บทความวิจัย

การพยากรณ์ยอดขายและความต้องการสินค้าในอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีศึกษา บริษัทผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

กัญญาณัฐ แผลงเดชา* ศุภกร เจริญประสิทธิ์ และ ชุษณา เทียนทอง

ภาควิชาการบริหารอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการคณะพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 09 8275 7631 อีเมล: pkearnkanyanut@gmail.com

DOI: 10.14416/j.bid.2023.12.006

รับเมื่อ 17 กันยายน 2566 แก้ไขเมื่อ 23 ตุลาคม 2566 ตอบรับเมื่อ 5 ธันวาคม 2566 เผยแพร่ออนไลน์ 28 ธันวาคม 2566

© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาตัวแบบการพยากรณ์ความต้องการสินค้าจากวิธีการทำงานโครงข่ายประสาทเทียมใน กรณีศึกษา บริษัทอุตสาหกรรมด้านการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง และลดค่าปรับในการส่งมอบสินค้าล่าช้า ด้วยโปรแกรม Matlab โดยวิธีการใช้รูปแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการของโครงข่ายประสาทเทียม Neural Network Time Series ด้วยรูปแบบฟังก์ชัน โครงข่ายประสาทเทียมแบบถดถอยอัตโนมัติไม่เป็นเชิงเส้น ร่วมกับข้อมูลอินพุตภายนอก (Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous : NARX) แล้วดำเนินการหาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์คือ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percent Error : MAPE) ใช้ตัวแบบค่าความเคลื่อนที่มีค่าน้อยที่สุด โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมยอดขายสินค้าตั้งแต่ ปี 2562–ปี2565 จำนวน 48 ชุดข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา โดยชุดข้อมูลแรก คือชุดข้อมูลการเรียนรู้ 36 ชุดข้อมูล และชุดข้อมูลชุดที่สอง คือชุดข้อมูลการทดสอบ 12 ชุดข้อมูล กำหนดตัวแบบของการศึกษาครั้งนี้ด้วยจำนวนโหนดชั้นซ่อนเป็น 2, 6 และ 10 ชั้น Time delay เท่ากับ 2 และ 3 รวมตัวแบบการพยากรณ์ออกเป็น 6 ตัวแบบ ผลลัพธ์ตัวแบบที่ดีที่สุดของแต่ละรายการที่จากการพยากรณ์แบบวกกลับ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ Levenberg-Marquardt (Trainlm) ได้แก่ ตัวแบบที่ 1, 4, 5, 4, 3, 3 และ 2 ตามลำดับ แสดงผลค่าความคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยสุดอยู่ที่ 8.32, 5.85, 2.61, 3.39, 2.91, 2.19 และ 7.76 และผลลัพธ์ของตัวแบบการพยากรณ์นำไปวิเคราะห์เพื่อลดค่าปรับจากขายสินค้าทั้ง 7 รายการ สามารถลดค่าปรับในส่งมอบสินค้าล่าช้าได้ 4 รายการ แสดงอัตราส่วนร้อยละของผลต่างในการลดค่าใช้จ่ายได้ เท่ากับ 0.28% 0.24% 0.32% และ 0.22% สรุปได้ว่าการพยากรณ์โครงข่ายประสาทเทียม แบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบวกกลับสามารถใช้หาการพยากรณ์ยอดขายสินค้าและความต้องการสินค้าได้เป็นอย่างดี และลดค่าใช้จ่ายค่าปรับที่ส่งสินค้าล่าช้าได้ผลที่ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ : การพยากรณ์ โครงข่ายประสาทเทียม แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

การอ้างอิงบทความ: กัญญาณัฐ แผลงเดชา ศุภกร เจริญประสิทธิ์ และ ชุษณา เทียนทอง. (2566). การพยากรณ์ยอดขายและความต้องการสินค้าในอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีศึกษา บริษัทผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง. *วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม*, 3(3), 68-82.

Research Article

Forecasting of Sales and Product Demand in the Electrical Equipment Manufacturing Industry: A Case Study of High-Voltage Equipment Company

Kanyanut Plangdecha* Supakorn Charoenprasit and Chusana Tianthong
Department of Manufacturing and Service Industry Manufacturing, Faculty of Business and Industrial Development, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 09 8275 7631, E-mail: pkearnkanyanut@gmail.com
DOI: 10.14416/j.bid.2023.12.006
Received 17 September 2023; Revised 23 October 2023; Accepted 5 December 2023; Published online: 28 December 2023
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The purpose of this study is to find the product demand forecasting model from the artificial neural network method in a case study of a high-voltage equipment manufacturing company. And reduce fines for late delivery of goods by using the Matlab program. The forecasting model is established by using time series neural network method, and the nonlinear autoregressive neural network (NARX) function model is established by combining with external input data. Then the forecast deviation is the average deviation percentage error (MAPE) uses the least dynamics model. By using data that collects product sales from 2019 – 2022 total 48 set of data are divided into 2 data sets used in the study. by the first dataset is learning 36 datasets and the second dataset is learning 12 datasets. The model of this study was defined with the number of hidden layer nodes as 2, 6 and 10. The time delay was 2 and 3. Forecasting models are combined into 6 models. The best model result of each item from NARX forecast through the learning process Levenberg-Marquardt (trainlm), including models 1, 4, 5, 4, 3, 3, and 2 sequential The results show the least average absolute percentage error at 8.32, 5.85, 2.61, 3.39, 2.91, 2.19 and 7.76 and the results of the forecasting model were analyzed to reduce fines from selling all 7 items Able to reduce penalties for late delivery of 4 items showing the percentage of difference in cost reduction equal to 0.28% 0.24% 0.32% and 0.22%. It can be concluded that the prediction of the neural network inverted neural network model It can be used to forecast product sales and product demand as well. And reduce the cost of late delivery fines for better results.

Keywords : Forecasting, Neural Network, Neural Network Models

Please cite this article: Plangdecha, K., Charoenprasit, S., & Tianthong, C. (2023). Forecasting of Sales and Product Demand in the Electrical Equipment Manufacturing Industry: A Case Study of High-Voltage Equipment Company. *Journal of Business and Industrial Developmen*t, 3(3), 68-82.

1. บทนำ

ธุรกิจผลิตและจัดจำหน่ายอุปกรณ์ไฟฟ้าในปัจจุบันนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นอันดับแรกเริ่มอีกหนึ่งอย่างในอุตสาหกรรมหลากหลายสาขา เพื่อผลิตอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ทำการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าให้เกิดเป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักร หรืออำนวยความสะดวกในการดูแลระบบไฟฟ้าให้เกิดเสถียรภาพที่ดียิ่งขึ้น รวมไปถึงการที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ดีนั้น ยังบ่งบอกได้ว่าความปลอดภัยที่ลูกค้าจะได้รับอีกด้วย ทางธุรกิจผลิตและจัดจำหน่ายอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงนั้นจึงต้องมีการจัดสรรหาวัตถุดิบที่และมีคุณภาพสูงเพื่อที่จะดำเนินการผลิตชิ้นส่วนในการนำมาจัดทำผลิตภัณฑ์ที่ดีและมีความปลอดภัยเป็นอย่างมาก เพื่อที่จะเอาชนะคู่แข่งทางการค้าในกลุ่มตลาดสินค้าเดียวกัน และเพื่อทำการหาให้ลูกค้าได้เลือกใช้บริการจากสินค้าของอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงจากบริษัทที่มีความน่าเชื่อถือ และไม่เกิดอันตรายต่อลูกค้ามากที่สุด การดำเนินการหาวัตถุดิบในการนำมาเข้าสู่การผลิตนั้นล้วนเป็นความท้าทายอย่างหนึ่ง เนื่องจากวัตถุดิบบางอย่างในการจัดทำการผลิตชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์นั้นต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ และด้วยปัจจัยหลายอย่างเช่น โรคระบาดจากเชื้อไวรัสโคโรนา 19 (Covid–19) ทำให้วัตถุดิบที่ทำการนำเข้ามานั้นอาจเกิดปัญหาล่าช้า เนื่องจากต้องผ่านมาตรการป้องกันต่าง ๆ ถึงทำการจัดส่งมาได้ รวมไปถึงราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้นก็ทำให้เกิดปัญหาทางค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นตามมาอีกเช่นกัน ทำให้เกิดเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดสรรหาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นมา เป็นผลให้การผลิตชิ้นงานของธุรกิจนั้นเกิดปัญหาขึ้นเนื่องจากไม่สามารถนำเข้าวัตถุดิบในการผลิตสินค้าเหล่านั้นได้ และเป็นผลให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการขอลูกค้าได้ทันถ่วงที เป็นเหตุให้ลูกค้าที่ทำการสั่งซื้อสินค้าจากบริษัทเกิดการรอคอยสินค้า

จากการปฏิบัติงานพบว่าบริษัทกรณีศึกษาพบว่าเกิดปัญหาในเรื่องของการผลิตสินค้าเพื่อทำการจัดส่งให้สินค้าให้ลูกค้าได้ไม่ทันตามกำหนดส่งมอบ อันเนื่องมาจากการที่การวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirements Planning) กับค่าการพยากรณ์จริงนั้นยังไม่มีความแม่นยำที่เพียงพอตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ในบางครั้งที่ส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าไม่ตรงเวลาต้องทำการเสียค่าปรับให้แก่ลูกค้า ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นปัญหาอีกประการหนึ่งด้วย จากปัญหาดังที่กล่าวมานั้น ทางผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาค้นคว้าหาวิธีแก้ไข นั่นคือการคำนวณหาค่าพยากรณ์ยอดขายความต้องการสินค้าขึ้นมาใหม่เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้มูลค่ายอดขายสินค้าย้อนหลังตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2562 ถึง เดือนธันวาคมปี 2565 เป็นเกณฑ์ในการหาว่าสินค้าใดที่มียอดขายสูงที่สุดเพื่อใช้รายการสินค้านั้นมาทำการพยากรณ์ยอดความต้องการสินค้า จากนั้นทำการเก็บข้อมูลจำนวนของค่าปรับสินค้าที่เกิดจากการส่งมอบสินค้าล่าช้าให้กับลูกค้า ว่ามีจำนวนมากน้อยเพียงใดเพื่อเป็นฐานข้อมูลเก่าก่อนที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับผลลัพธ์หลังจากทำการพยากรณ์ค่าความต้องการใหม่ต่อด้วยการนำเอาข้อมูลยอดคำสั่งซื้อสินค้าที่คัดเลือกมาจากการใช้หลักการของพาเรโต (Pareto) นั้นทำการหาค่าพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) วิเคราะห์ผลข้อมูลด้วยโปรแกรม Matlab เพื่อทำการหาค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในการวางแผนการดำเนินงานลำดับถัดไป

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาหาตัวแบบการพยากรณ์ความต้องการสินค้าจากวิธีการทำงานโครงข่ายประสาทเทียม

1.1.2 เพื่อลดค่าปรับในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่ล่าช้าให้แก่ลูกค้า

1.1.3 เพื่อหาแนวทางการพยากรณ์เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในกับบริษัทกรณีศึกษา

2. วิธีการวิจัย

2.1 ขอบเขตการศึกษา

2.1.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

2.1.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งอันเกิดจากการกำหนดค่าพยากรณ์ยอดขายยังไม่มีความแม่นยำมากเพียงพอ ทำให้สินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า เป็นสาเหตุที่ทำให้มีการส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้านั้นล่าช้าทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้เกิดกระบวนการหาค่าพยากรณ์ในการหายอดความต้องการสินค้าขึ้นมาใหม่ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าปรับที่เกิดจากการส่งมอบสินค้าล่าช้าในแต่ละเดือนเพื่อเป็นข้อมูลย้อนหลังในการเปรียบเทียบผลจากการพยากรณ์ความต้องการสินค้าใหม่ว่ามีแนวโน้มลดลงมากน้อยเพียงใด โดยวิธีการนำเอาข้อมูลยอดขายสินค้าที่มีมูลค่าการสั่งซื้อมากที่สุด พบว่าสินค้าในหมวดหมู่ Surge Arrester มียอดการสั่งซื้อมากที่สุด และใช้หลักการพาเรโตในการจำแนกหารุ่นที่ได้รับความนิยมร้อยละ 80 สอดคล้องกับวิจัยของ อภิชัย พรมอ่อน [1] ที่ศึกษาการใช้หลักการพาเรโตหาข้อมูลการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มียอดคำสั่งซื้อมากที่สุด โดยใช้หลักการ 60:40

2.1.1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ก) พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค ฉัตยาพร เสมอใจ [2]

ข) การวางแผนการผลิต ปรัศนี กีรติวุฒิพงศ์ [3]

ค) ทฤษฎีการพยากรณ์ นิภา นิรุตติกุล [4]

ง) โครงข่ายประสาทเทียม เพชรนรินทร์ แก้วหล้า [5]

จ) โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ ราตรีและสุพจน์ [6]

2.1.2 ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา ตั้งแต่วันที่ 18 กรกฎาคม 2565–17 พฤษภาคม 2566

2.2 วิธีการดำเนินโครงงานพิเศษ

2.2.1 ศึกษาข้อมูล รวมถึงรวบรวมข้อมูลปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในบริษัทกรณีศึกษา

2.2.2 ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.3 เก็บรวบรวมข้อมูลยอดคำสั่งซื้อสินค้า

2.2.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล และทำการหาค่าพยากรณ์ที่เหมาะสม

2.2.5 ดำเนินการใช้ผลจากเทคนิคการพยากรณ์และทำการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง

2.2.6 สรุปผลและอภิปรายผลการดำเนินงาน

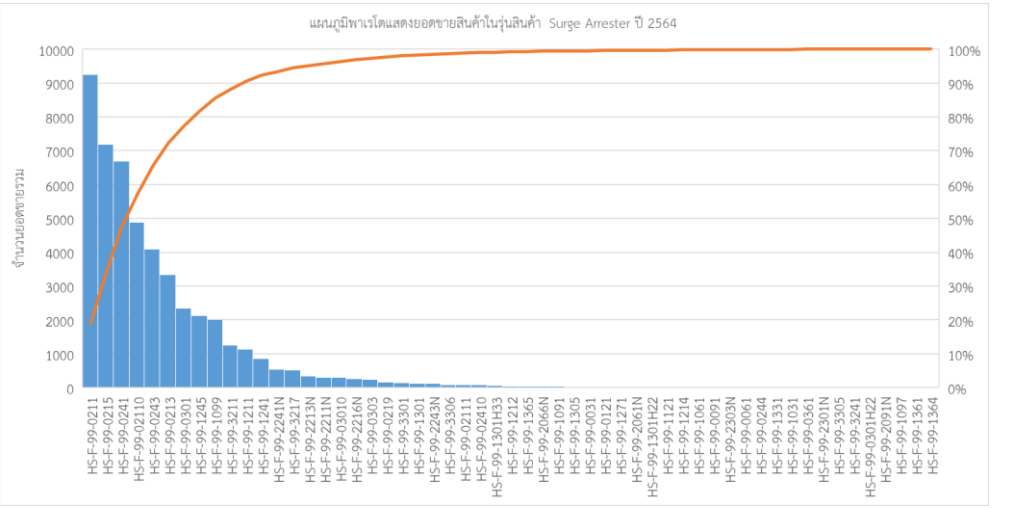
2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้ศึกษาได้เลือกการศึกษาโครงข่ายประสาทเทียม ผ่านการทำงานของโปรแกรม Matlab ใช้ในการวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูล เนื่องจากการทำงานของโปรแกรมมีความหลากหลายในการใช้งานและสามารถป้อนข้อมูล และแสดงผลในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างหลากหลาย สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลตามความต้องการ ในการศึกษา

และวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้เลือกวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม Neural Net Time Series ด้วยรูปแบบฟังก์ชันโครงข่ายประสาทเทียมแบบถดถอยอัตโนมัติไม่เป็นเชิงเส้น ร่วมกับข้อมูลอินพุตภายนอก (Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous : NARX)

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ทางผู้ศึกษาสนใจหาแนวทางวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ด้วยการนำข้อมูลยอดขายสินค้าในอดีตมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการของโครงข่ายประสาทเทียม โดยคัดเลือกสินค้าที่ที่เป็นที่ต้องการมากที่สุดนั้น ได้แก่ ผลิตภัณฑ์สินค้ากลุ่ม Surge Arrester ซึ่งสามารถรุ่นของสินค้าที่ได้รับความนิยมในสายผลิตภัณฑ์ย่อยลงมาที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากการใช้หลักการพาเรโต สินค้าที่มีความนิยมสูงร้อยละ 80 ขึ้นไป พบว่าได้แก่ สินค้ารุ่น HS-F-99-0211, HS-F-99-02110, HS-F-99-0213, HS-F-99-0215, HS-F-99-0241, HS-F-99-0243 และ HS-F-99-0301 รวมทั้งสิ้นแล้วข้อมูลที่รวบรวมมาจัดทำการศึกษาในครั้งนี้นั้น ประกอบได้ด้วยรุ่นของสินค้าทั้งหมดจำนวน 7 รายการ แล้วจึงทำการจำแนกข้อมูลยอดขายจริงที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับยอดขายที่ได้จากการพยากรณ์เดิม โดยรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ เดือนมกราคม ปี 2562 ถึง เดือนธันวาคม ปี 2565



รูปที่ 1 กราฟแผนภูมิพาเรโต แสดงข้อมูลยอดขายต่อชิ้นของสินค้าหมวดหมู่ Surge Arrester ของปี 2564

2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผล

โปรแกรมที่ผู้ศึกษาได้ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลครั้งนี้คือ

2.5.1 โปรแกรม Matlab R2022b เพื่อใช้ในการคำนวณเชิงตัวเลข ง่ายต่อการใช้งาน มีความรวดเร็ว และการเขียนโปรแกรมไม่ยุ่งยาก เนื่องจากโปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมที่มีการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง และเป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อความเข้าใจ และเมื่อนำไปใช้งานและสามารถเห็นผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็ว

2.5.2 Microsoft Excel 2019 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์

2.6 เครื่องมือที่ใช้ในวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อน

ผู้ศึกษาได้เลือกเครื่องมือในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยตัวแบบของ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) เนื่องจากวิธีนี้เป็นการวัดความแม่นยำว่าวิธีการพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำที่ให้ผลออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ที่สามารถแสดงถึงความแม่นยำที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด

2.7 การสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

ผู้ศึกษาดำเนินการนำเข้าข้อมูลโครงข่ายประสาทเทียมด้วยการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบไปด้วยตัวแปรดังต่อไปนี้

2.7.1 การจัดรวบรวมข้อมูลจากการจัดหมวดหมู่ข้อมูลยอดขายสินค้าที่จำนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยคัดแยกข้อมูลด้วยวิธีการใช้หลักการพาเรโตในการเลือกนำเอาข้อมูลที่มียอดขายสูงสุดร้อยละ 80 จำแนกออกมาเป็นสินค้าแต่ละรุ่นประกอบไปด้วย สินค้าทั้ง 7 รุ่น ได้แก่ HS-F-99-0211, HS-F-99-02110, HS-F-99-0213, HS-F-99-0215, HS-F-99-0241, HS-F-99-0243 และ HS-F-99-0301 เลือกเก็บข้อมูลในการศึกษาทั้งสิ้นรวมระยะเวลา 4 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2562 ถึง เดือนธันวาคมปี 2565

2.7.2 ทำการคัดเลือกตัวแปรที่ใช้กำหนดในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ซึ่งจะประกอบไปด้วย ตัวแปรดังต่อไปนี้ คือ

ตัวแปรต้น คือ ปี และจำนวนเดือนของยอดขายสินค้า

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณยอดขายสินค้า

1) ข้อมูลชุดที่ 1 ใช้ชุดข้อมูลของการศึกษาโดยมีข้อมูลนำเข้าและนำออก 36 ข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูลยอดขายสินค้าตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2562 ถึง เดือนธันวาคม ปี 2564

2) ข้อมูลชุดที่ 2 ใช้ชุดข้อมูลของการทดสอบโดยมีข้อมูลนำเข้า 12 ข้อมูล นั่นคือข้อมูลตั้งเดือนมกราคม ปี 2565 ถึง เดือนธันวาคม ปี 2565

2.7.3 สร้างแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม Neural Net Time Series รูปแบบฟังก์ชันโครงข่ายประสาทเทียม แบบถดถอยอัตโนมัติไม่เป็นเชิงเส้นร่วมกับข้อมูลอินพุตภายนอก (Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous: NARX)

โดยได้มีการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่ประกอบไปด้วยชุดข้อมูลทั้งหมด 6 ชุดข้อมูล จำนวนโหนดชั้นซ่อนที่ใช้นั้นประกอบไปด้วย โหนดชั้นซ่อนเท่ากับ 2, 6 และ 10 ชั้น และข้อมูล Time delay ที่กำหนดไว้เท่ากับ 2 และ 3

ตารางที่ 1 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม Neural Net Time Series

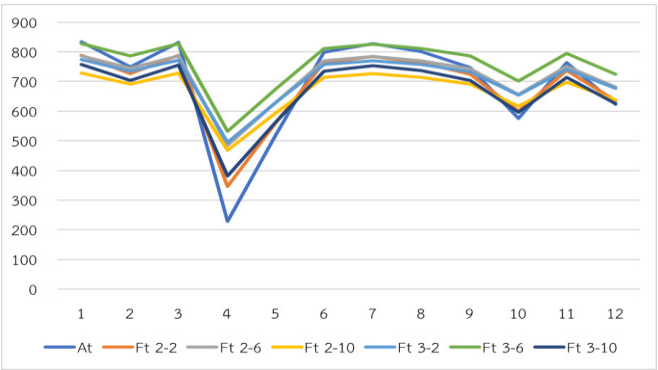
ชุดที่	จำนวนโหนดชั้นซ่อน	Time Delay
1	2	2
2	6	2
3	10	2

ตารางที่ 1 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม Neural Net Time Series (ต่อ)

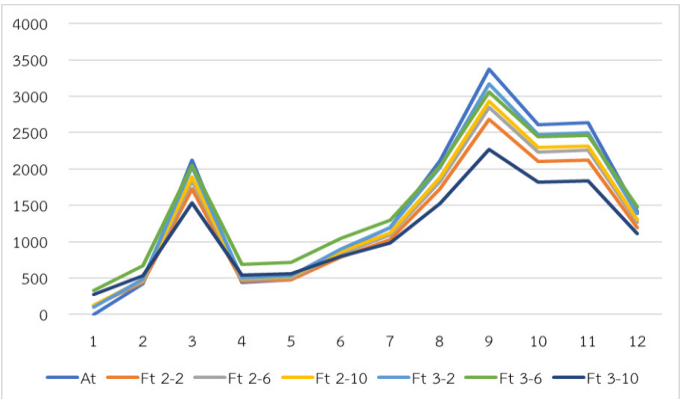
ชุดที่	จำนวนโหนดชั้นซ่อน	Time Delay
4	2	3
5	6	3
6	10	3

3. ผลการวิจัย

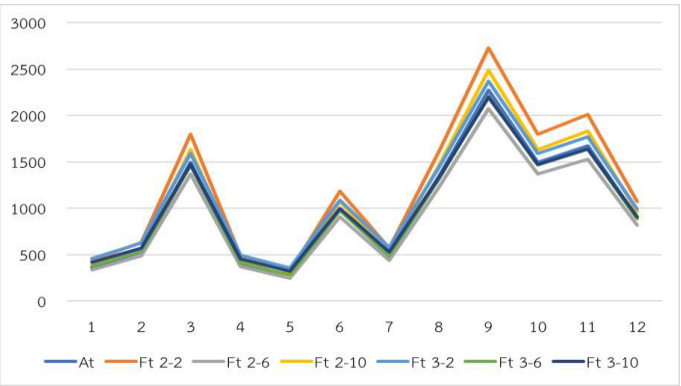
หลังจากการดำเนินการใช้ตัวแบบจำลองในการพยากรณ์ด้วยชุดข้อมูลการเรียนรู้ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาโดยการนำเอาชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 36 ข้อมูล มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการทดสอบทั้งหมด 12 ข้อมูลในแต่ละผลิตภัณฑ์ของการศึกษาประกอบไปด้วยตัวแบบการศึกษาทั้งหมด 6 ตัวแบบ โดยข้อมูลดังกล่าว แกน x แสดง จำนวนเดือน และ แกน y แสดง จำนวนความต้องการสินค้าที่พยากรณ์ได้ (หน่วย : ชิ้น) สามารถแสดงผลข้อมูลดังต่อไปนี้



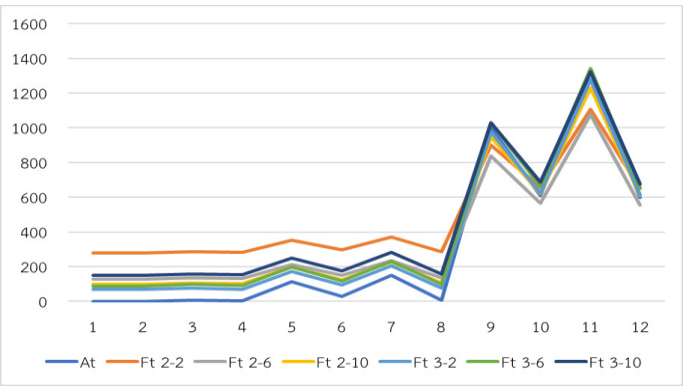
รูปที่ 2 กราฟแสดงเปรียบเทียบผลค่าการพยากรณ์ชุดทดสอบ HS-F-99-0211 ตัวแบบที่ 1-6



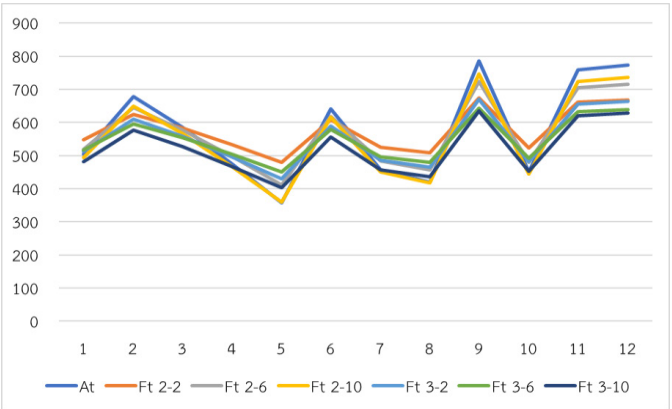
รูปที่ 3 กราฟแสดงเปรียบเทียบผลค่าการพยากรณ์ชุดทดสอบ HS-F-99-02110 ตัวแบบที่ 1-6



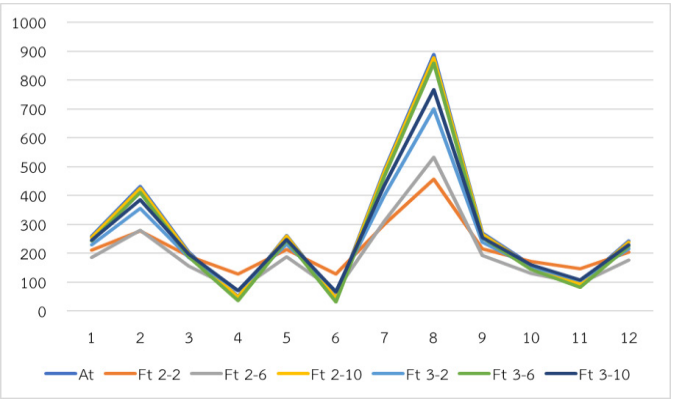
รูปที่ 4 กราฟแสดงเปรียบเทียบผลค่าการพยากรณ์ชุดทดสอบ HS-F-99-0213 ตัวแบบที่ 1-6



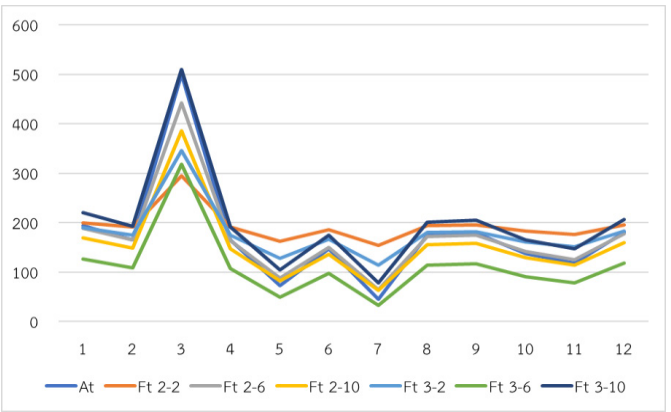
รูปที่ 5 กราฟแสดงเปรียบเทียบผลค่าการพยากรณ์ชุดทดสอบ HS-F-99-0215 ตัวแบบที่ 1-6



รูปที่ 6 กราฟแสดงเปรียบเทียบผลค่าการพยากรณ์ชุดทดสอบ HS-F-99-0241 ตัวแบบที่ 1-6



รูปที่ 7 กราฟแสดงเปรียบเทียบผลค่าการพยากรณ์ชุดทดสอบ HS-F-99-0243 ตัวแบบที่ 1-6



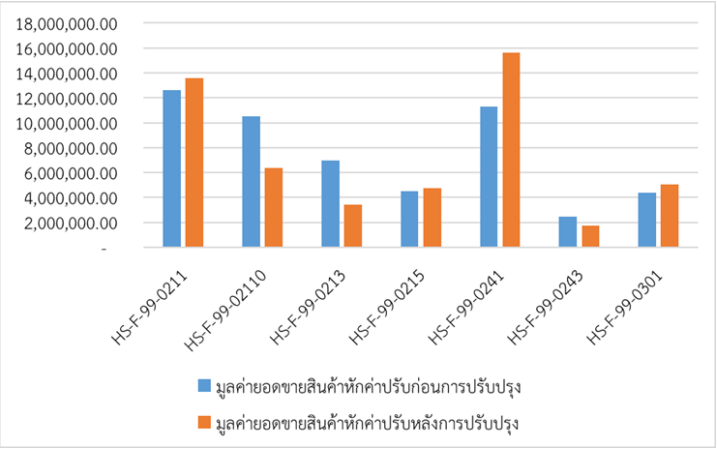
รูปที่ 8 กราฟแสดงเปรียบเทียบผลค่าการพยากรณ์ชุดทดสอบ HS-F-99-0301 ตัวแบบที่ 1-6

เมื่อดำเนินการใช้ตัวแบบการพยากรณ์ทั้ง 6 ตัวแบบ มาใช้วิเคราะห์พยากรณ์ยอดขายสินค้ารายการสินค้า 7 รายการ เรียบร้อยแล้วผู้ศึกษาได้ใช้เครื่องมือในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยตัวแบบของ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ในการหาตัวแบบการพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE ที่ต่ำที่สุดของรายการสินค้าทั้ง 7 รายการ สามารถแสดงผลได้ดังตาราง

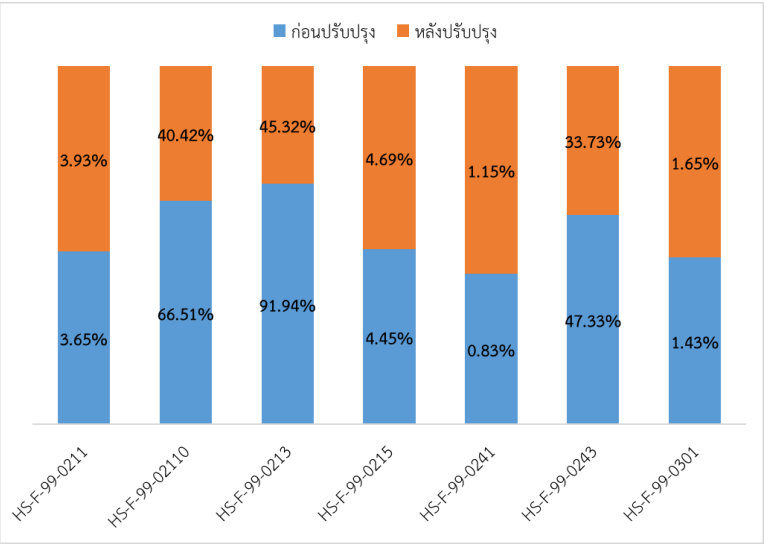
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่า Mean absolute percentage error ของรายการสินค้าทั้ง 7 รายการ

ตัวแบบ	ชุดข้อมูล	HS-F-99-0211	HS-F-99-02110	HS-F-99-0213	HS-F-99-0215	HS-F-99-0241	HS-F-99-0243	HS-F-99-0301
1	ชุดเรียนรู้	4.59%	36.44%	16.67%	73.25%	12.36%	53.43%	22.56%
	ชุดทดสอบ	**8.32%**	12.05%	20.05%	13.95%	13.45%	50.20%	47.45%
2	ชุดเรียนรู้	8.51%	35.89%	24.14%	33.32%	5.47%	25.75%	4.46%
	ชุดทดสอบ	15.26%	9.97%	7.98%	6.44%	6.31%	29.86%	**7.76%**
3	ชุดเรียนรู้	10.13%	38.49%	46.01%	25.88%	2.59%	2.18%	11.75%
	ชุดทดสอบ	17.59%	9.31%	7.87%	4.97%	**2.91%**	**2.19%**	13.37%
4	ชุดเรียนรู้	9.04%	29.56%	3.18%	17.83%	8.16%	17.30%	13.82%
	ชุดทดสอบ	16.52%	**5.85%**	14.75%	**3.39%**	9.67%	18.19%	27.77%
5	ชุดเรียนรู้	11.20%	99.84%	96.05%	25.71%	10.31%	11.00%	13.07%
	ชุดทดสอบ	18.27%	18.78%	**2.61%**	4.52%	12.19%	10.42%	33.87%
6	ชุดเรียนรู้	7.09%	83.37%	2.64%	41.75%	9.11%	14.11%	15.86%
	ชุดทดสอบ	11.75%	21.87%	7.05%	7.52%	9.90%	13.54%	22.40%

จากนั้นผู้ศึกษาได้เลือกตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดของแต่ละรายการสินค้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงในส่วนของค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการชำระค่าปรับ อันเนื่องมาจากการส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าล่าช้า ไม่ทันตามกำหนดเวลา โดยการนำเอายอดขายสินค้าจริงในปัจจุบันที่ส่งมอบล่าช้า และยอดขายที่ได้จากการพยากรณ์ของปี 2565 ของสินค้าทั้งหมด 7 รายการ มาดำเนินการหามูลค่าของสินค้าทั้งหมดแล้วทำการหักลบกับค่าใช้จ่ายในการชำระค่าปรับเปรียบเทียบกันระหว่างมูลค่ารวมยอดขายก่อนดำเนินการและหลังดำเนินการ เพื่อให้ทราบว่าการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้นหรือไม่



รูปที่ 9 กราฟผลการเปรียบเทียบมูลค่าของยอดขายรวมของสินค้าแต่ละรายการก่อน–หลังปี 2565



รูปที่ 10 กราฟผลของอัตราส่วนร้อยละการเปรียบเทียบผลข้อมูลมูลค่ายอดขายรวมของสินค้าและค่าปรับก่อน–หลังการปรับปรุงปี 2565

จากรูปที่ 9 และ รูปที่ 10 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า จากการนำตัวแบบการพยากรณ์โครงข่ายประสาทเทียมมาดำเนินการใช้หาค่าการพยากรณ์ยอดขายและความต้องการสินค้าในปี 2565 เพื่อนำจำนวนยอดขายของแต่ละรายการ (หน่วย:ชิ้น) และยอดขายจริงในปีปัจจุบัน เพื่อทำการหามูลค่ารวมของยอดขายสินค้าของทั้ง 7 รายการ แล้วนำมูลค่ายอดขายรวมนั้นมาดำเนินการหักค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าปรับในการชำระค่าส่งมอบสินค้าที่ล่าช้า อันเกิดเป็นค่าปรับในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าผลการเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงของรายการสินค้าทั้งหมด 7 รายการที่มีมูลค่าคงเหลือของสินค้าหลังจากหักลบค่าปรับแล้ว สามารถแสดงค่าใช้จ่ายค่าปรับได้ดังข้อมูลต่อได้ดังต่อไปนี้

1) สินค้ารุ่น HS-F-99-0211 ก่อนปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 12,629,091.01 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 3.65% หลังดำเนินการปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 13,604,511.39 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 3.93%

2) สินค้ารุ่น HS-F-99-02110 ก่อนปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 10,484,940.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 66.51% หลังดำเนินการปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 6,372,270.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 40.42%

3) สินค้ารุ่น HS-F-99-0213 ก่อนปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 6,974,276.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 91.94% หลังดำเนินการปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 3,437,994.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 45.32%

4) สินค้ารุ่น HS-F-99-0215 ก่อนปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 4,481,802.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 4.45% หลังดำเนินการปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 4,718,448.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 4.69%

5) สินค้ารุ่น HS-F-99-0241 ก่อนปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 11,284,714.65 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 0.83% หลังดำเนินการปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 15,553,884.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 1.15%

6) สินค้ารุ่น HS-F-99-0243 ก่อนปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 2,455,520.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 47.33% หลังดำเนินการปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 1,749,736.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 33.73%

7) สินค้ารุ่น HS-F-99-0301 ก่อนปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 4,382,756.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 1.43% หลังดำเนินการปรับปรุงมูลค่าคงเหลือเท่ากับ 5,067,012.00 บาท แสดงอัตราส่วนร้อยละระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 1.65%

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงของรายการสินค้า มี 3 รายการสินค้าที่ใช้ตัวแบบการพยากรณ์แล้วได้ผลที่มีมูลค่ายอดขายรวมของสินค้าลดลงจากเดิมเนื่องจาก สินค้าชนิดนั้น ๆ อยู่ในช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลานั้น ๆ มีสินค้ารุ่นอื่น ๆ มาแทนที่ จึงได้รับความนิยมในช่วงดังกล่าวลดลง จึงทำให้ยอดขายรวมของสินค้าดังกล่าวไม่มีการเพิ่มมูลค่ามากยิ่งขึ้นเหมือนสินค้ารุ่นอื่น

4. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการพยากรณ์ยอดขายสินค้าและความต้องการสินค้าโครงข่ายประสาทเทียม Neural Network Time Series ด้วยรูปแบบฟังก์ชัน โครงข่ายประสาทเทียมแบบถดถอยอัตโนมัติไม่เป็นเชิงเส้น ร่วมกับข้อมูลอินพุตภายนอก (Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous : NARX) ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายสินค้าผลิตภัณฑ์ Surge Arrester ย้อนหลัง 4 ปี ด้วยการทำหลักการพาเรโตมาใช้ในการคัดเลือกสินค้าที่ได้รับความนิยมสูงสุดร้อยละ 80 ศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ NARX นั้นได้ทำการแบ่งข้อมูลในการศึกษาออกเป็น 2 ชุดข้อมูล ได้แก่ ชุดข้อมูลชุดแรก คือ ชุดข้อมูลสำหรับใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลยอดขายสินค้า 3 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคมปี 2562 ถึง เดือนธันวาคมปี 2564 และชุดข้อมูลชุดที่สอง คือ ชุดข้อมูลสำหรับใช้ในการทดสอบ ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลยอดขายสินค้า ตั้งแต่เดือนมกราคมปี 2565 ถึง เดือนธันวาคมปี 2565 จากนั้นดำเนินการสร้างแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแบบในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสร้างตัวแบบทั้งหมด 6 ตัวแบบด้วยกัน โดยจะมีจำนวนโหนดในชั้นซ่อน คือ 2 ,6 และ 10 และ Time delay คือ 2 และ 3 จากผลการวิเคราะห์การศึกษา จากการพยากรณ์ยอดขายสินค้าผลิตภัณฑ์ Surge Arrester ของบริษัทกรณีศึกษาย้อนหลัง 4 ปี และทำการเปรียบเทียบกับยอดขายสินค้าที่เกิดขึ้นจริงนั้น มีตัวแบบของการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับสินค้าในแต่ละรุ่นทั้ง 7 รายการ ดังนี้

1) สินค้า HS-F-99-0211 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบที่ 1 จำนวนโหนดชั้นซ่อน 2 และ Time delay 2 MAPE = 8.32

2) สินค้า HS-F-99-02110 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบที่ 4 จำนวนโหนดชั้นซ่อน 2 และ Time delay 3 MAPE = 5.85

3) สินค้า HS-F-99-0213 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบที่ 5 จำนวนโหนดชั้นซ่อน 6 และ Time delay 3 MAPE = 2.61

4) สินค้า HS-F-99-0215 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบที่ 4 จำนวนโหนดชั้นซ่อน 2 และ Time delay 3 MAPE = 3.39

5) สินค้า HS-F-99-0241 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบที่ 3 จำนวนโหนดชั้นซ่อน 10 และ Time delay 2 MAPE = 2.91

6) สินค้า HS-F-99-0243 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบที่ 3 จำนวนโหนดชั้นซ่อน 10 และ Time delay 2 MAPE = 2.19

7) สินค้า HS-F-99-0301 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบที่ 2 จำนวนโหนดชั้นซ่อน 6 และ Time delay 2 MAPE = 7.76

นำวิธีการพยากรณ์ตามตัวแบบในการพยากรณ์ยอดขายข้างต้นมาใช้ในการเปรียบเทียบกับยอดขายที่เกิดขึ้นจริงในปี 2565 มาหามูลค่ายอดขายสินค้ารวมและทำการหักลบกับค่าปรับที่เกิดจากการส่งมอบสินค้าล่าช้า เพื่อลดค่าใช้จ่ายค่าเสียโอกาสทางการขายที่เกิดจากค่าปรับในการส่งมอบสินค้าล่าช้า โดยนำเอาตัวแบบที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมาใช้ในการวิเคราะห์ หลังจากการหาค่ามูลค่ายอดขายสินค้ารวมแล้วทำการหักลบกับค่าปรับแล้วเปรียบเทียบข้อมูลเป็นก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ผลการศึกษาสามารถลดค่าใช้จ่ายจากสินค้าทั้ง 7 รายการ มี 4 รายการที่ให้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ ได้แก่

1) สินค้ารุ่น HS-F-99-0211 โดยมูลค่าคงเหลือยอดขายสินค้ารวมก่อนปรับปรุงเท่ากับ 12,629,091.01 บาท และมูลค่าคงเหลือยอดขายสินค้ารวมเท่ากับ 13,604,511.39 บาท อัตราส่วนร้อยละเปรียบเทียบระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 3.65% และ 3.93% ซึ่งเกิดผลต่างในการลดค่าใช้จ่ายของสินค้ารุ่นนี้อยู่ที่ 0.28%

2) สินค้ารุ่น HS-F-99-0215 โดยมูลค่าคงเหลือยอดขายสินค้ารวมก่อนปรับปรุงเท่ากับ 4,481,802.00 บาท และมูลค่าคงเหลือยอดขายสินค้ารวมเท่ากับ 4,718,448.00 บาท อัตราส่วนร้อยละเปรียบเทียบระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 4.45% และ 4.69% ซึ่งเกิดผลต่างในการลดค่าใช้จ่ายของสินค้ารุ่นนี้อยู่ที่ 0.24%

3) สินค้ารุ่น HS-F-99-0241 โดยมูลค่าคงเหลือยอดขายสินค้ารวมก่อนปรับปรุงเท่ากับ 11,284,714.65 บาท และมูลค่าคงเหลือยอดขายสินค้ารวมหลังการปรับปรุงเท่ากับ 15,634,908.00 บาท อัตราส่วนร้อยละเปรียบเทียบระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 0.83% และ 1.15% ซึ่งเกิดผลต่างในการลดค่าใช้จ่ายของสินค้ารุ่นนี้อยู่ที่ 0.32%

4) สินค้ารุ่น HS-F-99-0301 โดยมูลค่าคงเหลือยอดขายสินค้ารวมก่อนปรับปรุงเท่ากับ 4,382,756.00 บาท และมูลค่าคงเหลือยอดขายสินค้ารวมหลังการปรับปรุงเท่ากับ 5,067,012.00 บาท อัตราส่วนร้อยละเปรียบเทียบระหว่างมูลค่ายอดขายสินค้าและค่าปรับเท่ากับ 1.43% และ 1.65% ซึ่งเกิดผลต่างในการลดค่าใช้จ่ายของสินค้ารุ่นนี้อยู่ที่ 0.22%

4.2 อภิปราย

การพยากรณ์ยอดขายและความต้องการสินค้าของผลิตภัณฑ์ Surge Arrester ของบริษัทกรณีศึกษาในครั้งนี้ โดยวิธีการศึกษาการพยากรณ์ของโครงข่ายประสาทเทียม Neural Network Time Series รูปแบบฟังก์ชัน โครงข่ายประสาทเทียมแบบถดถอยอัตโนมัติไม่เป็นเชิงเส้น ร่วมกับข้อมูลอินพุตภายนอก (Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous : NARX) นั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของไพโรจน์และสมพร ด้วยการศึกษาความสามารถของโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ดัชนีราคา ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย แบบจำลองประเภท NARX จำนวน 100 แบบจำลอง รวมไปถึงสอดคล้องกับวิจัยของราตรีและสุพจน์ [6] นำเสนอแบบจำลองการพยากรณ์นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวภาคเหนือของประเทศไทย ด้วยการใช้วิธีการพยากรณ์ตามหลักการของโครงข่ายประสาทเทียมแบบวกกลับ (Recurrent Neural Network หรือ RNN) รวมไปถึงการใช้วิธีประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองหาค่าผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error หรือ MAPE) ในส่วนของการประเมินหาค่าความผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ยจากวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของนัทวุฒิและคณะ ที่ทำการศึกษารูปแบบการพยากรณ์ปริมาณการรับส่งข้อมูลอินเทอร์เน็ตโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม พัฒนาโมเดลพยากรณ์ปริมาณการรับส่งข้อมูลอินเทอร์เน็ตโดยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม และประเมินประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการพยากรณ์โดยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อหารูปแบบในการพยากรณ์ปริมาณการรับส่งข้อมูลอินเทอร์เน็ตที่เหมาะสม โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับ และใช้การวัดร้อยละความผิดพลาดความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) ต่ำที่สุด

4.2.1 ด้านประสิทธิภาพของการพยากรณ์ ในการพยากรณ์รายการสินค้าแต่ละชนิดมีตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมเฉพาะของผลิตภัณฑ์ และในแต่ละตัวแบบของการวิเคราะห์สามารถเปรียบเทียบกับยอดขายสินค้าที่เกิดขึ้นจริงมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

4.2.2 ด้านการประเมินความแม่นยำในการพยากรณ์ ผลการวิเคราะห์การศึกษาการพยากรณ์โครงข่ายประสาทเทียมครั้งนี้ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ที่ต่ำที่สุดให้แก่สินค้าได้ผลที่ดีขึ้นในทุกรายการของสินค้าผลิตภัณฑ์ Surge Arrester ทั้ง 7 รายการ

4.2.3 ด้านการลดค่าใช้จ่ายค่าเสียโอกาส ผลการศึกษาพบว่าสามารถนำวิธีการพยากรณ์ไปช่วยในเรื่องการพยากรณ์หายอดขายเพื่อการลดค่าใช้จ่ายค่าอันเกิดจากค่าปรับการส่งมอบสินค้าล่าช้าให้แก่ลูกค้าได้อีกด้วย

4.3 ข้อเสนอแนะ

4.3.1 การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ ก็สามารถนำแบบจำลองวิธีการพยากรณ์ไปใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ของบริษัทได้เพื่อช่วยให้การตัดสินใจ ในการวางแผนการพยากรณ์ยอดขายและความต้องการสินค้า และลดค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าปรับที่เกิดจากการส่งมอบสินค้าล่าช้าของบริษัทกรณีศึกษานั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.3.2 เพื่อความแม่นยำ และประสิทธิภาพในการตัดสินใจของทางผู้ประกอบให้สูงยิ่งขึ้น ในการศึกษาโครงงานพิเศษครั้งต่อไปการควรจะศึกษาการเพิ่มตัวแบบในการพยากรณ์ยอดขายและความต้องการสินค้าของแต่ละรายการสินค้าของแต่ละรุ่น ทั้งการเพิ่มจำนวนโหนดในชั้นซ่อน และ Time delay

4.3.3 ในแต่ละรายเดือน และรายปียอดขายสินค้ามีจำนวนที่ไม่คงที่ แตกต่างกันออกไปในแต่ละช่วงเวลา ดังนั้น บริษัทกรณีศึกษาควรที่จะมีการหมั่นตรวจสอบการพยากรณ์ที่ดำเนินการใช้แล้วได้ผลลัพธ์ที่ดีเป็นที่น่าพอใจ ถูกต้อง และมีความน่าเชื่อถือว่าในปีนี้ถ้าสามารถใช้และผ่านไปได้ภายในปีถัด ๆ ไป ยังคงมีผลลัพธ์การพยากรณ์ที่เกิดประสิทธิภาพกับวิธีเดิมหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

[1] Promaon, A. (2018). *A Study Of Time Series Forecasting System For Material Planning A Case Study Rubber Tube Manufactur.* [Unpublished master's thesis]. Thai-Nichi Institute Of Technology. (in Thai).

[2] Samerjai, C. (2007). *Consumer Behavior*. Se-Education Public Company Limited. (in Thai).

[3] Geerathivudhipong, P. (2009). *Improve the Efficiency of Sanitary Ware Production Plans to Enhance Competitiveness. Case Study SS Co., Ltd.* [Unpublished master's thesis]. University of The Thai Chamber of Commerce. (in Thai).

[4] Niruttikul, N. (2015). Sales Forecasting. (7thed.). Kasetsart University. (in Thai).

[5] Kaewlha, P. (2010). *Neural Network System For The Heart Disease Patient Forecasting System.* [Unpublished master's thesis]. King Mongkut's University Of Technology North Bangkok. (in Thai).

[6] Kammong, R., & Homdok, S. (2019). *Forecasting Foreign Tourists In Northern Thailand Using Artificial Neural Network. Academic Journal Of Science And Applied Science, 2562(2).* 15–32. (in Thai).