

การวางแผนการผลิตด้วยการประยุกต์โปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษาโรงงานผลิตโฟมบรรจุอาหาร

Production Planning Optimization Using Linear Programming: A Case Study of a Packaging Foam Factory

สาวิตรี พิบูลศิลป์^{1*} คทาวิธ เกษสระ² นพคุณ แสงเขียว² และพีรพงศ์ ภควณิช²
Sawitree Phieboolsilapa^{1*} Kathawuth Kessara² Noppakun Sangkhiew² Peerapong Pakawanich²

^{1*}สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

²สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

^{1*}Division of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology

²Engineering Management Program, Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University

* Corresponding Author. E-mail: Sawitree.p@pit.ac.th

Received: 24-02-2025 Revised: 14-11-2025 Accepted: 20-11-2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการวางแผนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับโรงงานผลิตโฟมและพลาสติกบรรจุภัณฑ์ โดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming: LP) ร่วมกับการวิเคราะห์สินค้าคงคลังแบบเอบีซี (ABC Analysis) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการสินค้าคงคลังและลดต้นทุนการผลิต การศึกษานี้ใช้ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ประกอบด้วยข้อมูลด้านต้นทุนการผลิต กำลังการผลิต และต้นทุนคงคลัง จากการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถลดต้นทุนสินค้าคงคลังได้ร้อยละ 86.71 เมื่อเทียบกับวิธีเดิม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การบูรณาการ ABC Analysis กับแบบจำลองเชิงเส้นที่ออกแบบเฉพาะบริบทของอุตสาหกรรมโฟมบรรจุอาหาร ช่วยให้การจัดการคลังสินค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมที่มีลักษณะการผลิตตามคำสั่งซื้อได้ อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านการใช้ข้อมูลย้อนหลังที่ไม่ครอบคลุมความผันผวนของความต้องการลูกค้าในอนาคต ดังนั้นงานวิจัยต่อไปควรพิจารณาเพิ่มการพยากรณ์ความต้องการ (Demand Forecasting) และการวิเคราะห์แบบหลายเป้าหมาย (Multi-objective Optimization) เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการวางแผนการผลิต

คำสำคัญ การวางแผนการผลิต, แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น, การวิเคราะห์แบบเอบีซี

ABSTRACT

This research aims to develop an appropriate production planning approach for a foam and plastic packaging manufacturing company by integrating Linear Programming (LP) with ABC Analysis to enhance inventory management efficiency and reduce production costs. The study utilized one-year historical data, including production costs, production capacity, and inventory holding costs. The results revealed that the proposed model could reduce inventory costs by 86.71% compared with the company's previous planning method. The integration of ABC Analysis with the Linear Programming model tailored to the specific context of the food packaging foam industry significantly improved warehouse management and production planning efficiency. Moreover, this approach can be applied to other make-to-order industries with similar production characteristics. However, this study is limited by the use of historical data that do not fully capture the fluctuations in future customer demand. Therefore, future research should consider incorporating Demand Forecasting and Multi-Objective Optimization approaches to enhance the flexibility and accuracy of production planning under real-world conditions.

Keyword: Production Planning, Linear Programming, ABC Analysis.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีชั้นปลายหรือปิโตรเคมีขั้นที่ 4 ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมอื่น ๆ

สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ เม็ดพลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ ยางสังเคราะห์ และสารเคลือบผิวและกาว [1] ทั้งนี้แนวโน้มเศรษฐกิจโลกในช่วงปี 2567–2569 ตามการคาดการณ์ของกองทุนการเงินระหว่างประเทศ (IMF) จะขยายตัวเฉลี่ยเพียงร้อยละ 3.2 ต่อปี ขณะที่ประเทศจีน ซึ่งเป็นผู้บริโภคมลพิษขั้นที่

โตรเคมีรายใหญ่ที่สุดของโลก คาดว่าจะเติบโตเฉลี่ยเพียงร้อยละ 4.2 ต่อปี ลดลงจากค่าเฉลี่ยร้อยละ 7.7 ต่อปีในช่วงปี 2553–2562 [2] ปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติก ต้องเผชิญแรงกดดันจากกำลังการผลิตส่วนเกิน ขณะที่อุปสงค์ฟื้นตัวช้า การบริหารจัดการสินค้าคงคลังและการควบคุมต้นทุนการผลิตจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการ

บริษัทกรณีศึกษาซึ่งดำเนินธุรกิจผลิตบรรจุภัณฑ์โฟมและพลาสติก ได้มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของลูกค้า อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบคือ ต้นทุนสินค้าคงคลังของสินค้าสำเร็จรูปมีค่าสูงและขาดระบบบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่เชื่อมโยงกับแผนการผลิตอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาวิธีลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้า เพื่อใช้เป็นแนวทางปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์โฟมและพลาสติกเป็นอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูงและต้องการการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การลดต้นทุนสินค้าคงคลังและการเพิ่มความแม่นยำของแผนการผลิตจึงเป็นหัวใจสำคัญในการดำเนินธุรกิจงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming: LP) ร่วมกับการวิเคราะห์สินค้าคงคลังแบบเอบีซี (ABC Analysis) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารสินค้าคงคลังและวางแผนการผลิตให้เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอยู่

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่ามีการประยุกต์ใช้ ABC Analysis และ Linear Programming ในหลากหลายบริบท เช่น งานของ วรุณห์ และคณะ [3] ที่นำ ABC Analysis และโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบทวิภาค (Binary Integer Linear Programming) มาปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้า ช่วยลดเวลาเคลื่อนย้ายสินค้าได้อย่างมีนัยสำคัญ งานของ จีราดา [4] ที่เปรียบเทียบการวางแผนการผลิตระหว่างวิธี Heijunka และแบบจำลองเชิงเส้น พบว่าแบบจำลองเชิงเส้นสามารถลดต้นทุนรวมได้ร้อยละ 15 ขณะที่ Heijunka ให้ความผันผวนของแผนการผลิตต่ำกว่า นอกจากนี้ อรรถเดช และคณะ [5] ได้ใช้หลักการ Association Rules ร่วมกับโปรแกรมเชิงเส้น เพื่อหาตำแหน่งจัดวางสินค้าที่เหมาะสมที่สุดภายในคลังสินค้า ส่วน ปุณญวิทย์ และคณะ [6] ใช้แบบจำลองเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming) ในการปรับเส้นทางการขนส่งอาหารสัตว์ให้เกิดต้นทุนต่ำสุด ชาริตาร์ และคณะ [7] ประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มในการจัดตารางการทำงานของพนักงานเพื่อลดจำนวนพนักงานและต้นทุนค่าจ้าง ขณะที่ จินตพร และคณะ [8] ศึกษาวิธีการพยากรณ์โดยใช้การปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ Holt–Winter เพื่อหาช่วงเวลาการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการผลิต และ อาทร [9] ศึกษาการจัดการสินค้าคงคลังในโรงงานผลิตผ้าเบรก พบว่า

สามารถลดเวลาในการทำงานลงได้มากกว่า 60% สุดท้าย Shek Ahmed et al. [10] ได้เสนอการใช้การวิเคราะห์ความไว

(Sensitivity Analysis) เพื่อปรับการตัดสินใจในการผลิตหรือจัดซื้อชิ้นส่วน โดยมุ่งลดต้นทุนรวมของกระบวนการผลิต

จากการทบทวนวรรณกรรม [3]–[10] จะเห็นได้ว่าการใช้โปรแกรมเชิงเส้นถูกนำไปประยุกต์ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น สิ่งทอ ยานยนต์ และอาหารสัตว์ แต่ยังไม่มีการวิจัยที่ศึกษาการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมโพลิเมอร์อาหาร ซึ่งมีข้อจำกัดเฉพาะด้านพื้นที่จัดเก็บ ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์และความผันผวนตามฤดูกาล งานวิจัยนี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว โดยเสนอแบบจำลองการวางแผนการผลิตที่เหมาะสมกับบริบทของอุตสาหกรรมโพลิเมอร์อาหาร เพื่อให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ ผู้วิจัยจึงเพิ่มการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลองเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่มีผลต่อต้นทุนรวมของระบบการผลิต โดยมีสมมติฐานการวิจัยว่า การใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นร่วมกับการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC Analysis) จะช่วยลดต้นทุนสินค้าคงคลังได้อย่างมีนัยสำคัญ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับวิธีการวางแผนการผลิตแบบเดิมของบริษัทกรณีศึกษา

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

2.1 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนสินค้าคงคลัง และความไม่แม่นยำของการวางแผนการผลิตในโรงงานผลิตโฟมและพลาสติกบรรจุภัณฑ์

2.2 เพื่อพัฒนาแนวทางการวางแผนการผลิตที่เหมาะสมโดยบูรณาการแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นร่วมกับการวิเคราะห์สินค้าคงคลังแบบเอบีซี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการสินค้าคงคลังและลดต้นทุนการผลิต

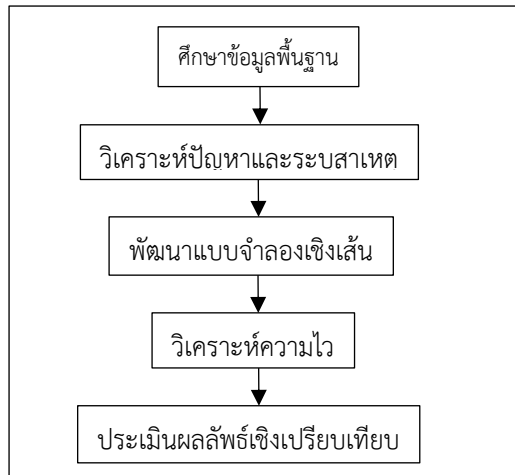
2.3 เพื่อประเมินผลการประยุกต์ใช้แนวทางดังกล่าวผ่านการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและต้นทุนสินค้าคงคลัง ก่อนและหลังการนำแบบจำลองไปใช้

2.4 เพื่อเสนอแนวทางการจัดการสินค้าคงคลังและการวางแผนการผลิตที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์หรือสายการผลิตอื่นในองค์กรได้

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของบริษัทกรณีศึกษา 2) วิเคราะห์ปัญหาและระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดต้นทุนสินค้าคงคลังสูง 3) พัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นเพื่อกำหนดปริมาณการผลิตที่เหมาะสม 4) เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง กระบวนการทั้งหมดแสดง

ดังภาพที่ 1 ขั้นตอนวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง 5) ประเมินผลลัพธ์เชิงการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาผลิตบรรจุภัณฑ์โฟมและถ้วยน้ำพลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์หลัก ซึ่งทั้งสองผลิตภัณฑ์มีลำดับขั้นตอนการผลิตที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน โดยสามารถสรุปกระบวนการโดยรวมได้ในภาพที่ 2 แผนผังการไหลของกระบวนการผลิต

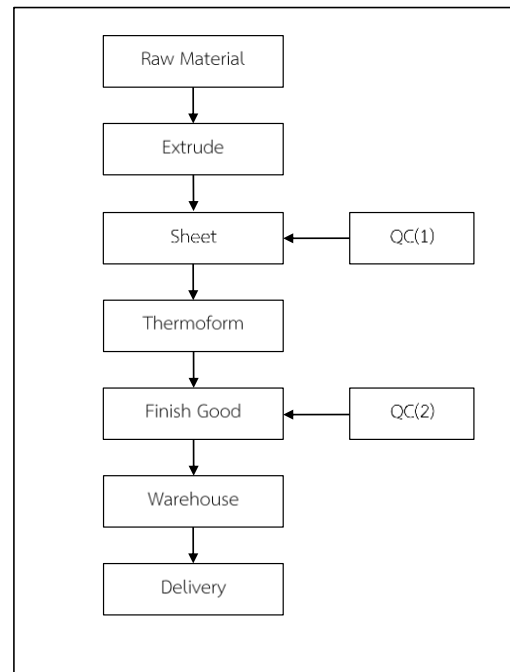
กระบวนการผลิตโฟมบรรจุภัณฑ์

เมื่อบริษัทได้รับคำสั่งซื้อ ฝ่ายวางแผนการผลิตจะจัดทำแผนการผลิตให้เพียงพอต่อการผลิตต่อวัน รวมทั้งเผื่อเวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ (mold) และปรับตั้งเครื่องจักร กระบวนการเริ่มจากการเปิดวัตถุดิบลักษณะเป็นผง มาหลอมและฉีดขึ้นเป็นแผ่นโฟม จากนั้นม้วนเป็นม้วนตามความหนาที่ต้องการ ก่อนซึ่งน้ำหนักและตรวจสอบคุณภาพ โดยมีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความหนาตามคำสั่งซื้อ จากนั้นจึงนำไปจัดเก็บในคลังสินค้ากึ่งสำเร็จรูป หากมีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ฝ่ายผลิตจะเบิกม้วนโฟมดังกล่าวมาป้อนขึ้นรูป ตรวจสอบคุณภาพอีกครั้ง แล้วบรรจุลงหีบห่อก่อนนำส่งเข้าคลังสินค้าสำเร็จรูปเพื่อรอการจัดส่งกระบวนการผลิตแก้วน้ำพลาสติก

กระบวนการผลิตเริ่มจากการผสมวัตถุดิบตามสูตร ผ่านขั้นตอนการรีด ตัดขอบ และรีดออกมาเป็นแผ่นพลาสติก จากนั้นตรวจสอบความหนาและน้ำหนักของแผ่นงานตามมาตรฐานการผลิต เมื่อเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูป จะมีการป้อนขึ้นรูป ตรวจสอบคุณภาพบรรจุภัณฑ์ และในกรณีที่มีการพิมพ์ลาย จะตรวจสอบความคมชัดของสี ก่อนบรรจุลงหีบห่อและนำส่งเข้าคลังสินค้าสำเร็จรูป

3.2 รวบรวมและวิเคราะห์สภาพปัญหาปัจจุบัน จากการสำรวจพบปัญหาหลัก 2 ประเด็น ได้แก่ 1) ปริมาณสินค้าคงคลังสูง ส่งผลให้ต้นทุนจัดเก็บเพิ่มขึ้นและสูญเสียพื้นที่จัดเก็บผลิตภัณฑ์ใหม่ 2) การวางแผนการผลิตยังอาศัยการพยากรณ์ยอดขายย้อนหลัง และการวางแผนตามฤดูกาล (Seasonal Planning) ซึ่ง

ยังขาดการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อมูลพยากรณ์กับการผลิตจริง



ภาพที่ 2 แผนผังการไหลของกระบวนการผลิต

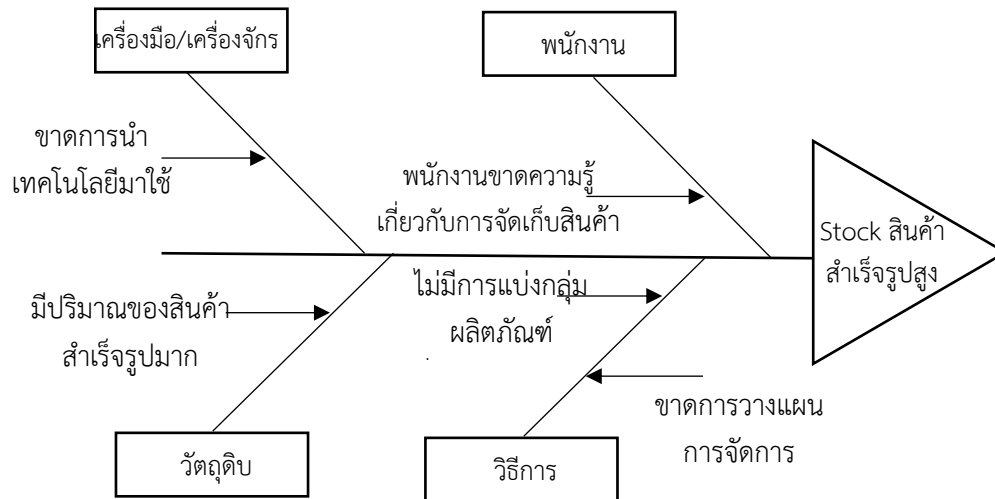
3.3 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 1) ปัญหาด้านปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลัง เกิดจากความหลากหลายของผลิตภัณฑ์และการขาดระบบจัดกลุ่มสินค้าตามความถี่ในการหมุนเวียน ทำให้พื้นที่จัดเก็บไม่ถูกใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยได้เสนอให้ใช้ ABC Analysis เพื่อจัดกลุ่มสินค้าสำเร็จรูปและวัตถุดิบตามความถี่ในการหมุนเวียน พร้อมกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังขั้นต่ำ (Safety Stock) ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกลุ่ม เพื่อป้องกันการเกิดสินค้าคงค้าง (Dead Stock) 2) ปัญหาด้านการวางแผนการผลิต จากการวิเคราะห์ผังก้างปลา ดังภาพที่ 3 และ 4 (Fishbone Diagram) พบว่า การพยากรณ์ยอดขายในปัจจุบันยังไม่ถูกนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตจริง ทำให้ไม่สามารถประเมินความแม่นยำของการพยากรณ์ได้อย่างแท้จริง เพื่อแก้ไขปัญหานี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอการใช้ โปรแกรมเชิงเส้นร่วมกับเครื่องมือ Solver ใน Microsoft Excel เพื่อหาปริมาณการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดของบริษัท

3.4 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลยอดขายย้อนหลัง 12 เดือน (ปี 2565) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการผลิตจริงและกำหนดแผนการผลิต โดยเน้นการแก้ไขปัญหาลหลัก 3 ประเด็น ได้แก่ 1) การลดสินค้าคงค้าง (Dead Stock) โดยจำหน่ายสินค้าหมุนเวียนช้าหรือไม่มีการเคลื่อนไหวเกิน 1 ปีให้กับผู้รับซื้อของเก่า 2) การจัดทำระบบ ABC Analysis เพื่อจัดกลุ่มสินค้าสำเร็จรูปและวัตถุดิบตามความถี่ในการหมุนเวียน 3) การนำข้อมูลจากสินค้ากลุ่ม A ซึ่งมีมูลค่าและการ

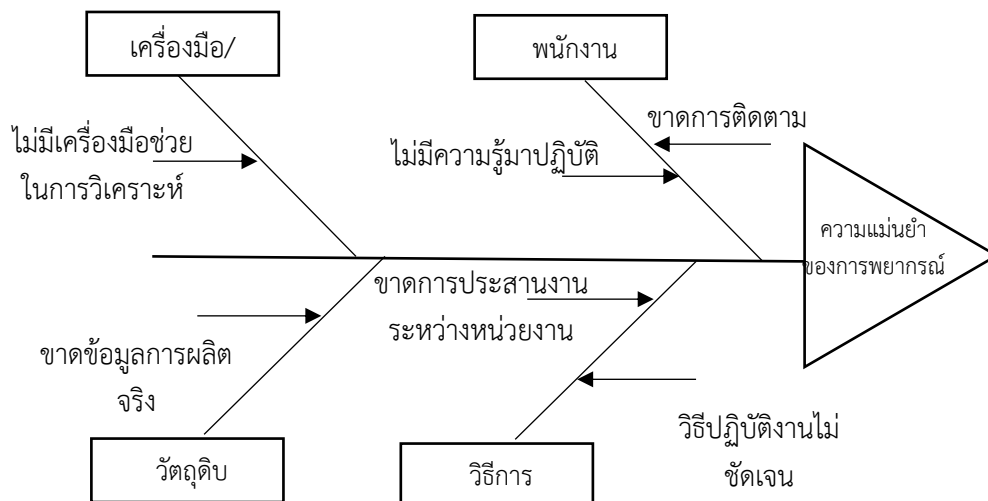
หมุนเวียนสูง มาพัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นเพื่อวางแผนการผลิตที่เหมาะสม

3.5 การสร้างและวิเคราะห์แบบจำลองเชิงเส้น (Linear Programming Model) แบบจำลองเชิงเส้นที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนรวมของการผลิตและการจัดเก็บสินค้าภายใต้ข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต พื้นที่จัดเก็บ และปริมาณความต้องการของลูกค้า ข้อมูลต้นทุนและปริมาณการผลิตได้รับการตรวจสอบความถูกต้องจากฝ่ายบัญชีต้นทุนและฝ่ายผลิต เพื่อให้

แน่ใจว่าข้อมูลนำเข้ามีความถูกต้องและเป็นปัจจุบัน การคำนวณใช้ Microsoft Excel Solver เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด พร้อมทั้งทำ การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่อผลลัพธ์ของแบบจำลอง



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์ก้างปลาของปัญหาคลังสินค้า สินค้าสำเร็จรูปสูง



ภาพที่ 4 การวิเคราะห์ก้างปลาของปัญหา ความแม่นยำของการพยากรณ์

4.ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ย้อนหลัง 1 ปี พบแนวทางการปรับปรุงกระบวนการบริหารสินค้าคงคลังของบริษัทกรณีศึกษาได้ 3 แนวทางหลัก ดังนี้

4.1 การจัดการสินค้าคงคลัง บริษัทกรณีศึกษามีสินค้าสำเร็จรูปและวัตถุดิบบางส่วนที่ไม่มีการหมุนเวียนหรือหมุนเวียนช้า รวม 58 รายการ จากสินค้าทั้งหมด 127 รายการ แสดงดัง

ตารางที่ 1 ซึ่งคิดเป็นมูลค่า 1,980,257.25 บาท จากมูลค่าสินค้าคงคลังรวม 5,490,887.36 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 36.06 ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด ผู้วิจัยจึงเสนอให้บริษัทจำหน่ายสินค้ากลุ่มดังกล่าวให้กับผู้รับซื้อของเก่าหรือบริษัทอื่นๆ ในราคาต่ำ เพื่อลดปริมาณสินค้าคงคลังในคลัง การดำเนินการดังกล่าวช่วยลดทั้งพื้นที่จัดเก็บและต้นทุนการบริหารคลังสินค้า ทำให้คลังสินค้าสามารถจัดสรรพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.2 การวิเคราะห์สินค้าคงคลังด้วยวิธี ABC Analysis ภายหลังการกำจัดสินค้าคงคลังแล้ว ผู้วิจัยได้เสนอให้บริษัทจัดทำระบบบริหารสินค้าคงคลังเชิงปริมาณโดยใช้หลักการวิเคราะห์สินค้าคงคลังด้วย ABC Analysis เพื่อจำแนกความสำคัญของสินค้าตามมูลค่าการขายและปริมาณการหมุนเวียนต่อปี บริษัทได้เลือกผลิตภัณฑ์ ถ้วยน้ำพลาสติก เป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นสินค้าหลักของบริษัท มีปริมาณคงคลังสูงถึง 1,102,547.36 บาท หรือ 14,700.63 กิโลกรัม และใช้พื้นที่จัดเก็บมากที่สุด ผลการวิเคราะห์สามารถจำแนกสินค้าออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A 99 รายการ (มูลค่ารวม 80,656,212.93 บาท คิดเป็น 80% ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด) กลุ่ม B 96 รายการ และกลุ่ม C 56 รายการ ดังแสดงในตารางที่ 2 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์สอคล้อง

กับหลักการ Pareto 50:30:20 ซึ่งชี้ว่าการจัดการสินค้าจำนวนน้อยแต่มีมูลค่ารวมสูงจะให้ผลลัพธ์เชิงประสิทธิภาพสูงสุด

4.3 การวางแผนการผลิตด้วยโปรแกรมเชิงเส้น จากข้อมูลในปี 2565 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลของสินค้ากลุ่ม A ทั้ง 99 รายการ มาวิเคราะห์และจัดทำแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อวางแผนการผลิต โดยใช้ข้อมูลข้อจำกัดหลัก เช่น พื้นที่จัดเก็บ ต้นทุนคงคลัง ราคาต่อหน่วย (บาท/กิโลกรัม) และกำลังการผลิต เพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดและปริมาณการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา โดยมีสมมติฐานการวิจัยว่า การใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นร่วมกับการวิเคราะห์แบบ ABC Analysis จะช่วยลดต้นทุนสินค้าคงคลังได้อย่างมีนัยสำคัญ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับวิธีการวางแผนการผลิตแบบเดิมของบริษัทกรณีศึกษา

ตารางที่ 1 ตัวอย่างรายการสินค้าคงคลัง

รหัสสินค้า	รายละเอียดสินค้า
PE 301	Sample ALUROLL (1030 mmx200m) KGS
PE 302	Sample METALROLL (910 mmx200m) KGS
G01 DIN 16 OZ	แก้วใส 16 OZ
G02 DIN 22 OZ	แก้วใส 22 OZ
G03 1 OZ	ถ้วยจืด 1 OZ สีชมพู
FO-01-L-20	โฟมตาข่ายเส้นใหญ่ 20 ซม
FO-02-L-17	โฟมตาข่ายเส้นใหญ่ 17 ซม
FO-03-L-13	โฟมตาข่ายเส้นเล็ก 13 ซม
FO-01-M13	โฟมตาข่ายเส้นกลาง 13 ซม
FO-01-S22	โฟมตาข่ายเส้นเล็ก 22 ซม
FO-01-S24	โฟมตาข่ายเส้นเล็ก 24 ซม

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการจัดการรายการถ้วยน้ำสำหรับสินค้าความสำคัญกลุ่ม A

รายการ	ปริมาณการจัดเก็บ	ราคาต่อหน่วย (บาท/กก.)	จำนวนเงิน	สะสม	ร้อยละ	ร้อยละสะสม	กลุ่ม
6-02-1-PP-065-685	11933	98.64707907	1,177,155.59	1,177,155.59	0.938188504	0.938188504	A
4-01-PS-302	11895	98.33224631	1,169,662.07	2,346,817.66	0.932216194	1.870404698	A
Z-02-BBLA-13	11822	97.73005168	1,155,364.67	3,502,182.34	0.920821222	2.79122592	A
4-01-PS-104	11795	95.16479888	1,122,468.80	4,624,651.14	0.894603341	3.68582926	A
5-08-K-103	11238	98.29034157	1,104,586.86	5,729,238.00	0.880351499	4.56618076	A
C-02-PP-21	11946	92.13143418	1,100,602.11	6,829,840.11	0.877175672	5.443356432	A
Z-02-BBLA-28	11312	96.91161177	1,096,264.15	7,926,104.26	0.873718334	6.317074767	A
B-01-PS-26	10966	94.43926829	1,035,621.02	8,961,725.28	0.825385987	7.142460754	A
C-03-PP017	10815	95.39618768	1,031,709.77	9,993,435.05	0.822268739	7.964729492	A
Z-02-BBLA-25	11871	85.16031603	1,010,938.11	11,004,373.16	0.805713807	8.770443299	A
5-02-C3.5 OZ NO	10929	91.60440533	1,001,144.55	12,005,517.70	0.797908372	9.568351671	A

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของแบบจำลอง [4]

กำหนดให้

P_i คือ ปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์ i

D_i คือ ปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ i

M_i คือ กำลังการผลิตสูงสุดของผลิตภัณฑ์ i

P_i^{in} คือ ปริมาณสินค้าคงคลังสำหรับผลิตภัณฑ์ i

C_i คือ ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ i

C_i^{in} คือ ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ i

ตัวแปรตัดสินใจ คือ

P_i คือ ปริมาณการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ i

P_i^{in} คือ ปริมาณสินค้าคงคลังสำหรับผลิตภัณฑ์ i

สมการเป้าหมาย (Objective function) ประกอบด้วย ต้นทุนในการผลิตและต้นทุนในการจัดเก็บสินค้า

$$\min z = \sum_{i=1}^N C_i P_i + C_i^{in} P_i^{in} \quad (1)$$

สมการข้อจำกัด (Constraints)

-ปริมาณการผลิตต้องไม่เกินกำลังการผลิตสูงสุด

$$\sum_{i=1}^N P_i \leq m_i; \forall i$$

-ปริมาณสินค้าคงคลังต้องไม่เกินพื้นที่จัดเก็บสูงสุด

$$\sum_{i=1}^N P_i^{in} \leq 25,000; \forall i$$

-ตัวแปรตัดสินใจเป็นจำนวนเต็มบวก

$$P_i, P_i^{in} \geq 0; \forall i$$

-การตอบสนองความต้องการ

$$P_i^{in} = P_{i(i-1)}^{in} + P_i - D_i; \forall i$$

-ปริมาณสินค้าคงคลังคงเหลือปลายงวด

$$P_i^{in} = 5,000$$

ผลลัพธ์ของแบบจำลอง

การคำนวณด้วย Excel Solver แสดงดังภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถลดค่าใช้จ่ายรวมเหลือ

142,616,570.24 บาทต่อปี และลดมูลค่าสินค้าคงคลังเหลือ 586,962.00 บาทต่อปี จากเดิม 4,418,334.00 บาทต่อปี หรือลดลงร้อยละ 86.71 เมื่อเทียบกับวิธีเดิม ผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้แนวทางบริหารคลังสินค้าด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการสินค้าคงคลังและลดต้นทุนได้อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

จากรายงานผลของ Excel Solver Sensitivity Report พบว่า สินค้าบางรายการมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการจัดเก็บในระดับต่างกัน ผู้วิจัยยกตัวอย่างผลการวิเคราะห์บางส่วนแสดงดังภาพที่ 6 ดังนี้

สินค้าที่ควรผลิตแต่ไม่ควรเก็บคงคลัง คือ

สินค้านำเข้า 6-02-1-PP-065-685 (18,792 กก.) สินค้ารหัส 4-01-PS-302 (12,229 กก.) สินค้ารหัส Z-02-BBLA-13 (16,054 กก.) สินค้ารหัส 5-08-K-103 (10,349 กก.) สินค้ารหัส Z-02-BBLA-28 (7,246 กก.) และสินค้ารหัส B-01-PS-26 (15,920 กก.)

สินค้าที่ควรผลิตและเก็บคงคลัง คือ

สินค้านำเข้า 4-01-PS-104 ผลิต 24,806 กก. เก็บคงคลัง 5,000 กก. สินค้ารหัส C-02-PP-21 ผลิต 25,000 หน่วย เก็บคงคลัง 4,986 กก.

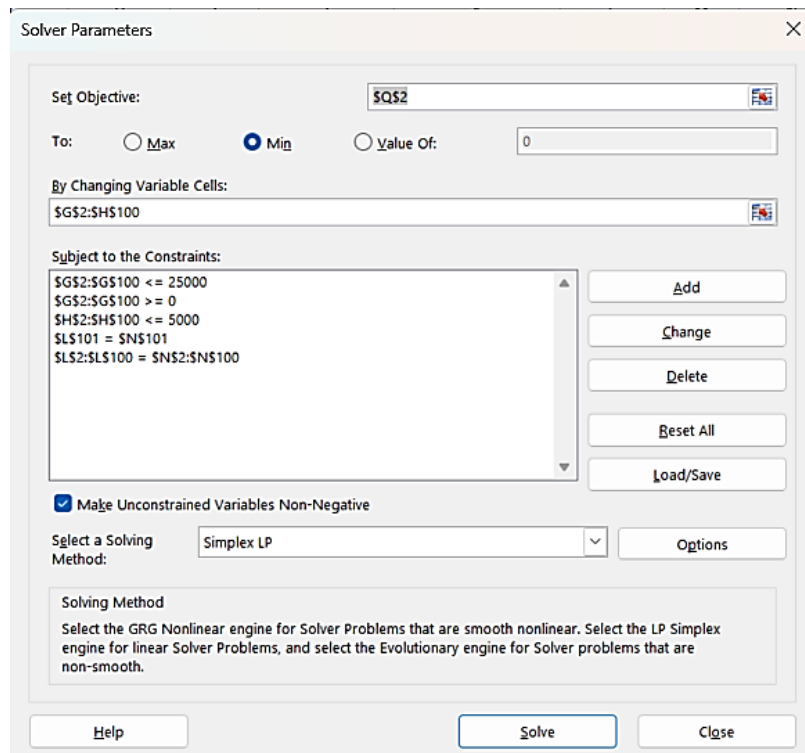
การวิเคราะห์ความไวของต้นทุนการจัดเก็บ

สินค้านำเข้า 4-01-PS-104 มี Objective Coefficient เท่ากับ 3 บาท Allowable Increase เท่ากับ 0.126 บาท และไม่มีขีดจำกัดการลดลง แสดงว่าสินค้านี้มีความไวต่อการเพิ่มต้นทุนเพียงเล็กน้อย

สินค้านำเข้า C-02-PP-21 มี Objective Coefficient เท่ากับ 92.13 บาท/หน่วย Allowable Increase เท่ากับ 1.78 บาท และไม่มีขีดจำกัดการลดลง แสดงว่าสินค้าทนต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนได้ดี

สินค้านำเข้า 5-08-K-103 ต้องลดต้นทุนการจัดเก็บลงอย่างน้อย 7.38 บาท (เหลือติดลบ -4.38 บาท/กก.) จึงจะเหมาะสมในการเก็บคงคลัง ซึ่งในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้

ดังนั้น ผลการวิเคราะห์ความไวชี้ให้เห็นว่า แบบจำลองสามารถช่วยระบุรายการสินค้าที่ควรผลิตและเก็บคงคลังได้อย่างแม่นยำภายใต้ข้อจำกัดด้านต้นทุนและพื้นที่จัดเก็บ



ภาพที่ 5 หน้าต่าง Excel Solver

Variable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$G\$2	6-02-1-PP-065-685 pm ผลิต	18792	0	98.6470791	1E+30	3.31483276
\$H\$2	6-02-1-PP-065-685 im คงคลัง	0	3.31483276	3	1E+30	3.31483276
\$G\$3	4-01-PS-302 pm ผลิต	12229	0	98.3322463	3.31483276	3.60219463
\$H\$3	4-01-PS-302 im คงคลัง	0	3.60219463	3	1E+30	3.60219463
\$G\$4	Z-02-BBLA-13 pm ผลิต	16054	0	97.7300517	3.60219463	5.56525279
\$H\$4	Z-02-BBLA-13 im คงคลัง	0	5.56525279	3	1E+30	5.56525279
\$G\$5	4-01-PS-104 pm ผลิต	24806	0	95.1647989	0.125542687	1E+30
\$H\$5	4-01-PS-104 im คงคลัง	5000	-0.12554269	3	0.125542687	1E+30
\$G\$6	5-08-K-103 pm ผลิต	10349	0	98.2903416	1E+30	0.12554269
\$H\$6	5-08-K-103 im คงคลัง	0	7.37872981	3	1E+30	7.37872981
\$G\$7	C-02-PP-21 pm ผลิต	25000	-1.78017759	92.1314342	1.780177588	1E+30
\$H\$7	C-02-PP-21 im คงคลัง	4986	0	3	1.780177588	7.37872981
\$G\$8	Z-02-BBLA-28 pm ผลิต	7246	0	96.9116118	7.378729805	1.78017759
\$H\$8	Z-02-BBLA-28 im คงคลัง	0	5.47234348	3	1E+30	5.47234348
\$G\$9	B-01-PS-26 pm ผลิต	15920	0	94.4392683	5.472343481	2.0430806

ภาพที่ 6 ตัวอย่างของผลการวิเคราะห์ความไว

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบต้นทุนก่อนและหลังใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น

รายละเอียดตัวชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง	การเปลี่ยนแปลง(ร้อยละ)
1.ต้นทุนรวมในการผลิตต่อปี (บาท)	146,000,000.00	142,616,570.24	3,383,429.76	ลดลง 2.32
2.มูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อปี (บาท)	4,418,334.00	586,962.00	3,831,372.00	ลดลง 86.71
3.จำนวนสินค้าค้างคลัง (รายการ)	127	69	58	ลดลง 45.67
4.มูลค่าสินค้าค้างคลัง (บาท)	5,490,887.36	3,510,630.11	1,980,257.25	ลดลง 36.06

5. สรุปผลการวิจัย และขอเสนอแนะ

การศึกษาการปรับปรุงระบบบริหารคลังสินค้าและกระบวนการวางแผนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งมีผลิตภัณฑ์หลักเป็นโพนและพลาสติกบรรจุภัณฑ์ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น พบว่า การดำเนินการจำหน่ายสินค้าคงคลังที่ไม่มีการหมุนเวียนสามารถลดปริมาณสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมูลค่าสินค้าคงคลังที่สามารถระบายออกได้ลดลงร้อยละ 36.06 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแนวทางดังกล่าวในการลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพื้นที่จัดเก็บ นอกจากนี้ การนำระบบการจัดการสินค้าคงคลังแบบ ABC Analysis มาใช้ช่วยเพิ่มความชัดเจนในการจำแนกประเภทสินค้าและการจัดลำดับความสำคัญ ทำให้พนักงานสามารถบริหารจัดการสินค้าคงคลังได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อผนวกรวมกับการวางแผนการผลิตของสินค้ากลุ่ม A ด้วยเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น พบว่าสามารถลดมูลค่าสินค้าคงคลังลงได้ถึงร้อยละ 86.71 เมื่อเทียบกับวิธีการวางแผนแบบเดิม ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของการบูรณาการ LP และ ABC Analysis ในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านต้นทุน จากการวิเคราะห์ค่า Objective Coefficient และ Reduced Cost ยังพบว่าสามารถระบุได้ว่าสินค้ารายการใดควรเก็บคงคลังหรือไม่ควรเก็บ ตัวอย่างเช่น สินค้ารหัส 4-01-PS-104 มีค่า Allowable Increase ต่ำ แสดงถึงความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุน จึงควรมีการควบคุมต้นทุนอย่างใกล้ชิด ขณะที่สินค้ารหัส B-01-PS-26 มีค่า Reduced Cost ใกล้ 0 คือ 2.04 บาท บ่งชี้ว่าหากมีการปรับต้นทุนให้ต่ำลงเล็กน้อย จะสามารถพิจารณาเก็บคงคลังในอนาคตได้อย่างคุ้มค่า และผลการวิจัยโดยรวมชี้ให้เห็นว่า การใช้กลยุทธ์จำหน่ายสินค้าคงคลังควบคู่กับ ABC Analysis การประยุกต์แบบจำลอง Linear Programming และการวิเคราะห์ความไว ช่วยให้การจัดการสินค้าคงคลังมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดต้นทุนการดำเนินงาน และสนับสนุนการตัดสินใจด้านการผลิตได้แม่นยำขึ้น ทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้เป็นแนวทางพัฒนาระบบคลังสินค้าในระยะยาว สอดคล้องกับแนวคิดการบริหารสินค้าคงคลังเชิงปริมาณ (Quantitative Inventory Control) ที่มุ่งเน้นการจัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดขององค์กร ซึ่งผลลัพธ์ของงานวิจัยนั้นสอดคล้องกับงานของ Shek Ahmed et al. (2021) ที่ชี้ให้เห็นว่าการใช้ Sensitivity Analysis สามารถช่วยให้การตัดสินใจด้านการผลิตมีความแม่นยำยิ่งขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับงานของจิราดา (2565) ที่ลดต้นทุนได้ร้อยละ 15 แบบจำลองในงานวิจัยนี้สามารถลดต้นทุนได้มากกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากได้รับการปรับให้สอดคล้องกับบริบทเฉพาะของอุตสาหกรรมโพนบรรจุอาหาร

อย่างไรก็ตาม แบบจำลองยังมีข้อจำกัดด้านข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่ไม่แน่นอน รวมทั้งข้อสมมติที่กำหนดให้ต้นทุนคงคลังคงที่ ซึ่งอาจไม่สะท้อนสภาพแวดล้อมการผลิตจริงในระยะยาว จึงควรมีการพัฒนาแบบจำลองในอนาคตเพื่อให้มีความยืดหยุ่นสูงขึ้น และรองรับความผันผวนของตลาดได้ดียิ่งขึ้น จากการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตของสินค้ากลุ่ม A พบว่า

โปรแกรม Excel Solver มีข้อจำกัดด้านจำนวนตัวแปรตัดสินใจ ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถวางแผนการผลิตได้ครอบคลุมทุกสถานการณ์ โดยเฉพาะช่วงที่ความต้องการมีความผันผวนสูง ดังนั้น ควรนำหลักการพยากรณ์ความต้องการ เข้ามาสนับสนุน เพื่อเพิ่มความแม่นยำของการวางแผนการผลิต และลดความเสี่ยงจากการผลิตที่เกินหรือขาดกว่าความต้องการจริง อีกทั้งควรพัฒนาแบบจำลองให้มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยพิจารณาใช้การเพิ่มประสิทธิภาพแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Optimization) เพื่อพิจารณาปัจจัยหลายมิติ เช่น ต้นทุนการผลิต ระยะเวลาการทำงานของพนักงาน กำลังการผลิต และระดับสินค้าคงคลัง ซึ่งจะช่วยให้ผลการวางแผนการผลิตสอดคล้องกับสภาวะการดำเนินงานจริงมากยิ่งขึ้น ในเชิงปฏิบัติ แม้ว่าต้นทุนการเก็บรักษาในคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาจะอยู่ในระดับต่ำ คือ ประมาณ 3 บาทต่อหน่วย แต่เมื่อพิจารณารวมกับต้นทุนรวมของกระบวนการผลิต พบว่าไม่คุ้มค่าในบางกรณี โดยเฉพาะภายใต้ข้อจำกัดด้านพื้นที่จัดเก็บ กำลังการผลิต และความเร่งด่วนของคำสั่งซื้อ ปัจจัยเหล่านี้ควรถูกผนวกรวมในการวิเคราะห์เพื่อให้การวางแผนการผลิตมีความสมจริงและแม่นยำมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. บริษัทควรจัดระบบตรวจสอบสินค้าคงคลังประจำเดือน พร้อมระบุสินค้าคงสต็อก และสินค้าที่มีอัตราหมุนเวียนต่ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่จัดเก็บ
2. ควรนำระบบ ABC Analysis ไปประยุกต์ใช้กับสินค้าทุกประเภท เพื่อให้การจัดลำดับความสำคัญของสินค้าคงคลังเป็นระบบมากขึ้น
3. ควรใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น ในการกำหนดปริมาณการผลิตรายเดือน โดยพิจารณารวมกับข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตจริง เพื่อควบคุมต้นทุนและลดความเสี่ยงจากการผลิตเกินความจำเป็น
4. ควรนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความไวมาใช้ควบคุมต้นทุนของสินค้าที่มีความอ่อนไหว เช่น รายการที่มีค่า Allowable Increase ต่ำ

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวิธีการพยากรณ์ความต้องการ เช่น ARIMA, Holt-Winters หรือวิธี Machine Learning เพื่อสะท้อนความผันผวนของตลาดได้แม่นยำขึ้น
2. ควรประยุกต์แบบจำลองเพิ่มประสิทธิภาพแบบหลายวัตถุประสงค์ เพื่อพิจารณาปัจจัยอื่นนอกเหนือจากต้นทุน เช่น ระยะเวลาการผลิต การใช้แรงงาน หรือระดับบริการลูกค้า
3. ควรขยายผลการวิจัยไปยังสินค้ากลุ่มอื่น เช่น ผลิตภัณฑ์โพนรุ่นพิเศษหรือสินค้าที่มีความต้องการไม่สม่ำเสมอ เพื่อทดสอบความสอดคล้องของแบบจำลองกับสภาพการผลิตจริง
4. ควรพัฒนาแบบจำลองบนซอฟต์แวร์หรือแพลตฟอร์มที่รองรับจำนวนตัวแปรมากกว่า Excel Solver เช่น LINGO, Gurobi หรือ Python-PuLP เพื่อเพิ่มศักยภาพของการวางแผนการผลิตในสถานการณ์จริง

6.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณพนักงาน และสถานประกอบการที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษา และเก็บข้อมูล และให้ความช่วยเหลือร่วมมือเป็นอย่างดี

7.เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. รายงานแนวโน้มอุตสาหกรรมปีโตรเคมี. กระทรวงอุตสาหกรรม; 2566. เข้าถึงเมื่อ 4 มกราคม 2568. เข้าถึงได้จาก https://www.oie.go.th/assets/portals/1/files/monthly_report/annual_report_2022_for2023.pdf
- [2] International Monetary Fund. World Economic Outlook: Global Prospects and Policies. IMF; 2024. เข้าถึงเมื่อ 4 มกราคม 2568. เข้าถึงได้จาก: <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WEO/2024/October/English/text.ashx>
- [3] วรุตม์ บุญภักดี, ดวงรัตน์ หิรัญญะสิริ, รัชานนท์ ลั่นซ้าย, วิศัลยา เกียรติคุณรัตน์, ปฐมพงษ์ สังข์ทอง. การปรับปรุงตำแหน่งการจัดเก็บของคลังสินค้าสำเร็จรูป: กรณีศึกษา บริษัทผลิตเสื้อผ้ากีฬา. วิศวกรรมลาดกระบัง. 2565;39(2):113–124.
- [4] จีราดา อนุชิตนันทน์. การประยุกต์แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นสำหรับการวางแผนการผลิต: กรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม. 2565;15(3):46–56.
- [5] อรรถเดช อุบลไทร, อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์. การประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางตำแหน่งสินค้าภายในคลังสินค้า: กรณีศึกษา บริษัทจัดจำหน่ายสินค้าบรรจุภัณฑ์ขนมและอาหารแห่งหนึ่ง. Thai Journal of Operations Research (TJOR). 2021;9 (2):21–35.
- [6] ปุณณวิทย์ เศรษฐ์สมบูรณ์, กาญจนา เศรษฐนันท์, กฤษณรัช นิตสิริ. การจัดเส้นทางเดินรถแบบผสมผสานระหว่างภารกิจ การรับและส่งร่วมกับการใช้บริการรถเช่า: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมอาหารสัตว์. Engineering and Technology Horizons. 2024;41(3): Article 410304. doi:10.55003/ETH.410304.
- [7] ชาริตาร์ จะเจ๊ะ, กิตติศักดิ์ ถิ่นพันธุ์. การจัดตารางการทำงานเพื่อลดต้นทุนแรงงานของบริษัทผลิตภัณฑ์ปลากระป๋องสยาม จำกัด จังหวัดสตูล ประเทศไทย. วารสารวิชาการชาชนนเทศมรภ.ภูเก็ต. 2564;5(2):31–41.
- [8] จินตพร หนัวินปิ่น, บุญอ้อม โฉมทิ, ประสิทธิ์ พยัคฆพงษ์. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี สำหรับความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในภาคกลางของประเทศไทย. ใน: การประชุมวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2555. หน้า 281–290.
- [9] อาทร จิตสุนทรชัยกุล. การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลังและคลังสินค้าของอุตสาหกรรมผ้าเบรคในประเทศไทย: กรณีศึกษา บริษัท เอส.ซี.เอช. อินดัสตรี จำกัด. สุทธิปริทัศน์. 2561;32(102):45–57.
- [10] Ahmed S, Sultana J, Nilu TY, Islam S. Sensitivity analysis of linear programming in decision making model. International Journal of Theoretical and Applied Mathematics. 2021;7(3):92–99.