

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปัญหาการขนส่งและปริมาณขนส่งที่เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์

จิตาภา ชมชื่น¹ กัญชลา สุดตาชาติ²

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต, สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

บทคัดย่อ

ระบบพัสดุคงคลังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรม และมีผลกระทบหากมีการเคลื่อนย้ายพัสดุภายในโรงงาน เป็นกิจกรรมที่ไม่ได้สร้างมูลค่า แต่กลับจะเพิ่มต้นทุน งานวิจัยนี้ศึกษาระบบการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพกิจกรรมการไหลพบว่า ในการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์มีการบรรจุทุกกล่องบรรจุภัณฑ์ไม่เต็มคัน ระบบปัจจุบันส่งผลให้มีเวลาสูญเสียไปเกิดขึ้นระหว่างการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ในแต่ละรอบจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อจัดสมดุลขนส่งบรรจุภัณฑ์จากคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้แนวคิดการใช้รถขนส่งให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประยุกต์ร่วมกับโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อตัดสินใจกำหนดปริมาณการขนส่งบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ทดสอบระบบโดยใช้ข้อมูลจากโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์เมลามีน จากการวิเคราะห์พบว่า สามารถเพิ่มจำนวนผลิตสินค้าได้ 48.35%, การใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลากเพิ่มขึ้น 26.35% นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ความไวของระบบเพื่อความเชื่อมั่นและความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งการใช้รถขนส่งให้เกิดประโยชน์สูงสุดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

คำสำคัญ: รถขนส่ง, ประโยชน์สูงสุด, การจำลองสถานการณ์

* Corresponding author. E-mail: Kanchala@sut.ac.th

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Performance Analysis of an Integrated Transportation and Lot Size Problem using Simulation

Jidapa Chomchuen¹ Kanchala Sudtachat^{*2}

School of Manufacturing Engineering, Institute of Engineering

Suranaree University of Technology,

111 University Avenue, Muang District, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

Abstract

An inventory system is one of the important factors for improving efficiency in industrial production. The inventory affects the total transportation costs of the system. Transporting materials do not add value to the system but increase the total cost of the system. This research studies a transportation system—from the warehouse to the packing department. The analysis of the flow diagram found that the current transportation system assigned an amount less than load of vehicles of the highest capacity; thus, time was wasted time during the transport packaging in each round. The objective of this research was to balance the utilization of vehicles in the packaging process resulting in increased efficiency of the inventory system. In our transportation management, we want to assign loads to the vehicles to achieve full capacity of vehicles. We investigated the transportation system using a simulation (ARENA) and determined the quantity lot size of the transportation. We implemented our model for the real world problem in case of a melanin production. The results showed that our system increased total production by 48.35% and increased the utilization of the production system by 26.35%. Furthermore, the sensitivity analysis was investigated in order to analyze the confidence and accuracy of the results even more. Greater efficiency of transportation management would provide higher benefits and can increase performance in industrial production.

Keywords: Transportation, Simulation model

* Corresponding author. E-mail: Kanchala@sut.ac.th

¹ Institute of Engineering, Suranaree University of Technology

² Assistant Professor in Institute of Engineering, Suranaree University of Technology

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เมลามีนเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ สินค้ามีความหลากหลายเป็นที่ต้องการของท้องตลาด ทำให้ธุรกิจเติบโตอย่างรวดเร็วและการแข่งขันทางธุรกิจสูงขึ้นด้วย ดังนั้น การลดต้นทุนการผลิตและต้นทุนโลจิสติกส์จึงเป็นหัวใจสำคัญที่อุตสาหกรรมให้ความสนใจ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการผลิตให้อยู่รอดในสภาวะปัจจุบันได้

การออกแบบและพัฒนากระบวนการส่วนใหญ่ อาศัยแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญในการช่วยพิจารณา และวิเคราะห์งานก่อนที่จะนำไปใช้กับระบบงานจริง และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันได้นำซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์จำลองแบบปัญหาเพื่อลดต้นทุนในการทดลองจริง และลดการเสียหายในการทดสอบกับระบบทำงานจริง ทำให้สามารถประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้ แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

บริษัทกรณีศึกษาผลิตผลิตภัณฑ์เมลามีน มีกำลังการผลิต 12,000 ตัน/ปี และมีจำนวนผลิตภัณฑ์ 1,200 รูปแบบ ทำให้สินค้ามีความหลากหลาย ซึ่งการผลิตจะผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และปริมาณการสั่งซื้อเป็นแบบแต่ละชุด (Lot size) การขนส่งบรรจุภัณฑ์จากคลังพัสดุไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์จึงส่งแบบทันที รถขนส่งมีจำนวน 3 คัน ซึ่งการส่งในแต่ละรอบมีจำนวนไม่เท่ากันขึ้นกับจำนวนการสั่งผลิตของลูกค้า ส่งผลให้การส่งในแต่ละรอบมีการบรรจุทุกกล่องบรรจุภัณฑ์ไม่เต็มคัน ทำให้เกิดการขนส่งเที่ยวเปล่าในการขนส่งแต่ละรอบ

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษารวบรวมข้อมูลการขนส่งจากคลังพัสดุไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ เพื่อวิเคราะห์และเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้แนวคิดการใช้รถขนส่งให้เกิดประโยชน์สูงสุด ขนส่งสินค้าเต็มคัน เพื่อลดการขนส่งสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ โดยประยุกต์แบบจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการสะท้อนภาพของสถานการณ์ปัจจุบันและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เมื่อมีการปรับปรุงรูปแบบการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายบรรจุภัณฑ์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ [1] การขนย้ายพัสดุ (Logistics and Transportation) เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารงานพัสดุ โดยหน้าที่โดยสังเขปของสายงานการขนย้ายพัสดุ ได้แก่ พัฒนาวិธีการขนย้ายพัสดุอย่างประหยัด , จัดตั้งระบบและวิธีการที่จะช่วยให้ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายพัสดุ,วางแผนการใช้อุปกรณ์ขนย้าย เวลาในการขนย้ายระเบียบและหลักปฏิบัติการขนย้ายสินค้าสำเร็จรูป

Barker, et al. [2] ได้กล่าวว่า การขนส่งแบบเต็มคันว่าเป็นการขนส่งสินค้าจากสถานที่หนึ่ง ไปยังอีกสถานที่หนึ่งที่มีจำนวนสินค้าเท่ากับจำนวนสินค้าที่รถบรรทุกสามารถบรรทุกได้

Ching-Wu Chu [3] ได้ศึกษาปัญหาการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ โดยพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติก ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาเส้นทางการขนส่งโดยต้นทุนการขนส่งที่น้อยที่สุด โดยงานวิจัยจะมุ่งเน้นการขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคันรถ

Caputo, et al. [4] ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ บริษัทดำเนินงานในอุตสาหกรรมฟิล์มพลาสติก ในแผนกบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิธีฮิวริสติกในการวิเคราะห์ปริมาณการจัดส่งสินค้า ตำแหน่งการขนส่งสินค้า และปริมาณการขนส่งที่ดีที่สุดสำหรับการบรรทุกสินค้าแบบเต็มคันและการบรรทุกสินค้าแบบไม่เต็มคัน และยังใช้วิธี GA ในการคำนวณต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด จากงานวิจัยพบว่า วิธีการขนส่งแบบบรรทุกสินค้าเต็มคัน เป็นวิธีที่เหมาะสมในการขนส่งโดยรวม ถึงแม้ว่าจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 35 % ก็ตาม

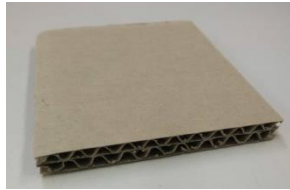
3. วิธีการดำเนินงาน

จากบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากการศึกษาผู้วิจัยได้แบ่งประเภทของกล่องบรรจุภัณฑ์เป็น 2 ประเภทที่ใช้บรรจุสินค้าได้แก่ กล่องลูกฟูก 3 ชั้น (Single wall corrugated) และ กล่องลูกฟูก 5 ชั้น (Double wall corrugated) ซึ่งกล่องลูกฟูก 3 ชั้นเป็นกล่องที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมาก ใช้เป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ชั้นในและมีขนาดเล็กกว่ากล่องลูกฟูก 5 ชั้นดังรูปที่ 1 ส่วน

กล่องลูกฟูก 5 ชั้นเป็นกล่องที่รับน้ำหนักมาก ใช้เป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ชั้นนอกดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 กล่องลูกฟูก 3 ชั้น (Single wall corrugated)



รูปที่ 2 กล่องลูกฟูก 5 ชั้น (Double wall corrugated)

3.1 ขั้นตอนกระบวนการขนส่งบรรจุภัณฑ์

จากการศึกษาแผนผังการไหลกระบวนการขนส่งบรรจุภัณฑ์ดังรูปที่ 3 และมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 แผนกบรรจุภัณฑ์ส่งใบเบิกกล่องบรรจุภัณฑ์แบบทีละชุด (Lot Size) ไปยังคลังพัสดุ ด้วยเอ็กโพเนนเชียล 1 ใบเบิกต่อ 2 ชั่วโมง

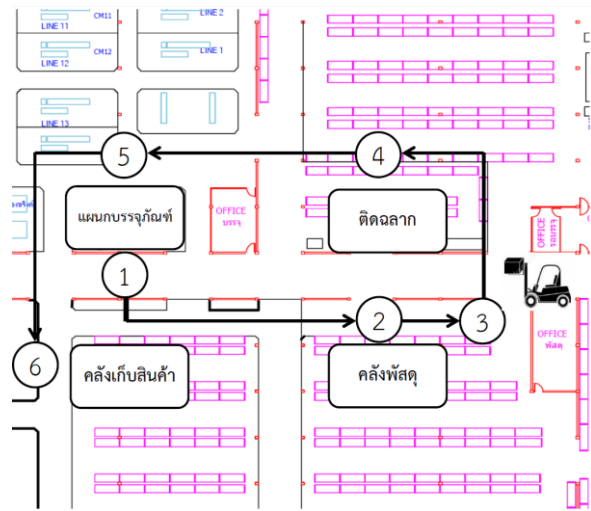
3.1.2 คลังพัสดุรับใบเบิก บันทึกข้อมูลลงในระบบและจัดกล่องตามใบเบิกโดยจะประกอบด้วย กล่องลูกฟูก 3 ชั้น และ 5 ชั้น

3.1.3 รถขนส่งบรรจุภัณฑ์ทุกกล่องบรรจุภัณฑ์ตามใบเบิก เมื่อคลังพัสดุจัดกล่องตามใบเบิกรถขนส่งจะส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ทันที โดยส่งให้หมดตามการเบิกแบบทีละชุด (Lot size) ซึ่งจำนวนกล่องแต่ละการเบิกแบบทีละชุด (Lot size) มีจำนวนไม่เท่ากัน และรถขนส่งสามารถบรรจุทุกกล่องได้จำนวนสูงสุด 5 กล่องต่อการขนส่ง 1 รอบ รถขนส่งจะทำการส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์

3.1.4 โดยก่อนบรรจุจะทำการติดฉลากบนกล่องเพื่อระบุหมายเลขสินค้า

3.1.5 จากนั้นพนักงานทำการบรรจุกล่อง 3 ชั้นก่อนแล้วบรรจุลงในกล่อง 5 ชั้นซึ่งเป็นกล่องใบใหญ่อีกครั้งหนึ่ง โดยบรรจุกล่อง 5 ชั้นสามารถบรรจุกล่อง 3 ชั้นได้จำนวน 10 กล่อง จากนั้นส่งไปยังแผนกคลังเก็บสินค้าต่อไป

3.1.6 ส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปแผนกคลังเก็บสินค้าต่อไป

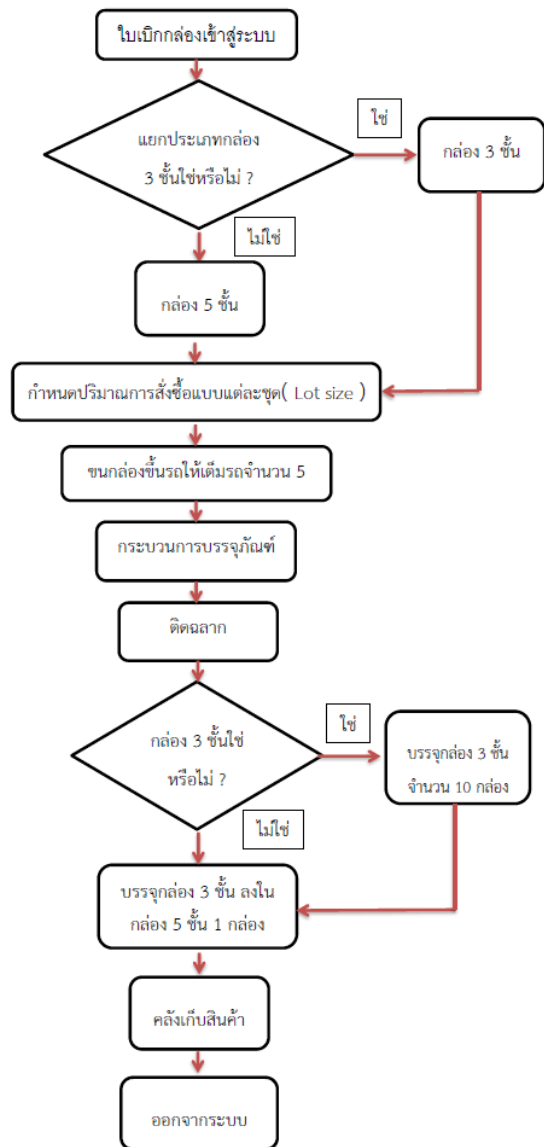


รูปที่ 3 แผนผังการไหลกระบวนการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์

4. สร้างแบบจำลองและผลการดำเนินงาน

4.1 ขั้นตอนสร้างแบบจำลอง

จากการศึกษาแผนผังการไหลกระบวนการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ ปัญหาที่พบคือ ใบเบิกกล่องบรรจุภัณฑ์ในแต่ละรอบมีจำนวนไม่เท่ากัน ซึ่งการผลิตสินค้าจะผลิตตามปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าเป็นแบบแต่ละชุด (Lot size) เมื่อมีใบเบิกกล่องบรรจุภัณฑ์ส่งมายังคลังพัสดุ คลังพัสดุจะทำการส่งกล่องบรรจุภัณฑ์แบบทันที ดังนั้นจึงทำให้รถขนส่งบรรจุภัณฑ์ทุกกล่องบรรจุภัณฑ์บางรอบไม่เต็มคัน ส่งผลให้เกิดความสูญเสียต่อการขนส่งต่อ 1 รอบ ผู้วิจัยจึงได้ทำการจัดการขนส่งเพื่อบรรจุทุกกล่องบรรจุภัณฑ์ในรถขนส่งให้เต็มคันแล้วค่อยทำการเคลื่อนย้ายกล่องบรรจุภัณฑ์ไปส่งยังแผนกบรรจุภัณฑ์ โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์การขนส่งบรรจุภัณฑ์แบบเต็มคัน แผนผังแผนผังการไหลของโปรแกรมจำลองการขนส่งบรรจุภัณฑ์ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนผังการไหลของโปรแกรมจำลองการขนส่งบรรจุภัณฑ์

ข้อมูลการนำเข้าโปรแกรมจำลองการขนส่งได้จากการเก็บข้อมูลนำเข้าสู่โปรแกรม ตามข้อมูลนำเข้าดังตารางที่ 2 จากการปฏิบัติงาน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Input Analyzer เพื่อหาการกระจายตัวที่เหมาะสม โดยโปรแกรม Input Analyzer จะทดสอบสมมติฐานการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of Fit Test) แล้วทำการตรวจสอบค่า P-value มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 (ระดับความเชื่อมั่น 95%) หรือไม่ จากการตั้งสมมติฐานที่ว่า

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

จากการทดสอบอัตราการใช้ใบเบิกเข้าระบบพบว่าการยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) ว่า อัตราการใช้ใบเบิกที่เข้าสู่ระบบ มีการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียลโดยช่วง Inter-arrival time ที่ค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง และเมื่อเก็บข้อมูลทดสอบสมมติฐานพบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อัตราการใช้ของใบเบิกมีการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียลที่ค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง

การกำหนดอัตราการส่งผลิตแต่ละชุด (Lot size) กำหนดตามโอกาสการส่งใบเบิกไปยังแผนกคลังพัสดุ ซึ่งแบ่งเปอร์เซ็นต์จากโอกาสที่เกิดขึ้นจริงในการปฏิบัติงาน ดังตารางที่ 1 เช่น ใบเบิกหนึ่งใบมีโอกาสที่จะเบิกกล่องลูกฟูก 3 ชั้น จำนวน 3 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 5 ของจำนวนการเบิกกล่องทั้งหมด เป็นต้น ผู้วิจัยจึงทำการกำหนดอัตราการเข้าของใบเบิกเป็นค่าคงที่ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณการส่งกล่องลูกฟูก 3 ชั้นและกล่องลูกฟูก 5 ชั้นของเดือนมกราคม พ.ศ.2560

ข้อมูลชุดที่	กล่องลูกฟูก 3 ชั้น (กล่องต่อใบเบิก)	กล่องลูกฟูก 5 ชั้น (กล่องต่อใบเบิก)
1	3	4
2	3	5
3	20	4
4	5	4
5	12	4
6	12	5
7	10	4
.	.	.
.	.	.
50	10	4
รวม	2250	215

ตารางที่ 2 ข้อมูลนำเข้าโปรแกรมจำลองการขนส่งบรรจุภัณฑ์

ข้อมูลนำเข้า	
อัตราการส่งใบเบิกเข้าระบบ	เอ็กโพเนนเชียล 1 ใบต่อ 2 ชั่วโมง
อัตราการส่งผลิตแต่ละชุด (Lot size) กล่องลูกฟูก 3 ชั้น	5% 3 กล่อง, 10% 5 กล่อง, 20% 10 กล่อง, 25% 12 กล่อง, 20% 15 กล่อง, 20% 20 กล่อง
อัตราการส่งผลิตแต่ละชุด (Lot size) กล่องลูกฟูก 5 ชั้น	4 กล่อง
จำนวนรถขนส่ง	3 คัน
ความเร็วรถขนส่ง	5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
เวลากระบวนการติดฉลาก	10 นาทีต่อกล่อง
เวลากระบวนการบรรจุภัณฑ์	15 นาทีต่อกล่อง
จำนวนพนักงานติดฉลาก	1 คน
จำนวนพนักงานบรรจุภัณฑ์	1 คน

อัตราการส่งใบเบิกเข้าระบบมีเงื่อนไขเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับดังตารางที่ 3 เพื่อวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของระบบ เป็นการทดสอบความน่าเชื่อถือและถูกต้องของข้อมูลที่น่ามาใช้วิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ให้ความมั่นใจและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์

ตารางที่ 3 อัตราการส่งใบเบิกเข้าระบบที่เปลี่ยนแปลงไป

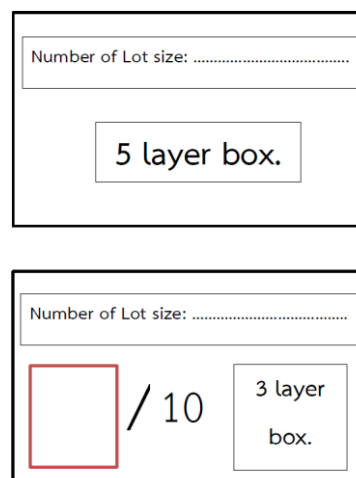
อัตราการส่งใบเบิกเข้าระบบ	
ข้อมูลชุดที่ 1	เอ็กโพเนนเชียล 1 ใบต่อ 2 ชั่วโมง
ข้อมูลชุดที่ 2	เอ็กโพเนนเชียล 2 ใบต่อ 2 ชั่วโมง
ข้อมูลชุดที่ 3	เอ็กโพเนนเชียล 3 ใบต่อ 2 ชั่วโมง
ข้อมูลชุดที่ 4	เอ็กโพเนนเชียล 4 ใบต่อ 2 ชั่วโมง

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์การขนส่งบรรจุภัณฑ์ กำหนดหน่วยนาที่ เป็นหน่วยพื้นฐานในการ

รันโปรแกรม และกำหนดให้มีการรันซ้ำจำนวน 30 รอบ เพื่อความเชื่อมั่นของข้อมูล โดยใช้ Station Module กำหนดสถานีงานได้แก่สถานีรับใบเบิก, ติดฉลาก, บรรจุภัณฑ์ และคลังเก็บสินค้า ใช้ Assign Module กำหนดขนาดของ Lot size , แยกประเภทกล่อง 3 ชั้นและ 5 ชั้น ใช้ Decide Module ตัดสินใจเพื่อแยกจำนวนบรรจุภัณฑ์ขึ้นงานขึ้นรถขนส่ง ใช้ Batch Module เพื่อรวมจำนวนกล่อง 3 ชั้นจำนวน 10 กล่องก่อนทำการรวมกับกล่อง 5 ชั้น 1 กล่อง และเพื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของระบบจึงได้ทำการเปลี่ยนอัตราการส่งใบเบิกเข้าระบบโดยเปลี่ยนอัตราการส่งใบเบิกเข้าระบบ Create Module ตามเงื่อนไขดังตารางที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ดังรูปที่ 8

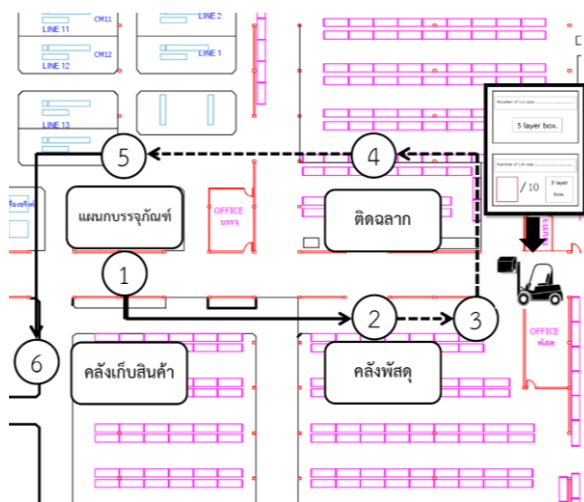
จากการปรับปรุงปริมาณการขนส่งโดยขนส่งให้เต็มคัน พบว่าในทางปฏิบัติ นั้น ถ้าหากขนส่งบรรจุภัณฑ์แบบเต็มคันในแต่ละรอบ จะมีจำนวน Lot size รวมกัน ดังนั้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการบรรจุผิดพลาด ผู้วิจัยจึงออกแบบฉลากเพื่อแสดง Lot size ติดไปบนกล่องบรรจุภัณฑ์ ก่อนจะส่งไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ ดังรูปที่ 5

จากรูปที่ 5 ฉลากจะประกอบได้ด้วย หมายเลขของ Lot size ฉลากของกล่องลูกฟูก 3 ชั้นจะมีจำนวนระบุ 10 ใบ เพื่อแสดงว่า เมื่อกล่อง 3 ชั้นครบ 10 ใบแล้ว จึงทำการบรรจุได้ตามหมายเลข Lot size บนฉลาก จากนั้นจึงบรรจุกล่อง 3 ชั้นจำนวน 10 กล่อง ลงในกล่อง 5 ชั้นที่มีหมายเลข Lot size เดียวกัน



รูปที่ 5 ฉลากของ Lot size กล่องลูกฟูก 3 ชั้นและกล่องลูกฟูก 5 ชั้น

โรงงานจึงควรมีการปรับปรุงระบบการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์โดยการขนส่งแบบบรรจุทุกเต็มคัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานให้ดีขึ้นและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการขนส่งได้ เช่น การขนส่งแบบบรรจุทุกเต็มคัน โดยแผนกบรรจุภัณฑ์จะติดฉลากไปกับกล่องบรรจุภัณฑ์ตาม Lot size และส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ ซึ่งแผนกบรรจุภัณฑ์จะแยกกล่องตามฉลากก่อนทำการบรรจุขึ้นงานตาม Lot size ที่แสดงบนฉลากดังรูปที่ 6 จะทำให้สามารถเพิ่มจำนวนการผลิตเพิ่มขึ้นได้ ทั้งนี้จะต้องได้รับความร่วมมือจากฝ่ายคลังสินค้าและฝ่ายบรรจุภัณฑ์ เพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโรงงานได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 6 การประยุกต์การขนส่งในโรงงาน

4.2 ผลการดำเนินงาน

จากการสร้างโปรแกรมแบบจำลอง ก่อนปรับปรุงมีการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์แบบไม่เต็มคันส่งผลให้เกิดความสูญเสียในการขนส่งแต่ละรอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงให้มีการขนส่งแบบเต็มคันเพื่อลดความสูญเสียในการขนส่งแต่ละรอบ จากการรันโปรแกรมจึงได้ผลแบบจำลอง ได้แก่ จำนวนการผลิตเพื่อแสดงอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงการขนส่งแบบเต็มคัน และยังสามารถส่งผลให้การใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลากเพิ่มขึ้น แต่การใช้ประโยชน์จากพนักงานบรรจุภัณฑ์ลดลง ดังแสดงดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าจำนวนการผลิตการใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลาก ซึ่งเป็นผลมาจากการบรรจุทุกแบบเต็มคัน

ตารางที่ 4 ผลจากการรันโปรแกรม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น	เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่ลดลง
จำนวนการผลิต	61.5 ชิ้น	90.76 ชิ้น	47.58	
การใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลาก	22.21	48.56	26.35	
การใช้ประโยชน์จากพนักงานบรรจุภัณฑ์	53.30	41.20		12.10

4.2.1 การคำนวณต้นทุนการขนส่ง

คำนวณต้นทุนค่าขนส่งต้นทุนจะประกอบไปด้วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร โดยต้นทุนผันแปรประกอบด้วยค่าพลังงานไฟฟ้า(รถขนส่งเป็นรถใช้พลังงานไฟฟ้า) ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วยค่าเสื่อมราคารถกับค่าแรงงาน

4.2.1.1 ต้นทุนผันแปร

ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าคิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ 0.886 หน่วยต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการชาร์จ 6 ชั่วโมง คิดเป็น

5.316 kWh ค่าไฟฟ้า 3.62 บาทต่อkWh ดังนั้น

หนึ่งวันคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 19.24 บาทต่อวัน

4.2.1.2 ต้นทุนคงที่

ค่าแรงงาน อัตราค่าจ้าง 300 บาทต่อวัน

ค่าเสื่อมราคา จากค่าเสื่อมสภาพรถที่ ป.3/2557 ข้อ 5 ได้ระบุว่า ค่าเสื่อมราคาต่อปี ในอัตราร้อยละ 20 ของต้นทุนรถยนต์ในส่วนที่ไม่เกิน 500,000 บาท แต่รถที่ใช้ในการขนส่งบรรจุภัณฑ์มีราคามากกว่า 500,000 บาท จึงคิดค่าเสื่อมราคาปีละ 100,000 บาท โดยรถขนส่งทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ในหนึ่งทำงาน 365 วัน รวม 2,920 ชั่วโมง ดังนั้นค่าเสื่อมราคาเท่ากับ 34.25 บาทต่อชั่วโมง คิดเป็น 273.97 บาทต่อวัน

จากการคำนวณจะได้

ต้นทุนผันแปร

ค่าพลังงานไฟฟ้า = 19.24 บาทต่อวัน

ต้นทุนคงที่

ค่าแรงงาน = 300 บาทต่อวัน

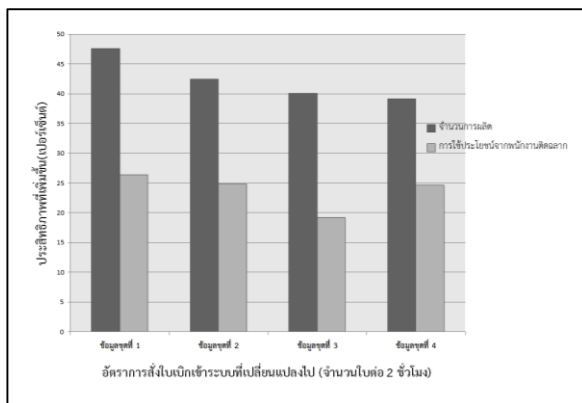
ค่าเสื่อมราคา = 273.97 บาทต่อวัน

ต้นทุนการขนส่ง = (จำนวนรอบขนส่ง X ค่าพลังงานไฟฟ้า)
+ ค่าแรงงาน + ค่าเสื่อมราคา

ตารางที่ 5 ต้นทุนการขนส่งในแต่ละวัน

ดัชนีชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
จำนวนรอบการขนส่ง (รอบ/วัน)	21	11
ต้นทุนการขนส่ง (บาท/วัน)	978.01	785.61

จากตารางที่ 5 ผลการคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยเปรียบเทียบการขนส่งก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง โดยคิดจากจำนวนรอบการขนส่งซึ่งได้ผลมาจากการจำลองสถานการณ์ จะเห็นได้ว่า ต้นทุนการขนส่งลดลงจากปรับปรุงการขนส่งแบบเต็มคัน สามารถลดต้นทุนการขนส่งลง 24.49%



รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบ เปอร์เซนต์ประสิทธิภาพเมื่ออัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบที่เปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของระบบ

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	อัตราใบเบิกต่อ 2 ชั่วโมง	ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีเดิม	ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีปรับปรุง	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น
จำนวนการผลิต (กล่องต่อสัปดาห์)	1 ใบ	61.5	90.76	29.26	47.58
	2 ใบ	119.66	170.40	50.74	42.40
	3 ใบ	184.76	258.80	74.04	40.07
	4 ใบ	229.56	319.36	89.80	39.11
การใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลาก (เปอร์เซ็นต์)	1 ใบ	22.21	48.56	26.35	26.35
	2 ใบ	41.53	66.33	24.8	24.8
	3 ใบ	58.87	78.11	19.24	19.24
	4 ใบ	63.70	88.32	24.62	24.62
ระยะเวลาที่พนักงานบรรจุภัณฑ์รอคอย (นาฬิกา)	1 ใบ	26.86	119.12	92.26	
	2 ใบ	54.19	360.06	305.87	
	3 ใบ	134.28	442.69	308.41	
	4 ใบ	299.20	619.88	320.68	

จากการเปลี่ยนเงื่อนไขอัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบดังตารางที่ 6 จะเห็นว่าเมื่อมีอัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบเปลี่ยนแปลงไป ผลต่างของจากวิธีเดิมและวิธีปรับปรุงของจำนวนการผลิต, การใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลาก และ การใช้ประโยชน์จากพนักงานบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขดังตารางที่ 2 พบว่าถึงแม้จะมีการเปลี่ยนเงื่อนไขแต่เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกัน มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นวิธีวิเคราะห์การปรับปรุงการขนส่งบรรจุภัณฑ์แบบเต็มคันมีความน่าเชื่อถือและถูกต้อง จากรูปที่ 7 จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของจำนวนการผลิตและการใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลากมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่แตกต่างกันจึงยังสามารถเชื่อมั่นในการจำลองสถานการณ์การขนส่งนี้ได้

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของระบบ

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	อัตรา ใบ เบิก ต่อ 2 ชั่วโมง	ผลลัพธ์ ที่ได้ จากวิธี เดิม	ผลลัพธ์ ที่ได้ จากวิธี ปรับปรุง	ผล ต่าง	เปอร์ เซ็นต์ ประ สิทธิภาพที่ ลดลง
การใช้ ประโยชน์จาก พนักงาน บรรจุภัณฑ์ (เปอร์ เซ็นต์)	1 ใบ	53.30	41.20	12.10	12.10
	2 ใบ	66.25	53.33	12.9	12.9
	3 ใบ	68.72	55.64	13.1	13.1
	4 ใบ	75.32	60.76	14.6	14.6

จากตารางที่ 7 เห็นว่าประสิทธิภาพของการใช้ประโยชน์ของพนักงานบรรจุภัณฑ์ที่ลดลง เนื่องจากในการขนส่งสินค้าต่อหนึ่งรอบ ต้องรอสะสมกล่องบรรจุภัณฑ์ให้เต็มคันก่อนจึงจะทำการขนส่ง ซึ่งใบเบิก 1 ใบอาจจะมีจำนวนไม่เต็มคันจึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้นทำให้พนักงานบรรจุภัณฑ์มีเวลารอคอยหน้าแผนกบรรจุภัณฑ์เกิดขึ้นดังตารางที่ 6

5. สรุปผลการศึกษา

จากการปรับปรุงขนกล่องบรรจุภัณฑ์แบบเต็มคัน เห็นว่า จำนวนการบรรจุบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้น 47.58 % ดังนั้น การขนส่งแบบบรรจุเต็มคันมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการดำเนินงานได้ นอกจากการผลิตรถจะเพิ่มขึ้น การใช้ประโยชน์จากกระบวนการติดฉลากเพิ่มขึ้น 26.35 % ทำให้ใช้ทรัพยากรที่มีได้อย่างคุ้มค่า

การขนส่งสินค้าแบบเต็มคันจะส่งผลให้เกิดการรอคอยกล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อรอการบรรจุหน้าแผนกบรรจุภัณฑ์ดังตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาจากระยะเวลารอคอยของพนักงานบรรจุภัณฑ์ พบว่าการขนส่งแบบเต็มคันส่งผลทำให้พนักงานเกิดเวลาว่างเนื่องจากรอบรรจุภัณฑ์มาส่ง เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลาจากการใช้ประโยชน์จากพนักงานบรรจุภัณฑ์ ระหว่างที่เกิดการรอคอยพนักงานจะทำการนับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่จะทำการบรรจุภัณฑ์ทำให้ไม่เสียเวลาระหว่างการรอคอย ซึ่งจะทำการเรียงผลิตภัณฑ์ตามจำนวน

order ที่สั่งรอไว้เพื่อที่กล่องบรรจุภัณฑ์ส่งมาถึงจะได้ทำการบรรจุทันที ซึ่งจะทำการเรียงผลิตภัณฑ์ตามจำนวน order ที่สั่งรอไว้เพื่อที่กล่องบรรจุภัณฑ์ส่งมาถึงจะได้ทำการบรรจุทันที และการทำงานหน้าแผนกบรรจุภัณฑ์จากเดิมจะใช้พนักงาน 1 คนต่อ 1 สถานี อาจจะใช้ 2 คนต่อ 3 สถานีงานได้เพื่อให้เกิดสมดุลของระยะเวลาการรอคอยหน้าแผนกบรรจุภัณฑ์ ลดต้นทุนแรงงานลงได้อีกด้วย

การเปลี่ยนเงื่อนไขเพื่อวิเคราะห์ความไว(Sensitivity Analysis) ของระบบ ช่วยให้มีเชื่อมั่นในการนำข้อมูลจำลองระบบมากขึ้น สามารถนำไปปรับปรุงใช้กับเงื่อนไขที่เปลี่ยนไปหรือความความต้องการในสถานการณ์ที่ต่างออกไปได้

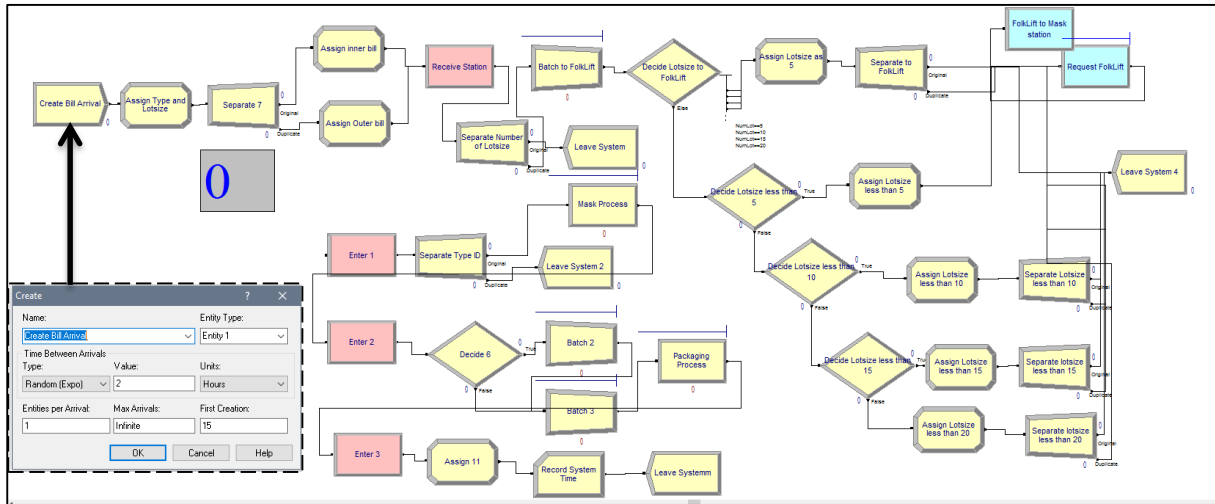
6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงเรียนการณศึกษา บริษัทผลิตรถยนต์ เมลามีนในการอนุเคราะห์การเก็บข้อมูลในการทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. ระบบคลังพัสดุ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- [2] H.H. Barker, E.M. Sharon and D.K. Sen, "From freight flow and cost patterns to greater profitability and better service for a motor carrier," *Interfaces.*, Vol. 11, pp.4-20, 1981.
- [3] C.-W. Chu, "A heuristic algorithm for the truckload and less-than-truckload problem," *European Journal of Operational Research.*, Vol. 165, pp. 657-667, 2005.
- [4] A.C. Caputo L. Fratocchi and P.M. Pelagagge, "A genetic approach for freight transportation planning," *Industrial Management & Data Systems.*, Vol. 106, pp. 719-738, 2006.

8. ภาพผนวก



รูปที่ 8 แผนผังการไหลของโปรแกรมจำลองการขนส่งบรรจุภัณฑ์