การพยากรณ์การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แบบอนุกรมเวลา

Time Series Forecasting of Automotive Component Production

ธนากร เมียงอารมณ์[1*] วรวิทย์ ลีลาวรรณ[2] และวรรณวิสา อุทรังษ์[3]

Thanakorn Miengarrom[1*] Worawit Leelawan[2] and Wannawisa Utharang[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการพยากรณ์การผลิตของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ โดยพิจารณาการผลิตขึ้นรูป 3 ผลิตภัณฑ์หลัก ซึ่งประกอบด้วย TM-008 TG-007 และ RM-015 ด้วยการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งจะใช้ทั้ง 4 วิธีดังนี้ คือ การพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์แนวโน้ม การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบแก้ไขแนวโน้มของโฮลต์ การพยากรณ์ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบธรรมดา จากนั้นคำนวณผลความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยโปรแกรม Minitab 19.0 ทำให้ตัดสินใจได้ว่าวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์แนวโน้ม มีผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดในการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สำหรับผลิตภัณฑ์ TM-008 TG-007 และ RM-015

คำสำคัญ : การพยากรณ์การผลิต อนุกรมเวลา อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์

ABSTRACT

This study aimed to develop the forecasting production of automotive part products in the automobile manufacturing industry by considering the production of three products: TM-008 TG-007 and RM-015 with time series analysis. There were 4 methods as follows; trend analysis, Holt’s trend-corrected exponential smoothing,

[1,2,3] สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

[*] ผู้ประสานงานหลัก

Received: Sep 22, 2023 **Revised:** Nov 3, 2023 **Accepted:** Dec 15, 2023

moving average and single exponential smoothing. Then, the results were forecasted form production data with Minitab 19.0. It was found that the trend analysis method was the best method to analyze error measurement for TM-008 TG-007 and RM-015 production.

Keywords : Forecasting Production, Time Series Analysis, Automotive Part Industry

บทนำ

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ และมีส่วนในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศ โดยอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทยมีขนาดใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และใหญ่เป็นอันดับที่ 10 ของโลก มีผลผลิตต่อปีมากกว่า 1.5 ล้านคัน ทั้งรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถกระบะ โดยส่งออกชิ้นส่วนยานยนต์มูลค่าประมาณ 5 พันล้านดอลลาร์มากกว่าประเทศสมาชิกของสมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Association of South East Asian Nations, ASEAN) รวมกันในปีเดียวกัน นอกจากนี้มากกว่า 80% ของชิ้นส่วนยานยนต์ถูกผลิตจากผู้ผลิตภายในประเทศ (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2565) การรวมตัวของกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community, AEC) มีเป้าหมายในการรวมกลุ่มของประเทศสมาชิกโดยมีวัตถุประสงค์ของการรวมกลุ่มในหลายด้านทั้งการเปิดเสรีการค้า การบริการ และการลงทุน โดยมีข้อตกลงที่จะลดภาษีศุลกากรการนำเข้าและส่งออกสินค้าระหว่างกันภายในกลุ่มสมาชิกให้เหลือน้อยที่สุด หรือเป็นศูนย์ ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทย เนื่องจากมีการไหลเข้าของวัสดุและชิ้นส่วนที่คล้ายคลึงกันจากประเทศในกลุ่มสมาชิก ซึ่งมีค่าใช้จ่ายของการผลิตที่ถูกกว่า ดังนั้นเพื่อให้สามารถแข่งขันกับประเทศต่าง ๆ ได้ ประเทศไทยต้องปรับตัวในด้านการวางแผนการผลิตเพื่อเตรียมความพร้อมในการแข่งขันของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์

ปัญหาที่พบคือผู้ผลิตไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าในการผลิตชิ้นส่วนได้ตรงกับความต้องการของโรงงานประกอบรถยนต์ทำให้บางช่วงเวลามีสินค้าคงคลังปริมาณมาก ส่งผลกับต้นทุนของโรงงานผู้ผลิต ซึ่งในโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์มีผลิตภัณฑ์หลายประเภท ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณา 3 ประเภทหลักที่สำคัญซึ่งเป็นที่ต้องการของโรงงานผู้ประกอบรถยนต์ การพยากรณ์การผลิตจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ผลิตจะต้องดำเนินการให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า ในภาวการณ์แข่งขันทางเศรษฐกิจสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อุตสาหกรรมยานยนต์จึงมิใช่แค่การผลิตเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังต้องหากลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อให้องค์กรของตนเองสามารถอยู่รอด และนำหน้าคู่แข่งขันในตลาด

อุตสาหกรรมเดียวกัน จากปัญหาที่กล่าวมาจึงมีความจำเป็นที่ต้องหาวิธีการเพื่อให้เกิดการวางแผนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยใช้การพยากรณ์การผลิต (วิชัย สุรเชิดเกียรติ, 2542) ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการวางแผนและควบคุมการผลิต ซึ่งจะเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้าเพื่อให้ทราบถึงปริมาณในการผลิตล่วงหน้า เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการผลิต วิธีการคำนวณหาค่าพยากรณ์นั้นจะมีขั้นตอนการคำนวณหลายขั้นตอน มีลักษณะการเลือกประเภทที่ใช้ในการคำนวณแตกต่างกันออกไป และมีความซับซ้อนยุ่งยากในการคำนวณ

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต ดังในงานวิจัยการพยากรณ์การผลิตได้ทำการศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาเพื่อการวางแผนการผลิตสินค้าประเภทเฟอร์นิเจอร์ (แววดาว พูนสวน, 2550) การสั่งซื้ออะไหล่สิ้นเปลืองของเครื่องสูบน้ำ (ทวีพงษ์ กิตติกุล, 2551) การสั่งซื้อที่ประหยัดในอุตสาหกรรมยานยนต์ (ไพศาล แก้วทันคำ, 2552) ซึ่งนำการพยากรณ์โดยใช้การพยากรณ์อนุกรมเวลา (Jianyu, 2020; Widiarata, 2009) มาใช้ในการพยากรณ์เพื่อการวางแผนการผลิต

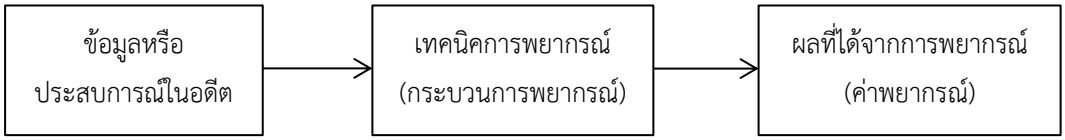
เพื่อช่วยให้เข้าใจถึงความสามารถและข้อจำกัดของเทคนิคที่เหมาะสำหรับการพยากรณ์และเป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตสินค้า ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพยากรณ์การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของผู้ผลิตชิ้นส่วนในการประกอบรถยนต์ โดยศึกษาชิ้นส่วนขึ้นรูป 3 ผลิตภัณฑ์ คือ TM-008 TG-007 และ RM-015 โดยเก็บข้อมูลการสั่งซื้อย้อนหลังในปี พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2565 เพื่อศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมในการพยากรณ์การผลิต โดยในการพยากรณ์ยอดขายล่วงหน้าในปี พ.ศ. 2566 ใช้วิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์แนวโน้ม (trend analysis) การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบแก้ไขแนวโน้มของโฮลต์ (Holt's trend-corrected exponential smoothing) การพยากรณ์ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (moving average) และการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบธรรมดา (simply exponential smoothing) โดยวิเคราะห์ผลการพยากรณ์ด้วยโปรแกรม Minitab 19.0

วิธีดำเนินการวิจัย

ทฤษฎีเกี่ยวกับการพยากรณ์

การพยากรณ์ หมายถึง การคาดการณ์เกี่ยวกับลักษณะหรือแนวโน้มของสิ่งที่สนใจที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อใช้เป็นสารสนเทศประกอบการตัดสินใจ ซึ่งการพยากรณ์จะต้องดำเนินการเป็นส่วนแรกสุดที่จะต้องทำก่อนการวางแผนหรือการเตรียมการที่จะเริ่มทำอะไรเพื่อความถูกต้อง และแม่นยำในการตัดสินใจ ดังนั้น ในการดำเนินธุรกิจภายใต้ความไม่แน่นอนจำเป็นที่จะต้องทราบถึงความเป็นไปในอนาคต

การพยากรณ์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ในการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต ซึ่งอาจนำหลาย ๆ วิธีมาใช้แล้วแต่สถานการณ์ เช่น อาจนำข้อมูลในอดีตมาพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เข้าช่วย อาจใช้เฉพาะดุลยพินิจของผู้พยากรณ์หรือใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกัน เพื่อให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากที่สุด



รูปที่ 1 แสดงความหมายของการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์ (forecasting techniques) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะวิธีการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลในอดีตประกอบการสร้างรูปแบบในการพยากรณ์ได้ ดังนี้

- เทคนิคเชิงคุณภาพ (qualitative techniques) เป็นเทคนิคที่อาศัยประสบการณ์ผู้พยากรณ์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งอาจจะไม่มีการใช้ข้อมูลในอดีต เนื่องจากไม่ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีตไว้หรือมีแต่มีไม่พอเพียงต่อการนำมาสร้างรูปแบบในการพยากรณ์ ดังนั้นความถูกต้องของการพยากรณ์เชิงคุณภาพจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความสามารถของผู้พยากรณ์เป็นหลัก ซึ่งได้แก่ ทัศนคติของผู้จัดการ, การพยากรณ์โดยกลุ่มผู้บริหาร พนักงานขายทำการพยากรณ์ สำรวจตลาด และเทคนิคเดลฟี

- เทคนิคเชิงปริมาณ (quantitative techniques) เป็นเทคนิคที่ต้องใช้ข้อมูลในอดีตมาสร้างรูปแบบการพยากรณ์ ในรูปของสมการคณิตศาสตร์ ดังนั้นความถูกต้องของการพยากรณ์นี้จะขึ้นอยู่กับความแม่นยำของข้อมูลที่มีอยู่ และวิธีการในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ แบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้ 1) เทคนิคอนุกรมเวลา (time series analysis) ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในแบบต่าง ๆ และเทคนิคกลุ่มพวกปรับเรียบเส้นโค้ง (smoothing techniques) 2) เทคนิคความสัมพันธ์ของข้อมูล (causal model) ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเดี่ยวและแบบพหุคูณ

เทคนิคอนุกรมเวลา

เทคนิคอนุกรมเวลาเป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณซึ่งต้องใช้ข้อมูลในอดีตมาสร้างรูปแบบการพยากรณ์ในรูปของสมการคณิตศาสตร์ ดังนั้นความถูกต้องของการพยากรณ์นี้จะขึ้นอยู่กับความแม่นยำของข้อมูลที่มีอยู่ และวิธีการในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ และเทคนิคกลุ่มพวกปรับเรียบเส้นโค้ง (smoothing techniques) เนื่องจากมีเทคนิค

พยากรณ์มากมาย ดังนั้นในการนำเทคนิคมาใช้ขึ้นอยู่กับข้อมูล และปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งบางครั้งอาจจะต้องมีการรวมเทคนิคเชิงคุณภาพและเทคนิคเชิงปริมาณเข้าด้วยกัน แล้วทำการตรวจสอบความเหมาะสม ซึ่งเทคนิคของอนุกรมเวลาประกอบด้วย

1. การปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบแก้ไขแนวโน้มของโฮลต์

ข้อมูลค่าสังเกตในอนุกรมเวลามีแนวโน้มเชิงเส้นซึ่งข้อมูลในอนุกรมเวลาสามารถอธิบายได้โดยสมการ

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad (1)$$

ที่ช่วงเวลา T จะมีค่าระดับของข้อมูลเท่ากับ $\beta_0 + \beta_1 T$ และค่าระดับของข้อมูลที่ช่วงเวลา $T-1$ จะมีค่าเท่ากับ $\beta_0 + \beta_1(T-1)$ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าระดับจะเรียกว่าอัตราการเติบโต (growth rate) ซึ่งมีค่าเท่ากับ β_1 โดยที่ β_1 แสดงในสมการที่ (2)

$$\beta_1 = [\beta_0 + \beta_1 T] - [\beta_0 + \beta_1(T-1)] \quad (2)$$

การปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบแก้ไขแนวโน้มของโฮลต์เหมาะสำหรับข้อมูลที่ระดับและอัตราการเติบโตมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา ค่าระดับของข้อมูลในอนุกรมเวลาที่ $T-1$ มีค่าเท่ากับ l_{T-1} และค่าอัตราการเติบโตของข้อมูลในอนุกรมเวลาที่ $T-1$ มีค่าเท่ากับ b_{T-1} ในช่วงเวลา T จะมีค่าสังเกตในอนุกรมเวลาเท่ากับ y_T ค่าของระดับที่เวลา จะสามารถคำนวณหาระดับได้โดยใช้ค่าคงที่ α และค่าอัตราการเติบโตจะสามารถคำนวณหาได้โดยใช้ค่าคงที่ γ ดังนี้

$$l_T = \alpha y_T + (1-\alpha)[l_{T-1} + b_{T-1}] \quad (3)$$

$$b_T = \gamma[l_T - l_{T-1}] + (1-\gamma)b_{T-1} \quad (4)$$

ซึ่งค่า α เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับระดับโดย α มีค่า $0 \le \alpha \le 1$และค่า γ เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับแนวโน้มโดย γ มีค่า $0 \le \gamma \le 1$ สังเกตได้ว่าการปรับปรุงทั้งสองนี้ค่าประมาณที่ได้รับการแก้ไขของระดับหรือแนวโน้มเป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของค่าที่สังเกตได้ และค่าประมาณการดั้งเดิม สมการที่ (3) และ (4) สามารถเขียนใหม่ได้ ดังนี้

$$l_T = l_{T-1} + b_{T-1} + \alpha[y_T - (l_{T-1} + b_{T-1})] \quad (5)$$

$$b_T = b_{T-1} + \alpha\gamma[y_T - (l_{T-1} + b_{T-1})] \quad (6)$$

ค่าพยากรณ์ของค่าสังเกต $y_{T+\tau}$ ในช่วงเวลา T สามารถคำนวณได้จาก

$$\hat{y}_{T+\tau}(T) = l_T + \tau b_T \quad (\tau = 1, 2, 3, \ldots) \quad (7)$$

ค่าระดับเริ่มต้นที่ $T = 0$ คือ l_0 และค่าอัตราการเติบโตเริ่มต้นที่ $T = 0$ คือ b_0 สามารถหาได้จากค่าคงที่ของการถดถอยเชิงเส้น ที่วิเคราะห์จากค่าสังเกตในอนุกรมเวลาดังสมการที่ (8)

$$y_t = b_0 t + l_0 \quad (8)$$

2. การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบธรรมดา

วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบธรรมดานั้นจะใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในอนุกรมเวลาที่มีรูปแบบที่ไม่เป็นแนวโน้ม หรือความเป็นฤดูกาล แต่ระดับของค่าสังเกตในอนุกรมเวลาจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงเวลาวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบธรรมดาจะให้น้ำหนักกับข้อมูลล่าสุดมากกว่าข้อมูลที่ผ่านมาแล้ว ค่าประมาณเริ่มต้นของระดับ l_0 ของข้อมูลในอนุกรมเวลาที่เวลา $t = 0$ สามารถหาได้จากค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดในอนุกรมเวลาดังสมการ (9)

$$l_0 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} y_t \quad (9)$$

ค่าประมาณของระดับในอนุกรมเวลาที่เวลา $T-1$ จะมีค่าเท่ากับ l_{T-1} และในช่วงเวลา T จะมีค่าสังเกตในอนุกรมเวลาเท่ากับ y_T ซึ่งจะมีค่าประมาณของระดับที่เวลา T เท่ากับ l_T โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ (10)

$$l_T = \alpha y_T + (1-\alpha) l_{T-1} \quad (10)$$

เมื่อ α เป็นค่าคงที่ปรับเรียบ (smoothing constant) สำหรับระดับ $0 \le \alpha \le 1$ ค่า α ที่น้อยจะให้การพยากรณ์ที่คงที่ ส่วนค่า α ที่มากจะให้การพยากรณ์สัมพันธ์กับข้อมูลล่าสุด โดยค่า α ที่เหมาะสมที่สุดจะให้ค่าผลรวมของค่าคลาดเคลื่อนยกกำลังสองน้อยที่สุด ค่าพยากรณ์ของค่าสังเกต $y_{T+\tau}$ ในช่วงเวลา T สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (11) สามารถเขียนได้ใหม่ได้ดังสมการ (12)

$$\hat{y}_{T+\tau}(T) = l_T \quad (\tau = 1, 2, 3, \ldots) \quad (11)$$

$$l_T = l_{T-1} + \alpha(y_T - l_{T-1}) \quad (12)$$

3. การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบโฮลต์วินเทอร์ที่มีฤดูการแบบบวก (additive Holt-Winters model)

ข้อมูลค่าสังเกตในอนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นเชิงเส้นด้วยอัตราการเติบโตด้วยปัจจัยทางฤดูกาลคงที่แบบบวก ค่าสังเกตในอนุกรมเวลาสามารถอธิบายได้โดยสมการที่ (13)

$$y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) + SN_t + \varepsilon_t \quad (13)$$

ระดับของข้อมูลที่ช่วงเวลา $T-1$ จะมีค่าเท่ากับ $\beta_0 + \beta_1(T-1)$ และ ที่ช่วงเวลา T จะมีค่าระดับของข้อมูลเท่ากับ $\beta_0 + \beta_1 T$ และมีอัตราการเติบโต (Growth Rate) เท่ากับ β_1

การปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวกเหมาะกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นด้วยปัจจัยทางฤดูกาลคงที่แบบบวก ให้ l_{T-1} เป็นค่าระดับที่เวลา $T-1$ และ b_{T-1} เป็นอัตราการเติบโตที่เวลา $T-1$ โดยมีค่าสังเกตในกรุกรมเวลาที่เวลา T เท่ากับ y_T โดยมีปัจจัยทางฤดูกาลที่เวลา T เท่ากับ sn_{T-L} โดยที่ L เป็นจำนวนฤดูกาลที่เกิดขึ้นใน 1 ปี ค่าระดับที่เวลา T โดยใช้ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับระดับ α สามารถหาได้จากสมการที่ (14)

$$l_T = \alpha(y_T - sn_{T-L}) + (1-\alpha)(l_{T-1} + b_{T-1}) \quad (14)$$

ค่าอัตราการเติบโตที่เวลา T โดยใช้ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับระดับ γ สามารถหาได้จากสมการที่ (15)

$$b_T = \gamma(l_T - l_{T-1}) + (1-\gamma)b_{T-1} \quad (15)$$

ค่าปัจจัยทางฤดูกาลที่เวลา T โดยใช้ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับระดับ δ สามารถหาได้จากสมการ (16)

$$sn_T = \delta(y_T - l_T) + (1-\delta)sn_{T-L} \quad (16)$$

ซึ่งค่า α เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับระดับโดย α มีค่า $0 \le \alpha \le 1$ ค่า γ เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับแนวโน้มโดย γ มีค่า $0 \le \gamma \le 1$ และค่า δ เป็นค่าคงที่ปรับเรียบของปัจจัยทางฤดูกาล สมการที่ (14) (15) และ (16) สามารถเขียนใหม่ได้ดังสมการที่ (17) (18) และ (19)

$$l_T = l_{T-1} + b_{T-1} + \alpha[y_T - (l_{T-1} + b_{T-1} + sn_{T-L})] \quad (17)$$

$$b_T = b_{T-1} + \alpha\gamma[y_T - (l_{T-1} + b_{T-1} + sn_{T-L})] \quad (18)$$

$$sn_T = sn_{T-L} + (1-\alpha)\delta[y_T - (l_{T-1} + b_{T-1} + sn_{T-L})] \quad (19)$$

ค่าพยากรณ์ของค่าสังเกต $y_{T+\tau}$ ในช่วงเวลา T สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (20)

$$\hat{y}_{T+\tau}(T) = l_T + \tau b_T + sn_{T+\tau-L} \ (\tau = 1, 2, 3, \ldots) \quad (20)$$

ค่าระดับเริ่มต้นที่ $T = 0$ คือ l_0 และค่าอัตราการเติบโตเริ่มต้นที่ $T = 0$ คือ b_0 สามารถหาได้จากค่าคงที่ของการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ที่วิเคราะห์จากค่าสังเกตในอนุกรมเวลาดังสมการที่ (21)

$$y_t = b_0 t + l_0 \quad (21)$$

4. การปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบผลคูณ (multiplicative Holt-Winters model)

ข้อมูลค่าสังเกตในอนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นเชิงเส้นด้วยอัตราการเติบโต คือ β_1 ด้วยปัจจัยทางฤดูกาล SN_t คงที่โดยมีการเพิ่มขึ้นแบบผลคูณ ค่าสังเกตในอนุกรมเวลาสามารถอธิบายได้โดยสมการที่ (22)

$$y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) \times SN_t \times IR_t \quad (22)$$

ระดับของข้อมูลที่ช่วงเวลา $T-1$ จะมีค่าเท่ากับ $\beta_0 + \beta_1(T-1)$ และ ที่ช่วงเวลา T จะมีค่าระดับของข้อมูลเท่ากับ $\beta_0 + \beta_1 T$ และมีอัตราการเติบโต (growth rate) เท่ากับ β_1

การปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มี อิทธิพลของฤดูกาลแบบผลคูณเหมาะกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นด้วยปัจจัยทางฤดูกาลเพิ่มขึ้นแบบผลคูณให้เป็นค่าระดับที่เวลา และเป็นอัตราการเติบโตที่เวลาโดยมีค่าสังเกตในกรุกรมเวลาที่เวลาเท่ากับมีปัจจัยทางฤดูกาลที่เวลาเท่ากับโดยที่เป็นจำนวนฤดูกาลที่เกิดขึ้นใน 1 ปี

ค่าระดับที่เวลา T โดยใช้ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับระดับ α สามารถหาได้จากสมการที่ (23)

$$l_T = \alpha(y_T / sn_{T-L}) + (1-\alpha)(l_{T-1} + b_{T-1}) \quad (23)$$

ค่าอัตราการเติบโตที่เวลา T โดยใช้ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับระดับ γ สามารถหาได้จากสมการที่ (24)

$$b_T = \gamma(l_T - l_{T-1}) + (1-\gamma)b_{T-1} \tag{24}$$

ค่าปัจจัยทางฤดูกาลที่เวลา T โดยใช้ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับระดับ δ สามารถหาได้จากสมการที่ (25)

$$sn_T = \delta(y_T / l_T) + (1-\delta)sn_{T-L} \tag{25}$$

ซึ่งค่า α เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับระดับโดย α มีค่า $0 \le \alpha \le 1$ ค่า γ เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับแนวโน้มโดย γ มีค่า $0 \le \gamma \le 1$ และค่า δ เป็นค่าคงที่ปรับเรียบของปัจจัยทางฤดูกาล สมการที่ (23) (24) และ (25) สามารถเขียนใหม่ได้ดังสมการที่ (26) (27) และ (28)

$$l_T = l_{T-1} + b_{T-1} + \alpha \frac{[y_T - (l_{T-1} + b_{T-1})sn_{T-L}]}{sn_{T-L}} \tag{26}$$

$$b_T = b_{T-1} + \alpha\gamma \frac{[y_T - (l_{T-1} + b_{T-1})sn_{T-L}]}{sn_{T-L}} \tag{27}$$

$$sn_T = sn_{T-L} + (1-\alpha)\delta \frac{[y_T - (l_{T-1} + b_{T-1})sn_{T-L}]}{sn_{T-L}} \tag{28}$$

ค่าพยากรณ์ของค่าสังเกต $y_{T+\tau}$ ในช่วงเวลา T สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (29)

$$\hat{y}_{T+\tau}(T) = (l_T + \tau b_T) \times sn_{T+\tau-L} \ (\tau = 1, 2, 3, \ldots) \tag{29}$$

ค่าระดับเริ่มต้นที่ $T = 0$ คือ l_0 และค่าอัตราการเติบโตเริ่มต้นที่ $T = 0$ คือ b_0 สามารถหาได้จากค่าคงที่ของการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ที่วิเคราะห์จากค่าสังเกตในอนุกรมเวลาดังสมการที่ (30)

$$y_t = b_0 t + l_0 \tag{30}$$

การวัดความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์

การวัดความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์มี ดังนี้

1. ค่ากลางของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute deviation; MAD หรือ mean absolute error; MAE)

$$MAD_n = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}|e_t| \tag{31}$$

โดยที่ e_t = ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

n = จำนวนของการเก็บข้อมูล

3.2 ค่ากลางของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute percentage error ; MAPE)

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{e_t}{y_t}\right|}{n} \tag{32}$$

โดยที่ e_t = ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

n = จำนวนของการเก็บข้อมูล

3.3. ค่ากลางของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (mean square error; MSE หรือ mean square deviation; MSD) เป็นวิธีที่นิยมใช้

$$MSD_n = \frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t)^2}{n} \tag{33}$$

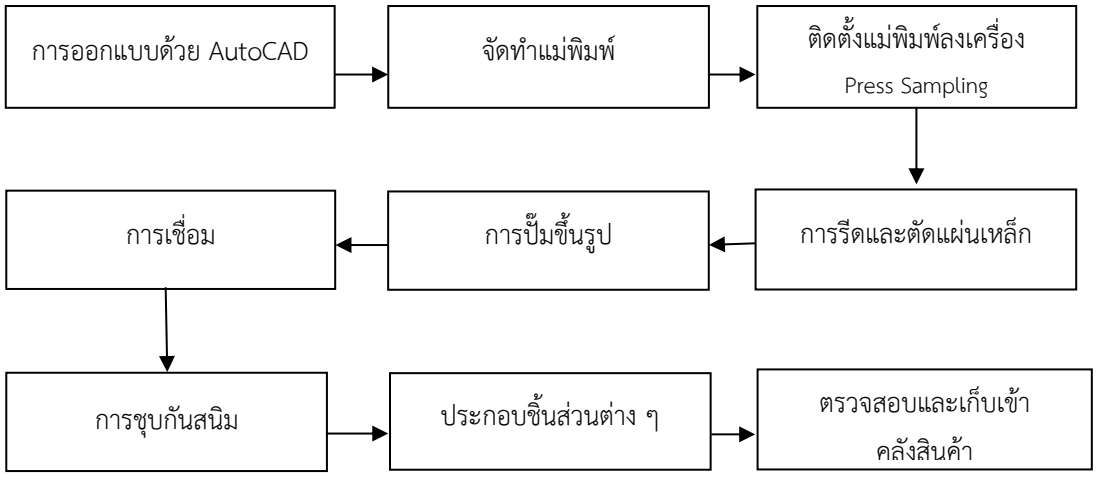
โดยที่ e_t = ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

n = จำนวนของการเก็บข้อมูล

ศึกษาสภาวการณ์ทั่วไปของโรงงานขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์

1. ศึกษาสภาวการณ์ทั่วไป โรงงานประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นโรงงานผลิตขึ้นรูปชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมยานยนต์ และส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยเริ่มต้นจากการออกแบบ กระบวนการผลิต ปั๊มขึ้นรูป ทดสอบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญ

ประกอบด้วยหลายขั้นตอนย่อย และกระบวนการสุดท้ายส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

2. เก็บข้อมูลการผลิตชิ้นส่วนขึ้นรูป 3 ผลิตภัณฑ์ คือ TM-008 TG-007 และ RM-015 ในอดีตเพื่อหารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังของการสั่งซื้อ 2 ปีของ พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2565 เพื่อทำการพยากรณ์ยอดขายล่วงหน้า 1 ปี พ.ศ. 2566

3. การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา ทำการนำข้อมูลการสั่งซื้อย้อนหลังของชิ้นส่วน ในปี พ.ศ 2564 และพ.ศ. 2565 มาทำการแยกวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำนายค่าองค์ประกอบของระบบภายใต้สมมุติฐานตัวแบบพยากรณ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งจะใช้ทั้ง 4 วิธีดังนี้ การพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์แนวโน้ม การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบแก้ไขแนวโน้มของโฮลต์ การพยากรณ์ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบธรรมดา

4. การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม การวัดความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ โดยวิธีค่ากลางของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ค่ากลางของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง และค่ากลางของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

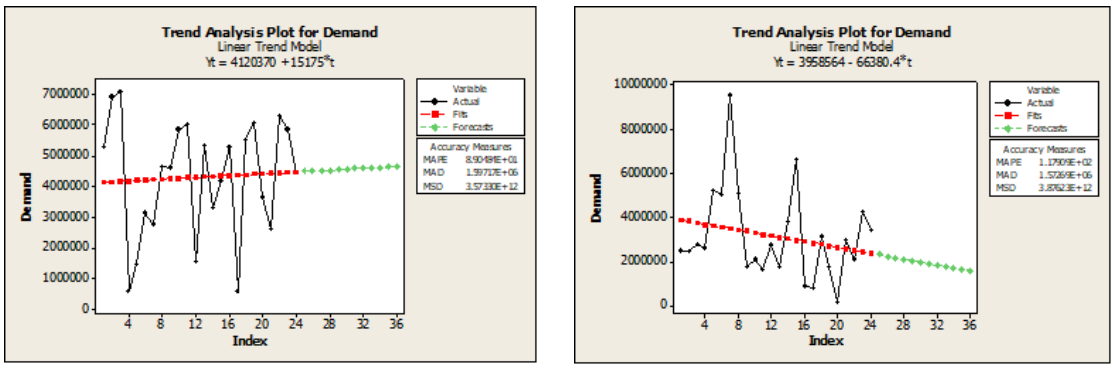
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยที่ได้จากการการพยากรณ์การผลิตชิ้นส่วนขึ้นรูป 3 ผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย TM-008 TG-007 และ RM-015 โดยการนำข้อมูลย้อนหลังการสั่งซื้อของผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2565 ตามส่วนแบ่งของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ดังแสดงในตารางที่ 1 ในแต่ละ

ผลิตภัณฑ์โดยทำการพยากรณ์ข้อมูลการสั่งซื้อล่วงหน้า 1 ปี พ.ศ. 2566 วิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาจะใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีตมาทำการพยากรณ์โดยทำการพยากรณ์บนข้อสันนิษฐานที่ว่าประวัติอุปสงค์สินค้าเป็นตัวบ่งชี้ของอุปสงค์สินค้าในอนาคต วิธีการนี้เหมาะสมเมื่อสภาพการณ์แวดล้อมไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ง่ายในการนำไปใช้ และสามารถใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการพยากรณ์อุปสงค์ได้เป็นอย่างดี ผลการคำนวณค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยโปรแกรม Minitab 19.0 ทำให้ตัดสินใจได้ว่าวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์แนวโน้ม มีผลการพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดจึงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลยอดขายที่ใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนซึ่งเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์ขึ้นรูป TM-008 TG-007 และ RM-015 ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 3

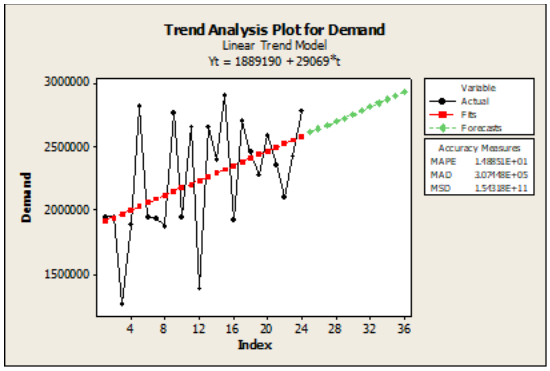
ตารางที่ 1 ปริมาณการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปในปี พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2565

เดือน	ผลิตภัณฑ์ (ชิ้น)					
	TM-008		TG-007		RM-015	
	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565
ม.ค.	5,300,165	5,365,336	2,474,701	1,763,000	1,954,751	2,660,156
ก.พ.	6,931,895	3,299,885	2,437,315	3,811,859	1,949,524	2,398,094
มี.ค.	7,093,543	4,174,236	2,800,911	6,635,262	1,265,670	2,907,534
เม.ย.	603,058	5,287,979	2,628,475	874,814	1,892,431	1,930,378
พ.ค.	1,492,508	581,461	5,203,284	780,978	2,823,818	2,706,363
มิ.ย.	3,142,048	5,537,004	5,039,881	3,125,334	1,950,989	2,468,970
ก.ค.	2,781,290	6,097,094	9,563,846	1,754,015	1,936,441	2,280,414
ส.ค.	4,675,798	3,660,196	5,056,954	175,000	1,877,755	2,594,291
ก.ย.	4,643,265	2,632,775	1,764,671	2,968,631	2,777,278	2,364,930
ต.ค.	5,890,277	6,344,938	2,110,381	2,096,548	1,949,979	2,105,225
พ.ย.	6,036,271	5,879,492	1,587,629	4,278,039	2,659,153	2,432,082
ธ.ค.	1,527,059	4,463,859	2,744,687	3,415,209	1,383,981	2,790,969



(ก)

(ข)



(ค)

รูปที่ 3 ผลการคำนวณค่าการพยากรณ์ยอดขายล่วงหน้า
และค่าความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ (ก) TM-008 (ข) TG-007 และ (ค) RM-015

ตารางที่ 2 ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของแต่ละผลิตภัณฑ์

วิธีการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของแต่ละผลิตภัณฑ์								
	TM-008			TG-007			RM-015		
	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE
1. Moving Average	1.70E+06	4.10E+12	8.23E+01	2.04E+06	6.49E+12	1.29E+02	3.56E+05	2.04E+11	1.57E+01
2. Simple Exponential Smoothing	1.64E+06	3.63E+12	8.62E+01	1.60E+06	4.18E+12	1.43E+02	4.16E+05	2.73E+11	1.80E+01
3. Trend-Analysis	1.60E+06	3.57E+12	8.90E+01	1.57E+06	3.88E+12	1.18E+02	3.07E+05	1.54E+11	1.49E+01

วิธีการพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของแต่ละผลิตภัณฑ์								
	TM-008			TG-007			RM-015		
	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE
4. Holt's Trend-Corrected	1.84E+06	4.61E+12	9.82E+01	1.73E+06	5.14E+12	1.10E+02	3.54E+05	1.95E+11	1.79E+01

สรุปผล

การสรุปผลการวิจัยที่ได้จากการการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์ TM-008 TG-007 และ RM-015 โดยการนำข้อมูลย้อนหลังการสั่งซื้อของผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2565 ตามส่วนแบ่งของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ในแต่ละผลิตภัณฑ์โดยทำการพยากรณ์ข้อมูลการสั่งซื้อล่วงหน้า 1 ปี พ.ศ. 2566 ผลการคำนวณค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยโปรแกรม Minitab 19.0 ของทำให้ตัดสินใจได้ว่าวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์แนวโน้ม ซึ่งให้ผลการพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดจึงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลยอดขายที่ใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์ TM-008 TG-007 และ RM-015 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าพยากรณ์การผลิตขึ้นรูปล่วงหน้า 1 ปี (พ.ศ. 2566) ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์แนวโน้ม ของผลิตภัณฑ์ TM-008 TG-007 และ RM-015

เดือน	ปริมาณการผลิตจากการพยากรณ์ (ชิ้น) ของแต่ละผลิตภัณฑ์		
	TM-008	TG-007	RM-015
ม.ค.	4,499,749	2,299,055	2,615,908
ก.พ.	4,514,924	2,232,674	2,644,977
มี.ค.	4,530,099	2,166,294	2,674,046
เม.ย.	4,545,274	2,099,913	2,703,115
พ.ค.	4,560,450	2,033,533	2,732,184
มิ.ย.	4,575,625	1,967,153	2,761,252
ก.ค.	4,590,800	1,900,772	2,790,321
ส.ค.	4,605,975	1,834,392	2,819,390

เดือน	ปริมาณการผลิตจากการพยากรณ์ (ชิ้น) ของแต่ละผลิตภัณฑ์		
	TM-008	TG-007	RM-015
ก.ย.	4,621,150	1,768,011	2,848,459
ต.ค.	4,636,325	1,701,631	2,877,527
พ.ย.	4,651,501	1,635,251	2,906,596
ธ.ค.	4,666,676	1,568,870	2,935,665

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยการพยากรณ์การผลิต ยังมีข้อเสนอแนะที่เป็นการเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ทำการศึกษางานวิจัยต่อไป ดังนี้ ตัวแบบที่เลือกใช้ในการพยากรณ์แต่ละตัวแบบสำหรับข้อมูลที่มีการพิสูจน์ว่ามีความแม่นยำและเหมาะสม ไม่สามารถที่จะให้ความเหมาะสมกับข้อมูลอีกชุดหนึ่งได้ ดังนั้นความแม่นยำในการพยากรณ์ต้องมีการพิจารณาตัวแบบใหม่ทุกครั้งเนื่องจากชุดของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง และส่วนของการพยากรณ์เชิงปริมาณวิธีอนุกรมเวลา จะใช้เพียงข้อมูลในอดีตซึ่งบางครั้งอาจละเลยในส่วนของแนวโน้มทางเศรษฐกิจ ประเภทของสินค้า และรูปแบบการส่งเสริมการขายหรือปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาประกอบกับการพยากรณ์ ดังนั้นในการพยากรณ์ต้องคำนึงถึงปัจจัยร่วมด้วย ซึ่งในงานวิจัยถัดไปควรนำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการวางแผนการผลิตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ทวีพงษ์ กิตติกุล. (2551). **การพยากรณ์และการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางในการจัดเก็บอะไหล่สิ้นเปลืองหลักของเครื่องสูบน้ำประเภทแรงเหวี่ยงหนีศูนย์**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ไพศาล แก้วทันคำ. (2552). **การศึกษาการใช้เทคนิคการพยากรณ์และการสั่งซื้ออย่างประหยัดสำหรับวัตถุดิบในคันเก่าที่อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ. (2542). **การพยากรณ์ทางธุรกิจ**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

แววดาว พูนสวน. 2550. **การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series) เพื่อการวางแผนการผลิต กรณีศึกษา:บริษัท เอส บีอุตสาหกรรมเครื่องเรือน จำกัด.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2565). **สถิติการผลิตการจำหน่ายและการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย**. ค้นเมื่อ วันที่ 26 มิถุนายน 2566, จาก https://fti.or.th/automotivestatistics_th/

Jianyu Long, Zhenzhong Sun, Panos M. Pardalos, Yun Bai, Shaohui Zhang, Chuan Li. (2020). A robust dynamic scheduling approach based on release time series forecasting for the steelmaking-continuous casting production, **Applied Soft Computing**, 92, pp. 1-15.

Widiarata H., Viswanathan S. and Piplani R. (2009). Forecasting aggregate demand: an analytical evaluation of top-down versus bottom-up forecasting in a production planning framework, **International Journal of Production Economics** (118): 87-94.