

ตัวแบบการพยากรณ์เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อสินค้าล่วงหน้าด้วย เทคนิคการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล

Forecasting Model for Advanced Purchasing Planning by Exponential Smoothing

จารุเดช โตจำศีลปี่ สิริทิพร พิมพ์สกุล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อหาเทคนิคการพยากรณ์ ที่ใช้พยากรณ์ความต้องการยางนอกของคลังสินค้ากรณีศึกษา โดยใช้ข้อมูลการขายจริงเป็นรายสัปดาห์ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2558 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 168 สัปดาห์ ซึ่งแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2558 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 156 สัปดาห์ สำหรับใช้พยากรณ์ และ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่ มกราคม 2561 ถึง มีนาคม 2561 จำนวน 12 สัปดาห์ สำหรับการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ โดยงานวิจัยนี้ใช้ตัวแบบการพยากรณ์ 4 วิธีคือ 1) วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบเคลื่อนที่ของบราวน์ 2) วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลเส้นตรงของโฮลท์ 3) วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลของวินเทอร์ ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด พิจารณาได้จากเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำการพยากรณ์ของผลรวมช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า 3, 6, 9 และ 12 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับผลรวมของปริมาณการขายจริงตามช่วงเวลาดังกล่าว ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จะได้ตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดของยางนอกแต่ละรุ่น จำนวน 11 รายการ สำหรับการวางแผนความต้องการสินค้าคงคลัง

คำสำคัญ : การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ดัชนีด้านความน่าเชื่อถือ อัตราความแม่นยำการพยากรณ์

Abstract

This research is to study and find the time series forecasting model in order to forecast tyre demand of a case study warehouse. The data is gathered weekly from January 2015 to March 2018 with the total of 168 weeks that is used and separated into 2 groups. The first group contains 156 weeks from January 2015 to December 2017 for forecasting. The second group contains 12 weeks from January 2018 to March 2018 for comparing and finding the most suitable model. This research uses 4 techniques which include 1) Brown's One Parameter Linear Exponential Smoothing, 2) Holt's Two Parameter Linear Exponential Smoothing, 3) Additive Seasonality Method, and 4) Winters' Linear and Seasonal Exponential Smoothing. The suitable forecasting models are chosen by considering the percentage average forecast accuracy of advanced sum forecast period as 3, 6, 9 and 12 weeks and are compared with sum actual demand according to those periods. The result of this research shows the best forecasting models for all 11 tyre models for inventory requirement planning.

Keywords : Exponential Smoothing, Reliability Index, Forecast Accuracy Rate

1. บทนำ

ในการพยากรณ์ความต้องการอะไหล่รถจักรยานยนต์ โดยเฉพาะขายนอกซึ่งเป็นสินค้าที่เสื่อมสภาพไปตามกาลเวลา การมีขายนอกเก็บในคลังสินค้ามากเกินไป ส่งผลต่อต้นทุนและพื้นที่การจัดเก็บสินค้าอื่นๆ ส่งผลให้คลังสินค้ากรณีศึกษา ซึ่งเปิดกิจการเป็นร้านขายอุปกรณ์ตกแต่งรถมอเตอร์ไซด์ขนาดใหญ่ เปิดให้บริการทุกวัน มีสินค้าถูกจัดเก็บอย่างไม่เป็นระบบระเบียบ ขายนอกบางรุ่นมีเรื่องฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง กล่าวคือยอดขายในช่วงปลายปีมักจะน้อยกว่าช่วงต้นปี เนื่องจากลูกค้าหลายรายของคลังสินค้ากรณีศึกษาเปิดกิจการเป็นร้านขายอุปกรณ์ตกแต่งหรือร้านซ่อมรถมอเตอร์ไซด์ต้องการลดปริมาณการจัดเก็บเมื่อเข้าสู่วันหยุดยาวในช่วงปีใหม่และจะมียอดขายเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผ่านช่วงวันหยุดยาวปีใหม่ไปแล้ว ขายนอกเป็นสินค้าหลักที่คลังสินค้ากรณีศึกษาต้องจัดเก็บในปริมาณที่เหมาะสม ดังนั้นถ้ามีการพยากรณ์ยอดขายขายนอกในอนาคตได้อย่างแม่นยำ จะทำให้ผู้ประกอบการสามารถคาดการณ์และวางแผนการสั่งซื้อขายนอกเข้ามาจัดเก็บในปริมาณที่เหมาะสมกับปริมาณการขายจริงในช่วงเวลานั้นๆ และลดปริมาณการจัดเก็บสินค้าได้

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะพยากรณ์ยอดขายขายนอกในปี พ.ศ. 2561 จำนวน 3, 6, 9 และ 12 สัปดาห์ ล่วงหน้าโดยใช้ตัวแบบการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซึ่งเป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่กำจัดความไม่แน่นอนออกไปเพื่อให้เรียบขึ้น โดยให้ความสำคัญหรือน้ำหนักกับข้อมูลในอดีตไม่เท่ากัน แกะไขข้อจำกัดของบางตัวแบบที่ให้ความสำคัญแก่ข้อมูลเท่ากันหมด สามารถประมาณค่าผลลัพธ์ในอนาคตได้ล่วงหน้ามากกว่า 1 ช่วงเวลาและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ประกอบด้วยจำนวน 4 วิธีซึ่งมีความแตกต่างกัน คือ วิธีที่ 1) วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลดับเบิลของบราวน์ ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มเส้นตรง แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล มีค่าคงที่ปรับเรียบ 1 ค่า เป็นวิธีการปรับเรียบโดยนำค่าของการพยากรณ์มาปรับเรียบซ้ำอีกครั้ง เพื่อลดปัจจัยความไม่แน่นอนที่อธิบายไม่ได้ 2) วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลเส้นตรงของโฮลท์เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับข้อมูลมี

แนวโน้มเส้นตรง แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล แต่มีการกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ 2 ค่า 3) วิธีรูปแบบการบวกประยุกต์จากวิธีของวินเทอร์ โดยตัดสมการสำหรับการทำให้เป็นแนวโน้มออกไป เหมาะสมกับข้อมูลที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาล มีการกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ 2 ค่า และ 4) วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลของวินเทอร์ เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล มีการกำหนดค่าคงที่ที่ทำให้เรียบ 3 ค่า ซึ่งสมการของวิธีนี้จะคล้ายกับวิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลเส้นตรงของโฮลท์ แต่วิธีการของวินเทอร์จะรวมค่าปรับเรียบความเป็นฤดูกาลด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยใช้ดัชนีวัดประสิทธิภาพโลจิสติกส์ ในส่วนของมิติด้านความน่าเชื่อถือ (Reliability Index) ก็คือ สัดส่วนปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อจริง ต่อ ปริมาณสินค้าที่บริษัทได้พยากรณ์ตามความต้องการของลูกค้า (Forecast Accuracy Rate) จากคู่มือวินิจฉัยความสามารถด้านโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการธุรกิจ ซึ่งจัดทำโดยสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (สอท.) และสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) [1] ในการประเมินระดับความแม่นยำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงความแม่นยำของการพยากรณ์ที่ได้อยู่ในระดับดีเพียงใด

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

S. Hansun [2] ใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลดับเบิลของบราวน์ วิเคราะห์เคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนัก และวิธีที่เกิดจากการรวมกันของสองวิธีดังกล่าวคือ Brown's Weighted Exponential Moving Average ทดสอบ Jakarta Stock Exchange (JKSE) Composite Index Data

A. Nazim และ A. Afthanorhan [3] ใช้วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลดับเบิลของบราวน์ และ วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลเส้นตรงของโฮลท์ และวิธี ARERES มาศึกษาเพื่อทำนายจำนวนประชากรของมาเลเซีย

X. Li [4] ศึกษาพยากรณ์ Freight Turnover โดย วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลดับเบิลของบราวน์ และ วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลเส้นตรงของโฮลท์

E.Valakevicius และ M. Brazenas [5] ใช้ตัวแบบการบวก (Additive) และตัวแบบการคูณ (Multiplicative) ของวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของวินเทอร์ พยากรณ์ความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงิน

จินตพร หนัวินปิ่น และคณะ [6] ศึกษาและพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในเขตภาคกลางของประเทศไทย โดยใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลของวินเทอร์ การวิเคราะห์การถดถอยที่ใช้ตัวแปรคัมมี วิธีของบอช-เจนกินส์ และการวิเคราะห์การถดถอยแบบพีชชีที่ใช้ตัวแปรคัมมี เพื่อวางแผนการผลิตพลังงานไฟฟ้า

วรางคณา กิริติวิบูลย์ [7] ศึกษาถึงการเคลื่อนไหวของจำนวนผู้มีงานทำในอดีต เพื่อนำมาสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของจำนวนผู้มีงานทำโดยใช้วิธีบอช-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการพยากรณ์รวม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน

ภัทรพล กองทรัพย์ และคณะ [8] ใช้วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลดับเบิลของบราวน์ วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้น วิธีแนวโน้มดัชนีฤดูกาล และวิธีของวินเทอร์ เพื่อพยากรณ์ยอดขายข้าวฮางอก จังหวัดสกลนคร

เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ [9] ใช้วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีแนวโน้มเชิงเส้น วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์ วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบวินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบ มาพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า

C.L. Karmaker และคณะ[10] ใช้วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย วิธีการแนวโน้มเชิงเส้น วิธีของวินเทอร์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเส้นตรงของโฮลท์ พยากรณ์ความต้องการเส้นใยปอกระเจา

วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล [11] ใช้วิธีของวินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบ และวิธีของบอช-เจนกินส์ พยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ย เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชให้เหมาะกับอุณหภูมิในช่วงต่างๆ ได้

นิตยา วงศ์ระวัง [12] ใช้วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีเฉลี่ย

เคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลดับเบิลของบราวน์ วิธีของวินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบ พยากรณ์ความต้องการในการผลิต

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลดับเบิลของบราวน์

เทคนิคนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวโน้ม โดย $S_1'' = S_1' = X_1$ (ใช้ค่าข้อมูลค่าแรกเป็นค่าเริ่มต้น), S_t' = ค่าจาก Single Exponential Smoothing ณ เวลา t S_t'' = ค่าจาก Double Exponential Smoothing ณ เวลา t α = ค่าถ่วงน้ำหนัก และ $0 < \alpha < 1$

m = จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ข้างหน้า

$$\text{เมื่อ } S_t' = \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{t-1}' \quad (1)$$

$$S_t'' = \alpha S_t' + (1 - \alpha)S_{t-1}'' \quad (2)$$

$$a_t = 2S_t' - S_t'' \quad (3)$$

$$b_t = [\alpha/(1 - \alpha)](S_t' - S_t'') \quad (4)$$

$$\text{สมการพยากรณ์ คือ } F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (5)$$

การหาค่าเริ่มต้น

$$S_1' = S_1'' = X_1 \quad , \quad a_1 = X_1$$

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2}$$

3.2 วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเส้นตรงของโฮลท์

เทคนิคนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวโน้ม

ใช้ค่าพารามิเตอร์ 2 ตัวคือ α และ β

โดย α = สัมประสิทธิ์การปรับเรียบ

β = สัมประสิทธิ์การปรับแนวโน้ม

S_t = สำหรับการปรับให้เรียบ

b_t = สำหรับการทำให้เป็นแนวโน้ม

m = จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ข้างหน้า

$$\text{เมื่อ } S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (6)$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (7)$$

$$\text{สมการพยากรณ์ คือ } F_{t+m} = S_t + b_t m \quad (8)$$

การหาค่าเริ่มต้น

$$S_1 = X_1 \quad , \quad b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2}$$

3.3 วิธีรูปแบบการบวก

เนื่องจากข้อมูลยอดขายของยางนอกบางรายการ ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน รูปแบบสมการของ วินเทอร์ ที่ตัดสมการสำหรับปรับค่าแนวโน้มออกไป [5] จึงนำมาทดสอบและเปรียบเทียบในงานวิจัยนี้

โดย α = สัมประสิทธิ์การปรับเรียบ

γ = สัมประสิทธิ์การปรับฤดูกาล

S_t = สำหรับการปรับให้เรียบ

I_t = สำหรับการทำให้เป็นฤดูกาล

L = ความยาวของฤดูกาล

m = จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ข้างหน้า

$$S_t = \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)S_{t-1} \quad (9)$$

$$I_t = \gamma(X_t - S_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (10)$$

$$\text{สมการพยากรณ์ คือ } F_{t+m} = S_t + I_{t+m-L} \quad (11)$$

การหาค่าเริ่มต้น

$$S_t = \sum_{i=1}^L X_i / L, \quad I_t = X_t - S_t$$

3.4 วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลของวินเทอร์

เทคนิคนี้ใช้กับข้อมูลที่เป็นแนวโน้มและฤดูกาล โดยจะมียอดประกอบปรับเรียบ ความเป็นแนวโน้มและความยาวฤดูกาล ในงานนี้ใช้รูปแบบการบวกของวินเทอร์

โดย α = สัมประสิทธิ์การปรับเรียบ

β = สัมประสิทธิ์การปรับแนวโน้ม

γ = สัมประสิทธิ์การปรับฤดูกาล

S_t = สำหรับการปรับให้เรียบ

b_t = สำหรับการทำให้เป็นแนวโน้ม

I_t = สำหรับการทำให้เป็นฤดูกาล

L = ความยาวของฤดูกาล

m = จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ข้างหน้า

$$S_t = \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (12)$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (13)$$

$$I_t = \gamma(X_t - S_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (14)$$

$$\text{สมการพยากรณ์ คือ } F_{t+m} = S_t + b_t m + I_{t+m-L} \quad (15)$$

การหาค่าเริ่มต้น

$$S_L = \frac{1}{L}(X_1 + X_2 + \dots + X_L)$$

$$b_L = \frac{1}{L} \left(\frac{X_{L+1} - X_1}{L} + \frac{X_{L+2} - X_2}{L} + \dots + \frac{X_{L+L} - X_L}{L} \right)$$

$$I_1 = X_1 - S_L, \quad I_2 = X_2 - S_L, \dots, I_L = X_L - S_L$$

3.5 อัตราความแม่นยำในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า (Forecast Accuracy Rate)

อัตราความแม่นยำในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า คำนวณจากปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อจริงต่อปริมาณสินค้าที่บริษัทได้พยากรณ์ตามความต้องการของลูกค้า จากคู่มือวินิจฉัยความสามารถทางด้านโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการธุรกิจ โครงการภายใต้กรอบความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน ของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย [1]

Forecast Accuracy Rate =

$$\frac{\text{ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อจริง}}{\text{ปริมาณสินค้าที่บริษัทได้พยากรณ์ตามความต้องการของลูกค้า}} \quad (16)$$

Percent Relative Error (เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

$$\text{สัมพัทธ์}) = \left| \frac{X_{\text{error}} - X_{\text{accuracy}}}{X_{\text{accuracy}}} \right| \times 100 \quad (17)$$

โดยที่ $X_{\text{accuracy}} = 1.00$ ค่าความแม่นยำสูงสุด (เมื่อปริมาณการสั่งซื้อสินค้าจริง กับปริมาณสินค้าที่ได้พยากรณ์ไว้มีค่าเท่ากัน)

X_{error} = ค่าความคลาดเคลื่อน (ของค่า Forecast Accuracy Rate จากค่า $X_{\text{accuracy}} = 1.00$)

$$\% \text{Accuracy} = 100 - \text{Percent Relative Error} (\%) \quad (18)$$

3.6 มิติด้านความน่าเชื่อถือ

การอธิบายความหมายของผลการประเมินอธิบายดังนี้

- (1) หากผลการประเมินอยู่ในช่วงของ Disadvantage (ซ้ายมือ) อธิบายได้ว่า กิจกรรมโลจิสติกส์นั้นๆ ที่ทางบริษัทกำลังดำเนินการอยู่ไม่สามารถที่จะแข่งขันได้กับบริษัทอื่นๆ ในอุตสาหกรรม (2) หากผลการประเมินอยู่ในช่วงของ Parity (ตรงกลาง) อธิบายได้ว่ากิจกรรมโลจิสติกส์นั้นๆ ที่ทางบริษัทกำลังดำเนินการอยู่ในระดับเดียวกับที่บริษัทอื่นดำเนินการอยู่ (3) หากผลการประเมินอยู่ในช่วงของ Advantage (ขวามือ) อธิบายได้ว่ากิจกรรมโลจิสติกส์นั้นๆ ที่ทางบริษัทกำลังดำเนินการอยู่มีประสิทธิภาพดีกว่าบริษัทอื่นๆ ในอุตสาหกรรม [1] โดย

อัตราความแม่นยำในการพยากรณ์ที่ได้จากการทดสอบด้วย
ตัวแบบการพยากรณ์ของงานวิจัยนี้ จะถูกนำมาประเมิน

เทียบดัชนีชี้วัดด้านความน่าเชื่อถือดังแสดงในรูปที่ 1 เพื่อ
พิสูจน์ว่าค่าการพยากรณ์ที่ได้อยู่ในระดับที่ดีเพียงใด

KPI	Performance		
DIFOT (CS and Support)	< 80%	80 - 95%	> 95%
Supplier In Full and On - Time Rate	< 80%	80 - 95%	> 95%
Order Accuracy Rate	< 90%	90 - 98%	> 98%
DIFOT (Transportation)	< 80%	80 - 95%	> 95%
Inventory Accuracy	> 10%	1 - 10%	< 1%
Forecast Accuracy Rate	< 60%	60 - 90%	> 90%
Inventory Out of Stock Rate	> 10%	2 - 10%	< 2%
Damage Rate	> 5%	1 - 5%	< 1%
Rate of Returned Goods	> 5%	0.1 - 5%	< 0.1%
	Disadvantage	Parity	Advantage

W
O
R
L
D

C
L
A
S
S

รูปที่ 1 ตารางเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดด้านความน่าเชื่อถือ

4. วิธีการวิจัย

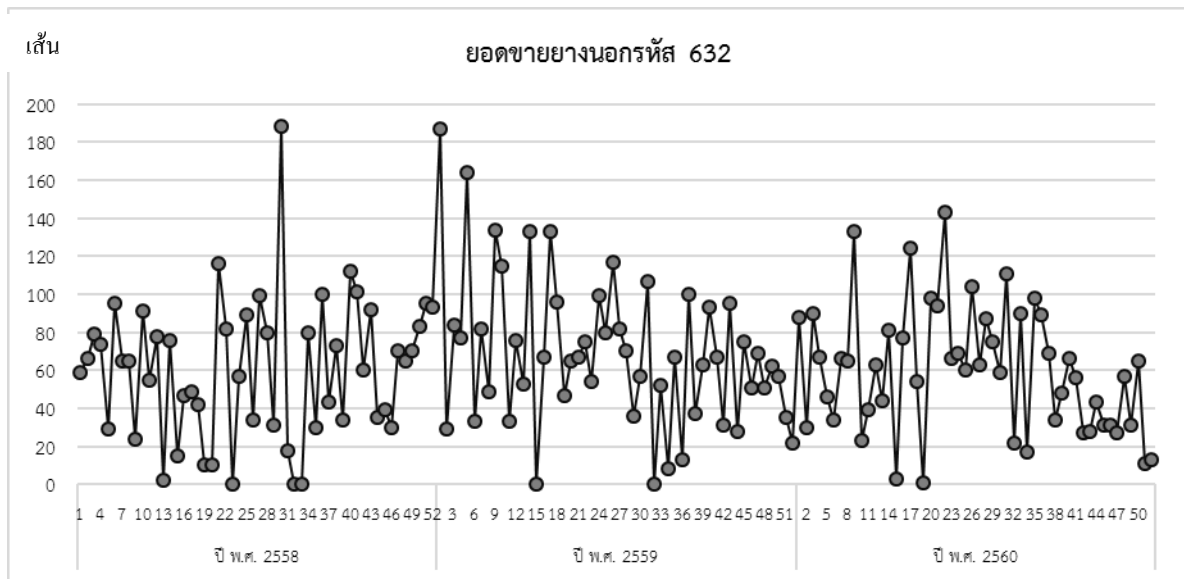
4.1 การเก็บข้อมูล

ข้อมูลงานวิจัยนี้เริ่มจากรวบรวมยอดขายของสินค้าขาย
ดี ประจำปี พ.ศ. 2560 ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้
ตัดสินใจเลือกสินค้าภายนอก มาทำการศึกษา หลังจากนั้น
จึงเก็บข้อมูลยอดขายภายนอกที่สำคัญของคลังสินค้า
กรณีศึกษา จำนวน 11 รายการ เป็นรายสัปดาห์ ช่วงเวลา
ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2558 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2561 จำนวน
168 สัปดาห์ ของภายนอกทั้ง 11 รายการ สำหรับการ
พยากรณ์ และการเปรียบเทียบความแม่นยำการพยากรณ์
ตารางที่ 1 ยอดขายสินค้าขายดีตั้งแต่ 1 ม.ค.60 ถึง 31
ธ.ค.60

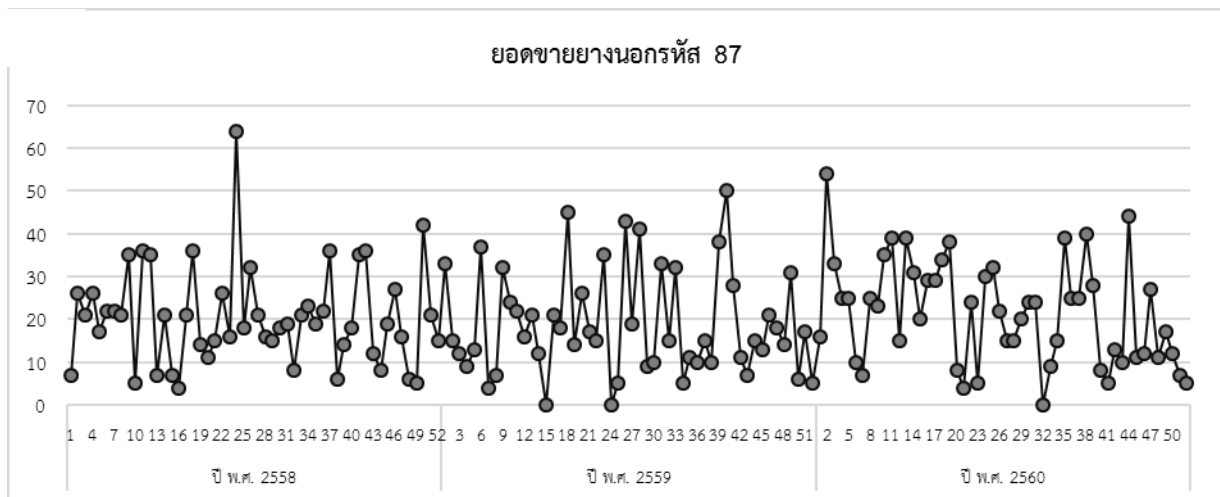
ประเภท	ยอดขาย (บาท)
โช๊คหลัง โช๊คแก๊ส โช๊คน้ำมัน โช๊ค เดี่ยว โช๊คหน้าหัวกลับและแบบอื่นๆ	19,435,859
ยางนอก	18,350,428
หมวกกันน็อก	15,528,583
โซ่และสเตอร์แบบต่างๆ	11,381,460
วงล้อ	10,178,178

ตารางที่ 2 ยอดขายยางนอก 11 รายการ ม.ค. ถึง ธ.ค. 2560

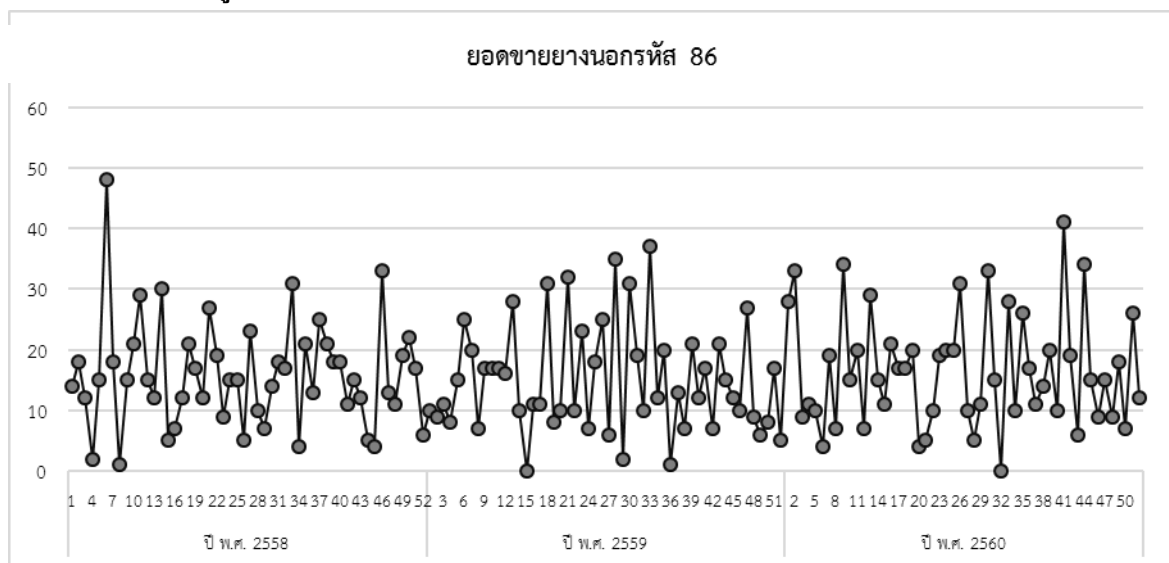
ลำดับ	รหัส	ชื่อยางนอก	ยอดขาย (บาท)
1	632	ยางนอก M1 80/90-14	878,480
2	87	ยางนอก I1 60/80-17	792,375
3	86	ยางนอก I2 50/100-17	582,535
4	107	ยางนอก I3 2.00-17	554,035
5	627	ยางนอก M2 50/100-17	486,051
6	108	ยางนอก I4 2.25-17	434,430
7	631	ยางนอก M3 70/90-14	416,815
8	628	ยางนอก M4 60/90-17	378,267
9	85	ยางนอก I5 45/90-17	354,265
10	629	ยางนอก M5 70/90-17	265,906
11	109	ยางนอก I6 2.50-17	261,940



รูปที่ 2 กราฟแสดงยอดขายยางนอก 632 M1 80/90-14 จำนวน 156 สัปดาห์



รูปที่ 3 กราฟแสดงยอดขายยางนอกรหัส 87 I1 60/80-17 จำนวน 156 สัปดาห์



รูปที่ 4 กราฟแสดงยอดขายยางนอกรหัส 86 I2 50/100-17 จำนวน 156 สัปดาห์

จากรูปที่ 2 ปี 2558 ข้อมูลยอดขายไม่ได้มีลักษณะเป็นแนวโน้มให้เห็นชัดเจน ช่วงต้นปี 2559 ช่วงประมาณ สัปดาห์ที่ 1-14 ยอดขายค่อนข้างสูง เพราะลูกค้าที่เปิดกิจการเป็นร้านซ่อมรถมอเตอร์ไซด์หรือขายอะไหล่ ตกแต่ง จะเริ่มสั่งซื้อยางนอกเข้าเก็บไว้ที่ร้าน แล้วยอดขายช่วงหลังกลายปีเป็นต้นมาปริมาณขายมีแนวโน้มลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 52 เมื่อหมดเทศกาลวันหยุดยาวปีใหม่ ปริมาณการขายก็จะมียกระดับสูงมากขึ้นภายในครั้งแรกของปีและจะมีแนวโน้มลดลงอีกครั้งเมื่อเข้าสู่ช่วงปลายปี ทั้งนี้ลูกค้าหลายรายไม่ต้องการเก็บสินค้าไว้มากเกินไป เนื่องจากยางนอกจะเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลา รูปที่ 3 ยอดขายช่วงปลายปี 2559 และ 2560 อยู่ในระดับที่น้อยกว่าช่วงครึ่งปีแรก รูปที่ 4 ในปี 2559 ปรากฏเห็นแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนในช่วงปลายปี และช่วงปลายปี 2560 ก็มีปริมาณการขายค่อนข้างน้อยลงเช่นกัน เมื่อนำข้อมูลปริมาณการขายของยางนอกการขายอื่นๆ ไปพล็อตกราฟจะพบว่ามียอดขายคล้ายกันคือ ช่วงปลายปี ยอดขายมักจะมีแนวโน้มลดลงหรือมีระดับที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับช่วงครึ่งปีแรก

ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงใช้ตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้น (Linear Trend Model) คือ ใช้กับข้อมูลที่แนวโน้มเพิ่มขึ้นและ/หรือลดลง แนวโน้มจะมีลักษณะค่อนข้างคงที่ในช่วงระยะเวลายาวหรือลักษณะแนวโน้มมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเฉพาะในช่วงระยะเวลาสั้นๆก็ได้ และตัวแบบฤดูกาล (Seasonality Model) คือ ใช้กับข้อมูลที่มีปัจจัยด้านฤดูกาล โดยที่ข้อมูลที่มีฤดูกาลอาจมีหรือไม่มีแนวโน้มก็ได้เช่นเดียวกันกับกรณีข้อมูลที่ไม่มีฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลภายในฤดูกาลอาจมีขนาดคงที่เป็นอิสระกับเวลาหรือลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในฤดูกาลอาจแปรตามแนวโน้มก็ได้ [13] และใช้ตัวแบบการพยากรณ์เหล่านี้พยากรณ์ล่วงหน้า 12 สัปดาห์ คือช่วงต้นปี 2561 หาค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำการพยากรณ์ของแต่ละช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้าคือสัปดาห์ที่ 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168 โดยเทียบกับข้อมูลการขายจริงของแต่ละสัปดาห์ หลังจากนั้นหาค่าเปอร์เซ็นต์ความ

แม่นยำการพยากรณ์รวมทั้ง 3 สัปดาห์ (สัปดาห์ 157-159), 6 สัปดาห์ (สัปดาห์ 157-162), 9 สัปดาห์ (สัปดาห์ 157-165) และ 12 สัปดาห์ (สัปดาห์ 157-168) เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริหารคลังสินค้ากรณีศึกษาในการวางแผนการสั่งซื้อสินค้าล่วงหน้า

4.2 เงื่อนไขของตัวแบบการพยากรณ์

ยางนอกทั้ง 11 รายการจะถูกนำมาทดสอบดังนี้

(1) Brown's One Parameter Linear Exponential Smoothing กำหนดค่า $\alpha = 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.95$ (รวมทดสอบ 11 ครั้งต่อยางนอกหนึ่งรายการ)

(2) Holt's Two Parameter Linear Exponential Smoothing

1. $\alpha = 0.05 \quad \beta = 0.05$, 2. $\alpha = 0.1 \quad \beta = 0.1$
3. $\alpha = 0.2 \quad \beta = 0.2$, 4. $\alpha = 0.3 \quad \beta = 0.3$
5. $\alpha = 0.4 \quad \beta = 0.4$, 6. $\alpha = 0.5 \quad \beta = 0.5$
7. $\alpha = 0.6 \quad \beta = 0.6$, 8. $\alpha = 0.7 \quad \beta = 0.7$
9. $\alpha = 0.8 \quad \beta = 0.8$, 10. $\alpha = 0.9 \quad \beta = 0.9$
11. $\alpha = 0.95 \quad \beta = 0.95$ (จำนวน 11 ครั้ง)

(และหาค่าพารามิเตอร์ α, β ที่ทำให้ค่า MAD (Mean Absolute Deviation) น้อยที่สุด โดยการใช้ Excel Solver ทดสอบกับรูปแบบค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบ 11 ครั้งแรก รวมทั้งสิ้นทดสอบ 22 ครั้งต่อยางนอกหนึ่งรายการ)

(3) Additive Seasonality Method

1. $\alpha = 0.05 \quad \gamma = 0.05$, 2. $\alpha = 0.1 \quad \gamma = 0.1$
3. $\alpha = 0.2 \quad \gamma = 0.2$, 4. $\alpha = 0.3 \quad \gamma = 0.3$
5. $\alpha = 0.4 \quad \gamma = 0.4$, 6. $\alpha = 0.5 \quad \gamma = 0.5$
7. $\alpha = 0.6 \quad \gamma = 0.6$, 8. $\alpha = 0.7 \quad \gamma = 0.7$
9. $\alpha = 0.8 \quad \gamma = 0.8$, 10. $\alpha = 0.9 \quad \gamma = 0.9$
11. $\alpha = 0.95 \quad \gamma = 0.95$ (จำนวน 11 ครั้ง)

(และหาค่าพารามิเตอร์ α, γ ที่ทำให้ค่า MAD (Mean Absolute Deviation) น้อยที่สุด โดยการใช้ Excel Solver ทดสอบกับรูปแบบค่าพารามิเตอร์ 11 ครั้งแรก รวมเป็น 22 ครั้งต่อยางนอกหนึ่งรายการ)

4) Winters's Linear and Seasonal Exponential

Smoothing

1. $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.05$ $\gamma = 0.05$
2. $\alpha = 0.1$ $\beta = 0.1$ $\gamma = 0.1$
3. $\alpha = 0.2$ $\beta = 0.2$ $\gamma = 0.2$
4. $\alpha = 0.3$ $\beta = 0.3$ $\gamma = 0.3$
5. $\alpha = 0.4$ $\beta = 0.4$ $\gamma = 0.4$
6. $\alpha = 0.5$ $\beta = 0.5$ $\gamma = 0.5$
7. $\alpha = 0.6$ $\beta = 0.6$ $\gamma = 0.6$
8. $\alpha = 0.7$ $\beta = 0.7$ $\gamma = 0.7$
9. $\alpha = 0.8$ $\beta = 0.8$ $\gamma = 0.8$
10. $\alpha = 0.9$ $\beta = 0.9$ $\gamma = 0.9$
11. $\alpha = 0.95$ $\beta = 0.95$ $\gamma = 0.95$

(และหาค่าพารามิเตอร์ α, β, γ ทำให้ค่า MAD (Mean Absolute Deviation) น้อยที่สุด โดยการใช้ Excel Solver ทดสอบกับรูปแบบค่าพารามิเตอร์ 11 ครั้งแรก รวมเป็น 22 ครั้งต่อขงนอกหนึ่งรายการ)

5. ผลการวิจัย

ตัวอย่างการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ขงนอกรหัส 632 M1 80/90-14 เมื่อทดสอบด้วยตัวแบบการพยากรณ์ 4 วิธี ดังแสดงในตารางที่ 3 ถึง 7 โดยแสดงค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของการพยากรณ์ของผลรวมช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า 3, 6, 9 และ 12 สัปดาห์ มีค่าสูงสุด และสรุปตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดของขงนอกทั้ง 11 รายการ ในตารางที่ 8

ตารางที่ 3 ขงนอก 632 M1 80/90-14 เมื่อพยากรณ์ด้วยวิธี Brown's One Parameter Linear Exponential Smoothing

รหัส 632	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของการพยากรณ์ของผลรวมช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า			
	3 สัปดาห์	6 สัปดาห์	9 สัปดาห์	12 สัปดาห์
ค่า α ที่ให้ความแม่นยำสูงสุด	$\alpha = 0.05$ 65.71 %	$\alpha = 0.05$ 65.79 %	$\alpha = 0.05$ 66.38 %	$\alpha = 0.05$ 70.31 %

ตารางที่ 4 ขงนอก 632 M1 80/90-14 เมื่อพยากรณ์ด้วยวิธี Holt's Two Parameter Linear Exponential Smoothing

รหัส 632	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของการพยากรณ์ของผลรวมช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า			
	3 สัปดาห์	6 สัปดาห์	9 สัปดาห์	12 สัปดาห์
α, β ที่ให้ความแม่นยำสูงสุด	$\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 75.09 %	$\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 81.92 %	$\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 84.93 %	$\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 87.88 %

ตารางที่ 5 ขงนอก 632 M1 80/90-14 เมื่อพยากรณ์ด้วยวิธี Additive Seasonality Method

รหัส 632	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของการพยากรณ์ของผลรวมช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า			
	3 สัปดาห์	6 สัปดาห์	9 สัปดาห์	12 สัปดาห์
α, γ ที่ให้ความแม่นยำสูงสุด	$\alpha = 0.1, \gamma = 0.1$ 70.54 %	$\alpha = 0.05, \gamma = 0.05$ 79.67 %	$\alpha = 0.05, \gamma = 0.05$ 84.80 %	$\alpha = 0.05, \gamma = 0.05$ 84.53 %

ตารางที่ 6 ขางนอก 632 M1 80/90-14 เมื่อพยากรณ์ด้วยวิธี Winters' Linear and Seasonal Exponential Smoothing

รหัส 632	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำการพยากรณ์ของผลรวมช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า			
	3 สัปดาห์	6 สัปดาห์	9 สัปดาห์	12 สัปดาห์
α, β, γ ที่ให้	$\alpha = 0.05, \beta = 0.05,$	$\alpha = 0.05, \beta = 0.05,$	$\alpha = 0.05, \beta = 0.05,$	$\alpha = 0.05, \beta = 0.05,$
ความแม่นยำ	$\gamma = 0.05$	$\gamma = 0.05$	$\gamma = 0.05$	$\gamma = 0.05$
สูงสุด	71.69 %	79.53 %	84.69 %	87.25 %

ตารางที่ 7 สรุปตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบจาก 4 วิธี (ตารางที่ 3 ถึง 6) ของ ขางนอก 632 M1 80/90-14

จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า	ตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดและเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ
3 สัปดาห์	Holt's Two Parameter Method 75.09 %
6 สัปดาห์	Holt's Two Parameter Method 81.92 %
9 สัปดาห์	Holt's Two Parameter Method 84.93 %
12 สัปดาห์	Holt's Two Parameter Method 87.88 %

จากตารางที่ 7 ตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุด (ภายใต้เงื่อนไขของงานวิจัยนี้) ขางนอก 632 M1 80/90-14 คือ Holt's Two Parameter Method จากผลวิจัยแสดงว่าเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำในทุกๆช่วงเวลาของการพยากรณ์สินค้าล่วงหน้า ตัวแบบนี้มีความแม่นยำมากที่สุด

สอดคล้องกับอนุกรมเวลาของสินค้าที่มีแนวโน้ม อีกทั้งเมื่อประเมินเปรียบเทียบกับมิติด้านความน่าเชื่อถือเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำอยู่ในโซน Parity (60-90%) หมายความว่า ความแม่นยำของการพยากรณ์อยู่ในระดับที่แข็งแกร่งได้กับบริษัทอื่นๆ

ตารางที่ 8 สรุปตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับขางนอกทั้ง 11 รายการ

รหัส	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำการพยากรณ์ของผลรวมช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า			
	3 สัปดาห์	6 สัปดาห์	9 สัปดาห์	12 สัปดาห์
632	Holt $\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 75.09 %	Holt $\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 81.92 %	Holt $\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 84.93 %	Holt $\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 87.88 %
87	Brown $\alpha = 0.05$ 87.48 %	Winter $\alpha = 0.00, \beta = 0.03,$ $\gamma = 0.42$ 85.94 %	Winter $\alpha = 0.00, \beta = 0.03,$ $\gamma = 0.42$ 89.12 %	Winter $\alpha = 0.00, \beta = 0.03,$ $\gamma = 0.42$ 90.85 %
86	Holt $\alpha = 0.50, \beta = 0.50$ 96.88 %	Winter $\alpha = 0.50, \beta = 0.50,$ $\gamma = 0.50$ 87.62 %	Additive $\alpha = 0.95, \gamma = 0.95$ 87.51 %	Holt $\alpha = 0.50, \beta = 0.50$ 88.74 %
107	Brown $\alpha = 0.10$ 77.93 %	Holt $\alpha = 0.10, \beta = 0.10$ 86.37 %	Brown $\alpha = 0.05$ 88.66 %	Holt $\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 90.34 %
627	Winter $\alpha = 0.70, \beta = 0.70,$ $\gamma = 0.70$ 91.03 %	Holt $\alpha = 0.50, \beta = 0.50$ 88.30 %	Winter $\alpha = 0.03, \beta = 0.00,$ $\gamma = 0.87$ 90.31 %	Holt $\alpha = 0.60, \beta = 0.60$ 90.75 %
108	Holt $\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 84.44 %	Holt $\alpha = 0.10, \beta = 0.10$ 83.83 %	Holt $\alpha = 0.10, \beta = 0.10$ 86.66 %	Holt $\alpha = 0.10, \beta = 0.10$ 88.61 %

ตารางที่ 8 สรุปตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับยางนอกทั้ง 11 รายการ (ต่อ)

รหัส	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำการพยากรณ์ของผลรวมช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า			
	3 สัปดาห์	6 สัปดาห์	9 สัปดาห์	12 สัปดาห์
631	Brown $\alpha = 0.10$ 66.70 %	Brown $\alpha = 0.05$ 69.46 %	Brown $\alpha = 0.05$ 78.65 %	Brown $\alpha = 0.05$ 83.74 %
628	Brown $\alpha = 0.50$ 57.20 %	Brown $\alpha = 0.40$ 57.48 %	Winter $\alpha = 0.00, \beta = 0.17,$ $\gamma = 0.67$ 67.05 %	Brown $\alpha = 0.30$ 72.13 %
85	Holt $\alpha = 0.05, \beta = 0.05$ 85.58 %	Winter $\alpha = 0.95, \beta = 0.95,$ $\gamma = 0.95$ 77.71 %	Winter $\alpha = 0.95, \beta = 0.95,$ $\gamma = 0.95$ 78.73 %	Winter $\alpha = 0.95, \beta = 0.95,$ $\gamma = 0.95$ 72.48 %
629	Winter $\alpha = 0.05, \beta = 0.05,$ $\gamma = 0.05$ 82.21 %	Winter $\alpha = 0.00, \beta = 0.01,$ $\gamma = 0.30$ 81.80 %	Winter $\alpha = 0.00, \beta = 0.01,$ $\gamma = 0.30$ 83.40 %	Winter $\alpha = 0.00, \beta = 0.01,$ $\gamma = 0.30$ 83.02 %
109	Additive $\alpha = 0.50, \gamma = 0.50$ 89.00 %	Additive $\alpha = 0.40, \gamma = 0.40$ 88.32 %	Winter $\alpha = 0.00, \beta = 0.08,$ $\gamma = 0.53$ 86.14 %	Winter $\alpha = 0.00, \beta = 0.08,$ $\gamma = 0.53$ 84.43 %

จากตารางที่ 8 แสดงตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุด เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำการพยากรณ์สูงสุด และค่าพารามิเตอร์ครั้งที่เกิดจากการทดลองของยางนอกแต่ละรายการ เมื่อต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า 3, 6, 9, 12 สัปดาห์ ยางนอกบางรายการจะพบว่า มีตัวแบบที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำการพยากรณ์สูงสุดมากกว่า 1 วิธี ซึ่งในการนำไปใช้จริง เมื่อต้องการพยากรณ์สั่งซื้อยางนอกที่มีลักษณะดังกล่าว สามารถเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งในตัวแบบการพยากรณ์ที่ปรากฏ ถ้าเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของแต่ละตัวแบบนั้นมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยพิจารณาจากข้อมูลผลการทดลองที่คำนวณไว้

6. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าโดยใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล 4 วิธี เพื่อพยากรณ์ยอดขายยางนอก จำนวน 11 รายการ ผลการวิจัยพบว่าผลลัพธ์การพยากรณ์มีความแม่นยำค่อนข้างสูง จากตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความแม่นยำการพยากรณ์ ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 70% และเมื่อประเมินผลเปรียบเทียบกับดัชนีชี้วัดด้านความน่าเชื่อถือจากคู่มือวินิจฉัยความสามารถด้านโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการธุรกิจ ซึ่งจัดทำโดย สภาอุตสาหกรรมแห่ง

ประเทศไทย (สอท.) และสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) ค่าความแม่นยำการพยากรณ์จะอยู่ในช่วง Parity (60-90%) และ Advantage (>90%) เกือบทั้งหมด เป็นเพราะตัวแบบการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธีนี้ มีทั้งตัวแบบแนวโน้มและตัวแบบฤดูกาล สามารถใช้ได้เหมาะสมกับอนุกรมเวลาของสินค้าที่ศึกษา มีเพียงยางนอก รหัส 628 ที่เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำการพยากรณ์อยู่ในระดับต่ำกว่า 60% เล็กน้อย ทั้งนี้เพราะว่าเพราะยอดขายในแต่ละปีมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากหรือมีความผันแปรสูง โดยสินค้าประเภทยางนอกนั้นขึ้นอยู่กับความนิยมทางการตลาดของรถมอเตอร์ไซค์ที่ต้องใช้ยางรุ่นนี้อีกด้วย เช่น เมื่อรถมอเตอร์ไซค์มีความนิยมน้อยลงไปก็จะส่งผลให้ยอดขายยางนอกในบางรุ่นน้อยลงไปด้วย สำหรับวิธีที่ได้ทดลองในงานวิจัยนี้อาจจะทดลองด้วยการเพิ่มหรือลดจำนวนข้อมูลยอดขายสำหรับการใช้ในการพยากรณ์หรือปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ครั้งที่ หรือทดลองด้วยวิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น Linear Trend Line, Double Moving Average, Triple Exponential Smoothing, Decomposition, Box-Jenkins, Regression Analysis เป็นต้น จากผลการดำเนินงาน คลังสินค้ากรณีศึกษาสามารถใช้ตัวแบบการพยากรณ์เหล่านี้ในการวางแผนความต้องการสินค้าล่วงหน้า ให้สอดคล้องกับสภาพการขายจริงใน

ช่วงเวลานั้นๆ เช่น วางแผนในการจัดเก็บเข้าคลังสินค้าที่ใช้สำหรับเก็บสินค้าให้พอดีกับพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ วางแผนจำนวนสินค้าที่ต้องคิดบาร์โค้ดเร่งด่วน วางแผนการจัดวางสินค้าในบริเวณร้านหรือในพื้นที่สำหรับให้ลูกค้ามาซื้อขาย วางแผนเตรียมสินค้าที่ต้องส่งออกไปให้ลูกค้าที่ต่างจังหวัด กำลังคนสำหรับปฏิบัติงาน และวางแผนให้สอดคล้องกับนโยบายทางการตลาด เช่น งานลดราคาสินค้าประจำปี โปรโมชันพิเศษต่างๆ เป็นต้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Sirisuk, et al. "Logistics Performance Assessment Tool," Bangkok : The Federation of Thai Industries.
[http://www.rpu.ac.th/Library_web/doc/e-book_T/](http://www.rpu.ac.th/Library_web/doc/e-book_T/HB_Logistics_Bus.pdf)
[HB_Logistics_Bus.pdf](http://www.rpu.ac.th/Library_web/doc/e-book_T/HB_Logistics_Bus.pdf)
- [2] S. Hansun, "A new approach of brown's double exponential smoothing method in time series analysis," *Balkan Journal of Electrical & Computer Engineering*, Vol.4, No.2, pp. 75-78, September 2016.
- [3] A. Nazim and A. Afthanorhan, "A comparison between single exponential smoothing (SES), double exponential smoothing (DES), holt's (brown) and adaptive response rate exponential smoothing (ARRES) techniques in forecasting Malaysia population," *Global Journal of Mathematical Analysis*, Vol.2, No.4, pp.276-280, 2014.
- [4] X. Li, "Comparison and analysis between holt exponential smoothing and brown exponential smoothing used for freight turnover forecasts," *Third International Conference on Intelligent System Design and Engineering Applications*, pp.453-456, 2013.
- [5] E. Valakevicius and M. Brazenas, "Application of the seasonal holt-winters model to study exchange rate volatility," *Inzinerine Ekonomika –Engineering Economics*, Vol.26, No.4, pp.384-390, 2015.
- [6] J. Newinpun, B. Chomtee and P. Payakkapong, "A comparison of the four forecasting methods for peak electric energy demand in the center region of thailand," *Graduate Research Conference*, pp.281-290, 2012.
- [7] W. Keerativibool, "Forecasting model for the number of employed person in thailand," *Journal of Science & Technology*, Ubon Ratchathani University, Vol.2, No.18, 2016.
- [8] P. Kongsap and N. Kongsap, "Forecasting supply of germinated brown rice a case study of ban-noijomsri enterprise, sakon nakhon province," *Research Journal Phranakhon Rajabhat : Science and Technology*, Vol.2, No.12, 2017.
- [9] C. Theeraviriya, "A comparison of the forecasting method for electric energy demand in nakhonphanom province," *Naresuan University Journal : Science and Technology*, Vol.4, No.25, pp.124-137, 2017.
- [10] C.L. Karmaker, P.K. Halder and E. Sarker, "A Study of time series model for predicting jute yarn demand : case study," *Hindawi Journal of Industrial Engineering*, 2017.
- [11] W. Panichkitkosolkul, "Forecasting of average temperature of Chiang Mai province : a comparison of decomposition method, winter's and box-jenkin's forecast method," *Thai Journal of Science and Technology*, Vol.3, No.14, pp.10-18, 2006.
- [12] N. Wongrawang, "Optimal fabric inventory management for textile industry," *Thesis*, Silpakorn University, 2013.
- [13] V. Lorchirachoonkul and J. Jitthavech, "Forecasting Techniques," 3rd ed., Bangkok : WVO Officer of Printing Mill The War-Veterans Organization of Thailand, 2005.