



การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานของโซ่อุปทานความเย็นด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์ :

กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สด

Improving the Operational Processes of the Cold Chain through Simulation Techniques:

A Case Study of a Fresh Lychee Distribution Center

ศรัณยู กาญจนสุวรรณ

Sarunyoo Kanchanasuwan

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Faculty of Management Science, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90112, Thailand

Corresponding author, e-mail: sarunyoo.k@psu.ac.th

(Received: May 7, 2024; Revised: Aug 30, 2024; Accepted: Sep 5, 2024)

บทคัดย่อ

ปัญหาการจัดการกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสมของศูนย์กระจายสินค้าผลไม้สดส่งผลให้คุณภาพของผลไม้สดลดลง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่องด้วยโปรแกรม FlexSim มาประยุกต์ใช้ในศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สดกรณีศึกษา และเพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดการโซ่อุปทานเย็น กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ปฏิบัติการของศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา จำนวน 2 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือการวิจัยประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์ แบบวิเคราะห์กระบวนการทำงานศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และการสังเกตแบบมีส่วนร่วมเกี่ยวกับกระบวนการดำเนินงานของศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา หลังจากนั้นผู้วิจัยใช้โปรแกรม Expert Fit วิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเพื่อทำการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม FlexSim และทำการทดสอบที่ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษาที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นตัวแทนการปฏิบัติงานจริงได้ และกระบวนการทำงานเดิมควรมีการปรับปรุงให้มีการควบคุมอุณหภูมิอย่างเหมาะสม ลดระยะเวลาการดำเนินงานให้สั้นที่สุดโดยการสลับปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานที่สามารถทำได้ ซึ่งผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์พบว่า การปรับปรุงกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษาสามารถลดระยะเวลาการทำงานทั้งหมดลงได้ 5,926.11 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 63.94 อีกทั้งยังสามารถลดค่าจ้างลงได้

คำสำคัญ : การจำลองสถานการณ์ ลิ้นจี่ โซ่อุปทานความเย็น

Abstract

The problem of improper process management of fresh fruit distribution centers results in the quality of fresh fruits decreasing. Therefore, this research aims to develop a discrete-event simulation using the FlexSim program to apply in the fresh lychee distribution center used as a case study and to improve the process of the fresh lychee distribution center used as a case study to be appropriate and consistent with cold chain management. The sample group is 2 operators of the fresh lychee distribution center used as a case study who were selected by purposive selection. The research instruments consist of an interview form and a process analysis form of the fresh lychee distribution center used as a case study. Data were collected by interviewing and site observation about the process of the fresh lychee distribution center used as a case study. The imported data is evaluated using the Expert Fit program, simulation is carried out using the FlexSim program, and the simulation validity of the model is checked using t-tests with ready-made computer programs. The results of the research found that the simulation model of the fresh lychee distribution center used as a case study that was created can be used to represent actual operations. The

original work process should be improved by controlling the temperature appropriately and reducing the operation time to the shortest possible by switching and adjusting the work steps that can be done. The results from the simulation found that the improvement of the working process of the fresh lychee distribution center used as a case study can reduce the total operation time by 5,926.11 seconds or 63.94 percent and can also reduce wages.

Keywords: Simulation, Lychee, Cold chain

บทนำ

ลิ้นจี่เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย ที่สามารถสร้างรายได้จากการส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ ให้กับประเทศไทยได้อย่างมากมาย เช่น ประเทศจีน มาเลเซีย และสิงคโปร์ ซึ่งในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยได้มีการส่งออกลิ้นจี่สดไปยังประเทศจีนเป็นมูลค่า 13.45 ล้านบาท 11.26 ล้านบาท สำหรับประเทศมาเลเซีย และ 1.51 ล้านบาท สำหรับประเทศสิงคโปร์ และยังมีหลาย ๆ ประเทศที่ประเทศไทยมีอัตราการส่งออกลิ้นจี่สดที่สูงขึ้น เช่น ประเทศกาตาร์ และบาห์เรน เป็นต้น อีกทั้งประเทศไทยยังมีปริมาณการบริโภคลิ้นจี่ในประเทศที่มีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยประเทศไทยทั่วประเทศมีพื้นที่ปลูกลิ้นจี่สดรวม 108,441 ไร่ และจังหวัดที่มีการปลูกลิ้นจี่มากที่สุด คือ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย น่าน พะเยา และสมุทรสงคราม (Trade Policy and Strategy Office, 2022) อย่างไรก็ตามลิ้นจี่สดเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีความต้องการการจัดการด้านโซ่อุปทานความเย็นที่สูงมาก เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยว ลิ้นจี่จะเป็นสินค้าที่มีอายุสั้น เน่าเสีย และบอบช้ำง่าย หากผู้ประกอบการสามารถจัดการด้านโซ่อุปทานเย็นได้ดีจะสามารถเป็นช่องทางในการสร้างรายได้ที่เพิ่มขึ้นให้กับเกษตรกรได้อย่างมหาศาล (Kabchan, 2018) ซึ่งการจัดการโซ่อุปทานเย็นของลิ้นจี่สด คือ การควบคุมอุณหภูมิลิ้นจี่สดให้เหมาะสมตั้งแต่การเก็บเกี่ยวในช่วงที่แสงแดดไม่จัดและนำลิ้นจี่ไปลดอุณหภูมิซึ่งสามารถใช้ Forced-air cooling หรือ Hydrocooling ก็ได้ หลังจากนั้นสำหรับขั้นตอนการเก็บรักษา การบรรจุ การขนส่ง และการกระจายสินค้าควรคงไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งจะสามารถรักษาลิ้นจี่ได้นาน 2 สัปดาห์ (Sahawiriya *et al.*, 2022; Postharvest Technology Innovation Center, 2023) อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญของการจัดการโซ่อุปทานเย็นของลิ้นจี่สดในปัจจุบัน คือ การขนส่งลิ้นจี่สดยังใช้รถขนส่งที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้เป็นส่วนใหญ่ จึงส่งผลให้คุณภาพของลิ้นจี่สดลดน้อยลงซึ่งผู้ประกอบการลิ้นจี่สดควรที่จะปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยการลดเวลาในการขนส่งและใช้รถขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิเพื่อที่จะยังคงความสดใหม่ของลิ้นจี่สดไว้ให้ยาวนานมากยิ่งขึ้น (Office of Agricultural Economics, 2021)

จากการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่า มีการประยุกต์ใช้โซ่อุปทานความเย็นในการยืดอายุของสินค้าสดให้ยาวนานมากยิ่งขึ้นและยังสามารถช่วยลดการเน่าเสียของสินค้าได้ ซึ่งปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการโซ่อุปทานความเย็นในศูนย์กระจายสินค้ายังอยู่ในระยะเริ่มต้น งานวิจัยโดยส่วนใหญ่จะเน้นในเรื่องของการเลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด เส้นทางขนส่งที่เหมาะสมที่สุด วิธีการจัดเก็บและวิธีการหีบ เป็นต้น ในขณะที่ศูนย์กระจายสินค้ามักจะมีปัญหาในการจัดการโซ่อุปทานความเย็น คือ มีการขนส่งที่เยอะเก็นไป มีการใช้ระบบอัตโนมัติน้อย การวางแผนการจัดวางไม่เหมาะสม กระบวนการทำงานมีความซับซ้อนซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าวเพื่อให้ศูนย์กระจายสินค้ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Zhu *et al.*, 2014) ในการนี้ผู้วิจัยเห็นว่าการจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่เหมาะใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการทำงาน เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งการจำลองสถานการณ์เป็นกระบวนการเลียนแบบกระบวนการทำงานจริงแล้วดำเนินการทดลองปรับเปลี่ยนข้อมูลของการทำงาน เพื่อเป็นการปรับปรุงหรือออกแบบกระบวนการทำงานใหม่ ซึ่งเทคนิคการจำลองสถานการณ์มีข้อดี คือ สามารถเรียนรู้พฤติกรรมของระบบการทำงานจริงภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ต้องการ และสามารถใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ผลก่อนที่จะนำไปใช้จริงได้ (Klinlek & Samattapong, 2020)

ศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สดกรณีศึกษามีปริมาณลิ้นจี่สดที่เข้ามายังศูนย์กระจายสินค้าประมาณ 3 ตู้คอนเทนเนอร์ต่อวัน (ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต) ในช่วงฤดูกาลของลิ้นจี่สดซึ่งมักจะอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายนของทุกปี (Office of Agricultural Economics, 2024) โดยที่ลิ้นจี่สดจะเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าช่วงเช้าตรู่ของวัน เพื่อที่จะกระจายสินค้าต่อไปยังตลาดท้องถิ่นเพื่อส่งสินค้าให้กับผู้ค้าปลีก และศูนย์กระจายสินค้ายังทำหน้าที่กระจายสินค้าต่อไปยังต่างประเทศ ซึ่งปัญหาของศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้ยังคงขาดการรักษาอุณหภูมิสินค้าอย่างต่อเนื่องทั้งกระบวนการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการปรับปรุงการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สดให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการจัดการโซ่อุปทานเย็นให้มากขึ้น โดยที่กระบวนการทำงานต้องสั้น รวดเร็ว และมีการรักษาอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการสะท้อนภาพ



ของระบบการทำงานปัจจุบันและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการทำงานในศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษา
2. เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษาให้เหมาะสมภายใต้การจัดการโซ่อุปทานเย็นโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete-event simulation: DES) เป็นเครื่องมือหลักสำหรับการวิจัย เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษาให้เหมาะสมกับการจัดการโซ่อุปทานเย็นที่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง และกระบวนการปฏิบัติงานที่จะต้องมีความรวดเร็ว

ซึ่งขั้นตอนการศึกษาจะเริ่มต้นโดยการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษากระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษาในปัจจุบัน โดยมีกลุ่มตัวอย่างผู้ปฏิบัติการของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษาจำนวน 2 คน และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา 2) โปรแกรม Expert Fit ซึ่งมีอยู่ในโปรแกรม FlexSim 3) โปรแกรม FlexSim สำหรับขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลมีการดำเนินการ คือ การเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมเกี่ยวกับกระบวนการดำเนินงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้ติดต่อประสานงานกับผู้บริหารของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเพื่อกำหนดแผนการเก็บข้อมูล การนัดหมายวัน เวลาการสัมภาษณ์และประเด็นการสัมภาษณ์ และปฏิบัติการสัมภาษณ์ พร้อมทั้งการเก็บข้อมูลด้วยการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมตามแผน เพื่อที่จะเข้าใจกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษาในปัจจุบันและทำการจับเวลาในแต่ละกิจกรรมเพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง โดยใช้โปรแกรม FlexSim

การวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละกิจกรรมจะนำเข้าโปรแกรม Expert Fit เพื่อที่จะหาลักษณะการแจกแจงของข้อมูลซึ่งจะเป็นตัวเลขที่สามารถใช้แทนการกระจายตัวที่เหมาะสมที่สุดของกิจกรรมนั้น ๆ และจะใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม FlexSim ซึ่งจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้วยการทดสอบที่จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

หลังจากนั้นจะเป็นขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification) และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Validation) เพื่อที่จะสามารถมั่นใจได้ว่าแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนสถานการณ์ปัจจุบันของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดได้

1) การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง งานวิจัยนี้ทำโดยการทดสอบการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สด

2) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง งานวิจัยนี้ทำโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองสถานการณ์กับระบบจริง ว่าแบบจำลองสถานการณ์สามารถที่จะเป็นตัวแทนของกระบวนการทำงานสำหรับศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษาในปัจจุบันได้หรือไม่ ด้วยการทดสอบ Independent t-test ของปริมาณล้นจี่สด (ตะกร้า) ที่ผ่านศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดต่อวัน และระยะเวลากระบวนการทำงานตั้งแต่รถบรรทุกล้นจี่สดเดินทางมาถึงศูนย์กระจายสินค้าจนถึงเสร็จสิ้นกระบวนการ

หลังจากที่แบบจำลองสถานการณ์ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีผลลัพธ์ที่สามารถเป็นตัวแทนการปฏิบัติงานในปัจจุบันของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษาแล้ว จะเป็นการปรับปรุงกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษาภายใต้การจัดการโซ่อุปทานเย็นในแบบจำลองสถานการณ์พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลจากการศึกษาซึ่งจะประกอบด้วย ระยะเวลาการปฏิบัติงาน จำนวนตะกร้าล้นจี่ ของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษา

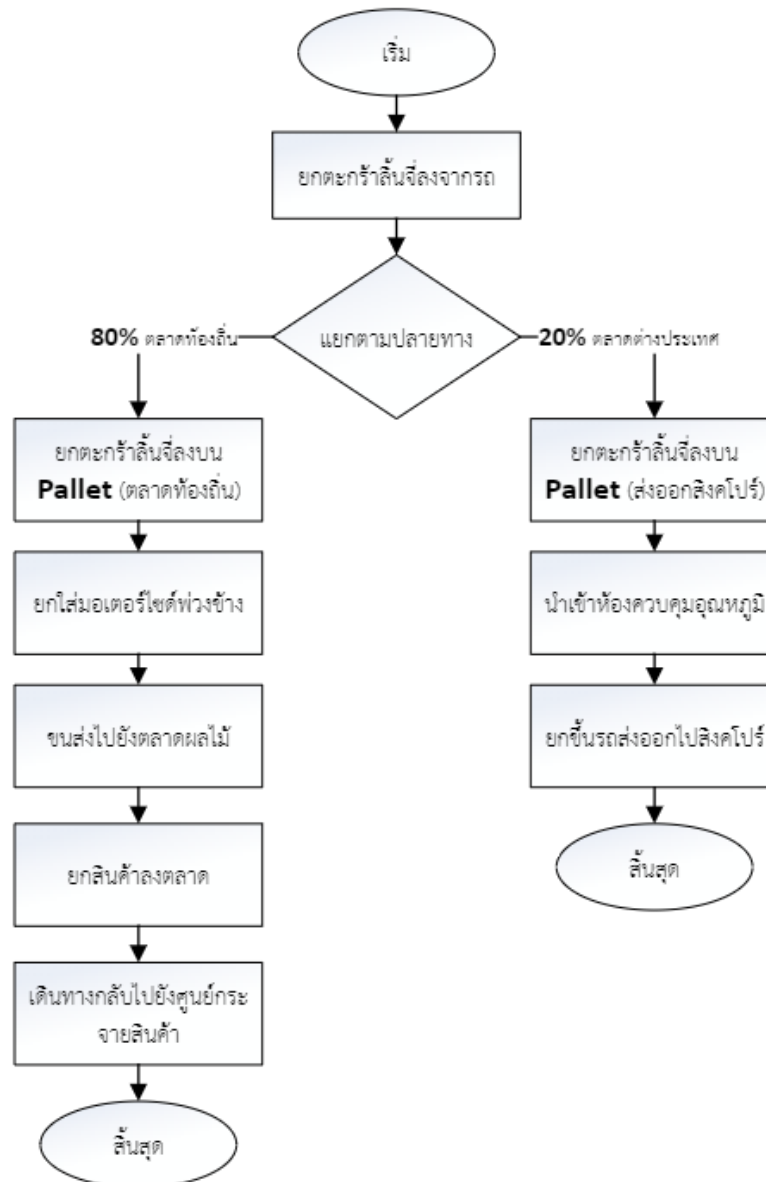
ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้มีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษาโดยใช้โปรแกรม FlexSim และทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานของกรณีศึกษาในแบบจำลองสถานการณ์ตามหลักการจัดการโซ่อุปทานเย็น และเปรียบเทียบ

ผลการดำเนินงานระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง โดยมีผลการวิจัยดังนี้

1. ผลของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษา

จากการดำเนินการเก็บข้อมูลจากศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษา ภาพที่ 1 ได้อธิบายถึงกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษา และตารางที่ 1 แสดงถึงรายละเอียดสำหรับกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษา อย่างไรก็ตามสำหรับรูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่เหมาะสมจะมาจากการจับเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมเป็นจำนวน 30 ครั้ง แล้วนำเข้าโปรแกรม Expert Fit และเลือกแบบ Automated Fitting ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2 สำหรับกิจกรรมยกตะกร้าล้นจี่ลงจากรถซึ่งเป็นกิจกรรมตัวอย่าง



ภาพที่ 1 กระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษา



Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Weibull(E)	95.83	Location 2.04541
		Scale 1.86036
		Shape 1.52930
2 - Beta	95.00	Lower endpoint 2.04295
		Upper endpoint 12.83510
		Shape #1 1.75337
		Shape #2 9.50583
3 - Johnson SB	90.83	Lower endpoint 1.91662
		Upper endpoint 9.45413
		Shape #1 1.48300
		Shape #2 1.10894

31 models are defined with scores between 0.00 and 95.83

Absolute Evaluation of Model 1 - Weibull(E)

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

See Help for more information.

Additional Information about Model 1 - Weibull(E)

"Error" in the model mean

relative to the sample mean

-0.00175 = 0.05%

ภาพที่ 2 ตัวอย่างการวิเคราะห์แจกแจงข้อมูล

ตารางที่ 1 รายละเอียดกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจีสดกรณศึกษา

กิจกรรม	อธิบาย	รูปแบบการกระจายตัว ของเวลาที่เหมาะสม (วินาที)
ยกตะกร้าล้นจีสดจากรถ	รถบรรทุกขนาด 10 ล้อ (ควบคุมอุณหภูมิ) จำนวน 3 คัน ขนส่งล้นจีสดจากแหล่งผลิตมายังศูนย์กระจายสินค้า และใช้คนงานจำนวน 4 คน ทำหน้าที่ในการยกขนล้นจีสดจากรถไปวางไว้บน Pallet ซึ่งค่าใช้จ่ายสำหรับคนงาน คือ 300 บาท/คน/วัน	weibull(2.045409, 1.860364, 1.529298)
แยกสินค้าตามปลายทาง	คนงานที่ทำการยกล้นจีสดจากรถจะทำการแยกสินค้าออกตามปลายทาง คือ 80% เป็นตลาดขายผลไม้ท้องถิ่น และ 20% เป็นการส่งออกไปยังต่างประเทศ	-
ยกตะกร้าล้นจีสดบน Pallet (ท้องถิ่น)	คนงานทำการยกตะกร้าล้นจีสดบน Pallet จำนวน 20 ตะกร้าต่อ 1 Pallet สำหรับตลาดท้องถิ่น	-
ยกตะกร้าล้นจีสดบน Pallet (ส่งออกสิงคโปร์)	คนงานทำการยกตะกร้าล้นจีสดบน Pallet จำนวน 50 ตะกร้าต่อ 1 Pallet สำหรับการส่งออกไปยังต่างประเทศ	-
ยกใส่มอเตอร์ไซด์พ่วงข้าง	สำหรับตลาดท้องถิ่นจะมีรถมอเตอร์ไซด์พ่วงข้างจำนวน 10 คัน มารับสินค้าและยกใส่รถพ่วง จำนวน 20 ตะกร้าต่อ 1 เที่ยว ซึ่งมีค่าใช้จ่าย คือ 5 บาทต่อ 1 ตะกร้า (ไม่ควบคุมอุณหภูมิ) ซึ่งรถแต่ละคันจะต้องขนประมาณ 5 รอบ	loglaplace(0.000000, 145.200000, 5.476211)
ขนส่งไปยังตลาดผลไม้	รถมอเตอร์ไซด์พ่วงข้างจะทำการขนส่งล้นจีสดไปยังตลาดผลไม้ท้องถิ่น (ไม่ควบคุมอุณหภูมิ)	triangular(480, 720, 600)



ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิจกรรม	อธิบาย	รูปแบบการกระจายตัว ของเวลาที่เหมาะสม (วินาที)
ยกสินค้าลงตลาด	ผู้ขับซีรอมอเตอร์ไซด์พ่วงข้างทำการยกขนสินค้าลงจากรถมอเตอร์ไซด์ (ไม่ควบคุมอุณหภูมิ) อย่างไรก็ตามหลังจากยกสินค้าลงตลาดผู้ประกอบการค้าปลีกในตลาดจะจัดการสินค้าลงภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ	johnsonbounded(70.885561, 192.898987, 0.717625, 0.407412)
เดินทางกลับไปยังศูนย์กระจายสินค้า	หลังจากเสร็จสิ้นการยกสินค้าลงสู่ตลาด ผู้ขับซีรอมอเตอร์ไซด์จะเดินทางกลับไปยังศูนย์กระจายสินค้าเพื่อรับสินค้ารอบต่อไป	triangular(300, 540, 420)
นำเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิ	เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการกระจายสินค้าไปสู่ตลาดท้องถิ่น พนักงานในศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 4 คน จะทำการขนย้ายสินค้าลงสู่ห้องควบคุมอุณหภูมิ เพื่อรอรถขนส่งที่จะไปประเทศสิงคโปร์มารับสินค้า (ควบคุมอุณหภูมิ)	triangular(120, 240, 180)
ยกขึ้นรถส่งออกไปยังสิงคโปร์	เมื่อรถบรรทุกที่จะไปส่งสินค้าไปยังประเทศสิงคโปร์มาถึง พนักงานศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 4 คน จะทำการยกขนสินค้าขึ้นรถบรรทุกเพื่อเดินทางไปยังประเทศสิงคโปร์ (ควบคุมอุณหภูมิ)	pearson5(282.728493, 323.287116, 2.338128)

ผลการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมและแบบจำลองสถานการณ์เพื่อเป็นตัวแทนการปฏิบัติงานจริงของศูนย์กระจายสินค้าสินค้าสดกรณีศึกษา มีดังต่อไปนี้

1) การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง งานวิจัยนี้ทำโดยการทดสอบการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าสด ซึ่งพบว่า แบบจำลองสถานการณ์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสามารถทำงานได้โดยไม่มีการแจ้งเตือนความผิดพลาด และพฤติกรรมในแบบจำลองสามารถทำงานได้ถูกต้อง ตามสภาพแวดล้อมการทำงานจริง

2) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง งานวิจัยนี้ทำโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองสถานการณ์กับระบบจริง ด้วยการทดสอบ Independent t-test ของปริมาณสินค้าสด (ตะกร้า) ที่ผ่านศูนย์กระจายสินค้าต่อวัน โดยแยกเป็นจำนวนที่นำไปส่งยังตลาดท้องถิ่น และจำนวนที่ทำการส่งออกไปยังต่างประเทศ และระยะเวลากระบวนการทำงานตั้งแต่รถบรรทุกสินค้าสดเดินทางมาถึงศูนย์กระจายสินค้าจนถึงเสร็จสิ้นกระบวนการที่ศูนย์กระจายสินค้า (วินาที) ซึ่งได้แยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เวลาของกระบวนการทำงานสำหรับส่งไปยังตลาดท้องถิ่น และเวลาของกระบวนการส่งออกไปยังต่างประเทศ โดยสำหรับแบบจำลองจะเป็นข้อมูลที่ได้จากการ Run ซ้ำเป็นจำนวน 100 ครั้ง และงานวิจัยนี้ได้นำผลลัพธ์ที่ได้จากการ Run ในโปรแกรมจำลองสถานการณ์มาเปรียบเทียบกับระบบจริง ซึ่งพบว่า มีค่า P-Value ของ จำนวนตะกร้าสินค้าสดที่ส่งไปยังตลาดท้องถิ่น (ตารางที่ 2) สำหรับจำนวนตะกร้าสินค้าสดที่ส่งไปยังต่างประเทศ (ตารางที่ 3) สำหรับระยะเวลาการปฏิบัติงานของศูนย์กระจายสินค้าในการส่งสินค้าไปยังตลาดท้องถิ่น (ตารางที่ 4) และสำหรับระยะเวลาการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าในการส่งสินค้าไปยังต่างประเทศ (ตารางที่ 5) มากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด คือ 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์สามารถเป็นตัวแทนกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าสดกรณีศึกษาในปัจจุบันได้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณสินค้าสด (ตะกร้า) ส่งไปยังตลาดท้องถิ่น ของแบบจำลองสถานการณ์กับระบบจริง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	SD	t	Sig
ระบบจริง	2	1,024	22.627	-1.549*	0.375
แบบจำลอง	100	1,008.76	13.660		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าค่า sig หรือค่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.375 ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่า 0.05 แสดงว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนการปฏิบัติการจริงของศูนย์กระจายสินค้าสดได้

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณล้นจี่สด (ตะกร้า) ส่งไปยังต่างประเทศ ของแบบจำลองสถานการณ์กับระบบจริง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	SD	t	Sig
ระบบจริง	2	236	22.627	0.186*	0.884
แบบจำลอง	100	240.67	35.249		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าค่า sig หรือค่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.884 ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่า 0.05 แสดงว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนการปฏิบัติการจริงของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดได้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานตั้งแต่รถขนส่งล้นจี่สดเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าจนถึงเสร็จสิ้นการกระจายสินค้าไปยังตลาดท้องถิ่น (วินาที) ของแบบจำลองกับระบบจริง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	SD	t	Sig
ระบบจริง	2	9,300	424.264	-0.14*	0.709
แบบจำลอง	100	9,296.97	307.902		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าค่า sig หรือค่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.709 ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่า 0.05 แสดงว่าระยะเวลาการส่งล้นจี่สดไปยังตลาดท้องถิ่นตามกระบวนการในระบบจริงกับระบบในแบบจำลองสถานการณ์ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนการปฏิบัติการจริงของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดได้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานตั้งแต่รถขนส่งล้นจี่สดเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าจนถึงเสร็จสิ้นการกระจายสินค้าส่งออกไปยังต่างประเทศ (วินาที) ของแบบจำลองกับระบบจริง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	SD	t	Sig
ระบบจริง	2	48,300	424.264	-4.635*	0.441
แบบจำลอง	100	47,320.08	294.484		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าค่า sig หรือค่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.441 ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่า 0.05 แสดงว่าระยะเวลาการส่งล้นจี่สดไปยังตลาดท้องถิ่นตามกระบวนการในระบบจริงกับระบบในแบบจำลองสถานการณ์ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนการปฏิบัติการจริงของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดได้

2. ผลการปรับปรุงกระบวนการทำงานของศูนย์ศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดกรณีศึกษาให้เหมาะสมภายใต้การจัดการโซ่อุปทานเย็น

หลังจากได้แบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถเป็นตัวแทนการปฏิบัติงานจริงแล้ว ผู้วิจัยได้มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานตามแนวคิดการจัดการโซ่อุปทานเย็น ได้แก่ 1) ลดกระบวนการในการทำงาน 2) การจัดให้มีการควบคุมอุณหภูมิอย่างสม่ำเสมอตลอดกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจี่สดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา 3) จำนวนแรงงานที่ใช้ของศูนย์กระจายสินค้ายังคงเท่าเดิม ซึ่งรายละเอียดการปรับปรุงมีดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 กระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าล้นจีสดกรณีศึกษาหลังปรับปรุง

1) ให้รถบรรทุกล้นจีสดทั้ง 3 คัน ที่บรรทุกล้นจีสดมาจากแหล่งผลิตไปจอดที่ตลาดผลไม้ท้องถิ่นก่อนที่จะเดินทางมายังศูนย์กระจายสินค้า เนื่องจากจะเป็นการยังคงให้มีการรักษาอุณหภูมิสินค้าระหว่างการขนส่งสินค้าไปยังตลาดท้องถิ่น โดยที่ไม่ต้องใช้บริการจากรถสามล้อพ่วง และให้พนักงานของศูนย์กระจายสินค้านำสินค้าลงไปที่กับบ้านค้าต่าง ๆ ที่อยู่ในตลาด จากการที่สอบถามกับสถานประกอบการวิธีการดังกล่าวสามารถทำได้เนื่องจากตลาดเป็นของสถานประกอบการเอง และปริมาณล้นจีสดที่จะกระจายไปยังตลาดท้องถิ่นมีปริมาณมากกว่าล้นจีสดที่จะส่งออกไปยังต่างประเทศ

2) หลังจากส่งสินค้าที่ตลาดเสร็จแล้ว ให้รถบรรทุกล้นจีสดซึ่งเป็นรถที่มีการควบคุมอุณหภูมิขนส่งสินค้าที่จะส่งออกไปยังต่างประเทศไปยังศูนย์กระจายสินค้า และทำการยกสินค้าลงเพื่อนำไปเก็บรักษาสินค้าไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ จนกว่ารถขนส่งสินค้าที่จะไปยังประเทศสิงคโปร์มารับสินค้า อย่างไรก็ตามในระหว่างการขนถ่ายสินค้าลงตลาดจะไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสินค้ามากนัก เนื่องจากสินค้ายังอยู่ในการควบคุมอุณหภูมิโดยตู้คอนเทนเนอร์

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการ Run แบบจำลองสถานการณ์เป็นจำนวน 100 รอบ ซึ่งได้ผลจากการทดลองแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างสถานการณ์ปัจจุบันจากแบบจำลองสถานการณ์และผลลัพธ์หลังจากปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ระบบการดำเนินงาน	จำนวนล้นจีสด (ตะกร้า)		ระยะเวลาการดำเนินงาน (วินาที)	
	ส่งตลาดท้องถิ่น	ส่งออกต่างประเทศ	ส่งตลาดท้องถิ่น	ส่งออกต่างประเทศ
กระบวนการเดิม	1,008.76	240.67	9,296.97	47,320.08
กระบวนการที่ปรับปรุง	1,007.87	243.33	3,341.85	47,332.45

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า แนวทางการปรับปรุงกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าในทุกจุด โดยการควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาการทำงานสำหรับการกระจายสินค้าไปยังตลาดท้องถิ่นจากกระบวนการเดิมใช้เวลา 9,267.96 วินาที กระบวนการที่ปรับปรุงแล้วใช้เวลา 3,341.85 วินาที ซึ่งลดลง 5,926.11 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 63.94 ซึ่งจะส่งผลให้ล้นจีสดยังคงความสดมากยิ่งขึ้น อีกทั้งศูนย์กระจายสินค้านำสินค้าลงตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการกระจายสินค้าไปยังตลาดท้องถิ่นได้อีกด้วย เนื่องจากไม่ต้องใช้การบริการจากรถมอเตอร์ไซด์สามล้อรับจ้างที่ศูนย์กระจายสินค้าต้องจ่าย 5 บาทต่อตะกร้า ในสถานการณ์ปัจจุบันอีกต่อไป อย่างไรก็ตามสำหรับระยะเวลาการทำงานสำหรับการกระจายสินค้าไปยังต่างประเทศไม่สามารถลดได้ เนื่องจากรถขนส่งสินค้าจะมีตารางเวลาที่ไม่สามารถไปแก้ไขได้เนื่องจากต้องไปรับสินค้าจากผู้ส่งออกรายอื่น ๆ ด้วย

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานของโซ่อุปทานความเย็นด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์: กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้าลันจีสด ผลการวิจัยสะท้อนว่า สถานประกอบการศูนย์กระจายสินค้าลันจีสดสามารถปรับปรุงกระบวนการตามแนวคิดของโซ่อุปทานเย็นที่เหมาะสมได้ คือ ศูนย์กระจายสินค้าต้องมีการควบคุมอุณหภูมิตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน และลดระยะเวลาการดำเนินงานให้สั้นที่สุด โดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้รถขนส่งลันจีสดจากแหล่งผลิตไปส่งสินค้าที่ตลาดท้องถิ่นก่อนที่จะมาส่งสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้าเพื่อดำเนินการสำหรับสินค้าส่งออกต่างประเทศด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์ ซึ่งดีกว่าระบบเดิมที่ให้รถขนส่งไปส่งที่ศูนย์กระจายสินค้าก่อน แล้วใช้รถสามล้อรับจ้างไปส่งสินค้ายังตลาดท้องถิ่น เนื่องจากมีต้นทุนสูงกว่า ใช้เวลานานกว่า และระหว่างการเดินทางโดยใช้รถสามล้อรับจ้างจะไม่มีใครควบคุมอุณหภูมิระหว่างการเดินทาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhu *et al.* (2014) ที่เสนอการปรับปรุงศูนย์กระจายสินค้าภายใต้การจัดการโซ่อุปทานเย็นของผักและผลไม้สดโดยลดกระบวนการบางอย่างที่เป็นข้อจำกัดลงโดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้กระบวนการทำงานมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้กระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าสดมีกระบวนการทำงานที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น และสินค้ายังคงความสดได้นานมากยิ่งขึ้นอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Sahawirya *et al.* (2022) ที่ทำการออกแบบการกระจายสินค้าทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคภายใต้โซ่อุปทานความเย็นที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมายเป็นเครื่องมือในการวิจัย ผลการวิจัยแนะนำว่า การเลือกเส้นทางการกระจายทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เหมาะสมภายใต้การจัดการแบบโซ่อุปทานเย็นผู้ประกอบการควรเลือกเส้นทางที่มีการควบคุมอุณหภูมิและมีระยะทางที่น้อยที่สุดเพื่อที่จะยังคงความสดใหม่ของสินค้าให้ยาวนานมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะปรับปรุงกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าลันจีสดกรณีศึกษาให้เหมาะสมภายใต้การจัดการโซ่อุปทานเย็น ด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง โดยใช้โปรแกรม FlexSim ซึ่งมีความจำเป็นเป็นอย่างยิ่งที่ศูนย์กระจายสินค้าผักหรือผลไม้สดต้องดำเนินการตามหลักการจัดการโซ่อุปทานเย็น กล่าวคือ สินค้าต้องมีการรักษาอุณหภูมิในระดับที่พอเหมาะกับสินค้านั้น ๆ ตลอดทั้งกระบวนการ และควรลดระยะเวลาการปฏิบัติงานให้เหลือน้อยที่สุด เนื่องจากจะส่งผลให้สินค้าสดนั้น ๆ ยังคงคุณภาพสดใหม่ได้ยาวนานมากยิ่งขึ้น อาจจะส่งผลให้สถานประกอบการสามารถเพิ่มโอกาสในการขายสินค้าได้ยาวนานได้มากยิ่งขึ้นได้อีกด้วย และยังสามารถให้ผู้ประกอบการสามารถขายสินค้าในสถานที่ที่อยู่ห่างไกลมากยิ่งขึ้นได้อีกด้วย ซึ่งจากการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ปรับปรุงกระบวนการทำงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของศูนย์กระจายสินค้าลันจีสดกรณีศึกษาภายใต้แนวคิดการจัดการโซ่อุปทานเย็นพบว่า ศูนย์กระจายสินค้าสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้ทุกกระบวนการมีการควบคุมอุณหภูมิ และมีระยะเวลาการดำเนินงานที่สั้นลงจาก 9,267.96 วินาที เป็น 3,341.85 วินาที กล่าวคือ ศูนย์กระจายสินค้าจะมีระยะเวลาการดำเนินงานสำหรับการกระจายสินค้าไปยังตลาดท้องถิ่นลดลงร้อยละ 63.94 อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนค่าจ้างรถมอเตอร์ไซด์สามล้อรับจ้างที่ให้บริการในการกระจายสินค้าให้ผู้ประกอบการต้องจ่าย 5 บาทต่อตะกร้าได้อีกด้วย หรือคิดเป็น 5,040 บาท สำหรับค่าใช้จ่ายที่ศูนย์กระจายสินค้าสามารถลดลงได้ต่อ 1 วัน จากผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้สามารถเสนอแนะให้ผู้ประกอบการศูนย์กระจายสินค้าลันจีสดควรที่จะปรับปรุงกระบวนการทำงานขององค์กรให้สอดคล้องกับการจัดการโซ่อุปทานเย็น และควรปรับกระบวนการให้มีระยะเวลาการทำงานที่สั้นลง อีกทั้งผู้ประกอบการยังสามารถใช้แบบจำลองสถานการณ์เป็นตัวช่วยในการตัดสินใจปรับปรุงกระบวนการทำงาน ซึ่งผู้ประกอบการสามารถที่จะเห็นผลลัพธ์ และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงในสถานการณ์จริงได้ โดยที่ผู้ประกอบการไม่ต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายจากการปรับปรุงกระบวนการทำงานจริง อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการศูนย์กระจายสินค้าลันจีสดกรณีศึกษาเท่านั้น แต่ยังคงเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้กับผู้ประกอบการศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้สดอื่น ๆ ที่มีกระบวนการทำงานใกล้เคียงกันได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

Kabchan, P. (2018). *Management of litchi supply chain: A case study of litchi farmers in Chaiprakan district Chiang mai province*. Master's Independent study. Maejo University. (in Thai)

- Klinlek, P. & Samattapong, N. (2020). Simulation for improving process effectiveness of a carton production company in Nakorn Ratchasima. *In The 38th Conference of Industrial Engineering Network*, May 6-8, 2020. Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2021). *Thai lychees are the nation's most profitable fruit. Suggestions for packaging and logistics should be made in order to prolong freshness*. Retrieved May 1, 2024, from <https://www.oae.go.th>. (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2024). *Lychees*. Retrieved June 21, 2024, from <https://regional.moc.go.th>. (in Thai)
- Postharvest Technology Innovation Center. (2023). *Post-harvest management information for lychees*. Retrieved July 30, 2024, from <https://www.phtnet.org/2023/08/3044/>. (in Thai)
- Sahawiriya, U., Sirivongpaisal, N., Kanchanasuwan, S., Auckara-Aree, K. & Penjumrus, P. (2022). Distribution design for the cold chain of ready-to-eat fresh-cut durian for 3 southern border provinces. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 8(1), 52-61. (in Thai)
- Trade Policy and Strategy Office. (2022). *Analyze the Thai economic and trade situation by region*. Bangkok: Ministry of Commerce. (in Thai)
- Zhu, A., Zhang, R., Chu, F., He, Z. & Li, J. (2014). A flexsim-based optimization for the operation process of cold-chain logistics distribution centre. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(1), 270-278.