บทความวิจัย

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของธุรกิจค้าวัสดุก่อสร้างด้วยหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

ศิวศิษฏ์ ปิจมิตร ปริดา จิ๋วปัญญา* และ ภาคภูมิ ใจชมภู
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาชีพและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
พินิจ เนื่องภิรมย์ และ กิจจา ไชยทนุ
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาชีพและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
สุวรรณี ศรียาบ และ วีรชัย ใจคำปัน
ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาชีพและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 09 8427 9766 อีเมล: parida.jewpanya@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.08.001
รับเมื่อ 13 มีนาคม 2566 แก้ไขเมื่อ 17 พฤษภาคม 2566 ตอบรับเมื่อ 29 มิถุนายน 2566 เผยแพร่ออนไลน์ 5 สิงหาคม 2567
© 2025 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตคอนกรีตบล็อกในกรณีศึกษาธุรกิจค้าวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากการดำเนินการผลิตในปัจจุบันมีการใช้พนักงานทำการผลิตอยู่ทุกขั้นตอน อีกทั้งการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ส่งผลให้ไม่สามารถส่งผลิตภัณฑ์ได้ทันตามกำหนด ดังนั้นเจ้าของธุรกิจจึงมีแนวคิดในการนำเอาหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการผลิต โดยหาแนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปแฟล็กซิมร่วมกับการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ ประกอบด้วยหลักการ ECRS การวิเคราะห์ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ผังสายธารแห่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์ แผนภูมิกระบวนการไหล เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต และทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองเปรียบเทียบกับสถานการณ์การผลิตจริง มากไปกว่านั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตที่เป็นไปได้มี 3 แนวทาง ได้แก่ 1) การใช้เครื่องพันพาเลทระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ 2) การใช้เครื่องพันพาเลทระบบกึ่งอัตโนมัติ และ 3) การจัดวางเครื่องจักรในกระบวนการเรียงและกระบวนการพันใหม่ ผลจากการเปรียบเทียบทุกสถานการณ์ แสดงให้เห็นว่า แนวทางที่ 3 เป็นการลงทุนซื้อเครื่องพันพาเลทอัตโนมัติร่วมกับการจัดผังโรงงานใหม่จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตคอนกรีตบล็อกได้จาก 37 พาเลทต่อวัน เป็น 40 พาเลทต่อวัน ผลิตภาพของกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 83.95 เปอร์เซ็นต์ เป็น 90.76 เปอร์เซ็นต์ และมีระยะเวลาคืนทุน เท่ากับ 0.72 ปี

คำสำคัญ: การจำลองสถานการณ์ ประสิทธิภาพการผลิต หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ คอนกรีตบล็อก

การอ้างอิงบทความ: ศิวศิษฏ์ ปิจมิตร, ปริดา จิ๋วปัญญา, ภาคภูมิ ใจชมภู, พินิจ เนื่องภิรมย์, กิจจา ไชยทนุ, สุวรรณี ศรียาบ และ วีรชัย ใจคำปัน, "การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของธุรกิจค้าวัสดุก่อสร้างด้วยหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 35, ฉบับที่ 1, หน้า 1–14, เลขที่บทความ 251-106819, ม.ค.–มี.ค. 2568.

Research Article

Simulation Modeling to Improve the Production Efficiency of Construction Retail Business with Robots and Automation

Siwasit Pitjamit Parida Jewpanya* and Pakpoom Jaichompoo
Department of Industrial Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Tak, Thailand
Center of Excellence, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Tak, Thailand
Pinit Nuangpirom and Kitchar Chaithanu
Department of Electrical Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, Thailand
Center of Excellence, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, Thailand
Suwannee Sriyab
Center of Excellence, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Tak, Thailand
Veerachai Jaikampan
Center of Excellence, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 09 8427 9766, E–mail: parida.jewpanya@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.08.001
Received 13 March 2023; Revised 17 May 2023; Accepted 29 June 2023; Published online: 5 August 2024
© 2025 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This article aims to design and develop a simulation model for improving concrete block production efficiency in a case study of construction retail business. Due to the current production process, workers are required in every step of production. In addition, the production is insufficient to meet customer needs. As a result, the products cannot be delivered on time. Therefore, business owners have the idea of getting robots and automation to help in line production to find suitable ways to increase production efficiency. The development of the simulation model was created using the FlexSim software program with the application of industrial engineering tools. It consists of ECRS principles, Bill of Materials (BOM), Value Stream Mapping (VSM), and Flow Process Charts. The simulation model was then tested in the actual situation for validation and production efficiency. Moreover, there are three possible scenarios to improve the efficiency of the production process: 1) Using a fully automatic pallet wrapper 2) Using a semi-automatic pallet wrapping machine, and 3) Machine replacement in the palletizing process and wrapping process. The third is the investment in the automatic pallet wrapping machine together with the new factory layout. The production capacity of concrete blocks increases from 37 to 40 pallets per day, the productivity of the production process from 83.95% to 90.76%, and the payback period is 0.72 year.

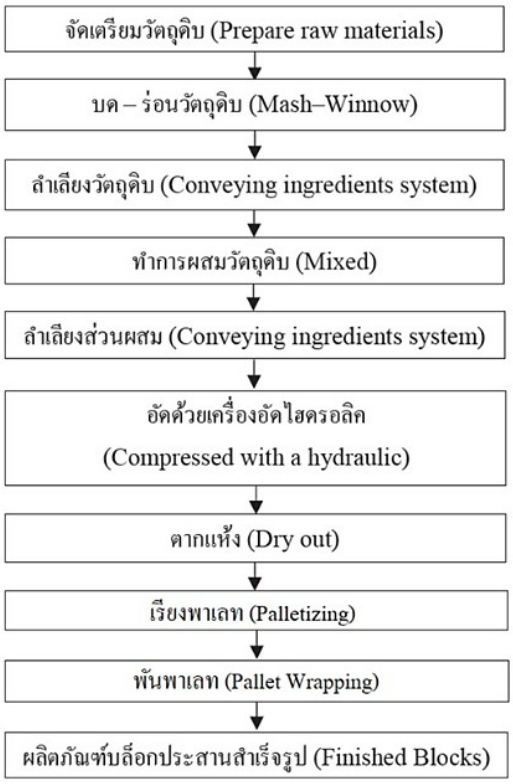
Keywords: Simulation, Production Efficiency, Robotics and Automation, Concrete Block

Please cite this article as: S. Pitjamit, P. Jewpanya, P. Jaichompoo, P. Nuangpirom, K. Chaithanu, S. Sriyab, and V. Jaikampan, "Simulation Modeling to Improve the Production Efficiency of Construction Retail Business with Robots and Automation," *The Journal of KMUTNB*, vol. 35, no. 1, pp. 1–14, ID. 251-106819, Jan.–Mar. 2025 (in Thai).

1. บทนำ

นับตั้งแต่รัฐบาลมีนโยบายขับเคลื่อนเศรษฐกิจ เพื่อกระตุ้นภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอสังหาริมทรัพย์ ส่งผลให้ธุรกิจค้าวัสดุก่อสร้างเติบโตขึ้นถึงร้อยละ 30 [1] เห็นได้จากการขยายตัวของภาครัฐที่ลงทุนโครงการต่าง ๆ มากขึ้น ส่งผลให้อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง โดยเฉพาะธุรกิจร้านค้าวัสดุก่อสร้างแบบดั้งเดิม (Traditional Trade) ที่ส่วนใหญ่จำหน่ายวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างตั้งแต่ฐานรากถึงหลังคา เช่น กระเบื้อง ถังน้ำ อุปกรณ์ประปา ท่อ PVC ปูน ผนัง ผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์ห้องน้ำ คอนกรีตบล็อก อุปกรณ์สวนและการเกษตร อุปกรณ์ประตู เครื่องมือ ฮาร์ดแวร์ เหล็ก แผ่นยิปซั่ม ฝ้าเพดาน หลอดไฟ ไม้ตกแต่ง เป็นต้น มีการเติบโตเพิ่มขึ้น โดยพบว่า มูลค่าตลาดของธุรกิจวัสดุก่อสร้างใน พ.ศ. 2564 มีมูลค่าถึง 1,364 ล้านบาท ขณะที่มีจำนวนผู้ประกอบการมากกว่า 14,000 ราย [2] ซึ่งใน พ.ศ. 2565 ความต้องการใช้วัสดุก่อสร้างโดยรวมในประเทศ มีอัตราเติบโตมากขึ้นร้อยละ 3 ส่งผลให้เกิดการแข่งขันในสายธุรกิจค้าวัสดุก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น [3]

บริษัทกรณีศึกษากำลังประสบปัญหาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ขายได้ทีละมาก ๆ (Mass Volume) ในกระบวนการผลิตประกอบด้วย 1) การจัดเตรียมวัตถุดิบ 2) การบดร่อนวัตถุดิบ 3) การผสมวัตถุดิบ 4) การอัดคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิค 5) การเรียงคอนกรีตบล็อกบนพาเลท และ 6) การพันพาเลท ดังรูปที่ 1 ในสายการผลิตมีพนักงาน 7 คน ใช้เวลาในการผลิตประมาณ 9 ชั่วโมงต่อวัน ผลผลิตที่ควรจะได้เป็น 40 พาเลทต่อวัน แต่สามารถผลิตได้ประมาณ 37 พาเลทต่อวันเท่านั้น โดยผลิตภาพของกระบวนการผลิตเท่ากับ 83.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า มีปัญหาเรื่องความไม่คล่องตัวของการไหลในกระบวนการผลิต ได้แก่ เกิดความล่าช้าเนื่องจากการรอคอยในกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อกบนพาเลท และการพันพาเลทที่ยังใช้พนักงานทำงานในขั้นตอนนี้ ส่งผลให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรการผลิต เช่น เครื่องจักรและคนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ



รูปที่ 1 แผนผังกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการปรับปรุงสายการผลิตที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยมุ่งเน้นการกำหนดแนวทางที่เหมาะสม ในการหาทรัพยากรการผลิตให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประกอบกับเจ้าของธุรกิจมีความต้องการทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ เข้ามายกระดับศักยภาพการแข่งขันในธุรกิจเพิ่มมากขึ้น เช่น การพิจารณาใช้พื้นที่ให้เหมาะสม ลดจำนวนพนักงาน เพิ่มเครื่องจักรให้เป็นระบบอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ หรืออุปกรณ์ร่วมกัน การพิจารณาการไหลในกระบวนการ รวมถึงการทำงานที่เหมาะสม เป็นต้น เพื่อลดเวลารอคอยในกระบวนการ และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการผลิต อย่างไรก็ตาม การดำเนินการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิตดังที่กล่าวมาข้างต้น จำเป็นต้องทำการตัดสินใจภายใต้การลงทุนที่เหมาะสม ดังนั้น การจำลองสถานการณ์ (Simulation) ในคอมพิวเตอร์จะช่วยให้

สามารถวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบสภาพการทำงานปัจจุบันและวิธีการที่เหมาะสมตามแนวทางต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการตัดสินใจและการดำเนินการปรับปรุงจริงได้ ดังนั้น วัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้ คือ การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตคอนกรีตบล็อก

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ทฤษฎีการจำลองสถานการณ์ และเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจำลองสถานการณ์ในอุตสาหกรรม (Industrial Simulation)

การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนค่าปัจจัยต่าง ๆ โดยไม่กระทบกับระบบจริง อีกทั้งสามารถช่วยวิเคราะห์หาแนวทาง (Scenario) ที่เหมาะสมก่อนไปใช้กับการปฏิบัติงานจริง รวมทั้งลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาดและลดต้นทุนในการทดลองใช้จริง โดยสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายสถานการณ์ เช่น กระบวนการผลิต การจัดการคลังสินค้า แถวคอยการบริการ เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม FlexSim Simulation ซึ่งสามารถสร้างโมเดลจำลองปัญหาเพื่อให้เห็นถึงข้อดีและข้อจำกัด เพื่อให้ได้ทางเลือกที่ดีที่สุดก่อนลงมือปฏิบัติจริง และสร้างแบบจำลองสถานการณ์ได้หลายรูปแบบ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์พฤติกรรมและวัดผลการทำงานที่เกิดขึ้น ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในส่วนที่กระทบกับการทำงานจริง ช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงาน และทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า [4], [5]

2.2 การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS

ความสูญเปล่า (Waste) หมายถึง สิ่งที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ซึ่งความสูญเปล่า ประกอบด้วย การผลิตมากเกินไป (Overproduction) การรอคอย (Waiting) การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transporting) การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ (Processing) การเก็บสินค้าที่มากเกินไป (Inventory) การเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น (Motion) และ ของเสีย (Defect) ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการนี้ เป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ [6] ดังนั้น จึงควรทำการลดความสูญเปล่าเหล่านี้ลง โดยใช้หลักการ ECRS ซึ่งประกอบไปด้วย

2.2.1 การกำจัด (Eliminate) คือ การศึกษาการทำงานและกำจัดความสูญเปล่าที่พบออกไป

2.2.2 การรวมกัน (Combine) คือ การศึกษาเพื่อรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลง

2.2.3 การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) คือ การจัดเรียงขั้นตอนการผลิตใหม่ หรือสลับลำดับในการทำงาน เพื่อลดการเคลื่อนที่ หรือการรอคอย

2.2.4 การทำให้ง่าย (Simplify) คือ การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น

2.3 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ (Bill of Materials; BOM)

รายการส่วนประกอบหรือสูตรการผลิต หรืออาจเรียกอีกอย่างได้ว่า “Product Structure” ที่ระบุองค์ประกอบวัสดุ วัตถุดิบ หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งของ ชิ้นส่วน เครื่องยนต์ อาหาร เป็นต้น ประโยชน์ของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ควบคุมงบประมาณและให้ช่วยสร้างความโปร่งใส และควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วน วัตถุดิบต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (End Product) [7]

2.4 ผังสายธารแห่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์ (Value Stream Mapping; VSM)

เป็นเครื่องมือลีนที่สนับสนุนแนวคิดแบบลีน (Lean Thinking) เพื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยทำให้เข้าใจภาพรวมการไหลของงานตลอดทั้งกระบวนการ ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะทำให้สามารถระบุขอบเขตและกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับงานวิจัย มุ่งสู่การกำจัดความสูญเปล่าที่ไม่ช่วยให้เกิดมูลค่าเพิ่ม และเน้นระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงแนวทางการปรับปรุงที่มุ่งตอบ

สนองความต้องการของลูกค้า [8] โดยมีการจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.4.1 กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า (Value Added; VA) เป็นการเปลี่ยนรูปร่างหรือสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบผลิตภัณฑ์ในกระบวนการจนนำไปสู่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป.

2.4.2 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าแต่จำเป็น (Necessary but Non-Value Added; NNVA) เป็นความสูญเปล่าแต่อาจจำเป็นต้องยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

2.4.3 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non Value Added; NVA) ถือเป็นความสูญเปล่าและจำเป็นต้องกำจัดออกไป ซึ่งบทบาทของแผนภาพสายธารคุณค่าที่มีต่องานวิจัยนี้ ถูกนำมาใช้ในขั้นตอนของการกำหนดหัวข้อปัญหา เพื่อนำไปสู่การระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพปัจจุบัน

2.5 แผนภูมิการไหล (Flow Process Chart)

เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกการปฏิบัติงานตามขั้นตอนมาตรฐานของกระบวนการ โดยการนำมาเขียนร่วมกับการใช้สัญลักษณ์แทนขั้นตอนต่าง ๆ เริ่มจากการแบ่งกระบวนการทั้งหมดออกเป็นขั้นตอนย่อย โดยแต่ละขั้นตอนย่อยต้องเป็นการกระทำอย่างหนึ่งอย่างใดในบรรดาการปฏิบัติงาน การเคลื่อนย้าย การรอคอย การตรวจสอบ และการเก็บพัก โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้เป็นสากล ดังตารางที่ 1 จากนั้นข้อมูลที่ได้จึงสามารถนำมาวิเคราะห์หาขั้นตอนการทำงานที่ถือว่าเป็นความสูญเปล่าและต้องการ การปรับปรุงโดยใช้เทคนิค ECRS ในการดำเนินกิจกรรมปรับปรุงกระบวนการหรือที่เรียกว่าไคเซ็น (Kaizen) เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาและการวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนโดยการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนและแผนภาพสายธารคุณค่า ทำให้เห็นลำดับขั้นตอนการไหลของกระบวนการได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และง่ายต่อการวิเคราะห์ความสูญเปล่า [9] ประกอบกับการนำทฤษฎีแถวคอยเข้ามาใช้ในการศึกษา เพื่อแก้ปัญหาความแออัดและลดปัญหาการรอคอยที่มีระยะเวลานาน ประกอบกับ

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ในแผนภูมิการไหล

สัญลักษณ์	ความหมาย
●	การปฏิบัติงาน (Operation)
D	การรอคอย (Delay)
■	การตรวจสอบ (Inspection)
▼	การเก็บพัก (Storage)
➡	การเคลื่อนย้าย (Transportation)

การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ การแจกแจงของข้อมูล รวมถึงองค์ประกอบของแถวคอย ไม่ว่าจะเป็น ลักษณะการเข้ามาของผู้ใช้บริการ จำนวนหน่วยการให้บริการ และระยะเวลาในการให้บริการ เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการหา แนวทางการลดระยะเวลาของการดำเนินงาน [10] นอกจากนี้เครื่องมือที่จะเข้ามาช่วยทำให้สามารถเห็นถึงผลลัพธ์ของการทำงานและแนวทางในการลดระยะเวลาได้ดียิ่งขึ้นอีกตัว คือ แบบจำลองสถานการณ์ โดยขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นตอนการทำงานในแต่ละกระบวนการ ไม่ว่าจะเป็น ระยะเวลาในการทำงานของแต่ละกระบวนการ ทรัพยากรที่ใช้ ตลอดจนการนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ของทั้งแบบจำลองต้นแบบและแบบจำลองเพื่อการปรับปรุงกระบวนการควบคู่ไปกับทบทวนเอกสารหรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยผลลัพธ์ของการศึกษาพบว่า การจัดให้มีอุปกรณ์ที่ทันสมัยและเหมาะสมเพื่ออำนวยความสะดวกในการขนถ่ายและ การไหลของสินค้า การย้ายงานที่ไม่จำเป็นต้องทำในเวลาเร่งด่วนไปทำภายหลังในช่วงเวลาที่มีปริมาณผู้เข้ารับบริการต่ำ การออกแบบพื้นที่ดำเนินงานอย่างถูกต้องและมีระบบติดตามสถานะของสินค้าที่อยู่บริเวณสถานที่จัดเก็บ และการขยายพื้นที่ทางกายภาพเพื่อลดความแออัด [11] จะเป็นแนวทางที่จะช่วยลดระยะเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า แบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดสรรจำนวนพนักงาน เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานและใช้ประโยชน์จากพนักงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากงานวิจัย [12] ได้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนสำเร็จ เพื่อจัดสรรจำนวนพนักงานให้เหมาะสมกับอัตราการผลิต และปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ เพื่อลดต้นทุนด้านแรงงานที่ไม่จำเป็น และเพิ่มอรรถประโยชน์ของพนักงาน หลังจากการดำเนินงานวิจัยพบว่า สามารถลดจำนวนพนักงานต่อสายการผลิต เพิ่มอรรถประโยชน์เฉลี่ยของพนักงานภายในสายการผลิตได้ และส่งผลให้ลดจำนวนเงินต่อเดือนได้

งานวิจัย [13] ได้ทำการศึกษาการดำเนินงานในคลังสินค้าอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการจัดวางสินค้าที่ไม่แน่นอนซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาในกระบวนการหยิบสินค้า โดยทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยการวิเคราะห์แผนผังสาเหตุและผล และแบ่งกลุ่มสินค้าด้วยการวิเคราะห์แบบ ABC จากนั้นได้สร้างการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim เพื่อปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้าตามความถี่ในการเบิกจ่ายสินค้า ผลการวิจัยพบว่า สามารถลดเวลาในการหยิบสินค้าได้ 7.97 เปอร์เซ็นต์ และลดเวลาในการขนส่งไปยังรถส่งสินค้าได้ 3.75 เปอร์เซ็นต์

งานวิจัย [14] ได้นำหลักของผังสายธารแห่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์ และการจำลองสถานการณ์มาใช้จัดสรรพนักงาน และปรับกระบวนการผลิตของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ พบว่า กระบวนการผลิตใหม่สามารถลดจำนวนพนักงานจาก 4 คน เหลือ 2 คน และลดเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้จากเดิม 2 เครื่อง เหลือ 1 เครื่อง และสามารถจัดสรรพนักงานและเครื่องจักรที่เหลือไปรองรับสายการผลิตใหม่ได้ ส่งผลให้มีความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานต่อปีลงได้

2.7 วิธีการวิจัย

2.7.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาผลิตคอนกรีตบล็อกทั้งหมด 7 ชนิด คือ 1) อิฐบล็อก 7 เซนติเมตร ธรรมดา 2) อิฐบล็อก 7 เซนติเมตร มอก. 3) อิฐบล็อก 9 เซนติเมตร 4) อิฐบล็อก 9 เซนติเมตร 5) อิฐบล็อก 14 เซนติเมตร 6) อิฐบล็อก 19 เซนติเมตร และ 7) อิฐ Fast Brick ผู้วิจัยได้เลือกศึกษา กระบวนการผลิตอิฐบล็อก 7 เซนติเมตร มอก. เพราะมีปริมาณการผลิตจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 60 ของการผลิตคอนกรีตบล็อกรวมทั้งหมด

ตารางที่ 2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตอิฐบล็อก 7 เซนติเมตร มอก. สถานะปัจจุบัน

สรุปผล		รวม	สรุปผล
○ การทำงาน		6	ระยะทาง 48 เมตร
⇨ การขนย้าย		9	เวลารวม 1,554 นาที
□ การตรวจสอบ		2	-
D การรอคอย		2	-
▽ การเก็บรักษา		1	-
ระยะทาง (เมตร)	**เวลา (นาที)**	**สัญลักษณ์**	**คำอธิบายการทำงาน**
	5	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานจัดเตรียมวัตถุดิบส่วนผสมในพื้นที่จัดเก็บ
6	3	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายวัตถุดิบไปยังพื้นที่ลงวัตถุดิบ
	3	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานตรวจสอบวัตถุดิบ
3	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายวัตถุดิบไปยังพื้นที่ตรวจสอบส่วนผสม
	15	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานตรวจสอบวัตถุดิบและส่วนผสม
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายวัตถุดิบไปยังเครื่องบด-ร่อน
	15	○ ⇨ □ D ▽	ทำการบดร่อนวัตถุดิบ
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายวัตถุดิบไปยังเครื่องผสม
	15	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานทำการผสมวัตถุดิบ
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายส่วนผสมไปยังเครื่องอัดไฮดรอลิค
	2	○ ⇨ □ D ▽	ส่วนผสมรอที่จุดผลิต
	20	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานอัดอิฐบล็อกด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิค

ตารางที่ 2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตอิฐบล็อก 7 เซนติเมตร มอก. สถานะปัจจุบัน (ต่อ)

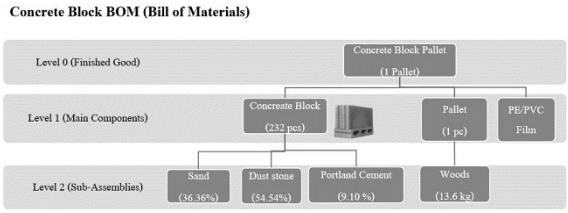
ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	คำอธิบายการทำงาน
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายอิฐบล็อกไปตากแห้งไว้ที่ชั้นวาง
	1,440	○ ⇨ □ D ▽	ตากแห้งที่ชั้นวางทิ้งไว้ 1 วัน (24 ชั่วโมง หรือ 1,440 นาที)
	5	○ ⇨ □ D ▽	ทำการสุ่มตรวจอิฐบล็อก
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายอิฐบล็อกไปเรียงบนพาเลท
	10	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานทำการเรียงอิฐบล็อก
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานเคลื่อนย้ายอิฐบล็อกไปยังกระบวนพันพลาสติก
	4	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานทำการพันพาเลทด้วยพลาสติก
15	3	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายอิฐบล็อกไปเก็บที่บริเวณจัดเก็บ
		○ ⇨ □ D ▽	จัดเก็บอิฐบล็อกบริเวณจัดเก็บ

จากตารางที่ 2 แสดงข้อมูลเบื้องต้นในกระบวนการผลิตด้วยหลักการศึกษางานในกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก พบว่า ใช้เวลาเฉลี่ยในการผลิตคอนกรีตบล็อก 1 พาเลท (232 ก้อน) ใช้เวลา 1,554 นาที ใช้พนักงานในการผลิตรวม 7 คน

รูปที่ 2 แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันมาเป็นคอนกรีตบล็อก 1 พาเลท แบ่งออกเป็นระดับต่าง ๆ โดย Level 0 คือ ตัวผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลลัพธ์สุดท้ายของการผลิต (End Product) ซึ่งประกอบมาจากชิ้นส่วนประกอบ (Parts/Assembly) ในแผนผัง Level 1 ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้ก็ประกอบมาจากวัสดุ (Materials/Sub-Assembly) ชิ้นเล็ก ๆ จาก Level 2

2.7.2 วิเคราะห์แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบัน

การนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษารูปแบบการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตคอนกรีตบล็อกของบริษัทกรณีศึกษาจากการสัมภาษณ์และข้อมูลจากรายงานสรุปการปฏิบัติงานเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ค้นหาจุดที่เป็นคอขวด ของกระบวนการ โดยผ่านการประยุกต์ใช้เครื่องมือสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) โดยสามารถแสดงแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันได้ ดังรูปที่ 3 จากการวิเคราะห์แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบัน (AS-IS) ของกระบวนการโหลดสินค้าโรงงานกรณีศึกษาพบว่า จุดที่เป็นคอขวดของกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อกและเจ้าของสถานประกอบการมีความต้องการพัฒนาปรับปรุงอยู่ด้วยกัน 2 จุด คือ จุดที่ 1 ระยะเวลาของการรอคอยเพื่อเรียงคอนกรีตบล็อกบนพาเลท และจุดที่ 2 การใช้พนักงานในกระบวนการพันพาเลท เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวมีระยะเวลาของการดำเนินงานและการรอคอย และพนักงานว่างงานกว่ากระบวนการอื่น ๆ โดยจากการวิเคราะห์การเกิดปัญหาที่เกิดขึ้นทั้ง 2 จุด พบว่า สาเหตุของปัญหาเป็นผลมาจาก 3 สาเหตุหลัก คือ 1) ปัญหาการรอตากแห้งที่ใช้เวลาค่อนข้างนาน 2) ปัญหาของการเรียงคอนกรีตบล็อกและการพันพาเลทไม่ต่อเนื่องกัน และ 3) ยังใช้พนักงานในกระบวนการพันพาเลท



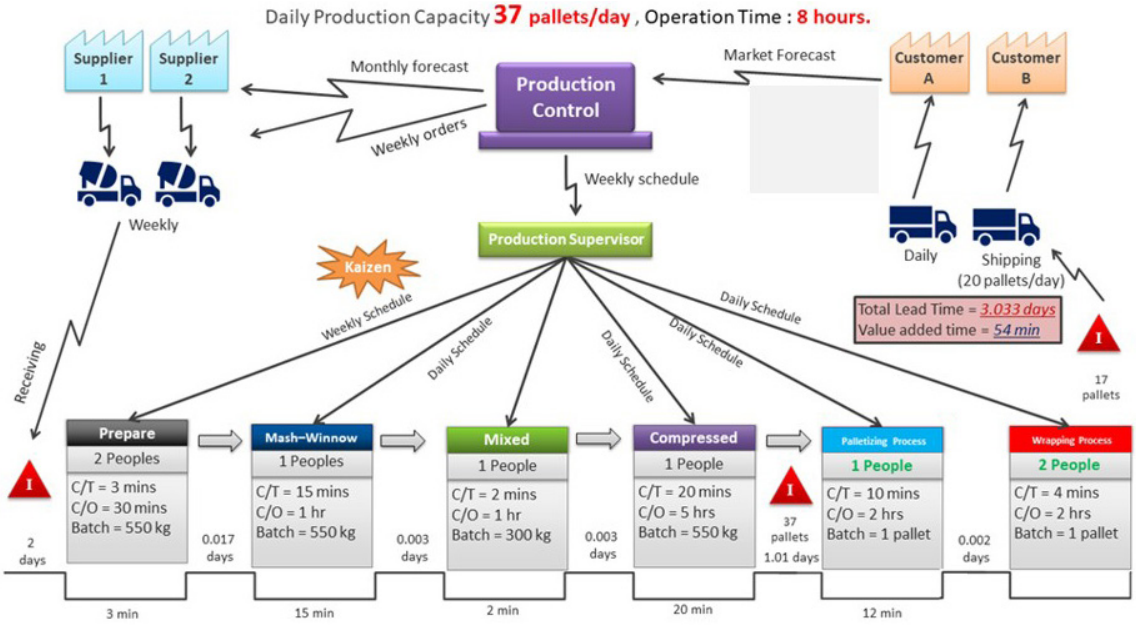
รูปที่ 2 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก

2.7.3 การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า

ขั้นตอนนี้มีความจำเป็นอย่างมาก สำหรับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยในงานวิจัยนี้มีการเก็บข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ด้วยโปรแกรม Flexsim Simulation ทั้งหมด 6 ส่วน คือ คำสั่งซื้อคอนกรีตบล็อก เวลาที่ใช้ในการผลิตในแต่ละกระบวนการ อัตราการไหล ความสามารถในการผลิต ผังโรงงาน และพฤติกรรมของระบบการผลิต ทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองเปรียบเทียบกับสถานการณ์การผลิตจริง จากค่ากำลังการผลิต (Capacity)

2.7.4 สร้างแบบจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์เชิงสถิติด้วยโปรแกรม ExpertFit เพื่อหารูปแบบการแจกแจงของ



รูปที่ 3 แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อกของบริษัทกรณีศึกษา (VSM AS-IS)

ข้อมูล เพื่อตรวจสอบหาลักษณะรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลเวลาที่เก็บได้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim เพื่อให้ได้รูปแบบ การจำลองสถานการณ์ที่แม่นยำที่สุด

การนำข้อมูล Inter-Arrival Time ที่เก็บจากการปฏิบัติงานจริง มาวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงด้วยโปรแกรม ExpertFit ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 3 พบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบ Lognormal

เมื่อได้ข้อมูล Inter-Arrival Time ที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ExpertFit แล้ว จึงนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบันโดยการวางเครื่องจักร พนักงาน และเส้นทางการผลิตของกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อกจากการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4

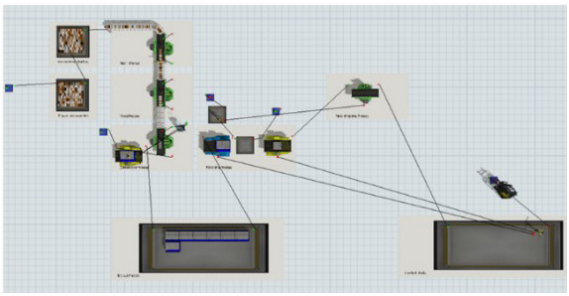
2.7.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

เมื่อสร้างแบบจำลองสมบูรณ์แล้ว จากนั้นทำการทดสอบการทำงานของแบบจำลองกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก แบบจำลองสามารถทำงานได้โดยไม่มีการแจ้งเตือนความผิดพลาดจากโปรแกรม และพฤติกรรมในแบบจำลองสามารถทำงานได้ถูกต้อง ตามสภาพแวดล้อมการทำงาน

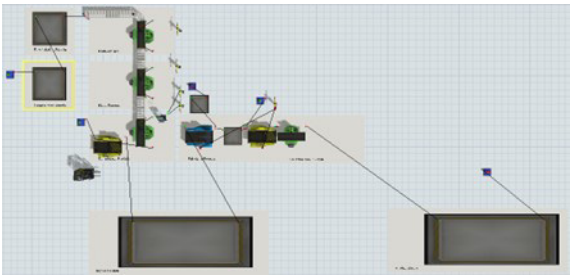
ตารางที่ 3 ข้อมูลการวิเคราะห์ Inter-Arrival TimeRelative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters	
1-Lognomal	98.21	Location Scale Shape	0.00000 11.99870 1.22888
2-Johnson SB	94.64	Lower endpoint Upper endpoint Shape #1 Shape #2	2.79754 e-4 3,398.68458 4.53356 0.80417
3-Inverse Gaussian	82.14	Location Scale Shape	0.00000 28.91729 7.57930
15 models are defined with scores between 0.00 and 98.21			

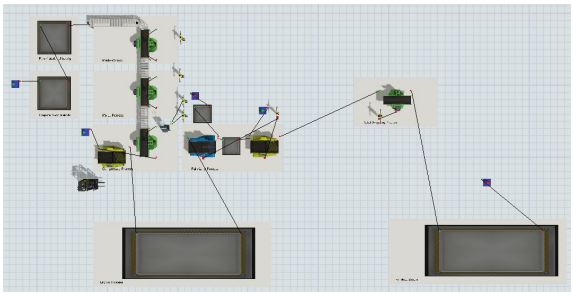
จริงของโรงงานกรณีศึกษา ในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองนี้ ใช้การตรวจสอบความสมเหตุสมผลด้วยโปรแกรม Minitab ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และประมวลผลทางสถิติ โดยในขั้นตอนนี้ได้เก็บเวลาที่ใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อกต่อ Batch ต่อเนื่อง 30 Batch ของกระบวนการผลิตจริงกับแบบจำลอง



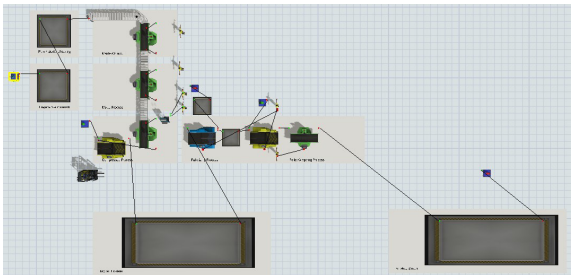
รูปที่ 4 แบบจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน



รูปที่ 5 แบบจำลองสถานการณ์ ทางเลือกที่ 1



รูปที่ 6 แบบจำลองสถานการณ์ ทางเลือกที่ 2



รูปที่ 7 แบบจำลองสถานการณ์ ทางเลือกที่ 3

กระบวนการผลิตนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อพิสูจน์ว่าแบบจำลองกระบวนการผลิตที่สร้างขึ้นถูกต้อง และสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้ เพื่อที่จะนำแบบจำลองนี้ไปใช้ทดลองหาทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยการนำหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

2.7.6 สร้างทางเลือกการแก้ปัญหา

จากการวิเคราะห์สถานการณ์ จากแบบจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน ทำให้พบปัญหาคอขวดที่เกิดในกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก ในขั้นตอนการเรียงคอนกรีตบล็อกบนพาเลทและกระบวนการพันพาเลท ผู้วิจัยจึงพิจารณาสร้างทางเลือก เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต 3 ทางเลือก ได้แก่ 1) การใช้เครื่องพันพาเลทระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ 2) การใช้เครื่องพันพาเลทระบบกึ่งอัตโนมัติ และ 3) การจัดวางเครื่องจักรในกระบวนการเรียงอิฐบล็อกบนพาเลทและกระบวนการพันใหม่

2.7.7 สร้างแบบจำลองสถานการณ์แต่ละทางเลือก

สร้างแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 ทางเลือก ตามเงื่อนไขที่กำหนดด้วยโปรแกรม FlexSim และทำการรันโปรแกรมตามแบบจำลอง เพื่อเปรียบเทียบทางเลือกแต่ละทางเลือก

จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้ทางเลือกที่ 1 การใช้เครื่องพันพาเลทระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบจากสถานะปัจจุบันเพื่อการแก้ไขปัญหาการรอคอยและการลดพนักงาน

จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้ทางเลือกที่ 2 การใช้เครื่องพันพาเลทระบบกึ่งอัตโนมัติจากสถานะปัจจุบันเพื่อการแก้ไขปัญหาการรอคอยและการลดพนักงาน

จากรูปที่ 7 แสดงให้เห็นแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้ทางเลือกที่ 3 การจัดวางเครื่องจักรในกระบวนการเรียงอิฐบล็อกบนพาเลทและกระบวนการพันใหม่จากสถานะปัจจุบันเพื่อการแก้ไขปัญหาการรอคอยและการลดพนักงาน

3. ผลการวิจัย

จากกรณีศึกษาและการเก็บข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุ ในกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก

พบว่า กระบวนการที่เป็นคอขวดของกระบวนการ คือ กระบวนการเรียงอิฐบล็อกบนพาเลทและกระบวนการพันพาเลท เกิดเวลาสูญเสียในกระบวนการปฏิบัติงาน อีกทั้งยังมีการใช้พนักงานในกระบวนการพันชิ้นงานที่เกินจำเป็น ทำให้เกิดความสูญเปล่าของกระบวนการ ผู้วิจัยจึงได้หาแนวทางในการแก้ไข โดยนำเอาหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการผลิต

3.1 การเปรียบเทียบสถานการณ์จากแบบจำลอง

จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างแบบจำลองสถานะปัจจุบันและแบบจำลองสถานการณ์การปรับปรุงทั้ง 3 ทางเลือก แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 แนวทาง

เปรียบเทียบแนวการปรับปรุง				
	สถานะปัจจุบัน	**ทางเลือกที่ 1**	**ทางเลือกที่ 2**	**ทางเลือกที่ 3**
1. จำนวนแรงงาน	7 คน	5 คน	6 คน	6 คน
2. Cycle Time (นาที)	14	12	14	12
3. Capacity/Day (พาเลท)	37	40	37	40
4. ต้นทุนแรงงาน/พาเลท	64.32	42.5	51 บาท	51 บาท
5. Productivity (%)	83.95%	90.76%	83.95%	90.76%
6. Investment Cost (บาท)	-	1,177,000	242,890	242,890
7. Payback Period (บาท)	-	3.6 ปี	0.72 ปี	0.72 ปี

ทางเลือกที่ 1 การใช้เครื่องพันพาเลทระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบพบว่า สามารถลดพนักงานจาก 7 คน เหลือ 5 คน ใช้เวลาการผลิตชิ้นงานภายในหนึ่งรอบกระบวนการ (Cycle Time) เท่ากับ 12 นาที ซึ่งส่งผลให้ เวลาลดลง 2 นาที สามารถเพิ่มกำลังการผลิต (Capacity/Day) คอนกรีตบล็อก ได้จาก 37 พาเลทต่อวัน เป็น 40 พาเลทต่อวัน ผลิตภาพของกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 83.95 เปอร์เซ็นต์ เป็น 90.76 เปอร์เซ็นต์ ต้นทุนแรงงานลดลง จาก 64.32 บาทต่อพาเลท เหลือ 42.5 บาทต่อพาเลท และต้องใช้เงินลงทุนในการซื้อเครื่องจักร 1,177,000 บาท ระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 3.6 ปี

ทางเลือกที่ 2 การใช้เครื่องพันพาเลทระบบกึ่งอัตโนมัติ พบว่า สามารถลดพนักงานจาก 7 คน เหลือ 6 คน ใช้เวลาการผลิตชิ้นงานภายในหนึ่งรอบกระบวนการเท่ากับ 14 นาที ไม่แตกต่างจากสถานะปัจจุบันเนื่องจากการจัดวางตำแหน่งเครื่องพันพาเลทไม่ได้อยู่ใกล้กับกระบวนการเรียงคอนกรีตบล็อก จึงไม่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตและผลิตภาพของกระบวนการได้ จึงต้องทำการจัดวางเครื่องจักรในกระบวนการเรียงอิฐบล็อกบนพาเลทและกระบวนการพันใหม่ในทางเลือกที่ 3

ทางเลือกที่ 3 การจัดวางเครื่องจักรในกระบวนการเรียงอิฐบล็อกบนพาเลทและการใช้เครื่องพันพาเลทระบบกึ่งอัตโนมัติพบว่า สามารถลดพนักงานจาก 7 คน เหลือ 6 คน ใช้เวลาการผลิตชิ้นงานภายในหนึ่งรอบกระบวนการ เท่ากับ 12 นาที ซึ่งส่งผลให้เวลาลดลง 2 นาที สามารถเพิ่มกำลังการผลิต (Capacity/Day) คอนกรีตบล็อกได้จาก 37 พาเลทต่อวัน เป็น 40 พาเลทต่อวัน ผลิตภาพของกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 83.95 เปอร์เซ็นต์ เป็น 90.76 เปอร์เซ็นต์ ต้นทุนแรงงานลดลงจาก 64.32 บาทต่อพาเลท เหลือ 51 บาทต่อพาเลท และต้องใช้เงินลงทุนในการซื้อเครื่องจักร 242,890 บาท ระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 0.72 ปี

3.2 การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิผังการไหลของกระบวนการหลังการปรับปรุง

เพื่อวิเคราะห์กระบวนการและเวลา ดังตารางที่ 5 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สาเหตุเพื่อออกแบบวิธีการปรับปรุงกระบวนการเรียงและกระบวนการพัน ซึ่งออกแบบวิธีการแก้ไขด้วยหลัก ECRS มาประยุกต์เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น งานที่สามารถขจัดออกไปได้ งานที่สามารถทำร่วมกันได้สามารถทำได้โดยการรวมกระบวนการเรียงคอนกรีตบล็อกและกระบวนการพันพาเลท การจัดเรียงใหม่ทำได้โดยการวางเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติไว้ติดกับเครื่องเรียงคอนกรีตบล็อก และสามารถทำให้การทำงานง่ายขึ้น สามารถลดขั้นตอนการขนย้ายจากเดิมสถานะปัจจุบัน 9 ขั้นตอน เหลือ 8 ขั้นตอน ในอนาคต และระยะทางการเคลื่อนที่จาก 48 เมตร เหลือ 44 เมตร

ตารางที่ 5 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตอิฐบล็อก 7 เซนติเมตร มอก. ในอนาคต

สรุปผล		รวม	สรุปผล
○ การทำงาน		6	ระยะทาง 44 เมตร
⇨ การขนย้าย		8	เวลารวม 1,552 นาที
□ การตรวจสอบ		2	-
D การรอคอย		2	-
▽ การเก็บรักษา		1	-
ระยะทาง (เมตร)	**เวลา (นาที)**	**สัญลักษณ์**	**คำอธิบายการทำงาน**
	5	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานจัดเตรียมวัตถุดิบส่วนผสมในพื้นที่จัดเก็บ
6	3	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายวัตถุดิบไปยังพื้นที่ลงวัตถุดิบ
	3	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานตรวจสอบวัตถุดิบ
3	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายวัตถุดิบไปยังพื้นที่ตรวจสอบส่วนผสม
	15	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานตรวจสอบวัตถุดิบและส่วนผสม
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายวัตถุดิบไปยังเครื่องบด-ร่อน
	15	○ ⇨ □ D ▽	ทำการบดร่อนวัตถุดิบ
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายวัตถุดิบไปยังเครื่องผสม
	15	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานทำการผสมวัตถุดิบ
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายส่วนผสมไปยังเครื่องอัดไฮดรอลิค
	2	○ ⇨ □ D ▽	ส่วนผสมรอที่จุดผลิต
	20	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานอัดอิฐบล็อกด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิค
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายอิฐบล็อกไปตากแห้งไว้ที่ชั้นวาง
	1,440	○ ⇨ □ D ▽	ตากแห้งที่ชั้นวางทิ้งไว้ 1 วัน (24 ชั่วโมง หรือ 1,440 นาที)
	5	○ ⇨ □ D ▽	ทำการสุ่มตรวจอิฐบล็อก
4	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายอิฐบล็อกไปเรียงบนพาเลท
	10	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานทำการเรียงอิฐบล็อก
	2	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานทำการพันพาเลทด้วยพลาสติก
15	3	○ ⇨ □ D ▽	พนักงานขนย้ายอิฐบล็อกไปเก็บที่บริเวณจัดเก็บ
		○ ⇨ □ D ▽	จัดเก็บอิฐบล็อกบริเวณจัดเก็บ

3.3 แผนภาพสายธารคุณค่ากระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องพันกึ่งอัตโนมัติในอนาคต

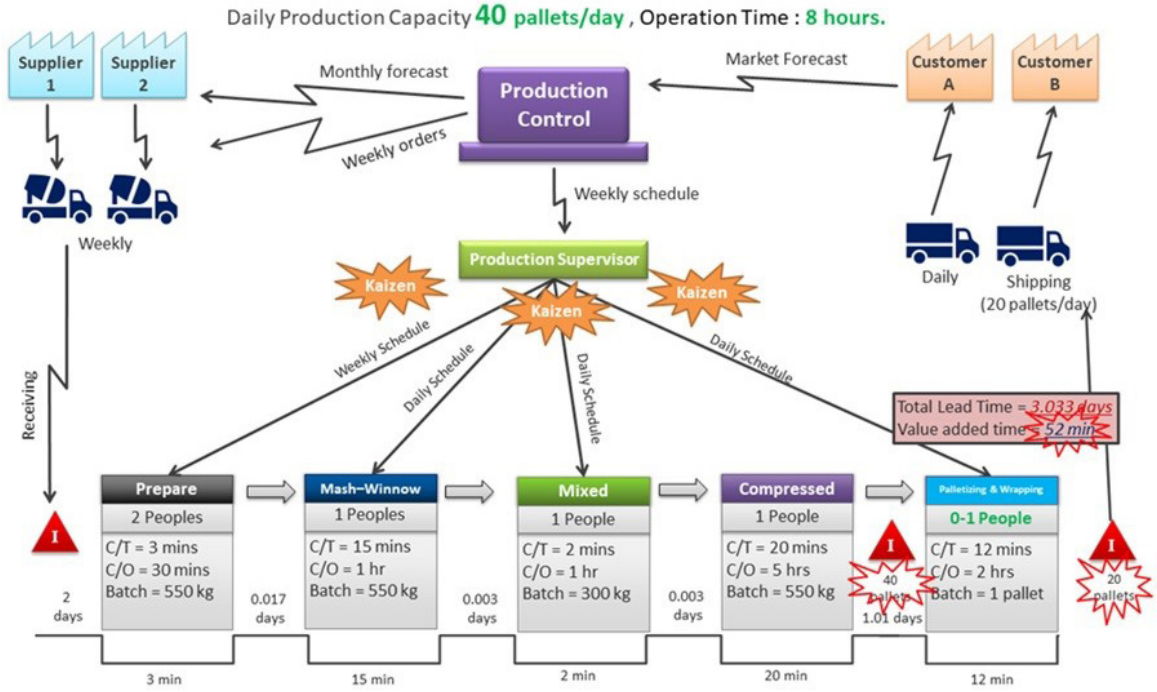
จากผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างแบบจำลองสถานะปัจจุบันและแบบจำลองสถานการณ์ทางเลือกทั้ง 3 แนวทาง และผลการตรวจสอบทางสถิติที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ผู้ประกอบการเลือกทางเลือกที่ 3 คือ การจัดวางเครื่องจักรในกระบวนการเรียงอิฐบล็อกบนพาเลทและการใช้เครื่องพันพาเลทระบบกึ่งอัตโนมัติ เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุด

เนื่องจากสามารถลดจำนวนพนักงานในกระบวนการเรียงและกระบวนการพันพาเลทลงได้จากสถานะปัจจุบัน ประกอบกับการลงทุนในการซื้อเครื่องจักรที่ไม่แพงจนเกินไป มีระยะเวลาในการคืนทุนที่เหมาะสม นำไปสู่การสร้างแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคตภายใต้เงื่อนไขของแนวทางดังกล่าว แสดงได้ดังรูปที่ 8

4. อภิปรายผลและสรุป

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการศึกษาเพื่อหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการผลิตคอนกรีตบล็อกของธุรกิจค้าวัสดุก่อสร้าง ด้วยการวิเคราะห์ปัญหาด้วยการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรม FlexSim และเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ ซึ่งทำให้สามารถเลือกวิธีการหรือทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด นำไปสู่การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเทคนิคในการพัฒนากระบวนการผลิตด้วยหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในกระบวนการเรียงคอนกรีตบล็อกบนพาเลทและกระบวนการพันพาเลทด้วยเครื่องพันกึ่งอัตโนมัติ ผลจากการทำแบบจำลองสถานการณ์ให้ผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิผล โดยผลของการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1) จากผลการวิจัยในการจำลองสถานการณ์ และเปรียบเทียบเวลา และการรอคอยของทางเลือก ในการแก้ไขปัญหาทั้ง 3 ทางเลือกแล้วพบว่า ทางเลือกที่ 3 การจัดวางเครื่องจักรในกระบวนการเรียงอิฐบล็อกบนพาเลทและการใช้เครื่องพันพาเลทระบบกึ่งอัตโนมัติ เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุด สามารถลดพนักงานจาก 7 คน เหลือ 6 คน สามารถเพิ่มกำลังการผลิตคอนกรีตบล็อกได้จาก 37 พาเลทต่อวัน



รูปที่ 8 แผนภาพสายธารคุณค่ากระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องพันกึ่งอัตโนมัติในอนาคต (VSM TO-BE)

เป็นวันละ 40 พาเลทต่อวัน ผลิตภาพของกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 83.95 เปอร์เซ็นต์ เป็น 90.76 เปอร์เซ็นต์

2) การปรับปรุงตามแผนที่ได้ออกแบบมาโดยประยุกต์ใช้หลักการ BOM และ Flow Process Chart ทำการเสนอแนะในการใช้งานเครื่องพันพาเลทกึ่งอัตโนมัติส่งผลให้กระบวนการเรียงคอนกรีตบล็อกบนพาเลทและกระบวนการพันพาเลทมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถลดระยะทางที่ใช้ในการดำเนินการผลิต โดยลดระยะทางจากเดิมที่พนักงานต้องปฏิบัติที่ต้องเคลื่อนที่รวมเป็นระยะทาง 48 เมตร โดยวิธีหลังการปรับปรุงระยะทางลดลงเหลือ 44 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [6] ที่ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการในการปรับปรุงงาน ส่งผลให้มีขั้นตอนการทำงานและระยะทางการเคลื่อนที่ของพนักงานหลังการปรับปรุงลดลงจากเดิมได้ การแก้ปัญหาจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการอาศัยหลักการ ECRS จากปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ การรวมกัน (Combine) ผู้วิจัยได้ทำการรวมเอาขั้นตอน ของการเรียงและพันพาเลทเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 8 การเรียงใหม่ (Rearrange) ของผังโรงงานของกระบวนการเรียงและพันพาเลท และการทำให้ง่าย (Simplify) ในกระบวนการผลิตเพื่อทำให้กระบวนการผลิตมีความราบเรียบและต่อเนื่องโดยมุ่งเน้นไปที่การจัดเก็บ

3) การปรับปรุงการทำงานส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยจากการเก็บข้อมูลปัจจุบันพบว่า เวลาการผลิตชิ้นงานภายในหนึ่งรอบกระบวนการ เท่ากับ 14 นาที ในอนาคตพบว่า เวลาการผลิตชิ้นงานภายในหนึ่งรอบกระบวนการจะเท่ากับ 12 นาที ลดลง 2 นาที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [10], [15] ที่ใช้หลักการปรับปรุงการทำงานโดยใช้การจำลองสถานการณ์และเทคนิค VSM ในการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตและการขนถ่ายในอุตสาหกรรม

ดังนั้น การนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์ ร่วมกับเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก ของบริษัทกรณีศึกษา สามารถช่วยสนับสนุนการพัฒนาทางเลือกและการ

ตัดสินใจเลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถของกระบวนการ และความสามารถในการแข่งขันด้วยหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติของสถานประกอบการได้อีกทางหนึ่งในการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้จริง การพัฒนาต่อไป ควรพิจารณาสถานการณ์อื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น การปรับเปลี่ยนแผนผังโรงงาน การปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี หรือแม้แต่การพิจารณาเพิ่มหรือลดจำนวนพนักงานหรือเครื่องจักรให้เหมาะสมกับคำสั่งซื้อในอนาคต สำหรับข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป ควรมีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตจริงหลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก เพื่อให้การปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยดำเนินการภายใต้โครงการ การพัฒนาอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ เพื่อยกระดับศักยภาพการแข่งขันเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ปีงบประมาณ 2566 กระทรวงอุตสาหกรรม ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากสถานที่ปฏิบัติงานจริง พาเยี่ยมชมสถานที่ปฏิบัติงานและการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานตามคณะผู้วิจัยเสนอแนะจนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Anibire, O. Muizz, R. Mohamad, and S. Olatunji, “Causes of delay in the global construction industry: a meta analytical review,” *International Journal of Construction Management*, vol. 48, no. 8, pp. 1395–1407, 2020.

[2] M. Thongmak, “Website quality and company’s market value: an exploration of SMEs and large firms in the Stock Exchange of Thailand,” *Measuring Business Excellence*, vol. 26, no. 4, pp. 508–523, 2022.

[3] N. Patcharachavalit, C. Limsawasd, and N. Athigakunagorn, “Multiobjective optimization for improving sustainable equipment options in road construction projects,” *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 149, no. 1, pp. 04022160, 2023.

[4] K. Syahputr, R. Sari, M. Rizkya, and U. Tarigan, “Simulation of vise production process using Flexsim Software,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1122, no. 1, 2020, pp. 012036.

[5] J. Rajtilak, R. Pravin, J. Kubade, and B. Kulkarni, “Optimization of machine shop layout by using flexsim software,” *AIP Conference Proceedings*. vol. 2200, no. 1, pp. 020033, 2019.

[6] P. Burawat, “Productivity improvement of carton manufacturing industry by implementation of lean six sigma, ECRS, work study, and 5S: A case study of ABC co., ltd.,” *Journal of Environmental Treatment Techniques*, vol. 7, no. 4, pp. 785–793, 2019.

[7] H. Göhner and W. M. Aalst, “Analyzing Multi-level BOM-Structured Event Data,” in *Process Mining Workshops: ICPM 2021 International Workshops*, vol. 433, 2022, pp. 47–59.

[8] P. Ramani and L. Lingan, “Application of lean in construction using value stream mapping,” *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 28, no. 1, pp. 216–228, 2021.

[9] C. Araci, A. Ashaab, and C. G. Almeida, “Physics-based trade-off curves to develop a control access product in set-based concurrent engineering environment,” *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 13, no. 4, pp. 824–846, 2022.

[10] F. Cavdur, B. Yagmahan, E. Oguzcan, N. Arslan, and N. Sahan, “Lean service system design: A

simulation-based VSM case study," *Business Process Management Journal*, vol. 25, no.7, pp. 1802–1821, 2019.

[11] J. Saderova, A. Rosova, A. Behunova, M. Behun, M. Sofranko, and S. Khouri, " Case study: The simulation modelling of selected activity in a warehouse operation" *Wireless Networks*, vol. 28, no. 1, pp. 431–440, 2021.

[12] M. Goh and Y.M. Goh, "Lean production theory-based simulation of modular construction processes," *Automation in Construction*, vol. 101, pp. 227–244, 2019.

[13] P. Sumranhun, C. Jotikasthira, and P. Promngam, "The analysis of space, inventory and transporter for Large-sized products placement based on ABC class by simulation modeling," *Resmilitaris*, vol. 12, no. 2, pp. 7977–7988, 2022.

[14] A. Sapaw and P. Peerapattana, "An Efficiency improvement of the rotor assembly line: A case study abc automotive parts factory," *The Journal of KMUTNB*, vol. 32, no. 1, pp. 5–14, 2022 (in Thai).

[15] B. Phruksaphanrat, I. Wipusaree, and P. Benjaphongwattana, "Internal logistics simulation based on AGV system in assembly section of an automotive manufacturer," *The Journal of KMUTNB*, vol. 32, no. 2, pp. 355–365, 2022 (in Thai).