

# การปรับปรุงนโยบายการจัดเก็บสินค้าคงคลังของกันชนหน้า สำหรับผู้จำหน่ายชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์แห่งหนึ่ง Front Bumpers Inventory Policy Improvement for an Automotive Spare Parts Distributor

อาทิตยา เท่งตระกูล\* และ นรเกษม ฟูมชูศรี

Artitaya Tengtragul\* and Naragain Phumchusri

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

254 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,  
 Chulalongkorn University, 10330, Thailand

\*E-mail: artitaya.teng@gmail.com, Tel.: 08-6371-2072

## บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงนโยบายการจัดเก็บสินค้าคงคลังของกันชนหน้า สำหรับผู้จำหน่ายชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์แห่งหนึ่งให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาประสบปัญหาสินค้าคงคลังมากเกินไปในสินค้าบางรายการจนเกิดต้นทุนจม แต่สินค้าบางรายการกลับมีคงคลังน้อยเกินไปจนทำให้สินค้าขาดมือไปบางช่วงเวลา ส่งผลให้ระดับความพึงพอใจของลูกค้าลดลง ปัญหาเหล่านี้เกิดจากการมีปริมาณของสินค้าคงคลังไม่เหมาะสมกับความต้องการ จากการสำรวจพบว่าบริษัทกรณีศึกษาใช้วิธีการพยากรณ์แบบนอกรีต ซึ่งมีความผิดพลาดสูง (MAPE 38%) และมีการจัดเก็บสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock) ที่ไม่คำนึงถึงความแปรปรวนหรือการกระจายของอุปสงค์ ทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บ (Inventory Target) เมื่อเทียบกับความต้องการใช้ต่อเดือนสูงถึง 5.2 เท่า

งานวิจัยฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกได้มุ่งเน้นความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการปัจจุบันกับวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์ และวิธีบอซ-เจนกินส์ ส่วนที่สองเป็นการปรับปรุงนโยบายสินค้าคงคลังให้มีความเหมาะสม โดยทำการวิเคราะห์ลักษณะของสินค้า รูปแบบของอุปสงค์และอุปทาน รวมถึงจุดอ่อนของนโยบายปัจจุบันที่ควรปรับปรุง โดยใช้ปริมาณของสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บ (Inventory Target) และความสามารถในการจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า (% Allocation) เป็นตัววัดประสิทธิภาพของวิธีการทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง โดยเปรียบเทียบกับยอดขายจริงย้อนหลังตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559

ผลการวิจัยพบว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีบอซ-เจนกินส์ หรือ ARIMA ด้วยตัวแบบที่ต่างกันและจำนวนเดือนของข้อมูลยอดขายที่ใช้แตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของอุปสงค์ ทำให้สินค้าทุกรายการที่เลือกใช้เป็นตัวแทนมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดย  $MAPE \leq 20\%$  และได้ค้นพบนโยบายคงคลังที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น คือ นโยบาย Base Stock Level ซึ่งทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บลดลง โดยมีปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บลดลงจาก 5.2 เหลือ 4.0 เดือน และรักษาความสามารถในการจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าโดยเฉลี่ยแต่ละเดือนอยู่ระหว่าง 81-100%

## ABSTRACT

The purpose of this study is to improve the “Front Bumpers” inventory policy for an automotive spare parts distributor. Currently, this company has many items with too much inventory which lead to sunk cost and some items with insufficient stocks and inventory shortages, leading to low customer satisfaction. The current policy has to be improved and we have found that the Naïve forecasting method that the company currently uses has a very high error of 38% MAPE. In addition, the company’s Safety Stock is not taken into account of demand variance. Thus, the company’s Inventory Target is currently as high as 5.2 times of monthly demand.

This research is divided into 2 parts. The first part is to identify the forecast method that can provide accurate result. Moving average method, Holt’s exponential smoothing method and ARIMA are compared. The second part is to improve inventory policy by analyzing product demand and supply patterns. The result of the research is evaluated by comparing inventory stock and percent allocation (i.e., the ability to satisfy customer’s demand by company’s stock), before and after implementation of the new policy, using the real demand from January to December 2016.

The result shows the Box–Jenkins (ARIMA) provides the lowest and acceptable error (MAPE≤20%). The inventory policy that is most suitable is the Base Stock Level which can reduce the inventory stock from 5.2 to 4.0 times monthly demand, and can still provide acceptable % allocation of 81-100% for all products considered in this research.

## 1. บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทกรณิศศึกษาเป็นผู้จัดจำหน่ายชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ (ศูนย์กระจายสินค้า) ให้แก่ศูนย์บริการทั่วประเทศ ซึ่งตามข้อตกลงผู้ผลิตรถยนต์ต้องให้บริการอะไหล่เป็นระยะเวลา 20 ปี เนื่องด้วยเงื่อนเวลาและลักษณะการใช้งาน ชิ้นส่วนอะไหล่จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่นำมาเปลี่ยนแทนชิ้นส่วนเดิมที่เสียหรือสึกหรอเพื่อให้สามารถใช้งานต่อไปได้ตามปกติ ดังนั้นจึงต้องมีสินค้าคงคลังเตรียมพร้อมเพื่อให้บริการแก่ลูกค้าอยู่เสมอ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนอะไหล่สำเร็จรูปพร้อมใช้งาน เพื่อให้ลูกค้าได้รับการบริการที่สะดวกและรวดเร็ว โดยกันชนหน้าเป็นอะไหล่ที่มีปัญหาคงคลังมากที่สุด เพราะบางรายการสามารถจัดส่งให้ลูกค้าได้ตามความต้องการ เพราะมีสินค้าคงคลังปริมาณมากเกินความจำเป็น ในบางรายการมีสินค้าคงคลังปริมาณน้อยเกินไปทำให้เสียโอกาสทางการค้าในกรณีสินค้าขาดมือและส่งผลกระทบต่อระดับความพึงพอใจของลูกค้าอีกด้วย จากการนำกันชนหน้าทั้งหมด 84 รายการ มาจำแนกตามลักษณะของปัญหาคงคลังในปัจจุบันพบว่า กันชนหน้าจำนวน 14 รายการมีสินค้าคงคลังต่ำกว่าเป้าหมายที่บริษัทกำหนด (Low) และอีก 70 รายการ มีคงคลังสูงกว่าเป้าหมาย (High) และจะเห็นว่า

ไม่มีกันชนหน้ารายการใดที่สามารถบรรลุได้ตามเป้าหมายของบริษัท (Achieved) ปัญหาเหล่านี้แสดงถึงการมีปริมาณสินค้าคงคลังที่ไม่เหมาะสม รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำแนกสินค้าตามสภาพปัญหาคงคลัง

Stock Level (month)		
Achieved	Low	High
0	0	21
0	6	14
0	6	15
0	2	20
<b>0</b>	<b>14</b>	<b>70</b>

### 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- เพื่อปรับปรุงตัวแบบการพยากรณ์ยอดขายของกันชนหน้า สำหรับผู้จัดจำหน่ายชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์กรณิศศึกษา ให้มีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 20%
- เพื่อพัฒนารูปแบบนโยบายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพ และสามารถทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บ (Inventory Target) ลดลงได้ โดยยังสามารถรักษาระดับการให้บริการลูกค้า (% Allocation) ได้ตามเป้าหมายโดยมากกว่า 80%

### 1.3 ขอบเขตในการทำวิจัย

1. เลือกตัวแทนกันชนหน้าที่มีปัญหาสินค้าคงคลังมากที่สุดและปัญหาระดับการให้บริการลูกค้าต่ำที่สุดจากแต่ละ Class (A, B, C และ D ซึ่งถูกแบ่งตามความถี่ในการเคลื่อนไหว) รวม 8 ชุดข้อมูล จากกันชนหน้าทั้งหมด 84 รายการ

2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นข้อมูลยอดขายกันชนหน้ารายเดือนของบริษัทกรณีศึกษา ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงสิ้นเดือนธันวาคม 2559 รวม 72 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง คือ

2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการหาตัวแปรเพื่อสร้างสมการพยากรณ์สำหรับข้อมูลยอดขายกันชนหน้ารายเดือนของแต่ละรายการ ใช้ข้อมูลตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม 2554 ถึงสิ้นเดือนธันวาคม 2558 รวมทั้งหมด 60 เดือน โดยจะพิจารณาจำนวนเดือนของข้อมูลยอดขายที่ใช้ในการหาตัวแปรของกันชนหน้าแต่ละ Class ให้มีความเหมาะสม

2.2 ข้อมูลที่ใช้ทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์แต่ละตัวแบบ ตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม 2559 ถึงสิ้นเดือนธันวาคม 2559 รวมทั้งหมด 12 เดือน

3. เทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้ศึกษาเป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณแบบอนุกรมเวลา ได้แก่ การพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ Holt และ การพยากรณ์แบบบอซซ์-เจนกินส์ โดยนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์แบบนาอิว ที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน

4. วิธีการทางสถิติที่ใช้ทดสอบการแจกแจงลักษณะของข้อมูลปริมาณความต้องการ เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ กำหนดระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) 95% และระดับนัยสำคัญ (Level of Significant) หรือ  $\alpha = 0.05$

5. การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) ใช้ข้อมูลยอดขายย้อนหลังชุดเดียวกับที่ใช้ในการหาตัวแบบการพยากรณ์

6. ความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ วัดจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบหรือสมการการพยากรณ์

โดยใช้ค่าร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับค่าจริงโดยเฉลี่ย (The Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ในการเปรียบเทียบผล

7. การวิเคราะห์นโยบายปัจจุบันของบริษัทเพื่อหานโยบายคงคลังที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น จากข้อมูลยอดขายจริงตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม ถึงสิ้นเดือนธันวาคม 2559 รวม 12 เดือน โดยใช้ Inventory Target และ %Allocation เป็นตัววัดประสิทธิภาพของนโยบายทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

### 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ และขั้นตอนการพยากรณ์ของแต่ละเทคนิคที่เลือกใช้ในงานวิจัย รวมทั้งศึกษาวิธีการคิดและวิเคราะห์ปัญหาของสินค้าคงคลังเพื่อนำไปออกแบบรูปแบบในการแก้ปัญหา

2. ศึกษาวิธีการประมาณการยอดขายที่ใช้อยู่ ณ ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

3. ศึกษาสภาพปัญหาสำหรับนโยบายคงคลังในปัจจุบันของกันชนหน้า และเลือกรายการสินค้าที่ใช้เป็นตัวแทนจำนวน 8 รายการ

4. รวบรวมข้อมูลยอดขายรายเดือนของตัวแทนกันชนหน้าทั้ง 8 รายการ ตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม 2554 ถึงสิ้นเดือนธันวาคม 2558 รวมทั้งหมด 60 เดือน เพื่อพิจารณาจำนวนเดือนของข้อมูลยอดขายที่เหมาะสมในการใช้หาตัวแปรเพื่อสร้างตัวแบบหรือสมการพยากรณ์ยอดขายสินค้าแต่ละ Class ของบริษัทกรณีศึกษา

5. ทดสอบสมมติฐานว่า ข้อมูลยอดขายกันชนหน้ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยใช้วิธีการทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

6. หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) จากข้อมูลยอดขายของรายการที่ถูกเลือกเป็นตัวแทนกันชนหน้าจำนวน 8 ชุดข้อมูล

7. ศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลยอดขายรายเดือนของสินค้าแต่ละรายการของบริษัทกรณีศึกษาว่ามีลักษณะข้อมูล

เป็นประเภทใด โดยพิจารณาจากกราฟของยอดขายรายเดือนแทนด้วย  $Y_t$  ตามด้วยลำดับเวลาแทนด้วย  $t$  และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโต (Auto Correlation Function: ACF)

8. วิเคราะห์หาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลสินค้าแต่ละรายการ และทำการพยากรณ์

9. เก็บข้อมูลยอดขายรายเดือนช่วงที่ 2 ตั้งแต่ต้นเดือนมกราคมถึงสิ้นเดือนธันวาคม 2559 รวม 12 เดือน

10. ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ โดยใช้ค่า MAPE เป็นดัชนีชี้วัดว่าความผิดพลาดของรูปแบบการพยากรณ์ใดให้ค่าน้อยที่สุด

11. วิเคราะห์วิธีการปัจจุบันที่บริษัทกรณีศึกษาใช้คำนวณปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บของกันชนหน้าเพื่อทำการปรับปรุงและหานโยบายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

12. เปรียบเทียบปริมาณสินค้าคงคลังที่จัดเก็บด้วยนโยบายปัจจุบันของบริษัท และนโยบายที่ทำการปรับปรุงโดยทำการทดสอบจากงานวิจัยนี้จนพบว่า วิธีการบริหารจัดการคลังสินค้ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเปรียบเทียบจากยอดขายจริงตั้งแต่ต้นเดือนมกราคมถึงสิ้นเดือนธันวาคม 2559 และทำการวิเคราะห์ผลการศึกษาโดยใช้ Inventory Target และ % Allocation เป็นตัววัดผล

13. รวบรวมผลการวิจัยและสรุปผลการศึกษา

### 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ปริมาณสินค้าคงคลังของกันชนหน้าลดลง และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ตามเป้าหมาย

2. ได้ตัวแบบการพยากรณ์ยอดขายที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เพื่อใช้ในการพยากรณ์ยอดขายกันชนหน้าของบริษัทกรณีศึกษา

3. ได้นโยบายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังของกันชนหน้าที่เหมาะสม โดยทำการทดสอบจากงานวิจัยนี้

จนพบว่า วิธีการบริหารจัดการคลังสินค้ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลการพยากรณ์ยอดขายที่แม่นยำจะช่วยให้การวางแผนการขายและการวางแผนการสั่งซื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังลดความน่าจะเป็นที่สินค้าจะขาดมือ

2. ได้ข้อมูลการพยากรณ์ยอดขายที่น่าเชื่อถือมากขึ้น เพื่อใช้ในการตัดสินใจวางแผนการดำเนินงานของผู้บริหารในอนาคต

3. บริษัทกรณีศึกษามีนโยบายในการควบคุมสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยปราศจากภาวะสินค้าขาดมือ และช่วยลดสินค้าคงคลังที่เดิมอาจมากเกินไป ความจำเป็น สามารถรักษาระดับการให้บริการลูกค้าได้ตามเป้าหมาย ทั้งยังมีต้นทุนรวมของสินค้าคงคลังลดลง

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 เทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา

มีการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบบอซ-เจนกินส์ หรือ ARIMA อย่างแพร่หลาย โดยอ้างอิงจากงานวิจัยหลายฉบับ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า เทคนิคการพยากรณ์แบบ ARIMA ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และให้ผลที่แม่นยำกว่าการพยากรณ์แบบอื่น ๆ โดยส่วนมากจะมีการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์จากค่า MAPE เช่น [4] ใช้พยากรณ์ราคาทองคำ [5] ใช้พยากรณ์ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าเหล็กแผ่นรีดร้อนของประเทศไทยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป [10] ศึกษาการประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ราคาปิดขายหลักทรัพย์รายวันของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์แบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำ 2 ครั้ง [15] ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณจำนวนสายเข้าในธุรกิจขายตรงผ่านโทรศัพท์ โดยเปรียบเทียบกับเทคนิคการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์ และ [18] ใช้พยากรณ์ปริมาณการส่งออกของประเทศได้ทุกวัน เพื่อศึกษาหา

ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับปริมาณการส่งออกของประเทศได้หวั่นเปรียบเทียบกับพยากรณ์โดยใช้เทคนิค Fuzzy time series พบว่า การพยากรณ์แบบบอซซ์-เจนกินส์ ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าเมื่อข้อมูลนำเข้ามีมากเพียงพอ และเทคนิค Fuzzy time series จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าเมื่อข้อมูลนำเข้ามีจำนวนจำกัดในปริมาณน้อย ๆ

งานวิจัยของ [12] ได้ศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ที่หลากหลายมากขึ้น โดยศึกษาทั้งหมด 4 เทคนิค คือ วิธีการของบอซซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลัง วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการวิเคราะห์การถดถอย เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเทคนิคปัจจุบันที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ใช้พยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานและประชากร จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทุกเทคนิคการพยากรณ์นั้นพบว่า เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีการของบอซซ์-เจนกินส์ ก็ยังเป็นวิธีการที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

การพยากรณ์แบบบอซซ์-เจนกินส์ นอกจากจะช่วยให้ค่าความคลาดเคลื่อน น้อยที่สุดและแม่นยำกว่าการพยากรณ์แบบอื่นแล้ว ยังช่วยให้การบริหารคลังสินค้ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยอ้างอิงจากหลายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสินค้าคงคลังมักจะข้อจำกัดเสมอว่า การพยากรณ์ความต้องการยิ่งแม่นยำมากเท่าใด จะส่งผลให้การบริหารจัดการคลังมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วย มีงานวิจัยหลายฉบับที่ศึกษาแล้วพบว่า การพยากรณ์แบบบอซซ์-เจนกินส์ ช่วยลดต้นทุนลดลง เช่น [8] ได้ใช้พยากรณ์ความต้องการเหล็กกล้าของประเทศไทยเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนและควบคุมการผลิต การหาวิธีสั่งซื้อ และหาวิธีการผลิตที่ประหยัดที่สุด พบว่าสามารถลดต้นทุนจากการสั่งซื้อสินค้าเพิ่มขึ้นถึงเฉลี่ยร้อยละ 23 นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ [14] ที่ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีบอซซ์-เจนกินส์ เพื่อใช้ในการปรับปรุงสินค้าคงคลังของบริษัท ตัวอย่าง โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ ARIMA (0,1,1) พบว่าสามารถปรับปรุงสินค้าคงคลังของบริษัทตัวอย่างให้มี

ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นถึง 8.3% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ได้นำเทคนิคการพยากรณ์มาใช้

## 2.2 การบริหารสินค้าคงคลังมาประยุกต์ใช้

การกำหนดนโยบายการจัดการสินค้าคงคลังเป็นเรื่องที่ส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนในการบริหารจัดการ ดังนั้นควรเลือกให้เหมาะสมกับปัจจัยแวดล้อมและประเภทของสินค้าคงคลังเฉพาะอย่าง ดังงานวิจัยของ [2] ที่ได้ศึกษากระบวนการพยากรณ์ที่รวมวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณเข้ากับวิธีการเชิงคุณภาพและนโยบายการควบคุมสินค้าสำเร็จรูปคงคลังสำหรับสินค้ารายการสำคัญ เพราะมีลักษณะของอุปสงค์ที่แตกต่างกับสินค้ารายการทั่วไป โดยใช้ระบบการควบคุมแบบจุดสั่งซื้อ-ปริมาณสั่งซื้อ (s, Q) โดยใช้การกำหนดหาค่าตัวคูณเผื่อ (Safety Factor, k) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) พร้อมกันเพื่อหาจุดสั่งซื้อและปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสม ดังที่งานวิจัย [16] กล่าวว่าในการจัดการสินค้าคงคลังต้องการหาค่าตอบของ 3 คำถามสำคัญ คือ จะสั่งสินค้าอะไร เมื่อไรจึงจะทำการสั่งสินค้า และจะสั่งสินค้าเป็นจำนวนเท่าใด ซึ่งวิธีการหาค่าตอบของปัญหาเหล่านี้ขึ้นอยู่กับลักษณะอุปสงค์ของสินค้าและระบบที่ใช้ในการจัดการสินค้าคงคลัง

การกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมจะช่วยให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นมีความเหมาะสม ดังงานวิจัยของ [4] ได้ศึกษาการปรับปรุงระบบการควบคุมสินค้าคงคลังขององค์กรโทรศัพท์แห่งประเทศไทย โดยทำการพิจารณาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม โดยรวบรวมข้อมูลสินค้าออกและสินค้าเข้า จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสะสมสินค้าเข้าและออก กับเวลาที่อยู่ในคลังสินค้า เพื่อหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมซึ่งได้จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของสินค้าคงคลังรวม เช่น ค่าใช้จ่ายในการสั่งสินค้า ค่าใช้จ่ายในการถือสินค้าต่ำที่สุด ปริมาณการสั่งซื้อ เป็นต้น และการกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมนั้น ต้องสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ในระดับที่ดี ดังงานวิจัยของ [11] ได้กล่าวถึงในมุมมองของการตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีความจำเป็นในการ



เก็บสินค้าคงคลังตามแนวคิดในรูปแบบดั้งเดิมนั้น จะมีการเก็บสินค้าคงคลังแบบหลักการ Right Place & Right Time กล่าวคือ องค์กรจะต้องมีการเก็บสินค้าคงคลังไว้ทุกประเภทในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่จะมาถึงในทุก ๆ รูปแบบ

หากกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่ไม่เหมาะสม ปัญหาที่เกิดขึ้นคือความไม่สมดุลของสินค้าคงคลัง ที่บางรายการมีจำนวนมากเกินความจำเป็น ในขณะที่บางรายการมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการสินค้าคงคลังไม่มีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ [1] ได้ศึกษาการปรับปรุงระบบบริหารสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าสำเร็จรูปของบริษัทจัดจำหน่ายอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงนโยบายสินค้าคงคลังด้วยการนำเสนอระบบการสั่งซื้อแบบรอบเวลาที่หรือระบบ P เพราะเป็นการสั่งซื้อสินค้าหลายรายการจากผู้ผลิตรายเดียวกัน โดยมีการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังสูงสุด ปริมาณสินค้าคงคลังสำรองและปริมาณสั่งซื้อสินค้าในแต่ละรอบ โดยผลที่ได้พบว่า เมื่อมีการดำเนินการบริหารจัดการสินค้าคงคลังภายใต้วิธีการปรับปรุงที่เสนอแนะ ทำให้สามารถลดต้นทุนการสั่งซื้อสินค้าลงได้ 43.73% ลดต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังได้ 31.48% และลดต้นทุนในการขาดแคลนสินค้าลงได้ 60.66% ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนรวมลงไปได้ 39.02% รวมทั้งยังสามารถรักษาระดับการให้บริการไว้ได้ที่ 95% อีกด้วย และงานวิจัยของ [13] ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการจัดการคลังสินค้าสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก พบปัญหาการถือครองวัตถุดิบคงคลังมากเกินความจำเป็น ซึ่งส่งผลต่อสภาพคล่องทางการเงินของบริษัท ผู้วิจัยจึงได้เลือกสินค้าที่มียอดจำหน่ายมากที่สุด 5 รายการมาศึกษาการบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลัง โดยมีการวิเคราะห์ยอดขายในอดีตพร้อมทั้งคำนวณปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity) จุดสั่งซื้อสินค้า (Reorder Point) และปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อนำการบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่เสนอแนะมาใช้ ทำให้มีการ

วางแผนสั่งซื้อสินค้าและจัดการสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังลดลงไปได้ 65% ในขณะที่ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าเพิ่มขึ้นเพียง 1% ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนรวมทั้งหมดลดลงไป 88,007 บาทหรือคิดเป็น 63%

ปัญหาการจัดการเก็บสินค้าคงคลังที่มากเกินความจำเป็นสาเหตุหนึ่งมาจากการใช้วิจารณ์ของผู้ควบคุมสินค้าคงคลังในการประมาณปริมาณการสั่งซื้อสินค้า เช่น งานวิจัยของ [7] ศึกษาสินค้าคงคลังที่เป็นชิ้นส่วนประกอบเครื่องยนต์เพื่อการเกษตร เกิดปัญหาพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าคงคลังไม่เพียงพอ จึงได้ทำการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์รูปแบบของความต้องการสินค้า พร้อมทั้งปรับปรุงและพัฒนาการจัดการสินค้าคงคลังโดยใช้ระบบจุดสั่งซื้อสินค้า ซึ่งมีการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อสินค้า นอกจากนั้นยังมีการใช้ระบบช่วงสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อสินค้า โดยกำหนดช่วงเวลาในการสั่งซื้อสินค้าและปริมาณสินค้าคงคลังสูงสุด จากผลการศึกษาเมื่อได้มีการปรับปรุงปริมาณสั่งซื้อสินค้า พบว่ามีปริมาณสินค้าคงคลังที่จัดเก็บไว้ลดลง ส่งผลให้ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังลดลง 36.18% ซึ่งจากเดิมมีต้นทุนจัดเก็บสินค้าคงคลังคิดเป็นเงิน 13,488,241.53 บาท และหลังจากการปรับปรุงปริมาณสั่งซื้อสินค้า ต้นทุนจัดเก็บสินค้าคงคลังคิดเป็น 6,490,818.26 บาท นอกจากนั้นปริมาณสินค้าคงคลังที่จัดเก็บลดลงส่งผลให้อัตราการหมุนเวียนของสินค้าคงคลัง (Inventory Turnover) มีการปรับตัวสูงขึ้น ซึ่งจากเดิมคิดเป็น 1.25 หลังจากที่มีการปรับปรุงคิดเป็น 4.22 และมีการวิจัยของ [3] ที่ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการบริหารสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าเรซิน ที่จะต้องสั่งซื้อสินค้าเต็มตู้สินค้า ซึ่งในอดีตมีเพียงการวางแผน โดยใช้วิจารณ์ของพนักงานขายแต่ละคน ทำให้เกิดปัญหาความไม่สมดุลกันของระดับสินค้าคงคลัง คือ ในบางเดือนมีสินค้าคงคลังมากเกินไปกว่าความต้องการทำให้ต้นทุนโดยรวมสูงขึ้น และในขณะที่บางเดือนกลับมีสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้ไม่สามารถส่งมอบสินค้าให้กับ

ลูกค้าได้ในเวลาที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาระบบบริหารสินค้าคงคลังเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุดด้วยต้นทุนสินค้าคงคลังที่ต่ำที่สุด โดยในส่วนของ การปรับปรุงนโยบายสินค้าคงคลังได้ทำการพัฒนานโยบายการสั่งซื้อ การหาปริมาณสินค้าเพื่อขาดและการหาจุดสั่งซื้อใหม่ที่เหมาะสม จากนั้นทำการทดสอบแบบจำลองดังกล่าวเพื่อตรวจสอบว่าการปรับปรุงและพัฒนาาระบบสินค้าคงคลังที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่นั้นสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ต้องการได้หรือไม่ ผลการทดสอบที่ได้พบว่าการใช้ระบบบริหารสินค้าคงคลังตามวิธีที่เสนอแนะ ทำให้ต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมลดลงได้มากกว่า 60% ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการแข่งขันกับคู่แข่ง รวมทั้งประสิทธิภาพในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าดีขึ้นด้วย

### 2.3 แนวคิดที่ได้รับจากการศึกษา

จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาและค้นคว้าทั้งหมดนั้น ทำให้ทราบถึงข้อดี-ข้อด้อยของแต่ละงานวิจัย ซึ่งช่วยให้ผู้ทำวิจัยเล็งเห็นถึงผลที่คาดว่าจะได้รับจากการนำวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ โดยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์และสามารถนำไปพัฒนาปรับปรุงงานวิจัยที่ต้องการหาตัวแบบการพยากรณ์ยอดขายเพื่อลดปริมาณสินค้าคงคลังสำหรับผู้จัดจำหน่ายชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ ซึ่งพบว่าการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบบอซซ์-เจนกินส์ ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลาทั่วไป สำหรับผลประโยชน์เบื้องต้นที่ได้คือตัวแบบการพยากรณ์ที่แม่นยำซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องมีความผิดพลาดน้อยที่สุด เช่น การบริหารจัดการสินค้าคงคลังจะมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยอ้างอิงจากหลายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสินค้าคงคลัง มักจะมีข้อจำกัดเสมอว่า การพยากรณ์ความต้องการยิ่งแม่นยำมากเท่าใด จะส่งผลให้การบริหารจัดการคงคลังมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการจะศึกษาหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลยอดขายอะไหล่ยานยนต์ และเพื่อเป็นการเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการสินค้าคงคลังให้สูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำทฤษฎีการบริหารจัดการสินค้าคงคลังมาใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงนโยบายสินค้าคงคลังของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อหาปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่เหมาะสมกับลักษณะของอุปสงค์ อุปทานและรูปแบบของธุรกิจ โดยมีต้นทุนที่ลดลงแต่ยังคงรักษาระดับการให้บริการลูกค้าได้ตามเป้าหมาย โดยผ่านแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

### 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

แนวคิดในการปรับปรุงนโยบายการจัดเก็บสินค้ากันชนหน้า สำหรับผู้จัดจำหน่ายชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ จึงแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ

- การปรับปรุงวิธีการพยากรณ์ยอดขายให้มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดย  $MAPE \leq 20\%$
- การหาวิธีการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ต้นทุนลดลงแต่ยังคงรักษาระดับการให้บริการลูกค้าได้ตามเป้าหมายของบริษัท โดยใช้ Inventory Target และ %Allocation เป็นตัววัดประสิทธิภาพของนโยบายทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงตามกรอบแนวคิดและวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

#### 3.1 การวิเคราะห์และการเลือกใช้ข้อมูลในการศึกษา

ดังที่กล่าวข้างต้น เนื่องจากจำนวนรุ่นรถที่หลากหลายมากขึ้นและการให้บริการอะไหล่ด้วยระยะเวลาที่ยาวนานถึง 20 ปี แน่แน่นอนว่าจำนวนรายการสินค้าและปริมาณการจัดเก็บต้องมากขึ้น ซึ่งหากทำการศึกษาแบบจำลองให้เหมาะสมกับกันชนหน้าทั้ง 84 รายการ ต้องใช้ระยะเวลาศึกษานาน จึงทำการคัดเลือกข้อมูลเพื่อนำมาใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาหาแบบจำลองการพยากรณ์ โดย

- 1) นำข้อมูลปริมาณสินค้าคงคลังของกันชนหน้าทุกรายการมาพิจารณา
- 2) เลือกตัวแทนจากกันชนหน้าทั้งหมด 84 รายการ โดยเลือกรายการที่มี Stock Level สูงที่สุด และรายการ

ที่มี %Allocation (ความสามารถในจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า) ต่ำที่สุด จากแต่ละ Class (A, B, C และ D) เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับกันชนหน้าแต่ละ Class

3) รายการที่เลือกมามีทั้งหมด 8 ชุดข้อมูล ได้แก่ สินค้า Class A รหัส 1SWAAA01 และ 1SWE00ZZ  
สินค้า Class B รหัส 5TG000ZZ และ 5TC001ZK  
สินค้า Class C รหัส 1S9AA000 และ 5SDE20ZZ  
สินค้า Class D รหัส 5S9E20ZZ และ 1S9E40ZZ

4) ข้อมูลที่ใช้ในการหาตัวแปรในการสร้างสมการพยากรณ์สำหรับข้อมูลยอดขายกันชนหน้ารายเดือนของแต่ละรายการ ตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม 2554 ถึงสิ้นเดือนธันวาคม 2558 รวมทั้งหมด 60 เดือน ได้ทดสอบแล้วว่าข้อมูลยอดขายกันชนหน้าทั้ง 8 รายการที่ใช้เป็นตัวแทนมีการแจกแจงแบบปกติ ทดสอบโดยใช้วิธีการทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) 95% และกำหนดระดับนัยสำคัญ (Level of Significant) หรือ  $\alpha = 0.05$

5) ข้อมูลที่ใช้ในการหาตัวแปรเพื่อสร้างสมการพยากรณ์สำหรับข้อมูลยอดขายกันชนหน้ารายเดือนของแต่ละรายการ ตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม 2554 ถึงสิ้นเดือนธันวาคม 2558 รวมทั้งหมด 60 เดือน มีลักษณะเป็นแนวโน้ม โดยไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

### 3.2 การทดสอบความนิ่งของข้อมูล

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโต (ACF) และการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตบางส่วน (PACF) เป็นขั้นตอนแรกสำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีสมบัตินิ่ง โดยการนำอนุกรมเวลาที่ต้องการหาค่าพยากรณ์มาคำนวณค่า ACF และ PACF เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบหรือใช้ในการเลือกตัวแบบ ซึ่งจะบอกถึงลำดับหรือจำนวนเทอมของข้อมูลที่ต้องพิจารณาย้อนหลังที่มีค่าสังเกต N เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ โดยเทคนิคทางสถิติ ผู้พยากรณ์ต้องแน่ใจว่าข้อมูลที่นำมาพยากรณ์เหมาะสมที่จะใช้วิเคราะห์เพียงใด จึงควรวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลก่อน

ว่าข้อมูลดังกล่าวมีลักษณะใด มีส่วนประกอบใดอยู่ในข้อมูล เพื่อที่จะเลือกวิธีการพยากรณ์ได้อย่างเหมาะสม เพราะหากข้อมูลที่นำมาใช้ไม่มีความถูกต้องตั้งแต่เริ่มต้น แม้ว่าขั้นตอนการพยากรณ์จะถูกตั้งตาม แต่ไม่อาจทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมีความแม่นยำสูงเท่าที่ควร

### 3.3 การศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average method) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยจากการปรับความผันผวนของข้อมูลที่เกิดขึ้นในระยะสั้น โดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของข้อมูลจริงในอดีต ซึ่งวิธีการหาค่าเฉลี่ยอย่างง่าย เป็นการนำค่าเฉลี่ยทุก ๆ ตัวมาใช้ในการพยากรณ์ โดยกำหนดค่า n ที่ใช้เฉลี่ยต่อครั้ง หากสนใจข้อมูลในระยะเวลาที่ไกลออกไปจากข้อมูลปัจจุบัน สามารถใช้เทคนิคนี้ในการคำนวณจากสมการ 2.1 ดังนี้

$$F_{t+1} = \frac{(A_t + A_{t-1} + A_{t-2} + \dots + A_{t-n+1})}{n} \quad (2.1)$$

โดยที่

- $A_t$  เป็นข้อมูลจริง ณ เวลา t
- $F_{(t+1)}$  เป็นค่าพยากรณ์ 1 ช่วงเวลาล่วงหน้า
- n เป็นจำนวนข้อมูลที่ใช้เฉลี่ยต่อครั้ง

### 3.4 การศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์

เทคนิคการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์ (Holt's exponential smoothing method) สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทั้งที่มีแนวโน้ม (Trend) จากสมการ 2.3 นอกจากนี้ยังมีสมการ 2.2 ที่ใช้ปรับเรียบข้อมูลด้วย จึงเป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลในปัจจุบันและแนวโน้มของเวลาเข้ามามีอิทธิพลกับการพยากรณ์มากขึ้น ทำให้วิธีนี้มีค่าคงที่ในการปรับเรียบทั้งหมด 2 ค่า ได้แก่  $\alpha$  (Alpha) และ  $\beta$  (Beta) โดยไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง สำหรับสมการที่ใช้ในการพยากรณ์ตามวิธีของ Holt สามารถคำนวณได้จากสมการ 2.4



สมการค่าปรับเรียบ

$$S_t = \alpha \frac{A_t}{I_{t-L}} + [(1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})] \quad (2.2)$$

สมการประมาณค่าแนวโน้ม

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2.3)$$

สมการการพยากรณ์

$$F_{t+p} = (S_t - T_t p)I_{t-L+p} \quad (2.4)$$

โดยที่

$S_t$  = ค่าปรับเรียบ

$\alpha$  = ค่าคงที่ปรับเรียบ ( $0 < \alpha < 1$ )

$A_t$  = ค่าจริงในเวลา  $t$

$\beta$  = ค่าคงที่ปรับเรียบของแนวโน้ม ( $0 < \beta < 1$ )

$T_t$  = ตัวประมาณแนวโน้ม

$p$  = จำนวนช่วงที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า

$F_{t+p}$  = ค่าพยากรณ์ข้อมูลเป็นเวลา  $p$

### 3.5 การศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยวิธีการบอซ-เจนกินส์ หรือ ARIMA

วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบอซ-เจนกินส์ หรือ ARIMA ด้วยการใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีต เพื่อแสดงพฤติกรรมของข้อมูล และนำมาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาค่าพยากรณ์เพื่อแสดงพฤติกรรมของข้อมูลในอนาคต เทคนิคนี้จะผู้พยากรณ์ต้องมีข้อมูลในอดีตจำนวนมากพอสมควร โดยจะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกต  $Y$  และเวลาตำแหน่ง  $t$  ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าสังเกตในช่วงเวลาอดีตระหว่าง  $Y_t$  กับ  $Y_{t-1}$  และนำมาใช้พยากรณ์ค่าในอนาคต  $Y_{t+1}$  ได้แบบจำลอง ARIMA มักนำมาใช้พยากรณ์ข้อมูลระยะสั้นหรือปานกลางเท่านั้น ไม่นิยมนำมาใช้พยากรณ์ในระยะยาว โดยแบบจำลอง ARIMA มีสมมติฐานว่าค่าสังเกตปัจจุบันมีความสัมพันธ์เป็นกระบวนการเชิงเส้นระหว่างค่าสังเกตและค่าความคลาดเคลื่อนในอดีต

### 3.6 การศึกษาแบบจำลองเพื่อกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังให้มีความเหมาะสม

#### 3.6.1 การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการสินค้าคงคลัง

✓ ควรสั่งซื้อสินค้าเมื่อไร บ่อยแค่ไหน (ความถี่) และแต่ละครั้งห่างกันเท่าไร (Timing)

✓ ควรสั่งซื้อสินค้าครั้งละเท่าไร (Quantity)

✓ ควรมีสินค้าคงคลังสำรองไว้บ้างหรือไม่ ด้วยจำนวนเท่าใด (Safety Stock)

#### 3.6.2 การกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock)

- ความถูกต้องในการพยากรณ์ (Forecast Accuracy) ถ้าความถูกต้องในการพยากรณ์มากจะช่วยให้ปริมาณ Safety Stock มีความเหมาะสม สามารถบรรลุเป้าหมายขององค์กรได้

- เป้าหมายการบริการลูกค้า (Target Service Level) ถ้าเราตั้งเป้าหมายในการบริการลูกค้าไว้สูง จะต้องเก็บ Safety Stock ในปริมาณมากขึ้น

- ความถี่ในการเติมเต็ม (Replenishment Frequency) ถ้าเราสามารถเติมเต็มสินค้าคงคลังได้บ่อย ๆ จะสามารถลดปริมาณ Safety Stock ลงได้ เนื่องจากเรามีโอกาสถี่ขึ้นที่จะสั่งซื้อสินค้าเข้ามาเพิ่ม

- เวลานำ (Lead Time) ถ้าเวลานำในการเติมเต็มสินค้าคงคลังลดลง เราสามารถลดปริมาณ Safety Stock ลงได้ เนื่องจากเราสามารถสั่งซื้อสินค้ามาเพิ่มได้โดยใช้เวลาน้อยกว่าในการรอคอย

#### 3.6.3 ความถูกต้องในการพยากรณ์

ภายใต้วัตถุประสงค์เพื่อต้องการหาตัวแบบการพยากรณ์ยอดขายกันชนหน้าที่มีความแม่นยำ และมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งจะช่วยให้เวลานำลดลงจาก 2 เดือน เหลือเพียง 1 เดือน จากนั้นขั้นตอนต่อไปคือ การพิจารณาหาวิธีการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังของกันชนหน้าที่มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นด้วยการเปรียบเทียบ Inventory Target ที่ได้จากการจัดเก็บด้วยวิธีการปัจจุบันของบริษัทการศึกษา กับวิธีการที่ทำการปรับปรุงและทดสอบจากงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อให้

ต้นทุนลดลงแต่ยังคงรักษาระดับการให้บริการลูกค้าได้ตามเป้าหมายของบริษัท

### 3.6.4 การวิเคราะห์สภาพปัญหาสำหรับนโยบายคงคลังในปัจจุบันของกันชนหน้า

สำหรับรายการสินค้าที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาในงานวิจัยนี้ มีทั้งหมด 8 รายการ ซึ่งตามข้อตกลงระหว่างบริษัทกับ Vendor จะมีการสั่งซื้อเป็นรายเดือน ในวันที่ 15 ของแต่ละเดือน จึงมีการพิจารณาระดับสินค้าคงคลังแบบ Periodic Review คือ ระบบที่มีการพิจารณาระดับสินค้าเป็นช่วงๆ และมีนโยบายการสั่งซื้อแบบรอบการสั่งซื้อที่ (Periodic Order Quantity: POQ)

ปัญหาของนโยบายของบริษัทการศึกษาในปัจจุบัน คือ

(1) ระดับสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock) มีการจัดเก็บเป็นหน่วยของระยะเวลา โดยกันชนหน้าทุกรายการจะมีสินค้าคงคลังสำรองจำนวน 2 เดือนเท่ากันหมด ซึ่งในความเป็นจริงกันชนหน้าแต่ละรายการมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ในแต่ละเดือนแตกต่างกัน เห็นได้ว่าวิธีการดังกล่าวไม่สามารถรองรับระดับการให้บริการลูกค้าซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของบริษัทได้ หรือในทางกลับกันบริษัทอาจต้องเก็บสินค้าคงคลังปริมาณมากเกินไป

(2) ระดับสินค้าคงคลังตามเป้าหมาย (Inventory Target) พนักงานส่วนมากนำอุปสงค์ของเดือนล่าสุดมาใช้เป็นอุปสงค์ต่อเดือน ซึ่งหากนำค่าอุปสงค์ที่ไม่มีคามแม่นยำมาใช้ ย่อมส่งผลให้มีการเก็บสินค้าคงคลังตามเป้าหมายมีปริมาณไม่เหมาะสม ปัจจุบันบริษัทมีการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละรอบ โดยพิจารณาจากจำนวนสินค้าทั้งหมดในระบบที่สามารถนำมาส่งมอบให้ลูกค้าได้ (Total Availability: TA) และระดับสินค้าคงคลังตามเป้าหมาย (Inventory Target) จากรายละเอียดของบริษัทการศึกษาที่อธิบายไว้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า

- ✓ บริษัทต้องสั่งซื้อสินค้าทุก ๆ วันที่ 15 ของเดือน
- ✓ ปริมาณที่ควรสั่งซื้อสินค้า พิจารณาจากปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บ—จำนวนสินค้า

ทั้งหมดในระบบที่สามารถนำมาส่งมอบให้ลูกค้าได้ หรือ  $Order\ Quantity = Inventory\ Target - TA$

✓ มีสินค้าคงคลังสำรองสำหรับสินค้าทุกรายการจำนวน 2 เดือนเท่ากัน โดยไม่พิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ของกันชนหน้าในแต่ละ Class ในแต่ละเดือนแตกต่างกัน

### ตารางที่ 2 วิธีการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังกันชนหน้าของบริษัทการศึกษาที่ใช้ปัจจุบัน

สินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock)	เก็บจำนวน 2 เดือน เท่ากัน
สินค้าคงคลังตามเป้าหมาย (Stock Target)	$Stock\ Target = Demand \times (Order\ cycle + Lead\ time + 2)$

จากตารางวิธีการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังของบริษัทการศึกษาที่ใช้ปัจจุบัน พบว่าวิธีการของบริษัทกรณียังมีจุดด้อยของวิธีการจัดเก็บสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock) ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณสินค้าคงคลังทั้งหมด เพราะวิธีการของบริษัทไม่นำ Service Level และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation:  $\sigma_d$ ) ของอุปสงค์มาประกอบการคำนวณ ในปัจจุบันบริษัทกำหนด Safety Stock ของสินค้าทุกรายการจำนวน 2 เดือนเท่ากัน ทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังที่จัดเก็บเพื่อรองรับ Service Level ยังมีปริมาณไม่เหมาะสมเท่าที่ควร ซึ่งอาจมากหรือน้อยเกินไป และหากในอนาคตบริษัทมีนโยบายปรับเปลี่ยน Service Level ของสินค้าแต่ละ Class ไม่เท่ากัน จะส่งผลให้บริษัทไม่สามารถตัดสินใจปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บให้มีความเหมาะสมได้ ทั้งยังไม่นำการกระจายหรือความแตกต่างของข้อมูลอุปสงค์ ( $\sigma_d$ ) มาใช้ในการพิจารณา ซึ่งสินค้าในแต่ละ Class มีการกระจายของข้อมูลยอดขายในแต่ละเดือนแตกต่างกัน และหากอุปสงค์ในอนาคตมีการกระจายตัวเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา จะทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังที่จัดเก็บไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการรองรับอุปสงค์ในอนาคต

### 3.7 แนวทางการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังให้เหมาะสม

นำค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบที่ดีที่สุดมาแทนค่าเพื่อหาวิธีการปรับปรุงนโยบายการจัดเก็บสินค้าคงคลังของบริษัทกรณีศึกษาให้มีความเหมาะสมมากขึ้น พร้อมทั้งนำนโยบายปัจจุบันและนโยบายที่เหมาะสมมากขึ้นจากการทดสอบในงานวิจัยนี้ มาวิเคราะห์หาสัดส่วนระหว่างปริมาณสินค้าคงคลังและยอดขายจริง โดยใช้ Inventory Target และ %Allocation เป็นตัววัดประสิทธิภาพของนโยบายทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง จากนั้นทำการสรุปผลนโยบายการจัดเก็บสินค้าคงคลังของกันชนหน้าที่เหมาะสมสำหรับบริษัทกรณีศึกษา

#### ตารางที่ 3 นโยบายคงคลังก่อนและหลังปรับปรุง

สินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock)	บริษัทกรณีศึกษา	กันชนหน้าทำการกระจายเก็บจำนวน 2 เดือน เท่ากัน
	Base Stock Level Policy	$Z(\sigma_d) \times \sqrt{T+LT}$
สินค้าคงคลังทั้งหมด (Inventory)	บริษัทกรณีศึกษา	Stock Target = Demand(T + I.T + 2)
	Base Stock Level Policy	Base Stock = Demand(T + I.T) + $Z(\sigma_d) \times \sqrt{T+LT}$

## 4. ผลการดำเนินงานวิจัย

### 4.1 ผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการนาอ็ฟ

#### ตารางที่ 4 MAPE ของการคำนวณโดยใช้วิธีนาอ็ฟ

Class	รายการสินค้า	MAPE %
A	1SWAAA01	12.45%
A	1SWE00ZZ	15.52%
B	5TG000ZZ	22.75%
B	5TC001ZK	34.34%
C	1S9AA000	19.54%
C	5SDE20ZZ	18.12%
D	5S9E20ZZ	29.46%
D	1S9E40ZZ	24.87%

ค่า MAPE ของสินค้าใน Class B และ D ทั้ง 2 รายการ สูงเกิน 20% ซึ่งในงานวิจัยนี้ถือว่าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการคำนวณโดยใช้สมการนาอ็ฟ จึงไม่สามารถถูกนำมาใช้เป็นวิธีการพยากรณ์ของบริษัทกรณีศึกษาได้ แม้ว่าค่า MAPE ของสินค้าใน Class A และ C ทั้ง 2 รายการ จะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ก็ตาม

### 4.2 ผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย

#### ตารางที่ 5 MAPE ของการคำนวณโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย

Class	รายการสินค้า	MAPE %
A	1SWAAA01	10.19%
A	1SWE00ZZ	22.89%
B	5TG000ZZ	14.90%
B	5TC001ZK	17.81%
C	1S9AA000	11.70%
C	5SDE20ZZ	14.12%
D	5S9E20ZZ	24.74%
D	1S9E40ZZ	21.95%

ค่า MAPE ของสินค้าใน Class A จำนวน 1 รายการ และสินค้าใน Class D ทั้ง 2 รายการ สูงเกิน 20% ซึ่งในงานวิจัยนี้ถือว่าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นการคำนวณโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายจึงไม่สามารถถูกนำมาใช้เป็นวิธีการพยากรณ์ของบริษัทกรณีศึกษาได้ แม้ว่าค่า MAPE ของสินค้าในรายการอื่น ๆ จะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ก็ตาม

### 4.2 ผลการศึกษาจากการพยากรณ์โดยใช้วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์

#### ตารางที่ 6 MAPE ของการคำนวณโดยใช้วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์

Class	รายการสินค้า	MAPE %
A	1SWAAA01	12.80%
A	1SWE00ZZ	20.25%
B	5TG000ZZ	14.20%
B	5TC001ZK	21.60%
C	1S9AA000	11.40%
C	5SDE20ZZ	13.29%
D	5S9E20ZZ	24.55%
D	1S9E40ZZ	17.21%

ค่า MAPE ของสินค้าใน Class A, B และ D จำนวน Class ละ 1 รายการ สูงเกิน 20% ซึ่งในงานวิจัยนี้

ถือว่าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นการคำนวณโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายจึงไม่สามารถถูกนำมาใช้เป็น

วิธีการพยากรณ์ของบริษัทกรณีศึกษาได้ แม้ว่าค่า MAPE ของสินค้าในรายการอื่นๆ จะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ก็ตาม

### 4.3 ผลการศึกษาจากการพยากรณ์ด้วยวิธีบอซซ์ – เจนกินส์ เป็นดังตารางที่ 4.4

เป็นดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 MAPE ของการคำนวณโดยใช้วิธีบอซซ์ – เจนกินส์

Class	รายการสินค้า	MAPE %				
		12 เดือน	24 เดือน	36 เดือน	48 เดือน	60 เดือน
A	1SWAAA01	13.13%	15.39%	13.40%	14.43%	13.68%
A	1SWE00ZZ	16.85%	18.50%	23.63%	25.03%	22.11%
B	5TG000ZZ	15.48%	13.24%	13.52%	13.86%	13.32%
B	5TC001ZK	24.20%	18.46%	19.83%	19.73%	19.31%
C	1S9AA000	15.59%	15.56%	25.02%	27.01%	16.86%
C	5SDE20ZZ	21.58%	19.62%	20.60%	27.83%	26.26%
D	5S9E20ZZ	25.40%	21.37%	19.70%	19.70%	23.79%
D	1S9E40ZZ	18.40%	17.85%	17.85%	16.96%	18.71%

ค่า MAPE ของสินค้าทุกรายการอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ <20% โดยสินค้าแต่ละ Class นั้นใช้ข้อมูลยอดขายจริงในอดีตด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกัน เนื่องจากสินค้าในแต่ละ Class มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ที่ต่างกัน โดย Class A เป็นกลุ่มสินค้าที่มีการเคลื่อนไหวเร็ว (Fast Moving) และเป็น Model ล่าสุด ค่า MAPE ที่ยอมรับได้จึงได้จากข้อมูลยอดขายย้อนหลังเพียง 12 เดือน สำหรับ Class B และ C เป็นสินค้าที่มีการเคลื่อนไหวปานกลาง (Medium Moving) จึงได้จากข้อมูลยอดขายย้อนหลัง 24 เดือน และสินค้าใน Class D เป็นสินค้าที่มีการเคลื่อนไหวน้อย (Slow Moving) จึงได้จากข้อมูลยอดขายย้อนหลังระยะยาว นานถึง 48 เดือน

### 4.4 ผลการศึกษาจากการแบบจำลอง เพื่อหาแนวทางในการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังให้มีความเหมาะสม

นำค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ซึ่งได้จากการทดลองนี้ มาทดสอบโดยใช้ข้อมูลย้อนหลังเพื่อหาปริมาณของสินค้าคงคลังทั้งหมด แล้วนำมาเปรียบเทียบระหว่างนโยบายปัจจุบันของบริษัทและนโยบาย Base Stock ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 8 ปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บเมื่อเทียบกับความต้องการใช้งานจริงต่อเดือนของนโยบายก่อนและ

Month	Inventory	
	Current Policy	New Policy
Jan-16	5.4	4.3
Feb-16	5.1	4.3
Mar-16	5.3	4.4
Apr-16	5.1	4.0
May-16	5.4	4.2
Jun-16	5.1	3.8
Jul-16	5.2	3.9
Aug-16	4.9	3.7
Sep-16	5.3	3.9
Oct-16	5.1	3.8
Nov-16	5.8	4.4
Dec-16	4.7	3.6
Average	5.2	4.0

## 5. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษา ทำให้ได้เทคนิคการพยากรณ์ยอดขายด้วยวิธีบอซซ์-เจนกินส์ และได้จำนวนเดือนของข้อมูลยอดขายที่ใช้ในการหาตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความ

เหมาะสมกับสินค้าแต่ละกลุ่ม โดยสินค้าใน Class A ใช้ข้อมูลยอดขายย้อนหลัง 12 เดือน, Class B และ C 24 เดือน และ Class D 48 เดือน ทั้งยังได้นโยบาย Base Stock ที่มีความเหมาะสมกับบริษัทกรณีศึกษามากยิ่งขึ้น โดยความสามารถในการจัดส่งสินค้าเฉลี่ยในแต่ละเดือนมากกว่า 80% ซึ่งเป็นระดับที่องค์กรยอมรับได้ และปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บเมื่อเทียบกับความต้องการใช้งานจริงต่อเดือน ลดลงจาก 5.2 เท่า เหลือ 4 เท่า

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากสินค้าที่ศึกษาเป็นกันชนหน้ารถยนต์ที่ต้องให้บริการนานถึง 20 ปี ทำให้กันชนหน้าแต่ละรายการต้องแบ่งตามความถี่ในการเคลื่อนไหว โดยในแต่ละ Class มีกันชนหน้าหลายรายการซึ่งก็มีลักษณะของอุปสงค์ที่ขึ้นอยู่กับจำนวนยอดขายรถยนต์ของบริษัทแม่และลักษณะการใช้งานของรถยนต์แต่ละรุ่น ดังนั้นเพื่อหา นโยบายที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น จึงควรศึกษากันชนหน้าทุกรายการเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของการจัดการสินค้าคงคลัง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] จิราพร เจตนาภิวัดน์. การปรับปรุงระบบบริหารสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าสำเร็จรูปของบริษัทจัดจำหน่ายสี่ล้อรถจักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการจัดการด้าน โลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [2] จิราวรรณ โทธนาคม. การปรับปรุงการควบคุมสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง: กรณีศึกษาโรงงานผสมน้ำมันหล่อลื่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- [3] ชุตินา วัชรเสถียรโชค. การพัฒนาระบบบริหารสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าแฟชั่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการจัดการด้าน โลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- [4] ดวงแข เวชศาสตร์. การควบคุมพัสดุคงคลังและการออกแบบอุปกรณ์จัดเก็บ: กรณีศึกษาองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- [5] ฉาวร พุทธคุณ และ วรนนท์ ปิยะโรจนานุกูล. การพยากรณ์ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าเหล็กแผ่นรีดร้อนของประเทศไทยโดยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีการพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนกินส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.
- [6] นริสา สมุทรสาคร. การพยากรณ์ราคาทองคำด้วยวิธี ARIMA หรือวิธีการของบ็อกซ์-เจนกินส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548.
- [7] มณฑิรา นุชภู. การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบคลังพัสดุ: กรณีศึกษาโรงงานประกอบเครื่องยนตการเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.
- [8] วัชรินทร์ แสงมา และ พิษณุ ทองขาว. การวิเคราะห์ระบบอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้าของไทย: กรณีศึกษาการวางแผนและควบคุมการผลิตโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือในช่วงเวลาที่มีจำกัด. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2553.



- [9] ฉัฐนารี สุขเสกสรร และ ศศิพร สร้อยระย้า. การกำหนดนโยบายวัตถุดิบคงคลังที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล กรณีศึกษา บริษัทเคมีภัณฑ์ทำความสะอาดและเคมีภัณฑ์สำหรับระบบบำบัดน้ำ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2559; 23(2).
- [10] ศราวุฒิ จินตนาสุนทรศิริ. การใช้วิธีทางสถิติพยากรณ์ราคาปิดรายวันของหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 2548.
- [11] ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. ระบบพัสดุคงคลัง. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- [12] สุมิตรา อมรรวพัตร์. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าในส่วนภูมิภาค. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 2542.
- [13] ททัชรัตน์ ดั่งสูงเนิน. การพัฒนาระบบการจัดการคลังสินค้าสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 2548.
- [14] Babai, M. Z., Ali, M. M. and Boylan, J. E. Forecasting and Inventory Performance in a Two-Stage Supply Chain with ARIMA (0,1,1) Demand: Theory and Empirical Analysis. *International Journal of Production Economics*, 2013, 143(2): 463-471.
- [15] Bianchi, L., Jarrett, J. and Hanumara, R. C. Improving Forecasting for Telemarketing Centers by ARIMA Modeling with Intervention. *International Journal of Forecasting*, 1998; 14(4): 497-504.
- [16] Mercado, Ed C. *Hand-On Inventory Management*. New York: Auerbach Publication, 2008.
- [17] Jaijit, S. and Sachakamol, P. Applied Methodologies of Work Study, Forecasting and Inventory Management Techniques for Pharmaceutical's Warehouse Management: Atlanta Medicare Co.,Ltd. *Engineering Journal*, Chiangmai University, 2016; 23(3): 33-43.
- [18] Wang, C. C. A Comparison Study between Fuzzy Time Series Model and ARIMA Model for Forecasting Taiwan Export. *Expert Systems with Applications*, 2011; 38(8): 9296-9304.