

การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางพาเลทในคลังสินค้า กรณีศึกษา บริษัทโลจิสติกส์แบบครบวงจร

Increasing Efficiency of Pallet Racking in Warehouse: A Case Study of a Complete Logistics Company

ดร.พัชรา ศรีพระบุ (Dr.Patchara Sriphrabu)^{1*} บุญยวีร์ สุทธิบุตร (Bunyawee Suttibutr)**

พนัสนิศา มณฑาทอง (Pannita Monthatong)** วชิรา พุทธาผาย (Wachira Phutthapai)**

(Received: September 8, 2019; Revised: November 7, 2019; Accepted: November 8, 2019)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บของบริษัทกรณีศึกษา รวมทั้งความคุ้มค่าในการลงทุนจัดซื้ออุปกรณ์เพิ่มเติม โดยข้อมูลสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี 2561 ได้ถูกนำมาใช้ในการคำนวณจำนวนพาเลท (Pallets) และยังใช้ในการคาดการณ์ความต้องการในการจัดเก็บในอนาคตอีกด้วย โดย 4 วิธีการ อันได้แก่ วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีคาดคะเนแนวโน้ม ได้รับการพิจารณาเชิงเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation: MAD) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error: MAPE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) เป็นเกณฑ์ที่ใช้สำหรับเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม การจัดกลุ่มตามความสามารถในการวางซ้อนเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการจัดกลุ่มข้อมูลผลิตภัณฑ์ ผลที่ตามมา คือ วิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถซ้อนทับได้ในขณะที่ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลจะใช้สำหรับข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่สามารถซ้อนทับได้ จากนั้นค่าการคาดการณ์ของจำนวนพาเลทจะถูกใช้ในการประเมินพื้นที่จัดเก็บ และกำหนดทางเลือก (Alternatives) ในการติดตั้งชั้นวางเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง วิธีแขนงการตัดสินใจ (Decision tree) ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์และกำหนดทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด และจะใช้หลักการของเศรษฐศาสตร์ในการพิจารณามูลค่าการลงทุน ผลการศึกษา พบว่า ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด คือ การติดตั้งชั้นวางขนาดปกติหนึ่งชั้น โดยมีค่าใช้จ่ายรวม 150,450 บาท มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 128,317.70 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 16.26 เปอร์เซ็นต์ จุดคุ้มทุน (BP) อยู่ที่ 558 พาเลท และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 5 ปี 6 เดือน

ABSTRACT

The objective of this research is to increase the efficiency of the storage area utilization of a case study company; also it considers the purchasing additional devices worthy. From the case-study data between January and December 2018, the number of pallets is calculated, then it is used to predict the storing needs in the future. Four methods including Moving Average, Simple Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, and Trend Project are conducted to consider in comparison. Mean Absolute Deviation, Mean Absolute Percent Error, and Mean Square Error are criterions of the forecasting methods selection. In the product data clustering, to group according to the ability of overlaying is the most appropriate method. As a result, Moving Average is suitable for the data of product that cannot be overlaid, while Simple Exponential Smoothing is used for the data of product that can be overlaid. The forecast value of

¹Correspondent author: patchara.sr@ku.th

*อาจารย์ประจำ หลักสูตรการขนส่งทางทะเล ภาควิชาวิทยาการเดินเรือและโลจิสติกส์ทางทะเล คณะพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**นักศึกษ สาขาการขนส่งทางทะเล คณะพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

the number of pallets is used to evaluate storage space. Consecutively, the alternatives of installing additional shelves will be determined. The decision tree method is used to analyze and to define the most appropriate alternative, and the principle of economics is conducted to consider the investment worth. The results show that the most suitable alternative is to install one normal-sized shelf with the total cost is 150,450 baht. Net present value (NPV) is 128,317.70 baht. Internal Rate of Return (IRR) is equal to 16.26 percentages. The Breakeven point (BP) is at 558 pallets. The Payback period is about 5 years and 6 months.

คำสำคัญ: คลังสินค้า การพยากรณ์ ความคุ้มค่าในการลงทุน

Keywords: Warehouse, Forecast, Value of investment

บทนำ

ปัจจุบันภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมได้ตระหนักถึงความสำคัญของการประกอบธุรกิจด้าน โลจิสติกส์ ทำให้เกิดการขยายตัวของธุรกิจคลังสินค้าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากคลังสินค้าทำหน้าที่เป็นสถานที่พักและเก็บสินค้า หรือวัตถุดิบต่างๆ ให้อยู่ในสภาพดีจนกว่าจะมีการเคลื่อนย้ายส่งมอบให้กับลูกค้า หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับโซ่อุปทาน เพื่อนำไปผลิตหรือจำหน่ายต่อไป [1] คลังสินค้าจึงเป็นหนึ่งในกิจกรรมพื้นฐานของโลจิสติกส์ ดังนั้นผู้ประกอบการธุรกิจคลังสินค้าแต่ละองค์กรย่อมมีกลยุทธ์และนโยบายในการพัฒนา เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า รวมถึงการลดต้นทุนในการบริหารจัดการให้ได้มากที่สุด [2] นอกจากนี้จากฐานข้อมูลจดทะเบียนธุรกิจของกรมพัฒนาธุรกิจการค้ากระทรวงพาณิชย์ โดยตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) พบว่าการลงทุนธุรกิจคลังสินค้าในไทยขยายตัวอย่างมาก และปัจจุบันมีผู้ประกอบการจดทะเบียนดำเนินกิจการคลังสินค้าทั้งสิ้น 734 ราย ซึ่งคลังสินค้าทั่วไปจัดได้ว่าเป็นประเภทที่มีบทบาทสูงสุดในธุรกิจคลังสินค้าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 77 ของจำนวนกิจการคลังสินค้าทั้งหมด โดยมีรายได้คิดเป็นสัดส่วนกว่าร้อยละ 70 จากรายได้รวมของธุรกิจคลังสินค้าในไทยและเป็นคลังสินค้าที่มีความเกี่ยวเนื่องกับภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมซึ่งสัมพันธ์กับภาวะเศรษฐกิจของประเทศ [3]

คลังสินค้าทั่วไปในจังหวัดปทุมธานีและอยุธยา มีทำเลที่ตั้งได้เปรียบด้านระยะทางและเส้นทางขนส่งที่สะดวกใกล้กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล ส่งผลให้มีอัตราการใช้พื้นที่สำหรับคลังสินค้าทั่วไปสูงถึงร้อยละ 76.5 จากจำนวนคลังสินค้าทั้งหมดของสองจังหวัดและมีอัตราค่าเช่าเฉลี่ย 151.90 บาทต่อตารางเมตรต่อเดือน [3] ดังนั้นผู้ให้บริการธุรกิจคลังสินค้าจึงควรให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการพื้นที่คลังสินค้า เพื่อลดการสูญเสียพื้นที่ในการใช้ประโยชน์และการสูญเสียโอกาสทางธุรกิจ โดยคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาอยู่ในเขตพื้นที่ดังกล่าว เปิดดำเนินการประกอบธุรกิจโลจิสติกส์แบบครบวงจรมีทั้งหมด 3 สาขา ได้แก่ สาขาบางบ่อ สาขาอมตะนคร และสาขานวนคร ซึ่งการเรียนนี้ได้ศึกษา ณ สาขานวนคร (คลังสินค้าที่ 2) ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร จังหวัดปทุมธานี โดยเป็นคลังสินค้าที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุด คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 45 ของพื้นที่คลังสินค้าทั้งหมดของบริษัทกรณีศึกษาลักษณะการให้บริการประกอบด้วย งานด้านคลังสินค้า (Warehouse) การบรรจุหีบห่อ (Packing) งานด้านการขนส่ง (Transport) งานด้านตัวแทนผู้รับจัดการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ (Freight Forwarder Import - Export) และงานด้านผู้รับเหมาช่วง (Sub Contract) โดยคลังสินค้ามีจำนวน 5 หลังและเป็นคลังสินค้าแบบทั่วไป ลักษณะของสินค้าที่จัดเก็บภายในคลังสินค้าจะมีความหลากหลายแยกตามลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการ เช่น เม็ดพลาสติก ยางพาราแบบก้อน และ

เครื่องมืออุปกรณ์ทางการแพทย์ เป็นต้น และมีบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน เช่น กระสอบ กอถุ้ง ถัง และถุงขนาดใหญ่ (Big Bag) เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม สินค้าทั้งหมดจะใช้ระบบการจัดเก็บสินค้าแบบพาเลท (Pallet Storage System) ซึ่งปัญหาที่พบ คือ คลังสินค้ามีพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้าไม่เพียงพอต่อปริมาณพาเลทสินค้าที่เข้ามาจัดเก็บ ทำให้พาเลทสินค้าที่เกินออกจากพื้นที่จัดเก็บถูกนำไปจัดวางในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ บริเวณจุดพักสินค้า บริเวณทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ และ บริเวณหน้าสำนักงานเป็นพื้นที่จัดวางชั่วคราว ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการเคลื่อนย้ายพาเลทสินค้าที่เกินออกจากพื้นที่จัดเก็บ ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางพาเลทสินค้าในคลังสินค้า รวมทั้งพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนด้วยเกณฑ์ทางเศรษฐศาสตร์ [4-5] เพื่อประกอบการตัดสินใจในการดำเนินการลงทุนของบริษัท กระจกศึกษา

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของบริษัทกระจกศึกษาด้วยการสอบถามข้อมูลจากพนักงานบริษัทกระจกศึกษาโดยใช้การสัมภาษณ์จากแบบสอบถาม เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในคลังสินค้า โดยใช้เครื่องมือแผนผังกางปลา [6-7] ซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดปัญหา คือ เรื่องพื้นที่คลังสินค้าไม่เพียงพอในการจัดเก็บสินค้า 2) ระบุก้างปลา หรือกลุ่มปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา 3) ทำการระดมสมอง เพื่อหาปัจจัยที่จะมีผลต่อปัญหาพื้นที่คลังสินค้าไม่เพียงพอในการจัดเก็บสินค้า และ 4) รวบรวมสาเหตุของปัญหาและจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ จากนั้นกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งการวิเคราะห์พบว่าแนวทางการเพิ่มพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้าในแนวสูง โดยการติดตั้งชั้นวางสินค้าเพิ่มเป็นแนวทางที่มีความเหมาะสม และเพื่อให้ทราบจำนวนของการติดตั้งชั้นวางสินค้าจึงต้องคาดการณ์ปริมาณพาเลทสินค้าที่จะถูกจัดเก็บในคลังสินค้าด้วยวิธีการพยากรณ์ และเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยที่สุดเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ จากนั้นตัดสินใจเลือกแนวทางในการติดตั้งชั้นวางสินค้าโดยใช้แผนผังการตัดสินใจ [8] และเกณฑ์ทางเศรษฐศาสตร์

การจัดเตรียมข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณสินค้าของบริษัทกระจกศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลประเภทของสินค้า ปริมาณ ค่าใช้จ่าย ลักษณะการจัดเก็บและข้อจำกัดในการจัดเก็บของสินค้าในคลังของบริษัทกระจกศึกษา เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณพาเลทที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้า ซึ่งพบว่ามียุคค้ารวมทั้งสิ้นจำนวน 17 บริษัท จากนั้นได้กำหนดข้อมูลออกเป็น 3 ชุด คือ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลปริมาณพาเลทสินค้ารวมทั้ง 17 บริษัท (จำนวน 1 ชุดข้อมูล) ข้อมูลชุดที่ 2 แบ่งเป็น จำนวน 2 ชุดข้อมูล คือ ชุดที่ 2.1 เป็นข้อมูลรวมปริมาณพาเลทสินค้าของลูกค้า 4 บริษัท ซึ่งลักษณะการวางพาเลทสินค้าเป็นแบบวางซ้อนกันไม่ได้ และชุดที่ 2.2 เป็นข้อมูลรวมปริมาณพาเลทสินค้าของลูกค้า 13 บริษัท ซึ่งลักษณะการวางพาเลทสินค้าเป็นแบบวางซ้อนกันได้ ข้อมูลชุดที่ 3 จำนวน 17 ชุดข้อมูล โดยเป็นข้อมูลปริมาณพาเลทสินค้าของแต่ละบริษัท

การพยากรณ์ ใช้เทคนิคการพยากรณ์ [9-10] แบบอนุกรมเวลา 4 วิธี โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติสำเร็จรูป ได้แก่ 1) วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้หาค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยนำชุดข้อมูลล่าสุดแทนที่ชุดข้อมูลเก่าที่สุดแล้วทำการหาค่าเฉลี่ยใหม่ในแต่ละช่วง 2) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) เป็นวิธีการที่ใช้ข้อมูลน้อย เนื่องจากใช้เพียงค่าของข้อมูลค่าการพยากรณ์ก่อนหน้า ค่าความต้องการในปัจจุบัน และค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ 3) วิธีการปรับเรียบแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล (Double Exponential Smoothing) เป็นวิธีการปรับเรียบโดยการนำค่าพยากรณ์มาปรับเรียบสองชั้นหรือ

ปรับเรียบอีกครั้ง และ 4) วิธีคาดคะเนแนวโน้ม (Trend Projection) เป็นการนำข้อมูลในอดีตเพื่อพยากรณ์แนวโน้มในอนาคตโดยอาศัยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุดมาช่วย โดยค่าข้อมูลต่างๆ เมื่อนำมาเขียนในเส้นกราฟจะต้องมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง และมีค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลห่างจากเส้นพยากรณ์ไม่มาก

การวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์ เป็นการเลือกวิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนคือ ผลต่างของค่าที่พยากรณ์กับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีค่าน้อยแสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์มีความแม่นยำสูง งานวิจัยนี้ใช้วิธีการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน 3 วิธี คือ 1) ค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation: MAD) 2) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error: MAPE) และ 3) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) [11] โดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุดอย่างน้อย 2 ใน 3

แผนงานการตัดสินใจ เป็นการพิจารณาทางเลือกในการติดตั้งชั้นวางสินค้าหลังจากการวิเคราะห์ โดยคำนวณพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้า และคำนวณผลตอบแทนที่จะได้รับจากการติดตั้งชั้นวางสินค้า จากนั้นสร้างทางเลือกการติดตั้งชั้นวางสินค้าและเหตุการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ พร้อมทั้งระบุความน่าจะเป็น (P) ของโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ต่างๆ และคำนวณมูลค่าคาดคะเนทางการเงิน (Expected Monetary Value: EMV) สามารถหาได้จากสมการที่ (1) [12]

$$EMV_{A_i} = \sum_j X_{ij} P_{(E_j)} \quad (1)$$

เมื่อ	EMV	หมายถึง ผลตอบแทนหรือกำไร
	A_i	หมายถึง ทางเลือก
	X_{ij}	หมายถึง ผลตอบแทนของทางเลือก i ภายใต้เหตุการณ์ j
	$P_{(E_j)}$	หมายถึง ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ j

การวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจลงทุนทางการเงินได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างของมูลค่าปัจจุบัน (Present Value : PV) ของผลรวมกระแสเงินสดจ่ายสุทธิและกระแสเงินสดรับสุทธิ สามารถคำนวณค่า NPV ได้จากสมการที่ (2) [13]

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - I \quad (2)$$

เมื่อ	B_t	หมายถึง กระแสเงินสดรับสุทธิของโครงการในปีที่ t
	C_t	หมายถึง กระแสเงินสดจ่ายสุทธิของโครงการในปีที่ t
	I	หมายถึง เงินลงทุนเริ่มแรก (ในปีที่ 0)
	r	หมายถึง อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการ
	n	หมายถึง ระยะเวลา (อายุของโครงการ)
	t	หมายถึง ปีที่ลงทุน

อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิเท่ากับเงินลงทุนเริ่มต้น สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3) [13]

$$I = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+k)^t} \quad (3)$$

เมื่อ R_t หมายถึง เงินสดรับหรือจ่ายสุทธิของโครงการในปีที่ t
 k หมายถึง อัตราผลตอบแทนของโครงการ

จุดคุ้มทุน (Break Even Point : BEP) คือ ระดับการดำเนินงานที่รายได้รวมเท่ากับต้นทุนรวมพอดี หรือจุดที่กำไรเป็นศูนย์ ถ้าการดำเนินงานอยู่ในระดับสูงกว่าจุดนี้เพียงหน่วยเดียวจะทำให้รายได้รวมมากกว่าต้นทุนรวมทำให้ธุรกิจมีกำไร สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4) [13]

$$BEP = \frac{F}{P-V} \quad (4)$$

เมื่อ F หมายถึง ต้นทุนรวมคงที่
 P หมายถึง ราคาขายต่อหน่วย
 V หมายถึง ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period : PB) คือ ระยะเวลาของการลงทุนที่กระแสเงินสดรับสุทธิจากโครงการเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายสุทธิพอดี ระยะเวลาคืนทุนเป็นเครื่องมือในการประเมินความเป็นไปได้ของการลงทุนที่ไม่ซับซ้อนสามารถหาได้จากสมการที่ (5) [13]

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มโครงการ}}{\text{กระแสเงินสดรับสุทธิในปีคืนทุนที่เป็นมูลค่าปัจจุบันสะสม}} \quad (5)$$

ผลการวิจัย

ข้อมูลคลังสินค้าและรูปแบบการจัดวางพาเลทสินค้า

คลังสินค้ากรณีศึกษามีพื้นที่ทั้งหมด 5,850 ตารางเมตร มีความกว้าง 45 เมตร ความยาว 130 เมตร และมีช่องทางเดินรถโฟล์คลิฟท์เพื่อใช้ในการขนถ่ายสินค้า ขนาดกว้าง 4.5 เมตร การจัดวางพาเลทสินค้าในคลังสินค้ากรณีศึกษาสามารถแบ่งเป็น 2 แบบคือ วางบนพื้นราบและวางบนชั้นวางสินค้า ซึ่งโซนพื้นที่ในการจัดวางสินค้าแบ่งเป็น 7 โซนแสดงดังภาพที่ 1 โดยการจัดวางพาเลทสินค้าในแต่ละโซนสามารถอธิบายได้ดังนี้ บริเวณโซนที่ 3 และ โซนที่ 7 เป็นบริเวณที่ไม่มีชั้นวางสินค้า ดังนั้นพาเลทจะถูกวางบนพื้นราบและวางพาเลทซ้อนกันได้สูงสุดไม่เกิน 4 ชั้น ทำให้สามารถวางพาเลทสินค้าได้ทั้งหมดจำนวน 1,955 พาเลท ส่วนบริเวณโซนที่ 1 โซนที่ 2 โซนที่ 4 โซนที่ 5 และ โซนที่ 6 เป็นบริเวณที่มีชั้นวางพาเลทสินค้า ดังนั้นพาเลทจะถูกวางบนชั้นวางสินค้า ซึ่งชั้นวางสินค้านี้มี 2 ขนาด คือ ขนาดปกติ กว้าง 0.9 เมตร ยาว 26.6 เมตร สูง 6 เมตร จำนวนรวมทั้งหมด 13 ตัว และขนาดสั้น กว้าง 0.9 เมตร ยาว 11.2 เมตร สูง 6

เมตร จำนวน 1 ตัว รายละเอียดจำนวนของชั้นวางพาเลทสินค้าในแต่ละโซนมีดังนี้ โซนที่ 1 โซนที่ 4 และโซนที่ 5 มีชั้นวางพาเลทสินค้าขนาดปกติ 1 ตัว โซนที่ 2 มีชั้นวางพาเลทสินค้าขนาดปกติ 6 ตัว โซนที่ 6 มีชั้นวางพาเลทสินค้าขนาดปกติ 4 ตัว และโซนที่ 5 มีชั้นวางพาเลทสินค้าขนาดสั้น 1 ตัว ทำให้สามารถวางพาเลทสินค้าบนชั้นวางสินค้าได้รวมทั้งหมดจำนวน 762 พาเลท

คลังสินค้ากรณีศึกษามีลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการรวมทั้งหมดจำนวน 17 บริษัท สามารถแบ่งกลุ่มลูกค้าเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะของการจัดวางพาเลทสินค้า ได้แก่ ประเภทที่ 1 มีข้อจำกัดในการจัดวางพาเลทสินค้า คือ การจัดวางพาเลทสินค้าไม่สามารถวางซ้อนทับกันได้ มีจำนวนทั้งหมด 4 บริษัท และประเภทที่ 2 ไม่มีการกำหนดข้อจำกัดในการจัดวางพาเลทสินค้า คือ การจัดวางพาเลทสินค้าสามารถซ้อนทับกันได้ มีจำนวนทั้งหมด 13 บริษัท

วิเคราะห์ปัญหาและระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในคลังสินค้ากรณีศึกษา

การศึกษาโดยใช้แผนผังก้างปลาพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้าไม่เพียงพอมี 3 สาเหตุ คือ วิธีการทำงาน ปริมาณพาเลทสินค้า และสินค้าที่จัดเก็บ โดยรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2

จากภาพที่ 2 การวิเคราะห์แผนผังก้างปลาสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ 3 แนวทาง คือ 1) การแก้ไขปัญหาด้านวิธีการดำเนินงาน 2) การแก้ไขปัญหาโดยการเพิ่มพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้าในแนวสูง (ติดตั้งชั้นวางสินค้าเพิ่ม) และ 3) การแก้ไขปัญหาด้านปริมาณพาเลทสินค้าที่เพิ่มขึ้นโดยการจำกัดการรับบริการลูกค้า ซึ่งจากทั้ง 3 แนวทางพบว่าแนวทางที่ 2 มีความเหมาะสมกับกรณีศึกษานี้ เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาพื้นที่จัดเก็บสินค้าไม่เพียงพอได้ และมีพื้นที่จัดเก็บพาเลทสินค้าที่ซ้อนทับกันไม่ได้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะทำให้จำนวนพาเลทสินค้าที่ซ้อนกันไม่ได้ที่ถูกจัดวางในพื้นที่แนวราบมีจำนวนลดลง

พยากรณ์แนวโน้มปริมาณพาเลทสินค้า

งานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลปริมาณพาเลทสินค้าที่ได้มาจากการคำนวณปริมาณสินค้าในคลังสินค้าเมื่อถูกจัดวางในพาเลทตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 12 เดือน แยกตามลูกค้าแต่ละบริษัทเพื่อพยากรณ์แนวโน้มปริมาณพาเลทสินค้าในปีพ.ศ. 2562 โดยกำหนดชุดข้อมูลเป็น 3 ชุดข้อมูล คือ ชุดที่ 1 มีจำนวน 1 ชุดข้อมูล เป็นข้อมูลรวมปริมาณพาเลทสินค้าของ 17 บริษัท ชุดที่ 2 มีจำนวน 2 ชุดข้อมูล แบ่งเป็น ชุดที่ 2.1 คือข้อมูลรวมปริมาณพาเลทสินค้าของสินค้าที่วางซ้อนกันไม่ได้ ซึ่งมีจำนวน 4 บริษัท และชุดที่ 2.2 คือข้อมูลรวมปริมาณพาเลทสินค้าที่สามารถวางซ้อนกันได้ ซึ่งมีจำนวน 13 บริษัท และชุดที่ 3 มีจำนวน 17 ชุดข้อมูล โดยในแต่ละชุดข้อมูลได้ทำการพยากรณ์ด้วย 4 วิธี คือวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีการคาดคะเนแนวโน้ม พร้อมทั้งพิจารณาเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมของแต่ละชุดข้อมูล โดยข้อมูลปริมาณพาเลทของปี พ.ศ.2561 ถูกนำไปใช้เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ในแต่ละชุดข้อมูล เพื่อคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน 3 วิธี คือ ค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) จากนั้นพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุดอย่างน้อย 2 ใน 3 เป็นเกณฑ์ในการเลือก ซึ่งสามารถสรุปผลการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจากการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้ง 3 ชุดข้อมูลได้ดังตารางที่ 1

การเลือกชุดข้อมูลที่เหมาะสม

จากการกำหนดข้อมูลทั้ง 3 ชุด เพื่อนำไปคำนวณพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้า พบว่าค่าพยากรณ์ปริมาณพาเลทสินค้าปี 2562 ของข้อมูลชุดที่ 2 มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยพิจารณาแนวโน้มทางการตลาดของสินค้าแต่ละประเภทที่จัดเก็บในคลังสินค้ากรณีศึกษา และสอบถามบริษัทถึงความเป็นไปได้ของปริมาณสินค้าเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์

นอกจากนี้ พบว่าปริมาณพาเลทสินค้าของลูกค้าที่วางพาเลทซ้อนกันไม่ได้ ซึ่งปัจจุบันมีจำนวน 4 บริษัท มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจากเดิมอีกจำนวน 2 บริษัท โดยพบว่าค่าพยากรณ์ปริมาณพาเลทสินค้า ปี 2562 เพิ่มขึ้นจาก ปี 2561 จากจำนวน 11,607 พาเลท เป็น 15,625 พาเลท ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับแนวโน้มของทางบริษัท โดยข้อมูลชุดที่ 2.1 ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และข้อมูลชุดที่ 2.2 ใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย

คำนวณพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้า

ก่อนการคำนวณพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้านำค่าพยากรณ์ปริมาณพาเลทสินค้าของข้อมูลชุดที่ 2.2 ไปหารจำนวนชั้นเฉลี่ยที่สามารถวางพาเลทสินค้าซ้อนกันได้ คือ 3 ชั้น จากนั้นคำนวณพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้าโดยมีขั้นตอนคือ เริ่มต้นนำข้อมูลส่วนที่ 1 คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณพาเลทสินค้าของข้อมูลชุดที่ 2.2 (พาเลทสินค้าสามารถวางซ้อนกันได้) มาคำนวณพื้นที่การจัดวางพาเลทสินค้าภายในคลัง (พื้นที่แนวราบ) ถ้าหากปริมาณพาเลทสินค้าไม่เกินจากพื้นที่การจัดวางแนวราบ แสดงว่ามีพื้นที่แนวราบว่างและเพียงพอ แต่หากปริมาณพาเลทสินค้าเกินจากพื้นที่การจัดวางในแนวราบ จะต้องนำพาเลทส่วนที่เกินไปจัดวางบนชั้นวางที่ว่าง แต่จะดำเนินการหลังจากนำข้อมูลส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นค่าพยากรณ์พาเลทสินค้าของข้อมูลชุดที่ 2.1 (พาเลทสินค้าไม่สามารถวางซ้อนกันได้) มาคำนวณพื้นที่การจัดวางพาเลทสินค้าบนชั้นวางแล้ว หากปริมาณพาเลทสินค้าไม่เกินจากชั้นวางจะทำให้มีพื้นที่ของชั้นวางว่าง และสามารถนำพาเลทสินค้าส่วนที่เกินที่วางซ้อนกันได้ในข้อมูลส่วนที่ 1 มาวางบนชั้นได้ แต่หากปริมาณพาเลทสินค้าเกินจากชั้นวางจะต้องนำพาเลทสินค้าไปจัดวางในพื้นที่แนวราบที่ว่าง แสดงขั้นตอนการคำนวณดังภาพที่ 3 เมื่อคำนวณเรียบร้อยแล้วจะทำให้ทราบว่าปริมาณพาเลทสินค้าเกินออกจากพื้นที่การจัดวางสินค้าในคลังสินค้าหรือไม่ หากมีพาเลทสินค้าเกินออกจากพื้นที่การจัดวาง จะส่งผลให้มีการนำพาเลทสินค้าไปจัดวางยังพื้นที่อื่นๆ เช่น บริเวณทางเดินรถ บริเวณพื้นที่หน้าสำนักงาน ส่งผลให้เกิดค่าเคลื่อนย้ายพาเลทสินค้าและการทำงานที่ซ้ำซ้อน

สำหรับการจัดเก็บพาเลทสินค้าในปัจจุบันของคลังสินค้าบริษัทกรณีศึกษา พื้นที่แนวราบสามารถจัดวางพาเลทสินค้าได้ 1,955 พาเลท และชั้นวางสินค้าสามารถจัดวางพาเลทสินค้าได้ 762 พาเลท โดยเมื่อคำนวณพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้าดังขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วด้วยข้อมูลปี 2561 พบว่า มีปริมาณพาเลทสินค้ามากกว่าความสามารถในการจัดเก็บของคลังสินค้าตั้งแต่เดือนเมษายน เป็นต้นไป และมีแนวโน้มปริมาณพาเลทสินค้าที่เกินความจุเพิ่มขึ้นทุกๆ เดือน แสดงดังตารางที่ 2 จากแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เลือกคือ การเพิ่มพื้นที่จัดวางพาเลทสินค้าในแนวสูง ดังนั้นจึงควรจะต้องจัดตั้งชั้นวางพาเลทสินค้าเพิ่ม ซึ่งพื้นที่ของคลังสินค้ากรณีศึกษาสามารถติดตั้งชั้นวางพาเลทสินค้าขนาดปกติได้สูงสุดจำนวน 27 ตัว ในพื้นที่โซนที่ 3 และติดตั้งชั้นวางพาเลทสินค้าขนาดสั้นเพิ่มได้ 1 ตัว ในพื้นที่โซนที่ 1 ทำให้มีทางเลือกที่เป็นไปได้ในการติดตั้งชั้นวางสินค้าทั้งหมด 54 กรณี แสดงดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 พบว่าพื้นที่การจัดเก็บมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง กรณีที่ค่าร้อยละพื้นที่ไม่ติดลบคือทางเลือกที่ทำให้พื้นที่การจัดวางสินค้าเพิ่มขึ้นจากเดิม และกรณีที่ค่าร้อยละพื้นที่ติดลบคือทางเลือกที่ทำให้พื้นที่การจัดวางพาเลทสินค้าลดลง ซึ่งเกิดจากการเว้นพื้นที่สำหรับช่องทางเดินรถยกสินค้า เช่น กรณีติดตั้งชั้นวางสินค้าเพิ่ม 2 ตัว จะใช้พื้นที่ทั้งหมด 6.8 เมตร คือ พื้นที่ชั้นวางสินค้า 2.3 เมตร และพื้นที่ทางเดินรถยกสินค้า 4.5 เมตร เป็นต้น ดังนั้นทางเลือกที่มีความเหมาะสมมี 3 ทางเลือก คือ 1) ติดตั้งชั้นวางสินค้าขนาดปกติเพิ่ม 1 ตัว 2) ติดตั้งชั้นวางสินค้าขนาดปกติเพิ่ม 1 ตัว และขนาดสั้นเพิ่ม 1 ตัว และ 3) ติดตั้งชั้นวางสินค้าขนาดปกติเพิ่ม 5 ตัว และขนาดสั้นเพิ่ม 1 ตัว เนื่องจากทั้ง 3 กรณีมีร้อยละพื้นที่ในการจัดวางพาเลทสินค้าเพิ่มขึ้นมากกว่ากรณีอื่นๆ รวมทั้งพิจารณาเปรียบเทียบร้อยละของพื้นที่การจัดเก็บที่เพิ่มขึ้นกับจำนวนการติดตั้งชั้นวางสินค้าด้วย เช่น กรณีที่ 14 มีพื้นที่จัดเก็บเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.3 ต้องติดตั้งชั้นวางสินค้าจำนวน 7 ตัว แต่กรณีที่ 10 มีพื้นที่จัดเก็บเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5 ซึ่งสูงกว่ากรณีที่ 14 แต่ติดตั้งชั้นวางสินค้าจำนวน 5 ตัว ทำให้มีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าทางเลือกกรณีที่ 14 ดังนั้นทางเลือกในกรณีที่ 14 จึงไม่ได้รับการพิจารณา

การวิเคราะห์เพื่อเลือกแนวทางที่เหมาะสม

การตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการติดตั้งชั้นวางพาเลทสินค้าจะต้องพิจารณาผลตอบแทนที่จะได้รับในแต่ละทางเลือก แผนงานตัดสินใจถูกนำมาใช้วิเคราะห์ทางเลือกในการตัดสินใจ โดยทางเลือกในการตัดสินใจเกี่ยวกับการติดตั้งชั้นวางพาเลทสินค้าทั้ง 3 ทางเลือก ประกอบด้วยความน่าจะเป็น (P) หรือโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ 3 เหตุการณ์ ซึ่งได้จากการประเมินของผู้บริหารของบริษัทกรณีศึกษา คือ โอกาสที่ปริมาณพาเลทสินค้ามาก ร้อยละ 60 โอกาสที่ปริมาณพาเลทสินค้าปานกลาง ร้อยละ 30 และโอกาสที่ปริมาณพาเลทสินค้าน้อย ร้อยละ 10 แสดงปริมาณพาเลทสินค้าแต่ละเหตุการณ์ ดังตารางที่ 4 และแสดงแผนงานตัดสินใจดังภาพที่ 4 โดยเหตุการณ์ที่ปริมาณพาเลทสินค้ามาก พบว่าแต่ละทางเลือกมีค่าใช้จ่ายและกำไรจากการดำเนินงาน ดังนี้ ทางเลือก 1 ราคาชั้นวางพาเลทสินค้าพร้อมติดตั้ง 150,450 บาท และมีกำไรจากการดำเนินงาน 1,489,444 บาทต่อปี ทางเลือก 2 ราคาชั้นวางพาเลทสินค้าพร้อมติดตั้ง 209,090 บาท และมีกำไรจากการดำเนินงาน 1,485,118 บาทต่อปี ทางเลือก 3 ราคาชั้นวางพาเลทสินค้าพร้อมติดตั้ง 810,890 บาท และกำไรจากการดำเนินงาน 1,418,646 บาทต่อปี

จากนั้น คำนวณมูลค่าคาดหวังทางการเงิน (EMV) ด้วยสมการที่ 1 ซึ่งทางเลือกที่ให้ค่า EMV มากที่สุดคือทางเลือกที่เหมาะสมในการตัดสินใจติดตั้งชั้นวางพาเลทสินค้าผลการคำนวณทางเลือก 1 EMV เท่ากับ 1,194,059 ทางเลือก 2 EMV เท่ากับ 1,189,091 และทางเลือก 3 EMV เท่ากับ 1,125,136 ดังนั้น ทางเลือกที่เหมาะสม คือ ทางเลือกที่ 1 เพราะให้ค่า EMV สูงสุด จากนั้นใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์ประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนของทั้ง 3 ทางเลือก กำหนดอายุของโครงการ 10 ปี ใช้อัตราดอกเบี้ยแบบคงที่ร้อยละ 3.00 ต่อปี ของพันธบัตรออมทรัพย์กระทรวงการคลัง รุ่นอายุ 10 ปี [14] ผลจากการคำนวณของแต่ละทางเลือกแสดงดังตารางที่ 5 โดยการคำนวณระยะเวลาคืนทุนของแต่ละทางเลือกพิจารณาเวลานับตั้งแต่เริ่มลงทุนติดตั้งชั้นวางสินค้า (ปีที่ 0) จนถึงปีที่สร้างผลตอบแทนโดยรวมกันแล้ว (มูลค่าปัจจุบันสุทธิสะสม) เท่ากับเงินลงทุนเริ่มต้นพอดี พบว่าทางเลือกที่ 1 อยู่ระหว่างปีที่ 5-6 ทางเลือกที่ 2 อยู่ระหว่างปีที่ 7-8 และทางเลือกที่ 3 มากกว่า 10 ปี ดังตารางที่ 6 โดยแสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนได้ดังนี้ ทางเลือกที่ 1 ใช้เงินลงทุนติดตั้งชั้นวางสินค้าเท่ากับ 150,450 บาท ดังนั้นมูลค่าปัจจุบันสุทธิสะสมอยู่ระหว่าง 135,683 บาท กับ 163,695 บาท ซึ่งมูลค่าปัจจุบันสุทธิสะสมในปีที่ 5 ยังขาดอีก 14,767 บาท จึงจะมีค่าเท่ากับเงินลงทุนติดตั้งชั้นวางสินค้า และผลต่างของมูลค่าปัจจุบันสุทธิสะสมในปีที่ 5 กับปีที่ 6 เท่ากับ 28,013 บาท เทียบบัญชีกำไรขาดทุน

$$\begin{aligned} \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 5 + 14,767 / 28,013 \\ &= 5 + 0.53 \\ &= 5 + (0.53 \times 12) \\ &= 5 \text{ ปี } 6 \text{ เดือน} \end{aligned}$$

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพื้นที่ในการจัดวางพาเลทสินค้า และศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งชั้นวางพาเลทสินค้าเพิ่มโดยใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า การพยากรณ์ปริมาณพาเลทสินค้าจากปริมาณสินค้าของลูกค้านั้น 17 บริษัท โดยการแบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มของพาเลทสินค้าที่สามารถวางซ้อนกันได้ และกลุ่มของพาเลทสินค้าที่ไม่สามารถวางซ้อนกันได้ มีความเหมาะสมเนื่องจากสามารถประมาณการปริมาณพาเลทของทั้ง 2 กลุ่มได้ ซึ่งส่งผลต่อการคำนวณพื้นที่การจัดเก็บพาเลทสินค้า โดยวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการแบ่งข้อมูลนี้

คือ วิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ใช้พยากรณ์ปริมาณพาเลทที่ไม่สามารถวางซ้อนได้ และวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ใช้พยากรณ์พาเลทที่สามารถวางซ้อนได้ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด 2 ใน 3 ค่า โดยคิดตั้งชั้นวางขนาดปกติเพิ่ม 1 ตัว ซึ่งเป็นทางเลือกที่จากวิธีแขนงการตัดสินใจ และถูกประเมินผลตอบแทนจากการลงทุน เป็นทางเลือกที่ให้กำไรจากการดำเนินงานมากที่สุด และมีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้พื้นที่ในการจัดเก็บเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.20 คิดเป็น 750.96 ตารางเมตร

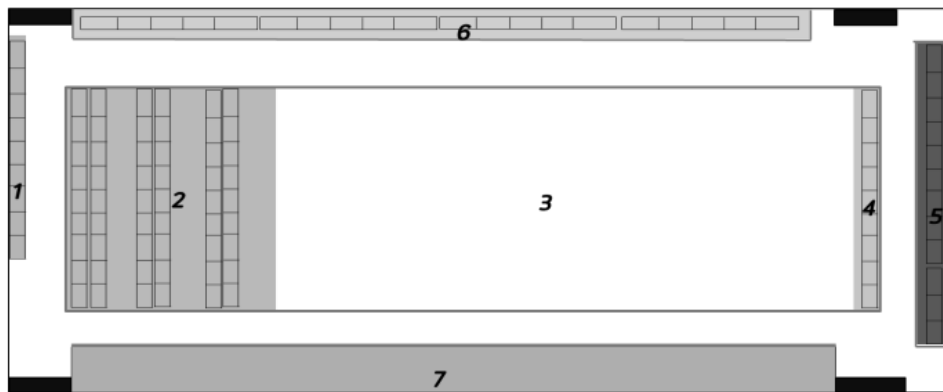
กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณปฏิพล สุทธิบุตร ผู้จัดการคลังสินค้าบริษัทกรณีศึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการให้ข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษา และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

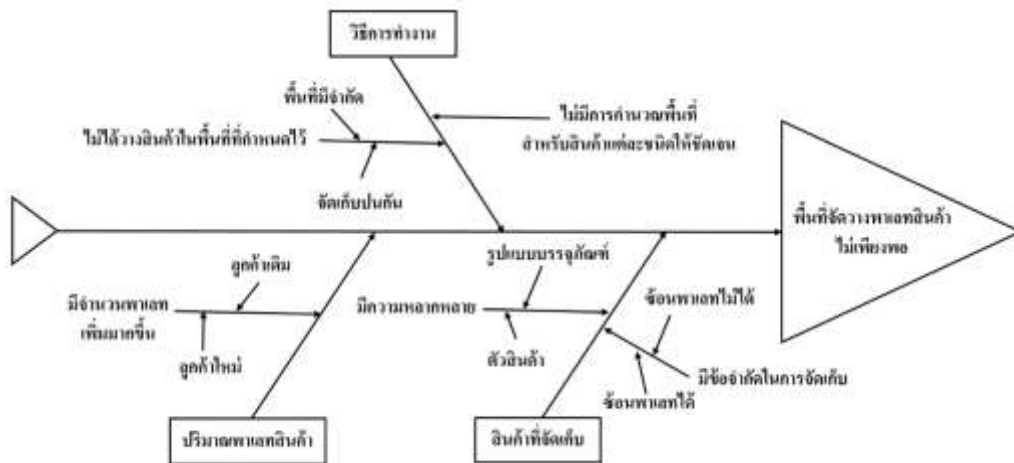
เอกสารอ้างอิง

1. Tanit S. Warehouse & distribution management: logistics manual. 1st edition, V-Serve Logistics Company Limited, Bangkok. 2009. 312 p. Thai.
2. Chaimaikram T. Optimizing Warehouse Management Case Study 2 warehouse Burana Bangkok Pubwarehouse Organization. M.B.A., Graduate School, Bangkok University, 2016. Thai.
3. Piyanuj Z. Business and Industrial Trends 2018 – 2020, Warehouse business. Krungsri Research. [Internet]. 2018. [updated Feb 18; cited 2019 Jan 21]. Available from: https://www.krungsri.com/bank/getmedia/24992a3a-ec8e-4e8e-b006-538ddd8a067/IO_Warehouse_2018_TH.aspx
4. Supakorn R, Thanchuda P. Use of Engineering Economics in increasing storage capability. UBU Engineering Journal. 2018; 8(2): 48-61. Thai
5. Preeyanuch I. Adaptation and Increase efficiency of Warehouse case study ABC Company. Master's thesis, Faculty of Logistics, Burapha University. 2013. Thai
6. Nattapol K. Increasing the efficiency of goods and raw material storages: a case study of AA Steel (Thailand) Company Limited. Independent Study, Graduate School, University of the Thai Chamber of Commerce. 2013. Thai.
7. Sirichai P. Cause and Effect Diagram. [Internet]. 2012 [updated 2012 Jun 7; cited 2019 Feb 1]. Available from: <https://perchai.wordpress.com>
8. Warossaporn L, Thitisak B. Decision under risk for fishing-trawler investment business in Thailand. Journal of Energy Research. 2014; (11)2 Thai.
9. Nipon To-Ni. Demand Forecasting and Inventory Planning for Beverages: A Case Study of Hotel Beverage Control Section. Master's thesis, Department of Integrated Supply Chain Management, Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University. 2013. Thai.
10. Nittaya W. Opimal Fabric Inventory Management for Textile Industry. Master's thesis, Department of Industrial Engineering and Management Graduate School, Silpakorn University. 2013. Thai

11. Chalermchat T. A Comparison of the Forecasting Method for Electric Energy Demand in Nakhonphanom Province. Naresuan University Journal: Science and Technology 2017; (25)4. Thai.
12. Jamnarnwej S. Quantitative analysis. Bangkok : Wittayapat, 2546. Thai.
13. Sethanan K. Project Feasibility Study. Khon Kaen: Correspondence and Administrative Division, Faculty of Engineering, Khon Kaen University; 2546.
14. Bank of Thailand. Debt Securities. [Internet] 2018 Nov 1 [updated 2018 Jun 1; cited 2018 Apr 8]. Available from: <https://www.bot.or.th/English/DebtSecurities/SalestoIndividuals/Pages/default.aspx>



ภาพที่ 1 โซนพื้นที่ในการจัดวางพลาทสินค้า



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลา

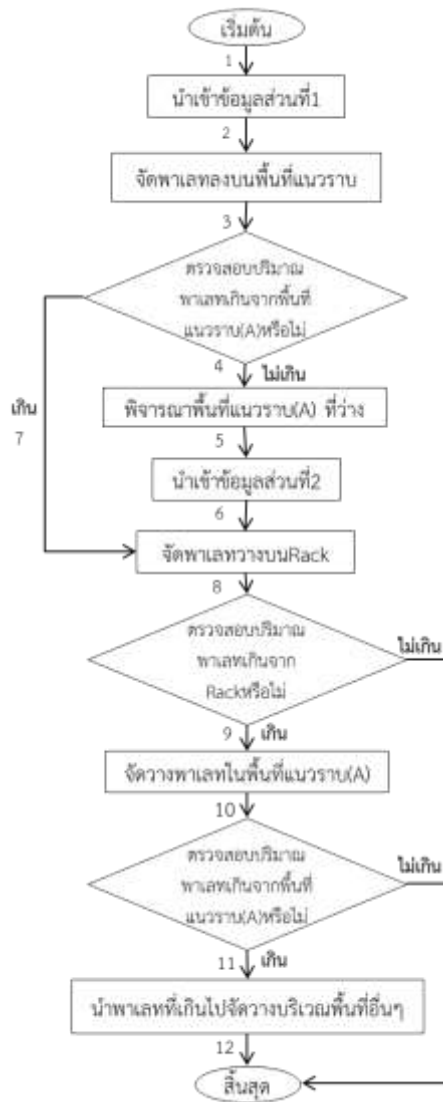


ตารางที่ 1 สรุปผลการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมด้วยการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

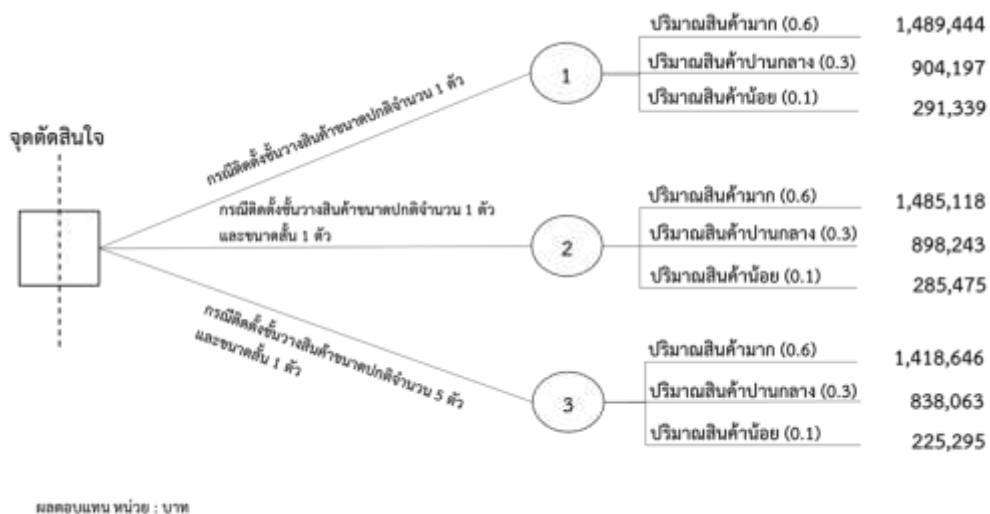
ข้อมูลชุดที่	วิธีการพยากรณ์	ค่า MAD	ค่า MAPE	ค่า MSE
1	Linear Trend Model	281	16	112,031
2.1	Moving Average	246	20	221,046
2.2	Linear Trend Model	367	25	159,947
3.1	Linear Trend Model	5.66	8.87	55.60
3.2	Linear Trend Model	3.53	91.78	24.96
3.3	Double Exponential Method	69.09	16.22	9,866.86
3.4	Single Exponential Method	248	42	112,573
3.5	Single Exponential Method	22.82	83.68	1,086.30
3.6	Linear Trend Model	23.69	36.28	738.60
3.7	Linear Trend Model	0.25	15.87	0.12
3.8	Linear Trend Model	15.64	133.61	415.75
3.9	Linear Trend Model	209.90	44.20	68,423.20
3.10	Single Exponential Method	40.96	391.43	4,400.84
3.11	Linear Trend Model	9.79	8.54	144.64
3.12	Linear Trend Model	19.71	37.47	636.16
3.13	Double Exponential Method	7.79	35.46	132.44
3.14	Linear Trend Model	25.74	19.40	917.04
3.15	Linear Trend Model	78.20	24.60	10,399.5
3.16	Linear Trend Model	42.98	15.25	3,195.58
3.17	Moving Average	35.94	41.67	2,305.44

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณพื้นที่การจัดวางพาเลทสินค้า ก่อนการติดตั้งชั้นวางสินค้า

เดือนที่	พื้นที่ราบ (A) (พาเลท)	พื้นที่ชั้นวางสินค้า (พาเลท)	พื้นที่คลังทั้งหมด หลังนำพาเลทที่เกิน จากชั้นวางสินค้าไปวางพื้นราบ (พาเลท)	สรุปพื้นที่ คลังทั้งหมด
1	746	-549	197	พอ
2	658	-535	123	พอ
3	570	-542	28	พอ
4	481	-538	-57	ไม่พอ
5	393	-540	-147	ไม่พอ
6	305	-539	-234	ไม่พอ
7	217	-540	-323	ไม่พอ
8	128	-539	-411	ไม่พอ
9	41	-540	-499	ไม่พอ
10	-47	-539	-586	ไม่พอ
11	-136	-540	-676	ไม่พอ
12	-224	-540	-764	ไม่พอ



ภาพที่ 3 แผนผังแสดงขั้นตอนการคำนวณพื้นที่การจัดวางพาเลทสินค้า



ภาพที่ 4 แขนงการตัดสินใจและการวิเคราะห์ผลตอบแทน

ตารางที่ 3 ทางเลือกที่เป็นไปได้ในการติดตั้งชั้นวางสินค้า

กรณีที่	ขนาดชั้นวาง		จำนวนพาเลทหลังติดตั้ง(พาเลท)	พหุจัดเก็บเพิ่ม/ลด(%)	กรณีที่	ขนาดชั้นวาง		จำนวนพาเลทหลังติดตั้ง(พาเลท)	พหุจัดเก็บเพิ่ม/ลด(%)
	ปกติ	สั้น				ปกติ	สั้น		
1	1	-	2,750	1.2	28	14	1	2,723	0.2
2	1	1	2,774	2.1	29	15	-	2,720	0.1
3	2	-	2,711	-0.2	30	15	1	2,744	1.0
4	2	1	2,735	0.7	31	16	-	2,693	-0.9
5	3	-	2,744	1.0	32	16	1	2,717	0.0
6	3	1	2,768	1.9	33	17	-	2,726	0.3
7	4	-	2,705	-0.4	34	17	1	2,750	1.2
8	4	1	2,729	0.4	35	18	-	2,672	-1.7
9	5	-	2,762	1.7	36	18	1	2,696	-0.8
10	5	1	2,786	2.5	37	19	-	2,744	1.0
11	6	-	2,696	-0.8	38	19	1	2,768	1.9
12	6	1	2,720	0.1	39	20	-	2,681	-1.3
13	7	-	2,756	1.4	40	20	1	2,705	-0.4
14	7	1	2,780	2.3	41	21	-	2,720	0.1
15	8	-	2,717	0.0	42	21	1	2,744	1.0
16	8	1	2,741	0.9	43	22	-	2,699	-0.7
17	9	-	2,744	1.0	44	22	1	2,723	0.2
18	9	1	2,768	1.9	45	23	-	2,732	0.6
19	10	-	2,711	-0.2	46	23	1	2,756	1.4
20	10	1	2,735	0.7	47	24	-	2,672	-1.7
21	11	-	2,744	1.0	48	24	1	2,696	-0.8
22	11	1	2,768	1.9	49	25	-	2,726	0.3
23	12	-	2,696	-0.8	50	25	1	2,750	1.2
24	12	1	2,720	0.1	51	26	-	2,687	-1.1
25	13	-	2,738	0.8	52	26	1	2,711	-0.2
26	13	1	2,762	1.7	53	27	-	2,696	-0.8
27	14	-	2,699	-0.7	54	27	1	2,720	0.1

ตารางที่ 4 ปริมาณพาเลทสินค้าแต่ละเหตุการณ์ (หน่วย: พาเลท)

เดือน	ปริมาณพาเลทสินค้าของแต่ละเหตุการณ์					
	มาก		ปานกลาง		น้อย	
	ชุดที่ 2.1	ชุดที่ 2.2	ชุดที่ 2.1	ชุดที่ 2.2	ชุดที่ 2.1	ชุดที่ 2.2
มกราคม	1,311	3,627	787	2,176	262	725
กุมภาพันธ์	1,297	3,891	778	2,335	259	778
มีนาคม	1,304	4,155	782	2,493	261	831
เมษายน	1,300	4,420	780	2,652	260	884
พฤษภาคม	1,302	4,684	781	2,810	260	937
มิถุนายน	1,301	4,949	781	2,969	260	990
กรกฎาคม	1,302	5,213	781	3,128	260	1,043
สิงหาคม	1,301	5,478	781	3,287	260	1,096
กันยายน	1,302	5,742	781	3,445	260	1,148
ตุลาคม	1,301	6,006	781	3,604	260	1,201
พฤศจิกายน	1,302	6,271	781	3,763	260	1,254
ธันวาคม	1,302	6,535	781	3,921	260	1,307
รวม	15,625	60,971	9,375	36,583	3,122	12,194

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความคุ้มค่าโดยใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3
NPV (บาท)	128,317.70	88,016.56	- 433,088.18
IRR (ร้อยละ)	16.26	10.04	-9.13
จุดคุ้มทุน (พาเลท)	558	775	3,004
ระยะเวลาคืนทุน	5 ปี 6 เดือน	7 ปี 2 เดือน	มากกว่า 10 ปี

ตารางที่ 6 การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของแต่ละทางเลือก (หน่วย: บาท)

ปีที่	ทางเลือกที่ 1			ทางเลือกที่ 2			ทางเลือกที่ 3		
	กระแสเงินสดสุทธิ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิสะสม	กระแสเงินสดสุทธิ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิสะสม	กระแสเงินสดสุทธิ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิสะสม
0	-150,450			-209,090			-810,890		
1	27,360	26,564	26,564	29,160	28,311	28,311	37,080	36,001	36,001
2	28,482	26,847	53,411	30,356	28,613	56,925	38,600	36,385	72,386
3	29,650	27,132	80,543	31,600	28,917	85,842	40,183	36,771	109,157
4	30,865	27,424	107,967	32,896	29,228	115,070	41,830	37,166	146,323
5	32,131	27,716	135,683	34,244	29,539	144,609	43,545	37,562	183,886
6	33,448	28,013	163,695	35,648	29,856	174,465	45,331	37,965	221,850
7	34,819	28,312	192,007	37,110	30,174	204,639	47,189	38,370	260,220
8	36,247	28,613	220,620	38,632	30,496	235,135	49,124	38,779	298,998
9	37,733	28,919	249,539	40,215	30,821	265,956	51,138	39,192	338,191
10	39,280	29,228	278,767	41,864	31,151	297,107	53,235	39,612	377,803