Journal of Digital Business and Social Science

Journal homepage: jdbs.rsu.ac.th

Forecasting Methods for the Number of Exporting Containers to Indonesia in Covid-19 Situation: A Case Study of Freight Forwarder Company

การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกตู้คอนเทนเนอร์ไปประเทศ อินโดนีเซีย ช่วงสถานการณ์โควิด – 19 กรณีศึกษา : บริษัทเฟรทฟอเวิดเดอร์แห่งหนึ่ง

Kittitep Chaiyatep[a]*, Chairat Mekkaew[a]
กิตติเทพ ไชยเทพ[a]*, ไชยรัช เมฆแก้ว[a]

[a]*Master of Science in Management of Logistics, Rangsit University, Thailand*
[*]*Corresponding author: Kittitep.c63@rsu.ac.th*

Received 3 August 2022; Revised 7 December 2022; Accepted 1 February 2023; Published Online 22 March 2023

Abstract

This study aims to research container demand forecasting due to the Covid-19 situation. There are measures to reduce the number of employees in various places. These are the reasons that the operating time of the container at the terminal is longer than before. On the other hand, the volume of export demand began to increase, but the space and volume of containers on board were limited. As a result, Ocean freight or freight rates will increase by more than 300% in 2021. Forecasting sales or customer demand is an important business plan. The researcher recognizes the importance of forecasting and, therefore, studies appropriate forecasting techniques. In the case study in which the researcher collected the data, Freight Forwarder is one of the service providers for booking containers for importers and exporters. Forecasting sales or customer demand is an important business plan. This research aims to compare various forecasting techniques that provide the best choice for the collected data by minimizing mean square error. To forecast the demand for the container, we collect the record for containers from Jan 2020 – Jun 2021 and use nine forecasting methods. The methods applied to compare are Simple Moving Average, Weighted Moving Average, Exponential Smoothing, Stationary with Additive and Multiplicative Seasonal Effect, Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, and Holt-Winter's Method for Additive and Multiplicative Seasonal Effect. The reason for selecting these methods is that there are many types of data, such as random data, trend data, seasonal data, and trends with seasonal data. The results find that exponential smoothing is the best forecasting method that can minimize mean square error, which is 3,855.97. Therefore, an entrepreneur can apply such recommended methods to forecast the future demand for the container.

Keywords: *Container; Forecasting; Time Series; Demand; Forecasting Model*

Please cite this article as: Chaiyatep, K., & Mekkaew, C. (2023, March). Forecasting Methods for the Number of Exporting Containers to Indonesia in Covid-19 Situation: A Case Study of Freight Forwarder Company. *Journal of Digital Business and Social Science*, *9*(1), JDB006, 1-18.

บทคัดย่อ

งานวิจัยที่เสนอเป็นงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ความต้องการตู้คอนเทนเนอร์ เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ส่งผลให้มีมาตรการลดจำนวนพนักงานในสถานที่ต่างๆ รวมถึงเจ้าหน้าที่ตามท่าเรือทั่วโลก เพื่อลดการกระจายตัวของเชื้อโควิด-19 จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เรือใช้เวลาขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์อยู่ในท่าเรือต่างๆนานกว่าปกติ อีกทางหนึ่งคือปริมาณความต้องการ ส่งออกสินค้าเริ่มมีจำนวนมากขึ้น แต่พื้นที่และปริมาณตู้คอนเทนเนอร์บนเรือมีอยู่อย่างจำกัด ส่งผลให้ค่าระวางเรือเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 300 % ในปี 2564 การพยากรณ์ยอดขายหรือความต้องการของ ลูกค้านั้นเป็นการวางแผนธุรกิจที่สำคัญอย่างหนึ่ง ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการพยากรณ์นี้จึงได้ทำการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยกรณีศึกษาที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลคือ ธุรกิจเฟรทฟอเวิดเดอร์ (Freight Forwarder) คือหนึ่งในผู้ให้บริการจองระวางตู้คอนเทนเนอร์บน เรือสำหรับผู้นำเข้าและส่งออกสินค้าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบว่าเทคนิคการพยากรณ์ใดที่ มีความแม่นยำและเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด โดยวัดจากค่าความคาดเคลื่อนของการพยากรณ์ และเพื่อช่วยให้ทราบถึงความต้องการปริมาณตู้ในแต่ละเดือนโดยใช้เครื่องมือการพยากรณ์ต่างๆ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลความต้องการตู้คอนเทนเนอร์ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2563 – เดือนมิถุนายน 2564 โดยเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ทั้งหมด 9 วิธี ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว วิธีแบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบบวก วิธีแบบจำลองฤดูกาลแบบคูณ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนน เชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบคูณ สาเหตุที่เลือกวิธีดังกล่าวเพราะว่าข้อมูลมีหลายประเภท เช่น ข้อมูลลักษณะแบบสุ่ม ข้อมูลมี แนวโน้ม ข้อมูลมีฤดูกาล หรือข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าพยากรณ์ตูค้อนเทนเนอร์ได้จากวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่ให้ค่าคลาดเคลื่อน (MSE) น้อยที่สุดเท่ากับ 3,855.97 ดังนั้นผู้ประกอบการสามารถนำเทคนิคการพยากรณ์ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้เพื่อพยากรณ์ยอดขายในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ*: คอนเทนเนอร์; การพยากรณ์; อนุกรมเวลา; ความต้องการ; รูปแบบการพยากรณ์*

Please cite this article as: Chaiyatep, K., & Mekkaew, C. (2023, March). Forecasting Methods for the Number of Exporting Containers to Indonesia in Covid-19 Situation: A Case Study of Freight Forwarder Company. *Journal of Digital Business and Social Science*, *9*(1), JDB006, 1-18.

1. บทนำ

การขนส่งสินค้าทางทะเลนับว่าเป็นเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศที่สำคัญที่สุดในโลก รูปแบบการขนส่งทางทะเลส่วนใหญ่เป็นการขนส่งด้วยตู้คอนเทนเนอร์ เนื่องจากบรรจุสินค้าได้หลายประเภท อาทิ สินค้าทั่วไป สินค้าที่ต้องแช่เย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิ เครื่องจักร หรือแม้กระทั้งสินค้าแบบเหลวโดยใส่เฟล็กซีแบก (Flexi-Bag) ดังนั้นตู้คอนเทนเนอร์จึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการค้าระหว่างประเทศ พบว่ามีการส่งออกสินค้าทั่วโลกทางทะเลมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

สถานการณ์การณ์ทางเศรษฐกิจและการค้าทั่วโลกได้รับผลกระทบจากสถานการณ์โควิด-19 ปัญหาการขาดแคลนตู้คอนเทนเนอร์(Container Shortage) ตู้คอนเทนเนอร์ตกค้างอยู่ในท่าเรือประเทศปลายทางสหรัฐฯและยุโรปเป็นประเทศที่มีการนำเข้ามากกว่าส่งออก (Net Importer) ประกอบกับการขาดแคลนแรงงานที่เพียงพอที่ท่าเรือ เนื่องจากยังมีการแพร่ระบาดของโควิด-19 อยู่ จึงทำให้กระบวนการภายในท่าเรือหรือภายในเทอร์มินอลมีความล่าช้า และปัญหาความแออัดที่ท่าเรือ (Port Congestion) ทำให้ระยะเวลาการขนส่งระหว่างประเทศจึงนานกว่าปกติ ช่วงที่มีการปิดเมืองเข้มงวดในหลายประเทศ ระบุว่ามีเรือขนส่งคอนเทนเนอร์ที่ไม่ได้ใช้งาน (Idle Containership Fleet) ถึง 551 ลำ (2.7 ล้าน TEU) หรือคิดเป็น 11.6 เปอร์เซ็นท์ของกองเรือทั่วโลก โดยข้อมูลจาก Marine Exchange of Southern California ณ วันที่ 8 มีนาคม 2564 มีจำนวนเรือที่ท่าเรือ Los Angeles และ Long Beach ถึง 101 ลำ อีกหนึ่งผลกระทบคือ ต้นทุนค่าระวางเรือ (Ocean Freight) เพิ่มสูงขึ้น การปรับขึ้นค่าบริการของสายการเดินเรือยังคงรุนแรงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2563 และมีแนวโน้มว่าจะยืดเยื้อไปถึงปี 2564 ประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกตู้คอนเทนเนอร์มากกว่านำเข้า ทำให้ปริมาณตู้คอนเทรนเนอร์ในประเทศเกิดความไม่สมดุล ทำให้ปัจจุบันผู้ส่งออกไทยเผชิญกับการขาดแคลนตู้คอนเทนเนอร์และมีการปรับค่าระวางเรือ (Ocean Freight) สูงขึ้น โดยสายการเดินเรือเรียกเก็บค่าระวางเรือจากไทยไปประเทศอินโดนีเซียในอัตราพิเศษ (Premium Rate) จากเดิมประมาณ 400 - 700 เหรียญต่อตู้ เป็น 2,000 เหรียญต่อตู้ในช่วง พฤศจิกายน 2563 – มกราคม 2564 ฉะนั้นหากธุรกิจตัวแทนผู้ขนส่งสินค้า (Freight Forwarder) สามารถหาพื้นที่จองระวางให้กับผู้ส่งออกได้เร็วเท่าไหร่ ก็จะส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าเรียกเก็บในอัตราที่ถูกลงกว่าเดือนถัดไป ค่าพยากรณ์ปริมาณตู้คอนเทนเนอร์ในการส่งออกจะทำให้บริษัทสามารถจองพื้นที่ระวางเรือล่วงหน้าหรือวางแผนหาพื้นที่ระวางเรือ เพิ่มขึ้นในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า แต่อย่างไรก็ตามการหาพื้นที่ระวางเรือถือเป็นสิ่งที่ยากในช่วงสถานการณ์โควิด-19 ฉะนั้น หากสามารถหาพื้นที่ระวางเรือตามความต้องการของลูกค้าได้ นอกจากจะแสดงถึงศักยภาพของบริษัทแล้วยังเป็นส่วนช่วยให้ธุรกิจได้เปรียบในการแข่งขันอีกด้วย

โดยเลือกข้อมูลที่มีความทันสมัยบางส่วนมาหาค่าเฉลี่ย และกำหนดระยะเวลาสำหรับการพยากรณ์ เช่น ข้อมูลความต้องการตู้คอนเทนเนอร์ของลูกค้า ตั้งแต่ 1 มกราคม 2563 ถึง 1 มิถุนายน 2564 รวมทั้งหมด 18 รายการ ขึ้นอยู่กับการพยากรณ์ว่าต้องการให้ข้อมูลมีความราบเรียบมากน้อยเพียงใด หลังจากได้ค่าพยากรณ์ความต้องการของตู้คอนเทนเนอร์จากการหาค่าเฉลี่ยได้หนึ่งค่า ก็จะสามารถหาค่าพยากรณ์ค่าต่อไป โดยการตัดข้อมูลในช่วงเวลาแรกของข้อมูลชุดเดิมออกไป แล้วนำข้อมูลตัวใหม่ที่ต่อเนื่องกันเข้ามาแทน หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลชุดใหม่นี้มาหาค่าเฉลี่ย ดำเนินการแบบนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนได้ค่าพยากรณ์ความต้องการของตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องการ

งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์และนำไปปรับใช้ในการรวางแผนจองพื้นที่ระวางตู้คอนเทรนเนอร์ให้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าภายใต้สถานการณ์โควิด-19 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ตัวแบบด้วยอนุกรมเวลา (Time Series) โดยจะเลือกตัวแบบที่มี ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุด การพยากรณ์ความต้องการตู้คอนเทนเนอร์ที่เหมาะสม บ่งบอกว่ามีการขยายตัวของมูลค่าทางการค้าระหว่างประเทศเติบโตไปในทิศทางใด เป็นแนวทางใน

การปรับแผนเพื่อเตรียมตู้คอนเทนเนอร์สำหรับส่งออก เพื่อช่วยกระตุ้นให้เกิดการส่งออกที่มีประสิทธิภาพแล้วตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

การพยากรณ์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกองค์กรหรือธุรกิจที่ ดำเนินงานภายใต้ความไม่แน่นอนโดยเฉพาะในการตัดสินใจที่ผลกระทบต่ออนาคตขององค์กร ซึ่งการคาดเดาอย่างน่าเชื่อถือหรือใช้ข้อมูลประกอบย่อมมีคุณค่ากว่าการคาดเดาอย่างขาดความน่าเชื่อถือ เพื่อเป็นส่วนเสริมในการใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ วิธีเชิงปริมาณจึงถูกนำมาใช้ ในการพยากรณ์ ซึ่งหนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยม คือ วิธีอนุกรมเวลาซึ่งเหมาะสำหรับข้อมูลที่ขึ้นอยู่กับข้อมูลในอดีตที่สามารถนำมาพยากรณ์ อนาคตได้

2.1 เพื่อวิเคราะห์ความต้องการ (Demand) ปริมาณตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อจัดสรรพื้นที่ระวางเรือให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีความถูกต้องและแม่นยำ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบว่าเทคนิคการพยากรณ์ใดที่มีความแม่นยำและเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด โดยวัดจากค่าความคาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้งหมด 9 วิธี เพื่อเป็นการทดสอบลักษณะของข้อมูลว่าเป็นลักษณะคงที่ แนวโน้ม ฤดูกาล หรือ ข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาลผสมอยู่ และเทคนิคการพยากรณ์รูปแบบ ใดให้ค่าพยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุดในการจองระวางตู้คอนเทนเนอร์และตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้เหมาะสมที่สุด โดยสามารถแบ่งรูปแบบการพยากรณ์ตามลักษณะของข้อมูลได้ดังนี้

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มและไม่มีฤดูกาล

2.2.1 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย

วิธีนี้เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีอิทธิพลของแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาล ค่าเป็นการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่ถ่วงน้ำหนัก ข้อมูลแต่ละช่วงเวลามีความสำคัญเท่า ๆ กัน วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เหมาะสำหรับการพยากรณ์ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ และข้อมูลที่มีลักษณะค่อนข้างแน่นอนเป็นเส้นตรงและคงที่ตามแนวนอน ซึ่งงานวิจัยการพยากรณ์ความ ต้องการวัตถุดิบสำหรับวางแผนผลิตป๊อปคอร์น กรณีศึกษาโรง ภาพยนตร์ ABC เป็นหนึ่งในงานวิจัยที่วิธีถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่ให้ค่าความ คลาดเคลื่อนน้อยสุดหลังจากนำมาประยุกต์ใช้พบว่า ลดต้นทุนรวมลง ประมาณ 59.60 เปอร์เซ็นต์

2.2.2 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก

การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีการถ่วงน้ำหนักในแต่ค่าของข้อมูลไม่เท่ากัน โดยข้อมูลล่าสุดจะมีค่าน้ำหนักมาก และค่าน้ำหนักจะลดลงตามความเก่าของข้อมูล งานวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบสำหรับธุรกิจอาหาร กรณีศึกษาร้านครัวคุณกันต์ พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหรืออาหารที่ใช้ในการบริโภค เหมาะกับเทคนิคการพยากรณ์ที่ไม่มีแนวโน้มและไม่มีฤดูกาล เนื่องจากมีการเคลื่อนไหวค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งปี ค่าพยากรณ์ค่อนข้างใกล้เคียงกับ ค่าเฉลี่ยหรือให้ค่าน้ำหนักกับค่าจริงของเดือนก่อนหน้ามากที่สุด

2.2.3 วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว

การหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยค่า α ที่ให้ความสำคัญของข้อมูลเวลาล่าสุดมากที่สุด และข้อมูลเวลาห่างออกไปลดหลั่นในลักษณะแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีความเคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ (Horizontal Data) เหมาะสมกับการพยากรณ์ระยะสั้น งานวิจัยการพยากรณ์ความต้องการและการวางแผนสินค้าคง

คลัง สำหรับสินค้าเครื่องดื่ม กรณีศึกษา แผนกควบคุมเครื่องดื่มใน โรงแรม ที่ใช้การพยากรณ์ร่วมกับสินค้ากลุ่ม A ที่มีความเคลื่อนไหวมาก ที่สุด โดยนำค่าพยากรณ์มาใช้ในการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม (EOQ) การคำนวณหาจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point) และคำนวณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock) ในการควบคุมสินค้าคงคลัง พบว่าเพิ่มอัตราหมุนเวียนสินค้าคงคลังได้ 51.73 เปอร์เซ็นต์ และลดต้นทุนรวมลง 31.96 เปอร์เซ็นต์

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีฤดูกาล

2.2.4 วิธีแบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบบวก

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบจำลองผลบวก มีค่าปรับน้ำหนักหรือค่าพารามิเตอร์ 2 ค่า คือ ค่าคงที่และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล ส่งผลให้เกิดการคาดการณ์แบบโค้งที่สร้างการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในข้อมูล โดยการพยากรณ์เพื่อการวางแผนสั่งซื้อล่วงหน้ายางนอกเป็นอะไหล่รถยนต์ 11 รายการ พบว่าสินค้ายางนอก 109 เหมาะกับการพยากรณ์วิธีแบบจำลองเชิงฤดูบวก คือ 3 และ 6 สัปดาห์ หรือพยากรณ์ช่วงระยะสั้น ที่จะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2.2.5 วิธีแบบจำลองฤดูกาลแบบคูณ

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาล แบบจำลองผลคูณ มีค่าปรับน้ำหนักหรือค่าพารามิเตอร์ 2 ค่า คือ ค่าคงที่และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล (ไม่มีแนวโน้ม) ส่งผลให้เกิดการคาดการณ์แบบโค้งที่สร้างการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในข้อมูล จากการพยากรณ์ยอดขายยาโบราณด้วยเทคนิคอนุกรมเวลา ซึ่งเหมาะกับเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวกับฤดูกาลหรือแนวโน้ม ยกตัวอย่างเช่น กรณีฤดูหนาว ผู้บริโภคปรับตัวไม่ทันกับสภาพอากาศทำให้รู้สึกป่วยและไม่สบายตัว จึงส่งผลให้ยอดขายยาแผนโบราณในช่วงปลายปีเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันที่ปัจจุบันคนในความสนใจด้านสุขภาพ เน้นรับประทานยาทำจากธรรมชาติมากกว่าสารเคมี ทำให้มีแนวโน้มที่จะหันมากซื้อยาแผนโบราณกันเพิ่มมากขึ้น

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแต่ไม่มีฤดูกาล

2.2.6 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง

การนำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำอีก วิธีหนึ่ง วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะแนวโน้มประกอบอยู่ เทคนิคการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง ข้อได้เปรียบคือ สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้สะดวกและรวดเร็วกว่า นอกจากนั้นยังสามารถใช้พยากรณ์ได้ดีกับข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นเส้นตรงตามแนวนอน (Horizontal Pattern) และแนวทิศทาง (Trend Pattern) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยความถูกต้องและประสิทธิผลของอุปสงค์สำหรับการบริหารคลังยา ที่มีสินค้าจำนวน 31 รายการ หรือร้อยละ 38.3 เหมาะกับการพยากรณ์แบบวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง

2.2.7 วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง

เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มอย่างมีทิศทางแต่ไม่มีความเป็นฤดูกาล และยังเหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้นจนถึงการพยากรณ์ในระยะปานกลาง ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณควรจะมีอย่างน้อย 5 ชุด ซึ่งแนวคิดของเทคนิคนี้ก็คือ คำนวณค่าฐานถ่วงเฉลี่ย ปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของข้อมูลของช่วงเวลาปัจจุบันล่าสุด และ หลังจากนั้นจึงปรับด้วยค่าแนวโน้ม (บวกหรือลบ)

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาล

2.2.8 วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มี อิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก

เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มและความผันผวนตามฤดูกาล ประกอบอยู่ (Trend-Season Data) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์นี้เป็นการพัฒนาต่อจาก วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์วิธีนี้เหมาะกับการพยากรณ์ในระยะสั้นจนถึงการพยากรณ์ระยะปานกลาง ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการคำนวณควรเป็นข้อมูลรายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายไตรมาส เพื่อที่จะได้วิเคราะห์ความผันผวนตามฤดูกาลได้ และข้อมูลควรมีอย่างน้อย 36 ข้อมูล สำหรับข้อมูลที่เป็นรายเดือน 12 ข้อมูลสำหรับข้อมูลรายไตรมาส กรณีศึกษางานวิจัยตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการจำหน่ายผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีที่เหมาะสมด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล เพื่อใช้ในการวางแผนเกี่ยวกับการตลาด พบว่าข้อมูลของปริมาณการจำหน่ายนมยูเอชทีมีข้อมูลลักษณะของแนวโน้มและฤดูกาลประกอบอยู่ ซึ่งวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพล ของฤดูกาลแบบบวกในค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2.2.9 วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มี อิทธิพลของฤดูกาลแบบคูณ

วิธีการพยากรณ์ที่มีการพัฒนามาจากแบบวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์ ใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาล โดยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก จะใช้สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะ การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลคงที่ วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์แบบคูณ จะใช้สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลเพิ่มขึ้น กรณีศึกษา งานวิจัยการพยากรณ์ความต้องการสายพานรถยนต์และสายพานอุตสาหกรรมของลูกค้า : กลุ่มบริษัทชิ้นส่วนยานยนต์รวม ไปถึงงานวิจัยการศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series) เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบกรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนท่อยางรถยนต์ ทำให้เห็นว่าประเภทสินค้าที่เป็นวัตถุดิบที่นำมาผลิตหรือประกอบในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรส่วนประกอบของรถยนต์ จะเหมาะกับเทคนิคการพยากรณ์แบบข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เนื่องจากวัตดุดิบส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศและใช้การผลิตสินค้าตลอดทั้งปี ซึ่งแต่ละ ประเทศมีเทศกาลวันหยุดที่แตกต่างกัน ทำให้การสั่งซื้อวัตถุดิบในแต่ละเดือนนั้นจำนวนแตกต่างกันออกไป การพยากรณ์จำนวนวัตถุดิบเพื่อให้มีสินค้าเพียงพอต่อการผลิตและมีจำนวนไม่มากเกินไปจนเกิดเป็นต้นทุนจมในการจัดเก็บสินค้า รวมไปถึงการขนส่งทางทะเล ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยวัตถุดิบลดลงและสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันคู่แข่ง

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูล

ข้อมูลทุติยภูมิของปริมาณส่งออกตู้คอนเทนเนอร์ของบริษัท โอเรียนสตาร์ อินเตอร์เนชั่นแนล โลจีสติคส์ จำกัด ในแต่ละเดือน เริ่มตั้งแต่เดือน 1 มกราคม 2563 ถึง 1 มิถุนายน 2564 รวมทั้งหมด 18 รายการ เพื่อนำมาเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ทั้งหมด 9 วิธี รวมทั้งสิ้น 12 รายการ และหน่วยในการนับตู้คอนเทนเนอร์ TEU (Twenty-Equivalent Unit) คือตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุตเท่ากับ 1 TEU และตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต เท่ากับ 2 TEU โดยรวบรวมข้อมูลเป็นการส่งออกจากประเทศไทย (All Base Port) ไปยังท่าเรือปลายทาง Jakarta, Indonesia

3.2 วิธีการพยากรณ์ทั้งหมด 9 วิธี

1) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average Method, SMA)

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

โดยที่ A_t = ค่าจริง ณ เวลา t

F_t = ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ของงวดถัดไป หรือ t + 1

n = จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

2) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average, WMA)

$$F_{t+1} = A_t w_1 + A_{t-1} w_2 + \cdots + A_{t-n+1} w_n \quad (2)$$

โดยที่ A_t = ค่าจริง ณ เวลา t

F_t = ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ของงวดถัดไป หรือ t + 1

n = จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

w_i = $w_1, w_2, w_3, \ldots, w_n$ ผลรวมของน้ำหนักข้อมูลมีค่าเท่ากับ 1 $\left[\sum_{i=1}^{n} w_i = 1\right]$

3) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปแนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing Method หรือ Simple Exponential Smoothing Method)

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_t \quad (3)$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ t+1

A_t = ข้อมูลจริงของช่วงเวลาที่ t

F_t = ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ t

t = ช่วงเวลาของข้อมูล

α = ค่าคงที่ในการปรับเรียบ Smoothing Constant ($0 \leq \alpha \leq 1$)

4) วิธีแบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบบวก (Seasonal Additive Smoothing Model: SAS)

$$F_{t+n} = E_t + S_{t+n-p} \quad (4)$$

สมการที่เกี่ยวข้อง

$$E_t = \alpha(A_t - S_{t-p}) + (1-\alpha)E_{t-1} \quad (5)$$

$$S_t = \gamma(A_t - E_t) + (1-\gamma)S_{t-1} \quad (6)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1 \text{ และ } 0 \leq \beta \leq 1$$

$$E_t = \sum_{i=1}^{p} \frac{Y_i}{p}, t = 1,2,\dots,p \quad (7)$$
$$S = A_t - E_t, t = 1,2,\dots,p$$

โดยที่ F_{t+n} = ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ t+n

E_t = ระดับฐานของข้อมูลในช่วงเวลาที่ t

S_t = ค่าดัชนีฤดูกาลในช่วงเวลาที่ t

A_t = ข้อมูลจริงของช่วงเวลาที่ t

t = ช่วงเวลาของข้อมูล

n = หนึ่งช่วงเวลา

p = จำนวนข้อมูลที่ใช้คำนวณ

α = ค่าพารามิเตอร์ ($0 \leq \alpha \leq 1$)

γ = ค่าพารามิเตอร์ ($0 \leq \gamma \leq 1$)

5) วิธีแบบจำลองฤดูกาลแบบคูณ (Seasonal Multiplicative Smoothing Model: SMS)

$$F_{t+n} = E_t \times S_{t+n-p} \quad (8)$$

$$E_t = \alpha(A_t/S_{t-p}) + (1-\alpha)E_{t-1} \quad (9)$$

$$S_t = \gamma(A_t/E_t) + (1-\gamma)S_{t-1} \quad (10)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1 \text{ และ } 0 \leq \beta \leq 1$$

$$E_t = \sum_{i=1}^{p} \frac{Y_i}{p}, t = 1,2,\dots,p \quad (11)$$
$$S = Y_t/E_t, t = 1,2,\dots,p$$

โดยที่ F_{t+n} = ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ t+n

E_t = ระดับฐานของข้อมูลในช่วงเวลาที่ t

S_t = ค่าดัชนีฤดูกาลในช่วงเวลาที่ t

A_t = ข้อมูลจริงของช่วงเวลาที่ t

t = ช่วงเวลาของข้อมูล

n = หนึ่งช่วงเวลา

p = จำนวนข้อมูลที่ใช้คำนวณ (Period)

α = ค่าพารามิเตอร์ (0 $\leq \alpha \leq$ 1)

γ = ค่าพารามิเตอร์ (0 $\leq \gamma \leq$ 1)

6) การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง Double Moving Average (DMA)

การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งที่ 1 ได้ตามสมการ

$$M_t = \frac{(A_t + A_{t-1} + A_{t-2} + \cdots + A_{t-n+1})}{n} \quad (12)$$

การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งที่ 2 ทำได้ตามสมการ

$$M'_t = \frac{(M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \cdots + M_{t-n+1})}{n} \quad (13)$$

สมการ (14) ใช้เพื่อคำรวณผลต่างระหว่าง 2 ค่าเฉลี่ยเครื่องที่ 2 ชุด

$$E_t = 2M_t - M'_t \quad (14)$$

สมการ (15) เป็นค่าปรับปรุงสำหรับ Trend (Additional Adjustment Factor) ซึ่งคล้ายกับค่าความชัน (Slope) ของข้อมูลนั้นๆ

$$T_t = \frac{2}{n-1}(M_t - M'_t) \quad (15)$$

สมการ (16) ใช้เป็นสมการพยากรณ์ข้อมูลล่วงหน้า p งวดเวลา

$$F_{t+p} = E_t + nT_t \quad (16)$$

โดย F_{t+p} = ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ t+p

A_t = ข้อมูลจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ t

M_t = ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งที่แรก

M'_t = ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งที่สอง

n = จำนวนข้อมูลที่หาค่าเฉลี่ย

t = ช่วงเวลาของข้อมูล

p = จำนวนงวดเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า

7) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method, DES)

สมการ (17) แสดงค่าปรับเรียบ

$$S_t = \alpha A_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (17)$$

สมการ (18) แสดงค่าประมาณค่าแนวโน้ม

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (18)$$

สมการ (19) แสดงค่าพยากรณ์ล่วงหน้า p งวด

$$F_{t+p} = S_t + T_t p \quad (19)$$

โดย F_{t+p} = ค่าพยากรณ์ล่วงหน้างวด p

A_t = ข้อมูลจริงของช่วงเวลาที่ t

S_t = ระดับฐานของข้อมูลในช่วงเวลาที่ t

T_t = ค่าแนวโน้มของช่วงเวลาที่ t

t = ช่วงเวลาของข้อมูล

p = หนึ่งช่วงเวลาก่อนหน้า

α = ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับข้อมูล Smoothing Constant ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = ค่าปรับเรียบสำหรับตัวประมาณแนวโน้ม Smoothing Constant ($0 \leq \beta \leq 1$)

8) วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก (Holt-Winters Additive Seasonal Exponential Smoothing Method)

$$F_{t+n} = E_t + nT_t + S_{t+n-p} \quad (20)$$

$$E_t = \alpha(Y_t - S_{t-p}) + (1-\alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (21)$$

$$T_t = \beta(E_t - E_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (22)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - E_t) + (1-\gamma)S_{t-p} \quad (23)$$

$0 \leq \alpha \leq 1$, $0 \leq \beta \leq 1$ และ $0 \leq \gamma \leq 1$

สมการที่เกี่ยวข้อง $S_t = Y_t - \sum_{i=1}^{p} \frac{Y_i}{p}, t = 1,2,\ldots,p$ (24)

โดย F_{t+n} = ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ t+n

A_t = ข้อมูลจริงของช่วงเวลาที่ t

E_t = ระดับฐานของข้อมูลในช่วงเวลาที่ t

T_t = ค่าแนวโน้มของช่วงเวลาที่ t

S_t = ค่าดัชนีฤดูกาลในช่วงเวลาที่ t

t = ช่วงเวลาของข้อมูล

n = หนึ่งช่วงเวลา

p = จำนวนข้อมูลที่ใช้คำนวณ

α = ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับข้อมูล Smoothing Constant ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = ค่าปรับเรียบสำหรับตัวประมาณแนวโน้ม Smoothing Constant ($0 \leq \beta \leq 1$)

γ = ค่าปรับเรียบสำหรับตัวประมาณฤดูกาล Smoothing Constant ($0 \leq \gamma \leq 1$)

9) วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบคูณ (Holt-Winters Multiplicative Seasonal Exponential Smoothing Method)

สมการ (25) สมการปรับเรียบ

$$E_t = \alpha \frac{A_t}{S_{t-s}} + [(1-\alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (25)$$

สมการ (26) ประมาณค่าแนวโน้ม

$$T_t = \beta(E_t/E_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (26)$$

สมการ (27) สมการประมาณค่าฤดูกาล

$$S_t = \gamma \frac{A_t}{S_t} + (1-\gamma)S_{t-s} \quad (27)$$

สมการ (28) สมการพยากรณ์ล่วงหน้า p งวด

$$F_{t+p} = (E_t + pT_t)S_{t-s+p} \quad (28)$$

$0 \leq \alpha \leq 1$, $0 \leq \beta \leq 1$ และ $0 \leq \gamma \leq 1$

สมการที่เกี่ยวข้อง $$S_t = Y_t / \sum_{i=1}^{p} \frac{Y_i}{p}, t = 1,2,\dots,p \quad (29)$$

โดย F_{t+p} = ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ t+p

A_t = ข้อมูลจริงในงวดเวลาที่ t

E_t = ค่าปรับเรียบของช่วงเวลาที่ t

T_t = ตัวประมาณแนวโน้มของช่วงเวลาที่ t

S_t = ตัวประมาณฤดูกาลของช่วงเวลาที่ t

s = ช่วงความยาวของฤดูกาล

t = ช่วงเวลาของข้อมูล

p = จำนวนข้อมูลที่ต้องพยากรณ์ล่วงหน้า

α = ค่าคงที่ปรับเรียบ ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับตัวประมาณแนวโน้ม ($0 \leq \beta \leq 1$)

γ = ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับฤดูกาล ($0 \leq \gamma \leq 1$)

ทดสอบความแม่นยำของแต่ละวิธีและนำมาเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนใช้วัดความแม่นยำของค่าการพยากรณ์ โดยคิดค่าความแตกต่างระหว่างค่าพยากรณ์และค่าจริง ในวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้ใช้การวัดค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธี ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง Mean Squared Error (MSE) โดยหาเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์และค่าจริงทั้งหมดยกกำลังสองและหารจำนวนข้อมูลหากค่าความเคลื่อนเคลื่อนน้อยแสดงให้เห็นว่า เทคนิคการพยากรณ์ รูปแบบนั้นๆมีความแม่นยำสูงทางผู้วิจัยใช้วิธีค่าความผิดพลาดกำลังสอง เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 มีความเปลี่ยนแปลงปริมาณการส่งออกตู้คอนเทนเนอร์ค่อนข้างสูง การที่เทคนิคการพยากรณ์ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูง นั่นหมายความว่าค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการตู้คอนเทนเนอร์ไม่สอดคล้องกับความต้องการจริงของลูกค้าส่งผลให้บริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถตอบสนองการความต้องการลูกค้า และไม่สามารถรับมือกับสถานการณ์โควิด-19 ได้ ฉะนั้นจึงใช้ค่าเฉลี่ยกำลังสองในการทดสอบข้อมูล เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการที่ทำให้ค่าคลาดเคลื่อนน้อยหรือค่าพยากรณ์แม่นยำสูงสุด

4. ผลการวิจัย

จากการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกตู้คอนเทนเนอร์โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ ทั้งหมด 9 วิธีได้แก่วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายโดยเลือกสมมุติการพยากรณ์ที่ 2 และ 4 คาบเวลา วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักโดยเลือกสมมุติการพยากรณ์ที่ 2 และ 4 คาบเวลา วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว วิธีแบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบบวก วิธีแบบจำลองฤดูกาลแบบคูณ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้งวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบคูณ โดยมีค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้ MSE ต่ำที่สุดของแต่ละวิธีที่ได้มาจากการใช้ ExcelSolver ในการกำหนดค่า สามารถดูได้ดัง ตารางที่ 1

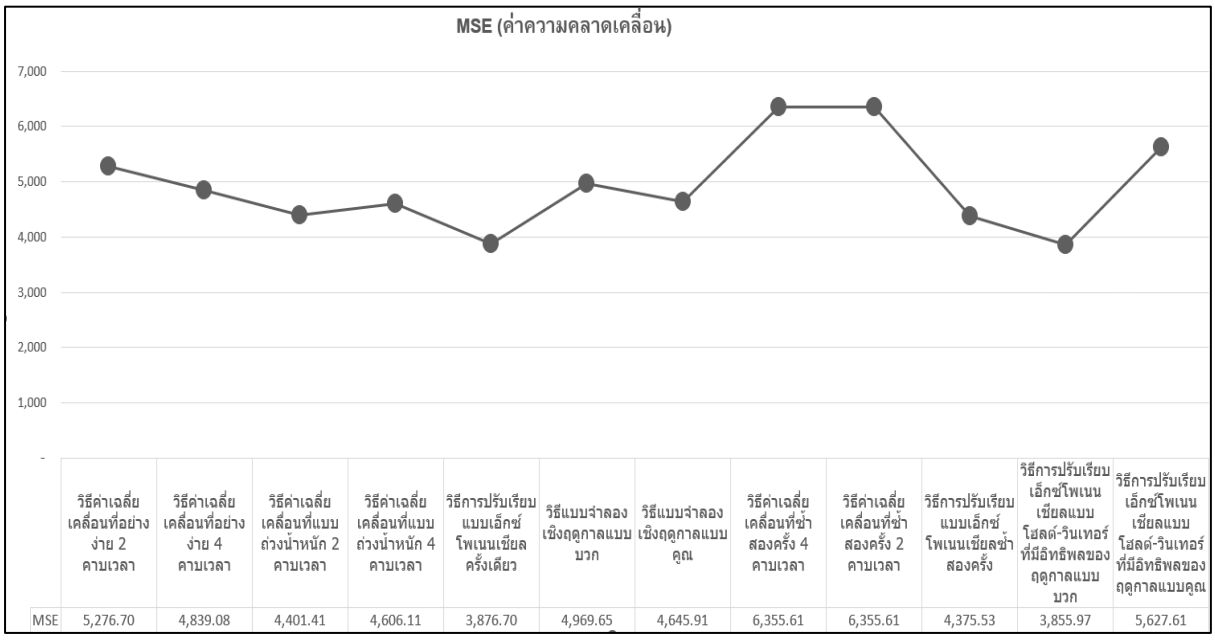
อีกทั้งจากตาราง 1 ข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 4 ไตรมาส สำหรับวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบโฮลต์วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบคูณ เนื่องจากค่าระวางเรือ (Ocean Freight) จะถูกปรับขึ้นหรือลงเพียงเล็กน้อยในไตรมาสเดียวกัน และค่าระวางเรือเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนในไตรมาสถัดไป ยกตัวอย่างเช่น ค่าระวางเรือช่วงเดือน มกราคม 2563 – มีนาคม 2563 ราคาค่าระวางจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียง เล็กน้อย ทำให้ปริมาณตู้คอนเทนเนอร์ในการส่งออกไม่แตกต่างกัน หลังจากเริ่มเข้าเดือน เมษายน 2563 - มิถุนายน 2563 จะพบว่าปริมาณการส่งออกมีจำนวนเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากค่าระวางเรือที่ลดลง ในทางกลับกัน ช่วงเดือน กรกฎาคม 2563 - กันยายน 2563 ความต้องการปริมาณตู้คอนเทนเนอร์ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ผลมาจากค่าระวางเรือเพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณตู้คอนเทนเนอร์

รูปแบบการพยากรณ์	**ค่าถ่วงน้ำหนัก**			
Weighted Moving Average 2 periods	$W_1 = 0.00$		$W_2 = 0.85$	
Weighted Moving Average 4 periods	$W_1 = 0$	$W_2 = 0.07$	$W_3 = 0.09$	$W_4 = 0.83$
รูปแบบการพยากรณ์	**ค่าพารามิเตอร์**			
	Alpha	*Beta*	*Gramma*	
Exponential Smoothing	0.86			
Stationary with additive seasonal effect	0.66	1.00		
Stationary with multiplicative seasonal effect	0.55	0.24		
Double exponential smoothing (Holt's method)	0.70	0.07		
Holt-winter's method for additive seasonal effect	0.35	1.00	0.91	
Holt-winter's method for multiplicative seasonal effect	0.35	1.00	0.50	

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลปริมาณความต้องการตู้คอนเทนเนอร์และค่าการพยากรณ์ความต้องการในอนาคต

Chart Title Month/Year	Actual	Simple Moving Average 2	Simple Moving Average 4	Weighted Moving Average 2	Weighted Moving Average 4	Exponentials Smoothing	Stationary Additive	Stationary multi	DMA(k=4)	DMA(k=2)	DES	Holt's Additive	Holt's Multiplicative
ม.ค. 63	158					158							
ก.พ. 63	129					158					158		
มี.ค. 63	177	144		133		133					133		
เม.ย. 63	174	153		170		171				167	167		
พ.ค. 63	231	176	160	174	171	174	158	158		209	172	158	171
มิ.ย. 63	250	203	178	222	222	223	177	162		243	221	180	174
ก.ค. 63	206	241	208	247	243	246	273	289		298	257	303	335
ส.ค. 63	225	228	215	213	212	212	226	239	307	209	233	282	300
ก.ย. 63	243	216	228	222	225	223	234	218	263	197	228	285	262
ต.ค. 63	214	234	231	240	239	240	211	190	255	262	248	220	198
พ.ย. 63	216	229	222	218	218	218	213	257	216	220	232	147	202
ธ.ค. 63	153	215	225	216	218	216	235	238	218	195	229	195	212
ม.ค. 64	178	185	207	163	163	162	193	184	182	139	173	205	177
ก.พ. 64	283	166	190	174	178	176	152	148	142	137	175	164	132
มี.ค. 64	237	231	208	267	263	268	239	272	208	328	265	221	222
เม.ย. 64	169	260	213	244	237	241	228	249	244	304	258	208	242
พ.ค. 64	273	203	217	179	184	179	224	206	233	118	192	252	267
มิ.ย. 64	431	221	241	257	261	260	275	214	290	248	257	355	311
MSE =		5,276.70	4,839.08	4,401.41	4,606.11	3,876.70	4,969.65	4,645.91	6,355.61	6,355.61	4,375.53	3,855.97	5,627.61



รูปที่ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละรูปแบบการพยากรณ์

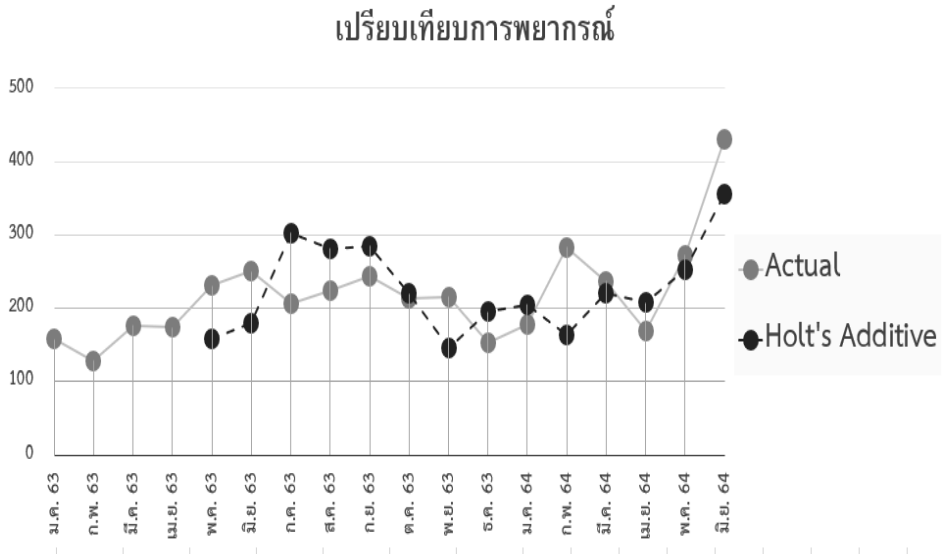
ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ที่ได้จากการพยากรณ์จากตารางที่ 2 พบว่า วิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุดซึ่งเท่ากับ 3,855.97 คือ วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก ค่า MSE รองลงมาเท่ากับ 3,876.70 คือวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว

สาเหตุที่วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก ให้ค่าพยากรณ์ที่มีค่า MSE ต่ำที่สุด เพราะข้อมูลพยากรณ์ความต้องการตู้คอนเทนเนอร์มีปัจจัยแนวโน้มและฤดูกาลประกอบอยู่ด้วย ในสถานการณ์การระบาดของโควิด-19 จำนวนเรือลดลงและรองรับปริมาณตู้คอนเทนเนอร์ได้อย่างจำกัด ทำให้ผู้ส่งออกไม่สามารถหาพื้นที่ระวางเรือได้เพียงพอกับความต้องการที่ส่งออก ทำให้ความต้องการตู้คอนเทนเนอร์มีแนวโน้ม

เพิ่มขึ้น อีกทั้งโดยปกติแล้วการปรับราคาค่าขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ของสายเรือจะปรับทุกๆไตรมาส ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการส่งออก ซึ่งผลของงานวิจัยนี้ไม่สอดคล้องกับ งานวิจัยการพยากรณ์ยอดขายยาแผนโบราณด้วยเทคนิคอนุกรมเวลาที่ทำการเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ 9 วิธี ซึ่งพบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยเทคนิคการพยากรณ์วิธีแบบจำลองฤดูกาลแบบคูณกับผลิตภัณฑ์ยาโบราณเป็นวิธีที่ค่าความเคลื่อนน้อยที่สุด เพราะจากข้อมูลยอดขายยาโบราณเป็นลักษณะที่ไม่มีแนวโน้ม ฉะนั้นปัจจัยฤดูกาลที่ใช้ในการพยากรณ์เพียงอย่างเดียวดั่งเช่นงานวิจัยยอดขายยาแผนโบราณ จึงไม่สามารถพยากรณ์ได้อย่างแม่นยำ

วิธีที่ให้ MSE ต่ำเป็นอันดับ 2 คือ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เพราะวิธีการพยากรณ์นี้จะให้ค่าน้ำหนักการพยากรณ์กับค่าจริงในอดีตก่อนหน้าเพียงค่าเดียว เพื่อพยากรณ์ความต้องการ ณ เดือนถัดไป และเนื่องมาจากในสถานการณ์โควิด-19 ความต้องการตู้คอนเทนเนอร์ค่อนข้างมีความผันผวนมากซึ่งขึ้นกับเดือนก่อนหน้าเป็นหลัก ทำให้วิธีนี้ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการพยากรณ์ความต้องการและวางแผนสินค้าคงคลัง สำหรับสินค้าเครื่องดื่ม กรณีศึกษาแผนกควบคุมเครื่องดื่มโรงแรม และการพยากรณ์ความต้องการสายพานรถยนต์และสายพานอุตสหกรรมของลูกค้ากลุ่มบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

การนำไปใช้ (Practical implication) ของงานวิจัยนี้ คือ สามารถนำวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะกับการพยากรณ์ตู้คอนเทนเนอร์ของบริษัทโอเรียนสตาร์ อินเตอร์เนชั่นแนล โลจีสติคส์ จำกัด เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดอยู่ที่ 3,855.97 ดังนั้นบริษัทเฟรทฟอเวิดเดอร์ กรณีศึกษาจึงนำตัวเลขพยากรณ์ไปกระทำการจองพื้นที่ระวางล่วงหน้าให้กับลูกค้าหรือวางแผนในการหาพื้นที่ระวางเรือเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับปริมาณความต้องการลูกค้าที่จะเพิ่มขึ้นในสถานการณ์โควิด-19 นั่นก็คือ สามารถพยากรณ์จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ในเดือนมิถุนายน 2564 เท่ากับ 355 TEUs และค่าจริงของปริมาณความต้องการลูกค้าเท่ากับ 431 TEUs ดังรูปที่ 1 อีกทั้งทำให้เห็นได้ว่าบริษัทกรณีศึกษาสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ถึง 82% ต่อความต้องการลูกค้าทั้งหมดซึ่งสามารถคำนวณได้จาก $\frac{355}{431} x\ 100 = 82\%$



รูปที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต้องการจริงกับค่าพยากรณ์ วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของ ฤดูกาลแบบบวก

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกตู้คอนเทนเนอร์จากประเทศไทยไปยังอินโดนีเซีย ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ทั้งหมด 9 วิธี

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 2 คาบเวลา ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 5,276.70

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 4 คาบเวลา ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4,839.08

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก 2 คาบเวลา ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4,401.41

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก 4 คาบเวลา ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4,606.11

วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 3,876.70

วิธีแบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบบวก ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4,969.65

วิธีแบบจำลองเชิงฤดูกาลแบบคูณ ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4,645.91

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง 4 คาบเวลา ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 6,355.61

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง 2 คาบเวลา ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 6,355.61

วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4,375.53

วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 3,855.97 วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบคูณ ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 5,627.61และประเมินความแม่นยำด้วยค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่า เทคนิคการพยากรณ์แบบวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก มีค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด โดยค่าพยากรณ์จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ในเดือนมิถุนายน 2564 เท่ากับ 355 TEUs และค่าจริงของปริมาณความต้องการลูกค้าเท่ากับ 431 TEUs จะเห็นได้ว่าบริษัทโอเรียนสตาร์ อินเตอร์เนชั่นแนล โลจีสติคส์ จำกัด กรณีศึกษาสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ถึง 82% ต่อความต้องการลูกค้าทั้งหมด

5.2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากกรณีศึกษาพบว่า ปริมาณการส่งออกสินค้ามีการเปลี่ยนแปลงได้หลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นการย้ายฐานการผลิต การเปลี่ยนแปลงสถานที่ส่งออกสินค้า (Port of Loading) เนื่องจากการกีดกันทางการค้าของบางประเทศ รวมไปถึงการแพร่ระบาดของโควิด-19 ฉะนั้นผู้ทำการพยากรณ์จึงต้องมั่นตรวจสอบข้อมูลและตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนเป็นระยะ เนื่องด้วยสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ฉะนั้นจึงไม่สามารถใช้การพยากรณ์เพียงเทคนิคเดียวในการค่าพยากรณ์ในอนาคตได้ตลอดไปได้ จึงอาจนำเทคนิคการพยากรณ์แบบถดถอยมาใช้ร่วมด้วย

อีกทั้งผู้ทำวิจัยเสนอการทำคู่มือให้กับบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งตัวคู่มือสามารถนำไปพยากรณ์ประมาณตู้คอนเทนเนอร์ในการส่งไปยังประเทศอื่นๆของบริษัทกรณีศึกษาด้วยตนเอง เนื่องจากตัวฟอร์แมทที่จัดทำไว้นั้น สามารถนำไปใช้กับชุดข้อมูลลักษณะคงที่ แนวโน้ม หรือฤดูกาลผสมอยู่ด้วยเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้งานต่อไป

กรณีศึกษาเทคนิคการพยากรณ์แบบวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ดังนั้นบริษัทเฟรทฟอเวิดเดอร์ จะสามารถนำตัวเลขการพยากรณ์ไป

กระทำการจองพื้นที่ระวางล่วงหน้าให้กับลูกค้าหรือวางแผนในการหาพื้นที่ระวางเรือเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับปริมาณความต้องการลูกค้าที่จะเพิ่มขึ้นในสถานการณ์โควิด-19 นั่นก็คือ สามารถพยากรณ์จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ในเดือนถัดไป

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การพิจารณาเลือกตัวแบบในการพยากรณ์มีความสำคัญมาก หากต้องการที่จะได้ผลการพยากรณ์ถูกต้องและใกล้เคียงมากที่สุดจะต้องเลือกตัวแบบที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อเป็นเครื่องมือชี้แนะและนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้องต่อไป

การพยากรณ์ความผิดพลาดเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ในการพยากรณ์จึงต้องมีการควบคุมความคลาดเคลื่อนหรือวัดความแม่นยำอยู่เสมอ และต้องระลึกไว้เสมอว่าไม่มีวิธีการพยากรณ์ใดจะให้ผลถูกต้องร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นควรมีแผนสำรองเพื่อรับในสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ อีกด้วย

ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ควรนำไปทดสอบความต้องการจริงอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นการวิเคราะห์ความแม่นยำ และให้ได้ประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

จารุเดช โตจำศิลป์, และสิทธิพร พิมพ์สกุล. (2561). *ตัวแบบการพยากรณ์เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อสินค้า กรณีศึกษา ร้านสินค้าตกแต่งรถมอเตอร์ไซค์*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

จารุวรรณ สิงห์ม่วง, และธิดาพร ศุภภากร. (2563). *ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกยางพาราของประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

ธันวา สิงหฬ. (2561). *การเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ สำหรับธุรกิจอาหาร กรณีศึกษา ร้านครัวคุณกันต์*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ธีระพงษ์ ทับพร. (2561). *การพยากรณ์ยอดขายและการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าคางหมึกยักษ์แช่แข็ง กรณีศึกษา บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

นิพนธ์ โตอินทร์. (2556). *การพยากรณ์ความต้องการและการวางแผน สินค้าคงคลัง สำหรับสินค้าเครื่องดื่มกรณีศึกษา: แผนกควบคุม เครื่องดื่มในโรงแรม*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

นิภา นิรุตติกุล. (2558). *การพยากรณ์การขาย* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักงานพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประจักษ์ พรมงาม. (2563). *การปรับปรุงประสิทธิผลการพยากรณ์ความต้องการของผู้บริโภค กรณีศึกษา บริษัทเอกชน แห่งหนึ่ง*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

ปาริชาติ วงศ์สุนพรัตน์, และรวิพิมพ์ ฉวีสุข. (2555). การพยากรณ์ ยอดขายยาแผนโบราณด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่* 50 (น. 244-251). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยานันท์ ทองโพธิ์. (2558). *การประยุกต์เทคนิคการพยากรณ์ความต้องการสินค้าเพื่อวางแผนการผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตชุดชั้นใน*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ลักขณา ฤกษ์เกษม. (2557). *การพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำหรับการวางแผนการผลิต กรณีศึกษา การผลิตชุดสะอาด*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

ศิรัตน์ แจ้งรักษ์สกุล. (2564). *การพยากรณ์ความต้องการ: กรณีศึกษาบริษัทผลิตขวดน้ำดื่ม*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ศิริวรรณ สัมพันธ์มิตร, วรรณดา สมบูรณ์, กนกวรรณ สังสรรค์ศิริ, และเสาวนิตย์ เลขวัต. (2563). การพยากรณ์ความต้องการกาวดักแมลงวัน. *วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย, 7*(1)(มกราคม – มิถุนายน 2563), 55-67.

สรนันท์ ทัพนนท์, และสุภาวดี สายสนิท. (2562). การพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบสำหรับวางแผนผลิตป๊อปคอร์น กรณีศึกษาโรงภาพยนตร์ ABC. ใน *การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ครั้งที่ 4*. สืบค้นจาก https://repository.rmutr.ac.th/bitstream/handle/123456789/1306/RMUTRCON_N2005-160-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

อนุพงษ์ พึ่งศักดิ์. (2558). *ความถูกต้องและประสิทธิผลของการพยากรณ์ อุปสงค์สำหรับการบริหารคลังยา*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อนุสรณ์ บุณสง่า. (2559). *การพยากรณ์ความต้องการแว่นตา กรณีศึกษา ร้านรักแว่น*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

อภิชัย พรมอ่อน. (2561). *การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (TIME SERIES) เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนท่อยางรถยนต์*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีไทย- ญี่ปุ่น.

อฤดี พันธ์นา. (2557). *การพยากรณ์ความต้องการสายพานรถยนต์และ สายพานอุตสาหกรรมของลูกค้า: กลุ่มบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา.

อิสริยพร หลวงหาญ. (2562). ตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการจำหน่าย ผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีที่เหมาะสมด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล. ใน *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปีพ.ศ. 2562* (น. 583-587). กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุรชา จันทรภา, และนันทชัย กานตานันทะ. (2563). *การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทย ด้วยวิธีอนุกรมเวลา*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Thai Economic. (2021). *สถานการณ์ขาดแคลน ตู้คอนเทนเนอร์และผลกระทบต่อการส่งออกไทย*. Retrieved from www.scbeic.com/th/detail/product/7462