นฐานที่ใช้ในการพยากรณ์แบ่งได้เป็น 2 ประเภท (ชุมพล คงคารศิริ 2550) คือ

2.1.2.1 วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Methods)

เป็นการพยากรณ์ที่ต้องอาศัยประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถของผู้ชำนาญหรือผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงมากกว่าอาศัยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น การสำรวจตลาด, วิธีการพยากรณ์แบบคาดการณ (Good Guess), วิธีเดลไฟ (Delphi method) เป็นต้น วิธีการเหล่านี้เหมาะสมในกรณีที่มีข้อมูลในอดีตไม่เพียงพอ ต้องอาศัยประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถความเชื่อมั่นในการตัดสินใจของผู้ชำนาญ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงมากกว่าอาศัยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ส่วนมากใช้ในการพยากรณ์อนาคตหลายๆ ปีของอุตสาหกรรมใหม่

2.1.2.2 วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Methods)

วิธีการนี้จะอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการพยากรณ์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ ก็คือ

2.1.2.2.1 วิธีการพยากรณ์แบบมูลเหตุ (Causal Forecasting Methods)

วิธีการนี้จะพยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการสินค้ากับปัจจัยแวดล้อม และใช้ค่าประมาณการของการที่ปัจจัยแวดล้อมเหล่านี้จะมีผลต่อการพยากรณ์ความต้องการในอนาคต ซึ่งตั้งข้อสันนิษฐานไว้ว่าการพยากรณ์ความต้องการสินค้ามีความสัมพันธ์กับปัจจัยบางประการในสภาพแวดล้อมอย่างมาก เช่น สภาพเศรษฐกิจ อัตราดอกเบี้ย เป็นต้น

การพยากรณ์อิทธิพลของแนวโน้มโดยวิธีถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) วิธีถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) ในลำดับแรกของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ จะต้องทำการวาดกราฟดูค่าของข้อมูลที่มีอยู่และดูความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น หากมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ โดยดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ก็สามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์สำหรับเหตุการณ์ในอนาคตได้ จากสมการเส้นตรง

$$y = a + bx \quad (2.1)$$

โดยที่ y = ตัวแปรตาม ซึ่งในที่นี้คือความต้องการสินค้า

a = ค่าตัดแกน

b = ค่าความชันของเส้นกราฟ

x = ตัวแปรอิสระที่ทำให้เกิดความต้องการ

จากหลักการกำลังสองน้อยสุด (Least Square Techniques) จะทำให้สามารถหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณได้จาก

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}} \quad (2.2)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (2.3)$$

โดยที่ **n** = จำนวนช่วงเวลา

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \text{ค่าตัดแกน } x$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \text{ค่าตัดแกน } y$$

ในการใช้วิธีนี้จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

ก.) ต้องวาดกราฟของข้อมูลเพื่อดูแนวโน้มของข้อมูลก่อนว่าเป็นแบบเชิงเส้นจริง หากเป็นลักษณะอื่นที่ไม่ใช่แบบเชิงเส้น จะต้องใช้วิธีการอื่น

ข.) การคาดเดาไม่ควรเลือกในช่วงเวลาที่ไกลออกไปจากข้อมูลที่มีอยู่มากนัก เช่น ถ้ามีข้อมูลพยากรณ์อยู่ 20 ข้อมูล ก็สามารถใช้ในการพยากรณ์ของอีก 3-4 ช่วงเวลาข้างหน้าเท่านั้น

ค.) สมมติให้ค่าเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นบนเส้นกำลังสองน้อยสุดมีการเกิดอย่างสุ่ม และมีการกระจายตัวแบบปกติ ซึ่งโดยมากแล้วจะมีค่าเข้าใกล้เส้นตรง

2.1.2.2.2 วิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา (Time Series Forecasting Methods)

จะใช้ข้อมูลความต้องการสินค้าในอดีตมาทำการพยากรณ์บนข้อสันนิษฐานที่ว่า ความต้องการสินค้าในอดีตเป็นตัวบ่งชี้สำคัญของความต้องการสินค้าในอนาคต (Sunil 2013) วิธีการนี้เหมาะสมเมื่อสภาพแวดล้อมนั้นไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง และรูปแบบของความต้องการสินค้าพื้นฐานไม่มีความหลากหลายแตกต่างระหว่างปีกันมากนัก วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ง่ายในการนำไปใช้

และสามารถใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการพยากรณ์ความต้องการได้เป็นอย่างดี การพยากรณ์โดยวิธีนี้จะพิจารณาปัจจัยเพียงปัจจัยเดียวคือเรื่องของเวลา การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาเป็นหนึ่งในเทคนิคการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพและใช้กันทั่วไป

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) จัดเป็นวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ แนวคิดสำคัญคือ “เชื่อว่าอนาคตสามารถสะท้อนได้จากอดีต” ดังนั้นข้อมูลจากอดีตสามารถนำมาใช้พยากรณ์อนาคตได้ กรณีพยากรณ์โดยยังไม่นำองค์ประกอบของอิทธิพลเข้ามาปรับปรุงการพยากรณ์ วิธีการนี้ใช้ในการพยากรณ์ในระยะสั้นทั้งในอุตสาหกรรมและการบริการต่างๆ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายในการใช้งานและทำความเข้าใจ โดยวิธีที่ได้รับความนิยมสูงสุดในกลุ่มนี้คือ วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ในการเลือกว่าจะใช้วิธีการใดนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลว่ามีกระบวนการเกิดในลักษณะใด ดังนั้นในการอธิบายวิธีการต่างๆ ในที่นี้จะอธิบายตามกระบวนการเกิดความต้องการสินค้า โดยเริ่มจากวิธีการที่ใช้กับกระบวนการแบบคงที่ และตามด้วยวิธีการที่ใช้กับกระบวนการแบบแนวโน้ม และแบบฤดูกาล ตามลำดับ

1.) กระบวนการแบบคงที่ (Constant Process) กลุ่มวิธีแนวโน้มคงที่ เหมาะกับข้อมูลที่มีพฤติกรรมแน่นอนและคงตัว กระบวนการแบบคงที่ที่สามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้คือ

$$d_t = a + \epsilon_t \quad (2.4)$$

โดยที่ a = ค่าคงที่ของกระบวนการ

ϵ_t = สิ่งรบกวนอย่างสุ่ม

สมมติให้การกระจายตัวเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และมีความแปรปรวนเป็น $\sigma\epsilon^2$ วิธีการแก้ปัญหาของกระบวนการแบบคงที่ประกอบไปด้วย

- วิธีการแบบธรรมดา (Naïve Method) เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด โดยการนำอุปสงค์ของรอบล่าสุดที่ผ่านมาไปพยากรณ์รอบถัดไปในอนาคต วิธีการนี้เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอยู่ระดับคงที่ (อมรศิริ วิลาสเดชาพันธ์ 2560) และเหมาะสำหรับการพยากรณ์ระยะสั้น จำนวนข้อมูลในอดีตที่จำเป็นคือ 1 ถึง 2 ค่า ปัญหาของวิธีการนี้คือความแปรปรวนอย่างสุ่มที่เกิดขึ้นในบางค่าของข้อมูล คือถ้าข้อมูลสุดท้ายมีค่าสูง ค่าพยากรณ์ในอนาคตก็จะเป็นค่าที่สูงทั้งหมด

$$F_{t+1} = Y_t \quad (2.5)$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t+1$

Y_t = ค่าจริง ณ ช่วงเวลา t

▪ วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดา (Simple Averaging Method) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในอดีตที่มีจนถึงปัจจุบัน แล้วนำค่าเฉลี่ยนั้นไปหาเป็นค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาในอนาคต วิธีการนี้เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอยู่ระดับคงที่ และเหมาะสำหรับการพยากรณ์ระยะสั้น โดยกำหนดให้ข้อมูลมา t ช่วงเวลา

$$F_{t+1} = \frac{1}{t} (\sum_{i=1}^t Y_i) \quad (2.6)$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t+1$

Y_i = ค่าจริง ณ ช่วงเวลา t ใด ๆ

▪ วิธีหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Averaging Method) เป็นการเลื่อนพิจารณาช่วงข้อมูลไปชิดกับช่วงเวลาที่พยากรณ์ต่อไป แทนที่จะทำการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลทุกค่า เราอาจเลือกข้อมูลที่ทันสมัยบางส่วนมาหาค่าเฉลี่ยก็ได้ เป็นการผสมผสานวิธีการแบบธรรมดา (Naïve Method) กับวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดา (Simple Averaging Method) ไว้ด้วยกัน การกำหนดระยะเวลาในการพยากรณ์อาจเป็น 3 เดือน หรือ 5 เดือน ขึ้นอยู่กับนักพยากรณ์ว่าต้องการให้ข้อมูลราบเรียบมากน้อยเพียงใด โดยถ้าใช้ข้อมูลปริมาณมาก ก็จะทำให้มีความราบเรียบมากขึ้น

$$F_{t+1} = (Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-n+1})/n \quad (2.7)$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t+1$

Y_t = ค่าจริง ณ ช่วงเวลา t

n = จำนวนเทอมสำหรับการหาค่าเฉลี่ย

วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ที่เป็นวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการแบบคงที่ เนื่องจากมีค่ากำลังสองของความแปรปรวนต่ำ Daniel et al., (1997) ข้อเสียเปรียบของวิธีการนี้คือการตอบสนองต่อความแปรปรวน เช่น ในกรณีที่เป็นแบบฤดูกาลหรือเป็นรอบเวลา ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้ไม่ถูกนำมาพิจารณา วิธีการนี้เป็นวิธีที่ตอบสนองต่อข้อมูลในอดีตอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีข้อดีคือความง่ายต่อการเข้าใจและการใช้งาน วิธีนี้เหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้น

▪ วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Single Exponential Smoothing Method) เป็นการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก ด้วยค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อการปรับเรียบ (α) โดยให้น้ำหนักความสำคัญกับข้อมูลเวลาล่าสุดมากที่สุด และข้อมูลเวลาห่างออกไปลดหลั่นในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล วิธีนี้เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ และเหมาะสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น สำหรับจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมที่จะใช้วิธีนี้คือระหว่าง 5 ถึง 10 ข้อมูล การคำนวณได้จากสูตร

$$F_{t+1} = \alpha Y_t(1 - \alpha)F_t \quad (2.8)$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t+1$

F_t = ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

Y_t = ค่าจริง ณ ช่วงเวลา t

α = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ (Smoothing Constant Alpha)

ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 ถ้ากำหนดให้ $\alpha = 0$ ก็จะหมายความว่ายึดข้อมูลพยากรณ์ในอดีตเป็นหลัก โดยไม่คำนึงถึงข้อมูลปัจจุบัน แต่ถ้า $\alpha = 1$ ก็จะทำให้ความหมายว่าใช้ข้อมูลปัจจุบันเป็นค่าพยากรณ์ ดังนั้นเมื่อ α มีค่าสูงก็จะหมายความว่าค่าพยากรณ์จะแกว่งตามข้อมูลในปัจจุบัน แต่ถ้า α มีค่าน้อย การแกว่งตัวของค่าพยากรณ์ก็จะน้อย ค่าของ α ที่นิยมใช้จะอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.5 แต่อย่างไรก็ตามค่าที่เหมาะสมนั้นจะต้องมีการลองผิดลองถูก หรือขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของนักพยากรณ์ โดยความเที่ยงตรงจะขึ้นอยู่กับการประมาณค่า α

2.) กระบวนการแบบแนวโน้ม (Trend Process)

เมื่อข้อมูลไม่ใช่กระบวนการแบบคงที่ ลักษณะข้อมูลจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย ซึ่งมีลักษณะกระบวนการเป็นแบบแนวโน้ม สามารถเขียนในรูปสมการได้คือ

$$d_t = a + b_t + \epsilon_t \quad (2.9)$$

โดยที่ b เป็นความชันที่มีแนวโน้ม ถ้า b มีค่าเป็นบวก กระบวนการจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา t แต่ถ้ามีค่าเป็นลบก็จะลดลงตามช่วงเวลา วิธีการที่จะใช้ในการคำนวณประกอบไปด้วย

▪ วิธีหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่สองชั้น (Double Moving Average Method) เป็นการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่อย่างง่ายซ้ำ 2 ครั้ง ครั้งแรกหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลที่มี และครั้งที่สองเป็นการหา

ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ผ่านการคำนวณในครั้งแรก โดยมีเงื่อนไขว่าจำนวนเทอมของการหาค่าเฉลี่ยทั้งสองครั้งต้องกำหนดให้เท่ากัน ตามหลักการของวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีนี้เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มเชิงเส้นตรง และเหมาะสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น จำนวนข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการคำนวณคือระหว่าง 4 ถึง 20 รายการ คำนวณได้จากสูตร

$$F_{t+p} = a_t + b_t p \quad (2.10)$$

โดยที่ F_{t+p} = ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t+p$

a_t, b_t = ค่าประมาณพารามิเตอร์ของรูปแบบข้อมูล ณ เวลา t

p = รอบเวลาที่เราจะพยากรณ์ล่วงหน้า

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยพิจารณาองค์ประกอบแนวโน้ม (Adjusted Exponential Smoothing Method) การพยากรณ์ในกรณีที่มีแนวโน้มจะต้องมีการปรับปรุงวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลใหม่ด้วยปัจจัยเกี่ยวกับแนวโน้ม

$$AF_{t+1} = F_{t+1} + T_{t+1} \quad (2.11)$$

โดยที่ T_{t+1} = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบสำหรับแนวโน้มสำหรับช่วงเวลา $t + 1$

โดยค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบสำหรับแนวโน้มนี้ สามารถคำนวณได้ลักษณะเช่นเดียวกับการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลดังนี้

$$T_{t+1} = \beta(F_{t+1} - F_t) + (1 - \beta)T_t \quad (2.12)$$

โดยที่ T_t = ค่าแนวโน้มที่ช่วงเวลา t

β = ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับแนวโน้ม

β = ค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 ซึ่งแทนน้ำหนักความสำคัญของข้อมูลล่าสุด โดยมากแล้วการพิจารณาค่า β จะพิจารณาโดยนักพยากรณ์ ค่า β ที่สูงแสดงให้เห็นว่ามีปัจจัยเนื่องจากแนวโน้มมาก

▪ วิธีแนวโน้มเชิงเส้น (Linear Trend Line) จากสมการถดถอยเชิงเส้นเป็นวิธีทางคณิตศาสตร์ที่มีการพิจารณาปัจจัยมูลเหตุกับความต้องการสินค้า แต่เมื่อปัจจัยมูลเหตุคือระยะเวลาวิธีแนวโน้มเชิงเส้น ก็สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าความต้องการสินค้าได้เช่นกัน

สมการเชิงเส้นถดถอยที่มีเวลาเป็นตัวแปรอิสระสามารถนำมาใช้ในการพิจารณา โดยให้ d_t เป็นความต้องการในช่วงเวลา t และ $t = 1, 2, \dots$ เนื่องจากเวลาเป็นตัวแปรอิสระ โดยเขียนในรูปของสมการเชิงเส้น

$$y = a + bx \quad (2.13)$$

โดยที่ a = ค่าตัดแกนที่ช่วงเวลา 0

b = ค่าความชันของเส้น

x = ตัวแปรอิสระ

y เป็นค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลา t

ค่าพารามิเตอร์ต่างๆเหล่านี้สามารถคำนวณได้จาก

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \quad (2.14)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (2.15)$$

โดยที่ n = จำนวนช่วงเวลา

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \text{ค่าตัดแกน } x$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \text{ค่าตัดแกน } y$$

ข้อเสียของวิธีนี้คือ จะไม่ปรับตามแนวโน้มเช่นเดียวกับวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์จะเป็นเชิงเส้นเท่านั้น โดยมากนิยมใช้กับช่วงเวลาสั้นๆ ที่เป็นแนวโน้มไม่มีการเปลี่ยนแปลง

▪ กระบวนการแบบฤดูกาล (Seasonal Process) กระบวนการแบบฤดูกาลพิจารณาปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัย โดยมีสมการทั่วไปคือ

$$d_t = (a + bt)C_t + \epsilon_t \quad (2.16)$$

โดยที่ a = ค่าคงที่
 b = ค่าความชันของส่วนที่เกี่ยวกับแนวโน้ม
 C_t = ปัจจัยเกี่ยวกับฤดูกาลที่เวลา t
 E_t = สิ่งรบกวนอย่างสุ่ม

กระบวนการแบบฤดูกาลจะมีลักษณะความต้องการที่ขึ้นๆ ลงๆ ซ้ำๆ กัน ปัจจัยฤดูกาลคือค่าที่จะนำมาคูณกับค่าพยากรณ์ที่ได้พยากรณ์ขึ้นเพื่อปรับค่าพยากรณ์ให้มีลักษณะเป็นแบบฤดูกาล วิธีหนึ่งในการคำนวณก็คือ การหารค่าความต้องการสินค้าด้วยค่าความต้องการสินค้าในแต่ละฤดูกาล ด้วยความต้องการสินค้าทั้งหมด ดังสมการ

$$S_i = \frac{d_i}{\sum d_i} \quad (2.17)$$

โดยที่ S_i = ค่าปัจจัยฤดูกาลสำหรับฤดูกาล i
 d_i = ความต้องการในฤดูกาล i

ค่าปัจจัยฤดูกาลจะอยู่ในช่วง 0.0 ถึง 1.0 ซึ่งเป็นสัดส่วนของความต้องการสินค้าตลอดทั้งปีที่จัดสรรไว้สำหรับแต่ละฤดูกาล ค่าปัจจัยฤดูกาลนี้ เมื่อนำไปคูณกับความต้องการสินค้าตลอดทั้งปี ก็จะได้ความต้องการสำหรับฤดูกาลนั้นๆ

$$SF_i = S_i \times F_i \quad (2.18)$$

เมื่อ SF_i = เป็นค่าพยากรณ์ที่ทำการปรับค่าเนื่องจากปัจจัยฤดูกาลแล้วสำหรับในฤดูกาล i
 F_i = เป็นค่าความต้องการของช่วงเวลา t ที่ครอบคลุมฤดูกาลทั้งหมด

▪ วิธีการพยากรณ์ของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins' Method) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ยากและซับซ้อนที่สุด ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวทุกประเภท และมีความแม่นยำของการพยากรณ์ค่อนข้างสูงมากเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ ที่ได้ แต่ใช้เวลาสำหรับการวิเคราะห์มากกว่าวิธีอื่น ๆ และจำเป็นต้องอาศัยนักสถิติหรือผู้ชำนาญการทางด้านสถิติในการวิเคราะห์และอธิบายความหมายและขั้นตอนต่างๆ วิธีนี้เหมาะสำหรับการพยากรณ์ทุกช่วงระยะเวลา และจำนวนข้อมูลที่เป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์ควรมีอย่างน้อยประมาณ 50 ข้อมูล

มีรูปแบบของข้อมูลอนุกรมเวลา 3 รูปแบบ คือ

1.) รูปแบบอัตถถดถอย (Autoregressive Model หรือ AR) กำหนดให้ข้อมูล ณ เวลาปัจจุบันสัมพันธ์เชิงถดถอยกับข้อมูลเดียวกันในอดีต ดังนี้

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (2.19)$$

เมื่อ Y_t เป็นข้อมูลคงที่ (Stationary) ณ เวลา t

ϕ_0 เป็นค่าคงที่

ϕ_1, \dots, ϕ_p เป็นสัมประสิทธิ์ความถดถอยซึ่งประมาณได้โดยการหาที่ผลบวกของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองน้อยสุด

e_t ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

2.) รูปแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Model หรือ MA) กำหนดให้ข้อมูล ณ เวลาปัจจุบันสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่เกิดขึ้นในเวลาอดีตดังนี้

$$Y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} + \theta_3 e_{t-3} - \dots - \theta_q e_{t-q} - \theta_0 \quad (2.20)$$

เมื่อ Y_t เป็นข้อมูลคงที่ (Stationary) ณ เวลา t

e_t เป็นค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

e_{t-1}, \dots, e_{t-q} เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในอดีต q ช่วงเวลา

$\theta_1, \dots, \theta_q$ เป็นสัมประสิทธิ์หรือน้ำหนัก ซึ่งประมาณได้โดยการหาผลบวกของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองน้อยที่สุดเช่นกัน

θ_0 เป็นค่าคงที่

3.) รูปแบบอัตถถดถอยผสมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Autoregressive Moving Average Model หรือ ARMA) กำหนดให้ข้อมูล ณ เวลาปัจจุบันสัมพันธ์กับข้อมูลในอดีต และความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ในอดีตดังนี้

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} + \theta_3 e_{t-3} - \dots - \theta_q e_{t-q} - \theta_0 \quad (2.21)$$

วิธีปกติ (Autoregressive Integrated Moving Average Method หรือ ARIMA) นี้สามารถมองได้ว่าเป็นวิธีที่รวม 2 ปัจจัยเข้าด้วยกัน ก็คือวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่หรือปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล และวิธีถดถอย หลักการทำงานของเทคนิคการพยากรณ์บอกรีและเจนกินส์ จะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง Y ที่ตำแหน่งเวลา t (Y_t) และ Y ที่ตำแหน่งเวลาที่ผ่านมามาก ๆ (\dots, Y_{t-2}, Y_{t-1}) เพื่อหาตัวแบบอนุกรมเวลา และเมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าวแล้ว จะใช้ตัวแบบนี้หาค่าพยากรณ์ของ Y ที่เวลาในอนาคต (Y_{t+2}, Y_{t+1}, \dots) แนวคิดการพัฒนาเทคนิคการพยากรณ์บอกรีและเจนกินส์ ได้มาจากการศึกษากระบวนการเชิงเส้น แสดงดังสมการ 2.22

$$Y_t = \mu + at + \phi a_{t-1} + \dots \quad (2.22)$$

และพิจารณาอนุกรมเวลาหรือค่าสังเกต Y_t เกิดจากผลบวกเชิงเส้นของตัวแปรสุ่ม a_t ที่ไม่มีสหสัมพันธ์กัน ซึ่งตัวแปรสุ่ม a_t ถูกเรียกว่า ค่าความคาดเคลื่อนสุ่ม และสมมุติว่าแต่ละตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีค่าความแปรปรวนคงที่ในการแจกแจงแบบปกติ

2.1.3 พฤติกรรมของความต้องการ

พฤติกรรมความต้องการสินค้าแบ่งเป็น 2 ลักษณะ (ชุมพล คงคารศิริ 2550) ดังนี้

2.1.3.1 พฤติกรรมความต้องการสินค้าทราบค่าและเป็นค่าที่คงที่แน่นอน (Deterministic demand) ความต้องการของลูกค้า เป็นความต้องการแบบอิสระ และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับพัสดุดังกล่าว ช่วงเวลานำในการสั่งซื้อ

2.1.3.2 พฤติกรรมความต้องการสินค้าเป็นแบบการกระจายหรือสุ่ม (Stochastic demand หรือ Probabilistic) ซึ่งจะต้องจัดการโดยมีการตรวจสอบสถานะของพัสดุดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง และสั่งพัสดุเมื่อระดับพัสดุดังกล่าวลดต่ำลงจนถึงระดับจุดสั่ง โดยระบบการบริหารพัสดุดังกล่าว ในลักษณะนี้เรียกว่า ระบบจุดสั่ง-ปริมาณสั่ง

2.1.4 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์

จะเห็นว่าวิธีพยากรณ์มากมายหลายวิธีที่สามารถนำมาใช้ เพื่อคาดการณ์ความต้องการสินค้าของลูกค้าในอนาคต ไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งที่จะดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ (ณฐา คุปต์ชัยเชียร 2558) ดังนั้นเมื่อองค์กรต้องการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับสภาพขององค์กร จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และพิจารณาญาณและการตัดสินใจของฝ่ายบริหารด้วย ปัจจัยย่อยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเลือกวิธีการพยากรณ์ ได้แก่ จำนวนข้อมูลในอดีตมากน้อยเพียงใด มีคอมพิวเตอร์ช่วย

ประมวลผลหรือไม่ ผู้พยากรณ์มีความสามารถในการใช้เทคนิคการพยากรณ์มากขึ้นเพียงใด รวมถึงระยะเวลาในการเก็บข้อมูล

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกเทคนิคการพยากรณ์ (ชุมพล คงคารศิริ 2550) มีดังนี้

2.1.4.1 ช่วงเวลาของการพยากรณ์ที่ครอบคลุมถึง (Time Horizon) แต่ละวิธีของการพยากรณ์จะกำหนดเวลาไว้ต่างกัน เช่น ในการพยากรณ์วิธีเชิงคุณภาพจะนิยมใช้ในการพยากรณ์ระยะยาวมากกว่าวิธีเชิงปริมาณ ซึ่งวิธีเชิงปริมาณจะนิยมใช้ในการพยากรณ์ช่วงสั้นๆ

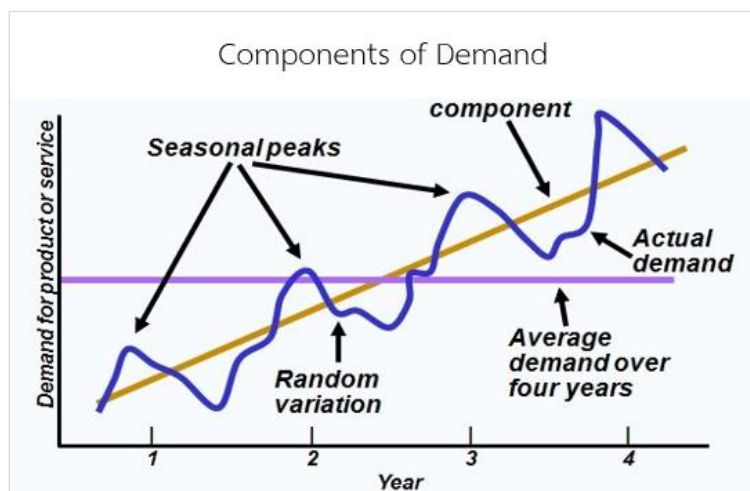
2.1.4.2 รูปแบบของข้อมูล (Pattern of Data) การเลือกวิธีการพยากรณ์จะต้องคำนึงถึงรูปแบบของข้อมูลในอดีต โดยทั่วไปความต้องการของสินค้าต่างๆ จะมี 4 รูปแบบดังรูปที่ 2.2 ดังนี้

- ข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นแนวระดับ (Horizontal Pattern) จะมีลักษณะที่ไม่เป็นแนวโน้ม (Non-stationary pattern) มีการขึ้นลงของข้อมูลในแนวทิศทางที่ไม่เป็นระบบ แต่จะอยู่ในแนวระดับ

- ข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นแนวโน้ม (Trend Pattern) ค่าของตัวแปรจะมีลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อเทียบกับเวลาอย่างต่อเนื่อง จะเป็นรูปแบบที่ใช้เวลาหลาย ๆ ปี เปลี่ยนแปลงตามจำนวนประชากร เทคโนโลยี อายุ และวัฒนธรรม เป็นต้น

- ข้อมูลที่มีรูปแบบตามฤดูกาล (Seasonal Pattern) มีลักษณะขึ้นลง (Fluctuation) เนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะเป็นช่วงๆ หนึ่ง เช่น 1 เดือน, 3 เดือน ในรอบปี และจะเกิดขึ้นซ้ำกันอีกในแต่ละรอบของฤดูกาล

- ข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นวัฏจักร (Cyclical Pattern) มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปแบบฤดูกาล แต่ช่วงความยาวของแต่ละรอบมักจะนานกว่า 1 ปี มีความยากลำบากต่อการทำนาย เนื่องจากว่าช่วงเวลาของวัฏจักรที่จะมาซ้ำแบบเดิมอีกนั้นไม่ค่อยมีความแน่นอน



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของความต้องการ

(ที่มา : <https://sites.google.com/site/kmaths55/mba/operations-management/forecasting>)

2.1.4.3 ชนิดของตัวแบบ (Type of Models) การเลือกวิธีการพยากรณ์อาจกำหนดขึ้นจากตัวแบบที่สอดคล้องกับลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นจริง โดยที่ในแต่ละตัวแบบจะมีข้อสมมติฐานที่ตั้งแตกต่างกัน เช่น ตัวแบบอนุกรมเวลากับตัวแบบแสดงความสัมพันธ์

2.1.4.4 ค่าใช้จ่าย (Cost) ในการพยากรณ์ทุกครั้งย่อมจะมีค่าใช้จ่าย ซึ่งจะมากน้อยแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับสถานะของปัญหาและความยากง่ายของวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้

2.1.4.5 ความแม่นยำของการพยากรณ์ (Accuracy) ความแม่นยำของการพยากรณ์ในแต่ละวิธีนั้นต่างกัน การเลือกวิธีการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าความแม่นยำที่ต้องการ หรือเปรียบเทียบว่าวิธีการพยากรณ์แบบใดจะให้ค่าความแม่นยำสูงกว่ากัน จะใช้เลขดัชนีเป็นตัววัด

จากหลายๆ ปัจจัยสามารถสรุปการเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม (John E. Hanke and Dean Wichern 2014) ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์

| Method | Pattern of Data | Time Horizon | Type of Model | Minimal Data Requirements | |
|---------------------------------|-----------------|--------------|---------------|---------------------------|----------|
| | | | | Non-seasonal | Seasonal |
| Naïve | ST, T, S | S | TS | 1 | |
| Simple averages | ST | S | TS | 30 | |
| Moving averages | ST | S | TS | 4 -20 | |
| Exponential smoothing | ST | S | TS | 2 | |
| Linear exponential smoothing | T | S | TS | 3 | |
| Quadratic exponential smoothing | T | S | TS | 4 | |
| Seasonal exponential smoothing | S | S | TS | | 2 x s |
| Adaptive filtering | S | S | TS | | 5 x s |
| Simple regression | T | I | C | 10 | |
| Multiple regression | C, S | I | C | 10 x V | |
| Classical decomposition | S | S | TS | | 5 x s |
| Exponential trend models | T | I, L | TS | 10 | |
| S-curve fitting | T | I, L | TS | 10 | |
| Gompertz models | T | I, L | TS | 10 | |
| Growth curves | T | I, L | TS | 10 | |
| Census X-12 | S | S | TS | | 6 x s |
| Box-Jenkins | ST, T, C, S | S | TS | 24 | 3 x s |
| Leading indicators | C | S | C | 24 | |
| Econometric models | C | S | C | 30 | |
| Time series multiple regression | T, S | I, L | C | | 6 x s |

โดยที่กำหนดให้ตัวแปรต่าง ๆ เป็นดังนี้

1.) รูปแบบของข้อมูล (Pattern of Data) แบ่งเป็น Stationary (ST), Trending (T), Seasonal (S), Cyclical (C)

2.) ช่วงเวลาที่จะทำการพยากรณ์ (Time Horizon) แบ่งเป็น Short term (S), Intermediate (I), Long term (L),

3.) ประเภทของเทคนิคการพยากรณ์ (Type of Model) แบ่งเป็น Time Series (TS), Causal (C)

4.) จำนวนข้อมูลในอดีตที่ต้องการ (Minimal Data Requirements) แบ่งเป็น Length of Seasonality (s), Number of Variables (V)

2.1.5 การประเมินความถูกต้องของการพยากรณ์

ณัฐ คุปต์ชเรีเยอร์ (2558) ความแม่นยำการพยากรณ์ (Forecast Accuracy) สามารถพิจารณาได้จากความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จากค่าจริง

$$e_t = A_t - F_t \quad (2.23)$$

เมื่อ e_t เป็นค่าความผิดพลาด (Error) ณ ช่วงเวลา t เมื่อ $t = 1, 2, 3, \dots$

A_t เป็นข้อมูลยอดขายสินค้าจริง ณ ช่วงเวลา t เมื่อ $t = 1, 2, 3, \dots$

F_t เป็นค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ณ ช่วงเวลา t เมื่อ $t = 1, 2, 3, \dots$

โดยพิจารณาค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลยอดขายจริงกับค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า ณ ช่วงเวลานั้นๆ ภายใต้แนวคิดนี้สามารถหาความคลาดเคลื่อนภาพรวมของการพยากรณ์ได้ 3 แนวทาง ดังนี้

2.1.5.1 ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation หรือ MAD)

$$MAD = \frac{\sum |A_t - F_t|}{N} \quad (2.24)$$

MAD คือ ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าพยากรณ์และข้อมูลจริง เป็นวิธีที่ง่ายและนิยมที่สุดวิธีหนึ่งในการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ MAD ยิ่งค่าน้อยก็ยิ่งแสดงว่าการพยากรณ์มีความเที่ยงตรงสูง คือให้ค่าที่ใกล้ข้อมูลจริง

2.1.5.2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error หรือ MSE)

$$MSE = \frac{\sum \{A_t - F_t\}^2}{N} \quad (2.25)$$

MSE เป็นวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์วิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้ MSE ยิ่งค่าน้อยก็ยิ่งแสดงว่าการพยากรณ์มีความเที่ยงตรง คือให้ค่าที่ใกล้ข้อมูลจริง

2.1.5.3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error หรือ MAPE)

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum \left| \frac{At - Ft}{At} \right| \quad (2.26)$$

MAPE เป็นวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์วิธีหนึ่งที่เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับข้อมูลจริง

2.2 พัสดุคงคลัง (Inventory)

พัสดุคงคลัง หมายถึง วัสดุ สิ่งของ หรือทรัพยากรของบริษัท ที่เก็บไว้เพื่อรอความต้องการใช้ในอนาคต ซึ่งอาจอยู่ในรูปของวัตถุดิบ งานที่อยู่ระหว่างกระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จแล้ว รวมไปถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสนับสนุนการดำเนินงานของบริษัท (Sunil 2013) กล่าวว่าสินค้าคงคลังถือเป็นตัวขับเคลื่อนโซ่อุปทานที่สำคัญอย่างมาก เพราะการเปลี่ยนแปลงนโยบายในการคงคลังสินค้านั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพและความสามารถในการตอบสนองความต้องการลูกค้าของโซ่อุปทาน

พัสดุคงคลังเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุน และกำไรขององค์กร โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตหลายองค์กรสัดส่วนมูลค่าของเงินลงทุนหมุนเวียน ส่วนใหญ่มักเป็นเงินลงทุนทางด้านพัสดุคงคลัง (ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์ 2552) ซึ่งสิ่งที่ตามมาของการมีพัสดุคงคลังในปริมาณมาก คือ การที่จะต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายของการดูแลรักษาพัสดุคงคลังที่สูงตามไปด้วย ส่งผลให้ต้นทุนขององค์กรสูงขึ้น เกิดความไม่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานขององค์กร ถึงแม้ว่าการเก็บรักษาพัสดุคงคลังไว้ จะทำให้เกิดผลกระทบเชิงลบกับต้นทุนขององค์กร แต่การที่ไม่เก็บพัสดุคงคลังไว้เลยนั้น เป็นเรื่องที่จะทำให้องค์กรเกิดความเสี่ยงที่จะไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า หรือความต้องการของฝ่ายผลิตได้

สินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety Inventory) เป็นสินค้าคงคลังที่จะเก็บไว้ในกรณีที่มีความต้องการมากกว่าความต้องการที่คาดเอาไว้ (วิทยา สุหฤตดำรง 2545) ซึ่งเป็นการเก็บสินค้าในกรณีที่เกิดความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการ หากสามารถคาดการณ์ถึงปริมาณความต้องการได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์แล้ว ก็จะต้องมีเพียงสินค้าคงคลังหมุนเวียนเท่านั้น อย่างไรก็ตามเนื่องจาก

ความต้องการนั้นไม่สม่ำเสมอและอาจจะเกินกว่าที่คาดไว้ บริษัทจึงต้องมีการเก็บสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยในการตอบสนองต่อความต้องการที่สูงเกินกว่าที่คาดไว้ ผู้บริหารจะต้องเผชิญกับการตัดสินใจที่สำคัญ เพื่อพิจารณาว่าจะต้องมีจำนวนสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยควบคุมไว้ในปริมาณเท่าใด ในการเลือกปริมาณของสินค้าคงคลังควบคุมจะต้องพิจารณาถึงเรื่องของค่าใช้จ่ายที่มีสินค้าคงคลังมากเกินไป และผลประโยชน์ที่หายไปจากการมีสินค้าคงคลังไม่เพียงพอ

2.2.1 ประเภทของพัสดุคงคลัง

แบ่งตามกิจกรรมของระบบการผลิตได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ (ปวีณา เชาวลิทวงศ์ 2559)

- 1.) พักคงคลังของวัตถุดิบ (Raw Materials หรือ RM) หมายถึง พัก, ชิ้นส่วน หรือ ส่วนประกอบ ที่ซื้อเข้ามาเพื่อรอใช้ในการผลิตต่อไป
- 2.) พักคงคลังของงานระหว่างผลิต (Work In Process หรือ WIP) หมายถึง ชิ้นส่วนหรือพัสดุที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต (ซึ่งยังไม่เป็นสินค้าสำเร็จรูป) เพื่อรอผ่านไปกระบวนการผลิตต่อไป
- 3.) พักคงคลังของสินค้าสำเร็จรูป (Finish Goods หรือ FG) หมายถึง สินค้าสำเร็จรูปที่เก็บไว้เพื่อรอการขายในอนาคต
- 4.) พักคงคลังของวัสดุซ่อมบำรุง (Spare Parts Inventory หรือ SPI) หมายถึง ชิ้นส่วนหรืออะไหล่สำหรับใช้ในการบำรุงรักษา และซ่อมแซมอุปกรณ์ เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

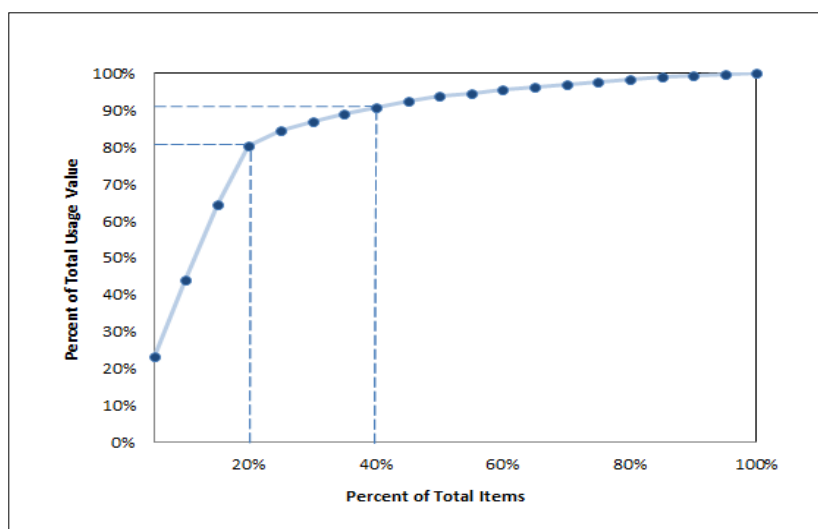
แบ่งตามหน้าที่ของนโยบายพัสดุคงคลัง (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ 2542) สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท

- 1.) พักคงคลังตามรอบการสั่ง (Cycle Stock Inventory) หมายถึง พักคงคลังที่เป็นผลจากการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตเป็นรอบ (Cycle) โดยปริมาณที่สั่งซื้อเข้ามาในแต่ละรอบจะเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการจนกว่าจะถึงรอบสั่งถัดไป หากรอบสั่งยิ่งนานพัสดุคงคลังตามรอบก็จะมีปริมาณสูงขึ้นตาม
- 2.) พักคงคลังสำรอง (Safety Stock Inventory) หมายถึง พักคงคลังที่มีไว้เพื่อความไม่แน่นอนต่างๆ เช่น ความผันผวนของอุปสงค์ เวลามาของผู้ขาย

2.2.2 การจัดการพัสดุคงคลังแบบ ABC

การจัดการพัสดุคงคลังอธิบายไว้ว่า ในค.ศ. 1906 Vilfredo Pareto (ชุมพล ศฤงคารศิริ 2550) แสดงรูปที่ 2.3 พบว่ามีสินค้าจำนวนไม่กี่ชนิดที่มีการแบ่งเป็นสัดส่วน (Proportion) อย่างมี

นัยสำคัญ (Significant) และในขณะนั้นยังพบว่ามีสินค้าบางรายการในบริษัทที่ขายได้และมีรายได้สูง และอีกบางรายการขายได้จำนวนมากสุด



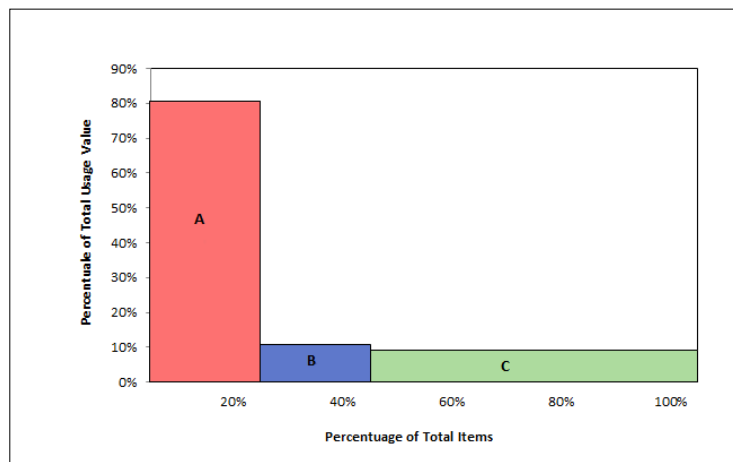
รูปที่ 2.3 กราฟเส้นการกระจายของรายการสินค้าและยอดขาย
(ที่มา <http://www.leanlab.name/the-abc-analysis>)

ในการจัดการสินค้าคงคลัง ถ้าสินค้าใดมีมูลค่าในการคงคลังสูง ซึ่งวัดเป็นจำนวนเงินที่ใช้ไป (อุปสงค์ x ราคาต่อหน่วย) จะต้องมีการจัดการหรือควบคุมอย่างใกล้ชิด ในด้านการคงคลังโดยปกติแล้วสินค้าจะถูกแบ่งเป็น 3 ประเภท แสดงดังรูปที่ 2.4 ได้แก่

ก. ประเภท A มีรายการสินค้าคงคลังประมาณ 10 - 20% ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด มีมูลค่าประมาณ 60 - 80% ของมูลค่าสินค้าคงคลังที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งแสดงถึงนัยสำคัญ

ข. ประเภท B มีรายการสินค้าคงคลังอีกประมาณ 20-30% ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด มีมูลค่าประมาณ 15 - 25% ของมูลค่าสินค้าคงคลังที่ใช้ทั้งหมด

ค. ประเภท C มีรายการสินค้าคงคลังอีกประมาณ 50-60% ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด มีมูลค่าประมาณ 5 - 10% ของมูลค่าสินค้าคงคลังที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งสินค้าเหล่านี้จะมีส่วนให้ (Contribution) ต่อมูลค่าคงคลังน้อยมาก



รูปที่ 2.4 ฮิสโตแกรมการกระจายของรายการสินค้าและยอดขาย
(ที่มา <http://www.leanlab.name/the-abc-analysis>)

2.2.3 ประเภทของระบบการควบคุมพัสดุคงคลัง

การบริหารจัดการพัสดุคงคลังเป็นกลไกในการจัดการกับการไหลเข้ามาของพัสดุคงคลัง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการการผลิต (พิภพ ลลิตาภรณ์ 2552) ซึ่งที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันมี 3 ระบบ ดังนี้

2.2.3.1 ระบบจุดสั่งใหม่ (Re-order Point System)

เน้นการจัดเก็บพัสดุสำรองไว้ในคลังเพื่อรองรับความต้องการ ซึ่งมีการกำหนดจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดไว้ควบคุม โดยจุดต่ำสุดเป็นตัวควบคุมไม่ให้ปริมาณสำรองต่ำเกินไป ซึ่งอาจเสี่ยงต่อการขาดสต็อก (Shortage) และจุดสูงสุดมีไว้ควบคุมเพื่อไม่ให้สต็อกสูงเกินไป ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการจัดเก็บพัสดุคงคลังสูงขึ้น ระบบจุดสั่งใหม่จะสั่งเมื่อระดับพัสดุคงคลังลดลงมาถึงจุดสั่งซื้อ หรือจุดต่ำสุดตามที่ได้กำหนดไว้ และสั่งซื้อในปริมาณที่มาเติมให้เต็มระดับจุดสูงสุดที่ควบคุมไว้ ปริมาณการสั่งซื้อของระบบนี้ คือ ขนาดร่นการสั่งที่ประหยัด ข้อด้อยของระบบนี้คือ การจัดเก็บพัสดุสำรองไว้มักจะไม่สัมพันธ์กับความต้องการที่เกิดขึ้น ซึ่งหากการควบคุมไม่มีประสิทธิภาพ อาจก่อให้เกิดการมีพัสดุคงคลังสูง แต่พัสดุที่ต้องการใช้อาจจะไม่มี มีแต่ของที่ไม่ต้องการ

2.2.3.2 ระบบผลัก (Push System)

ระบบผลักหรือระบบการวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning System) เน้นการใช้สารสนเทศเกี่ยวกับลูกค้า ผู้ส่งมอบ และการผลิตในการจัดการกับการไหลของพัสดุผ่านขั้นตอนต่างๆของโรงงาน ดูตารางการผลิตเพื่อพิจารณาว่าเราจะทำการผลิตอะไรต่อไป เริ่ม

ตั้งแต่รับวัตถุดิบจนถึงเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป โดยวางแผนให้ปริมาณของวัตถุดิบมาถึงโรงงานเมื่อต้องการจะทำการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก็จะถูกส่งไปถึงลูกค้าตามเวลาที่กำหนด วัตถุดิบชนิดต่างๆ เมื่อผลิตเสร็จจากหน่วยงานหนึ่งก็จะถูกผลักไปยังหน่วยงานถัดไป การไหลของวัสดุเหล่านี้จะถูกวางแผนและควบคุมโดยตารางการผลิตหลัก (Master Production Scheduling , MPS) ที่ระบุว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะต้องผลิตเสร็จในช่วงเวลาใด

องค์ประกอบพื้นฐานของการวางแผนความต้องการวัสดุ คือ ตารางการผลิตหลัก (MPS) เพิ่มข้อมูลบัญชีรายการวัสดุ (BOM) และเพิ่มข้อมูลสถานะวัสดุคงคลัง (Inventory Status) ข้อมูลทั้ง 3 ส่วนนี้จะถูกป้อนเข้าสู่ระบบประมวลผล MRP เพื่อวางแผนความต้องการวัสดุต่างๆ ที่จำเป็นต้องสั่งซื้อหรือสั่งผลิตในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้มีวัสดุเพียงพอและทันเวลาต่อความต้องการการผลิตที่กำหนดไว้ในตารางการผลิตหลัก

2.2.3.3 ระบบดึง (Pull System)

ระบบดึงหรือระบบทันเวลาพอดี (Just-in-Time System) พิจารณาเฉพาะขั้นตอนนั้นๆ ว่าต้องการอะไร หลังจากนั้นก็จะผลิตเพียงเท่านั้น รุ่นของการผลิตจะขึ้นอยู่กับขั้นตอนการผลิตต้นน้ำ (Upstream Stages of Production) ไปยังขั้นตอนการผลิตปลายน้ำ (Downstream Stages) โดยตรง จะพยายามลดระดับของงานที่อยู่ระหว่างการผลิตในทุกๆ ขั้นตอน ระบบดึงมุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพ ไม่มีของเสียในกระบวนการผลิต มีการพัฒนาระบบซ่อมบำรุงเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ลักษณะเด่นด้านหนึ่งที่ได้รับการเผยแพร่อย่างกว้างขวางคือระบบคัมบัง (Kanban System)

2.2.4 ระบบของวัสดุคงคลัง

การจัดการวัสดุคงคลังที่ดี จึงเกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบายในการจัดการวัสดุคงคลัง เพื่อให้เกิดความสมดุลมากที่สุด การหาปริมาณการเติมเต็มวัสดุคงคลังที่เหมาะสม 4 แบบจำลองได้แก่

2.2.4.1 แบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัด (Basic Economic Order Quantity, EOQ)

การคำนวณหาขนาดของการคงคลังที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด ตัวแบบของการคงคลังจะต้องถูกกำหนดขึ้นภายใต้สถานการณ์ที่แน่นอน (Certainty) โดยมีข้อสมมุติดังนี้ 1.) ความต้องการสินค้า

ต่อปีเป็นที่รู้แล้ว 2.) ปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อไปจะมาถึงพร้อมกันทั้งหมดในเวลาเดียวกัน 3.) ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่กำหนดขึ้น จะมีค่าคงที่ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการกำหนดไว้ในแผน 4.) ช่วงเวลาที่เริ่มการสั่งซื้อจนได้รับสินค้าเข้าคลังจะมีค่าเป็นศูนย์ จะได้รับสินค้าทันทีเมื่อออกไปสั่งซื้อ จากผลข้อที่ 1 ถึง 4 ทำให้การคงคลังสินค้าไม่ขาดสต็อก การคำนวณหาปริมาณการสั่งอย่างประหยัดมีดังนี้

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อปี (Ordering cost)} = \frac{KD}{Q} \quad (2.27)$$

$$\text{ค่าพัสดุต่อปี (Procurement cost)} = c \times D \quad (2.28)$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี (Holding cost)} = h \times \frac{Q}{2} \quad (2.29)$$

$$G(Q) = \frac{KD}{Q} + c D + h \frac{Q}{2} \quad (2.30)$$

เมื่อ K คือค่าใช้จ่ายในการสั่งต่อครั้งที่สั่ง

D คือความต้องการทราบล่วงหน้า และมีอัตราของความต้องการคงที่ด้วยอัตรา D หน่วยต่อหน่วยเวลา

Q คือปริมาณที่สั่งซื้อ (Lot size)

C เป็นค่าพัสดุต่อหน่วย

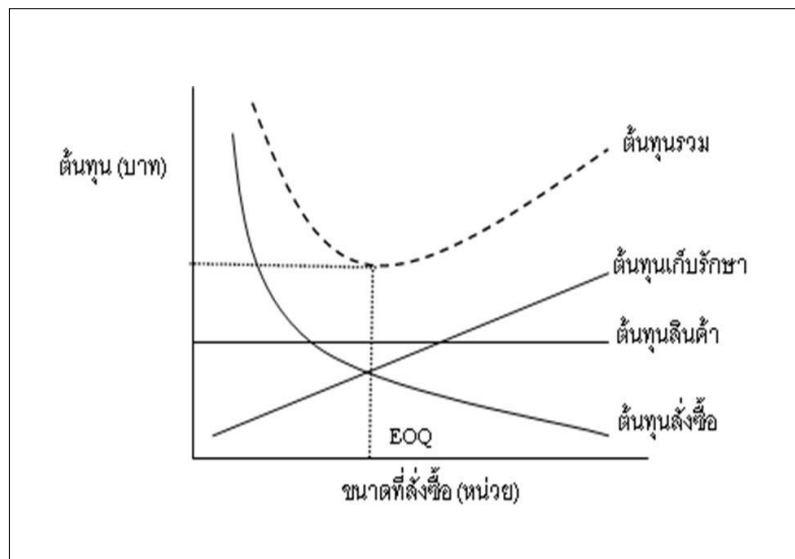
$G(Q)$ เป็นค่าใช้จ่ายรวมต่อปี

h เป็นค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อหน่วยเวลา

$Q/2$ ปริมาณพัสดुकงคลังเฉลี่ย

หาค่า Q ที่ทำให้ $G(Q)$ น้อยที่สุด (ทำอย่างไรให้ Total cost น้อยที่สุด) แสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 2.31

$$EOQ = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad (2.31)$$

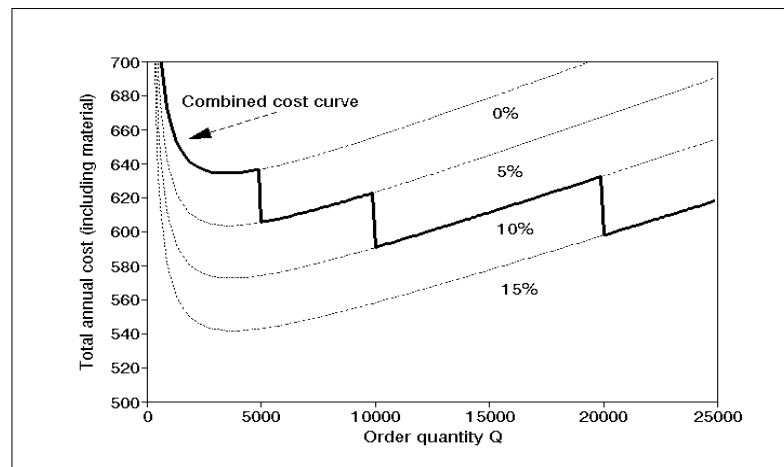


รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของแบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัด

(ที่มา http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/onlinemag_preview.php?cid=1333)

2.2.4.2 แบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัดเมื่อมีส่วนลดทุกหน่วย (All-Unit Discount EOQ Model) มูลค่าของพัสดุต่อปีเป็นผลจากปริมาณการสั่งในแต่ละครั้ง เนื่องจากในการสั่งซื้อแต่ละครั้งจะได้ส่วนลดตามปริมาณการสั่งในแต่ละครั้ง เมื่อมีปริมาณการสั่งครั้งละเป็นปริมาณยิ่งมากก็จะได้ส่วนลดมากขึ้น ในขณะที่ส่วนลดที่ได้รับนี้ทำให้มูลค่าพัสดุต่อปีลดลงได้ แต่ส่งผลในทางตรงกันข้ามกับค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดुकงคลังต่อปีที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้งที่มากขึ้น ข้อดีของการซื้อเป็นจำนวนมากคือต้นทุนต่อหน่วยต่ำ การสั่งซื้อมีจำนวนน้อยครั้งกว่า การขาดสต็อกมีน้อย เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยกว่า ส่วนข้อเสียคือค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บคงคลังสูงกว่า ต้องการเงินลงทุนเป็นจำนวนมากกว่า มีโอกาสจะล้าสมัยและเสื่อมราคาได้เร็วกว่า แสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 2.6

$$G(Q) = \begin{cases} \frac{KD}{Q} + c_1 D + ic_1 \frac{Q}{2} & , 0 < Q < b_1 \\ \frac{KD}{Q} + c_2 D + ic_2 \frac{Q}{2} & , b_1 \leq Q < b_2 \\ \frac{KD}{Q} + c_3 D + ic_3 \frac{Q}{2} & , Q \geq b_2 \end{cases} \quad (2.32)$$

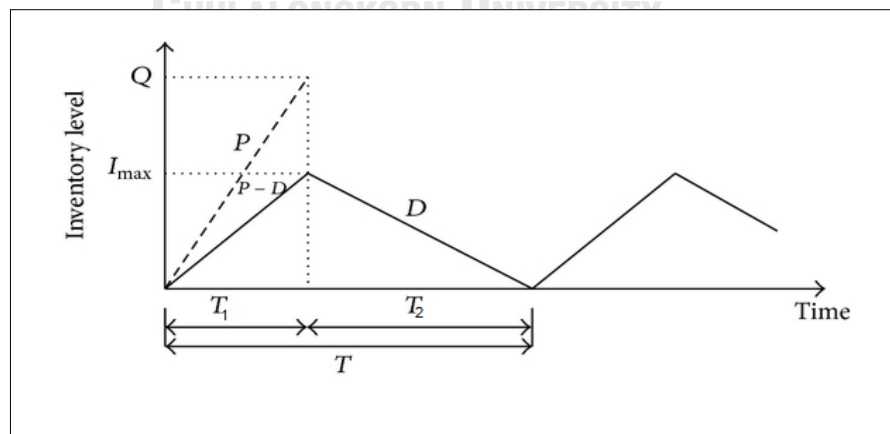


รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ของแบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัดเมื่อมีส่วนลดทุกหน่วย

(ที่มา <http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/or/invent.html>)

2.2.4.3 แบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัดเมื่อมีอัตราการผลิตจำกัด (Finite Production Ordering Quantity, FOO) ลักษณะการนำพัสดุเข้าคลังจะเป็นลักษณะทยอยเข้า ผลิตไปใช้ไป จึงทำให้ Q ไม่ได้เข้ามาพร้อมกันทั้งหมด

แบบจำลองนี้ในหนึ่งรอบระยะเวลาสั่ง แบ่งเป็นช่วงเวลา T_1 และ T_2 โดยที่ช่วงเวลา T_1 มีทั้งการใช้พัสดุด้วยอัตรา D และมีการนำพัสดุเข้าคลังด้วยอัตรา P ($P - D > 0$) เป็นช่วงเวลาการเพิ่มพัสดุ (Uptime) และสำหรับช่วงเวลา T_2 จะมีแต่การนำพัสดุไปใช้อย่างเดียว ดังนั้นพัสดุจะลดลงด้วยอัตรา D เป็นช่วงเวลาการลดพัสดุ (Downtime) ดังรูปที่ 2.7

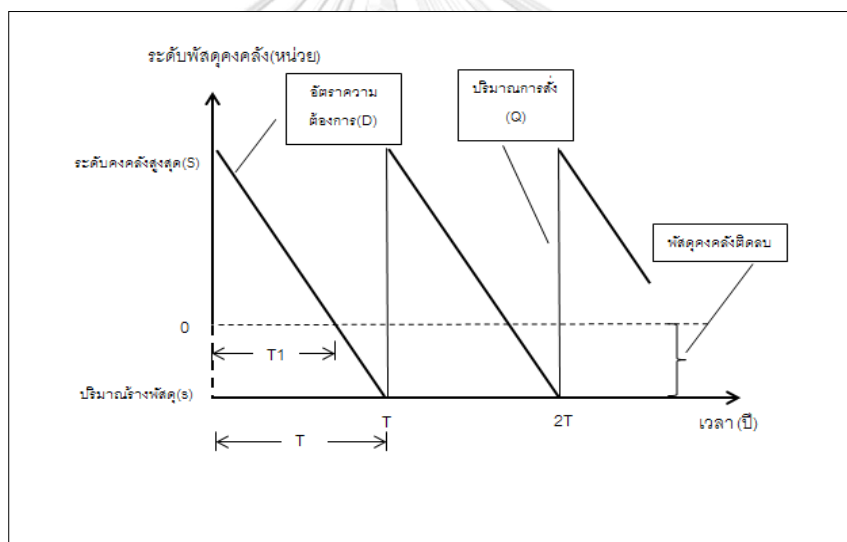


รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ของแบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัดเมื่อมีอัตราการผลิตจำกัด

2.2.4.4 แบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัดที่อนุญาตให้มีการร้งพัสดุ (EOQ with Backordering Model) แบบจำลองนี้ยอมรับให้มีพัสดุขาดสต็อกได้ ในแต่ละรอบของการสั่ง T ระดับของพัสดุสูงสุดจะอยู่ที่ S และลดลงตามอัตราความต้องการ D ไปจนกระทั่งถึงระดับ s หรือปริมาณที่อนุญาตให้มีการสั่งพัสดุ ถึงจะมีพัสดุเข้ามาเติมในปริมาณการสั่ง Q เพื่อให้ระดับพัสดुकคงคลังกลับมาที่ระดับ S ใหม่

$$Q = S + s \quad (2.33)$$

แบบจำลองการหาปริมาณการสั่งอย่างประหยัดทั้ง 4 แบบจำลองที่กล่าวมานี้ เป็นแบบจำลองระบบพัสดुकคงคลังแบบดิเทอร์มินิสติกส์ ที่มีข้อมูลนำเข้าแบบจำลองเป็นที่ทราบแน่นอน โดยเป้าหมายของแบบจำลองระบบพัสดुकคงคลังคือการหาปริมาณการสั่งที่เหมาะสม และเวลาที่ทำการสั่งที่เหมาะสม รูปที่ 2.8

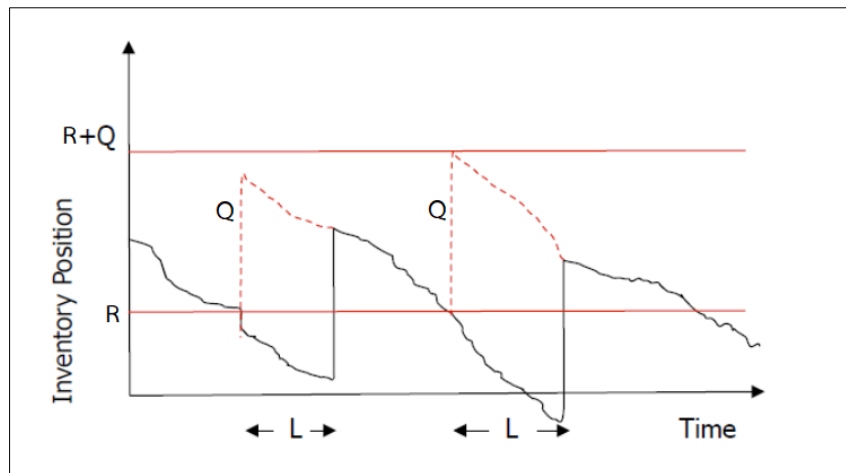


รูปที่ 2.8 การเปลี่ยนแปลงพัสดुकคงคลังของแบบจำลองที่อนุญาตให้ร้งพัสดุ

2.2.5 การหานโยบายการเติมเต็มพัสดुकคงคลังที่เหมาะสม

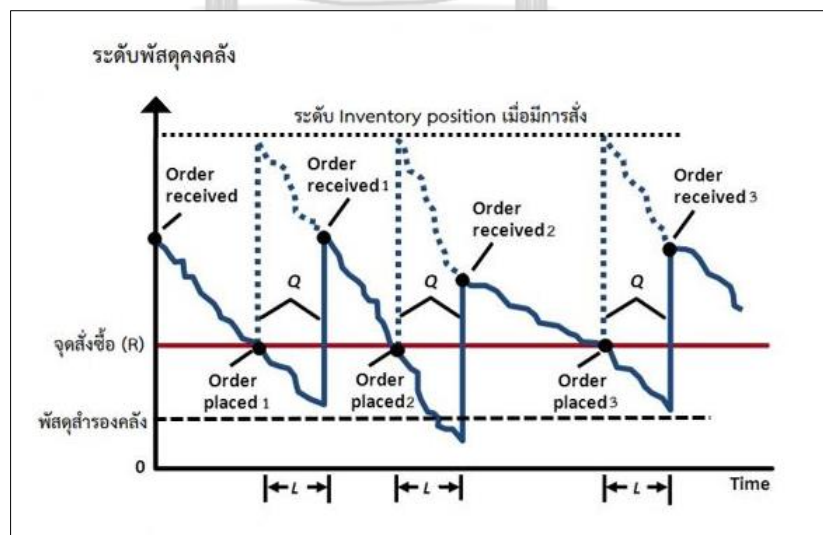
2.2.5.1 Continuous Review Policy (R, Q)

คือ เมื่อระดับพัสดुकคงคลังถึงจุดสั่งซื้อ (Re-order Point หรือ R) จะสั่งซื้อด้วยปริมาณคงที่ (Fixed order Quantity หรือ Q) ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แบบจำลองนโยบาย Continuous Review (R,Q)

แบบจำลองนโยบาย R,Q เป็นแบบจำลองที่มีรูปแบบการทบทวนระดับพัสดุคงคลังแบบต่อเนื่อง ดังนั้นนโยบายพัสดุคงคลังจะมีการสั่งเติมพัสดุเมื่อระดับพัสดุดกลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อ (R) ในปริมาณการสั่งคงที่ (Q) (ปวีณา เชาวลิขิตวงศ์ 2561) นโยบายนี้จำเป็นต้องทราบระดับพัสดุคงคลังอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากการสั่งเติมพัสดุจะถูกกระตุ้นด้วยระดับพัสดุคงคลัง เมื่อถึงระดับจุดสั่งซื้อก็ต้องสั่งเติมทันที แต่จะยังไม่ได้รับพัสดุเข้ามาเนื่องจากมีเวลานำ (lead time) โดยที่ในแบบจำลองนี้จะกำหนดให้ระยะเวลานำเป็นค่าคงที่ L การเปลี่ยนแปลงของระดับพัสดุคงคลังของแบบจำลองนโยบาย R,Q สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การเคลื่อนไหวของระดับพัสดุคงคลังของแบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณสั่งคงที่

เมื่อระดับพัสดุคงคลังตกลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อ ก็จะมีการสั่งเติมพัสดุในปริมาณคงที่ (Q) ที่เท่ากันทุกครั้ง และพัสดุจะเข้ามาถึงคลังเมื่อเวลาผ่านไป L หน่วยเวลา ซึ่งเป็นระยะเวลานำในระหว่างที่รอพัสดุมาเติมคลัง ความต้องการในระหว่างเวลานำก็จะถูกตอบสนองด้วยปริมาณพัสดุคงคลังที่เท่ากับจุดสั่งซื้อ (R) ถ้าความต้องการในช่วงเวลานำน้อยกว่าระดับจุดสั่งซื้อ ก็จะไม่เกิดการร้างพัสดุในทางกลับกันถ้าความต้องการในระหว่างเวลานำมีค่ามากกว่าจุดสั่งซื้อจะเกิดการร้างพัสดุ ดังนั้นความต้องการระหว่างเวลานำก็มีความไม่แน่นอนเช่นกัน ถ้าหากไม่มีการเตรียมพัสดุสำรองคลังไว้จะมีโอกาสเกิดการร้างพัสดุ โดยสรุปแล้วจุดสั่งซื้อในแบบจำลองนี้จะประกอบด้วยความต้องการเฉลี่ยในช่วงเวลานำและพัสดุสำรองคลัง

2.2.5.1.1 สมมติฐานของแบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งคงที่ (R, Q)

สมมติฐานของแบบจำลอง R, Q (ปวีณา เชาวลิทวงศ์ 2561) มีดังนี้

- 1.) ระบบวัตถุดิบคงคลังมีการทบทวนอย่างต่อเนื่อง
- 2.) ความต้องการมีค่าสุ่ม (Random) และคงที่ (Stationary) ที่ค่าคาดหวัง (Mean) และค่าเบี่ยงเบน (Standard deviation) คงที่ และทราบฟังก์ชันการกระจายตัว (Probability density function)
- 3.) ค่าเวลานำ (Lead time) เป็นค่าคงที่
- 4.) ปริมาณการร้างพัสดุจะถูกชดเชยเมื่อมีพัสดุเข้ามาเติมคลัง (Backordering)
- 5.) ในช่วงระยะเวลาใดๆ จะเกิดการสั่งซื้อเพียงครั้งเดียว
- 6.) ค่าใช้จ่ายในแบบจำลอง
 - ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ
 - ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา
 - ค่าใช้จ่ายในการร้างพัสดุ

2.2.5.1.2 กำหนดตัวแปรและพารามิเตอร์

| | | |
|-------|-----------|--|
| เมื่อ | λ | คือความต้องการเฉลี่ยต่อปี |
| | L | คือช่วงระยะเวลานำ |
| | D | คือตัวแปรสุ่มของความต้องการใช้พัสดุระหว่างช่วงเวลานำ |
| | $f_D(x)$ | คือฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (PDF) ของตัวแปรสุ่ม D |
| | $F_D(x)$ | คือฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (CDF) ของตัวแปรสุ่ม D |

| | |
|------------|---|
| μ_L | คือค่าเฉลี่ยของความต้องการระหว่างช่วงเวลานำ |
| σ_L | คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการระหว่างช่วงเวลานำ |
| R | คือจุดสั่งซื้อ ($\mu_L + \text{Safety stock}$) |
| Q | คือปริมาณการสั่ง |
| K | คือค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง |
| $n(R)$ | คือค่าคาดหวังของปริมาณร้างพัสดุต่อรอบการสั่ง |
| h | คือค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปี |
| c | คือค่าพัสดุต่อหน่วย |
| \hat{p} | คือค่าร้างพัสดุต่อหน่วย |

2.2.5.1.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหา (R,Q) ที่ดีที่สุด

เป้าหมายของแบบจำลองคือต้องการหาปริมาณสั่งซื้อ Q และจุดสั่งซื้อ R ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่อปีมีค่าต่ำที่สุด กำหนดให้ $G(Q,R)$ เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ของแบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งคงที่ ดังนั้น $G(Q,R)$ สามารถแสดงได้ด้วยสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดต่อปี (Expected total cost) (ปวีณา เชาวลิทวงศ์ 2561) ซึ่งจะได้

$$G(Q,R) = \text{ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อปี} + \text{ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี} + \text{ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการร้างพัสดุต่อปี} \quad (2.34)$$

ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการสั่งต่อปี (Expected ordering cost per year) เกิดจากค่าใช้จ่ายในการสั่งต่อครั้งคูณด้วยค่าความคาดหวังของจำนวนรอบการสั่งต่อปี

$$\text{ค่าคาดหวังของจำนวนรอบการสั่งต่อปี} = K \frac{\lambda}{Q} \quad (2.35)$$

ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี (Expected holding cost per year) เกิดจากค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปีคูณด้วยค่าคาดหวังของปริมาณพัสดุกคงคลังเฉลี่ยต่อปี ซึ่งประมาณได้จากระดับพัสดุระหว่างรอบ (Cycle inventory) = $\frac{Q}{2}$ และพัสดุสำรองคลัง (Safety stock) = $R - \mu_L$ ดังนั้นจะได้

$$\text{ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี} = h \left(\frac{Q}{2} + R + \mu_L \right) \quad (2.36)$$

ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการรื้อสร้างพัสดุต่อปี คำนวณได้จากค่ารื้อสร้างพัสดุต่อหน่วยคูณด้วยค่าคาดหวังของปริมาณรื้อสร้างพัสดุต่อปี หรือค่าคาดหวังของปริมาณรื้อสร้างพัสดุต่อรอบการสั่ง หรือ $n(R)$ คูณด้วยค่าคาดหวังของจำนวนรอบการสั่งต่อปี โดยที่ $n(R) = \int_R^\infty (x - R)f_D(x)dx$

$$\begin{aligned} & \text{ค่าคาดหวังของจำนวนการรื้อสร้างพัสดุต่อปี (Expected shortage quantity per year)} \\ &= n(R) \frac{\lambda}{Q} \text{ ดังนั้น} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการรื้อสร้างพัสดุต่อปี} = \hat{p}n(R) \frac{\lambda}{Q} \quad (2.37)$$

ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายรวมต่อปี $G(Q,R)$ สามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$G(Q,R) = \frac{K\lambda}{Q} + h\left(\frac{Q}{2} + R + \mu_L\right) + \hat{p}n(R) \frac{\lambda}{Q} \quad (2.38)$$

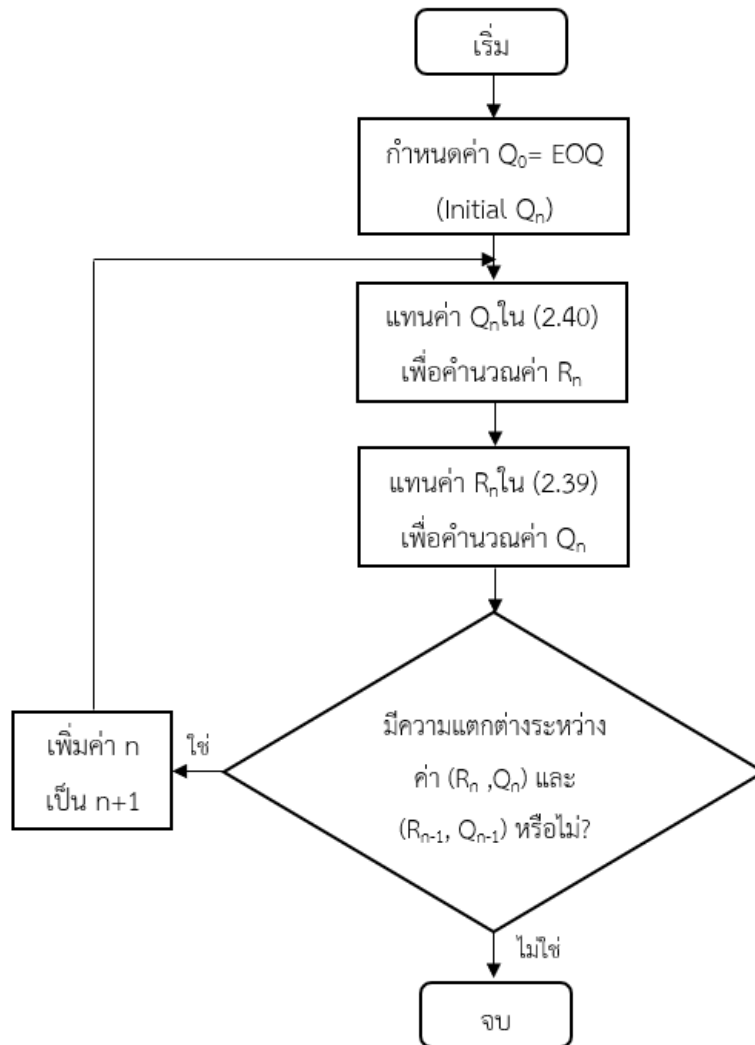
การหาค่า Q และ R ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายมีค่าต่ำที่สุด โดยการกำหนดให้อนุพันธ์อันดับ 1 ของฟังก์ชัน $G(Q,R)$ มีค่าเท่ากับศูนย์

$$\frac{\partial G(Q,R)}{\partial Q} = 0 \text{ และ } \frac{\partial G(Q,R)}{\partial R} = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2\lambda[K + \hat{p}n(R^*)]}{h}} \quad (2.39)$$

$$1 - F(R^*) = \frac{Q^*h}{\hat{p}\lambda} \quad (2.40)$$

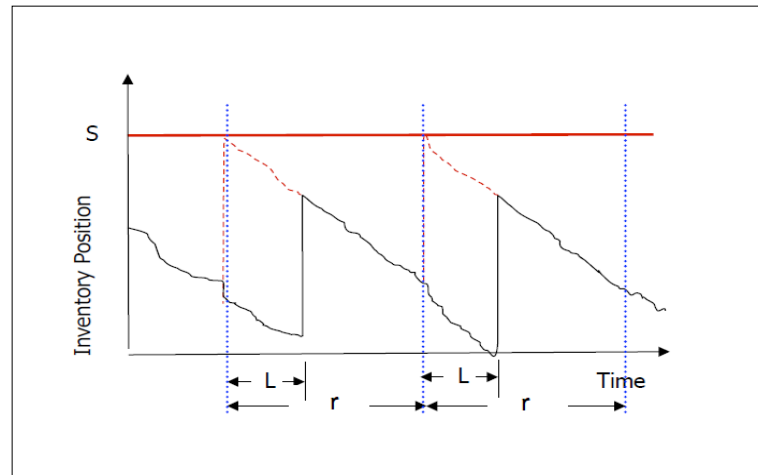
เนื่องจากสมการที่ 2.39 และ 2.40 เป็นฟังก์ชันซึ่งกันและกัน การคำนวณหาค่า Q^* จำเป็นต้องทราบค่า R^* และการคำนวณหาค่า R^* ก็ต้องทราบค่า Q^* ซึ่งไม่สามารถคำนวณได้ทันที จึงต้องใช้วิธีการวนซ้ำ (Iteration procedure) ในการคำนวณดังรูปที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการวนซ้ำสำหรับหา Q^* และ R^*



รูปที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการวนซ้ำสำหรับหา Q^* และ R^*

2.2.5.2 Periodic Review Policy (r, S)

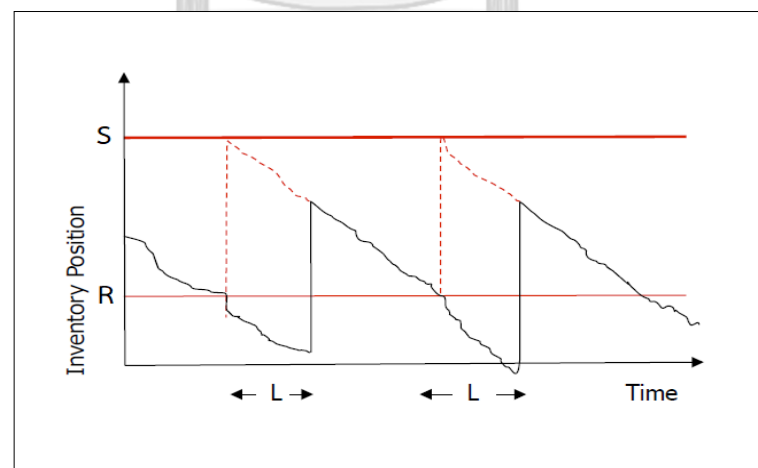
คือ เมื่อถึงรอบของการสั่งซื้อ (Fixed time period หรือ r) จะสั่งให้เติมเต็มระดับพัสดุคงคลังสูงสุด (Replenishment level หรือ S) ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แบบจำลองนโยบาย Periodic Review (r,S)

2.2.5.3 Continuous Review Policy (R, S)

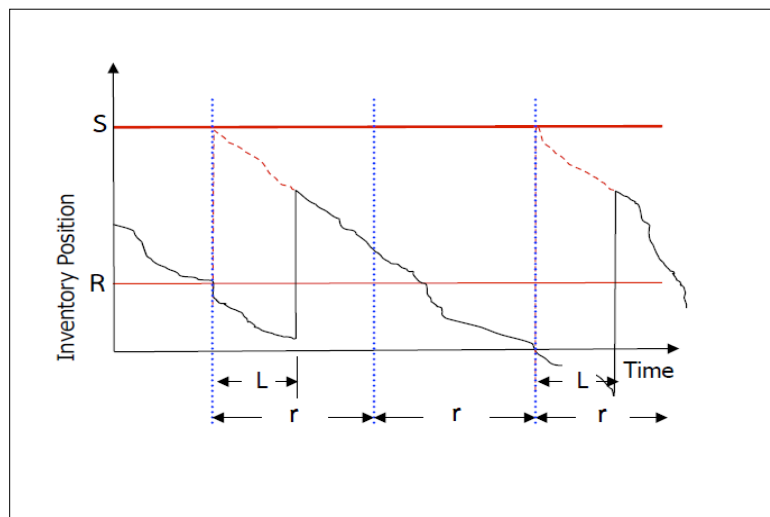
คือ เมื่อถึงจุดสั่งซื้อ (Re-order Point หรือ R) จะสั่งซื้อให้เติมเต็ม (Replenishment level หรือ S) ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แบบจำลองนโยบาย Continuous Review (R,S)

2.2.5.4 Periodic Review Policy (r, R, S)

คือเมื่อถึงรอบของการสั่งซื้อ (Fixed time period หรือ r) และจุดสั่งซื้อ (Re-order Point หรือ R) จะสั่งซื้อให้เต็มเต็ม (Replenishment level หรือ S) ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แบบจำลองนโยบาย Periodic Review (r, R, S)

(ที่มา : <https://supplychain-analysis.com/2016/08/01/a-summary-of-commonly-used-inventory-policies/>)

2.3 การวางแผนและควบคุมการผลิต (Production Planning and Control)

2.3.1 รูปแบบของการผลิต

รูปแบบของการผลิตแบ่งเป็น 4 ประเภท (Sari 1981) ได้ดังนี้

2.3.1.1 Make-to-Stock มีการเก็บสำรองชิ้นส่วนระดับล่าง ส่วนประกอบเล็กๆ วัตถุดิบ ไปจนถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finish goods) โดยลูกค้าไม่มีส่วนเกี่ยวข้องเลย

2.3.1.2 Assemble-to-Order วัตถุดิบผลิตไปจนถึงขั้นเกือบเสร็จ แล้วลูกค้าสามารถเลือกที่จะประกอบได้ ก่อนที่จะเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

2.3.1.3 Make-to-Order ชิ้นส่วนวัตถุดิบที่สำรองไว้แทบจะไม่มีหรืออาจจะไม่มีเลย จนกว่าจะได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าถึงจะสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามา

2.3.1.4 Engineer-to-Order รู้เรื่องที่จะผลิตน้อยมาก จนกว่าจะได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า และต้องมีการออกแบบทางวิศวกรรมโดยเฉพาะ

2.3.2 การวัดความสามารถในการตอบสนองของผลิตภัณฑ์

ความพร้อมของผลิตภัณฑ์เป็นตัวสะท้อนถึงความสามารถในการจัดหาสินค้าให้แก่ลูกค้า เมื่อลูกค้าสั่งซื้อมากเกินไปที่มีสินค้าคงคลังอยู่ ถ้าลูกค้ามีคำสั่งซื้อเข้ามา เมื่อสินค้าคงคลังมีไม่มากพอจะเกิดการขาดสต็อก (Shortage) มีหลายวิธีในการวัดความพร้อมของผลิตภัณฑ์ การวัดความพร้อมทั้งหมดถูกระบุด้วยค่าเฉลี่ย ณ ช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งสามารถมีระยะเวลาตั้งแต่ชั่วโมงไปจนถึงปี (วิทยา สุหฤทธดำรง 2545) วิธีการวัดที่สำคัญมีดังนี้

2.3.2.1 อัตราการเติมเต็มสินค้า (Product Fill Rate หรือ fr) คือสัดส่วนของความต้องการสินค้าที่พึงพอใจในการได้รับสินค้าจากคลังสินค้า ซึ่งเทียบเท่ากับความน่าจะเป็นของการได้รับสินค้าจากสินค้าคงคลังที่มีอยู่ เช่น เฮช แอนด์ เอ็ม จัดหาเสื้อโค้ทให้แก่ลูกค้าได้ร้อยละ 90 จากสินค้าคงคลัง ส่วนลูกค้าอีกร้อยละ 10 ที่ไม่ได้รับสินค้าจะไปซื้อจากคู่แข่งในบริเวณเดียวกัน เนื่องจากเกิดการขาดแคลนสินค้าคงคลัง ในกรณีนี้ เฮช แอนด์ เอ็ม มีอัตราการจัดหาสินค้าได้เท่ากับร้อยละ 90

2.3.2.2 อัตราการเติมเต็มคำสั่งซื้อ (Order Fill Rate) คือสัดส่วนของคำสั่งซื้อที่ได้รับสินค้าจากสินค้าคงคลังที่มีอยู่ สำหรับกรณีที่คำสั่งซื้อหนึ่งมีสินค้าหลายอย่าง คำสั่งซื้อนั้นจะได้รับสินค้าก็ต่อเมื่อสามารถจัดหาสินค้าได้ครบทุกรายการตามคำสั่งซื้อจากสินค้าคงคลัง ในกรณีเฮช แอนด์ เอ็ม ลูกค้าอาจสั่งซื้อเสื้อโค้ทพร้อมกับกางเกงยีนส์ด้วยคำสั่งซื้อจากสินค้าคงคลัง ถ้าในสินค้าคงคลังมีทั้งเสื้อโค้ทและกางเกงยีนส์เพียงพอ อัตราการเติมเต็มให้คำสั่งซื้อได้จึงมักมีค่าต่ำกว่าอัตราการจัดหาสินค้าได้ ถ้าเฮช แอนด์ เอ็ม สั่งซื้อสินค้าคือเสื้อโค้ท 600 ตัว จำนวนหลายล็อต ช่วงเวลาระหว่างรับมอบสินค้าจนครบถ้วนของ 2 ล็อตติดกันคือรอบการหาสินค้ามาทดแทน ถ้าผู้จัดการที่เฮช แอนด์ เอ็ม บริหารสินค้าคงคลังให้คลังสินค้าดำเนินการส่งมอบได้โดยไม่มีขาดสต็อกของสินค้าคงคลัง 6 จาก 10 รอบการหาสินค้ามาทดแทน ดังนั้นสินค้าสามารถทำระดับรอบการให้บริการได้เท่ากับร้อยละ 60 สังเกตว่าระดับรอบการให้บริการร้อยละ 60 จะเป็นผลให้อัตราการจัดหาสินค้าได้เพิ่มมากขึ้น ทุกๆ ครั้งในร้อยละ 60 ของรอบเวลาที่ซึ่งเฮช แอนด์ เอ็ม ไม่ได้มีสินค้าคงคลังขาดสต็อก ลูกค้าทั้งหมดได้รับสินค้าครบถ้วนจากคลังสินค้า ในร้อยละ 40 ของรอบเวลาซึ่งเกิดขาดสต็อก ส่วนมากความต้องการของลูกค้าได้รับสินค้าจากคลัง มีเพียงแค่สัดส่วนเล็กน้อยที่ได้รับสินค้าครบ

เนื่องจากสินค้าคลังคลังของเฮช แอนด์ เอ็ม ขาดสต็อก ซึ่งส่งผลให้อัตราการจัดทำให้คำสั่งซื้อได้จะมีค่ามากกว่าร้อยละ 60

2.3.2.2 ระดับรอบการให้บริการ (Cycle Service Levels หรือ CSL) คือสัดส่วนของรอบการเติมเต็มของสินค้า (Replenishment Cycles) ที่สิ้นสุดด้วยการตอบสนองความต้องการทั้งหมดของลูกค้าได้รับสินค้าครบถ้วน รอบการหาสินค้ามาทดแทนคือช่วงระยะเวลาระหว่างการส่งมอบสินค้าครบถ้วน 2 คำสั่งซื้อ ส่วนระดับรอบการให้บริการเท่ากับโอกาสที่ไม่เกิดการขาดสต็อกในรอบการเติมเต็มของสินค้า

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยนี้ ทำเพื่อศึกษางานวิจัยและบทความทางวิชาการต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการบริหารพัสดุคลังของวัตถุดิบสำหรับโรงงานผลิตขึ้นรูปเหล็กหล่อให้มีประสิทธิภาพ

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ (Forecasting)

ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการจัดการพัสดุในโรงงานรับจ้างผลิตเสื้อสูทสำเร็จรูป เพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการให้มีประสิทธิภาพ ออกแบบระบบการทำงานใหม่ และออกแบบระบบเตือนที่ระบุช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับออกคำสั่งซื้อวัตถุดิบโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 พร้อมทั้งเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมและนำเสนอนโยบายการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง (สุนิษา ทรัพย์ประเสริฐ 2555) ซึ่งการดำเนินงานจะนำข้อมูลในอดีตมาพยากรณ์ความต้องการในอนาคต โรงงานรับจ้างผลิตเสื้อสูทใช้วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาประเภทการปรับเรียงเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Exponentially Weighted Moving Average) ซึ่งให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำ เนื่องจากค่าเปอร์เซ็นต์ MAPE ต่ำสุด

ศึกษาการพยากรณ์ยอดขายสำหรับผู้แทนจำหน่ายเม็ดพลาสติก การพยากรณ์โดยประยุกต์ใช้วิธีทางพันธุกรรมศาสตร์ร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมนั้น มีความเหมาะสมกับข้อมูลสินค้ารหัส 1202 มากที่สุด เนื่องจากลักษณะของข้อมูลของสินค้ารหัส 1202 มีลักษณะยอดขายเป็นแนวโน้มของฤดูกาลมากที่สุด ส่วนสินค้ารหัส 1101 และ 2101 พบว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีบอซซ์และเจนกินส์ หรือ ARIMA และเทคนิคการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ให้ค่า MAPE สูงกว่าการพยากรณ์แบบนาอิว แสดงให้เห็นว่าสินค้าสองรหัสดังกล่าวไม่เหมาะกับการพยากรณ์ที่มีอิทธิพลของแนวโน้มและฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง (ปฏิมาพร อุดม 2556)

เมื่อพิจารณาถึงตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลของตัวแทนจำหน่ายเม็ดพลาสติกแห่งหนึ่งในประเทศไทยแล้ว จากการทำการทดลองเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์แบบนาอิว การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ย การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบ การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และการศึกษาเทคนิคพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบธรรมดา และแบบประยุกต์โดยใช้วิธีทางพันธุกรรมศาสตร์ พบว่าวิธีการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์แบบโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการนำวิธีทางพันธุกรรมศาสตร์มาประยุกต์ใช้หาจำนวนโหนด และจำนวนชั้นซ่อนให้ค่าร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อน (MAPE) น้อยที่สุดจากเทคนิคการพยากรณ์ที่เลือกใช้ทั้งหมด

เทคนิคการพยากรณ์แบบโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอเป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน หากว่าจะนำวิธีการพยากรณ์นี้ไปประยุกต์ใช้จริง ผู้นำไปใช้อาจจะต้องมีการลงทุนเพิ่มสำหรับโปรแกรมที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งจะต้องเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ด้วยในการนำไปใช้ สามารถประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการง่ายๆ และให้ช่วงค่าความผิดพลาดเป็นที่ยอมรับได้ด้วยเช่นกัน

วิจัยการเลือกวัตถุดิบและการจัดสรรการผลิตสินค้าสำหรับกระดาศบรรจุภัณฑ์ ปัญหา งานวิจัยการจัดสรรกำลังการผลิตบนเครื่องจักรและการเลือกวัตถุดิบไม่เหมาะสม ส่งผลให้ต้นทุนวัตถุดิบสูงและสูญเสียกำลังการผลิต จึงพยากรณ์ความต้องการสินค้าด้วยวิธีการถดถอยแบบวินเตอร์ พยากรณ์ราคาวัตถุดิบด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลและวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีพฤติกรรมแบบแนวโน้ม ผลการวิจัยพบว่ากำไรเพิ่มขึ้น 14.42% เป็นผลมาจากการปรับสมดุลกำลังการผลิตทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้น 12.18% และต้นทุนรวมที่ลดลง เนื่องจากการเลือกใช้วัตถุดิบที่นำมาวางแผนการผลิตด้วยวิธีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (จารุต์ม อักษร 2554)

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการบริหารพัสดุคงคลัง (Inventory)

วิจัยการปรับปรุงการบริหารคลังพัสดุสำหรับหน่วยบริการซ่อมรถฟอร์คลิฟท์ นำหลักการ ABC analysis มาใช้ในการบริหารจัดการโดยพิจารณามูลค่าการใช้ในรอบปีและปัจจัยช่วงเวลานำเป็นเกณฑ์ในการจัดลำดับความสำคัญ (ชรินทร์พร นนท์ศิลา 2558) การนำพัสดุต่างๆในอุตสาหกรรมมา ระบุระดับความสำคัญ อย่างเป็นหมวดหมู่ เพื่อความสะดวกในการบริหารจัดการ ยกตัวอย่างเช่น พัสตุ A มีระดับความสำคัญมากไม่สามารถขาดมือได้ และมีราคาแพง จำเป็นต้องมีการควบคุม

ปริมาณการใช้งานเป็นอย่างใกล้ชิดสามารถนับตรวจสอบสถานะคงคลังอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ระบบปริมาณการสั่งซื้อและกำหนดจุดสั่งซื้อ พัสตุ B มีระดับความสำคัญปานกลาง ใช้การตรวจสอบพัสดुकคงคลังเมื่อสิ้นงวด โดยใช้ระบบช่วงสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อ และพัสตุ C ใช้การตรวจสอบพัสดुकคงคลังเมื่อสิ้นงวด โดยใช้ระบบช่วงสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อ ในการบริหารจัดการพัสดुकคงคลัง

วิจัยการกำหนดนโยบายการบริหารสินค้าคงคลังสำหรับธุรกิจซื้อขายเคมีภัณฑ์ (Determining inventory management policy in chemical products trading business) เพื่อปรับปรุงและกำหนดนโยบายการบริหารสินค้าคงคลังสำหรับธุรกิจซื้อขายเคมีภัณฑ์ เลือกเก็บสินค้าในปริมาณที่เพียงพอเพื่อรองรับความต้องการที่มีความไม่แน่นอนสูง โดยวิเคราะห์ลูกค้าแบบพาเรโต และหาวิธีการพยากรณ์ความต้องการสินค้าโดยเลือกใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยตามระยะเวลาที่เหมาะสม (อิศนัย ฟุ้งเกียรติไพบูลย์ 2559) ผลลัพธ์ที่ได้นำไปใช้กำหนดนโยบายการบริหารสินค้าคงคลัง โดยงานวิจัยนี้จะใช้ระบบบริหารสินค้าคงคลังแบบรอบการสั่งซื้อ ซึ่งเมื่อใช้การวิเคราะห์ลูกค้าแบบพาเรโตร่วมกับวิธีการหาค่าเฉลี่ยตามระยะเวลาที่เหมาะสม ทำให้ค่าการพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้นกว่าเดิม และเมื่อนำผลลัพธ์ไปใช้ร่วมกับการสั่งซื้อและการจัดเก็บ ทำให้ต้นทุนการสั่งซื้อลดลง และทำให้อัตราการหมุนเวียนสินค้าคงคลังในหน่วยวันเฉลี่ยลดลง แต่ก็ยังสามารถตอบสนองต่อลูกค้าที่ระดับการให้บริการ 99% ได้

ศึกษาการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าเคมีภัณฑ์ ปัญหางานวิจัยระดับการให้บริการลูกค้า (Service Level) ไม่ถึงเป้าหมาย ซึ่งตั้งไว้ที่ 80% ภายใต้ความต้องการและเวลานำที่ไม่แน่นอน วิธีที่ใช้คือสร้างแบบจำลองสถานการณ์ตามแต่ละคำสั่งซื้อของลูกค้า เพื่อหาระดับจุดสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับสินค้าแต่ละชนิด ที่ทำให้ระดับให้บริการสำเร็จตามเป้าหมาย ผลการวิจัยได้ค่าระดับจุดสั่งซื้อที่เหมาะสมและปริมาณสั่ง ของสินค้าทุกชนิดที่ทำให้มีค่าระดับการให้บริการถึง 80% (นภสร พงกษไพบูลย์ 2557)

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

การพัฒนากระบวนการวิเคราะห์ปัญหาพัสดुकคงคลังโดยกรณีศึกษา (The development of inventory problem analysis process by case studies) เสนอรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Framework : LF) เป็นเครื่องมือทางความคิดที่นำเสนอแนวทางการวิเคราะห์ปัญหาการจัดการสินค้าคงคลังอย่างเป็นระบบ พร้อมตัวอย่างการประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้คดีวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์จริงในรูปแบบของกรณีศึกษาต่างๆ (Learning Package : LP) (ศิริประภา โฆษิตพล

2557) LF และ LP ถูกพัฒนาขึ้นบนความเชื่อที่ว่าหากนิสิตนำไปศึกษาหรือใช้งานซ้ำๆ จะช่วยพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาการจัดการพัสดุคงคลังในสถานการณ์จริงได้ 1.) คิดวิเคราะห์สถานการณ์ทางปฏิบัติ 2.) ค้นหาปัญหาที่มีหลักฐานยืนยันว่าเป็นปัญหาจริงในสถานการณ์ และเป็นปัญหาจริงที่มีคุณค่าเพียงพอที่จะนำมาปรับปรุงพัฒนา 3.) ดึงเอาองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้ได้อย่างสมเหตุสมผล กระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาการจัดการพัสดุคงคลังแบ่งเป็น 2 ส่วน 1.) ข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ 2.) กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาการจัดการพัสดุคงคลัง เมื่อนำกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบมาประยุกต์ใช้ทำให้เราเข้าใจการบริหารจัดการพัสดุของบริษัทกรณีศึกษามากขึ้น

การควบคุมการผลิตในบริษัทที่ออกแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อ (Production Control in Engineer-to-Order Firms) Engineer to Order เป็นการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ตามลักษณะเฉพาะตามความต้องการของลูกค้า (Customer Specific Product Specifications) โดยเราไม่สามารถทราบได้ล่วงหน้า และไม่สามารถคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่จะใช้ได้ (Bertrand and Wortmann 1981) ส่วน Make-to-Stock เป็นการผลิตแบบที่มีสูตรการผลิต (BOM) ที่แน่นอน เมื่อเราทราบว่า จะผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดใด จำนวนเท่าไร ก็จะสามารถคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่จะใช้ได้ สามารถวางแผนความต้องการใช้วัตถุดิบอะไรเท่าไร เมื่อไรได้ มีกระบวนการผลิตที่แน่นอน และสามารถวางแผนการใช้และซ่อมบำรุงเครื่องจักรได้ Manufacturing Resource Planning (MRP II) เป็นระบบที่มองภาพรวมทั้งโรงงาน (Material + Machine + Money)

การควบคุมการผลิต มีแนวคิดในการพัฒนาสำหรับ Make-to-Stock และ Assemble-to-Order โดย MRP II มุ่งที่การผลิตเป็นล็อตของผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐานทั่วไปที่รู้จักกันดี (Batch production) และผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลายๆ ชิ้น MRP II ไม่เหมาะกับบริษัทที่ผลิตแบบ Engineer-to-Order เนื่องจาก 1.) MRP II ใช้งานกับผลิตภัณฑ์ที่ทราบ Specific อยู่แล้ว และมี BOM ที่แน่นอน 2.) MRP II ไม่สามารถควบคุมกระบวนการที่จับต้องไม่ได้ ซึ่งการผลิตแบบ Engineer-to-Order มี Specific ที่ไม่แน่นอน Specific ขึ้นอยู่กับลูกค้า และ BOM ไม่สมบูรณ์ตั้งแต่แรก BOM จะเป็น Project ต่อ Project

การจัดการพัสดุคงคลังในแต่ละอุตสาหกรรมการผลิตมีวิธีการบริหารจัดการที่แตกต่างกันไป และไม่สามารถนำวิธีการจัดการของอุตสาหกรรมหนึ่งมาใช้ในการบริหารจัดการคลังของอีกอุตสาหกรรมหนึ่งได้โดยไม่ต้องมีการปรับแก้หรือเปลี่ยนแปลงให้เข้ากับพัสดุ สินค้า และบริการนั้นๆ

จึงได้มีงานวิจัยเกิดขึ้นมากมาย เพื่อทำการศึกษารรตลักษณ์ของอุตสาหกรรมต่างๆ ให้เกิดความสอดคล้องกับภาคทฤษฎี เนื่องจากความต้องการ (Demand) ในแต่ละอุตสาหกรรมมีลักษณะแตกต่างกัน บางความต้องการสามารถพยากรณ์ได้อย่างแม่นยำ เช่น ความต้องการแบบไม่อิสระ (Dependent demand) ยกตัวอย่างเช่น ความต้องการในการใช้ยางรถยนต์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ จะขึ้นอยู่กับความต้องการในการผลิตรถยนต์ ไม่จำเป็นต้องทำการพยากรณ์แต่สามารถรู้ถึงปริมาณความต้องการได้ทันทีเพียงทราบจำนวนรถยนต์ที่ต้องการผลิตในเดือนนั้นๆ หรือช่วงเวลานั้นๆ ที่แน่นอน ในทางตรงกันข้ามความต้องการในการผลิตรถยนต์ต่างหากที่มีความเป็นอิสระต่อปัจจัยใดๆ จึงจำเป็นต้องมีการพยากรณ์ปริมาณความต้องการของตลาดในช่วงเวลาต่างๆของปี และจะต้องมีความแม่นยำสูง เพราะหากการพยากรณ์ผิดพลาดอาจส่งผลกระทบต่อบริษัท และไม่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้

อาจกล่าวได้ว่าในอุตสาหกรรมที่ต่างกัน ก็จะมีวิธีการควบคุมดูแลบริหารจัดการพัสดุคงคลังที่แตกต่างกันออกไป ในแต่ละอุตสาหกรรมจะมีการจำแนกพัสดุเป็นหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทก็จะบริหารจัดการด้วยวิธีการที่ต่างกันไป มีการใช้วิธีการพยากรณ์ความต้องการในอนาคตที่ต่างกันไป เนื่องจากในการพยากรณ์จะต้องพิจารณาหลายๆ ปัจจัย ทั้งช่วงเวลาของการพยากรณ์ที่ควบคุมถึงรูปแบบของข้อมูลว่าเป็นลักษณะใด ชนิดของตัวแบบ ค่าใช้จ่าย ความแม่นยำของการพยากรณ์ ความยากในการประยุกต์ใช้งาน โดยอ้างอิงทฤษฎีและการปฏิบัติต่างๆ เมื่อผู้ศึกษาได้ทดลองใช้แนวทางตามทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริง ผู้ศึกษาก็จะมีความเข้าใจในธรรมชาติของกระบวนการต่างๆ ได้ง่ายขึ้น และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างตรงจุดและแม่นยำ

บทที่ 3

การวิเคราะห์ปัญหา

งานวิจัยการปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบ และนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคลังสำหรับโรงงานผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ มีเป้าหมายเพื่อหาแนวทางการพยากรณ์ความต้องการการใช้วัตถุดิบให้แม่นยำมากขึ้น และเพื่อปรับปรุงนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคลังของโรงงานกรณีศึกษาให้มีประสิทธิภาพ และสามารถเป็นแนวทางในการนำไปใช้จริงในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานพอสังเขปดังนี้

- ศึกษาการทำงานของบริษัทกรณีศึกษาในปัจจุบัน

ทำการศึกษาขั้นตอน รายละเอียด สภาพการทำงานตั้งแต่รับคำสั่งซื้อสินค้า จัดทำแผนการผลิตหลัก วิธีการในการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบของแผนกวางแผนการผลิต และกระบวนการบริหารจัดการพัสดุคลัง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของบริษัทกรณีศึกษา ได้แก่ วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการสินค้า วิเคราะห์ข้อมูลการใช้วัตถุดิบ วิเคราะห์ข้อมูลระดับของวัตถุดิบคลัง และวิเคราะห์ข้อมูลวัตถุดิบขาดสต็อก

- คัดเลือกกลุ่มของวัตถุดิบที่จะนำมาศึกษา

วัตถุดิบของบริษัทกรณีศึกษามีจำนวนทั้งหมด 136 รายการ วิเคราะห์หาระดับความสำคัญของวัตถุดิบ โดยพิจารณาจากปัจจัยมูลค่าการใช้และระยะเวลานำของการสั่งซื้อวัตถุดิบ และจากขอบเขตงานวิจัยนี้ จะพิจารณาเฉพาะวัตถุดิบกลุ่ม A-I, A-II, B-I และ B-II

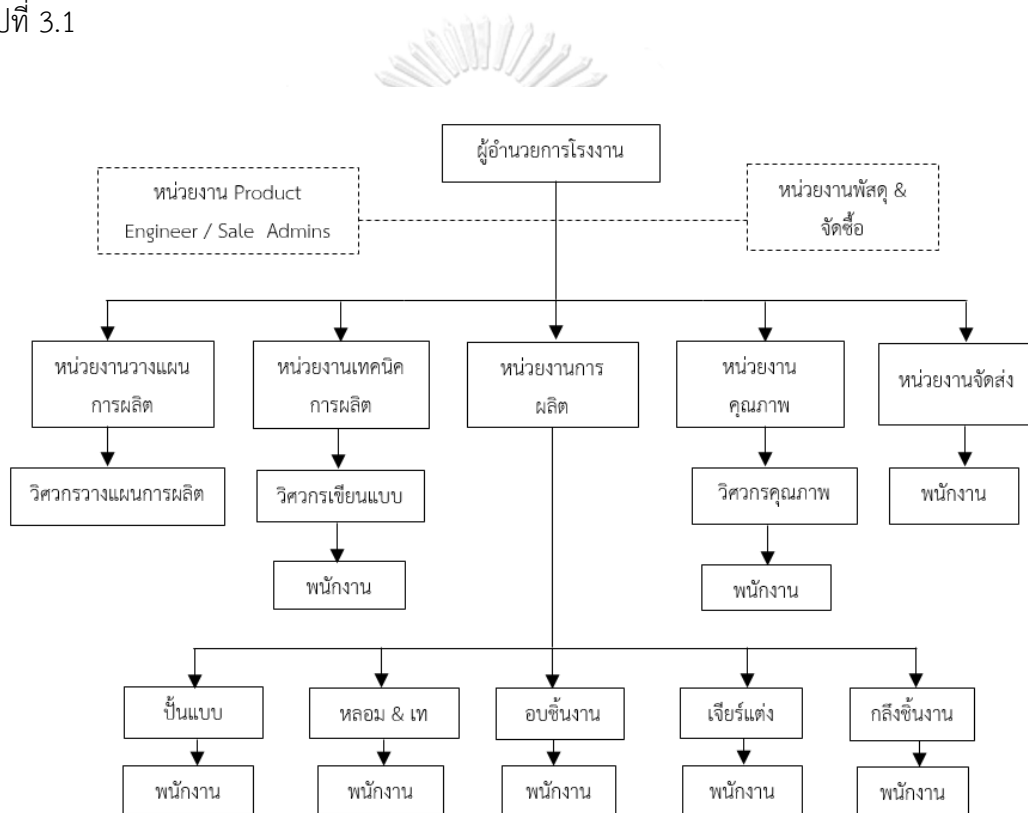
- ศึกษาหารูปแบบการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบ

วิเคราะห์รูปแบบความต้องการวัตถุดิบ วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณยอดใช้จริง (Usage) รายเดือน สังเกตพฤติกรรมปริมาณยอดใช้จริงว่ามีลักษณะใด Trend, Seasonal, Cyclical หรือ Stationary เลือกวิธีการพยากรณ์ สร้างโมเดลการพยากรณ์ ศึกษาหารูปแบบการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และ Minitab 17 เพื่อหาวิธีการในการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบในแต่ละกลุ่ม ตรวจสอบความแม่นยำในการพยากรณ์ด้วยวิธี MAPE, MSE และ MAD พร้อมทั้งวัดผลเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์แบบเก่าและแบบใหม่วิธีต่างๆ

3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทการศึกษา

3.1.1 ข้อมูลองค์กร

บริษัทการศึกษาเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนหรืออะไหล่ (Spare part) จากการขึ้นรูปเหล็กหล่อสีขาวชนิดโครเมียมสูง (Hi-chromium white cast iron) ซึ่งผลิตภัณฑ์ถูกนำไปใช้ติดตั้งเป็นอะไหล่ในเครื่องจักรของกลุ่มอุตสาหกรรมหนัก เช่น อุตสาหกรรมโรงปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมโรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมเหมืองแร่ เป็นต้น โดยเริ่มดำเนินการผลิตตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 จนถึงปัจจุบันรวมเป็นระยะเวลามากกว่า 6 ปี โดยมีโครงสร้างองค์กรแบ่งตามลักษณะของกระบวนการทำงานดังรูปที่ 3.1

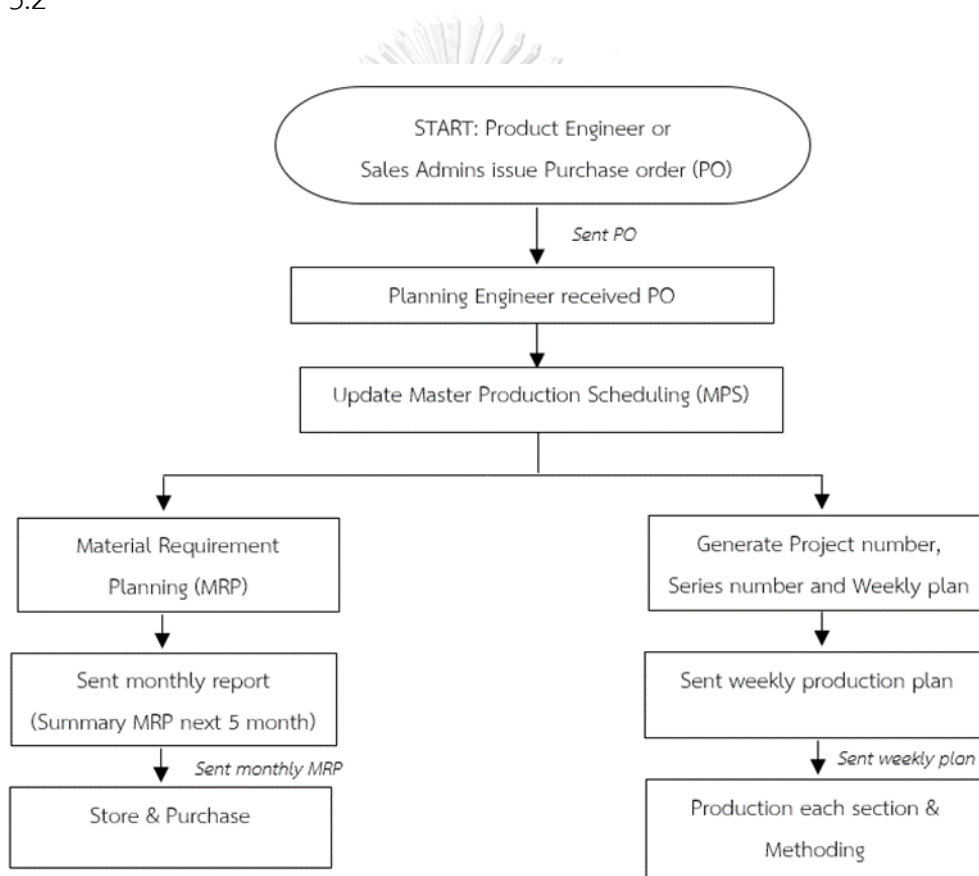


รูปที่ 3.1 แผนผังองค์กรของบริษัทการศึกษา

บริษัทแบ่งหน่วยงานตามลักษณะของกระบวนการทำงานเป็น 7 หน่วยงาน ดังนี้

1.) หน่วยงาน Product Engineer หรือ Sale Admins ทำหน้าที่ติดต่อกับลูกค้า เป็นที่ปรึกษาคอยแนะนำลูกค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ เมื่อสรุบบแบบและรายละเอียด (Specification) ของผลิตภัณฑ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ดำเนินการส่งคำสั่งซื้อสินค้า (Purchase Order, PO) มายังหน่วยงานวางแผนการผลิต

2.) หน่วยงานวางแผนการผลิต (Planning) ทำหน้าที่ในการบริหารห่วงโซ่อุปทาน (Supply chain) ทำการวางแผนกระบวนการทำงานภายในบริษัทให้มีประสิทธิภาพ และทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูลคำสั่งซื้อจากลูกค้า ดำเนินการการวางแผนการผลิตหลัก (Master Production Scheduling, MPS) และวางแผนความต้องการใช้วัตถุดิบ (Materials Requirement Planning, MRP) เมื่อหน่วยงานวางแผนได้รับคำสั่งซื้อมาก็จะดำเนินการจัดทำแผนการผลิตหลัก และทุกต้นเดือนจะพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบ 5 เดือนถัดไปส่งให้หน่วยงานพัสดุและจัดซื้อ พร้อมทั้งจัดทำแผนการผลิตรายสัปดาห์ส่งให้หน่วยงานเทคนิคการผลิตและหน่วยงานการผลิตแต่ละแผนก ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การดำเนินงานของหน่วยงานวางแผนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาหลังจากได้รับคำสั่งซื้อ

3.) หน่วยงานเทคนิคการผลิต (Technical) ทำหน้าที่ในการเขียนแบบ สร้างแบบไม้ กำหนดสูตรการผลิต (Bill of materials, BOM) ติดตามผลผลิตกัณฑ์ขึ้นทดลอง (Trial) กรณีที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ (New product) เพื่อยืนยันคุณภาพก่อนจะขึ้นล็อตผลิตจริง (Mass production)

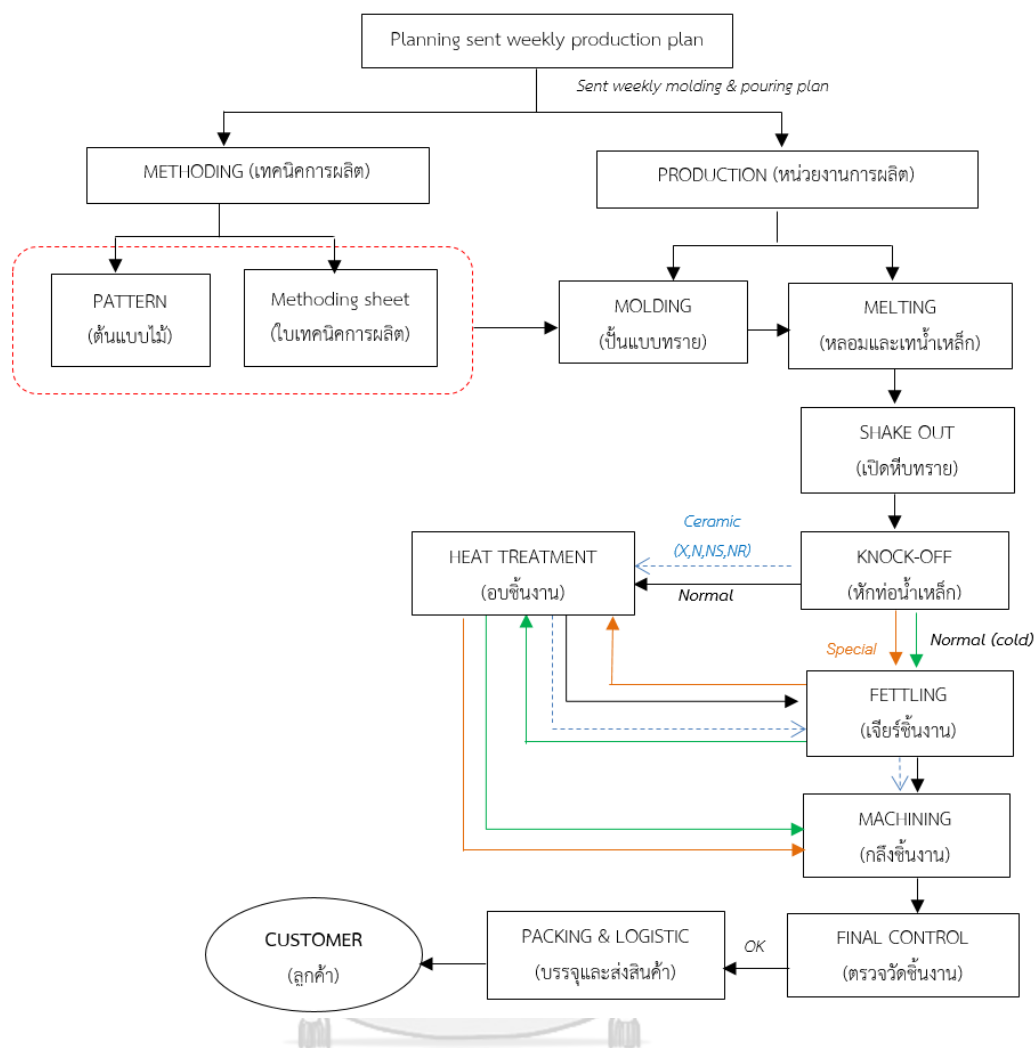
4.) หน่วยงานพัสดุและจัดซื้อ (Store & Purchase) ทำหน้าที่จัดซื้อจัดหาวัตถุดิบจากผู้ผลิต (Supplier) โดยพิจารณาข้อมูลการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบจากแผนกวางแผน เพื่อรองรับการผลิตที่เกิดขึ้น พัสตุดคงคลังของบริษัทกรณีศึกษา แบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ตามกิจกรรมของระบบการผลิตได้แก่ 1.) Raw materials 2.) Work in process 3.) Finish goods และ 4.) Spare parts มุ่งเน้นการพัฒนาวิธีการบริหารจัดการสินค้าคงคลังของวัตถุดิบให้มีประสิทธิภาพ และสามารถผลิตสินค้าตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ตามกำหนดเวลาส่งมอบสินค้า

5.) หน่วยงานการผลิต (Production) ทำหน้าที่ในการผลิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์จะค่อยๆ ไหลผ่านแต่ละกระบวนการ ผลิตภัณฑ์จะไม่ได้ไหลไปตามกระบวนการตามหลัก First In First Out (FIFO) เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นมีลักษณะเฉพาะ และใช้เวลาในแต่ละกระบวนการไม่เท่ากัน

เริ่มกระบวนการการปั้นแบบ (Molding) นำแบบไม้ตามลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการจะผลิตมาปั้นเป็นแม่แบบโดยใช้ทราย เป็นการเตรียมแบบเพื่อรองรับน้ำเหล็ก จากนั้นแผนกหลอมและเทน้ำเหล็ก (Melting and Pouring) นำเศษเหล็ก (Return scrap) มาหลอม และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพโดยการเติมวัตถุดิบอื่นๆ ตามสูตรการผลิต ให้ได้ค่าเคมีตามคุณลักษณะ (Specification) ที่ต้องการ หลังจากได้น้ำเหล็กที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วจะนำถ้วยเท (Ladle) มารองรับน้ำเหล็กและนำไปเทใส่แม่แบบทรายที่ปั้นเตรียมไว้ ปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัวลง เมื่อถึงอุณหภูมิมาตรฐาน (Standard) ที่กำหนดไว้ จะทำการแกะชิ้นงานออกจากแบบ (Shake out) หักชิ้นส่วนพวกท่อทางเดินน้ำเหล็กออก นำชิ้นงานเข้าเตาอบ (Heat treatment) อบผลิตภัณฑ์ด้วยอุณหภูมิและวิธีการตามมาตรฐาน (Standard) ที่กำหนด เมื่ออบเสร็จปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัวลงมาที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำชิ้นงานมาเจียรตกแต่ง และกลึงชิ้นงานให้ได้ลักษณะตามที่แบบที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาแผนภาพกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา จะพบว่าผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย และขั้นตอนในการผลิตมีความซับซ้อน ดังรูปที่ 3.3

6.) หน่วยงานคุณภาพ (Quality) ตรวจสอบคุณภาพและวัดขนาดของชิ้นงาน หากชิ้นงานได้มาตรฐานดำเนินการรับเป็นชิ้นงานดี (Finish goods) หากชิ้นงานไม่ผ่านมาตรฐานดำเนินการคัดแยกออกเป็นชิ้นงานเสีย (Reject) พร้อมทั้งทำหน้าที่ในการวิเคราะห์หาสาเหตุว่าเกิดจากสิ่งใด

7.) หน่วยงานจัดส่ง (Logistic) บรรจุชิ้นงานในบรรจุภัณฑ์ตามที่ลูกค้ากำหนด พร้อมจัดส่งให้ลูกค้า



รูปที่ 3.3 แผนภาพกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา

3.1.2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปเหล็กหล่อสีขาวชนิดโครเมียมสูง เป็นการออกแบบและผลิตตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายสามารถจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์โดยแบ่งตามลักษณะรูปแบบการออกแบบของผลิตภัณฑ์เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท ดังนี้

3.1.2.1 ประเภท Roller Monobloc :

- Roller Monobloc type Normal
- Roller Monobloc type Ceramic (X, N, NS, NR)
- Roller Monobloc type Special

3.1.2.2 ประเภท Roller Segment :

- Roller Segment type Normal
- Roller Segment type Ceramic (X, N, NS)

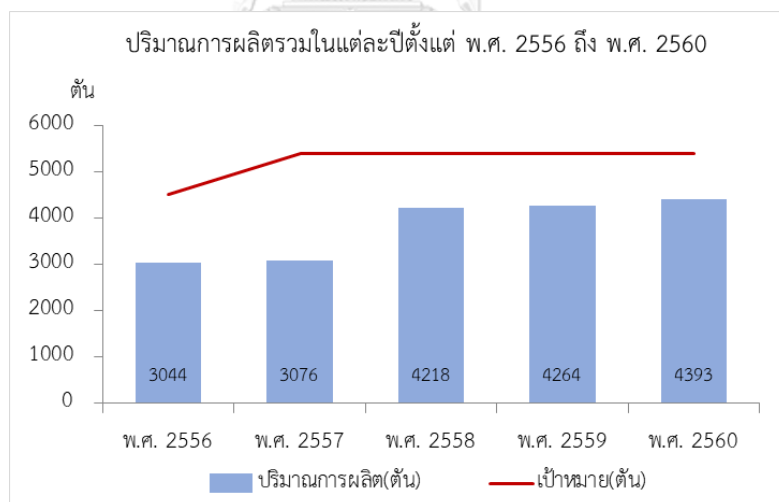
3.1.2.3 ประเภท Table Segment :

- Table Segment type Normal
- Table Segment type Ceramic (X, N, NS)

ซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภท Roller segment และ Table segment จะขายในลักษณะเป็นชุด (Set) ซึ่ง 1 ชุด จะมีหลายชิ้นตามลักษณะของการออกแบบ

3.1.3 ข้อมูลการผลิตผลิตภัณฑ์

พิจารณาข้อมูลการผลิตผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จากข้อมูลพบว่ายอดการผลิตรวมในแต่ละปียังไม่ถึงเป้าหมายที่กำหนด โดยในปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2557 เป็นช่วงที่บริษัทกำลังเติบโตมีปริมาณการผลิตประมาณ 3000 ตัน และ ปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2560 มีปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นมีปริมาณการผลิตรวมประมาณ 4300 ตันดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์รวมในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560

บริษัทเริ่มทำการผลิตครั้งแรกในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 จากกราฟ 3.4 ในปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2557 การผลิตอยู่ที่ประมาณ 3000 ตันต่อปี ซึ่งถือว่าช่วงปีที่ 2 ถึง 3 เป็นช่วงที่บริษัทกำลังเติบโต และเป็นช่วงที่จัดทำระบบพร้อมทั้งพัฒนาข้อบกพร่องต่างๆ ต่อมาปี พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2560 การผลิตมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ถึงอย่างไรคำสั่งซื้อก็ยังไม่เต็มกำลังการผลิต

3.1.4 ปัญหาที่พบหลังจากการดำเนินงานของหน่วยงาน

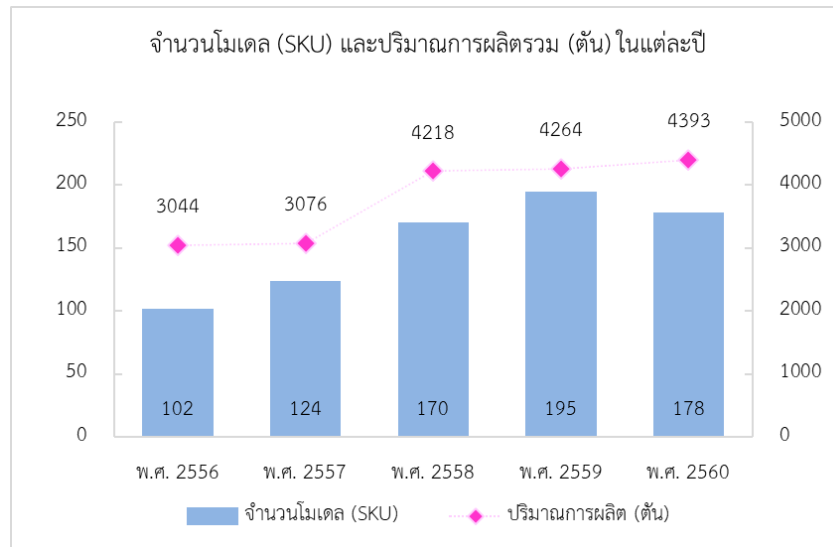
เพื่อให้การดำเนินงานด้านการผลิตบรรลุเป้าหมายทางบริษัทกรณีศึกษาจึงแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการดำเนินงานเป็น 7 หน่วยงาน โดยที่แต่ละหน่วยงานมีหน้าที่ความรับผิดชอบที่แตกต่างกันไป ในงานวิจัยนี้ปรับปรุง 2 หน่วยงานหลักที่มีผลต่อการบริหารจัดการพัสดุคงคลัง คือ หน่วยงานวางแผนการผลิต และหน่วยงานพัสดุและจัดซื้อ

3.1.4.1 ปัญหาที่พบของหน่วยงานวางแผนการผลิต

จากการดำเนินงานของหน่วยงานวางแผนการผลิตปัญหาที่พบมีดังนี้

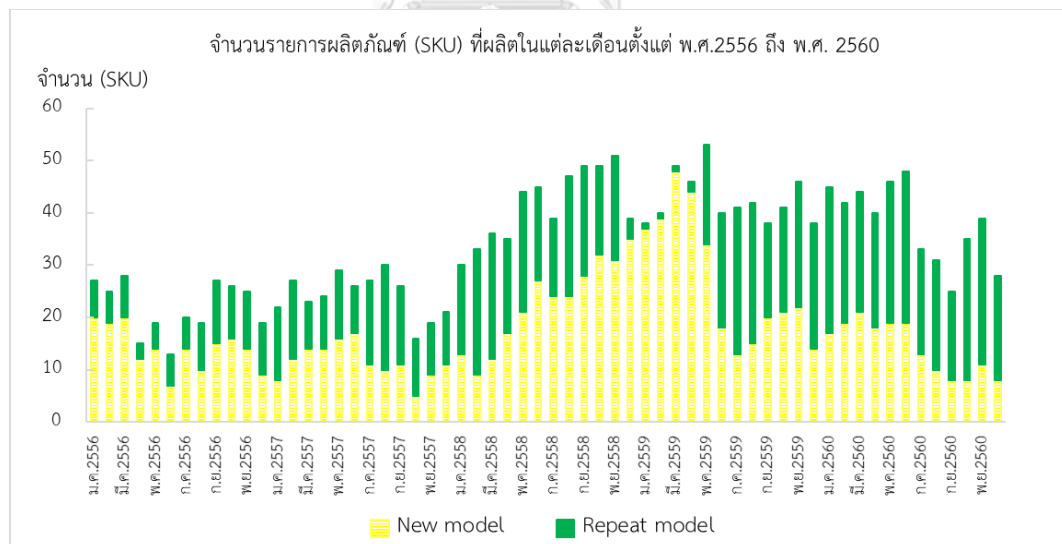
1.) ไม่สามารถทราบล่วงหน้าว่าจะมีคำสั่งซื้ออะไรเข้ามาบ้างในระยะยาว คำสั่งซื้อที่ถูกยืนยันเข้ามาเต็มกำลังการผลิตเพียงเดือนปัจจุบัน (เดือนที่ N) หรือทราบล่วงหน้าของเดือนถัดๆ ไปเพียงเล็กน้อย ซึ่งการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบ จะต้องพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบใน 5 เดือนข้างหน้า (เดือนที่ N+1, N+2, N+3, N+4, N+5) วิศวกรวางแผนจึงดำเนินการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบของเดือนถัดๆ ไป โดยการพยากรณ์จากยอดการใช้วัตถุดิบจริงๆ เฉลี่ย (Moving average) ของ 3 เดือนที่ผ่านมา จัดทำเป็นแผนความต้องการใช้วัตถุดิบส่งให้แผนกคลังพัสดุและจัดซื้อ เพื่อนำไปพิจารณาในการจัดซื้อต่อไป วัตถุดิบที่สั่งซื้อมีระยะเวลานำส่งตั้งแต่ 1 ถึง 22 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าวัตถุดิบบางชนิดมีเวลาในการนำส่งนานกว่าเวลานำในการผลิตผลิตภัณฑ์

2.) เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาเป็นการออกแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อ (Engineer-to-Order) คำสั่งซื้อที่เข้ามาจึงมีหลากหลายโมเดล เมื่อพิจารณาข้อมูลโมเดลการผลิตรายปีตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 ถึงปีพ.ศ. 2560 โดยปีพ.ศ. 2556 ผลิตทั้งหมด 102 โมเดล, ปีพ.ศ. 2557 ผลิตทั้งหมด 124 โมเดล, ปีพ.ศ. 2558 ผลิตทั้งหมด 170 โมเดล, ปีพ.ศ. 2559 ผลิตทั้งหมด 195 โมเดล และปีพ.ศ. 2560 ผลิตทั้งหมด 178 โมเดล แสดงดังรูปที่ 3.5 เมื่อพิจารณาข้อมูลการผลิตในแต่ละปีพบว่า ปีพ.ศ. 2556 - 2557 เป็นช่วงที่กำลังเติบโต และปีพ.ศ. 2558 - 2560 การผลิตค่อนข้างเสถียร มีการผลิตประมาณ 4300 ตันต่อปี และมีผลิตภัณฑ์ประมาณ 170-200 โมเดลการผลิตต่อปีซึ่งแสดงให้เห็นว่าถึงแม้จะเป็นการผลิตแบบ “ออกแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า” แต่ภาพรวมของการผลิตในแต่ละปีใกล้เคียงกัน



รูปที่ 3.5 จำนวนรายการผลิตภัณฑ์ (SKU) ที่ผลิตในแต่ละปี ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 ถึงปีพ.ศ. 2560

โดยที่คำสั่งซื้อที่มีทั้งผลิตภัณฑ์ใหม่ (New model) และผลิตภัณฑ์ซ้ำ (Repeat model) จากข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 พบว่าในแต่ละเดือนลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์หลากหลายโมเดล (SKU) ดังรูปที่ 3.6

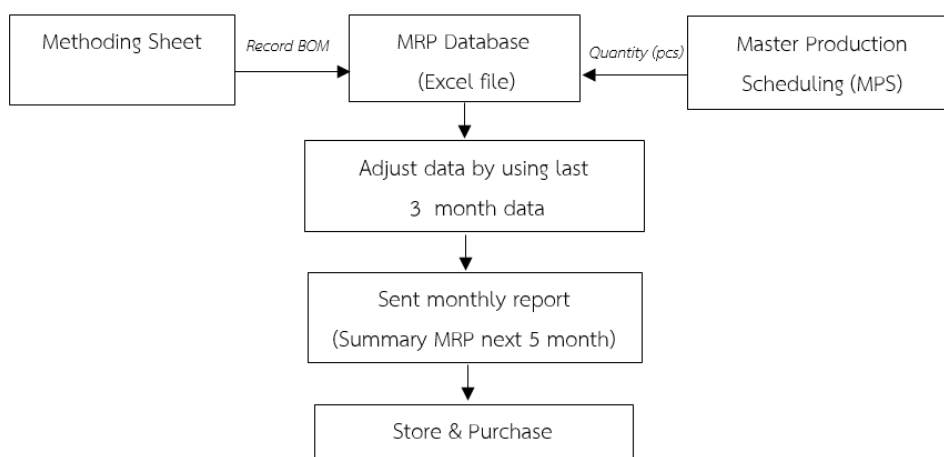


รูปที่ 3.6 จำนวนรายการผลิตภัณฑ์ (SKU) ที่ผลิตในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560

ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในแต่ละเดือนจะมีหลากหลายโมเดล แต่ในส่วนของชนิดวัตถุดิบยังคงมีการใช้เหมือนเดิม สามารถใช้ร่วมกันได้ (Common raw materials) ในสัดส่วนการใช้ที่

ใกล้เคียงกัน ผลิตภัณฑ์แต่ละโมเดลเหล่านี้ก็มีการใช้วัตถุดิบที่จัดเก็บอยู่ในคลังชนิดเดิม ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะของผลิตภัณฑ์

3.) บริษัทกรณีศึกษาไม่มีระบบที่จะมาช่วยในการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบ ส่งผลให้วิศวกรวางแผนมีความยากในการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบ ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากนำข้อมูลจำนวนวัตถุดิบตามสูตรการผลิต (BOM) ที่จะใช้ซึ่งกำหนดไว้ในใบเทคนิคการผลิต (Methoding Sheet) บันทึกลงในไฟล์ฐานข้อมูลความต้องการใช้พัสดุ ซึ่งชนิดของวัตถุดิบในใบเทคนิคการผลิตจะมีไม่ครบทุกหน่วยงาน ในการพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบในแต่ละเดือนหากกรณีที่มีคำสั่งซื้อเข้ามาแล้ว จะนำข้อมูลจำนวนผลิตภัณฑ์แต่ละโมเดลในแผนการผลิตหลักสรุปจำนวนเป็นรายเดือน แล้วนำมากรอกใส่ในไฟล์ฐานข้อมูลความต้องการใช้วัตถุดิบ จากนั้นไฟล์จะอัปเดตปริมาณพัสดุที่จะใช้ในแต่ละเดือน และหากกรณีที่มีคำสั่งซื้อที่ยังไม่มีเข้ามาจะทำการพยากรณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน (3-month moving average method) โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือนที่ผ่านมาพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบล่วงหน้า 5 เดือน สรุปส่งเป็นแผนความต้องการใช้พัสดุ (Summary MRP next 5 month) ส่งข้อมูลให้หน่วยงานพัสดุและจัดซื้อ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผนภาพการดำเนินงานการพยากรณ์ความต้องการใช้พัสดุของบริษัทกรณีศึกษา

3.1.4.2 ปัญหาที่พบของหน่วยงานพัสดุและจัดซื้อ

จากการดำเนินงานของหน่วยงานพัสดุและจัดซื้อปัญหาที่พบมีดังนี้

ปัจจุบันหน่วยงานพัสดุใช้นโยบายการสั่งวัตถุดิบแบบกำหนดรอบการสั่งซื้อ (Periodic Review Policy) โดยพนักงานจะตรวจสอบระดับวัตถุดิบคงคลังทุกวันจันทร์ของสัปดาห์จากยอดใบ

เบิกพัสดุหรืออาจกล่าวได้ว่าในแต่ละสัปดาห์จะมี 1 รอบการสั่งซื้อ (r) และหากระดับพัสดุกงคลังตกลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อใหม่ (Re-order points, R) จะสั่งซื้อหรือเติมเต็มพัสดุเข้ามาด้วยปริมาณสั่งซื้อ (Q) ที่กำหนดไว้ หรือกล่าวได้ว่าใช้นโยบาย (r,R,Q) โดยใช้ข้อมูลการพยากรณ์ความต้องการใช้พัสดุ (MRP) ที่ทางหน่วยงานวางแผนการผลิตส่งให้ประกอบการตัดสินใจ ปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษากำหนดนโยบายและมีวิธีการคำนวณดังนี้

- 1.) การคำนวณสต็อกเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock, SS)

$$SS = z * \sigma_L \quad (3.1)$$

การคำนวณสต็อกเพื่อความปลอดภัยเริ่มจากการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการระหว่างช่วงเวลานำ แล้วนำมาคูณกับระดับความเชื่อมั่น จะได้เป็นปริมาณสต็อกเพื่อความปลอดภัย

เมื่อ σ_L คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการระหว่างช่วงเวลานำ

z คือค่ามาตรฐาน (Standard normal)

กำหนดระดับการให้บริการที่ 87.5% หรือ 0.875 ซึ่งจะได้ค่า z คือ 1.15

- 2.) การคำนวณจุดสั่งซื้อใหม่ (Re-order Point, R)

$$R = SS + [\bar{d} * (\bar{LT} + 7)] \quad (3.2)$$

เมื่อ \bar{d} คือค่าความต้องการใช้วัสดุเฉลี่ย (ต่อวัน)

\bar{LT} คือระยะเวลาเฉลี่ย (Lead time)

การคำนวณจุดสั่งซื้อใหม่เริ่มจากการนำระยะเวลา (วัน) บวกกับ 7 วัน เนื่องจากรอบการสั่งซื้อเป็นทุกวันจันทร์ของสัปดาห์ คูณกับค่าความต้องการเฉลี่ยต่อวัน แล้วบวกสต็อกเพื่อความปลอดภัยเข้าไป เพื่อป้องกันการเหวี่ยงตัวของความต้องการ

- 3.) ปริมาณสั่งซื้อใหม่ (Re-order Quantity, Q)

$$Q = \sqrt{\frac{2\lambda(K+p)}{h}} \quad (3.3)$$

การคำนวณหาปริมาณสั่งซื้อ (Q) เริ่มจากการนำคำสั่งต่อครั้งบวกกับมูลค่าการขาดสต็อก แล้วคูณกับสองเท่าของความต้องการเฉลี่ยต่อปี จากนั้นหารด้วยค่าจัดเก็บวัตถุดิบคงคลัง แล้วทำการถอดรากที่สองในขั้นตอนสุดท้าย จะได้ปริมาณสั่งซื้อมา

3.1.5 สรุปสภาพปัญหาในปัจจุบัน

โรงงานกรณีศึกษาลักษณะการผลิตเป็นแบบออกแบบและผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Engineer-to-Order) ลักษณะความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้ามีความผันผวน ในแต่ละเดือน ปริมาณความต้องการของลูกค้าหรือยอดการผลิตไม่คงที่ และผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย ไม่ทราบคำสั่งซื้อล่วงหน้าในระยะยาว อีกทั้งไม่สามารถเก็บสำรองผลิตภัณฑ์ดี (Finish goods) หรือชิ้นงานระหว่างกระบวนการ (Work in process) ได้ เนื่องจากความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้ามีความเฉพาะเจาะจง ซึ่งจะสามารถเก็บได้เฉพาะส่วนของวัตถุดิบ (Raw materials) จากการเก็บข้อมูลพบปัญหาหลัก 2 ข้อ คือ 1.) วัตถุดิบบางชนิดขาดสต็อก ไม่สามารถผลิตได้ตามแผนการผลิตที่กำหนด ต้องทำการสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามาใหม่ 2.) วัตถุดิบบางชนิดมีมากเกินไปจนความจำเป็น ไม่มีการเบิกใช้เป็นระยะเวลานานหลายเดือน แสดงให้เห็นว่าการบริหารจัดการวัตถุดิบไม่มีประสิทธิภาพ

3.2 คัดเลือกชนิดของวัตถุดิบที่จะนำมาศึกษา

3.2.1 การวิเคราะห์โดยระบบ ABC Analysis

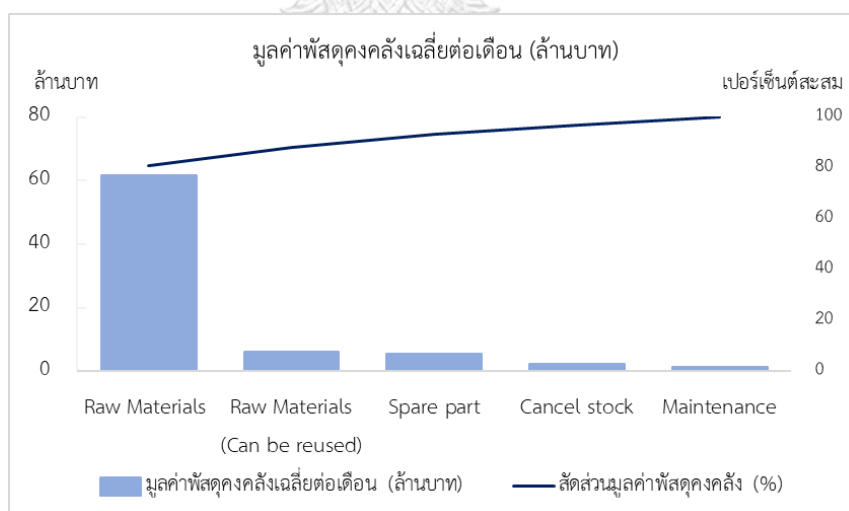
พิจารณาจำแนกพัสดุที่จัดเก็บในคลังของพัสดุ 285 รายการตามลักษณะการใช้งานได้ 5 ประเภทดังนี้

- 1) Raw materials เป็นวัตถุดิบที่ใช้สำหรับผลิตชิ้นงานโดยตรงซึ่งมีความสำคัญมาก
 - 2) Raw materials can be reused เป็นวัตถุดิบที่ใช้สำหรับผลิตชิ้นงานและสามารถใช้อีกได้
 - 3) Spare part เป็นชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับผลิตชิ้นงานมีลักษณะเฉพาะเจาะจง 1 รายการสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวเท่านั้น
 - 4) Maintenance เป็นพัสดุที่ช่วยในการผลิต และใช้ในการซ่อมบำรุง
 - 5) Cancel stock เป็นพัสดุที่ไม่มีการเคลื่อนไหวเป็นเวลานาน และยกเลิกการใช้งาน
- ซึ่งสามารถจำแนกพัสดุทั้ง 5 ประเภทได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำแนกพัสดุที่จัดเก็บในคลังของพัสดุตามลักษณะการใช้งาน

| ชนิดของพัสดุที่อยู่ในคลังของพัสดุ | จำนวน (รายการ) | มูลค่าพัสดुकคลังเฉลี่ยต่อเดือน (ล้านบาท) | | | | | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------------------------|----------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | พ.ศ. 2556 | พ.ศ. 2557 | พ.ศ. 2558 | พ.ศ. 2559 | พ.ศ. 2560 | |
| Raw Materials | 136 | 63.2 | 69.1 | 66.3 | 57.1 | 60.3 | 63.2 |
| Raw Materials (Can be reused) | 2 | 3.9 | 4.4 | 5.5 | 7.2 | 6.7 | 5.5 |
| Spare part | 104 | 0.6 | 0.7 | 3.6 | 13.5 | 1.5 | 4.0 |
| Maintenance | 31 | 3.5 | 2.2 | 1.8 | 2.7 | 2.6 | 2.6 |
| Cancel stock | 12 | 6.8 | 4.3 | 1.8 | 0.7 | 0.4 | 2.8 |
| Total | 285 | 77.9 | 80.8 | 78.9 | 81.3 | 71.6 | 78.1 |

จากตาราง 3.1 มูลค่าพัสดุที่จัดเก็บอยู่ในคลังเฉลี่ยรายเดือนย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2560 มูลค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 78.1 ล้านบาท และเมื่อพิจารณาจำแนกพัสดุที่จัดเก็บในคลังของพัสดุดออกเป็นชนิดตามลำดับความสำคัญแบบ ABC Analysis ตามมูลค่าการเก็บพบว่า มีทั้งหมด 5 ชนิด ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 มูลค่าของพัสดุที่จัดเก็บในคลังของพัสดุทั้ง 5 ประเภท

ตามหลัก 80/20 งานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะพัสดุที่เป็นประเภท Raw materials จำนวน 136 รายการ เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์และมีความสำคัญมาก พิจารณาข้อมูลการใช้ของปีพ.ศ. 2560 พร้อมทั้งแบ่งระดับความสำคัญเป็น 9 ระดับ โดยพิจารณาจาก 2 ปัจจัย

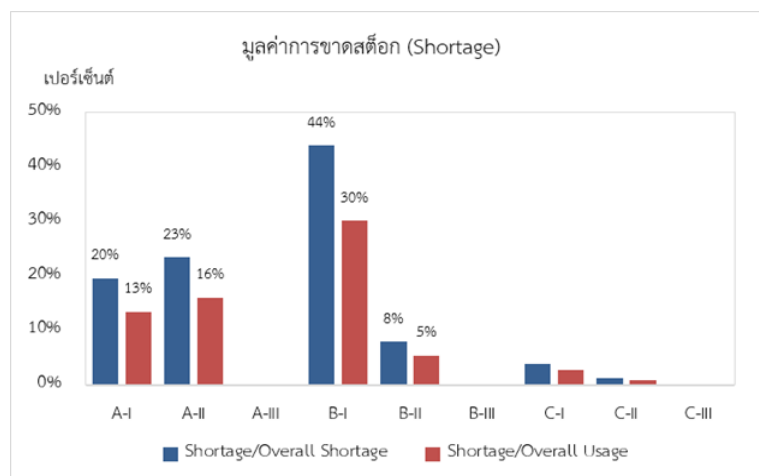
ปัจจัยที่ 1 ระยะเวลาการสั่งซื้อของวัตถุดิบ โดยที่กลุ่ม I มีเวลานำอยู่ในช่วง 61-160 วัน ซึ่งเป็นวัตถุดิบกลุ่มที่มีเวลานำนานที่สุด กลุ่ม II มีเวลานำอยู่ในช่วง 31-60 วัน และ กลุ่ม III มีเวลานำอยู่ในช่วง 0 -30 วัน ซึ่งเป็นวัตถุดิบกลุ่มที่มีเวลานำน้อยที่สุด และ

ปัจจัยที่ 2 มูลค่าการใช้ของวัตถุดิบ โดยใช้ ABC Analysis โดยที่กลุ่ม A เป็นวัตถุดิบที่มีมูลค่าการใช้สูงสุด กลุ่ม B มีมูลค่าการใช้ปานกลาง และกลุ่ม C มีมูลค่าการใช้น้อยที่สุด แสดงได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์โดยระบบ ABC พิจารณาจากปัจจัยมูลค่าการใช้และเวลานำการสั่งซื้อของวัตถุดิบ

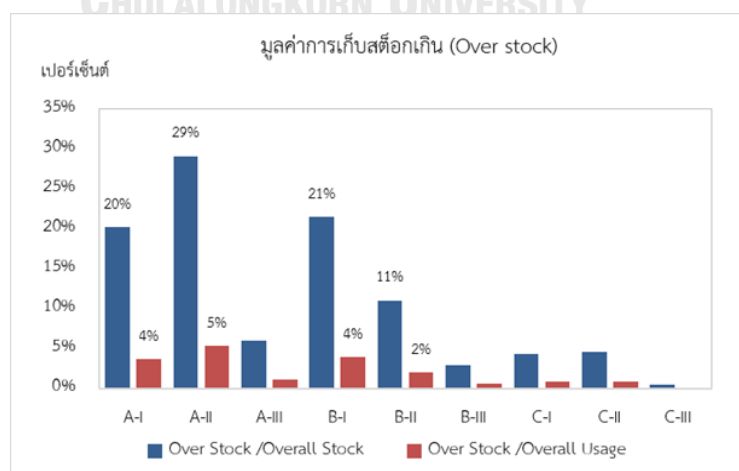
| | กลุ่ม | ช่วงเวลานำ (Lead time) | | | จำนวน (item) |
|-----------------------------|-------|------------------------|------------|------------|--------------|
| | | I (61-160) | II (31-60) | III (0-30) | |
| มูลค่าการใช้ ของวัตถุดิบ | A | 2 | 4 | 6 | 12 |
| | B | 8 | 11 | 5 | 24 |
| | C | 43 | 48 | 9 | 100 |
| รวม | | 53 | 63 | 20 | 136 |

วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณยอดใช้วัตถุดิบจริง (Usage) ต่อเดือนของวัตถุดิบกลุ่ม A, B และ C โดยศึกษาเฉพาะตัวที่มีช่วงเวลานำมากกว่า 30 วัน ใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2560 วิเคราะห์ว่าวัตถุดิบใดเกิดปัญหาการขาดสต็อก (Shortage) จากการศึกษาวัตถุดิบแต่ละกลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลการเบิกใช้และรูปแบบความต้องการของวัตถุดิบ พบว่าจากการบริหารงานด้วยวิธีการปัจจุบันพบปัญหา 1.) วัตถุดิบขาดสต็อก (Shortage) คิดเป็นมูลค่า ดังรูป 3.9 และ 2.) วัตถุดิบเก็บมากเกินไปเกินกว่าความต้องการ (Over stock) คิดเป็นมูลค่า ดังรูป 3.10



รูปที่ 3.9 มูลค่าการขาดสต็อกของวัตถุดิบ ปีพ.ศ. 2560

จากรูปที่ 3.9 พบว่ากลุ่มที่มีมูลค่าการขาดสต็อกสูงได้แก่ วัตถุดิบกลุ่ม B-I, A-II, A-I และ B-II ตามลำดับ ส่วน C-I, C-II มีมูลค่าการขาดสต็อกน้อยมาก และ A-III, B-III, C-III ไม่มีการขาดสต็อกหรือกล่าวได้ว่ากลุ่ม III ไม่มีการขาดสต็อกเลย โดยคำนวณจาก 1.) Shortage ต่อ Overall Shortage ซึ่งหมายถึงมูลค่าการขาดสต็อกของวัตถุดิบแต่ละกลุ่ม (ล้านบาท) ต่อมูลค่าการขาดสต็อกทั้งหมด (ล้านบาท) และ 2.) Shortage ต่อ Overall Usage ซึ่งหมายถึงมูลค่าการขาดสต็อกของวัตถุดิบแต่ละกลุ่ม (ล้านบาท) ต่อมูลค่าการใช้วัตถุดิบทั้งหมด (ล้านบาท) ซึ่งจากการพิจารณาทั้ง 2 วิธีแสดงให้เห็นว่ากลุ่ม A-I, A-II, B-I และ B-II มีสัดส่วนการเสียหายมากที่สุด เมื่อพิจารณาข้อมูลรายเดือนการเบิกใช้วัตถุดิบกลุ่ม I และกลุ่ม II พบว่าจำนวนรายการวัตถุดิบทั้งหมดที่ต้องการเบิกใช้ไม่สามารถเบิกได้ตามแผนการผลิต เนื่องจากวัตถุดิบบางรายการเกิดปัญหาของขาดสต็อก

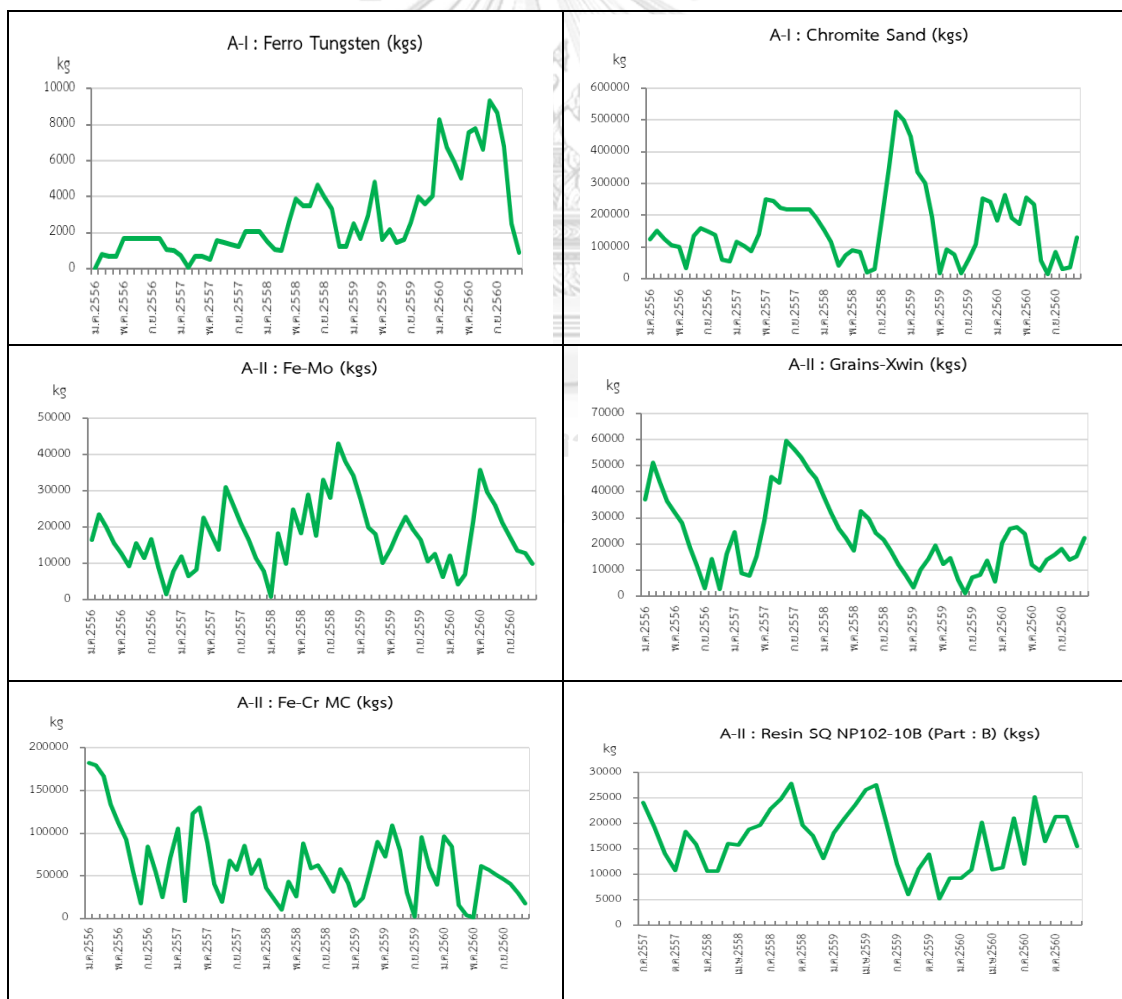


รูปที่ 3.10 มูลค่าการเก็บสต็อกเกินของวัตถุดิบ ปีพ.ศ. 2560

จากรูปที่ 3.10 พบว่าวัตถุดิบที่มีมูลค่าการเก็บสต็อกเกินส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม A-I, A-II, B-I และ B-II โดยคำนวณจาก 1.) Over Stock ต่อ Overall Stock ซึ่งหมายถึงมูลค่าการเก็บสต็อกเกินของวัตถุดิบแต่ละกลุ่ม (ล้านบาท) ต่อมูลค่าการเก็บสต็อกทั้งหมด (ล้านบาท) และ 2.) Over Stock ต่อ Overall Usage ซึ่งหมายถึงมูลค่าการเก็บสต็อกเกินของวัตถุดิบแต่ละกลุ่ม (ล้านบาท) ต่อมูลค่าการใช้วัตถุดิบทั้งหมด (ล้านบาท) ซึ่งจากการพิจารณาทั้ง 2 วิธีแสดงให้เห็นว่ากลุ่ม A-II มีสัดส่วนการเก็บสต็อกเกินมากสูงถึง 29% รองลงมาคือ B-II, A-I และ B-I ตามลำดับ

3.2.2 วิเคราะห์ระดับวัตถุดิบสะสมที่อยู่ในคลังของพัสดุในแต่ละเดือน

การวิเคราะห์ระดับวัตถุดิบคงคลัง ณ สิ้นงวด (Balance stock) เป็นการพิจารณาคุณภาพรวมสถานะการปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่เหลืออยู่เมื่อสิ้นงวดว่ามีแนวโน้มเป็นเช่นไร แต่ละเดือนมีความเหวี่ยงตัวมากแค่ไหน ซึ่งตัวอย่างวัตถุดิบคงคลัง ณ สิ้นเดือน แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ระดับวัตถุดิบคงเหลือสิ้นงวดของวัตถุดิบกลุ่ม A-I และ A-II

จากรูป 3.11 เมื่อพิจารณาระดับวัตถุบคงเหลือสั้นงวด พบว่าวัตถุบคงส่วนใหญ่ปริมาณคงเหลือไม่นึ่งเป็นแนวระดับ ยกตัวอย่างเช่น วัตถุบคงกลุ่ม A-I ชนิด Ferro Tungsten ตั้งแต่ช่วงมิถุนายน พ.ศ. 2560 ปริมาณวัตถุบคงคคลัง ณ สิ้นเดือนมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ และลดลงอย่างกระทันหันในช่วงปลายปี และ วัตถุบคงกลุ่ม A-II ชนิด Resin SQ NP102-10B (Part : B) ในแต่ละเดือนมีระดับคคลังสั้นงวดสูง ซึ่งไม่เคยเหลือต่ำกว่า 5000 กิโลกรัม

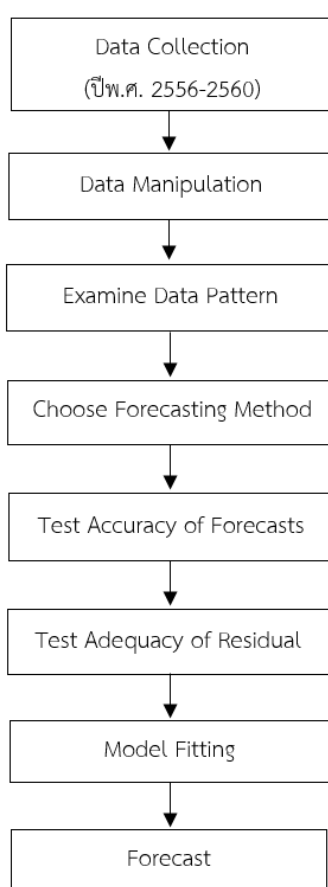


บทที่ 4

การพยากรณ์

4.1 การพยากรณ์ความต้องการ

วัตถุดิบที่เลือกมาศึกษาจำนวน 25 รายการนั้น สามารถพยากรณ์ความต้องการใช้วัตถุดิบได้ตามขั้นตอนการพยากรณ์ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการพยากรณ์

4.1.1 เก็บรวบรวมข้อมูล (Collect Data)

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะต้องพิจารณาปัจจัยดังนี้ ระยะเวลา (Timely) ความถูกต้อง (Accurate) ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ความสม่ำเสมอ (Consistent) เข้าใจง่าย (Easy to understand) และง่ายต่อการใช้ (Easy to use)

4.1.2 การจัดการข้อมูล (Data Manipulation)

โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจะต้องผ่านการจัดการข้อมูล (Data Manipulation) และกระบวนการทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) ในงานวิจัยนี้จะเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี คือตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 – 2560 ซึ่งข้อมูลที่เก็บได้แก่ ปริมาณยอดการใช้วัตถุดิบ ปริมาณยอดการผลิต ผลิตภัณฑ์ และโมเดลที่ผลิต เมื่อพิจารณาแล้วว่าข้อมูลเหมาะสมและเพียงพอสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ ในขั้นตอนถัดไปจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วงคือ

ก. ช่วงสร้างโมเดล ใช้ข้อมูล 4 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 - 2559

ข. ช่วงทดสอบโมเดล ใช้ข้อมูล 1 ปี คือข้อมูลปี พ.ศ.2560

4.1.3 พิจารณาลักษณะรูปแบบของข้อมูล (Examine Data Pattern)

นำข้อมูลช่วงสร้างโมเดล คือข้อมูล 4 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 – 2559 มาพิจารณาว่าข้อมูลมีลักษณะเป็นรูปแบบใด Trend, Seasonal, Cyclical หรือ Stationary โดยสร้างกราฟอนุกรมเวลา (Time series) พร้อมทั้งพิจารณากราฟ Decomposition และ Autocorrelation ว่าข้อมูลเราเป็นรูปแบบใด

4.1.4 เลือกวิธีการพยากรณ์ (Choose Forecasting Method)

เมื่อทราบลักษณะรูปแบบของข้อมูลแล้ว ทำการเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลและช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์ จากนั้นนำข้อมูลช่วงสร้างโมเดล (ข้อมูลปี พ.ศ. 2556 – 2559) มาทำการสร้างโมเดลการพยากรณ์โดยการพยากรณ์ข้อมูลในอดีตตามวิธีการของเทคนิคที่เลือกไว้ ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์ระยะสั้น (Short term) และข้อมูลที่มีรูปแบบเป็น Trend มา 3 วิธี ได้แก่

1.) Exponential smoothing adjusted for trend (Holt's method)

2.) Double moving average

3.) Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

ส่วนเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์ระยะสั้น และข้อมูลที่มีรูปแบบเป็น Stationary เลือกมา 3 วิธี ได้แก่

1.) Moving average method

2.) Simple Exponential smoothing method

3.) Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

ซึ่งเราจะเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดของแต่ละวิธี โดยการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำจากการพยากรณ์

4.1.5 ทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ (Test Accuracy of Forecasts)

จากข้อ 3.3.4 ทดลองทำการพยากรณ์ด้วย 3 วิธีที่เลือกไว้ จากนั้นพิจารณาเปรียบเทียบค่าความแม่นยำจากการพยากรณ์ (Measuring Forecast Error) ได้แก่

- 1.) เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)
- 2.) ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error, MSE)
- 3.) ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation, MAD)

เลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด 1 เทคนิค โดยพิจารณาจากค่า MAPE, MSE และ MAD ยิ่งน้อยแสดงว่าการพยากรณ์ยิ่งแม่นยำใกล้เคียงกับความเป็นจริง

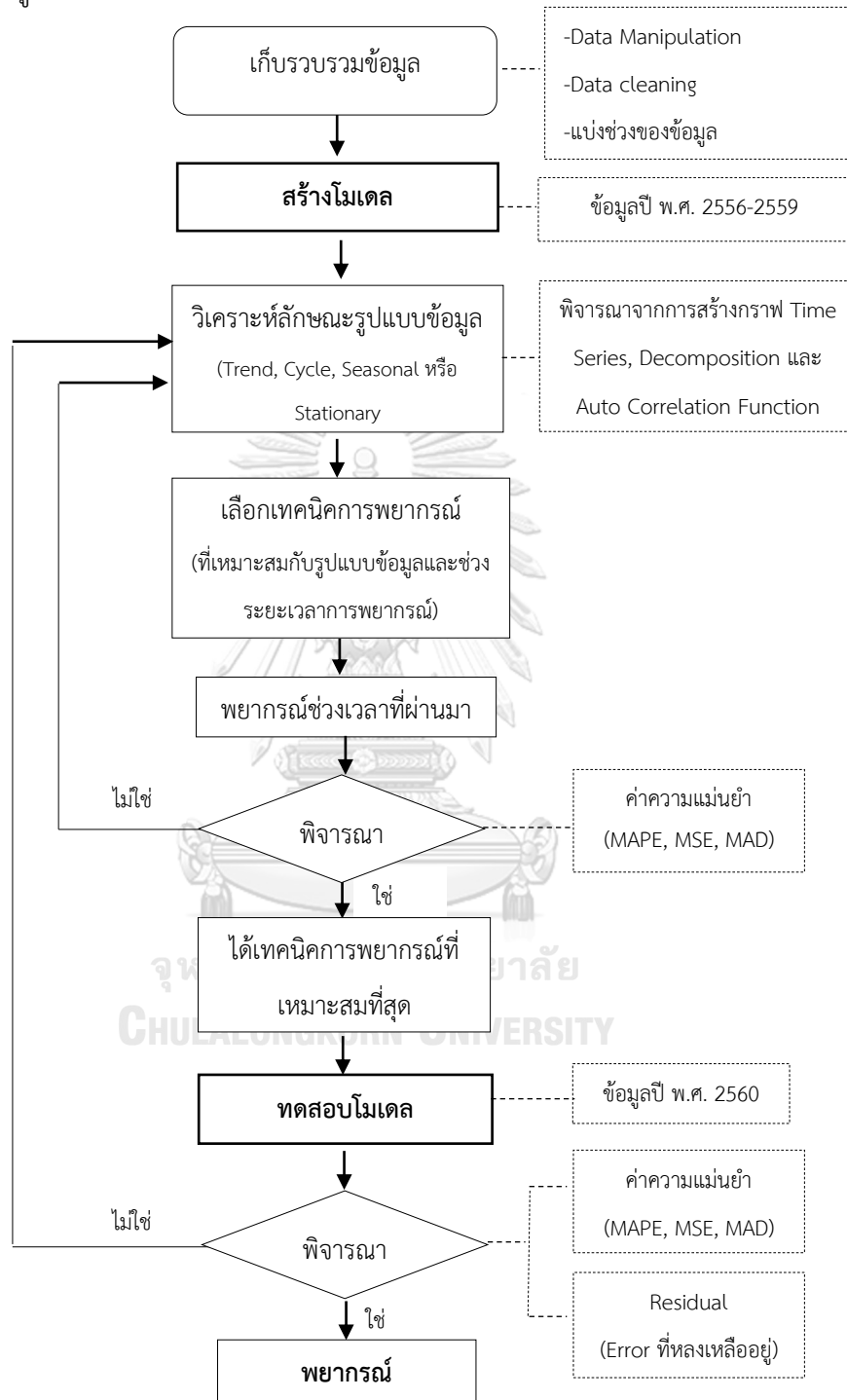
4.1.6 ทดสอบความเหมาะสมของการพยากรณ์ (Test Residual Adequacy of Forecasts)

ข้อ 4.1.6 จะทำไปพร้อมกับข้อ 4.1.5 เป็นการทดสอบเพื่อดูว่าข้อมูลของเราเหมาะสมกับข้อมูลรูปแบบใด ทำโดยการนำ Residual มา plot Pattern จากนั้นพิจารณารูป Autocorrelation (ACF) ว่าต้องไม่มี Pattern ใดๆ หลงเหลืออยู่ จากนั้นพิจารณาการกระจายตัวของ Residual ว่าเป็นการกระจายตัวแบบปกติหรือไม่ (Normal Distribution) จากการนำ Residual มาสร้างกราฟ Histogram และ Normal Plot

4.1.7 ทดสอบโมเดล

หลังจากที่เลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด 1 เทคนิคได้แล้ว นำข้อมูลช่วงที่เก็บไว้ทดสอบโมเดลคือข้อมูล 1 ปี (ข้อมูลปี พ.ศ.2560) มาทำการทดลองทดสอบความเหมาะสมของโมเดล (Model Fitting) จากนั้นพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Measuring Forecast Error) อีกครั้ง พร้อมทั้งพิจารณา Residual ว่ามีลักษณะรูปแบบใดหลงเหลืออยู่หรือไม่ หากไม่มีรูปแบบใดหลงเหลืออยู่ และผลที่ได้อยู่ในขอบเขตที่เรากำหนดสามารถยอมรับได้ ถือว่าจากการที่ได้ค้นหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมตามหลักเกณฑ์ที่ได้กล่าวมา นำวิธีการพยากรณ์ที่เลือกได้นี้ไปใช้พยากรณ์งานที่ต้องการได้

กระบวนการทดสอบจะแสดงตัวอย่างการเลือกวิธีการพยากรณ์ของวัตถุดิบตามขั้นตอนการดำเนินงานดังรูป 4.2

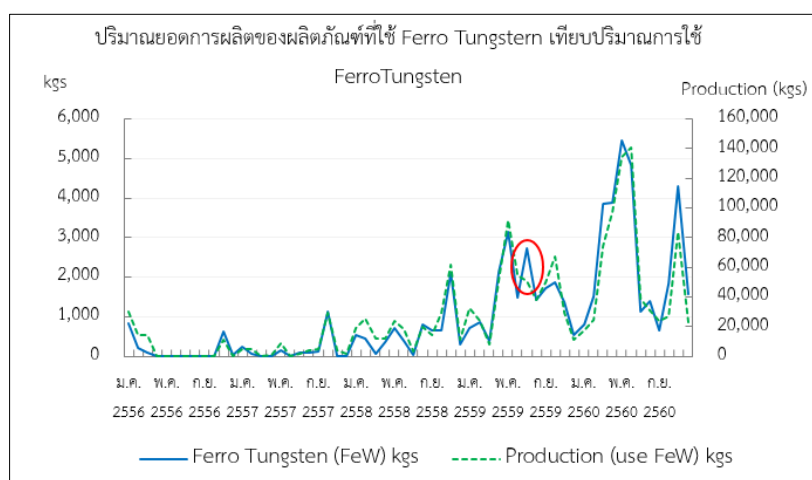


รูปที่ 4.2 การเลือกวิธีการพยากรณ์ของวัตถุดิบ

จากการศึกษาวัตถุดิบชนิด Ferro Tungsten มีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

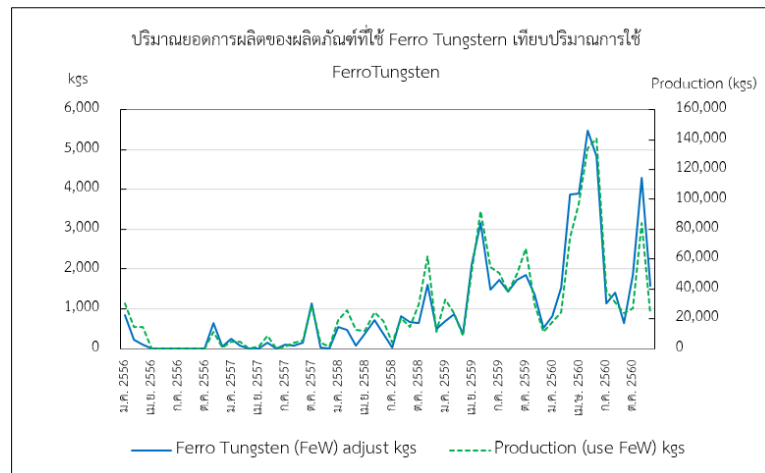
1. เก็บข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา

เริ่มต้นจากการนำข้อมูลปริมาณการใช้ Ferro Tungsten รายเดือนย้อนหลัง 5 ปี (พ.ศ. 2556-2560) มาพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยอดการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ Ferro Tungsten เทียบกับปริมาณการใช้ Ferro Tungsten ในแต่ละเดือน พิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ปริมาณยอดการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ Ferro Tungsten เป็นส่วนประกอบเทียบปริมาณการใช้ Ferro Tungsten

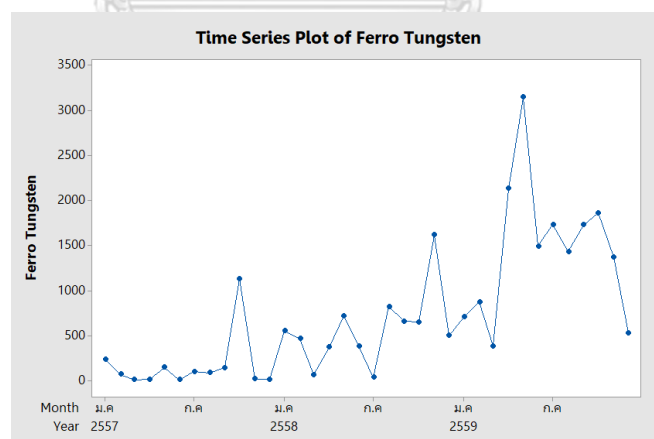
จากรูปที่ 4.3 พบว่าในแต่ละเดือนปริมาณการใช้ Ferro Tungsten มีความสัมพันธ์กับปริมาณยอดการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ Ferro Tungsten มีเพียงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ที่มีสัดส่วนการใช้ Ferro Tungsten สวนทางกับสัดส่วนการผลิต ดังนั้นจึงกลับไปพิจารณาข้อมูลในเดือนนั้นอีกครั้ง พบว่าเกิดปัญหากระแสไฟฟ้าขัดข้องส่งผลให้เมื่อหลอมน้ำเหล็กแล้ว ไม่สามารถเทน้ำเหล็กลงแม่แบบที่เตรียมไว้ได้ ต้องเทน้ำเหล็กลงบ่อเก็บของเสีย โดยน้ำเหล็กนั้นไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้ จึงตัดค่าปริมาณ Ferro Tungsten ที่เทลงบ่อเก็บของเสียออก และทำการสร้างกราฟใหม่ได้ดังรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าปริมาณการใช้ Ferro Tungsten มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณยอดการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ Ferro Tungsten



รูปที่ 4.4 ปริมาณยอดการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ Ferro Tungsten เป็นส่วนประกอบเทียบปริมาณการใช้ Ferro Tungsten หลังจากตรวจสอบข้อมูล

2. พิจารณาลักษณะรูปแบบของข้อมูล (Examine Data Patterns)

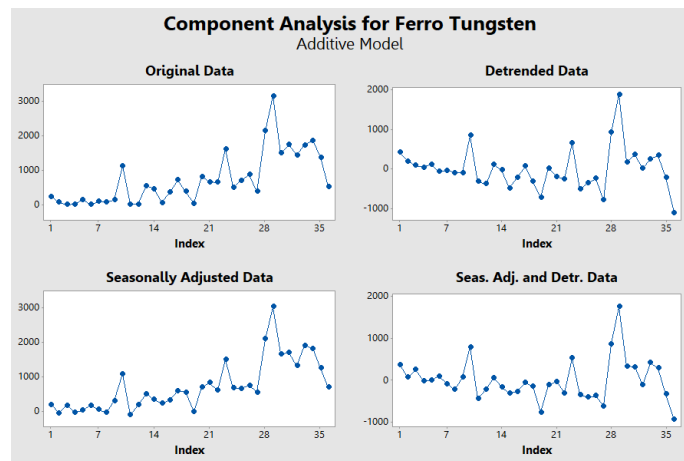
พิจาณาลักษณะรูปแบบของข้อมูล โดยพิจารณาปริมาณการใช้ Ferro Tungsten จริง ซึ่งจะตัดข้อมูลปีพ.ศ.2556 ออก เนื่องจากเป็นช่วงเริ่มแรกของการนำวัตถุดิบชนิดนี้มาทดลองใช้ และจะใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึงธันวาคม พ.ศ.2559 มาพิจารณาความสัมพันธ์กันโดยดูจากกราฟ Time Series เพื่อพิจารณารูปแบบของข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.5



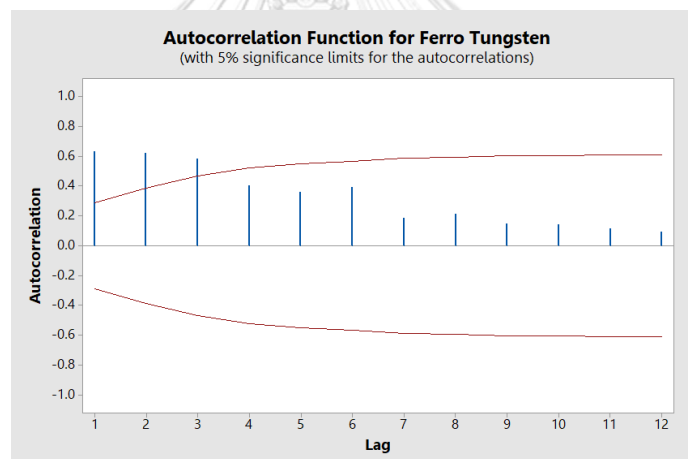
รูปที่ 4.5 กราฟ Time Series ของปริมาณการใช้ Ferro Tungsten ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2557 - 2559

จากรูปที่ 4.5 พิจารณากราฟของข้อมูล Time Series ของ Ferro Tungsten พร้อมทั้งพิจารณากราฟ Decomposition ดังรูป 4.6 จะเห็นว่าข้อมูลมีลักษณะแบบ Trend เพราะเมื่อทำการดึงข้อมูลที่มีความเป็น Trend ออกแล้ว กราฟจะเปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้มั่นใจจึงนำไปหาค่า

Autocorrelation ซึ่งข้อมูลมีลักษณะแบบ Trend เนื่องจากในกราฟ Autocorrelation ช่วง Time lag แรกๆ มีค่าสูง และจะค่อยๆ ลดลงหรือ Die out ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.6 กราฟ Decomposition Function ของ Ferro Tungsten



รูปที่ 4.7 กราฟ Autocorrelation Function ของ Ferro Tungsten

3. เลือกวิธีการพยากรณ์ (Choose Forecasting Method)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่ารูปแบบข้อมูลปริมาณการใช้ Ferro Tungsten เป็นข้อมูลแบบ Trend หรือ Non-Stationary จึงเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์ระยะสั้น (Short term) และข้อมูลที่มีรูปแบบเป็น Trend มา 3 วิธี ได้แก่

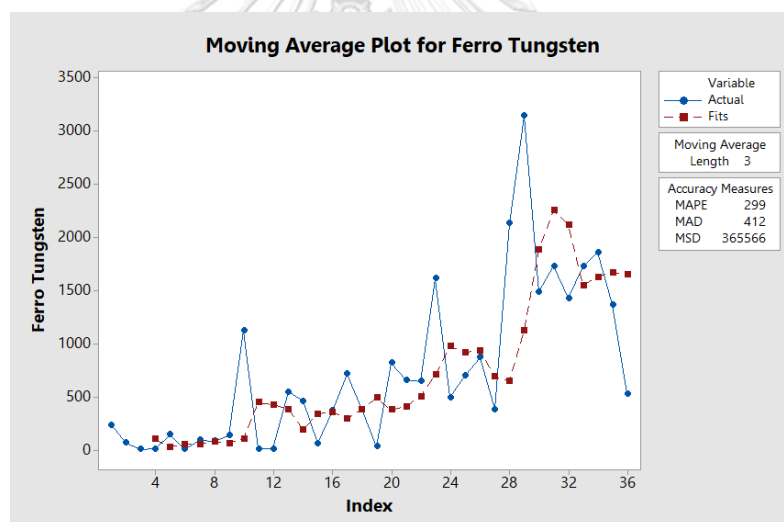
- Exponential smoothing adjusted for trend (Holt's method)
- Double moving average
- Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

งานวิจัยนี้เลือกใช้โปรแกรม R และโปรแกรม Minitab มาช่วยในการวิเคราะห์ทางสถิติพยากรณ์ค่าต่างๆ ซึ่งเลือกและทดสอบวิธีการพยากรณ์ต่างๆ ดังนี้

ก. วิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) เป็นวิธีการเดิมของโรงงานกรณีศึกษา อ้างอิงจากทฤษฎีในบทที่ 2 เป็นการเลื่อนพิจารณาช่วงข้อมูลไปชิดกับช่วงเวลาที่จะพยากรณ์ต่อไป เป็นการผสมผสานวิธีการแบบธรรมดากับวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดาไว้ด้วยกัน การกำหนดระยะเวลาในการพยากรณ์อาจเป็น 3 เดือน หรือ 5 เดือน ขึ้นอยู่กับนักพยากรณ์ว่าต้องการให้ข้อมูลราบเรียบมากน้อยเพียงใด โดยถ้าใช้ข้อมูลปริมาณมาก ก็จะทำให้มีความราบเรียบมากขึ้นดังสมการที่ 2.7

$$F_{t+1} = (Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-n+1})/n$$

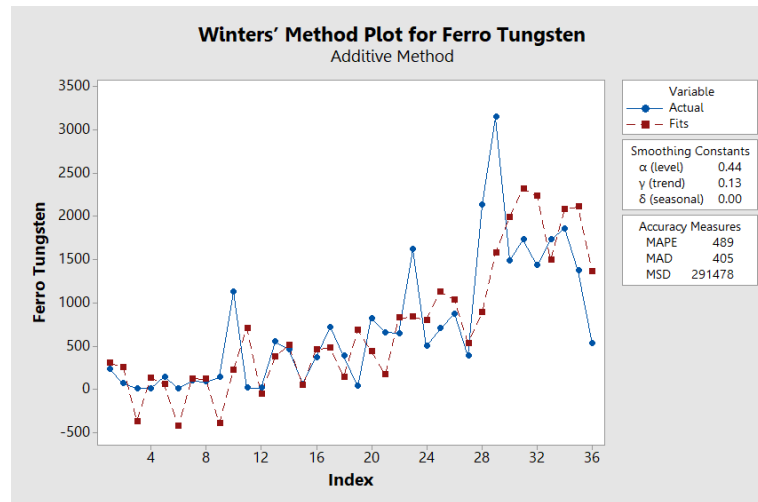
วิธี Moving Average ได้ผลดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 กราฟผลวิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ Ferro Tungsten

ข. วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลสำหรับแนวโน้มของโฮลต์ (Exponential smoothing adjusted for trend : Holt's method)

ในการพยากรณ์ค่าโดยใช้โปรแกรม Minitab กำหนดค่า Level (α) และ Trend (γ) ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสำหรับ α , γ ที่ได้จากโปรแกรม R ได้ผลดังรูปที่ 4.9

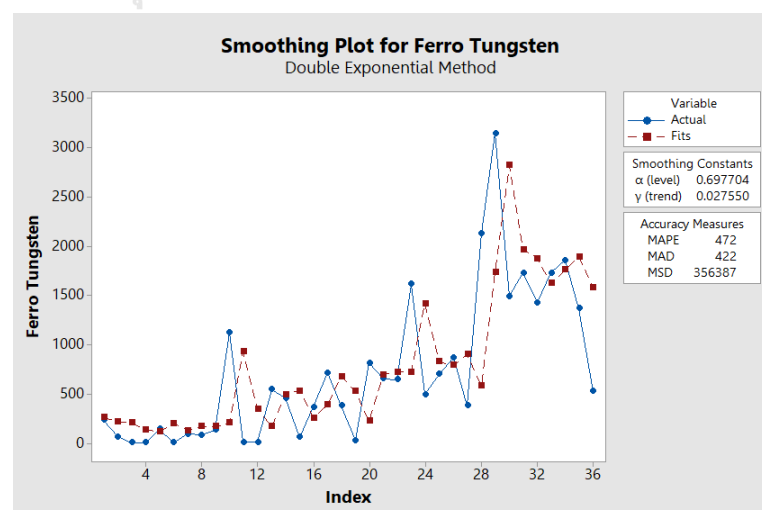


รูปที่ 4.9 กราฟวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลสำหรับแนวโน้มของโฮล์ของ Ferro Tungsten

ค. วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double moving average) อ้างอิงจากทฤษฎีในบทที่ 2 เป็นการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่อย่างง่ายซ้ำ 2 ครั้ง ครั้งแรกหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลที่มี และครั้งที่สองเป็นการหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ผ่านการคำนวณในครั้งแรก โดยมีเงื่อนไขว่าจำนวนเทอมของการหาค่าเฉลี่ยทั้งสองครั้งต้องกำหนดให้เท่ากัน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.10

$$F_{(t+p)} = a_t + b_t p$$

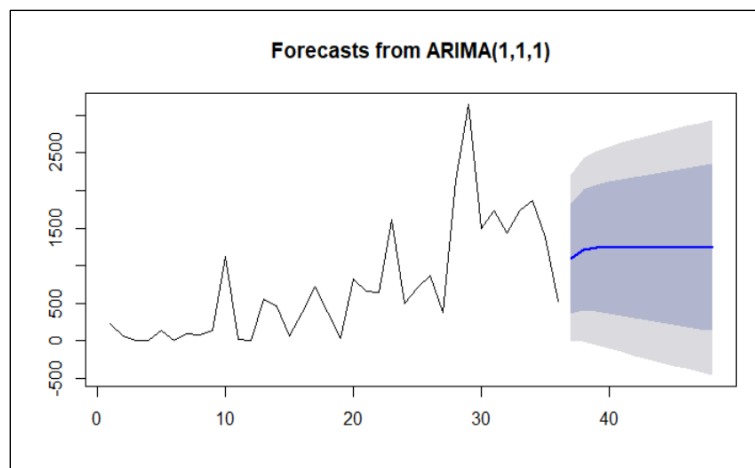
ในการพยากรณ์ค่าวิธี Double Smoothing Exponential ได้ผลดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 กราฟวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้งของ Ferro Tungsten

ง. วิธี Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

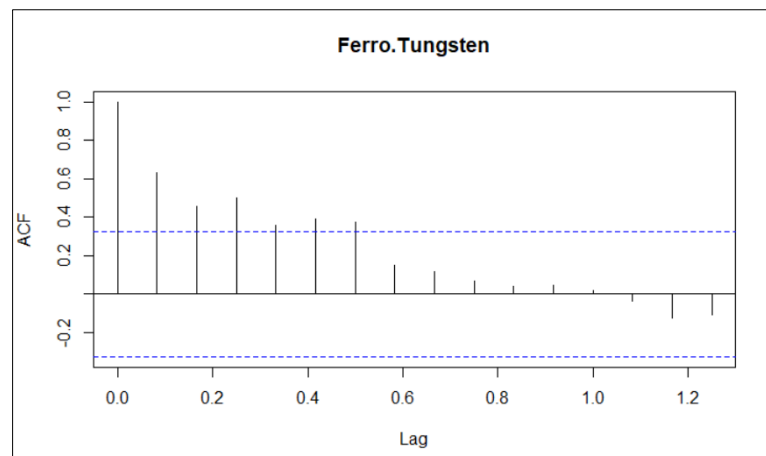
ในการพยากรณ์ปฏิบัติงานโดยใช้โปรแกรม R การใช้คำสั่ง `auto.arima` เพื่อให้ได้รูปแบบโมเดลที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด ผลที่ออกมามีค่า error ต่ำที่สุด ซึ่งแสดงค่า $AR(p)$, $I(d)$ และ $MA(q)$ ดังรูปที่ 4.11



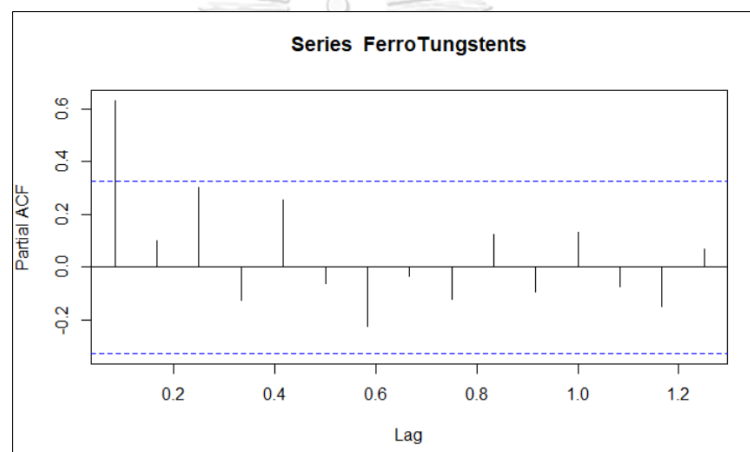
รูปที่ 4.11 กราฟ `auto.arima` ของ Ferro Tungsten จากโปรแกรม R

พร้อมทั้งตรวจสอบอีกครั้งโดยการพิจารณาค่า ACF และ PACF ของข้อมูล และ residual ซึ่งการพยากรณ์ด้วยวิธี ARIMA ต้อง identify model ว่ามี $AR(p)$, $I(d)$, $MA(q)$ เท่าไหร่

- Autoregressive (AR) Models เมื่อพิจารณากราฟ Autocorrelation Function (ACF) ดังรูปที่ 4.12 รูปแบบของข้อมูลจะ Significant แล้วค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ หรือ Die out เมื่อ Time lag เพิ่มขึ้น ส่วนกราฟ Partial Autocorrelation Function (PACF) ดังรูปที่ 4.13 จะ Significant แค่ Time lag ที่ 1 อันเดียวแล้วก็หายไป จากการเทียบกราฟที่สร้างมากับทฤษฎีจะได้ p เท่ากับ 1 หรือเขียนในรูป $AR(1)$

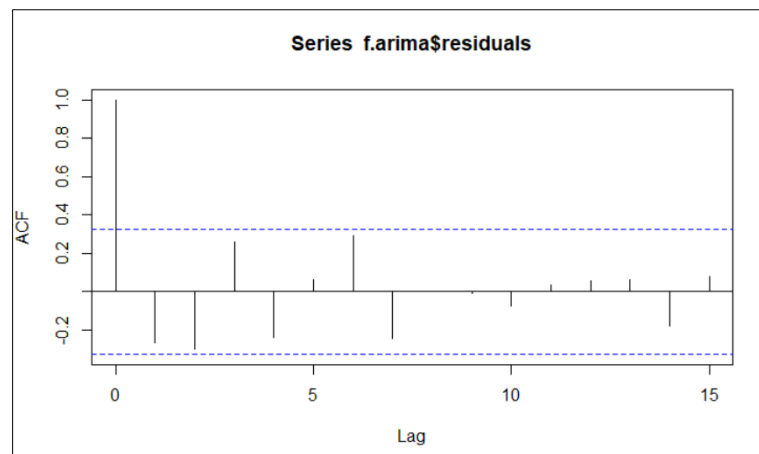


รูปที่ 4.12 กราฟ Autocorrelation Function ของ FeW จากโปรแกรม R

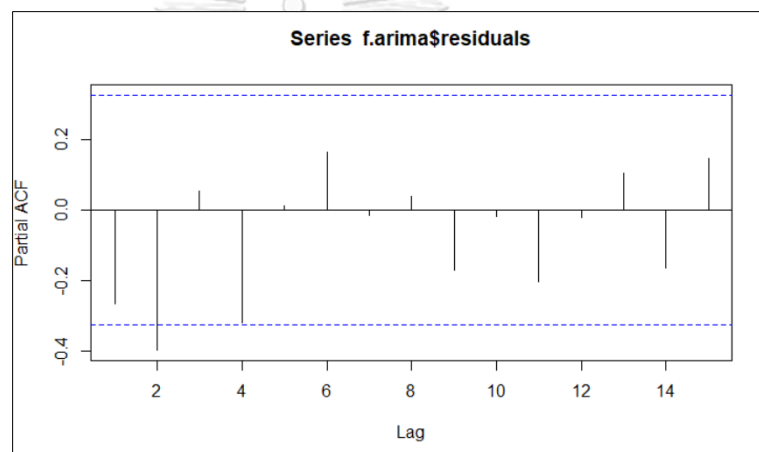


รูปที่ 4.13 กราฟ Partial Autocorrelation Function ของ FeW จากโปรแกรม R

- Moving average (MA) Models เมื่อพิจารณากราฟ ACF ของ residual ดังรูปที่ 4.14 รูปแบบของข้อมูลจะ Significant แค่ 1 Time lag และจะ cut off หลังจาก 1 Time lag ส่วนกราฟ PACF ดังรูปที่ 4.15 มันจะค่อยๆ ลดลง จากการเทียบกราฟที่สร้างมากับทฤษฎีจะได้ q เท่ากับ 1 หรือเขียนในรูป MA(1)



รูปที่ 4.14 กราฟ Autocorrelation Function ของ Residual FeW จากโปรแกรม R



รูปที่ 4.15 กราฟ Partial Autocorrelation Function ของ Residual FeW จากโปรแกรม R

จากการพิจารณาข้อมูลทั้งหมด แทนค่า p เท่ากับ 1 , d เท่ากับ 1 และ q เท่ากับ 1 จะได้ค่า Measurement error ดังนี้

```
> fit1 <- arima(FerroTungsten, order=c(1,1,1))
> fit1
```

```
Call:
arima(x = FerroTungsten, order = c(1, 1, 1))
```

```
Coefficients:
      ar1      ma1
  0.2081 -0.7382
s.e.  0.2480  0.1579
```

```
sigma^2 estimated as 319975: log likelihood = -271.74, aic = 549.48
```

```
> accuracy(fit1)
```

| | ME | RMSE | MAE | MPE | MAPE | MASE | ACF1 |
|--------------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-------------|
| Training set | 89.43683 | 557.7518 | 368.9403 | -247.5795 | 291.2457 | 0.8210142 | -0.01992654 |

4. ทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ (Check Accuracy of Forecasts)

ซึ่งจากการทดสอบทั้ง 4 วิธีของข้อมูลปริมาณการใช้ Ferro Tungsten 3 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 - 2559 ได้ค่า Measuring Forecast Error ดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 Measuring Forecast Error ของ Ferro Tungsten ข้อมูลปี พ.ศ. 2557 - 2559

| Stock Name | Moving average (วิธีการเดิม) | | | Holt's Method | | | Double Moving average | | | ARIMA | | |
|----------------|---------------------------------|--------|-----|---------------|--------|-----|-----------------------|--------|-----|-------|--------|-----|
| | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD |
| Ferro Tungsten | 299 | 364566 | 412 | 489 | 291478 | 405 | 472 | 356387 | 422 | 291 | 311087 | 369 |

เมื่อพิจารณาค่า Measurement Forecasting Error ของ Ferro Tungsten เหมาะสมกับการพยากรณ์เทคนิค ARIMA เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์น้อยที่สุด ดังนั้นเลือกเทคนิค ARIMA เนื่องจากให้ค่า MAPE และ MAD น้อยที่สุด พร้อมทั้งตรวจสอบ

5. ทดสอบโมเดล

ทำการทดสอบค่าการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ ARIMA เนื่องจากเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด โดยทดสอบกับข้อมูลความต้องการจริงในปีพ.ศ. 2560 เพื่อดูความแม่นยำของค่าการพยากรณ์ พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 เปรียบเทียบระหว่างค่าการพยากรณ์กับข้อมูลปริมาณการใช้จริง เพื่อทดสอบว่าเทคนิคที่เราเลือกมาว่าเหมาะสมหรือไม่ดังตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 Measuring Forecast Error ของ Ferro Tungsten เทียบกับข้อมูลจริงปี พ.ศ. 2560

| Stock Name | ARIMA | | |
|----------------|-------|---------|------|
| | MAPE | MSE | MAD |
| Ferro Tungsten | 62 | 3274342 | 1441 |

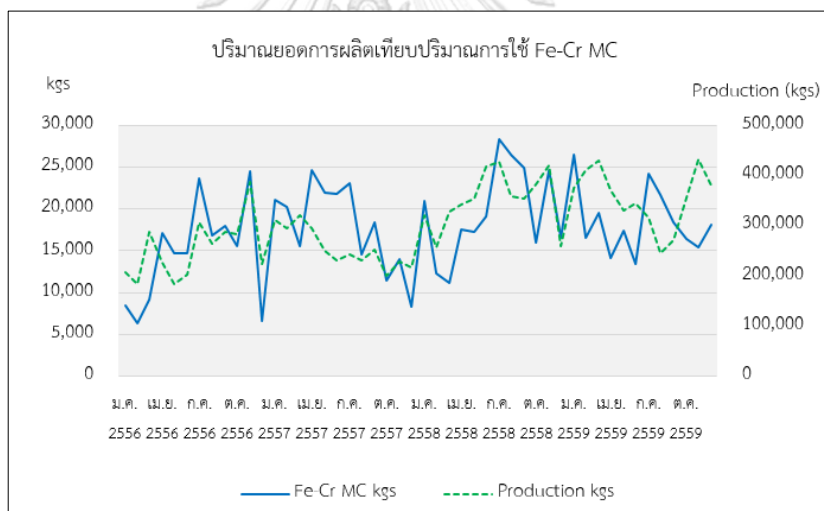
จากตารางที่ 4.2 ในการทดสอบ (Fitting model) พบว่าเทคนิค ARIMA ที่เราเลือกมานั้นเหมาะสมอยู่ เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากค่า MAPE มีความคลาดเคลื่อน 62% ซึ่งน้อยกว่าข้อมูลเดิม และในการพิจารณาค่า Measurement Forecast Error จะให้ความสำคัญกับ MAPE เป็นหลัก เพราะเป็นการหา Relative size เทียบความแม่นยำจากหลายๆ เทคนิคได้ อีกทั้งเมื่อพิจารณา

Residual โดยนำ Residual ไปทดสอบหา Autocorrelation Function (ACF) ของ Residual เพื่อ ดู Pattern และสร้างกราฟ Histogram และ Normal plot เพื่อดูการกระจายตัวของ Residual พบว่าไม่ได้มี Pattern อะไรหลงเหลืออยู่ นำ Residual ไปวิเคราะห์ทั้งรูปแบบการกระจาย (Distribution) ของความต้องการ และวิเคราะห์จากการหา ACF ไม่พบ pattern ใดๆ ใน Residual จึงสรุปได้ว่าวิธีนี้เหมาะสมเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์

และจากการศึกษาวัตถุดิบชนิด Fe-Cr MC มีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

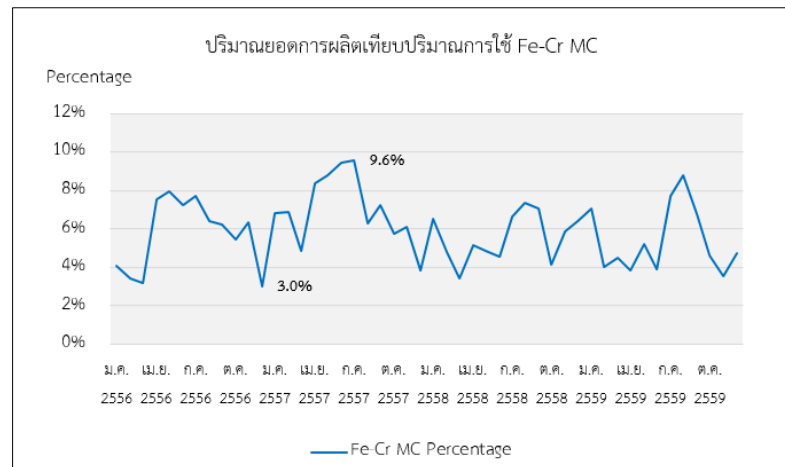
1. เก็บข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา

เริ่มต้นจากการนำข้อมูลปริมาณการใช้ Fe-Cr MC รายเดือนย้อนหลัง 5 ปี (พ.ศ.2556-2560) มาพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยอดการผลิตของผลิตภัณฑ์เทียบกับปริมาณการใช้ Fe-Cr MC ในแต่ละเดือน พิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ปริมาณยอดการผลิตเทียบกับปริมาณการใช้ Fe-Cr MC

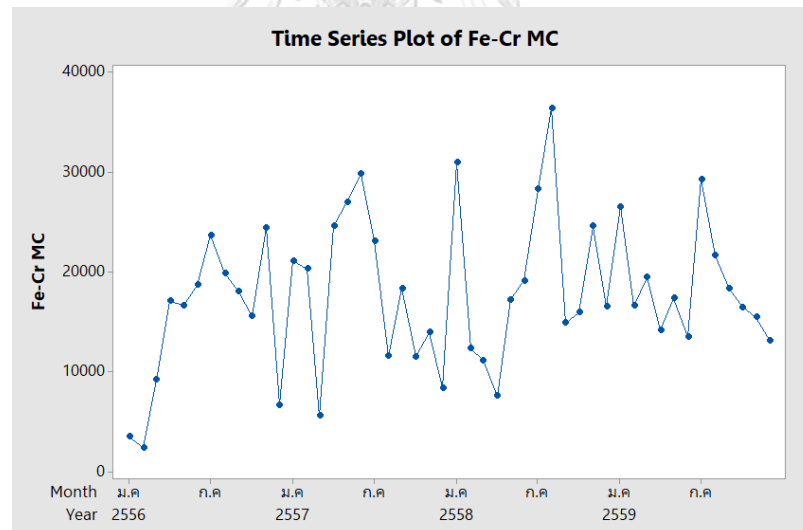
จากรูปที่ 4.16 พบว่าในแต่ละเดือนปริมาณการใช้ Fe-Cr MC มีทั้งความสัมพันธ์กับปริมาณ ยอดการผลิตรวมทั้งเดือน และบางเดือนปริมาณยอดการใช้ไม่สัมพันธ์กับยอดการผลิตรวมทั้งเดือน มีการเหวี่ยงขึ้นลง ซึ่งเมื่อกลับไปตรวจสอบข้อมูลยอดการเบิกใช้พบว่าวัตถุดิบ Fe-Cr MC ทั้งหมดมีการ นำไปใช้งานจริง แต่เหตุผลที่ปริมาณการใช้ไม่สอดคล้องกับปริมาณยอดการผลิตรวมทั้งเดือน เนื่องจากในทุกๆ เดือนผลิตภัณฑ์ที่เราผลิตนั้นไม่เหมือนกัน ซึ่งแต่ละโมเดลใช้สัดส่วน Fe-Cr MC ที่ไม่ เท่ากันขึ้นอยู่กับสูตรของค่าเคมี ทำการสร้างกราฟสัดส่วนยอดการใช้จริงต่อยอดการผลิตได้ดังรูปที่ 4.17 จะเห็นว่าปริมาณการใช้ Fe-Cr MC มีปริมาณการใช้คิดเป็นสัดส่วนอยู่ที่ 3 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.17 สัดส่วนยอดการใช้จริงของ Fe-Cr MC ต่อยอดการผลิต

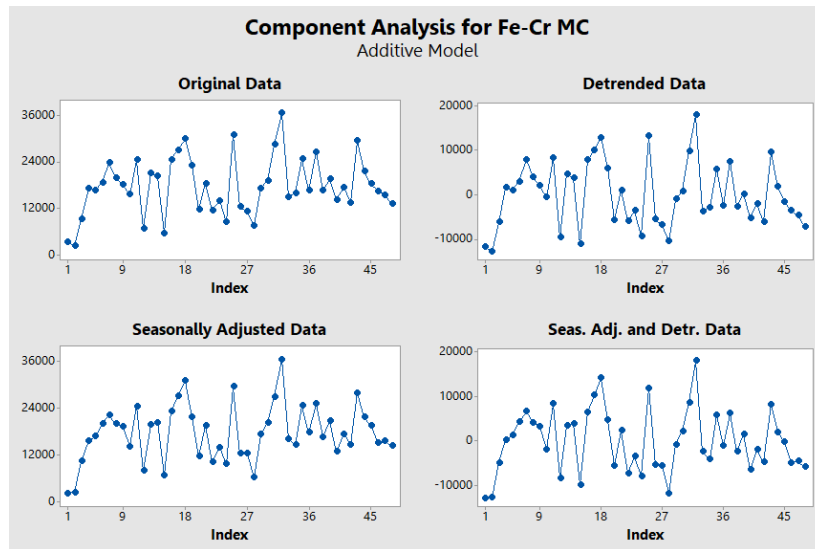
2. พิจารณาลักษณะรูปแบบของข้อมูล (Examine Data Patterns)

พิจาณาลักษณะรูปแบบของข้อมูล โดยพิจารณาปริมาณการใช้ Fe-Cr MC ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2556 ถึงธันวาคม พ.ศ.2559 มาพิจารณาความสัมพันธ์กันโดยดูจากกราฟแบบ Time Series เพื่อพิจารณารูปแบบของข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.18



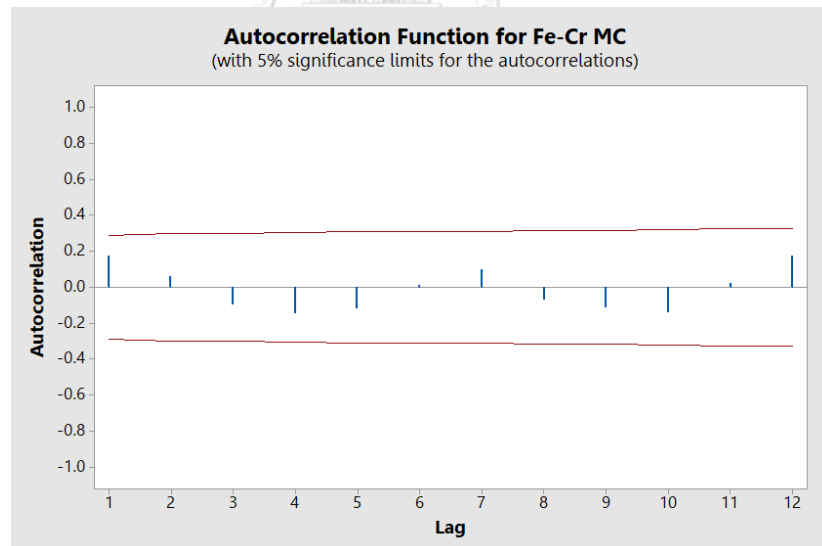
รูปที่ 4.18 กราฟ Time Series ของปริมาณการใช้ Fe-Cr MC ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 - พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.18 พิจารณากราฟของข้อมูล Time Series ของ Fe-Cr MC พร้อมทั้งพิจารณากราฟ Decomposition จะเห็นว่าข้อมูลมีลักษณะแบบ Stationary เพราะเมื่อทำการดึงข้อมูลที่มีความเป็น Trend ออกแล้วกราฟไม่เปลี่ยนไปจากเดิม และเมื่อทำการดึงข้อมูลที่มีความเป็น Seasonal ออกแล้วกราฟก็ไม่เปลี่ยนไปจากเดิมเช่นกัน ดังรูป 4.19



รูปที่ 4.19 กราฟ Decomposition Function ของ Fe-Cr MC

เพื่อให้มั่นใจจึงนำไปหาค่า Autocorrelation ดังรูปที่ 4.20 ซึ่งข้อมูลมีลักษณะแบบ Stationary เนื่องจากในกราฟ Autocorrelation ไม่มีรูปแบบของความเป็น Trend และ Seasonal อยู่



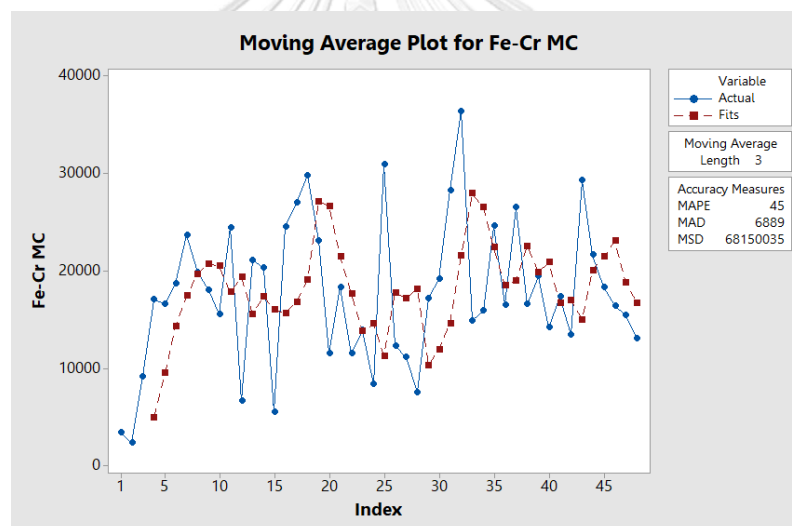
รูปที่ 4.20 กราฟ Autocorrelation Function ของ Fe-Cr MC

3. เลือกวิธีการพยากรณ์ (Choose Forecasting Method)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่ารูปแบบข้อมูลปริมาณการใช้ Fe-Cr MC เป็นข้อมูลแบบ Stationary จึงเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์ระยะสั้น (Short term) และข้อมูลที่มีรูปแบบเป็น Stationary มา 3 วิธี โดยที่เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์ระยะสั้นและข้อมูลที่มีรูปแบบเป็น Stationary เลือกมา 3 วิธี ได้แก่

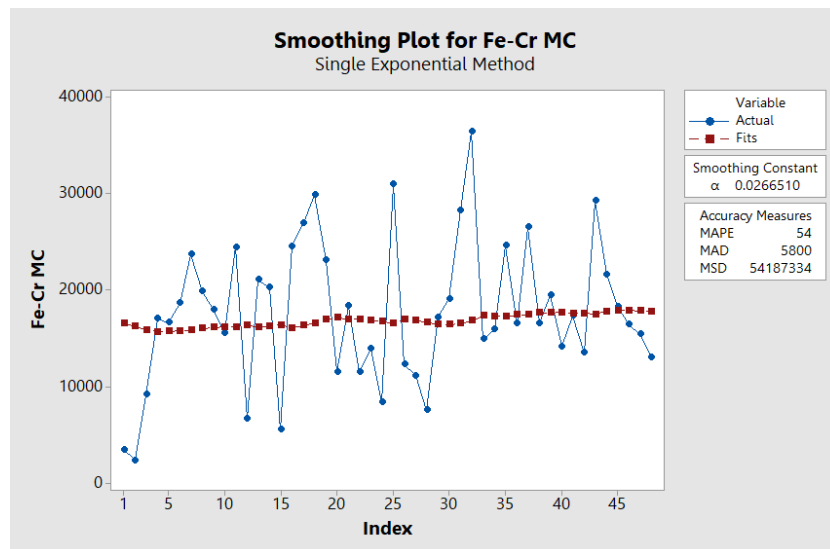
- ก.) Moving average method
- ข.) Simple Exponential smoothing method
- ค.) Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

ก. วิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) เป็นวิธีการเดิมของโรงงานกรณีศึกษา ในการพยากรณ์วิธี Moving Average ได้ผลดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 กราฟวิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ Fe-Cr MC

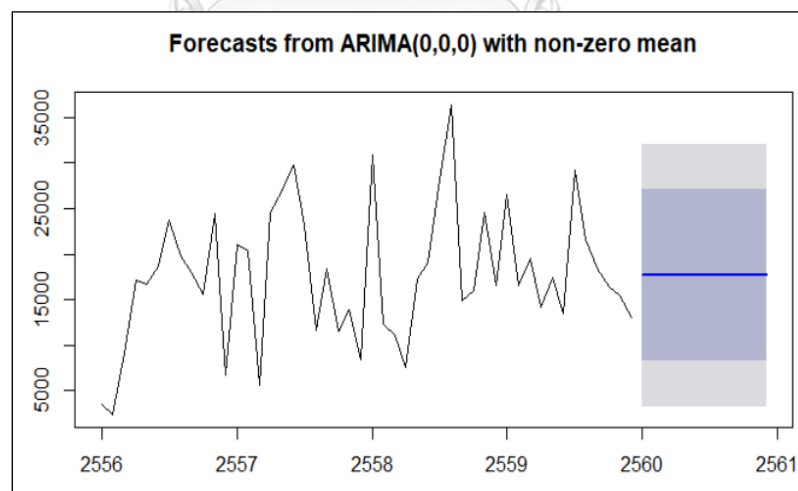
ข. วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential smoothing method) ในการพยากรณ์ค่า Single Exponential smoothing method ได้ผลดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 กราฟวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายของ Fe-Cr MC

ค. วิธี Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

ในการพยากรณ์ปฏิบัติงานโดยใช้โปรแกรม R ใช้คำสั่ง `auto.arima` เพื่อให้ได้รูปแบบโมเดลที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด ผลที่ออกมามีค่า error ต่ำที่สุด ซึ่งแสดงค่า $AR(p)$, $I(d)$ และ $MA(q)$ ได้ดังรูปที่ 4.23

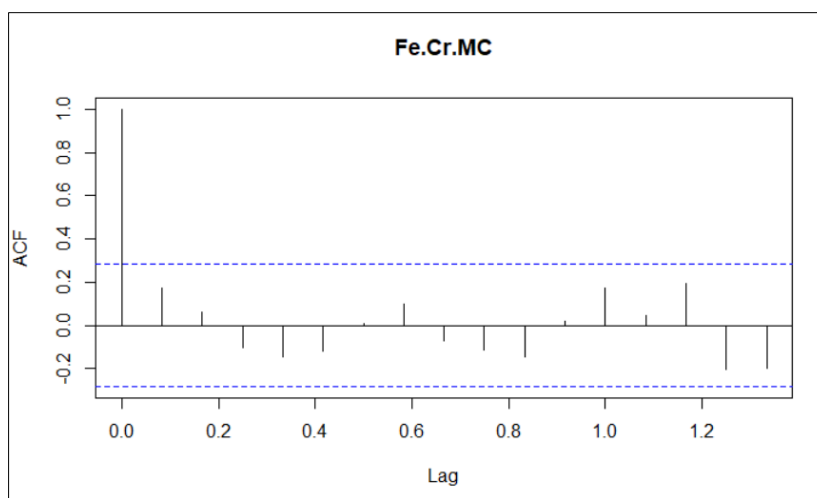


รูปที่ 4.23 กราฟ `auto.arima` ของ Fe-Cr MC จากโปรแกรม R

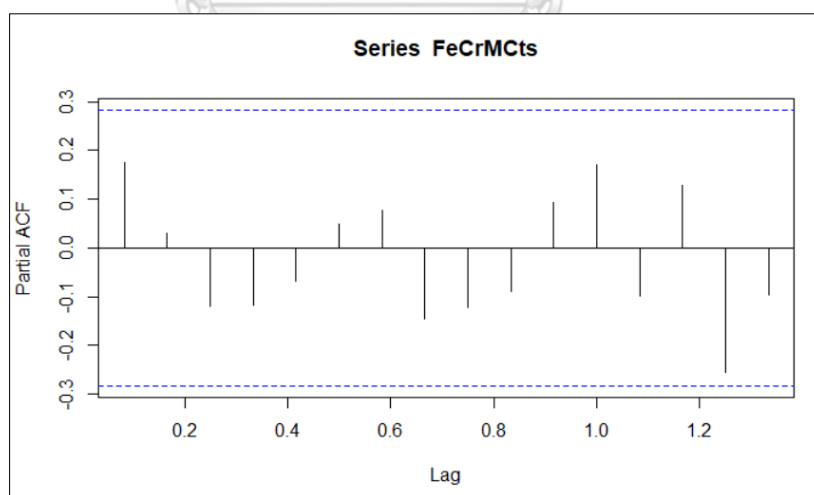
พร้อมทั้งตรวจสอบอีกครั้งโดยการพิจารณาค่า ACF และ PACF ของข้อมูล และ residual ซึ่งการพยากรณ์ด้วยวิธี ARIMA ต้อง identify model ว่ามี $AR(p)$, $I(d)$, $MA(q)$ เท่าไหร่ ซึ่งจากผลจะได้ค่า $p = 0$, $d = 0$ และ $q = 0$ หมายถึงมันมีแค่ intercept ซึ่งก็คือเป็นค่าเฉลี่ย ซึ่งก็สอดคล้องกับ

วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายรูปที่ 4.22 ซึ่งค่าของ α มันมีค่าใกล้เคียง 0 เพราะฉะนั้นจึงเทียบเท่ากับการหาค่าเฉลี่ย โดยให้น้ำหนักทุกตัวเท่ากัน

- Autoregressive (AR) Models เมื่อพิจารณารูป Autocorrelation Function (ACF) ดังรูปที่ 4.24 พบว่ารูปแบบของข้อมูลจะไม่ Significant ที่ Time lag ใดๆ ส่วนกราฟ Partial Autocorrelation Function (PACF) ดังรูปที่ 4.25 พบว่าจะไม่ Significant ที่ Time lag ใดๆ เช่นกัน จากการเทียบกราฟที่สร้างมากับทฤษฎีจะได้ p เท่ากับ 0 หรือเขียนในรูป AR(0)



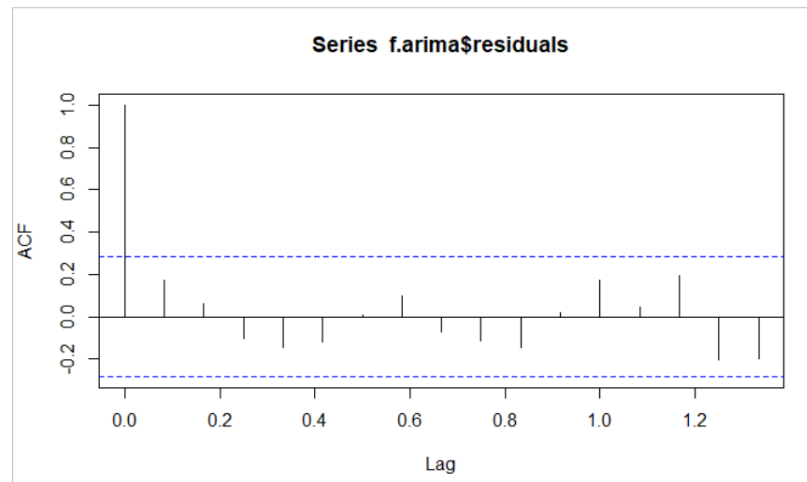
รูปที่ 4.24 กราฟ Autocorrelation Function ของ Fe-Cr MC จากโปรแกรม R



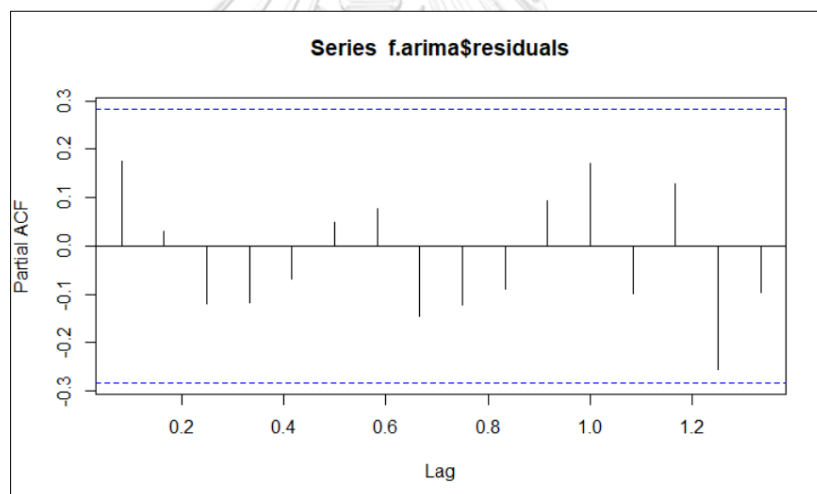
รูปที่ 4.25 กราฟ Partial Autocorrelation Function ของ Fe-Cr MC จากโปรแกรม R

- Moving average (MA) Models เมื่อพิจารณารูป ACF ของ residual ดังรูปที่ 4.26 รูปแบบของข้อมูลจะไม่ Significant ที่ Time lag ใดๆ ส่วนกราฟ PACF ไม่ Significant ที่ Time lag

ใดๆ เช่นกัน และค่ามันจะกระจายอยู่ใกล้ๆ ค่า 0 ดังรูปที่ 4.27 จากการเทียบกราฟที่สร้างมากับทฤษฎีจะได้ q เท่ากับ 0 หรือเขียนในรูป $MA(0)$



รูปที่ 4.26 กราฟ Autocorrelation Function ของ Residual Fe-Cr MC จากโปรแกรม R



รูปที่ 4.27 กราฟ Partial Autocorrelation Function ของ Residual Fe-Cr MC จากโปรแกรม R

จากการพิจารณาข้อมูลทั้งหมด แทนค่า p เท่ากับ 0 , d เท่ากับ 0 และ q เท่ากับ 0 จะได้ค่า Measurement error ดังนี้


```

> fit <- arima(FeCrMCts, order=c(0,0,0))
> fit

Call:
arima(x = FeCrMCts, order = c(0, 0, 0))

Coefficients:
intercept
17662.333
s.e.    1050.923

sigma^2 estimated as 53013022:  log likelihood = -494.97,  aic = 993.95
> accuracy(fit)
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -6.063122e-12 7281.004 5627.278 -35.1781 56.18247 0.793466 0.1747588

```

4. ทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ (Check Accuracy of Forecasts)

ซึ่งจากการทดสอบทั้ง 3 วิธีของข้อมูลปริมาณการใช้ Fe-Cr MC 4 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่พ.ศ. 2556 - 2559 ได้ค่า Measuring Forecast Error ดังตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 Measuring Forecast Error ของ Fe-Cr MC ข้อมูลปี พ.ศ. 2556 - 2559

| Stock Name | Moving average (วิธีการเดิม) | | | Simple Exponential smoothing | | | ARIMA | | |
|------------|---------------------------------|----------|------|------------------------------|----------|------|-------|----------|------|
| | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD |
| Fe-Cr MC | 45 | 68150035 | 6889 | 54 | 54187334 | 5800 | 56 | 53013019 | 5627 |

เมื่อพิจารณาค่า Measurement Forecasting Error ของ Fe-Cr MC เหมาะสมกับการพยากรณ์เทคนิค ARIMA เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์น้อยที่สุด ดังนั้นเลือกเทคนิค ARIMA เนื่องจากให้ค่า MSE และ MAD น้อยที่สุด

5. ทดสอบโมเดล

ทำการทดสอบค่าการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ ARIMA เนื่องจากเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด โดยทดสอบกับข้อมูลความต้องการจริงในปีพ.ศ. 2560 เพื่อดูความแม่นยำของค่าการพยากรณ์ พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 เปรียบเทียบระหว่างค่าการพยากรณ์กับข้อมูลปริมาณการใช้จริง เพื่อทดสอบว่าเทคนิคที่เราเลือกมาเหมาะสมหรือไม่ ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 Measuring Forecast Error ของ Fe-Cr MC เทียบกับข้อมูลจริงปี พ.ศ. 2560

| Stock Name | ARIMA | | |
|------------|-------|------------|-------|
| | MAPE | MSE | MAD |
| Fe-Cr MC | 39 | 27,581,218 | 4,265 |

จากตารางที่ 4.4 ในการทดสอบ (Fitting model) พบว่าเทคนิค ARIMA ที่เราเลือกมานั้นเหมาะสมอยู่ เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากค่า Measurement Forecast Error พบว่า MAPE มีความคลาดเคลื่อน 39% ซึ่งน้อยกว่าข้อมูลเดิม ค่า MSE และ MAD ก็ลดลงเช่นกัน อีกทั้งเมื่อพิจารณา Residual โดยนำ Residual ไปทดสอบโดยการทดสอบหา Autocorrelation Function (ACF) ของ Residual เพื่อดู Pattern พบว่าไม่ได้มี Pattern อะไรหลงเหลืออยู่ และ Plot Histogram และ Normal plot เพื่อดูการกระจายตัวของ Residual วิเคราะห์ทั้งรูปแบบการกระจาย (Distribution) ของความต้องการ และวิเคราะห์จากการหา ACF ไม่พบ pattern ใดๆ ใน Residual จึงสรุปได้ว่าวิธีนี้เหมาะสมเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์

นำข้อมูลปริมาณการใช้จริงของวัตถุดิบที่เลือกมาศึกษาทั้งหมดเก็บเป็นข้อมูลรายเดือน ปี พ.ศ.2556 ถึงปี พ.ศ. 2559 โดยนำมาพิจารณารูปแบบของข้อมูล ทำวิธีเดียวกับ Ferro Tungsten และ Fe-Cr MC ซึ่งพบว่าข้อมูลมีลักษณะเป็น Trend และ Stationary สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 รูปแบบข้อมูล (Data Patterns) ของวัตถุดิบทั้ง 25 รายการ

| Group | Stock Name | Data Pattern |
|-------|-------------------------------------|--------------|
| A-I | Ferro Tungsten | Trend |
| A-I | Chromite Sand | Stationary |
| A-II | Grains-Xwin | Trend |
| A-II | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | Trend |
| A-II | Fe-Mo | Stationary |
| A-II | Fe-Cr MC | Stationary |
| B-I | Grains-Neox | Trend |
| B-I | Grinding Wheel XWIN | Stationary |
| B-I | Grinding Wheel WENDT | Stationary |
| B-I | Grains-Neox Type S | Stationary |
| B-I | Nickel electrolytic | Stationary |
| B-I | Grains-Neox Type R | Stationary |
| B-I | Grinding Disc D230 | Trend |
| B-I | Glue Megaceram SA | Stationary |
| B-II | Resin SQ NP101B (Part : A) | Trend |
| B-II | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | Trend |
| B-II | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | Stationary |
| B-II | Sand Cerabeads 60 | Trend |
| B-II | Rope Diameter 18 mm | Stationary |
| B-II | Olivine sand | Stationary |
| B-II | Cone S350 - D350*300 SQ | Stationary |
| B-II | Corincon Powder Foundry Coating SQ | Stationary |
| B-II | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | Stationary |
| B-II | Resin SQ NP103E (Part : C) | Stationary |
| B-II | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | Stationary |

จากตารางที่ 4.5 แยกวัตถุดิบออกเป็น 2 ส่วน ตามรูปแบบของข้อมูลคือ รูปแบบ Trend และ Stationary โดยข้อมูลรูปแบบ Trend จะทำการพยากรณ์ตามวิธีการของ Ferro Tungsten

ได้ผลดังตารางที่ 4.6 และข้อมูลรูปแบบ Stationary จะทำการพยากรณ์ตามรูปแบบของ Fe-Cr MC ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ผลการสรุปค่า Measuring Forecast Error ของเทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ของข้อมูลรูปแบบ Trend ข้อมูลปี พ.ศ. 2556 – 2559

| Stock Name | Moving average (วิธีการเดิม) | | | Holt's Method | | | Double Moving average | | | ARIMA | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------|------|---------------|----------|------|-----------------------|---------|------|-------|---------|------|
| | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD |
| Ferro Tungsten | 299 | 364566 | 412 | 489 | 291478 | 405 | 472 | 356387 | 422 | 291 | 311087 | 369 |
| Grains-Xwin | 36 | 5241136 | 1798 | 37 | 6235638 | 2007 | 34 | 5150904 | 1799 | 33.6 | 4691625 | 1721 |
| Resin SQ NP102-10B (Part: B) | 385 | 8385733 | 2190 | 407 | 14961767 | 2746 | 611 | 7869950 | 1916 | 23 | 2128226 | 1100 |
| Grains-Neox | 1575 | 2626286 | 1155 | 1720 | 3018764 | 1180 | 1575 | 626286 | 1155 | 1395 | 1902027 | 1017 |
| Grinding Disc D230 | 24 | 26121 | 113 | 26 | 25746 | 111 | 23 | 23119 | 103 | 23 | 22011 | 101 |
| Resin SQ NP101B (Part : A) | 23 | 4741992 | 1678 | 21 | 3583756 | 1418 | 36 | 5079757 | 1626 | 25 | 2048385 | 1272 |
| Magnesite Powder Foundry Coating SQ | 15 | 666379 | 632 | 17 | 780214 | 711 | 15 | 575310 | 601 | 15 | 633090 | 597 |
| Sand Cerabeads 60 | 68 | 1282954 | 812 | 53 | 1304242 | 889 | 74 | 1243055 | 748 | 64 | 1155995 | 711 |

เมื่อพิจารณาค่า Measurement Forecasting Error ของข้อมูลรูปแบบ Trend จากตารางที่ 4.6 ของวัตถุดิบแต่ละชนิด เลือกเทคนิค ARIMA เนื่องจากให้ค่า MAPE, MSE หรือ MAD น้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์น้อยที่สุด

ตารางที่ 4.7 ผลการสรุปค่า Measuring Forecast Error ของเทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ของข้อมูลรูปแบบ Stationary ข้อมูลปี พ.ศ. 2556 – 2559

| Stock Name | Moving average (วิธีการเดิม) | | | Simple Exponential smoothing | | | ARIMA | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------|-------|---------------------------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
| | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD | MAPE | MSE | MAD |
| Chromite Sand | 42 | 537087708 | 17773 | 37 | 537087708 | 15300 | 37 | 354333188 | 13814 |
| Fe-Mo | 32 | 4429563 | 1729 | 28 | 3449100 | 1729 | 27 | 3689008 | 1429 |
| Fe-Cr MC | 45 | 68150035 | 6889 | 54 | 54187334 | 5800 | 56 | 53013019 | 5627 |
| Grinding Wheel XWIN | 156 | 4176 | 49 | 153 | 4176 | 48 | 147 | 3756 | 49 |
| Grinding Wheel WENDT | 95 | 7877 | 78 | 89 | 6097 | 67 | 85 | 4879 | 58 |
| Grains-Neox Type S | 513 | 722627 | 753 | 234 | 430365 | 523 | 212 | 412429 | 513 |
| Nickel electrolytic | 137 | 135104 | 287 | 218 | 144600 | 297 | 115 | 127088 | 278 |
| Grains-Neox Type R | 219 | 700526 | 607 | 395 | 57566 | 595 | 208 | 577059 | 591 |
| Glue Megaceram SA | 33 | 23746 | 129 | 32 | 22425 | 121 | 31 | 18853 | 117 |
| Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | 321 | 44097 | 166 | 423 | 34602 | 153 | 142 | 34296 | 153 |
| Rope Diameter 18 mm | 27 | 30 | 5 | 26 | 28 | 4 | 26 | 26 | 4 |
| Olivine sand | 90 | 46234115 | 5502 | 88 | 42957334 | 5231 | 80 | 30885409 | 4612 |
| Cone S350 - D350*300 SQ | 44 | 2357 | 44 | 38 | 1761 | 36 | 37 | 1583 | 34 |
| Corincon Powder Foundry Coating SQ | 25 | 123539 | 288 | 24 | 88255 | 258 | 22 | 72651 | 232 |
| Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | 240 | 6794 | 32 | 219 | 3775 | 30 | 177 | 2874 | 39 |
| Resin SQ NP103E (Part : C) | 21 | 3943 | 46 | 18 | 2590 | 39 | 18 | 2436 | 38 |
| Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | 68 | 22170 | 125 | 66 | 17856 | 113 | 65 | 14715 | 98 |

เมื่อพิจารณาค่า Measurement Forecasting Error ของข้อมูลรูปแบบ Stationary จากตารางที่ 4.7 ของวัตถุดิบแต่ละชนิด เลือกเทคนิค ARIMA เนื่องจากให้ค่า MAPE, MSE หรือ MAD น้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าวิธีการพยากรณ์ดังกล่าวให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์น้อยที่สุด

หลังจากนั้นทำการทดสอบค่าการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ ARIMA เนื่องจากเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด โดยทดสอบกับข้อมูลความต้องการจริงในปีพ.ศ. 2560 เพื่อดูความแม่นยำของค่าการพยากรณ์ได้ผลดังตารางที่ 4.8 และ 4.9 ซึ่งพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ใกล้เคียงกับของชุดข้อมูลเดิม ดังนั้นวิธี ARIMA เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สามารถนำมาใช้ได้

ตารางที่ 4.8 ผลการสรุปค่า Measuring Forecast Error จากเทคนิคการพยากรณ์ ARIMA ของข้อมูลรูปแบบ Trend ปี พ.ศ. 2560

| Stock Name | ARIMA | | |
|-------------------------------------|-------|----------|------|
| | MAPE | MSE | MAD |
| Ferro Tungsten | 61 | 3267586 | 1435 |
| Grains-Xwin | 40 | 11287549 | 2856 |
| Resin SQ NP102-10B (Part: B) | 27 | 8055856 | 2555 |
| Grains-Neox | 395 | 932546 | 726 |
| Grinding Disc D230 | 43 | 99849 | 236 |
| Resin SQ NP101B (Part : A) | 23 | 6985569 | 2371 |
| Magnesite Powder Foundry Coating SQ | 43 | 3064502 | 1332 |
| Sand Cerabeads 60 | 53 | 2439646 | 1383 |

จากตารางที่ 4.8 ผลการพยากรณ์ข้อมูลรูปแบบ Trend ด้วยเทคนิค ARIMA ทำการพิจารณาวัตถุดิบที่มีค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สูงผิดปกติ พบว่ามีวัตถุดิบ 1 ชนิด คือ Grains-Neox มีค่า MAPE สูงถึง 395 วิเคราะห์หาสาเหตุพบว่าเดือนกันยายน พ.ศ.2560 เกิดปัญหาการเหวี่ยงตัวของการผลิต พยากรณ์ว่าจะใช้ 675 กิโลกรัม แต่เมื่อถึงเวลาการผลิตจริงไม่มีการนำไปใช้งาน ส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของ Grains-Neox เฉลี่ยภาพรวมทั้งปีนั้นสูง และเมื่อทำการตัดค่าความคลาดเคลื่อนที่เหวี่ยงตัวออก พบว่า Grains-Neox มีค่า MAPE ลดลงเหลือ

ตารางที่ 4.9 ผลการสรุปค่า Measuring Forecast Error จากเทคนิคการพยากรณ์ ARIMA ของข้อมูลรูปแบบ Stationary ปี พ.ศ. 2560

| Stock Name | ARIMA | | |
|------------------------------------|-------|------------|-------|
| | MAPE | MSE | MAD |
| Chromite Sand | 44 | 1612231872 | 31721 |
| Fe-Mo | 28 | 2796376 | 1392 |
| Fe-Cr MC | 39 | 27581218 | 4650 |
| Grinding Wheel XWIN | 38 | 6267 | 72 |
| Grinding Wheel WENDT | 301 | 3032 | 45 |
| Grains-Neox Type S | 86 | 378974 | 571 |
| Nickel electrolytic | 37 | 250249 | 324 |
| Grains-Neox Type R | 62 | 413885 | 413 |
| Glue Megaceram SA | 31 | 49577 | 163 |
| Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | 133 | 33808 | 151 |
| Rope Diameter 18 mm | 29 | 17 | 3 |
| Olivine sand | 45 | 20868311 | 3757 |
| Cone S350 - D350*300 SQ | 67 | 4244 | 59 |
| Corincon Powder Foundry Coating SQ | 32 | 182457 | 396 |
| Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | 58 | 7449 | 72 |
| Resin SQ NP103E (Part : C) | 31 | 14036 | 107 |
| Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | 467 | 15684 | 100 |

จากตารางที่ 4.9 ทำการพิจารณาวัตถุดิบที่มีค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สูงผิดปกติ พบว่า Grinding Wheel WENDT มีค่า MAPE สูงถึง 301 เนื่องจากเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 เกิดปัญหาวัตถุดิบขาดสต็อก (Shortage) มีความต้องการใช้ 144 ชิ้น แต่เมื่อไปเบิกของที่คลังพัสดุมีของให้เบิกเพียง 4 ชิ้น ส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของ Grinding Wheel WENDT เฉลี่ยภาพรวมทั้งปีนั้นสูง และเมื่อทำการตัดค่าความคลาดเคลื่อนที่เหวี่ยงตัวออก พบว่า Grinding Wheel WENDT มีค่า MAPE ลดลงเหลือ 30

วัตถุดิบชนิด Sleeve M400 - D400 X 200 SQ มีค่า MAPE สูงถึง 467 เนื่องจากเดือน ธันวาคม พ.ศ.2560 เกิดปัญหาวัตถุดิบขาดสต็อก (Shortage) มีความต้องการใช้ 220 ชิ้น แต่เมื่อไป เบิกของที่คลังพัสดุมีของให้เบิกเพียง 5 ชิ้น ส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของ Sleeve M400 - D400 X 200 SQ เฉลี่ยภาพรวมทั้งปีนั้นสูง และเมื่อทำการตัดค่าความคลาดเคลื่อนที่เหวี่ยงตัวออก พบว่า Sleeve M400 - D400 X 200 SQ มีค่า MAPE ลดลงเหลือ 77

4.2 วัดผลความแม่นยำของการพยากรณ์

ในการวัดผลความแม่นยำของการพยากรณ์ จะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ (Measuring Forecast Error) ได้แก่ MAPE, MSE และ MAD ซึ่งหากเทคนิคการพยากรณ์ใดให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์น้อยที่สุด หมายความว่าข้อมูลชุดที่เรานำมาทดสอบเหมาะสมกับเทคนิคการพยากรณ์นั้นๆ ในงานวิจัยนี้ได้นำวัตถุดิบ 25 รายการ ซึ่งใช้ชุดข้อมูลที่เตรียมไว้สำหรับ Fitting model มาทำการทดสอบ จากนั้นเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ระหว่างเทคนิค Moving average (วิธีปัจจุบัน) และเทคนิค ARIMA (วิธีที่งานวิจัยนำเสนอ) ได้ผลดังตารางที่ 4.10

พบว่าเมื่อพิจารณาค่า MAPE ข้อมูลที่เรานำมาทำการ Fitting model เหมาะสมกับการพยากรณ์เทคนิค ARIMA

จากตาราง 4.10 ผลจากการนำข้อมูลวัตถุดิบทั้ง 25 รายการ มาทำการ Fitting model พบว่าการพยากรณ์ด้วยเทคนิค ARIMA มีความเหมาะสมมากกว่าเทคนิค Moving average เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ (Measuring Forecast Error) น้อยกว่า พิจารณาเฉพาะค่า MAPE ซึ่งเป็นวิธีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับข้อมูลจริง พบว่าวัตถุดิบทั้ง 25 รายการ เมื่อใช้วิธี ARIMA ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ลดลง 23 รายการ มีเพียง 2 ชนิด ก็คือ Resin SQ NP101B (Part : A) และ Fe-Cr MC ที่ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย Resin SQ NP101B (Part : A) เพิ่มขึ้น 8% Fe-Cr MC เพิ่มขึ้น 25% เนื่องจากข้อมูลมีความเป็น Stationary ที่ชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาที่ค่า MSE และ MAD พบว่าเทคนิค ARIMA มีค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์น้อยกว่าเทคนิค Moving average อยู่ดี

เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์เฉลี่ยทั้ง 25 รายการ พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยลดลง 26% หรือสามารถสรุปได้ว่าตอน Fitting model ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ดีขึ้นทุกตัว ดังนั้นจากการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สามารถสรุป

ได้ว่าการพยากรณ์เทคนิค ARIMA เหมาะสมกับข้อมูลการพยากรณ์การใช้วัตถุดิบของโรงงาน
กรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงงานผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อ

ตารางที่ 4.10 ผลการสรุปค่า MAPE จากการพยากรณ์เทคนิค Moving average และ ARIMA จาก
การ Fitting model

| Stock Name | MAPE | | ค่าความคลาดเคลื่อนของการ พยากรณ์ |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| | Moving average (วิธีการเติม) | ARIMA (งานวิจัยนำเสนอ) | |
| Ferro Tungsten | 299 | 291 | -3% |
| Grains-Xwin | 36 | 33.6 | -7% |
| Resin SQ NP102-10B (Part: B) | 385 | 23 | -94% |
| Grains-Neox | 1575 | 1395 | -11% |
| Grinding Disc D230 | 24 | 23 | -4% |
| Resin SQ NP101B (Part : A) | 23 | 25 | 8% |
| Magnesite Powder Foundry Coating SQ | 15 | 15 | -1% |
| Sand Cerabeads 60 | 68 | 64 | -6% |
| Chromite Sand | 42 | 37 | -11% |
| Fe-Mo | 32 | 27 | -15% |
| Fe-Cr MC | 45 | 56 | 25% |
| Grinding Wheel XWIN | 156 | 147 | -6% |
| Grinding Wheel WENDT | 95 | 85 | -10% |
| Grains-Neox Type S | 513 | 212 | -59% |
| Nickel electrolytic | 137 | 115 | -16% |
| Grains-Neox Type R | 219 | 208 | -5% |
| Glue Megaceram SA | 33 | 31 | -6% |
| Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | 321 | 142 | -56% |
| Rope Diameter 18 mm | 27 | 26 | -5% |
| Olivine sand | 90 | 80 | -11% |
| Cone S350 - D350*300 SQ | 44 | 37 | -18% |
| Corincon Powder Foundry Coating SQ | 25 | 22 | -11% |
| Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | 240 | 177 | -26% |
| Resin SQ NP103E (Part : C) | 21 | 18 | -13% |
| Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | 68 | 65 | -5% |
| Average | 181 | 134 | -26% |

เมื่อได้ผลการพยากรณ์เทคนิค ARIMA จากการ Fitting model แล้ว จากการนั้นนำเทคนิคการพยากรณ์ไปทดสอบเทียบกับข้อมูลจริง และพิจารณาเทียบกับผลการพยากรณ์เทคนิค Moving average พิจารณาว่าเมื่อใช้เทคนิค ARIMA แล้วค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.11

เมื่อนำการพยากรณ์เทคนิค ARIMA มาใช้งานจริงกับข้อมูลความต้องการปีพ.ศ. 2560 พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ลดลง 12 รายการ และเพิ่มขึ้น 13 รายการ ซึ่งมี 6 รายการ ในจำนวน 13 รายการที่มีค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดได้แก่

- 1.) Resin SQ NP102-10B (Part: B)
- 2.) Grinding Disc D230
- 3.) Magnesite Powder Foundry Coating SQ
- 4.) Grains-Neox Type S
- 5.) Sleeve M350 - D350 X 200 SQ
- 6.) Resin SQ NP103E (Part: C)

วัตถุดิบทั้ง 6 รายการด้านบนตอนทำ Fitting model การพยากรณ์เทคนิค ARIMA ได้ผลที่ดีขึ้น แต่เมื่อนำมาใช้กับข้อมูลจริงมีความเหวี่ยง เนื่องจากลักษณะรูปแบบ (Pattern) ของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์จากข้อมูลจริงปี พ.ศ. 2560 พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยลดลง 34% และหากพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์โดยคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight average) โดยให้น้ำหนักจากมูลค่าการใช้ปี พ.ศ. 2560 พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยลดลง 25% และสามารถแสดงผลการสรุปค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์แบบถ่วงน้ำหนัก (Weight average) ได้ดังตารางที่ 4.12 ซึ่งเมื่อพิจารณาวัตถุดิบ 6 รายการ ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สูงแล้วพบว่าหากพิจารณาเป็นค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก โดยพิจารณาจากปริมาณการใช้ปี พ.ศ. 2560 พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก ดังนั้นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ด้วยเทคนิค ARIMA จึงส่งผลกระทบต่อผลกระทบน้อยมากกับคลังพัสดุ

ตารางที่ 4.11 ผลการสรุปค่า MAPE จากการพยากรณ์เทคนิค Moving average และ ARIMA เทียบกับข้อมูลจริง (Actual demand) ปี 2560

| Stock Name | MAPE | | ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | Moving average (วิธีการเติม) | ARIMA (งานวิจัยนำเสนอ) | |
| Ferro Tungsten | 97 | 61 | -37% |
| Grains-Xwin | 45 | 40 | -11% |
| Resin SQ NP102-10B (Part: B) | 20 | 27 | 39% |
| Grains-Neox | 190 | 109 | -43% |
| Grinding Disc D230 | 30 | 43 | 46% |
| Resin SQ NP101B (Part : A) | 19 | 23 | 19% |
| Magnesite Powder Foundry Coating SQ | 29 | 43 | 48% |
| Sand Cerabeads 60 | 51 | 53 | 3% |
| Chromite Sand | 43 | 44 | 1% |
| Fe-Mo | 23 | 28 | 23% |
| Fe-Cr MC | 46 | 39 | -14% |
| Grinding Wheel XWIN | 33 | 38 | 18% |
| Grinding Wheel WENDT | 238 | 30 | -87% |
| Grains-Neox Type S | 54 | 86 | 59% |
| Nickel electrolytic | 82 | 37 | -54% |
| Grains-Neox Type R | 88 | 62 | -30% |
| Glue Megaceram SA | 36 | 31 | -13% |
| Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | 81 | 133 | 64% |
| Rope Diameter 18 mm | 24 | 29 | 17% |
| Olivine sand | 76 | 45 | -41% |
| Cone S350 - D350*300 SQ | 70 | 67 | -5% |
| Corincon Powder Foundry Coating SQ | 31 | 32 | 2% |
| Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | 70 | 58 | -18% |
| Resin SQ NP103E (Part : C) | 21 | 31 | 49% |
| Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | 419 | 77 | -82% |
| Average | 77 | 51 | -34% |

ตารางที่ 4.12 ผลการสรุปค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์แบบถ่วงน้ำหนัก (Weight average)

| Stock Name | ค่าความคลาด เคลื่อนของการ พยากรณ์ (%) | มูลค่าการใช้ปี พ.ศ.2560 (บาท) | สัดส่วน | ค่าความคลาด เคลื่อนของการ พยากรณ์แบบถ่วง น้ำหนัก (%) |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---------|---|
| Ferro Tungsten | -37% | 26,160,550 | 15.40% | -5.70% |
| Grains-Xwin | -11% | 20,550,420 | 12.10% | -1.40% |
| Resin SQ NP102-10B (Part: B) | 39% | 11,258,827 | 6.60% | 2.60% |
| Grains-Neox | -43% | 7,435,480 | 4.40% | -1.90% |
| Grinding Disc D230 | 46% | 938,220 | 0.60% | 0.30% |
| Resin SQ NP101B (Part : A) | 19% | 10,547,064 | 6.20% | 1.20% |
| Magnesite Powder Foundry Coating SQ | 48% | 2,314,620 | 1.40% | 0.60% |
| Sand Cerabeads 60 | 3% | 1,542,400 | 0.90% | 0.00% |
| Chromite Sand | 1% | 12,668,600 | 7.40% | 0.10% |
| Fe-Mo | 23% | 29,934,450 | 17.60% | 4.10% |
| Fe-Cr MC | -14% | 9,180,360 | 5.40% | -0.80% |
| Grinding Wheel XWIN | 18% | 8,268,800 | 4.90% | 0.90% |
| Grinding Wheel WENDT | -87% | 4,122,300 | 2.40% | -2.10% |
| Grains-Neox Type S | 59% | 5,517,600 | 3.20% | 1.90% |
| Nickel electrolytic | -54% | 4,132,240 | 2.40% | -1.30% |
| Grains-Neox Type R | -30% | 5,459,855 | 3.20% | -1.00% |
| Glue Megaceram SA | -13% | 1,045,475 | 0.60% | -0.10% |
| Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | 64% | 1,775,021 | 1.00% | 0.70% |
| Rope Diameter 18 mm | 17% | 1,380,600 | 0.80% | 0.10% |
| Olivine sand | -41% | 949,232 | 0.60% | -0.20% |
| Cone S350 - D350*300 SQ | -5% | 1,138,320 | 0.70% | 0.00% |
| Corincon Powder Foundry Coating SQ | 2% | 1,019,850 | 0.60% | 0.00% |
| Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | -18% | 1,142,910 | 0.70% | -0.10% |
| Resin SQ NP103E (Part : C) | 49% | 939,516 | 0.60% | 0.30% |
| Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | -82% | 940,680 | 0.60% | -0.50% |

บทที่ 5

การกำหนดนโยบายและทดสอบนโยบาย

กำหนดนโยบายการบริหารจัดการการเติมเต็มวัสดุคกคลัง พิจารณาข้อมูลความต้องการของลูกค้า วิเคราะห์ข้อมูลระดับของวัสดุคกคลังที่สะสมอยู่ในคลังของพัสดุ ระยะเวลา นำ ปริมาณสั่งซื้อ เลือกนโยบายที่จะใช้กำหนดจุดสั่งซื้อ ทดลองใช้โดยการจำลองสถานการณ์ พร้อมทั้งหาจุดสั่งซื้อที่เหมาะสม วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการกำหนดนโยบายการเติมเต็มวัสดุคกคลังที่งานวิจัยนี้ นำเสนอ กับนโยบายปัจจุบันของบริษัทการศึกษา ผู้วิจัยได้คิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจาก

- การค้นหาปัญหา ซึ่งพบว่าปัจจุบันโรงงานการศึกษาในด้านการตอบสนองต่อความต้องการใช้วัสดุคกคลังมีระดับการให้บริการไม่ถึงเป้าหมายที่กำหนด อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บวัสดุคกคลัง และค่าใช้จ่ายกรณีวัสดุคกคลังขาดสต็อกสูง

- การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหา นโยบายปัจจุบันของโรงงานการศึกษา กำหนดให้ความต้องการใช้วัสดุคกคลังรายเดือนแต่ละชนิดเป็นปริมาณเท่ากับค่าเฉลี่ยความต้องการใช้ย้อนหลัง 3 เดือน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสถานการณ์จริง

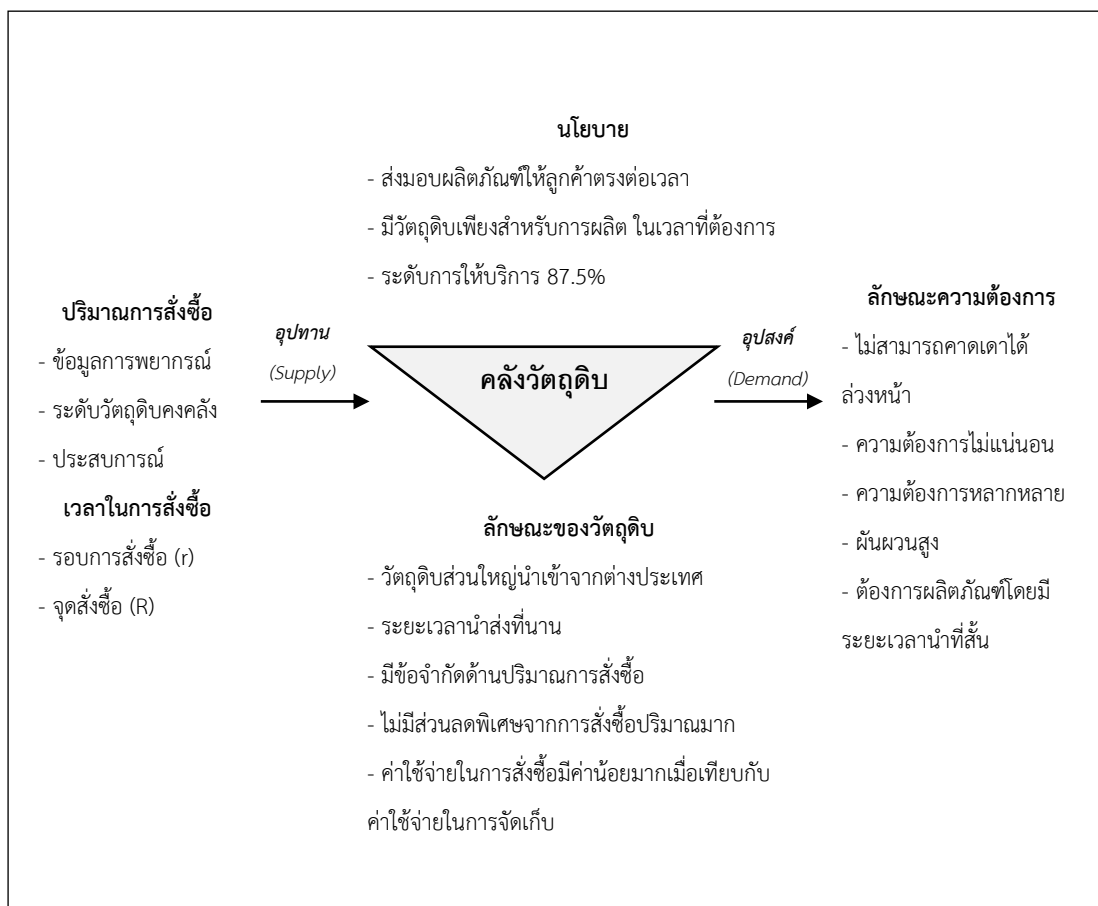
- การกำหนดนโยบายที่เหมาะสม

5.1 การบริหารคลังวัสดุคกคลังของโรงงานการศึกษา

จากการบริหารจัดการวัสดุคกคลังของโรงงานการศึกษา นโยบายในด้านการตอบสนองต่อความต้องการใช้วัสดุคกคลัง ตั้งระดับการให้บริการไว้ที่ 87.5% ปัจจุบันจากวัสดุคกคลัง 25 ชนิดที่เลือกมาศึกษาในงานวิจัยนี้ จากข้อมูลอ้างอิงรูปที่ 1.13 มีระดับการบริการเฉลี่ยอยู่ที่ 69.0% ซึ่งยังไม่ถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้

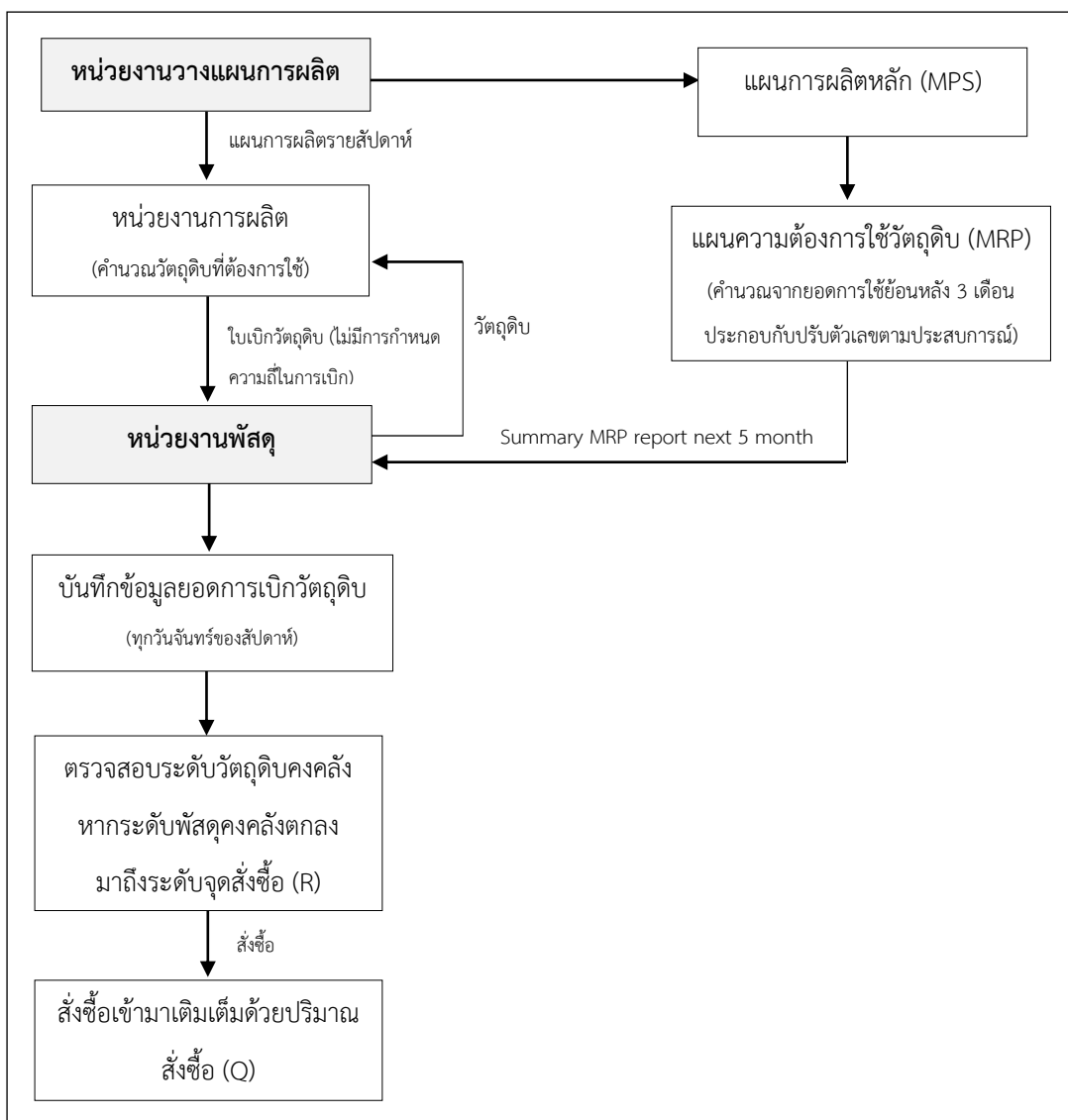
การวางแผนความต้องการใช้วัสดุคกคลังเพื่อการบริหารจัดการวัสดุคกคลังแสดงในรูปที่ 5.1 ประกอบไปด้วย 1.) ด้านอุปทาน (Supply) ในการสั่งซื้อจะพิจารณาปริมาณการสั่งซื้อ ซึ่งมีการตัดสินใจจากข้อมูลการพยากรณ์, ระดับวัสดุคกคลัง และประสบการณ์ พร้อมทั้งพิจารณาเวลาในการสั่งซื้อ ซึ่งมีการตัดสินใจในรอบในการสั่งและจุดสั่งซื้อ 2.) ด้านอุปสงค์ (Demand) เนื่องจากโรงงานการศึกษาเป็นการออกแบบและผลิตตามความต้องการของลูกค้า ดังนั้นไม่สามารถคาดเดาได้ล่วงหน้าว่าจะมีคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ใดเข้ามา ส่งผลให้ลักษณะความต้องการใช้วัสดุคกคลังมีความไม่แน่นอน หลากหลาย และผันผวนสูง อีกทั้งลูกค้ายังต้องการผลิตภัณฑ์โดยมีระยะเวลานานที่สั้น 3.) นโยบาย (Policy) โรงงานการศึกษาต้องการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าตรงต่อเวลา ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าต้องมีวัสดุคกคลังสำหรับการผลิตตรงตามแผนที่กำหนด โดยในการเก็บวัสดุคกคลังตั้งระดับการให้บริการ

ไว้ที่ 87.5% 4.) ลักษณะของวัตถุดิบ วัตถุดิบส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศจึงมีระยะเวลานำส่งที่นาน การสั่งซื้อวัตถุดิบมีข้อจำกัดด้านปริมาณของการสั่งซื้อ และไม่มีส่วนลดพิเศษจากการสั่งซื้อปริมาณมาก อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ



รูปที่ 5.1 ข้อมูลประกอบการไหลของวัตถุดิบคงคลังของโรงงานกรณีศึกษา

ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาใช้นโยบายการสั่งวัตถุดิบเป็นแบบรอบการสั่งซื้อ (Periodic review, r) โดยจะตรวจสอบระดับพัสดุคงคลังทุกวันจันทร์ของสัปดาห์จากยอดใบเบิกพัสดุ หากระดับพัสดุคงคลังตกลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อใหม่ (Re-order points, R) จะสั่งซื้อหรือเติมเต็มพัสดุเข้ามาด้วยปริมาณสั่งซื้อ (Q) หรือสรุปได้ว่าเป็นนโยบาย r,R,Q ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 ขั้นตอนการทำงานปัจจุบันในการเบิกวัตถุดิบของโรงงานกรณีศึกษา

ในโรงงานกรณีศึกษามีขั้นตอนการเบิกวัตถุดิบโดยเริ่มจาก 1.) หน่วยงานวางแผนการผลิตส่งแผนการผลิตรายสัปดาห์ 2.) หน่วยงานการผลิตเขียนใบเบิกวัตถุดิบตามจำนวนที่ต้องการจะใช้ หากครั้งแรกเบิกวัตถุดิบมาแล้ว แต่ไม่เพียงพอในการใช้ ก็จะทำการเบิกวัตถุดิบเพิ่ม โดยที่ไม่มีการกำหนดความถี่ในการเบิก 3.) หน่วยงานพัสดุจัดเตรียมวัตถุดิบและส่งให้หน่วยงานการผลิต โดยที่บันทึกข้อมูลยอดการเบิกวัตถุดิบทุกวันจันทร์ของสัปดาห์ จากนั้นจะตรวจสอบระดับวัตถุดิบคงคลัง หากระดับพัสดุคงคลังตกลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อ (R) หน่วยงานพัสดุจะสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามาเติมเต็มด้วย

ปริมาณสั่งซื้อ (Q) ซึ่งจากนโยบายดังกล่าวสามารถคำนวณระดับจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) ได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงปริมาณระดับจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) ของนโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5%

| No. | Stock Name | หน่วย | R | Q | Qadjust |
|-----|-------------------------------------|----------|---------|--------|---------|
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 7,520 | 1,173 | 1,200 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 200,574 | 36,205 | 36,300 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 16,875 | 3,219 | 3,300 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 12,662 | 4,839 | 4,900 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 13,124 | 2,070 | 2,100 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 28,823 | 7,353 | 7,400 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 2,969 | 588 | 600 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 989 | 234 | 240 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 317 | 163 | 170 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 2,481 | 580 | 600 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 2,108 | 742 | 800 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 1,957 | 473 | 500 |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 2,851 | 1,509 | 1,510 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,647 | 1,003 | 1,100 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 13,868 | 5,444 | 5,500 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 8,867 | 5,229 | 5,300 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | 645 | 432 | 430 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 6,273 | 5,576 | 5,600 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 21 | 63 | 63 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 19,281 | 17,292 | 17,300 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 283 | 262 | 270 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,533 | 2,267 | 2,300 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 283 | 263 | 270 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 461 | 646 | 700 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 296 | 265 | 270 |

5.2 การเลือกนโยบายการเติมเต็มวัสดุคงคลัง

เลือกใช้นโยบายการสั่งซื้อแบบต่อเนื่อง (Continuous review) แทนนโยบายการสั่งซื้อแบบเป็นรอบ (Periodic review) เนื่องจาก

1.) โรงงานกรณีศึกษามีนโยบายเรื่องความเร็วในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ต้องส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้เร็วและตรงเวลา ดังนั้นจึงต้องการนโยบายที่สามารถส่งสินค้าได้อย่างรวดเร็ว จึงให้ความสำคัญกับปัญหาวัสดุขาดสต็อก (Shortage) มากกว่าการมีวัสดุคงคลังที่มาก (Over stock)

2.) ลูกค้าให้ระยะเวลา (Lead time) ของการส่งมอบสินค้าที่สั้น ดังนั้นเมื่อวางแผนที่จะผลิตสินค้าแล้ว จะต้องมีการสั่งซื้อวัสดุเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาแผนการผลิตหยุดชะงัก

3.) โรงงานกรณีศึกษาเป็นการผลิตแบบออกรูปแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า เมื่อมีคำสั่งซื้อเข้าจึงต้องวางแผนและดำเนินการผลิตอย่างรวดเร็ว เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ซึ่งนโยบายการสั่งซื้อแบบต่อเนื่องสามารถเตรียมวัสดุได้รวดเร็วกว่าวิธีการอื่น ๆ

4.) ไม่ทราบคำสั่งซื้อล่วงหน้า ส่งผลให้ความต้องการใช้วัสดุไม่แน่นอน, ไม่นิ่งและผันผวน ดังนั้นการเลือกใช้นโยบายการสั่งซื้อแบบต่อเนื่อง สามารถตอบสนองความต้องการได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่น ๆ

5.) เลือกใช้นโยบายการสั่งซื้อแบบต่อเนื่อง ทำให้สามารถปรับตัวได้ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ไม่เสียเวลาในการรอคอยวัสดุ และสามารถผลิตสินค้าได้ทันตามแผนที่กำหนด

6.) ปริมาณการใช้วัสดุจริงกับ Bill of material (BOM) ส่วนใหญ่ไม่เท่ากัน ส่งผลให้มีการเบิกวัสดุบ่อยครั้ง ซึ่งการใช้นโยบายการสั่งซื้อแบบต่อเนื่องจะมีการทบทวนระดับวัสดุคงคลังตลอดเวลาที่มีการเบิกใช้ ทำให้สามารถทราบระดับวัสดุคงคลัง และสามารถสั่งซื้อวัสดุเข้ามาเติมเต็มได้อย่างรวดเร็ว

7.) ในการสั่งซื้อวัสดุเข้ามาใช้ในการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา มีระยะเวลาของการสั่งซื้อวัสดุนานมากตั้งแต่ 1 ถึง 22 สัปดาห์ การเลือกใช้นโยบายการสั่งซื้อแบบต่อเนื่องแทนนโยบายการสั่งซื้อแบบเป็นรอบ สามารถลดเวลาในการรอคอยวัสดุลงได้ถึง 7 วัน

8.) วัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานกรณีศึกษา วัตถุดิบแต่ละชนิดสามารถสั่งซื้อได้จากผู้ขายเพียง 1 ถึง 2 แหล่งเท่านั้น หรืออาจกล่าวได้ว่ามีผู้ขายวัตถุดิบเพียงไม่กี่เจ้าสำหรับธุรกิจโรงงานผลิตขึ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ

9.) โรงงานกรณีศึกษามีระบบการบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังอยู่แล้ว การสั่งซื้อวัตถุดิบบ่อยครั้งมากขึ้น ไม่ได้ทำให้เปอร์เซ็นต์การทำงานของพนักงานมากขึ้น

อีกทั้งการเลือกใช้นโยบายการสั่งซื้อเมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังลดลงถึงจุดสั่งซื้อ (R) และจะสั่งซื้อในปริมาณ (Q) ที่กำหนด หรือนโยบาย (R,Q) และไม่ใช้นโยบายเมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังลดลงถึงจุดสั่งซื้อ (R) และจะสั่งซื้อให้ระดับวัตถุดิบคงคลังขึ้นไปถึงระดับคงคลังสูงสุด (S) หรือนโยบาย (R,S) เนื่องจาก

1.) นโยบาย (R,Q) มีการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุด ซึ่งนโยบาย (R,S) ไม่สามารถทำได้ว่าควรสั่งซื้อปริมาณเท่าไรดี เพื่อทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดुकงคลังน้อยที่สุด

2.) ข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณการสั่งซื้อ (Lot size) ผู้ขาย (Supplier) ของโรงงานกรณีศึกษามีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณการสั่ง จากสาเหตุข้อจำกัดของขนาดบรรจุภัณฑ์ที่ใส่วัตถุดิบ โดยวัตถุดิบที่มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต้องสั่งซื้อเป็นจำนวนหน่วยหลักเต็มร้อย และวัตถุดิบที่มีหน่วยเป็นชิ้นต้องสั่งซื้อเป็นจำนวนหน่วยหลักเต็มสิบ ซึ่งนโยบาย (R,Q) สามารถกำหนดปริมาณการสั่งซื้อแน่นอนได้ แต่นโยบาย (R,S) จะสั่งวัตถุดิบในปริมาณที่ไม่แน่นอน ดังนั้นจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสูง

3.) นโยบาย (R,Q) มีการเก็บวัตถุดิบคงคลังน้อยกว่านโยบาย (R,S) เนื่องจากนโยบาย (R,S) มีการเก็บวัตถุดิบคงคลังสูงมากคือจะเท่ากับปริมาณความต้องการเฉลี่ยบวกกับวัตถุดิบสำรองคลังที่สอดคล้องกับระดับการบริการที่กำหนดไว้ ส่งผลให้นโยบาย (R,Q) มีค่าใช้จ่ายในการเก็บวัตถุดิบคงคลังน้อยกว่า

สุดท้ายนี้ด้วยกลยุทธ์ของการแข่งขันด้านต่างๆ โรงงานกรณีศึกษาต้องการมีวัตถุดิบไว้สำรองคลัง เพื่อให้สามารถมีเพียงพอสำหรับการผลิต ซึ่งให้ความสำคัญกับปัญหาวัตถุดิบขาดสต็อก (Shortage) มากกว่าปัญหาการเก็บวัตถุดิบเกินความจำเป็น (Over stock) เนื่องจากเมื่อเกิดปัญหาวัตถุดิบขาดสต็อกจะเกิดผลกระทบของปัญหาที่รุนแรงมากกว่า ได้แก่ แผนการผลิตหยุดชะงัก, ผลิตไม่ได้ตามแผนที่กำหนด, ระดับการให้บริการต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด, ส่งของไม่ทันตามกำหนดส่ง

มอบให้ลูกค้า, ลูกค้าได้รับสินค้าล่าช้า, เสียโอกาสทางการค้า และบางครั้งอาจจะต้องเสียเงินค่าปรับ ดังนั้นการมีวัตถุดิบที่เพียงพอต่อการใช้ และมีในเวลาที่ต้องการ เป็นหัวใจสำคัญของโรงงาน ผลิตสินค้าที่มีการผลิตแบบออกรูปแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อ การเลือกใช้นโยบายการสั่งซื้อแบบต่อเนื่อง (Continuous review) จึงตอบโจทย์มากที่สุด และนโยบายที่เราเลือกใช้สามารถใช้ได้กับวัตถุดิบทั้ง 4 กลุ่ม ได้แก่ A-I, A-II, B-I และ B-II เนื่องจากกลุ่ม A และ B เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญกับการผลิตและมีมูลค่าการใช้งานสูง ส่วนกลุ่ม I และ II เป็นกลุ่มที่มีระยะเวลานำของการสั่งซื้อนานมากที่สุด

ส่วนอีก 5 กลุ่มที่เหลือ ได้แก่ A-III, B-III, C-I, C-II และ C-III สามารถดำเนินการได้โดยถ้าเป็นกลุ่ม C เป็นกลุ่มที่มีมูลค่าราคาของวัตถุดิบต่ำและมูลค่าการใช้งานน้อยมาก ทางโรงงานผลิตสามารถเก็บวัตถุดิบคงคลัง (Stock raw materials) ไว้ได้เพื่อรองรับความต้องการ ซึ่งอาจจะเพิ่มปริมาณวัตถุดิบคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety stock) เพื่อให้ระดับการบริการสูงขึ้น ส่วนวัตถุดิบกลุ่ม III เป็นกลุ่มที่มีระยะเวลานำ (Lead time) ของการสั่งซื้อวัตถุดิบสั้นที่สุดประมาณ 1 ถึง 30 วัน สามารถลดระดับวัตถุดิบคงคลังเพื่อความปลอดภัยลงได้ เนื่องจากโรงงานผลิตมีคำสั่งซื้อที่รอการผลิต (Order backlog) ประมาณ 30 วัน ดังนั้นหากเกิดปัญหาวัตถุดิบไม่เพียงพอต่อการใช้ จะสามารถสั่งซื้อวัตถุดิบส่วนนี้เข้ามาเติมเต็มได้ทันเวลา ไม่ส่งผลกระทบต่อแผนการผลิต ซึ่งเราสามารถนำแนวทางเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในการบริหารวัตถุดิบคงคลังในอนาคตได้

5.2.1 กำหนดตัวแปรและพารามิเตอร์

| | | |
|-------|------------------------------|--|
| เมื่อ | SS | คือระดับวัตถุดิบคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety stock) |
| | σ_L | คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการระหว่างช่วงเวลานำ |
| | Z | คือค่ามาตรฐาน (Standard normal) หรือ ค่าตัวประกอบปกติคงคลังสำรอง (Safety stock factor) |
| | R | คือจุดสั่งซื้อ |
| | μ_L | คือค่าเฉลี่ยความต้องการระหว่างช่วงเวลานำ |
| | LT | คือช่วงระยะเวลานำ (Lead time) |
| | Q | คือปริมาณการสั่งซื้อ |
| | λ | คือความต้องการเฉลี่ยต่อปี |
| | K | คือค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง (Ordering cost) |

- \hat{p} คือค่าร้างพัสดต่อหน่วย (Shortage cost)
 $n(R)$ คือค่าคาดหวังของปริมาณร้างพัสดต่อรอบการสั่ง
 h คือค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปี (Holding cost)
 $L(z)$ คือ Standardized loss function

จากการวิเคราะห์นโยบายปัจจุบัน และข้อมูลการไหลของวัตถุดิบคงคลังแต่ละชนิด สามารถกำหนดนโยบายใหม่สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามาเติมเต็มของโรงงานกรณีศึกษาได้โดยใช้รูปแบบการทบทวนระดับวัตถุดิบคงคลังแบบต่อเนื่อง (Continuous review) ซึ่งสามารถสั่งซื้อเมื่อใดก็ได้ที่ระดับวัตถุดิบคงคลังเหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อ (R) และสั่งในปริมาณการสั่งซื้อคงที่ (Q) ในกรณีที่มีความต้องการมีความแน่นอน (Deterministic) นโยบายการสั่งที่ได้จากแบบจำลองปริมาณการสั่งอย่างประหยัด คือให้สั่งเติมพัสดในปริมาณการสั่งอย่างประหยัด เมื่อระดับพัสดคงคลังลดลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อ (R) ซึ่งจุดสั่งซื้อของแบบจำลองนี้เป็นปริมาณที่เท่ากับปริมาณความต้องการในช่วงเวลานำ แต่เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาความต้องการไม่เป็นที่ทราบแน่นอนและเป็นตัวแปรสุ่มแล้ว ค่าของปริมาณความต้องการในช่วงเวลานำก็เป็นตัวแปรสุ่มด้วย ทำให้ไม่สามารถคาดการณ์หรือทราบค่าความต้องการที่จะเกิดขึ้นได้อย่างแน่นอน ทราบเฉพาะรูปแบบการแจกแจงของตัวแปรสุ่ม หรืออาจกล่าวได้ว่าลักษณะความต้องการไม่แน่นอน (Stochastics) ซึ่งเป็นไปได้ที่ความต้องการในช่วงเวลานำจะน้อยกว่า หรือมากกว่าความต้องการเฉลี่ย ดังนั้นจำเป็นต้องมีการเก็บวัตถุดิบสำรองคลัง (Safety stock) ซึ่งมีหน้าที่ป้องกันความเสี่ยงของการร้างพัสด ที่เกิดขึ้นเมื่อความต้องการมีค่ามากกว่าค่าความต้องการเฉลี่ยในกรณีที่ความต้องการมีความไม่แน่นอน พิจารณาปริมาณความต้องการสินค้าในช่วงเวลานำแจกแจงแบบปกติ สามารถคำนวณระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย ระดับจุดสั่งซื้อ และปริมาณการสั่งได้จากสมการ (5.1), (5.2) และ (5.3)

$$SS = z * \sigma_L \quad (5.1)$$

สมการที่ 5.1 คือการคำนวณหาพัสดสำรองคลัง (Safety Stock, SS) คำนวณได้จากนำค่าระดับการบริการ (Service level) ที่กำหนดไว้ไปเปิดตารางการแจกแจงปกติมาตรฐานจะได้ค่า z มาแล้วนำมาคูณกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของวัตถุดิบในช่วงเวลานำ

$$R = SS + \mu_L \quad (5.2)$$

สมการที่ 5.2 คือการคำนวณหาระดับจุดสั่งซื้อ (Re-order points, R) คำนวณได้จากการนำจำนวนพัสดสำรองคลัง (SS) บวกกับค่าความต้องการใช้วัตถุดิบในช่วงเวลานำ

$$Q^* = \sqrt{\frac{2\lambda[K + \hat{p}n(R^*)]}{h}} \quad (5.3)$$

สมการที่ 5.3 คือการคำนวณหารปริมาณสั่งซื้อคงที่ (Q) และจุดสั่งซื้อ (R) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่อปีมีค่าต่ำที่สุด กำหนดให้ $G(Q,R)$ เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ของแบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อคงที่ (R,Q) ดังนั้น $G(Q,R) =$ ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อปี + ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี + ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายในการร่างพัสดุต่อปี ซึ่งสามารถอ้างอิงได้จากสมการที่ 2.38

5.2.2 สมมุติฐานของแบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อคงที่ (R,Q)

จากหัวข้อ 2.2.5.1.1 สมมุติฐานของแบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อคงที่ (R,Q) มีดังนี้

- 1.) ระบบวัตถุดิบคงคลังมีการทบทวนอย่างต่อเนื่อง
- 2.) ความต้องการมีค่าสุ่ม (Random) และคงที่ (Stationary) ที่ค่าคาดหวัง (Mean) และค่าเบี่ยงเบน (Standard deviation) คงที่ และทราบฟังก์ชันการกระจายตัว (Probability density function)
- 3.) ค่าเวลานำ (Lead time) เป็นค่าคงที่
- 4.) ปริมาณการร่างพัสดุจะถูกชดเชยเมื่อมีพัสดุเข้ามาเติมคลัง (Backordering)
- 5.) ในช่วงระยะเวลาใดๆ จะเกิดการสั่งซื้อเพียงครั้งเดียว
- 6.) ค่าใช้จ่ายในแบบจำลอง

- ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering cost) มหาวิทยาลัย

กำหนดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบ 1,000 บาทต่อครั้ง โดยอ้างอิงแนวคิดในการคำนวณมาจากงานวิจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบคลังพัสดุกรณีศึกษาโรงงานประกอบกระบอกสูบไฮโดรลิกส์ (Sarayut Kiatubonpiboon 2006) ซึ่งคำนวณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อมาจากค่าจ้างพนักงานจัดซื้อ, ค่าจ้างผู้จัดการโรงงาน, ค่าโทรศัพท์, ค่าส่งแฟกซ์ และค่ากระดาษ ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้สามารถแสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้งได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง

| ลำดับ | รายละเอียด | มูลค่า(บาท) | หมายเหตุ |
|-------|----------------------------|--------------|---|
| 1 | พนักงานจัดซื้อ | 438 | 33,000 บาท/เดือน/30 วัน/8 ชั่วโมง/60 นาที x 180 นาที =438 บาท/ครั้ง |
| 2 | อนุมัติจากผู้จัดการจัดซื้อ | 375 | 180,000 บาท/เดือน/30 วัน/8 ชั่วโมง/60 นาที x30 นาที =375 บาท/ครั้ง |
| 3 | โทรศัพท์ | 40 | 10 บาท x 4 ครั้ง =40 บาท/ครั้ง |
| 4 | อินเทอร์เน็ต | 50 | |
| 5 | กระดาษสำหรับ PR, PO | 50 | รวมค่าเครื่องพิมพ์เอกสาร และหมึก |
| 6 | พนักงานเดินเอกสาร | 48 | 11,500 บาท/เดือน/30 วัน/8 ชั่วโมง/60 นาที x60 นาที = 48 บาท/ครั้ง |
| | รวม | 1,000 | |

จากตารางที่ 5.2 เป็นการคำนวณที่มาของค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบต่อครั้งของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโรงงานผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ โดยคิดมาจากค่าจ้างพนักงานจัดซื้อ, ค่าจ้างผู้จัดการจัดซื้อ, ค่าโทรศัพท์, ค่าอินเทอร์เน็ต, กระดาษสำหรับ PR, PO และค่าจ้างพนักงานเดินเอกสาร

- ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Holding cost)

กำหนดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาวัตถุดิบคงคลังเป็น 10% ต่อหน่วยต่อปี โดยคำนวณมาจาก MLR (Minimum Loan Rate) หรือ อัตราดอกเบี้ยของธนาคารแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2560 อยู่ที่ 6.5% บวกกับค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้รักษาความปลอดภัย (รปภ.) และค่าบำรุงรักษาลังสินค้า 3.5%

- ค่าใช้จ่ายในการร่างพัสดุ (Shortage cost) หรือค่าเสียโอกาส (Opportunity loss)

กำหนดค่าใช้จ่ายในการร่างพัสดุเป็น 100% ต่อหน่วยต่อครั้ง เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาต้องการตอบสนองต่อความพึงพอใจของลูกค้า และส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าด้วยระยะเวลาที่สั้นที่สุด ดังนั้นจึงต้องการมีวัตถุดิบที่เพียงพอสำหรับแผนการผลิต หรือกล่าวได้ว่าต้องการมีวัตถุดิบที่เพียงพอในเวลาที่ต้องการ

5.2.3 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหา (R,Q) ที่ดีที่สุด

จากทฤษฎีในหัวข้อ 2.2.5.1.3 เป้าหมายของแบบจำลองคือต้องการหาปริมาณสั่งซื้อคงที่ (Q) และจุดสั่งซื้อ (R) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่อปีมีค่าต่ำที่สุด โดยที่เราจะทำการวนซ้ำตามขั้นตอนในรูปที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการวนซ้ำสำหรับหา Q^* และ R^* โดยเริ่มจากกำหนดค่า $Q_0 = EOQ$ นำค่า Q_0 ที่ได้ไปคำนวณหาค่า R จากสมการที่ 2.40 จะได้ค่า R_1 จากนั้นไปคำนวณหาค่า Q_1 จากสมการ 2.39 จากนั้นนำค่า Q_1 ไปคำนวณหาค่า R_2 จากสมการที่ 2.40 จากนั้นไปคำนวณหาค่า Q_2 จากสมการ 2.39 เช่นเดิม แล้วลองเปรียบเทียบค่าระหว่าง (R_1, Q_1) และ (R_2, Q_2) ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ หากมีการเปลี่ยนแปลงให้ทำต่ออีก 1 รอบ จากนั้นเปรียบเทียบระหว่าง (R_2, Q_2) และ (R_3, Q_3) หากไม่เปลี่ยนแปลงสามารถสรุปได้ว่าค่า R^*, Q^* ที่ได้เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดแล้ว แต่ถ้าหากค่า (R_2, Q_2) และ (R_3, Q_3) ยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ให้ทำการวนซ้ำอีกแล้วเปรียบเทียบค่า ทำจนกระทั่งค่า R^*, Q^* ไม่เปลี่ยนแปลงหรือได้ค่าที่ยอมรับได้ถึงหยุดทำ ซึ่งจากการศึกษาวัตถุดิบชนิด Ferro Tungsten สามารถแสดงการคำนวณได้ดังนี้

การคำนวณวัตถุดิบชนิด Ferro Tungsten หานโยบาย (R,Q) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าน้อยที่สุด โดยที่ความต้องการใช้ Ferro Tungsten รายปีมีการแจกแจงแบบปกติที่ค่าเฉลี่ย (λ) 31,330 กิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) 1,724 กิโลกรัม/ปี ผู้ขายมีระยะเวลานำ (LT) 70 วัน ราคา Ferro Tungsten (c) 835 บาท/กิโลกรัม ซึ่งโรงงานกรณีศึกษากำหนดให้ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาวัตถุดิบไว้ในคลังที่ (i) 10% ของราคาของที่ซื้อ มา และหากเบิกวัตถุดิบแล้วไม่มีของให้ใช้คิดเป็นมูลค่าของขาด (Shortage) เท่ากับราคาของที่ซื้อ มา

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยของความต้องการระหว่างช่วงเวลานำ} (\mu_L) &= LT * (\lambda / 365) \\ &= 70 * (31,330 / 365) \\ &= 6,008 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการระหว่างช่วงเวลานำ} (\sigma_L) &= \sqrt{\frac{LT}{365}} * \sigma \\ &= \sqrt{\frac{70}{365}} * 1,724 \end{aligned}$$

$$= 755 \text{ กิโลกรัม}$$

$$\text{รอบที่ 0 (Iteration 0) : } Q_0 = \text{EOQ} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,000 \cdot 31,300}{83.5}} = 866 \text{ กิโลกรัม}$$

$$\text{รอบที่ 1 (Iteration 1) : } 1 - F(R_1) = \frac{Q_0 h}{\hat{p} \lambda} = \frac{866 \cdot 83.5}{835 \cdot 31,300} = 0.0028$$

จากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน(ตารางค่า z) จะได้ค่า $F(z) = 0.9972$ และ $z = 2.77$ และได้ค่า

$$R_1 = \mu_L + z\sigma_L = 6,008 + 2.77(755) = 8,103 \text{ กิโลกรัม}$$

เมื่อความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ จะได้ $n(R) = \sigma L(z)$ จากการเปิดตารางค่า $z = 2.77$ จะได้ $L(z) = 0.0008$ ดังนั้น

$$n(R_1) = \sigma L(z) = 755 * 0.0008 = 0.6039 \text{ ซึ่งสามารถไปคำนวณ } Q_1 \text{ ได้ดังนี้}$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 31,300 \cdot (1,000 + (835 \cdot 0.6039))}{83.5}} = 1,062 \text{ กิโลกรัม}$$

$$\text{รอบที่ 2 (Iteration 2) : } 1 - F(R_2) = \frac{Q_1 h}{\hat{p} \lambda} = \frac{1,062 \cdot 83.5}{835 \cdot 31,300} = 0.0034$$

จากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน จะได้ค่า $F(z) = 0.9966$ และ $z = 2.71$ และได้ค่า

$$R_2 = \mu_L + z\sigma_L = 6,008 + 2.71(755) = 8,052 \text{ กิโลกรัม}$$

จากการเปิดตารางการแจกแจงปกติมาตรฐานที่ค่า $z = 2.71$ จะได้ $L(z) = 0.0010$ ดังนั้น

$$n(R_2) = \sigma L(z) = 755 * 0.0010 = 0.7548 \text{ ซึ่งสามารถไปคำนวณ } Q_2 \text{ ได้ดังนี้}$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 31,300 \cdot (1,000 + (835 \cdot 0.7548))}{83.5}} = 1,106 \text{ กิโลกรัม}$$

จากการเปรียบเทียบ $(R_1, Q_1) = (8,103, 1,062)$ และ $(R_2, Q_2) = (8,052, 1,106)$ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าคำตอบยังไม่คงที่ จึงทำการวนซ้ำต่ออีก 1 รอบ

$$\text{รอบที่ 3 (Iteration 3) : } 1 - F(R_3) = \frac{Q_2 h}{\hat{p} \lambda} = \frac{1,106 \cdot 83.5}{835 \cdot 31,300} = 0.0035$$

จากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน จะได้ค่า $F(z) = 0.9965$ และ $z = 2.69$ และได้ค่า

$$R_3 = \mu_L + z\sigma_L = 6,008 + 2.69 (755) = 8,039 \text{ กิโลกรัม}$$

จากการเปิดตารางการแจกแจงปกติมาตรฐานที่ค่า $z = 2.69$ จะได้ $L(z) = 0.0011$ ดังนั้น

$$n(R_3) = \sigma L(z) = 755 * 0.0011 = 0.8303 \text{ ซึ่งสามารถไปคำนวณ } Q_3 \text{ ได้ดังนี้}$$

$$Q_3 = \sqrt{\frac{2 * 31,300 * (1,000 + (835 * 0.8303))}{83.5}} = 1,127 \text{ กิโลกรัม}$$

จากการเปรียบเทียบ $(R_2, Q_2) = (8,052, 1,106)$ และ $(R_3, Q_3) = (8,042, 1,127)$ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยแสดงว่าคำตอบเริ่มจะคงที่แล้ว แต่เพื่อความมั่นใจจึงลองทำการวนซ้ำต่ออีก 1 รอบ

$$\text{รอบที่ 4 (Iteration 4) : } 1 - F(R_4) = \frac{Q_3 h}{p \lambda} = \frac{1127 * 83.5}{835 * 31300} = 0.0036$$

จากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน จะได้ค่า $F(z) = 0.9964$ และ $z = 2.69$ โดยค่า z ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากรอบที่แล้ว และได้ค่า

$R_4 = \mu_L + z\sigma_L = 6,008 + 2.69 (755) = 8,037$ กิโลกรัม ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากรอบที่แล้ว ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า $(R^*, Q^*) = (8,037, 1,127)$ หรือ เมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังตกลงมายังระดับ 8,039 กิโลกรัม ให้ส่งวัตถุดิบเข้ามาในปริมาณ 1,127 กิโลกรัม แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องปริมาณในการสั่งซื้อจะต้องสั่งให้เต็มถึง จึงต้องสั่งซื้อในปริมาณ 1200 กิโลกรัม

ทำแบบวิธีข้างต้นกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ทั้งหมด 25 ชนิดที่เลือกมาศึกษาในงานวิจัยได้ผลดังตาราง 5.3 และตารางที่ 5.4 ซึ่งตารางที่ 5.3 แสดงปริมาณจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหา (R,Q) ที่ดีที่สุด โดยคำนวณมาจากความต้องการจริง (Actual demand) และตารางที่ 5.4 แสดงปริมาณจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหา (R,Q) ที่ดีที่สุด โดยคำนวณมาจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA วิเคราะห์ค่าปริมาณการสั่ง (Q) ของทั้ง 2 วิธี โดยเทียบปริมาณความต้องการจริงเป็นสัดส่วนต่อปริมาณความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณความต้องการจริงของ Ferro Tungsteng เท่ากับ 1,200 กิโลกรัม และปริมาณความต้องการพยากรณ์เท่ากับ 1,100 กิโลกรัม คิดเป็นสัดส่วน 1,200 ต่อ 1,100 หรือเท่ากับ 1 ต่อ 0.92 โดยคิดวิธีดังกล่าวกับวัตถุดิบทุกรายการ แล้วเปรียบเทียบโดยใช้เทคนิค Paired Simple T-Test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าปริมาณการ

สิ่งของทั้ง 2 วิธี พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.47 แสดงว่าปริมาณการสั่งทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 5.3 ปริมาณจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิด จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหา (R,Q) ที่ดีที่สุด โดยคำนวณมาจากความต้องการจริง

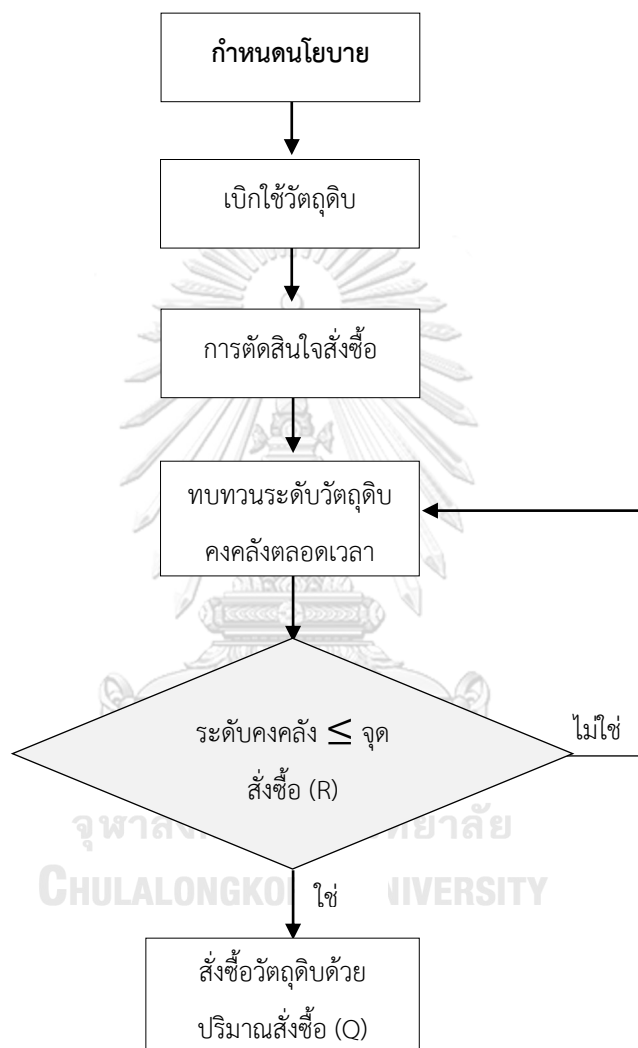
| No. | Stock Name | หน่วย | R | Q | Qadjust |
|-----|-------------------------------------|----------|---------|--------|---------|
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 8,037 | 1,127 | 1,200 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 205,856 | 41,268 | 42,000 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 16,906 | 3,323 | 3,400 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 11,296 | 4,783 | 4,800 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 13,004 | 1,964 | 2,000 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 30,307 | 8,269 | 8,300 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 3,442 | 625 | 700 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 988 | 117 | 120 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 326 | 82 | 90 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 2,748 | 557 | 600 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 2,193 | 686 | 700 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 2,220 | 451 | 500 |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 2,780 | 1,485 | 1,490 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,611 | 967 | 1,000 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 12,348 | 5,402 | 5,400 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 8,318 | 5,278 | 5,300 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | 658 | 374 | 380 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 5,826 | 5,652 | 5,700 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 19 | 22 | 22 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 18,559 | 17,820 | 18,000 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 279 | 206 | 210 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,363 | 2,246 | 2,300 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 278 | 206 | 210 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 402 | 588 | 600 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 313 | 222 | 230 |

ตารางที่ 5.4 ปริมาณจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิด จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหา (R,Q) ที่ดีที่สุด โดยคำนวณมาจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA

| No. | Stock Name | หน่วย | R | Q | Qadjust |
|-----|-------------------------------------|----------|---------|--------|---------|
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 6,309 | 1,010 | 1,100 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 218,073 | 42,752 | 42,800 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 14,651 | 3,072 | 3,100 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 9,572 | 4,362 | 4,400 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 13,096 | 1,972 | 2,000 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 38,918 | 9,511 | 9,600 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 3,350 | 619 | 700 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 867 | 110 | 110 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 420 | 93 | 100 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 3,056 | 589 | 600 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 1,710 | 594 | 600 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 1,834 | 411 | 500 |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 3,285 | 1,622 | 1,630 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,354 | 879 | 900 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 11,247 | 5,135 | 5,000 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 10,061 | 5,856 | 5,900 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | 553 | 337 | 340 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 5,582 | 5,516 | 5,600 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 21 | 23 | 23 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 17,063 | 16,969 | 17,000 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 240 | 189 | 190 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,022 | 2,060 | 2,100 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 171 | 154 | 160 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 312 | 511 | 600 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 512 | 300 | 300 |

5.2.4 กำหนดวิธีการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบ

เมื่อพนักงานบันทึกยอดปริมาณการเบิกวัตถุดิบจากใบเบิก แล้วพบว่าระดับวัตถุดิบคงคลังตกลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อใหม่ (R) จะทำการสั่งซื้อวัตถุดิบใหม่ทันที ขั้นตอนในการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบแสดงดังรูป 5.3



รูปที่ 5.3 แผนผังวิธีการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบ

จากแผนผังในการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบเริ่มจาก 1.) กำหนดนโยบายในการบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลัง ซึ่งเลือกใช้นโยบายการจัดการจัดการวัตถุดิบอย่างต่อเนื่อง หรือนโยบาย R,Q 2.) ในการเบิกใช้วัตถุดิบสามารถเบิกใช้ได้ตลอดเวลา ไม่มีการกำหนดรอบในการเบิก 3.) การตัดสินใจในการสั่งซื้อจะพิจารณาที่ระดับวัตถุดิบคงคลัง 4.) ทบทวนระดับวัตถุดิบคงคลัง โดยมีการทบทวนระดับของวัตถุดิบคงคลังตลอดเวลา 5.) เมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับจุดสั่งซื้อ (R) จะสั่งซื้อ

วัตถุดิบด้วยปริมาณคงที่ (Q) ที่กำหนดไว้ 6.) หากระดับวัตถุดิบคงคลังยังสูงกว่าระดับจุดสั่งซื้อ (R) จะยังไม่ทำการสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามาเพิ่ม ซึ่งในการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบจะทำวนซ้ำแบบนี้เรื่อยๆ

5.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)

สร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์นโยบายพัสดุคงคลัง มีดังนี้

1.) กำหนดรูปแบบของระบบวัตถุดิบคงคลังที่ต้องการนำไปวิเคราะห์และกำหนดนโยบายประกอบไปด้วย

- รูปแบบการสั่งซื้อวัตถุดิบ

- ข้อมูลค่าใช้จ่าย ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง, ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา, ค่าเสียโอกาสเมื่อวัตถุดิบขาดสต็อก

- กำหนดข้อจำกัดต่างๆ ได้แก่ ข้อจำกัดเรื่องปริมาณในการสั่งซื้อต่อครั้ง สำหรับโรงงานกรณีศึกษาคือมีข้อจำกัดดังนี้ วัตถุดิบที่มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต้องสั่งซื้อเป็นจำนวนหน่วยหลักเต็มร้อย และวัตถุดิบที่มีหน่วยเป็นชิ้นต้องสั่งซื้อเป็นจำนวนหน่วยหลักเต็มสิบ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านบรรจุกฎหมาย ส่วนวัตถุดิบที่มีหน่วยเป็นม้วนสามารถสั่งซื้อในปริมาณที่ต้องการได้เลย

2.) รวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นต่อการทดสอบ ได้แก่

- ลักษณะความต้องการ ปริมาณความต้องการรายเดือน, สัปดาห์ และวัน ที่เกิดขึ้นจริง

- ระยะเวลาของการสั่งซื้อวัตถุดิบ

- ระดับวัตถุดิบคงคลังจริงตอนเริ่มต้น

3.) สร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยใช้ Microsoft Excel

- จุดสั่งซื้อวัตถุดิบ (R)

- ปริมาณการสั่งซื้อ (Q)

4.) กำหนดชุดนโยบายวัตถุดิบคงคลังที่ต้องการทดสอบด้วยแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น

- นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ r, R, Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง

- นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ R, Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง

- นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ R, Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการจริง ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง

- นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการจริง ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม (ทำซ้ำ 10 ครั้ง)

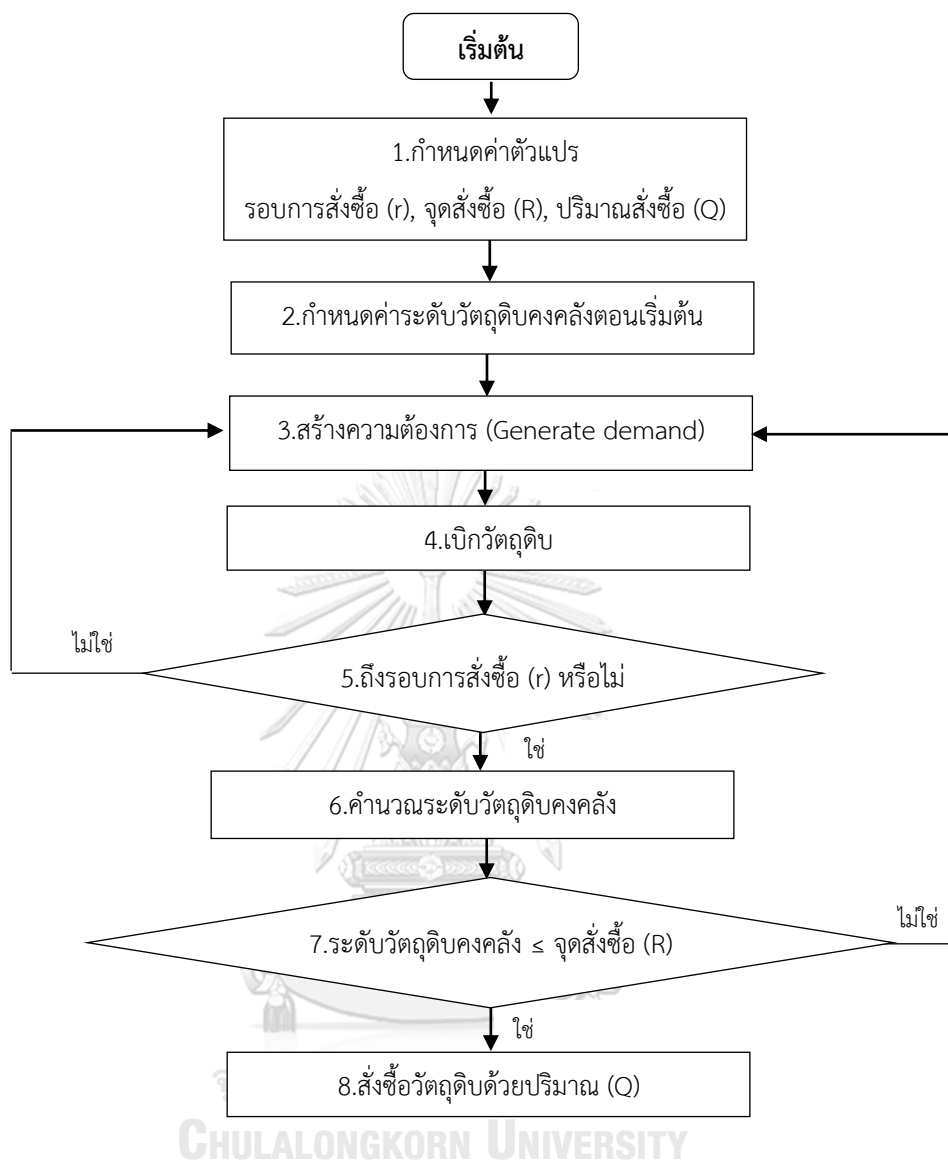
- นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม (ทำซ้ำ 10 ครั้ง)

5.) ดำเนินการทดสอบนโยบายต่างๆ ด้วยแบบจำลองสถานการณ์

6.) สรุปผลการทดสอบและเลือกนโยบายพัสดคงคลังที่เหมาะสม

5.3.1 นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ r,R,Q จากความต้องการจริง

จากนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ r,R,Q เป็นการทบทวนระดับวัตถุดิบคงคลังแบบเป็นรอบโดยที่จะทบทวนระดับวัตถุดิบคงคลังทุกวันจันทร์ของสัปดาห์ เมื่อถึงรอบการสั่งซื้อ (r) และหากระดับวัตถุดิบคงคลังอยู่ที่ระดับจุดสั่งซื้อหรือต่ำกว่าจุดสั่งซื้อ (R) จะสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามาเติมเต็มด้วยปริมาณสั่งซื้อ (Q) ที่คงที่ โดยมีวิธีการทำงานดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 วิธีการทำงานของนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ r,R,Q จากความต้องการจริง

จากขั้นตอนการทำงานของนโยบาย r,R,Q ดังรูปที่ 5.4 สามารถอธิบายการทำงานโดยละเอียดได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มจากการกำหนด (Set up) ค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ค่ารอบของการสั่งซื้อ (r) , จุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) ในแต่ละครั้ง โดยที่ในแบบจำลองนี้คำนวณค่ามาจากนโยบายปัจจุบันที่ใช้ คือกำหนดค่าระดับการให้บริการ (Service level) ที่ 87.5% ซึ่งสามารถคำนวณหาค่า R และ Q ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิดที่เลือกมาศึกษา แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 ค่าตัวแปรของนโยบาย r,R,Q (นโยบายเก่า)

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดค่าระดับวัตถุดิบคงคลังตอนเริ่มต้น (Set up initial inventory) โดยที่
ในแบบจำลอง r, R, Q ที่กำลังดำเนินการทดสอบจะกำหนดค่าระดับวัตถุดิบคงคลังตอนเริ่มต้นไว้ที่จุด
สั่งซื้อ

ขั้นตอนที่ 3 สร้างความต้องการ (Generate demand) โดยในแบบจำลองนี้เราใช้ข้อมูล
ความต้องการจริงรายวัน ปี พ.ศ. 2560 ที่เก็บมาจากโรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 เบิกวัตถุดิบ โดยเบิกวัตถุดิบตามจำนวนที่ต้องการใช้ พร้อมทั้งบันทึกลงระบบ

ขั้นตอนที่ 5 พิจารณารอบของการสั่งซื้อ (r) ซึ่งหากถึงรอบของการสั่งซื้อ คือเข้าเงื่อนไข
“ใช่” ให้ทำขั้นตอนที่ 6 ต่อไป แต่ถ้าหากยังไม่ถึงรอบของการสั่งซื้อ คือเข้าเงื่อนไข “ไม่ใช่” ก็
ดำเนินการเบิกวัตถุดิบได้ตามปกติในขั้นตอนที่ 3

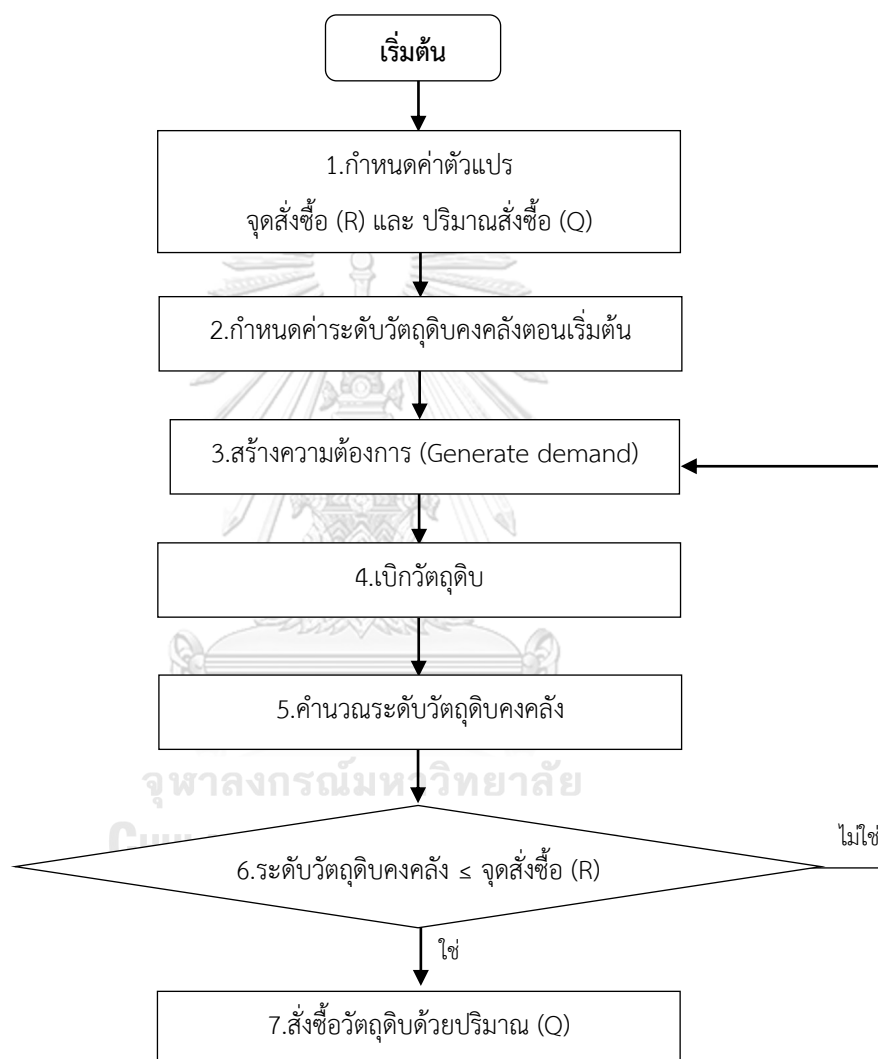
ขั้นตอนที่ 6 คำนวณระดับวัตถุดิบคงคลัง (Calculate inventory) เมื่อสิ้นสุดวัน

ขั้นตอนที่ 7 พิจารณาระดับวัตถุดิบคงคลัง (Inventory position) โดยหากระดับวัตถุดิบคง
คลังเหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับจุดสั่งซื้อ (R) คือเข้าเงื่อนไขให้เลือก “ใช่” แล้วดำเนินการต่อใน
ขั้นตอนที่ 8 แต่ถ้าหากระดับวัตถุดิบคงคลังยังสูงกว่าระดับจุดสั่งซื้อคือเข้าเงื่อนไข “ไม่ใช่” จะ
สามารถดำเนินการเบิกใช้วัตถุดิบได้ปกติตามความต้องการตามขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 8 สั่งซื้อวัตถุดิบด้วยปริมาณคงที่ (Q) ที่คำนวณได้ แสดงไว้ในตารางที่ 5.1

5.3.2 นโยบายการเติมเต็มวัสดุคงคลังแบบ R,Q จากความต้องการจริง

จากนโยบายการเติมเต็มวัสดุคงคลังแบบ R,Q เป็นการทบทวนระดับวัสดุคงคลังแบบต่อเนื่อง โดยเมื่อระดับวัสดุคงคลังลดลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อหรือต่ำกว่าจุดสั่งซื้อ (R) จะสั่งซื้อวัสดุเข้ามาเติมเต็มด้วยปริมาณสั่งซื้อ (Q) ที่คงที่ โดยมีวิธีการทำงานดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 วิธีการทำงานของนโยบายการเติมเต็มวัสดุคงคลังแบบ R,Q จากความต้องการจริง

จากขั้นตอนการทำงานของนโยบาย R,Q ดังรูปที่ 5.5 สามารถอธิบายการทำงานโดยละเอียดได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มจากการกำหนด (Set up) ค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ จุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) ของวัสดุโดยที่ในแบบจำลอง R,Q นี้คำนวณค่ามาจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหา

(R,Q) ที่ดีที่สุดในหัวข้อ 5.2.3 ซึ่งการคำนวณค่า R และ Q ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิดที่เลือกมาศึกษาจะแสดงไว้ในตารางที่ 5.3

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดค่าระดับวัตถุดิบคงคลังตอนเริ่มต้น (Set up initial inventory) โดยที่ในแบบจำลอง R,Q ที่กำลังดำเนินการทดสอบจะกำหนดค่าระดับวัตถุดิบคงคลังตอนเริ่มต้น ไว้ที่จุดสั่งซื้อ

ขั้นตอนที่ 3 สร้างความต้องการ (Generate demand) โดยในแบบจำลองนี้เราใช้ข้อมูลความต้องการจริงรายวัน ปี พ.ศ. 2560 ที่เก็บมาจากโรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 เบิกวัตถุดิบ โดยเบิกวัตถุดิบตามจำนวนที่ต้องการใช้ พร้อมทั้งบันทึกลงระบบ

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณระดับวัตถุดิบคงคลัง (Calculate Inventory) เมื่อสิ้นสุดวัน

ขั้นตอนที่ 6 พิจารณาระดับวัตถุดิบคงคลัง (Inventory position) โดยหากระดับวัตถุดิบคงคลังเหลือเท่ากับหรือน้อยกว่าระดับจุดสั่งซื้อ (R) คือเข้าเงื่อนไขให้เลือก “ใช่” แล้วดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 7 แต่ถ้าหากระดับวัตถุดิบคงคลังยังสูงกว่าระดับจุดสั่งซื้อคือเข้าเงื่อนไข “ไม่ใช่” จะสามารถดำเนินการเบิกของได้ปกติตามความต้องการตามขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 7 สั่งซื้อวัตถุดิบด้วยปริมาณคงที่ (Q) ที่คำนวณไว้จากตารางที่ 5.3

ทั้ง 2 นโยบายข้างต้น สามารถแสดงหน้าจอการสร้างแบบจำลองได้ดังตารางที่ 5.5

5.3.3 นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ R,Q จากความต้องการสุ่ม

สำหรับนโยบายนี้จะดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ เหมือนกับหัวข้อ 5.3.2 ต่างกันเฉพาะขั้นตอนที่ 3 สร้างความต้องการ โดยนโยบายนี้ในแบบจำลองสถานการณ์ เราจะใช้ข้อมูลความต้องการรายวันเป็นแบบสุ่ม โดยสุ่มจากข้อมูลความต้องการ (Demand) ในโปรแกรม Microsoft Excel

จากตารางที่ 5.5 หลังจากที่เรากำหนดค่าต่างๆ แล้ว ข้อมูลในส่วนของข้อมูลปริมาณวัตถุดิบคงคลัง ปริมาณสั่งซื้อ และเวลานำ ประกอบด้วยคอลัมน์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

คอลัมน์ 1 วันที่ แสดงเป็นข้อมูลรายวัน

คอลัมน์ 2 ต้นงวด (Begin on-hand) แสดงค่าปริมาณวัตถุดิบคงคลัง ณ ต้นงวด ซึ่งค่านี้จะเท่ากับปลายงวดของวันก่อนหน้า บวกกับปริมาณที่สั่งไว้ก่อนหน้า และจะรับเข้าในวันนี้ ซึ่งหากมีปริมาณรับเข้าจะมีค่าเท่ากับ

$$\text{ต้นงวด}_t = \text{ปลายงวด}_{t-1} \text{ หรือ } (\text{ปลายงวด}_{t-1} + \text{ปริมาณรอรับ}_t)$$

ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าคอลัมน์ 2 ที่เวลา t เท่ากับ คอลัมน์ 9 ที่เวลา $t-1$ หรือเท่ากับคอลัมน์ 9 ที่เวลา $t-1$ บวกคอลัมน์ 4 ที่เวลา t

คอลัมน์ 3 ปริมาณรับ (Quantity arrived) แสดงเป็นจำนวนที่จะมีของรับเข้า โดยที่จำนวนที่รับเข้าจะมีค่าเท่าจำนวนที่สั่งในคอลัมน์ปริมาณสั่ง ซึ่งต่างกับวันที่รับเข้าในคอลัมน์ 1 ปริมาณรับจะแสดงในวันที่ ซึ่งคำนวณจากวันที่สั่งบวกกับระยะเวลาของการสั่งซื้อ

คอลัมน์ 4 ปริมาณรอรับ (Due in later) แสดงปริมาณพัสดุคงคลังที่สั่งไว้แล้วในวันก่อนหน้า แต่ยังไม่ได้รับเข้าในวันนี้ แต่จะมีการรับเข้าในวันถัดๆ ไปที่ครบตามกำหนดเวลานำ ปริมาณนี้ต้องแสดงไว้เพื่อที่จะนำไปคำนวณระดับพัสดุที่แสดงในคอลัมน์ 5

คอลัมน์ 5 ระดับพัสดุ (Inventory position) แสดงระดับพัสดุที่ถือครองอยู่บวกกับปริมาณพัสดุคงคลังที่สั่งเข้ามาเต็มแล้วแต่ยังไม่ได้รับ ระดับพัสดุนี้จะถูกนำไปใช้ในการตัดสินใจซื้อตามนโยบาย ซึ่งในการคำนวณเกิดจากคอลัมน์ 2 บวกกับคอลัมน์ 4

คอลัมน์ 6 ปริมาณสั่งซื้อ (Amount order) แสดงปริมาณที่สั่งซื้อในวันนี้ ซึ่งจะสั่งซื้อตอนต้นวัน ปริมาณสั่งซื้อนี้จะเท่ากับปริมาณ Q ที่กำหนดไว้ตอนต้นตามนโยบายต่างๆ

คอลัมน์ 7 วันที่ได้รับ (Day order arrives) แสดงวันที่จะได้รับพัสดุ ซึ่งจะเท่ากับค่าของวันที่ปัจจุบันบวกระยะเวลา

คอลัมน์ 8 ความต้องการ (Demand) แสดงปริมาณความต้องการตอนต้นวัน ในการจำลองมีทั้งการใช้ความต้องการจริง และความต้องการแบบสุ่ม โดยที่ความต้องการสุ่มจะอาศัยเทคนิคมอนติคาร์โล ซึ่งใช้ฟังก์ชันคำสั่ง โดยสุ่มจากข้อมูลความต้องการ (Demand) ในโปรแกรม Microsoft Excel สำหรับระบบพัสดุคงคลังในแบบจำลองนี้กำหนดให้ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ

คอลัมน์ 9 ปลายงวด (End on-hand) แสดงระดับพัสดุคงคลังที่เหลือปลายงวด ถ้าต้นงวดมีมากกว่าความต้องการค่านี้ จะแสดงต้นงวดลบด้วยความต้องการ มิฉะนั้นจะเป็นศูนย์เนื่องจากมีความต้องการมากกว่าพัสดุที่ถือครองไว้อยู่ในคลัง

$$\text{ปลายงวด}_t = \text{ต้นงวด}_t - \text{ความต้องการ}_t$$

คอลัมน์ 10 ปริมาณสูญเสียการขาย (lost sales) แสดงปริมาณพัสดุที่ความต้องการมีค่ามากกว่าต้นงวด หรือเท่ากับศูนย์ถ้ามีพัสดุดต้นงวดพอกับความต้องการในสัปดาห์นี้

คอลัมน์ 11 ค่าใช้จ่ายในการสั่ง (Fixed order cost) แสดงค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและขนส่งในแต่ละวัน ซึ่งแสดงค่า 1,000 บาท เมื่อมีการสั่งซื้อเกิดขึ้นตอนต้นวัน และมีค่าเป็นศูนย์เมื่อไม่มีการสั่งซื้อเกิดขึ้นในวันนั้น

คอลัมน์ 12 ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Holding cost) แสดงค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาวัตถุดิบแต่ละชนิดในแต่ละวัน ซึ่งจะคำนวณจากค่าเฉลี่ยของวัตถุดิบที่ถือครองระหว่างวันคูณด้วยค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อวัน ค่าเฉลี่ยของปริมาณวัตถุดิบระหว่างวันสามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของปริมาณวัตถุดิบตอนต้นวันหรือต้นงวด (คอลัมน์ 2) และปริมาณวัตถุดิบเมื่อสิ้นสุดวันหรือปลายงวด (คอลัมน์ 9)

คอลัมน์ 13 ค่าใช้จ่ายในการเสียโอกาส (Opportunity loss) หรือค่าร้างพัสดุ (Shortage cost) แสดงค่าเสียโอกาสจากการร้างพัสดุและทำให้สูญเสียการผลิต ผลิตไม่ได้ตามแผนที่กำหนดซึ่งคำนวณได้จากปริมาณที่สูญเสียการขายระหว่างวันคูณด้วยค่าร้างพัสดุต่อหน่วย

5.5 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

5.5.1 นโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง

นโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% เป็นนโยบายปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

หลังจากการทดลองจำลองสถานการณ์แล้วตามขั้นตอนในรูปที่ 5.4 ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์จากนโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง

| No. | Stock Name | หน่วย | R | Q | ค่าใช้จ่าย ในการ สั่งซื้อ | ค่าใช้จ่าย ในการเก็บ รักษา | ค่าเสีย โอกาส | รวม ค่าใช้จ่าย |
|-----------|--|----------|---------|--------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 7,520 | 1,200 | 26,000 | 524,299 | 0 | 550,299 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 200,574 | 36,300 | 22,000 | 104,008 | 1,944,684 | 2,070,693 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 16,875 | 3,300 | 26,000 | 127,336 | 2,073,003 | 2,226,340 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 12,662 | 4900 | 22,000 | 49,366 | 600,392 | 671,758 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 13,124 | 2,100 | 30,000 | 175,573 | 2,035,861 | 2,241,434 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 28,823 | 7,400 | 18,000 | 74,440 | 1,125,473 | 1,217,913 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 2,969 | 600 | 11,000 | 108,029 | 1,430,667 | 1,549,696 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | จีน | 989 | 240 | 10,000 | 129,945 | 0 | 139,945 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | จีน | 317 | 170 | 6,000 | 57,592 | 192,280 | 255,872 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 2,481 | 600 | 10,000 | 117,843 | 1,352,040 | 1,479,883 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 2,108 | 800 | 10,000 | 45,820 | 488,330 | 544,150 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 1,957 | 500 | 9,000 | 115,527 | 1,095,320 | 1,219,847 |
| 13 | Grinding Disc D230 | จีน | 2,851 | 1,510 | 7,000 | 10,701 | 36,988 | 54,689 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,647 | 1,100 | 6,000 | 13,006 | 87,769 | 106,774 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 13,868 | 5,500 | 22,000 | 44,436 | 369,688 | 436,124 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 8,867 | 5,300 | 10,000 | 16,789 | 99,036 | 125,825 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | จีน | 645 | 430 | 7,000 | 22,375 | 231,413 | 260,787 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 6,273 | 5,600 | 9,000 | 12,466 | 13,664 | 35,130 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 21 | 63 | 3,000 | 28,544 | 0 | 31,544 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 19,281 | 17,300 | 7,000 | 9,809 | 72,592 | 89,401 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | จีน | 283 | 270 | 6,000 | 14,615 | 72,675 | 93,290 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,533 | 2,300 | 7,000 | 9,553 | 423 | 16,975 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | จีน | 283 | 270 | 5,000 | 15,772 | 163,710 | 184,482 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 461 | 700 | 6,000 | 9,946 | 0 | 15,946 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | จีน | 296 | 270 | 5,000 | 16,080 | 199,660 | 220,740 |
| รวม (บาท) | | | | | 300,000 | 1,853,872 | 13,685,669 | 15,839,541 |

5.5.2 นโยบาย R,Q ที่ Service level 87.5% ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง

ทดลองจำลองสถานการณ์แล้วตามขั้นตอนในรูปที่ 5.5 ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 5.7
 ตารางที่ 5.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์จากนโยบาย R,Q ที่ Service level 87.5%
 ทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง

| No. | Stock Name | หน่วย | R | Q | ค่าใช้จ่าย ในการ สั่งซื้อ | ค่าใช้จ่าย ในการเก็บ รักษา | ค่าเสีย โอกาส | รวม ค่าใช้จ่าย |
|------------------|-------------------------------------|----------|---------|--------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 6,877 | 1,200 | 26,000 | 510,072 | 283,485 | 819,556 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 182,257 | 36,300 | 21,000 | 96,204 | 2,176,767 | 2,293,972 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 14,992 | 3,300 | 25,000 | 105,003 | 2,498,233 | 2,628,235 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 10,503 | 4900 | 21,000 | 39,077 | 827,411 | 887,488 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 11,800 | 2,100 | 29,000 | 147,599 | 2,986,663 | 3,163,262 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 25,638 | 7,400 | 18,000 | 65,029 | 1,231,720 | 1,314,749 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 2,791 | 600 | 11,000 | 105,143 | 1,574,030 | 1,690,173 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 946 | 240 | 9,000 | 119,755 | 112,512 | 241,267 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 296 | 170 | 6,000 | 51,348 | 304,760 | 362,108 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 2,328 | 600 | 9,000 | 110,186 | 1,468,320 | 1,587,506 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 1,927 | 800 | 10,000 | 43,647 | 589,521 | 643,168 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 1,838 | 500 | 9,000 | 107,131 | 1,212,535 | 1,328,666 |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 2,656 | 1,510 | 7,000 | 9,665 | 47,419 | 64,085 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,513 | 1,100 | 6,000 | 11,451 | 103,308 | 120,758 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 11,502 | 5,500 | 21,000 | 34,721 | 511,491 | 567,212 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 7,773 | 5,300 | 10,000 | 14,157 | 169,554 | 193,711 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | 577 | 430 | 7,000 | 21,113 | 295,116 | 323,228 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 5,298 | 5,600 | 9,000 | 9,878 | 100,064 | 118,942 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 17 | 63 | 3,000 | 25,415 | 17,940 | 46,355 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 16,865 | 17,300 | 7,000 | 8,111 | 85,920 | 101,031 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 253 | 270 | 5,000 | 13,053 | 190,485 | 208,538 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,221 | 2,300 | 7,000 | 8,493 | 51,805 | 67,298 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 253 | 270 | 5,000 | 13,604 | 159,885 | 178,489 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 382 | 700 | 6,000 | 8,459 | 35,872 | 50,331 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 266 | 270 | 4,000 | 14,963 | 218,420 | 237,383 |
| รวม (บาท) | | | | | 291,000 | 1,693,277 | 17,253,235 | 19,237,512 |

จากตารางที่ 5.7 นโยบาย R,Q ที่ Service level 87.5% นำผลไปเทียบกับนโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% เช่นกัน จากผลลัพธ์พบว่า นโยบาย R,Q มีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุลดลง แต่มีค่าเสียโอกาสหรือค่าของขาดสต็อกเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาที่ค่าใช้จ่ายรวมนโยบาย R,Q ที่ Service level 87.5% มีค่าใช้จ่ายรวมสูงกว่านโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% ดังนั้นถือว่านโยบายที่ได้มายังไม่เหมาะสม จึงดำเนินการทดลองหา R,Q* ที่ให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์

5.5.3 นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากความต้องการจริง และทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง

นโยบายการเติมเต็มวัสดุคงคลังแบบ R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากความต้องการใช้วัสดุจริง เป็นนโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ หลังจากการทดลองจำลองสถานการณ์แล้วตามขั้นตอนในรูปที่ 5.5 ทดสอบกับความต้องการจริง ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 5.8

จากตารางที่ 5.8 นโยบายการเติมเต็มวัสดุคงคลังแบบ R,Q ทดสอบโดยใช้ค่า R,Q* ที่ให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการจริง นำผลไปเทียบกับนโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% จากผลลัพธ์พบว่านโยบาย R,Q มีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุเพิ่มขึ้น แต่มีค่าเสียโอกาสลดลง และเมื่อพิจารณาที่ค่าใช้จ่ายรวมนโยบาย R,Q จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่านโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5% ดังนั้นถือว่านโยบายที่ได้มาเหมาะสม จึงเลือกนโยบายนี้มาใช้ต่อไป

ตารางที่ 5.8 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุด จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการจริง และทดสอบโดยใช้ความต้องการจริง

| No. | Stock Name | หน่วย | R | Q | ค่าใช้จ่าย ในการ สั่งซื้อ | ค่าใช้จ่าย ในการเก็บ รักษา | ค่าเสีย โอกาส | รวม ค่าใช้จ่าย |
|-----------|-------------------------------------|----------|---------|--------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 8,037 | 1,200 | 27,000 | 605,076 | 0 | 632,076 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 205,856 | 42,000 | 20,000 | 110,000 | 1,276,182 | 1,406,183 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 16,906 | 3,400 | 25,000 | 136,213 | 1,879,194 | 2,040,407 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 11,296 | 4800 | 22,000 | 41,450 | 438,235 | 501,685 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 13,004 | 2,000 | 32,000 | 182,972 | 1,928,612 | 2,143,584 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 30,307 | 8,300 | 17,000 | 90,525 | 949,204 | 1,056,730 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 3,442 | 700 | 11,000 | 134,759 | 647,382 | 793,141 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 988 | 120 | 19,000 | 119,900 | 0 | 138,900 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 326 | 90 | 12,000 | 48,318 | 155,800 | 216,118 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 2,748 | 600 | 10,000 | 134,336 | 1,149,120 | 1,293,456 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 2,193 | 700 | 12,000 | 50,824 | 401,380 | 464,204 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 2,220 | 500 | 10,000 | 138,951 | 836,265 | 985,216 |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 2,780 | 1,490 | 7,000 | 10,333 | 33,915 | 51,248 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,611 | 1,000 | 7,000 | 11,546 | 62,233 | 80,779 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 12,348 | 5,400 | 22,000 | 39,107 | 249,480 | 310,587 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 8,318 | 5,300 | 11,000 | 15,741 | 54,054 | 80,795 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | 658 | 380 | 8,000 | 21,809 | 199,521 | 229,330 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 5,826 | 5,700 | 9,000 | 11,976 | 12,768 | 33,744 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 19 | 22 | 8,000 | 10,369 | 10,920 | 29,289 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 18,559 | 18,000 | 7,000 | 9,654 | 50,368 | 67,022 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 279 | 210 | 7,000 | 12,355 | 71,145 | 90,500 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,363 | 2,300 | 7,000 | 9,395 | 6,305 | 22,700 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 278 | 210 | 8,000 | 12,184 | 10,710 | 30,894 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 402 | 600 | 7,000 | 7,610 | 4,248 | 18,858 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 313 | 230 | 6,000 | 16,718 | 114,570 | 137,288 |
| รวม (บาท) | | | | | 331,000 | 1,982,122 | 10,541,612 | 12,854,734 |

เพื่อให้เกิดความมั่นใจจึงทดสอบนโยบาย r,R,Q ที่ค่า R,Q* ที่ Service level 87.5% และนโยบาย R,Q ที่ค่า R,Q* ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความต้องการสุ่ม ทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 5.9 และตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.9 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นโยบาย r,R,Q ที่ Service level 87.5%
ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม

| No. | Stock Name | หน่วย | R | Q | ค่าใช้จ่าย ในการ สั่งซื้อ | ค่าใช้จ่าย ในการ เก็บรักษา | ค่าเสีย โอกาส | รวม ค่าใช้จ่าย |
|-----------|--|----------|---------|--------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 8,737 | 1,200 | 27,800 | 614,814 | 0 | 642,614 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 225,393 | 36,300 | 26,000 | 109,590 | 0 | 135,590 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 18,912 | 3,300 | 27,800 | 161,187 | 0 | 188,987 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 13,535 | 4,900 | 22,200 | 57,417 | 67,156 | 146,773 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 14,397 | 2,100 | 31,300 | 212,526 | 11,475 | 255,301 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 33,796 | 7,400 | 21,000 | 91,903 | 0 | 112,903 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 3,643 | 600 | 14,400 | 149,039 | 0 | 163,439 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 1,032 | 240 | 9,200 | 141,977 | 0 | 151,177 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 348 | 170 | 6,700 | 66,703 | 0 | 73,403 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 2,915 | 600 | 13,200 | 96,844 | 0 | 110,044 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 2,387 | 800 | 12,400 | 45,213 | 4,559 | 62,172 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 2,352 | 500 | 12,700 | 102,478 | 0 | 115,178 |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 2,979 | 1,510 | 6,900 | 11,792 | 3,287 | 21,979 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,750 | 1,100 | 6,600 | 13,312 | 4,294 | 24,205 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 14,800 | 5,500 | 21,300 | 54,312 | 11,616 | 87,228 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 9,450 | 5,300 | 10,900 | 18,389 | 15,002 | 44,291 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | 731 | 430 | 8,200 | 22,886 | 0 | 31,086 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 6,582 | 5,600 | 8,800 | 14,014 | 736 | 23,550 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 22 | 63 | 3,000 | 29,276 | 780 | 33,056 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 21,099 | 17,300 | 7,200 | 11,101 | 5 | 18,306 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 311 | 270 | 5,900 | 16,345 | 0 | 22,245 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,685 | 2,300 | 7,200 | 10,575 | 0 | 17,775 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 310 | 270 | 6,000 | 16,289 | 612 | 22,901 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 482 | 700 | 6,000 | 10,268 | 94 | 16,362 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 347 | 270 | 6,000 | 16,111 | 0 | 22,111 |
| รวม (บาท) | | | | | 328,700 | 2,094,362 | 119,616 | 2,542,679 |

5.5.4 นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากความต้องการจริง และทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม

ตารางที่ 5.10 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการจริง ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม

| No. | Stock Name | หน่วย | R | Q | ค่าใช้จ่าย ในการ สั่งซื้อ | ค่าใช้จ่าย ในการ เก็บรักษา | ค่าเสีย โอกาส | รวม ค่าใช้จ่าย |
|-----------|--|----------|---------|--------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 8,037 | 1,200 | 28,300 | 575,064 | 0 | 603,364 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 205,856 | 42,000 | 23,000 | 93,459 | 0 | 116,459 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 16,906 | 3,400 | 27,100 | 132,032 | 0 | 159,132 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 11,296 | 4,800 | 22,600 | 43,385 | 105,273 | 171,258 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 13,004 | 2,000 | 33,400 | 170,830 | 14,490 | 218,720 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 30,307 | 8,300 | 19,200 | 79,429 | 0 | 98,629 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 3,442 | 700 | 12,600 | 138,894 | 0 | 151,494 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 988 | 120 | 18,600 | 115,328 | 0 | 133,928 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 326 | 90 | 12,200 | 48,538 | 0 | 60,738 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 2,748 | 600 | 13,400 | 87,538 | 0 | 100,938 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 2,193 | 700 | 14,400 | 36,828 | 0 | 51,228 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 2,220 | 500 | 12,900 | 92,985 | 0 | 105,885 |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 2,780 | 1,490 | 7,300 | 10,501 | 7,904 | 25,705 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,611 | 1,000 | 7,400 | 11,236 | 3,472 | 22,108 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 12,348 | 5,400 | 22,300 | 40,456 | 26,478 | 89,234 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 8,318 | 5,300 | 11,000 | 15,464 | 26,939 | 53,403 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | 658 | 380 | 9,400 | 19,151 | 0 | 28,551 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 5,826 | 5,700 | 8,800 | 12,860 | 0 | 21,660 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 19 | 22 | 8,600 | 11,260 | 0 | 19,860 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 18,559 | 18,000 | 7,200 | 9,930 | 0 | 17,130 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 279 | 210 | 7,800 | 12,338 | 0 | 20,138 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,363 | 2,300 | 7,300 | 9,113 | 0 | 16,413 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 278 | 210 | 7,600 | 12,283 | 0 | 19,883 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 402 | 600 | 7,000 | 7,967 | 0 | 14,967 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 313 | 230 | 7,100 | 13,165 | 0 | 20,265 |
| รวม (บาท) | | | | | 356,500 | 1,800,035 | 184,556 | 2,341,091 |

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบนโยบายโดยใช้ความต้องการสุ่มในตารางที่ 5.9 และ 5.10 พบว่า นโยบาย r,R,Q มีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อน้อยกว่านโยบาย R,Q แต่นโยบาย r,R,Q มีค่าใช้จ่ายในการ

เก็บวัตถุดิบพัสดุดังกล่าวสูงกว่านโยบาย R,Q ส่งผลให้นโยบาย r,R,Q มีค่าใช้จ่ายรวมสูงกว่านโยบาย R,Q และเมื่อพิจารณาค่าเสียโอกาสนโยบาย R,Q มีค่าเสียโอกาสจำนวนทั้งหมด 6 รายการ ส่วนนโยบาย r,R,Q เสียโอกาสทั้งหมด 11 รายการ

5.5.5 นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม

นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังแบบ R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่มทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง ได้ผลดังตารางที่ 5.11



ตารางที่ 5.11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม

| No. | Stock Name | หน่วย | R | Q | ค่าใช้จ่าย ในการ สั่งซื้อ | ค่าใช้จ่าย ในการ เก็บรักษา | ค่าเสีย โอกาส | รวม ค่าใช้จ่าย |
|------------------|-------------------------------------|----------|---------|--------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 6,309 | 1,100 | 30,400 | 442,924 | 428438.5 | 901,763 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 218,073 | 42,800 | 22,300 | 111,278 | 0 | 133,578 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 14,651 | 3,100 | 29,300 | 84,400 | 319594 | 433,294 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 9,572 | 4,400 | 23,100 | 30,156 | 851,748 | 905,004 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 13,096 | 2,000 | 33,500 | 174,504 | 89,730 | 297,734 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 38,918 | 9,600 | 16,500 | 134,512 | 0 | 151,012 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 3,350 | 700 | 12,600 | 131,505 | 0 | 144,105 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 867 | 110 | 18,900 | 81,226 | 496907 | 597,033 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 420 | 100 | 11,000 | 86,013 | 0 | 97,013 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 3,056 | 600 | 13,400 | 110,946 | 0 | 124,346 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 1,710 | 600 | 15,000 | 19,526 | 467227 | 501,753 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 1,834 | 500 | 12,600 | 57,413 | 99928.25 | 169,941 |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 3,285 | 1,630 | 6,800 | 15,604 | 0 | 22,404 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,354 | 900 | 7,700 | 7,923 | 72,599 | 88,222 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 11,247 | 5,000 | 23,400 | 31,988 | 323,682 | 379,070 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 10,061 | 5,900 | 10,000 | 23,645 | 0 | 33,645 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | 553 | 340 | 10,200 | 13,141 | 47553.9 | 70,895 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 5,582 | 5,600 | 8,800 | 11,865 | 1961.6 | 22,627 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 21 | 23 | 8,100 | 13,095 | 2340 | 23,535 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 17,063 | 17,000 | 7,400 | 8,433 | 5783.88 | 21,617 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 240 | 190 | 8,000 | 9,132 | 12546 | 29,678 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,022 | 2,100 | 7,900 | 6,744 | 62127 | 76,771 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 171 | 160 | 8,200 | 5,637 | 175797 | 189,634 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 312 | 600 | 6,500 | 6,575 | 75968.4 | 89,043 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 512 | 300 | 5,800 | 28,799 | 0 | 34,599 |
| รวม (บาท) | | | | | 357,400 | 1,646,983 | 3,533,932 | 5,538,315 |

จากตารางที่ 5.11 จากผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบนโยบายโดยใช้ความต้องการสุ่ม พบว่านโยบาย R,Q ที่ Service level ดีที่สุดโดยคำนวณมาจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA มีค่าใช้จ่ายในการสั่ง 357,400 บาท ค่าใช้จ่ายในการเก็บวัตถุดิบพัสดुकงคลัง 1,646,983 บาท ค่าเสียโอกาสหรือค่าของขาดสต็อก (Shortage) จำนวน 17 รายการ คิดเป็นมูลค่า 3,533,932 บาท และคิดเป็นค่าใช้จ่ายรวมเท่ากับ 5,538,315 บาท และเมื่อไปพิจารณาเทียบกับตาราง 5.10 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการจริง ทดสอบโดยใช้ความต้องการสุ่ม พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการสั่ง 356,500 บาท ค่าใช้จ่ายในการเก็บวัตถุดิบพัสดुकงคลัง 1,800,035 บาท ค่าเสียโอกาสหรือค่าของขาดสต็อก (Shortage) จำนวน 6 รายการ คิดเป็นมูลค่า 184,556 บาท และคิดเป็นค่าใช้จ่ายรวมเท่ากับ 2,341,091 บาท

จากการนำนโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการจริง และนโยบาย R,Q ที่ Service level ที่ดีที่สุดจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากความต้องการพยากรณ์เทคนิค ARIMA ทำเพื่อเป็นการทดสอบตัวแบบทางคณิตศาสตร์และเปรียบเทียบผลลัพธ์ของทั้ง 2 แบบ ถ้าใช้ความต้องการจริง (Actual demand) จะเห็นผลจากนโยบายการบริหารวัตถุดิบคลัง (Inventory policy) อย่างเดียว ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ, ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Holding cost), ค่าเสียโอกาสหรือค่าขาดสต็อก (Shortage), ระดับวัตถุดิบคลัง (Inventory position) และถ้าใช้ความต้องการเป็นค่าการพยากรณ์ (Forecast demand) จะสามารถเห็นผลรวมของทั้งการพยากรณ์และนโยบายการบริหารวัตถุดิบคลัง

5.6 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

เมื่อได้ผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ของนโยบายปัจจุบันที่โรงงานกรณีศึกษาใช้ และนโยบายที่งานวิจัยนำเสนอได้ผลดังตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของทั้ง 2 นโยบาย

| เปรียบเทียบ | ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ | ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา | ค่าเสียโอกาส | รวมค่าใช้จ่าย |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|---------------|
| นโยบายปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา | 300,000 | 1,853,872 | 13,685,669 | 15,839,541 |
| นโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ | 331,000 | 1,982,122 | 10,541,612 | 12,854,734 |
| การเปลี่ยนแปลง (บาท) | 31,000 | 128,250 | -3,144,057 | -2,984,807 |

นโยบาย r,R,Q ที่ระดับการบริการ (Service level) ที่ 87.5% ซึ่งเป็นนโยบายปัจจุบันที่โรงงานกรณีศึกษาใช้จากการศึกษาวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิดพบว่าในปี พ.ศ. 2560 มีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ 300,000 บาท ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา 1,853,872 บาท และค่าเสียโอกาสหรือค่าของขาดสต็อก 13,685,669 บาท หรือสามารถสรุปได้ว่ามีค่าใช้จ่ายรวมเท่ากับ 15,839,541 บาท และเมื่อเปรียบเทียบกับนโยบาย R,Q ที่ระดับการบริการ (Service level) ที่ดีที่สุดจากการคำนวณหา R และ Q ที่ทำให้ค่าเกิดค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด พบว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ 331,000 บาท ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา 1,982,122 บาท และค่าเสียโอกาสหรือค่าของขาดสต็อก 10,541,612 บาท หรือสามารถสรุปได้ว่ามีค่าใช้จ่ายรวมเท่ากับ 12,854,734 บาท

จากการเปรียบเทียบนโยบายปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา และนโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ พบว่านโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ มีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเพิ่มขึ้น 31,000 บาท ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น 128,250 บาท และค่าเสียโอกาสหรือค่าของขาดสต็อกลดลง 3,144,057 บาท ซึ่งเมื่อพิจารณาที่ค่าใช้จ่ายรวมพบว่า นโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ มีค่าใช้จ่ายรวมลดลง 2,984,807 บาท

จากนั้นทำการพิจารณาอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุดิบคงคลังจากนโยบายปัจจุบัน และนโยบายที่งานวิจัยนำเสนอได้ผลดังตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 อัตราการหมุนเวียน (วัน) จากการใช้นโยบายแบบปัจจุบันและแบบที่งานวิจัยนำเสนอ

| No. | Stock Name | อัตราการหมุนเวียน(วัน) | |
|-----|-------------------------------------|------------------------|-------------|
| | | แบบเดิม | แบบงานวิจัย |
| 1 | Ferro Tungsten | 87 | 99 |
| 2 | Chromite Sand | 84 | 90 |
| 3 | Grains-Xwin | 69 | 71 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | 47 | 44 |
| 5 | Fe-Mo | 74 | 76 |
| 6 | Fe-Cr MC | 73 | 81 |
| 7 | Grains-Neox | 138 | 166 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | 183 | 176 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | 136 | 126 |
| 10 | Grains-Neox Type S | 145 | 158 |
| 11 | Nickel electrolytic | 100 | 106 |
| 12 | Grains-Neox Type R | 143 | 165 |
| 13 | Grinding Disc D230 | 131 | 130 |
| 14 | Glue Megaceram SA | 116 | 113 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | 46 | 45 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | 72 | 72 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | 96 | 95 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | 67 | 66 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | 110 | 60 |
| 20 | Olivine sand | 84 | 84 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | 104 | 93 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | 83 | 82 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | 100 | 97 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | 73 | 64 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | 115 | 118 |

จากการพิจารณาอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิดพบว่า มี 13 ชนิดที่เมื่อใช้นโยบายที่งานวิจัยนำเสนอแล้วทำให้อัตราการหมุนเวียน (วัน) วัตถุดิบคงคลังลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบมีการเคลื่อนไหวเร็วขึ้น ส่งผลให้การที่วัตถุดิบค้างสต็อกลดลง และวัตถุดิบ 2 ชนิด คือ

Magnesite Powder Foundry Coating SQ และ Olivine sand มีอัตราการหมุนเวียน (วัน) เท่าเดิม และมีวัฏดุบ 10 ชนิด มีอัตราการหมุนเวียน (วัน) เพิ่มขึ้น

5.7 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis)

ในการแสดงคุณสมบัติของแบบจำลองจะนำเสนอโดยการวิเคราะห์ความไวของคำตอบ (ปริมาณการสั่งที่ได้จากแบบจำลอง) ต่อค่าพารามิเตอร์นำเข้า (Input parameter) และเป็น การวิเคราะห์ความไวของค่าใช้จ่ายรวมต่อปริมาณการสั่ง

5.7.1 วิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่งต่อค่าพารามิเตอร์

เพื่อศึกษาว่าหากมีการประมาณค่าพารามิเตอร์นำเข้าต่างๆ เช่น ค่าใช้จ่ายในการสั่งต่อครั้ง ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย ค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดการร้างพัสดุ มีความคาดเคลื่อนจะส่งผลให้คำตอบหรือปริมาณการสั่งเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยอย่างไร

ในงานวิจัยนี้มีการกำหนดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยอยู่ที่ 10% ต่อปี ในการวิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่งต่อค่าพารามิเตอร์ จึงมีการปรับเปลี่ยนค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยเป็น 5%, 15% และ 20% จากนั้นก็คำนวณปริมาณการสั่งอย่างประหยัดหรือค่า Q^* เพื่อดูว่าค่า Q^* มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อค่าพารามิเตอร์เปลี่ยนไป ทดลองเลือกว่าวัฏดุบชนิด Ferro Tungsten และ Fe-Cr MC มาศึกษา ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 5.14 และ 5.15

ตารางที่ 5.14 การวิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุคงคลังของ Ferro Tungsten

| พารามิเตอร์ | การเปลี่ยนแปลง | | | | | |
|---|------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | -50% | -25% | 0% | 25% | 50% | 100% |
| ต้นทุนในการสั่งพัสดุคงที่ : K | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| ความต้องการพัสดุดต่อปี : λ | 31,330 | 31,330 | 31,330 | 31,330 | 31,330 | 31,330 |
| ต้นทุนพัสดุดต่อหน่วย : c | 835 | 835 | 835 | 835 | 835 | 835 |
| ต้นทุนการเก็บพัสดุดต่อหน่วยต่อปี : h | 41.8 | 62.6 | 83.5 | 104.4 | 125.3 | 167.0 |
| ค่าเสียหายเมื่อเกิดของขาดสต็อก : p | 835 | 835 | 835 | 835 | 835 | 835 |
| ตัวแปรตัดสินใจ | ค่าที่ได้ | | | | | |
| EOQ = Q^* | 1,660 | 1,355 | 1,173 | 1,050 | 958 | 830 |
| ผลลัพธ์ | ค่าที่ได้ | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินการทั้งหมด : | 53,522 | 65,550 | 75,691 | 84,625 | 92,702 | 107,043 |
| ระยะห่างของเวลาที่สั่ง (ปี) : T | 0.053 | 0.043 | 0.037 | 0.034 | 0.031 | 0.026 |
| %การเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุดต่อหน่วย : | -50.0% | -25.0% | 0.0% | 25.0% | 50.0% | 100.0% |
| %การเปลี่ยนแปลงของ Q^* : | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| %การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนดำเนินการ : | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |

จากการทดสอบในตารางที่ 5.14 จะเห็นได้ว่า Ferro Tungsten มีเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของค่า Q^* น้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุด ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่า Q^* มีความไวต่อค่าของพารามิเตอร์น้อย ดังนั้นคำตอบที่ได้จากแบบจำลองการหาปริมาณการสั่งอย่างประหยัด จึงเป็นคำตอบที่ค่อนข้างเสถียร เนื่องจากมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์น้อย

ตารางที่ 5.15 การวิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุคงคลังของ Fe-Cr MC

| พารามิเตอร์ | การเปลี่ยนแปลง | | | | | |
|--|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | -50% | -25% | 0% | 25% | 50% | 100% |
| ต้นทุนในการสั่งพัสดุกงที่ : K | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| ความต้องการพัสดุดต่อปี : λ | 153,006 | 153,006 | 153,006 | 153,006 | 153,006 | 153,006 |
| ต้นทุนพัสดุดต่อหน่วย : c | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ต้นทุนการเก็บพัสดุดต่อหน่วยต่อปี : h | 3.0 | 4.5 | 6.0 | 7.5 | 9.0 | 12.0 |
| ค่าเสียหายเมื่อเกิดของขาดสต็อก : p | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ตัวแปรตัดสินใจ | ค่าที่ได้ | | | | | |
| EOQ = Q* | 10,398 | 8,490 | 7,353 | 6,576 | 6,003 | 5,199 |
| ผลลัพธ์ | ค่าที่ได้ | | | | | |
| ต้นทุนการดำเนินการทั้งหมด | 30,312 | 37,124 | 42,868 | 47,927 | 52,502 | 60,624 |
| ระยะห่างของเวลาที่สั่ง (ปี) : T | 0.068 | 0.055 | 0.048 | 0.043 | 0.039 | 0.034 |
| %การเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุดต่อหน่วยต่อปี : | -50.0% | -25.0% | 0.0% | 25.0% | 50.0% | 100.0% |
| % การเปลี่ยนแปลงของ Q* | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| % การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนดำเนินการ | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |

จากการทดสอบในตารางที่ 5.15 จะเห็นได้ว่า Fe-Cr MC มีเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของค่า Q* น้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุด ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่า Q* มีความไวต่อค่าของพารามิเตอร์น้อย ดังนั้นคำตอบที่ได้จากแบบจำลองการหาปริมาณการสั่งอย่างประหยัด จึงเป็นคำตอบที่ค่อนข้างเสถียร เนื่องจากมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์น้อย จากการวิเคราะห์ความไวของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณการสั่ง (Q*) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าเก็บพัสดุด (Holding cost) ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิด

ตารางที่ 5.16 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณการสั่ง (Q*) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าจัดเก็บพัสดุ (Holding cost)

| No. | Stock Name | หน่วย | % การเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณการสั่ง (Q*) | | | | | |
|-----|-------------------------------------|----------|--|--------|-------|---------|--------|--------|
| | | | i=5% | i=7.5% | i=10% | i=12.5% | i=15% | i=20% |
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 4 | Resin SQ NP102-10B(Part: B) | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 17 | Sleeve M350-D350 X 200 SQ | ชิ้น | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 41.4% | 15.5% | 0.0% | -10.6% | -18.4% | -29.3% |

จากตาราง 5.16 พบว่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่า Q^* ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิดเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าจัดเก็บพัสดุ ซึ่งค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของค่า Q^* น้อยกว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่า Q^* มีความไวต่อค่าของพารามิเตอร์น้อย ดังนั้นคำตอบที่ได้จากแบบจำลองการหาปริมาณการสั่งอย่างประหยัด จึงเป็นคำตอบที่ค่อนข้างเสถียร เนื่องจากมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์น้อย และพิจารณาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าจัดเก็บพัสดุจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนการดำเนินงานเท่าไรสามารถจากการคำนวณของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิด สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.17

จากตาราง 5.17 พบว่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการดำเนินการของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิดเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าจัดเก็บพัสดุ ซึ่งค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการดำเนินการน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่าต้นทุนการดำเนินการมีความไวต่อค่าของพารามิเตอร์น้อย ดังนั้นคำตอบที่ได้จากแบบจำลองการหาปริมาณการสั่งอย่างประหยัด จึงเป็นคำตอบที่ค่อนข้างเสถียร เนื่องจากมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์น้อย

ตารางที่ 5.17 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการดำเนินการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าเก็บ
พัสดุ (Holding cost)

| No. | Stock Name | หน่วย | % การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการดำเนินการ | | | | | |
|-----|-------------------------------------|----------|---------------------------------------|--------|-------|---------|-------|-------|
| | | | i=5% | i=7.5% | i=10% | i=12.5% | i=15% | i=20% |
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | -29.3% | -13.4% | 0.0% | 11.8% | 22.5% | 41.4% |

5.7.2 การวิเคราะห์ความไวของค่าใช้จ่ายรวมต่อปริมาณการสั่ง

เพื่อศึกษาว่าค่าใช้จ่ายจะมีการเพิ่มขึ้นในลักษณะอย่างไร หากมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนในการเก็บรักษาพัสดุ ซึ่งจะทำให้การทดสอบที่ ค่าจัดเก็บ 5%, 10%, 15% และ 20% โดยการนำค่า Q^* และ R ที่ได้ดังตารางที่ 5.3 มาทดสอบกับนโยบาย R, Q ที่เราเลือกมาใช้งานวิจัยได้ผลดังตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.18 การวิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่งต่อค่าพารามิเตอร์ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย

| No | Stock Name | หน่วย | R | Q_{adjust} | R | Q_{adjust} | R | Q_{adjust} | R | Q_{adjust} |
|----|-------------------------------------|----------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|
| | | | i = 5% | | i = 10% | | i = 15% | | i = 20% | |
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 8,143 | 1,500 | 8,037 | 1,200 | 7,972 | 1,000 | 7,918 | 900 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 207,983 | 55,800 | 205,856 | 42,000 | 204,530 | 3,600 | 203,524 | 31,200 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 17,065 | 4,500 | 16,906 | 3,400 | 16,808 | 2,800 | 16,738 | 2,500 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 11,361 | 6,700 | 11,296 | 4,800 | 11,257 | 4,000 | 11,228 | 3,500 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 13,098 | 2,700 | 13,004 | 2,000 | 12,948 | 1,700 | 12,905 | 1,500 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 30,756 | 11,200 | 30,307 | 8,300 | 30,025 | 7,000 | 29,819 | 6,300 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 3,524 | 800 | 3,442 | 700 | 3,387 | 600 | 3,346 | 600 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 992 | 160 | 988 | 120 | 986 | 100 | 984 | 90 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 329 | 120 | 326 | 90 | 324 | 70 | 322 | 70 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 2,797 | 800 | 2,748 | 600 | 2,716 | 500 | 2,692 | 500 |
| 11 | Nickel electrolytic | กิโลกรัม | 2,222 | 1,000 | 2,193 | 700 | 2,176 | 600 | 2,162 | 600 |
| 12 | Grains-Neox Type R | กิโลกรัม | 2,266 | 600 | 2,220 | 500 | 2,188 | 400 | 2,165 | 400 |
| 13 | Grinding Disc D230 | ชิ้น | 2,797 | 2090 | 2,780 | 1,490 | 2,770 | 1230 | 2,762 | 1070 |
| 14 | Glue Megaceram SA | กิโลกรัม | 1,624 | 1,400 | 1,611 | 1,000 | 1,603 | 800 | 1,597 | 700 |
| 15 | Resin SQ NP101B (Part : A) | กิโลกรัม | 12,418 | 7,600 | 12,348 | 5,400 | 12,306 | 4,500 | 12,275 | 3,900 |
| 16 | Magnesite Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 8,377 | 7,400 | 8,318 | 5,300 | 8,281 | 4,400 | 8,255 | 3,800 |
| 17 | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | ชิ้น | 668 | 520 | 658 | 380 | 652 | 320 | 647 | 280 |
| 18 | Sand Cerabeads 60 | กิโลกรัม | 5,889 | 8,000 | 5,826 | 5,700 | 5,787 | 4,700 | 5,759 | 4,100 |
| 19 | Rope Diameter 18 mm | ม้วน | 19 | 31 | 19 | 22 | 19 | 18 | 19 | 16 |
| 20 | Olivine sand | กิโลกรัม | 18,789 | 25,000 | 18,559 | 18,000 | 18,418 | 14,700 | 18,314 | 12,900 |
| 21 | Cone S350 - D350*300 SQ | ชิ้น | 282 | 290 | 279 | 210 | 277 | 170 | 275 | 150 |
| 22 | Corincon Powder Foundry Coating SQ | กิโลกรัม | 2,382 | 3,200 | 2,363 | 2,300 | 2,352 | 1,900 | 2,344 | 1,700 |
| 23 | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | ชิ้น | 281 | 290 | 278 | 210 | 276 | 170 | 275 | 150 |
| 24 | Resin SQ NP103E (Part : C) | กิโลกรัม | 404 | 900 | 402 | 600 | 400 | 500 | 399 | 500 |
| 25 | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | ชิ้น | 320 | 320 | 313 | 230 | 309 | 190 | 306 | 170 |

จากตารางที่ 5.18 พบว่าเมื่อเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (i) พัสตุคคลัง จะส่งผลให้ระดับจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) มีค่าลดลง แต่ถ้าหากลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาวัตถุดิบคลังลดลง จะส่งผลให้ระดับจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) มีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5.19 การวิเคราะห์ความไวของปริมาณการสั่ง (Q*) และจุดสั่งซื้อ (R) ต่อค่าใช้จ่ายรวม

| No. | Stock Name | หน่วย | รวมค่าใช้จ่าย | | | |
|--|------------------------------|----------|---------------|------------|------------|------------|
| | | | i=5% | i=10% | i=15% | i=20% |
| 1 | Ferro Tungsten | กิโลกรัม | 641,929 | 632,076 | 624,448 | 619,555 |
| 2 | Chromite Sand | กิโลกรัม | 1,369,716 | 1,406,183 | 1,984,332 | 1,710,530 |
| 3 | Grains-Xwin | กิโลกรัม | 1,948,162 | 2,040,407 | 2,087,505 | 2,143,833 |
| 4 | Resin SQ NP102-10B (Part: B) | กิโลกรัม | 637,402 | 501,685 | 665,422 | 743,281 |
| 5 | Fe-Mo | กิโลกรัม | 2,108,947 | 2,143,584 | 2,167,477 | 2,187,978 |
| 6 | Fe-Cr MC | กิโลกรัม | 1,026,796 | 1,056,730 | 1,047,248 | 1,132,119 |
| 7 | Grains-Neox | กิโลกรัม | 507,228 | 793,141 | 753,452 | 786,006 |
| 8 | Grinding Wheel XWIN | ชิ้น | 139,460 | 138,900 | 137,809 | 139,778 |
| 9 | Grinding Wheel WENDT | ชิ้น | 206,890 | 216,118 | 225,166 | 233,089 |
| 10 | Grains-Neox Type S | กิโลกรัม | 1,105,858 | 1,293,456 | 1,312,409 | 1,329,269 |
| รวม(บาท) | | | 9,692,387 | 10,222,280 | 11,005,268 | 11,025,440 |
| % การเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่าย | | | -5% | 0 | 8% | 8% |
| % การเปลี่ยนแปลงค่าจัดเก็บพัสดุต่อหน่วยต่อปี | | | -50% | 0% | 50% | 100% |
| % การเปลี่ยนแปลงค่า Q* | | | 24% | 0% | 17% | 24% |

จากตาราง 5.19 พบว่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่า Q* มีค่าน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าจัดเก็บพัสดุต่อหน่วยต่อปี ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่าต้นทุนการเก็บพัสดุต่อหน่วยต่อปีมีความไวต่อค่าของพารามิเตอร์น้อย ดังนั้นคำตอบที่ได้จากแบบจำลองการหาปริมาณการสั่งอย่างประหยัด จึงเป็นคำตอบที่ค่อนข้างเสถียร เนื่องจากมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์น้อย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 เทคนิคการพยากรณ์

การวัดผลความถูกต้องของการพยากรณ์โดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงจึงสามารถที่จะใช้ในการประเมินการพยากรณ์ได้เหมาะสมกว่าวิธีอื่นๆ จากตารางที่ 4.6 ในการพยากรณ์ของข้อมูลกลุ่ม Trend พบว่าเทคนิค Moving average (วิธีการเดิม) ในการพยากรณ์มีค่า MAPE, MSE หรือ MAD มากกว่าเทคนิค ARIMA ซึ่งจะเห็นว่าวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือเทคนิค ARIMA ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ลดลง และจากตารางที่ 4.7 การพยากรณ์ของข้อมูลกลุ่ม Stationary พบว่าเทคนิค Moving average (วิธีการเดิม) มีค่า MAPE, MSE หรือ MAD มากกว่าวิธี ARIMA ซึ่งจะเห็นว่าวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือเทคนิค ARIMA ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ต่ำที่สุด เทคนิค ARIMA สามารถใช้พยากรณ์ได้กับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวทุกรูปแบบ (Stationary, Trend, Seasonal และ Cyclical) เป็นวิธีการที่มีความแม่นยำของการพยากรณ์ค่อนข้างสูง เหมาะสำหรับการพยากรณ์ทุกช่วงเวลา แต่ต้องใช้เวลาสำหรับการวิเคราะห์มากกว่าวิธีอื่นๆ

ดังนั้นจากการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน (Measuring Forecast Error) ของการพยากรณ์โดยที่พิจารณาระหว่างเทคนิค Moving average และเทคนิค ARIMA ซึ่งเทคนิค ARIMA สามารถลดความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ลงได้ 34% สามารถสรุปได้ว่าเทคนิค ARIMA เหมาะสมกับข้อมูลการพยากรณ์การใช้วัตถุดิบของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงงานผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อ

6.1.2 นโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลัง

การบริหารวัตถุดิบคงคลังเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อแบบการออกแบบตามคำสั่งซื้อ โดยลักษณะความต้องการมีความไม่แน่นอน ดังนั้นการมีวัตถุดิบสำรองในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการผลิตและมีในเวลาที่ต้องการ จะทำ

ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วและทันเวลา เมื่อมีวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมแล้ว สามารถนำค่าการพยากรณ์ที่ได้นี้ไปประกอบการตัดสินใจในการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลังสามารถส่งผลให้การสั่งซื้อวัตถุดิบมีประสิทธิภาพมากขึ้น รู้ว่าเมื่อไหร่ควรสั่งและสั่งปริมาณเท่าไร

นโยบายคลังพัสดุแบบกำหนดรอบการสั่งซื้อ (Periodic Review Policy) เมื่อเปรียบเทียบกับนโยบายคลังพัสดุแบบต่อเนื่อง (Continuous Review Policy) พบว่าแบบกำหนดรอบการสั่งซื้อนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ง่ายกว่า เนื่องจากไม่ต้องมีพนักงานคอยตรวจสอบระดับของวัตถุดิบคงคลังตลอดเวลาและมีรอบการสั่งซื้อที่ชัดเจน โดยการกำหนดรอบในการตรวจสอบของวัตถุดิบแต่ละรายการอาจไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุดิบและระยะเวลานำส่งวัตถุดิบ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นความเร็วในการตอบสนองเป็นสิ่งสำคัญมากในยุคแห่งการแข่งขันแบบปัจจุบัน การที่มีวัตถุดิบคงคลังในเวลาที่ต้องการใช้ สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามแผน มีระยะเวลาการส่งมอบที่สั้นและส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้ตรงเวลาจึงเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญที่สุดสำหรับธุรกิจการผลิตแบบออกแบบและผลิตตามคำสั่งซื้อสามารถสรุปได้ดังตาราง 6.1

ตารางที่ 6.1 ตารางเปรียบเทียบนโยบายปัจจุบันและนโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ

| นโยบายปัจจุบัน | นโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Periodic Review Policy (r,R,Q) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Continuous Review Policy (R,Q) |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ พนักงานคอยตรวจสอบระดับของวัตถุดิบคงคลังเป็นรอบทุกวันจันทร์ของสัปดาห์ | <ul style="list-style-type: none"> ■ พนักงานคอยตรวจสอบระดับของวัตถุดิบคงคลังตลอดเวลา |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ มีรอบการสั่งซื้อที่ชัดเจน (r) | <ul style="list-style-type: none"> ■ ไม่มีรอบการสั่งซื้อ |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ สั่งซื้อเมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังตกลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อใหม่ (R) และถึงรอบการสั่งซื้อ | <ul style="list-style-type: none"> ■ สั่งซื้อเมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังตกลงมาถึงระดับจุดสั่งซื้อใหม่ (R) |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ สั่งซื้อด้วยปริมาณ (Q) | <ul style="list-style-type: none"> ■ สั่งซื้อด้วยปริมาณ (Q) |

จากการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษาและการประยุกต์ใช้นโยบายที่งานวิจัยนำเสนอสามารถสรุปผลได้ดังนี้

ก. ผลของการขาดสต็อก (Shortage) สามารถวัดผลได้จากระดับการบริการ (Service level) ซึ่งพบว่าจากการใช้นโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ สามารถเพิ่มระดับการบริการของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ ได้ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ระดับการบริการแบบเดิมและแบบงานวิจัยนำเสนอ

| กลุ่ม | ระดับการบริการ(Service level) | | |
|--------|-------------------------------|---------|----------|
| | เป้าหมาย | แบบเดิม | งานวิจัย |
| A-I | 87.5% | 68% | 96% |
| A-II | 87.5% | 81% | 95% |
| B-I | 87.5% | 62% | 91% |
| B-II | 87.5% | 65% | 97% |
| เฉลี่ย | 87.5% | 69% | 94% |

จากปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีระดับการบริการเฉลี่ยของวัตถุดิบทั้ง 4 กลุ่มอยู่ที่ 69% และหลังจากทดลองใช้นโยบายการทบทวนปริมาณวัตถุดิบคงคลังอย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดค่าจุดสั่งซื้อและปริมาณสั่งซื้อจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้ทำให้ระดับการบริการเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 94%

ข. ผลของระดับวัตถุดิบคงคลังวัดเป็นอัตราการหมุนเวียน (Day of inventory)

จากการพิจารณาอัตราการหมุนเวียน (วัน) ของวัตถุดิบทั้ง 25 ชนิดจากตารางที่ 5.13 พบว่ามี 13 ชนิดที่เมื่อใช้นโยบายที่งานวิจัยนำเสนอแล้วทำให้อัตราการหมุนเวียน (วัน) วัตถุดิบคงคลังลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบมีการเคลื่อนไหวเร็วขึ้น ส่งผลให้การที่วัตถุดิบค้างสต็อกลดลง และวัตถุดิบ 2 ชนิด คือ Magnesite Powder Foundry Coating SQ และ Olivine sand มีอัตราการหมุนเวียน (วัน) เท่าเดิม และมีวัตถุดิบ 10 ชนิด มีอัตราการหมุนเวียน (วัน) เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าวัตถุดิบมีการเคลื่อนไหวช้า แต่อย่างไรก็ตามทำให้ระดับการบริการ (Service level) สูงสุด ซึ่งเมื่อพิจารณาที่ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลังดังตารางที่ 6.3 พบว่า วัตถุดิบกลุ่ม A-I, A-II และ B-I มีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลังมากขึ้น ส่วนกลุ่ม B-II มีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลังลดลง เนื่องจากวัตถุดิบในกลุ่ม B-II มีมูลค่าและปริมาณการใช้ต่ำกว่า

ตารางที่ 6.3 ค่าใช้จ่ายในการเก็บวัตถุดิบคงคลังจากการใช้นโยบายแบบปัจจุบันและแบบที่งานวิจัยนำเสนอ

| กลุ่ม | ค่าใช้จ่ายในการเก็บวัตถุดิบคงคลัง | | เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง |
|-------|-----------------------------------|-------------|---------------------------|
| | แบบเดิม | แบบงานวิจัย | |
| A-I | 628,308 | 715,076 | 14% |
| A-II | 426,716 | 451,160 | 6% |
| B-I | 598,463 | 648,968 | 8% |
| B-II | 200,386 | 166,918 | -17% |

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของนโยบายปัจจุบันและนโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ

| เปรียบเทียบ | ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ | ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา | ค่าเสียโอกาส | รวมค่าใช้จ่าย |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|---------------|
| นโยบายปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา | 300,000 | 1,853,872 | 13,685,669 | 15,839,541 |
| นโยบายที่งานวิจัยนำเสนอ | 331,000 | 1,982,122 | 10,541,612 | 12,854,734 |
| การเปลี่ยนแปลง (บาท) | 31,000 | 128,250 | -3,144,057 | -2,984,807 |
| การเปลี่ยนแปลง (%) | 10% | 7% | -23% | -19% |

จากตารางที่ 6.4 นโยบายการทบทวนปริมาณวัตถุดิบคงคลังอย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดค่าจุดสั่งซื้อ (R) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยสามารถเพิ่มระดับการบริการเป็น 94% ลดค่าการขาดสต็อกลงได้ 23% ลดค่าใช้จ่ายรวมลงได้ 19% ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การพยากรณ์เทคนิค ARIMA เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลช่วงปีที่ผ่านมา ทดสอบสำหรับโรงงานผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ อีกทั้งนโยบายการเติมเต็มวัตถุดิบคงคลัง (Replenishment Policy) นโยบายการทบทวนปริมาณวัตถุดิบคงคลังอย่างต่อเนื่อง (Continuous policy) เหมาะสมกับธุรกิจที่แข่งขันในเรื่องความเร็วในการตอบสนอง สามารถปรับตัวได้ทันกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป นโยบายนี้จึงตอบโจทย์โรงงานกรณีศึกษา

6.2 ข้อเสนอแนะ

ในการนำวิธีการพยากรณ์ไปใช้งานจริง จะต้องมีการตรวจสอบลักษณะของความต้องการอยู่เป็นประจำเพื่อให้สามารถปรับตัวได้ทันกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป และตรวจสอบผลการพยากรณ์เป็นระยะๆ เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำมากที่สุด เพราะฉะนั้นการพยากรณ์ไม่สามารถทำการพยากรณ์เพียงครั้งเดียวแล้วถือว่าสิ้นสุด เมื่อเวลาผ่านไปหรือมีการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ ผู้พยากรณ์ต้องทำการพยากรณ์ซ้ำในช่วงเวลาใหม่

6.3 ปัญหาและอุปสรรค

ข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาไม่มีการจัดเก็บเป็นระบบ ส่งผลให้ในการเก็บข้อมูลมีความยุ่งยาก รุนววย ส่งผลให้ข้อมูลที่ได้อาจจะเชื่อถือไม่ได้ ต้องนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ไปทดสอบพนักงานใช้วิธีการเขียนเอกสารใบเบิกในการเบิกวัตถุดิบ ดังนั้นในการตรวจสอบระดับวัตถุดิบคงคลังต้องมีการนำเอกสารใบเบิกไปบันทึกข้อมูล ซึ่งปัจจุบันจะทำทุกๆ วันจันทร์ของสัปดาห์ เพื่อดูปริมาณยอดวัตถุดิบที่ใช้ไปและปริมาณที่เหลือคงคลัง ซึ่งในขั้นตอนการทำงานนี้จะเสียเวลานานมาก



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

Bertrand, J. W. M. and J. C. Wortmann (1981). Production control and information systems for component-manufacturing shops, Elsevier Amsterdam.

John E. Hanke and Dean Wichern (2014). Business Forecasting. Great Britain, Pearson.

Sarayut Kiatubonpiboon (2006). Inventory Management : A Hydraulic Cylinder Factory Case Study, Chulalongkorn University. Master's Thesis, Department of Industrial Engineer.

Sari, J. F. (1981). The master Production Schedule and the Bill-of Material go Hand-in-Hand. Richard C, Long, Inc.

Sunil, C. a. P., M. (2013). Supply Chain Management : Strategy, Planning and Operation, Pearson Education Limited.

จารุตรม์ อักษร (2554). การเลือกวัตถุดิบและการจัดสรรการผลิตสำหรับกระดาษบรรจุภัณฑ์. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท

ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์ (2552). ทฤษฎีการจัดการพัสดุคงคลังและการประยุกต์ใช้สำหรับตัวแบบพัสดุคงคลังดีเทอมิ นิ สติคแบบต่อเนื่อง. เชียงใหม่, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชรินทร์พร นนท์ศิลา (2558). การปรับปรุงการบริหารคลังพัสดุสำหรับหน่วยบริการซ่อมรถฟอร์คลิฟท์. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท

ชุมพล คงคารศิริ (2550). การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ณฐา คุปต์ชัยเกียรติ (2558). การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภสร พุกษ์ไพบูลย์ (2557). การบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าเคภัณฑ์. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท

บุษบา พุกษาพันธุ์รัตน์ (2552). การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด.

- ปฐิมาพร อุดม (2556). การพยากรณ์ยอดขายสำหรับผู้แทนจำหน่ายเม็ดพลาสติก. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.
- ปวีณา เขาวลิตวงศ์ (2559). เอกสารคำสอนวิชาการวิเคราะห์พัสดุดังคลั่ง. การสอนในระดับอุดมศึกษา. ใน. กรุงเทพมหานคร, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปวีณา เขาวลิตวงศ์ (2561). การกำหนดนโยบายพัสดุดังคลั่ง ทฤษฎีและกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิภพ ลลิตาภรณ์ (2552). การบริหารพัสดุดังคลั่ง. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วิทยา สุหฤตดำรง (2545). คิดและดูอย่างไรว่าเป็นล่อจิสติกส์หรือโซ่อุปทาน. กรุงเทพมหานคร.
- ศิริประภา โฆษิตพล (2557). การพัฒนากระบวนการวิเคราะห์ปัญหาพัสดุดังคลั่งโดยกรณีศึกษา. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2542). ระบบพัสดุดังคลั่ง. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนิษา ทรัพย์ประเสริฐ (2555). การปรับปรุงกระบวนการจัดการวัสดุในโรงงานรับจ้างผลิตเสื้อสูทสำเร็จรูป. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.
- สุพล ดรงค์วัฒนา (2540). การพยากรณ์ทางธุรกิจ. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมรศิริ วิลาสเดชาพันธ์ (2560). เอกสารคำสอนวิชาการพยากรณ์ทางอุตสาหกรรม. การสอนในระดับอุดมศึกษา. ใน. กรุงเทพมหานคร, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อิสันย์ พุ่งเกียรติไพบูลย์ (2559). การกำหนดนโยบายการบริหารสินค้าคงคลังสำหรับธุรกิจซื้อมาขายไปเคมีภัณฑ์. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.

ภาคผนวก ก

ก. รายการวัตถุดิบโดยแยกจากปัจจัยระยะเวลานำของการสั่งซื้อและมูลค่าการใช้

ตารางที่ ก.1 รายการวัตถุดิบที่อยู่ในแต่ละกลุ่มแยกตามลำดับความสำคัญจากปัจจัยระยะเวลานำและมูลค่าการใช้

| กลุ่ม | ระยะเวลานำ (วัน) | | | |
|--------------------------|------------------|----------------------|---|---------------------------------|
| | I (61-160) | II (31-60) | III (0-30) | |
| มูลค่าการใช้ ของวัสดุ | A | Chromite Sand | Fe-Cr MC | CBN MACHINING INSERT |
| | | Ferro Tungsten | Fe-Mo | Esso Gas LPG -KGS |
| | | | Resin SQ NP102-10B (Part : B) | FE Cr HC (CC-Plasma) |
| | | | Xwin Grains-Xwin1 | Fe-Cr HC (Lumpie) |
| | | | | Stainless 430 |
| | | | | Steel Scrap |
| | B | Glue MEGACERAM SA | Cone S350 / D350*300 SQ | Aluminium Ingot 99% |
| | | Grinding Disc D230 | CORINCON POWDER FOUNDRY COATING RISA41L "SQ" | Copper scrap |
| | | Grinding Wheel XWIN | MAGNESITE POWER FOUNDRY COATING"SQ" | Fe-Mn |
| | | GRINDING WHEEL WENDT | Olivine sand (Facing sand) | Isopropyl Alcohol - Top Solvent |
| | | Nickel electrolytic | Resin SQ NP101B (Part : A) | New Sand (MCL-1) |
| | | Grains-Neox | Resin SQ NP103E (Part :C) | |
| | | Grains-Neox Type R | Rope Dia. 18 MM. (เชือกมะนิลา) | |
| | | Grains-Neox Type S | Sand Cerabeads 60 NCB#650 | |
| | | | Sleeve M350 - D350 X 200 SQ | |
| | | | Sleeve M400 - D400 X 200 SQ | |
| | | | Sleeve M500 - D500 X 200 SQ | |

ตารางที่ ก.1 รายการวัสดุดิบที่อยู่ในแต่ละกลุ่มแยกตามลำดับความสำคัญจากปัจจัยระยะเวลานำและมูลค่าการใช้
(ต่อ)

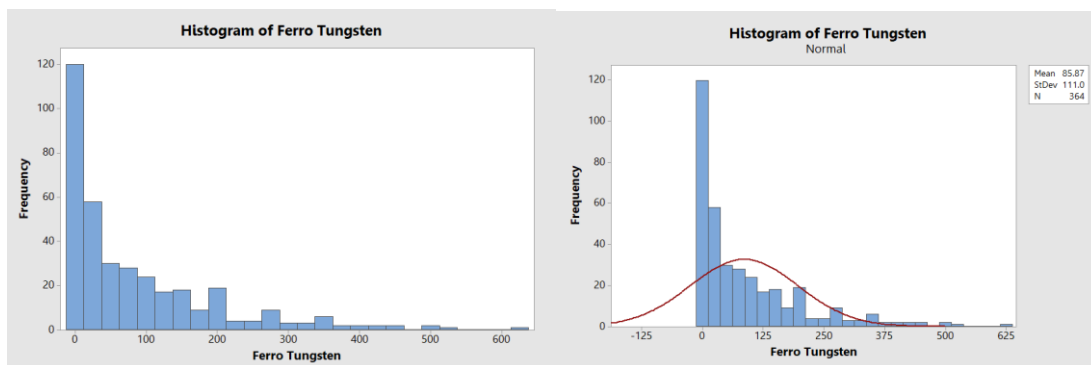
| กลุ่ม | ระยะเวลานำ (วัน) | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|--|---|--------------------------------|
| | I (61-160) | II (31-60) | III (0-30) | |
| มูลค่าการใช้ของพัสดุ | C | Carbon Gouging #IV55/00351 | Cone MTA7 / D200*300 | Carbon 99 |
| | | Ceramic Fiber Blanket | Cone S500 D500x300 "SQ" | Fe-Si |
| | | Cone MD400 / D400*200 | Cone S200 D200x200 "SQ" | Glue Colla HF (STICKHARD S) |
| | | Cone MD450 / D450*300 | Cone S225 / D225*250 "SQ" | MINRO-AL PATCH A 53 W (291 RI) |
| | | Cone MD500 / D500*300 | Cone S250 / D250*300 SQ | Recarburizer |
| | | Cone MD600 / D600*300 | Cone S300 / D300*300 SQ | REGRIND CBN MACHINING INSERT |
| | | Cone MTA8R / D220*330 | Cone S400 / D400*200 SQ | Sand Gasket 1/4" (META ROPE) |
| | | Cone MTA9 / D250*300 | Cone S450 D450x300 "SQ" | Steel Cover Scrap for Duo Cast |
| | | Cone XTA10 / D300*300 | Cone S600 D600x300 "SQ" | Talc Powder No.2 |
| | | Cone XTA11 / D350*300 | DISTRIBUTOR 4S50/80 "SRIC" | |
| | | Cutting Disc FH40INOX D230MM | DISTRIBUTOR 6S60/80 "SRIC" | |
| | | ELBLOW 90 D40 "INDIA" | ELBLOW 90 D30 "SRIC"+ "Mongkonthong" | |
| | | ELBLOW 90 D50 "INDIA" | ELBLOW 90 D40 "SRIC" | |
| | | ELBLOW 90 D60 "INDIA" | ELBLOW 90 D50 "SRIC" | |
| | | GLUE RP NO PRODUCTION : 50618 25 KGS. /Drum | ELBLOW 90 D60 "SRIC"+ "Mongkonthong" | |
| | | Grinding Wheel Hicr | ELBLOW 90 D80 "SRIC"+ "Mongkonthong" | |
| | | INGATE D40 "INDIA" | Esther catalyst Carset 60 | |
| | | INGATE D50 "INDIA" | Fe Cr H/C (Spot) | |
| | | INGATE D60 "INDIA" | Fe Si Mg (SG treatment) | |
| | | Isothermal Cover D190 KD7 | FERRUX (EXOTERMIC) | |
| | | Isothermal Cover D220 KD8 | INGATE D30 "SRIC"+ "Mongkonthong" | |
| | | Isothermal Cover D240 KD9 | INGATE D40 "SRIC"+ "Mongkonthong" | |
| | | Isothermal Cover D290 KD10 | INGATE D50 "SRIC" | |
| Isothermal Cover D340 KD11 | INGATE D60 "SRIC"+ "Mongkonthong" | | | |
| Isothermal Cover D390 KD12 | INGATE D80 "SRIC"+ "Mongkonthong" | | | |

ตารางที่ ก.1 รายการวัตถุดิบที่อยู่ในแต่ละกลุ่มแยกตามลำดับความสำคัญจากปัจจัยระยะเวลานำและมูลค่าการใช้
(ต่อ)

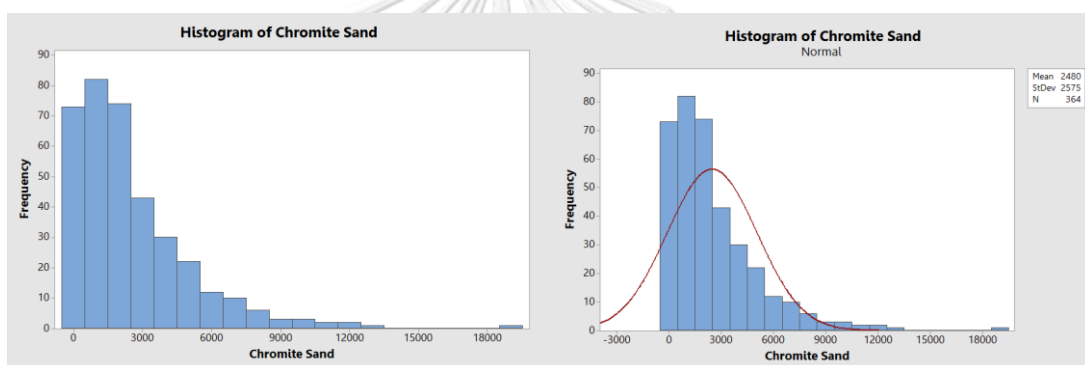
| กลุ่ม | ระยะเวลานำ (วัน) | | | |
|----------------------|--|--------------------------------|---|--|
| | I (61-160) | II (31-60) | III (0-30) | |
| มูลค่าการใช้ของพัสดุ | C | POURING CUP SIZE 40 | Inocast (SG treatment raw material) | |
| | | POURING CUP SIZE 50 | MACHINING INSERT CBN CUTTING PLATE | |
| | | POURING CUP SIZE 60 | MACHINING INSERT RNMN1204 | |
| | | POURING CUP SIZE 80 | Silica Sand AFS 55 | |
| | | Sleeve X10 / D250*200 | Sleeve M600 D600x200 "SQ" | |
| | | Sleeve X11 / D300*200 | Sleeve M180 D180x200 "SQ" | |
| | | Sleeve X12 / D350*200 | Sleeve M200 D200x200 "SQ" | |
| | | Sleeve X13 / D400*200 | Sleeve M250 - D250 X 200 SQ | |
| | | Sleeve X14 / D450*200 | Sleeve M300 - D300 X 200 SQ | |
| | | Sleeve X17 D600*200 | Sleeve M450 - D450 X 200 SQ | |
| | | Sleeve X8 / D180*200 | Solvent TP Pour Rincage P.U, | |
| | | Sleeve X9 / D200*200 | SOVLANT SQ NP103F | |
| | | Sodium silicate binder "INDIA" | Steel Shot SAE-S-880 PN: 4-03-SH880 | |
| | | T-Junction D40 "INDIA" | T-Junction D40 "SRIC"+ "Mongkonthong" | |
| | | T-Junction D50 "INDIA" | T-Junction D50 "SRIC" | |
| | | TUBE D40*200 "INDIA" | T-Junction D60 "SRIC" + "Mongkonthong" | |
| | | TUBE D50*300 "INDIA" | T-Junction D80 "SRIC" + "Mongkonthong" | |
| | | TUBE D60*300 "INDIA" | TUBE D30*200 "SRIC" | |
| | | | TUBE D40*200 "SRIC" | |
| | | | TUBE D50*300 "SRIC" | |
| | TUBE D60*300 "SRIC" | | | |
| | TUBE D80*300 "SRIC" | | | |
| | Y-Junctioin 2560/100 "SRIC"+ "Mongkonthong" | | | |

ภาคผนวก ข

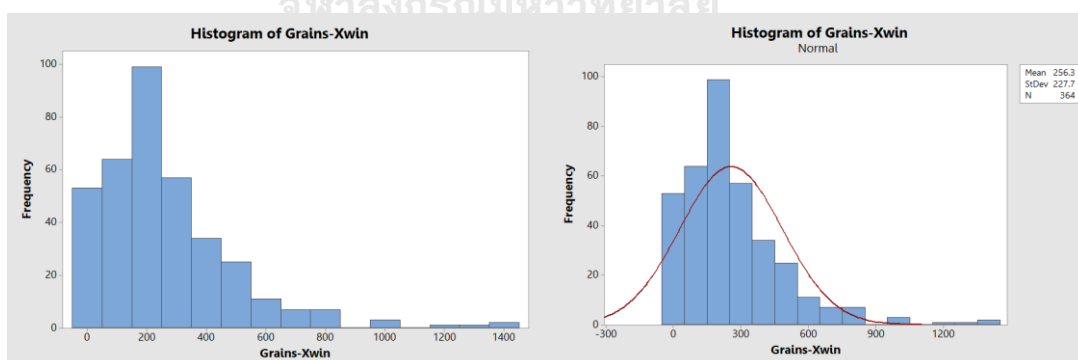
ข. ผลการทดสอบรูปแบบการกระจายตัวปริมาณความต้องการด้วยโปรแกรม Minitab 17



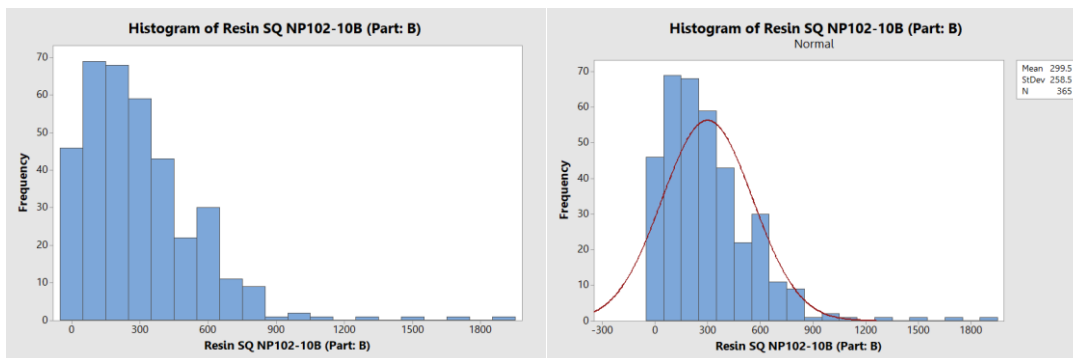
รูปที่ ข.1 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Ferro Tungsten



รูปที่ ข.2 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Chromite Sand

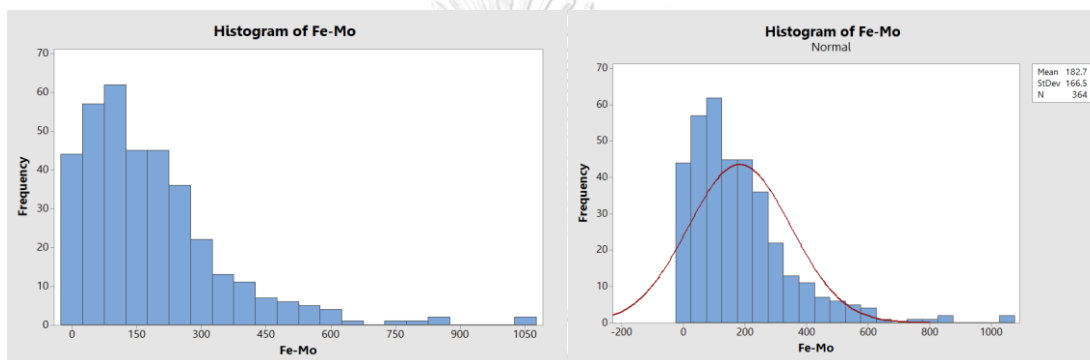


รูปที่ ข.3 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Grains-Xwin

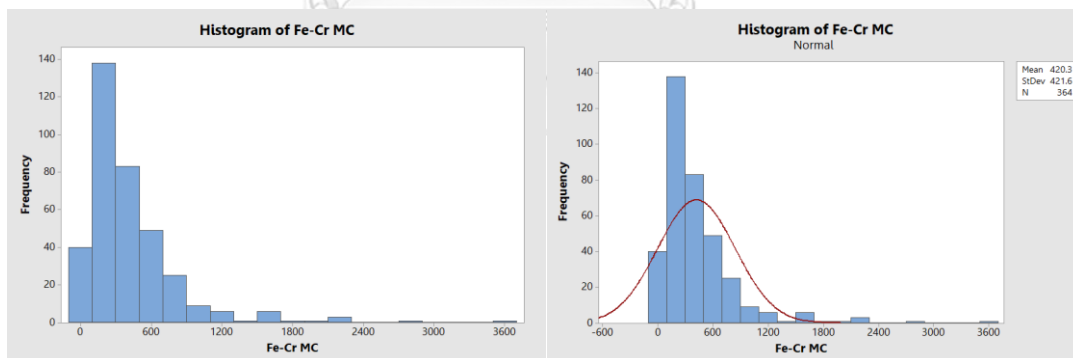


รูปที่ ข.4 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Resin SQ NP102-10B (Part:

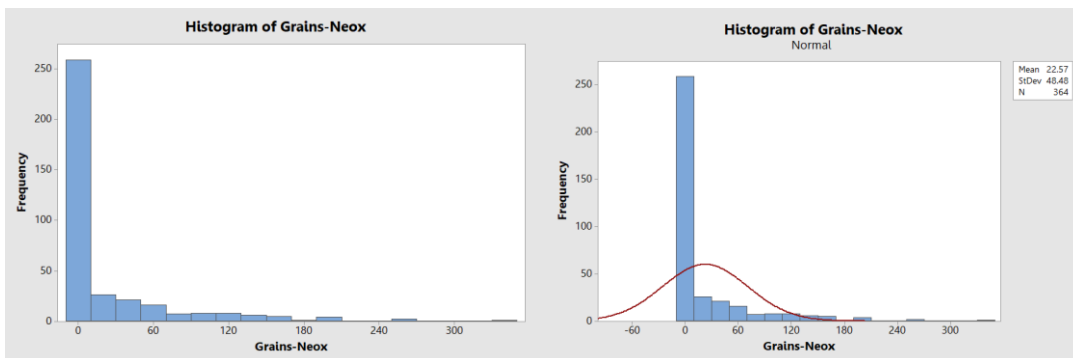
B)



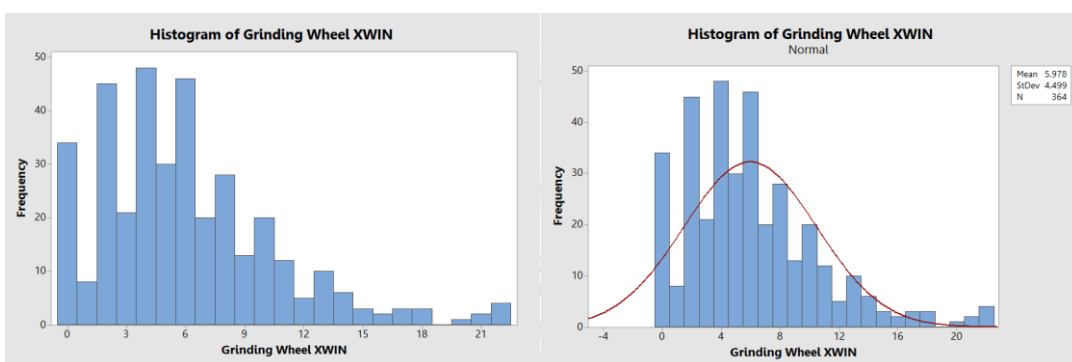
รูปที่ ข.5 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Fe-Mo



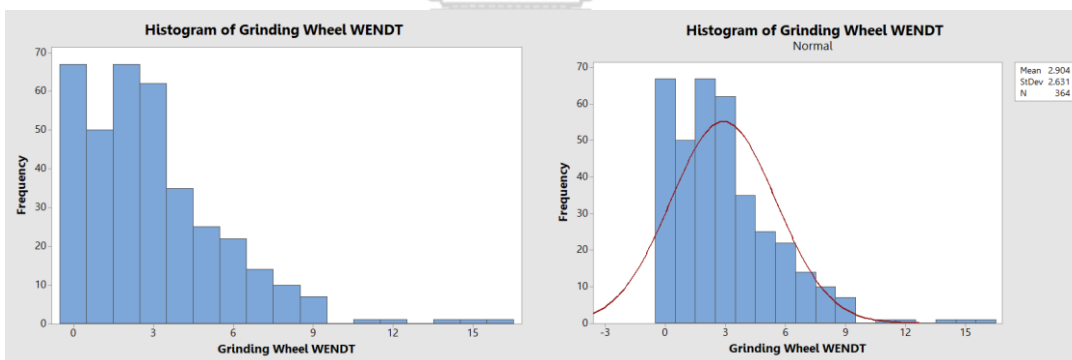
รูปที่ ข.6 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Fe-Cr MC



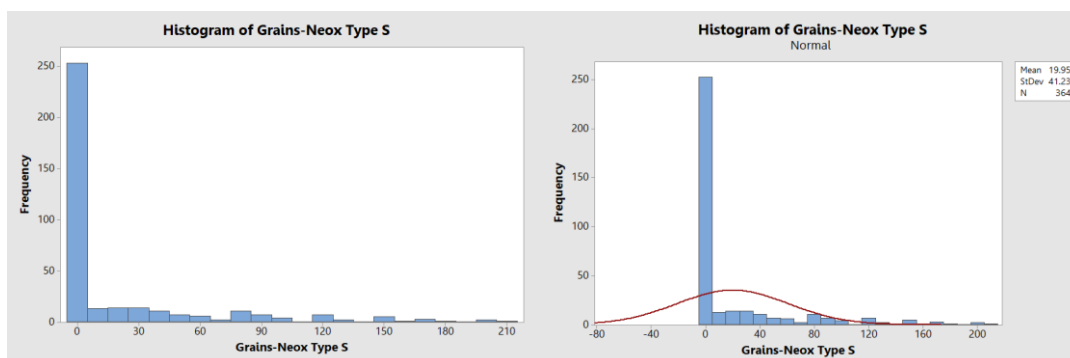
รูปที่ ข.7 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Grains-Neox



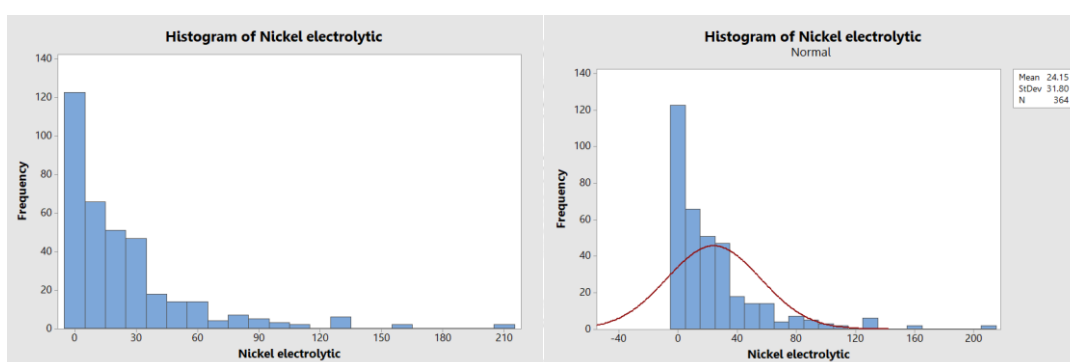
รูปที่ ข.8 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Grinding Wheel XWIN



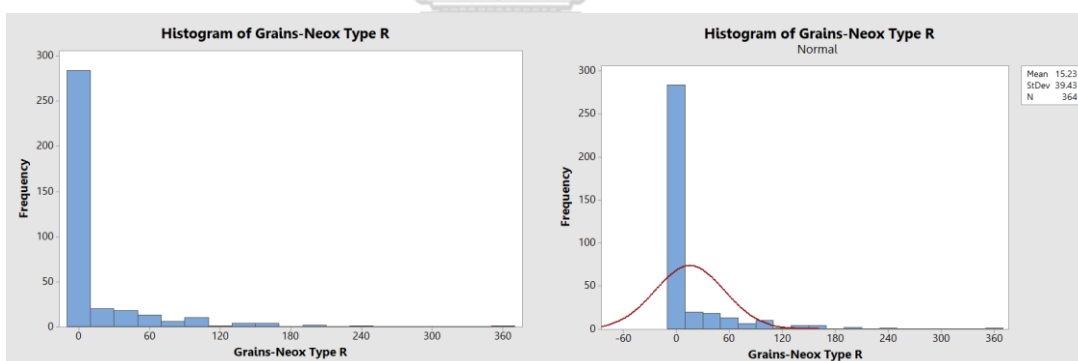
รูปที่ ข.9 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Grinding Wheel WENDT



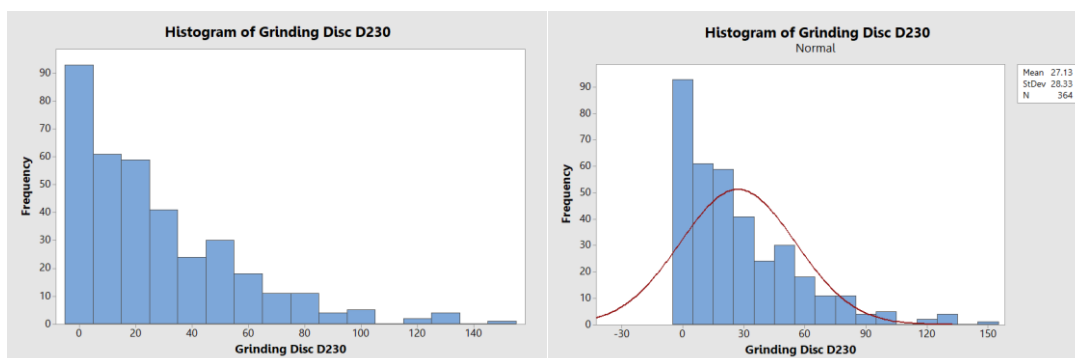
รูปที่ ข.10 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Grains-Neox Type S



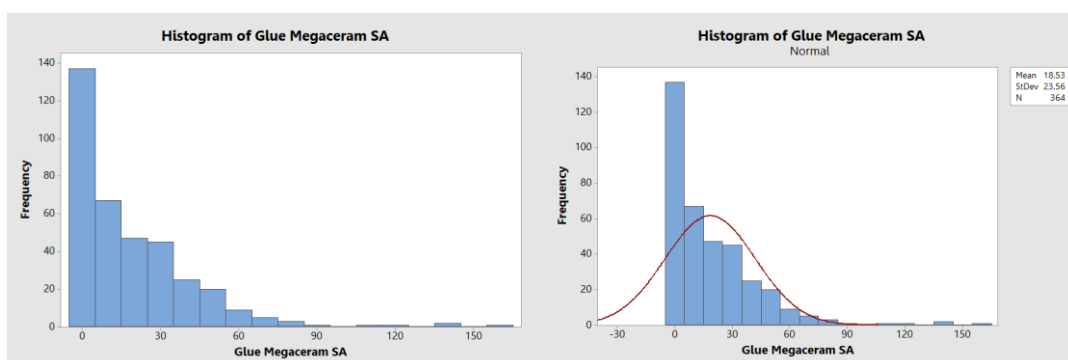
รูปที่ ข.11 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Nickel electrolytic



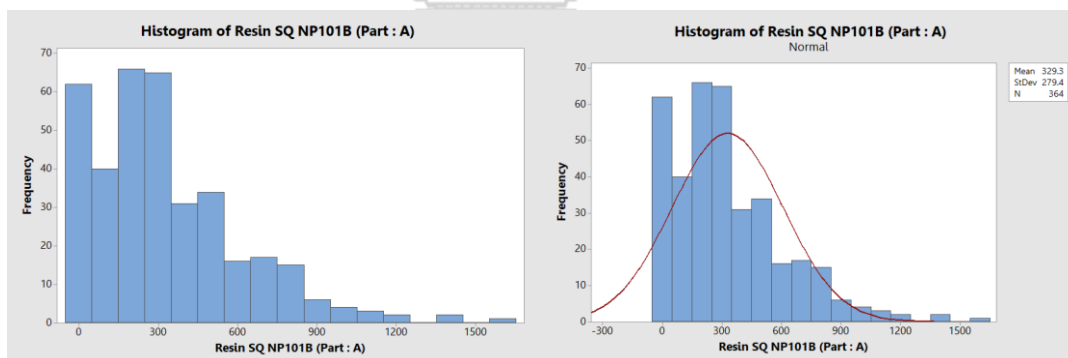
รูปที่ ข.12 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Grains-Neox Type R



รูปที่ ข.13 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Grinding Disc D230

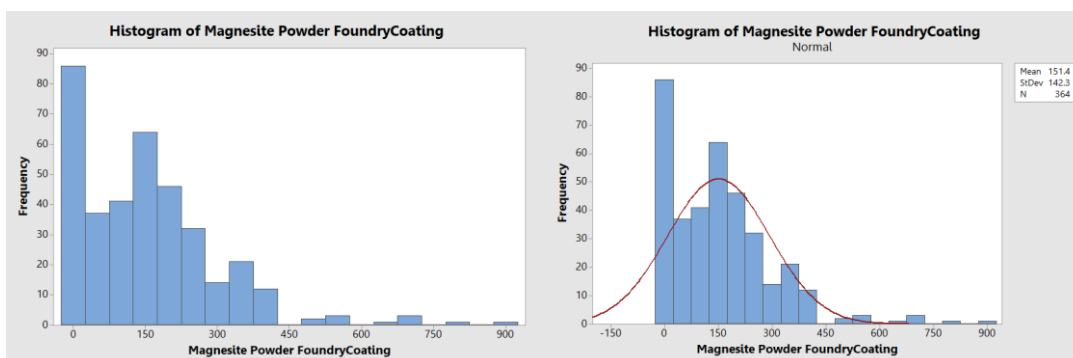


รูปที่ ข.14 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Glue Megaceram SA

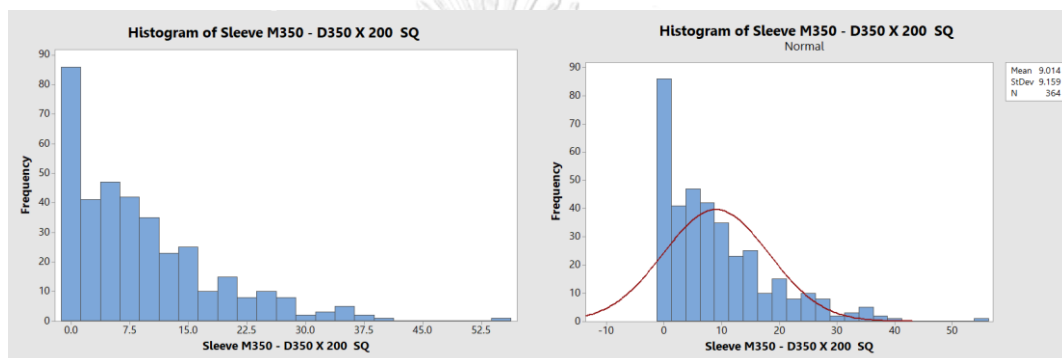


รูปที่ ข.15 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Resin SQ NP101B (Part :

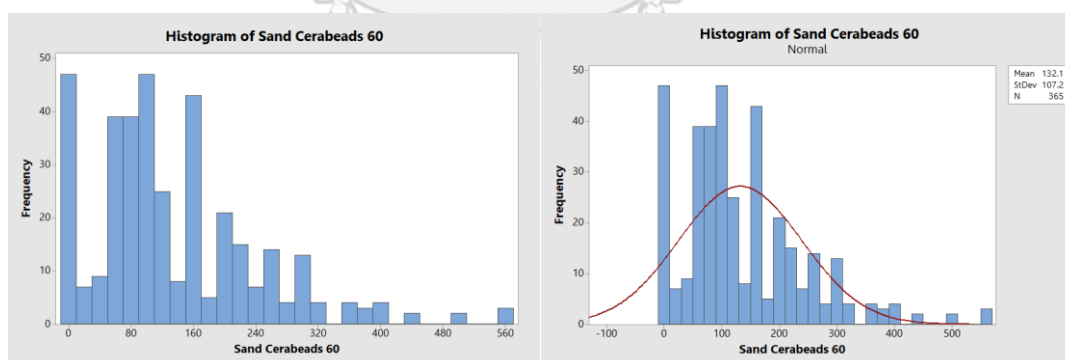
A)



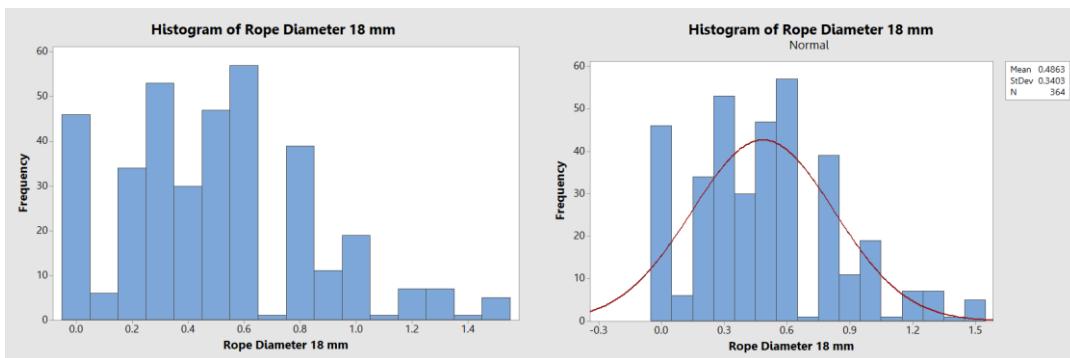
รูปที่ ข.16 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Magnesite Powder Foundry Coating SQ



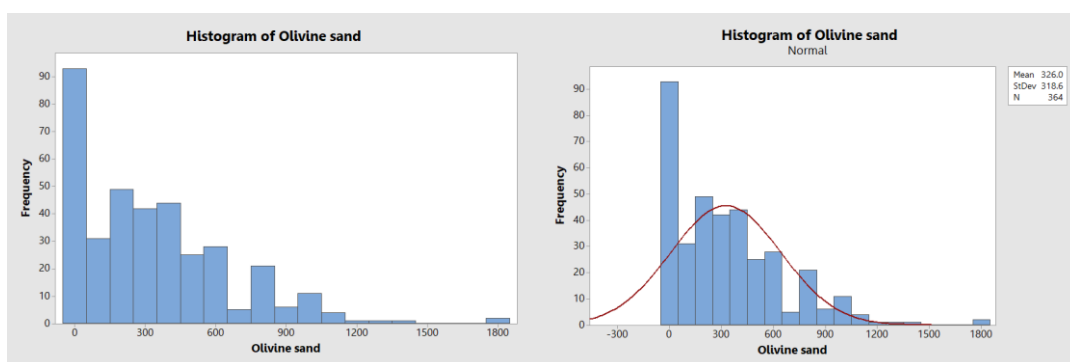
รูปที่ ข.17 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Sleeve M350 - D350 X 200 SQ



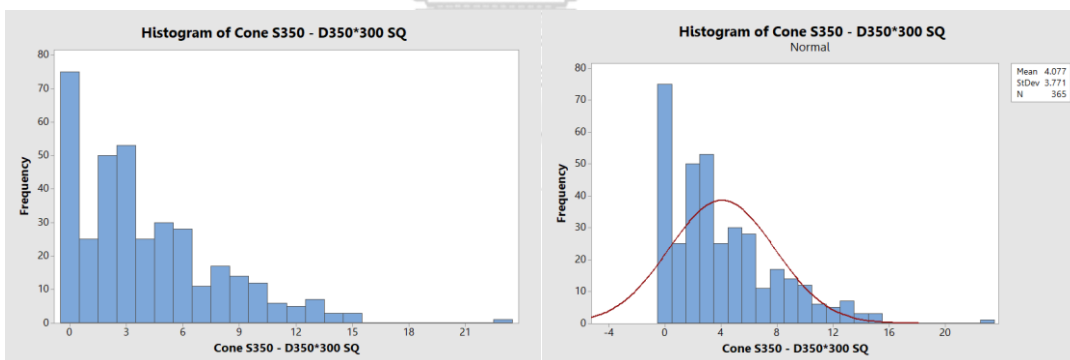
รูปที่ ข.18 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Sand Cerabeads 60



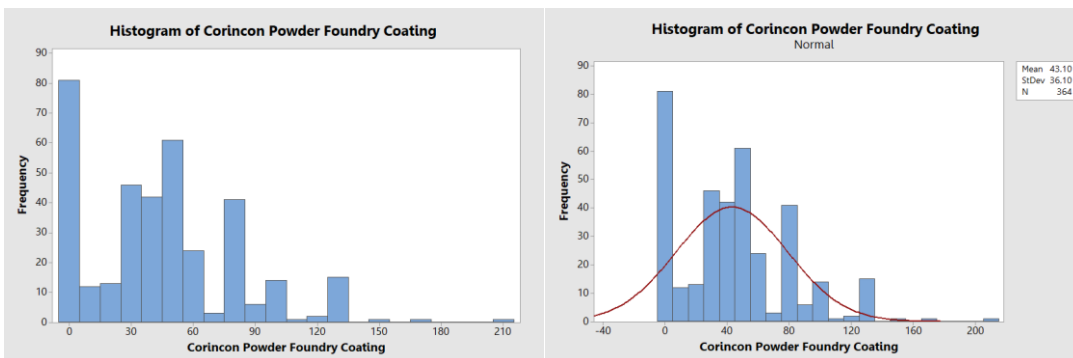
รูปที่ ข.19 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Rope Diameter 18 mm



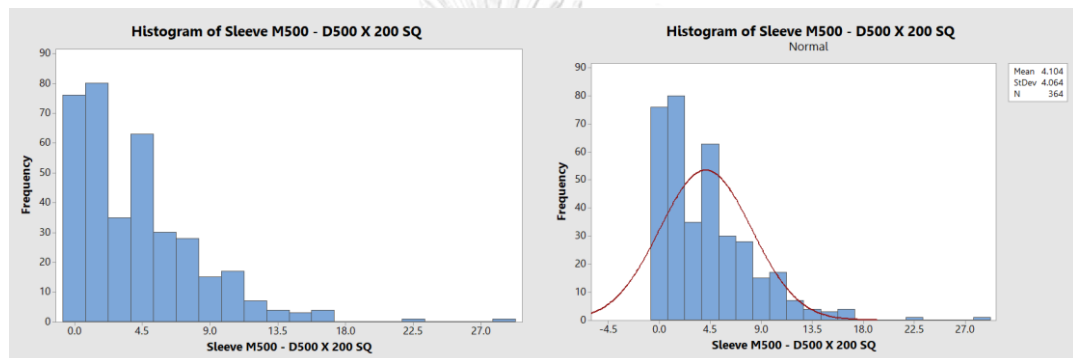
รูปที่ ข.20 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Olivine sand



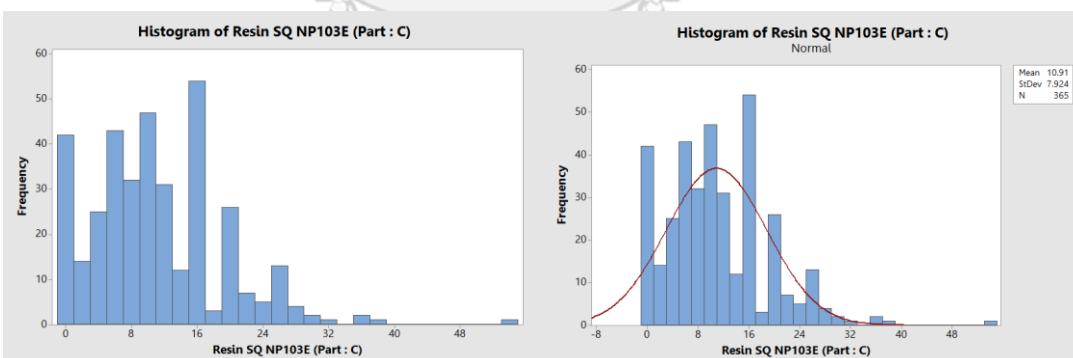
รูปที่ ข.21 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Cone S350 - D350*300 SQ



รูปที่ ข.22 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Corincon Powder Foundry Coating SQ

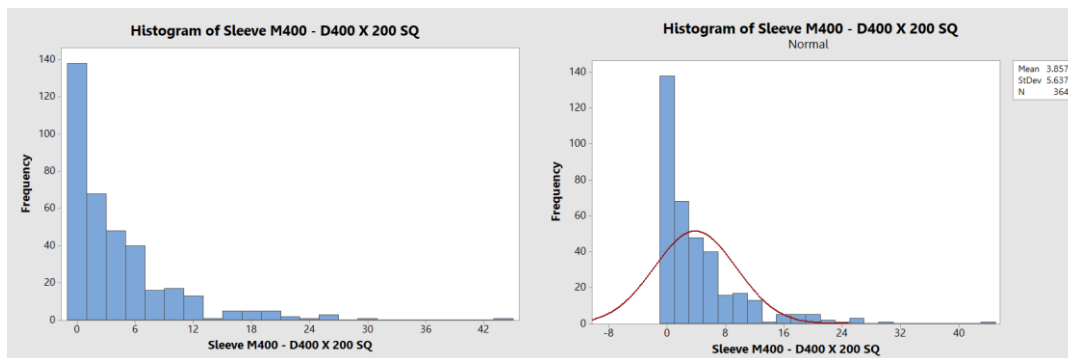


รูปที่ ข.23 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Sleeve M500 - D500 X 200 SQ



รูปที่ ข.24 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Resin SQ NP103E (Part :

C)



รูปที่ ข.25 ผลการทดสอบการแจกแจงความถี่ข้อมูลปริมาณความต้องการรายวันของ Sleeve M400 - D400 X 200 SQ



ประวัติผู้เขียน

| | |
|-------------------|---|
| ชื่อ-สกุล | นางสาว อัจฉรา จันวดี |
| วัน เดือน ปี เกิด | 21 สิงหาคม 2532 |
| สถานที่เกิด | สระบุรี |
| วุฒิการศึกษา | สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเส้าไห้ "วิมลวิทยานุกูล" จังหวัดสระบุรี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ) ภาควิชาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม เมื่อปีการศึกษา 2555 หลังจากนั้นได้เข้ารับการศึกษาคือต่อในหลักสูตรปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม) ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2559 |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | 2 หมู่ 11 ตำบล บัวลอย อำเภอ หนองแค จังหวัด สระบุรี รหัสไปรษณีย์ 18230 |
| ผลงานตีพิมพ์ | สัมมนาเครือข่ายอุตสาหกรรม ประจำปี 2561 (IE Network 2018) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี |