



วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. UBU Engineering Journal

บทความวิจัย

การจำลองสถานการณ์เพื่อลดข้าวคงค้างระหว่างกระบวนการแปรรูปข้าวเปลือก

The simulation to reduce rice in the process of paddy processing

อนจ ชัยมณี^{1*} สุภัสสร่า แก้วเจริญสีทอง²

^{1, 2} สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

Anot Chaimanee^{1*} Supussara Kaewcharoensithong²

^{1, 2} Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

* Corresponding author.

E-mail: anotchaimanee@hotmail.com; Telephone: 08 4050 1960

วันที่รับบทความ 26 กรกฎาคม 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 9 กันยายน 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 15 ตุลาคม 2563

วันที่ตอบรับบทความ 2 พฤศจิกายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงกระบวนการแปรรูปข้าวเปลือก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณข้าวคงค้างระหว่างกระบวนการ โดยปัญหาถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ กระบวนการลดความชื้นของข้าวเปลือก และกระบวนการแปรรูปข้าวเปลือกภายในโรงสี ในงานวิจัยได้พัฒนากระบวนการตัดสินใจ 2 กระบวนการ ซึ่งเป็นการสร้างเงื่อนไขในการเลือกวิธีการลดความชื้นข้าวเปลือกอย่างเป็นระบบ วัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณข้าวคงค้างในกระบวนการลดความชื้น นอกจากนี้ในงานวิจัยยังใช้การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมในโรงสี วัตถุประสงค์เพื่อลดข้าวคงค้างภายในโรงสี ผลการจำลองสถานการณ์พบว่าการใช้กระบวนการตัดสินใจที่ 1 รวมกับการเพิ่มเครื่องจักรทั้งหมด 11 เครื่อง ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย ทำให้ข้าวคงค้างโดยเฉลี่ยในกระบวนการลดความชื้น และกระบวนการแปรรูปข้าวลดลง 84.08% และ 70.18% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเพิ่มโอกาสทางการขายผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมากขึ้น ทำให้โรงสีสามารถเพิ่มกำไรโดยเฉลี่ยได้ 574,72.714 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ

การจำลองสถานการณ์ ข้าวคงค้าง กระบวนการตัดสินใจ การจัดสมดุลสายการผลิต

Abstract

This research uses simulation to improve paddy processing. The objective is to reduce the amount of rice in the process. The problem is classified into 2 cases: 1) the paddy dehumidification process and 2) the rice milling process in a plant. This research develops two decision procedures that construct systematical condition for choosing the paddy dehumidification method that reduces paddy in the dehumidification process. Moreover, in this research, line balancing is used for determining the number of proper machines in a plant. The objective is to reduce the amount of rice in a plant. The simulation results show that the decision procedure no. 1 combine with increase of 11 machines in total, give an appropriate result for the research. The average amount of rice in the paddy dehumidification process and the rice milling process are reduced by 84.08% and 70.18%, respectively. Furthermore, the result shows the opportunity to sell more products, which can increase the average profit by 574,714.72 baht per month.

Keywords

simulation; rice in the process; decision procedure; line balancing

1. คำนำ

อุตสาหกรรมข้าวของประเทศไทยมีกลไกห่วงโซ่อุปทานจากต้นน้ำถึงปลายน้ำ เริ่มจากเกษตรกรทำการปลูกข้าวเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งขั้นตอนนี้ข้าวจะถูกเรียกว่าข้าวเปลือก หลังจากนั้นข้าวเปลือกจะถูกส่งไปยังโรงสีข้าวเพื่อทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นจะถูกส่งไปยังลูกค้า จากลักษณะของห่วงโซ่อุปทานที่กล่าวมาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของโรงสีข้าวซึ่งเป็นธุรกิจกลางน้ำที่เชื่อมโยงเกษตรกรต้นน้ำและผู้บริโภค รวมถึงผู้ส่งออกปลายน้ำ หากการบริหารจัดการกระบวนการแปรรูปของโรงสีข้าวไม่มีประสิทธิภาพ จะทำให้เกิดข้อขัดข้องระหว่างกระบวนการจำนวนมาก ส่งผลให้ปริมาณผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปข้าวไม่เพียงพอต่อการส่งออกไปยังลูกค้า ทำให้การพัฒนากระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปข้าวของโรงสีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นจึงมีความสำคัญ

การแปรรูปข้าวเปลือกของโรงสีข้าว มีกระบวนการหลักแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการแรกเป็นการนำข้าวเปลือกมาเตรียมความพร้อมก่อนนำเข้าแปรรูปในโรงสีข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความชื้นของข้าวให้เหลือ 12 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ [1] เพื่อทำให้การแปรรูปข้าวเปลือกเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยกระบวนการลดความชื้น แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่ การตากข้าวที่ลานตากและการใช้ตู้อบ หลังจากข้าวมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เหมาะสมแล้ว ในขั้นตอนถัดไปเป็นการนำข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการลดความชื้นเข้าสู่การแปรรูปภายในโรงสี เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์พร้อมส่งขายแก่ผู้บริโภค

โรงสีข้าวกรณีศึกษาพบปัญหาแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ ข้าวเปลือกที่คงค้างในกระบวนการลดความชื้นมีปริมาณมาก เนื่องจากการตัดสินใจเลือกวิธีการลดความชื้นของข้าวยังไม่เหมาะสมทั้งด้านปริมาณและช่วงเวลาการดำเนินงาน กรณีต่อมา คือ การสีข้าวหลังการลดความชื้นในโรงสีข้าวเกิดการกองรอของข้าวเปลือกระหว่างกระบวนการ เนื่องจากการลำเลียงข้าวเข้าสู่เครื่องจักรและเวลาการทำงานของเครื่องจักรไม่สัมพันธ์กัน จากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดข้อขัดข้องระหว่างกระบวนการแปรรูปข้าวจำนวนมาก ส่งผลให้ปริมาณผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้อยกว่าที่

ควรจะเป็นเมื่อเทียบกับช่วงเวลาการแปรรูป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจเลือกวิธีการลดความชื้นข้าวเปลือกและกระบวนการแปรรูปข้าวในโรงสี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้ลานตากและตู้อบได้อย่างเหมาะสม ส่งผลทำให้ปริมาณข้าวเปลือกที่พร้อมนำไปแปรรูปมากขึ้น รวมถึงหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปข้าวภายในโรงสีเพื่อลดข้อขัดข้องระหว่างกระบวนการ ซึ่งมีผลสืบเนื่องทำให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น เพิ่มโอกาสในการขาย และสามารถเพิ่มผลกำไรให้สถานประกอบการได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

การจำลองสถานการณ์เป็นการเลียนแบบการดำเนินงานของกระบวนการหรือระบบจริง (Real-World Process) เพื่อศึกษาพฤติกรรมปัจจุบัน [2] และใช้หาแนวทางในการพัฒนาระบบงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น [3] ซึ่งมีข้อได้เปรียบที่สามารถจำลองระบบที่ซับซ้อน และมีผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเชิงข้อมูล องค์กร และสิ่งแวดล้อม [4]

การประยุกต์ใช้การจัดสมดุลสายการผลิต [5] เพื่อหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมในแต่ละสถานีงานถูกนำมาใช้ในงานวิจัยเพื่อปรับปรุงกระบวนการสีข้าวในโรงสีเพื่อให้ปริมาณข้าวคงค้างลดลง การหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$\text{จำนวนเครื่องจักรที่น้อยที่สุด} = \frac{\text{เวลาที่จัดให้หน่วยผลิต}}{\text{รอบเวลาการผลิต}} \quad (1)$$

งานวิจัยนี้ทำการทดสอบความถูกต้อง (Verification) และ ทวนสอบความเสมือนจริง (Validation) แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มประชากร [6] ของดัชนีชี้วัดจากระบบงานจริงกับแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

โดยที่ μ_1, μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยจากระบบจริงและแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ตามลำดับ

หากไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงให้เห็นว่า 2 กลุ่มประชากรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การทดสอบสมมติฐานจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ ทราบความแปรปรวนของประชากร และไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร [24] ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นกรณีไม่ทราบความแปรปรวน และจะทำการทดสอบผ่านโปรแกรม Minitab ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตมีผู้วิจัยนำการจำลองสถานการณ์ไปใช้แก้ปัญหาในงานอุตสาหกรรมที่หลากหลาย ได้แก่ การปรับปรุงกระบวนการจ่ายออกของโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราโดยปรับปรุงระบบคลังสินค้า พบว่าเวลาเฉลี่ยที่สินค้าอยู่ในระบบลดลง โดยไม่มีการทำงานล่วงเวลา [7] การปรับปรุงกระบวนการผลิตอาหารเนื่องจากเกิดภาวะการว่างงานของพนักงาน ซึ่งสามารถลดจำนวนพนักงานและทำให้อรรถประโยชน์ของพนักงานเพิ่มขึ้น [8] การจำลองสถานการณ์ถูกนำไปใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตแบบดึงของโรงงานผลิตยางรถยนต์เพื่อลดงานระหว่างกระบวนการผลจากการปรับปรุงโดยใช้ระบบบัตรคัมบังสามารถลดงานระหว่างกระบวนการและลดระยะเวลาเก็บสินค้าชั่วคราวระหว่างการผลิตได้ [9] การหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการประกอบชุดประกอบหัวอ่านเขียนสำเร็จโดยการจำลองสถานการณ์และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีข้อจำกัด พบว่าอัตราการผลิตเพิ่มขึ้น รอบเวลาการผลิต และจำนวนคนงานลดลง [10] การจำลองสถานการณ์ถูกใช้เพื่อแก้ปัญหาจุดคอขวดโดยการหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมในระบบการผลิตแบบตามสั่ง [11]

ต่อมาการจำลองสถานการณ์ถูกใช้เพื่อจัดรูปแบบสายการผลิตของโรงงานผลิตของเล่นพลาสติกซึ่งมีขั้นตอนการผลิตจำนวนมาก ทำให้เวลาการผลิตขึ้นงานรวมเฉลี่ย รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยลดลง แต่ทำให้ขึ้นงานระหว่างกระบวนการเพิ่มขึ้น [12] [13] จำลองสถานการณ์เพื่อลดระยะทาง และลดต้นทุนการใช้รถยกของ และทำให้ระยะเวลาการทำงาน of พนักงานลดลง การจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงสายการผลิตขวดเหนียวหน้าของแขนจับหัวอ่านฮาร์ดดิสก์

ไดร์ฟ ทำให้รอบเวลาการผลิตลดลง ทั้งนี้อัตราผลผลิตอรรถประโยชน์ และประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้น [14] [15] ได้จำลองสถานการณ์กระบวนการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าให้ได้ตามแผนการผลิต และแก้ปัญหาความไม่สมดุลของสายการผลิต ผลการปรับปรุงกระบวนการพบว่าอัตราผลผลิต และประโยชน์ของการใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้น [16] ได้จำลองสถานการณ์ของสายการผลิตสปีดเบรคบรรจุถุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแรงงาน และทำให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมาย

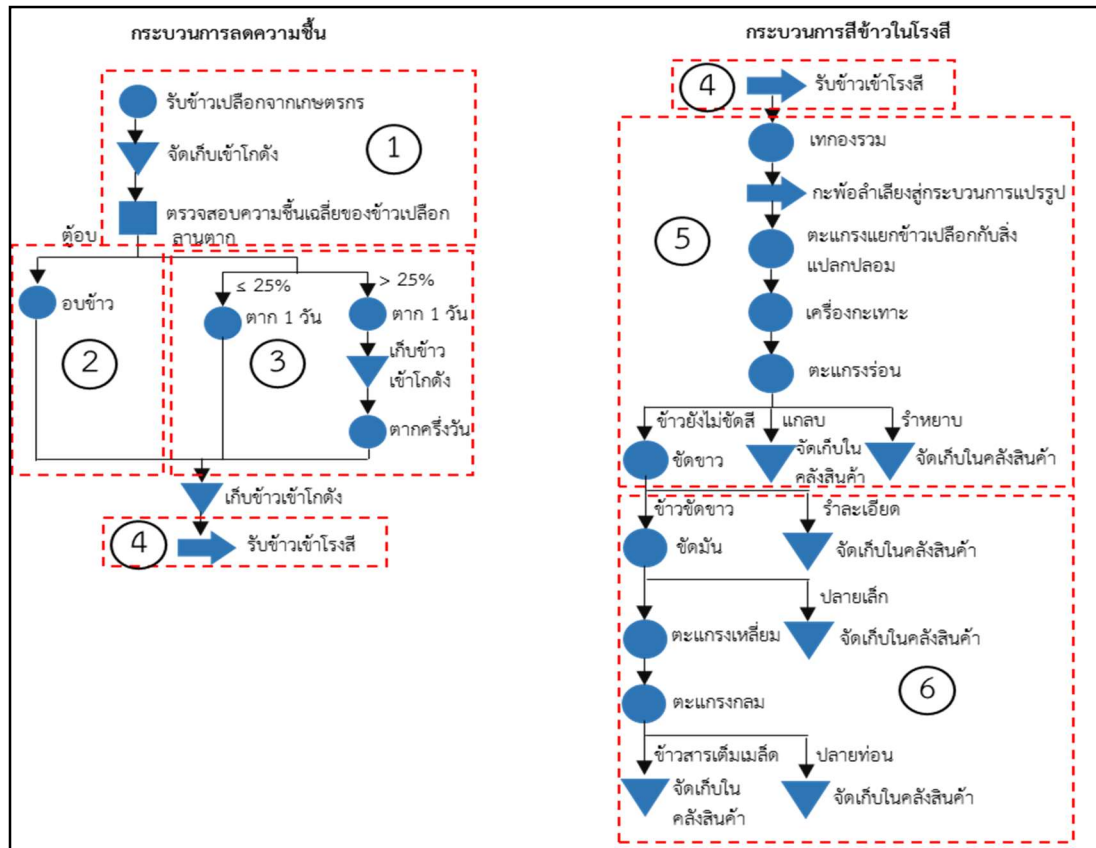
การจำลองสถานการณ์ยังถูกนำไปใช้กับงานสาธารณสุข เช่น ถูกใช้ศึกษาความหนาเชื่อถือของสุขภาพในร่างกายมนุษย์ [17] อีกทั้งถูกนำไปแก้ปัญหาการจัดตารางเวลาของศัลยแพทย์เพื่อลดจำนวนและช่วงเวลาล่าช้า รวมถึงเวลารอคอยของคนไข้ [18] [19] ใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อประเมินระบบการวางแผนปฏิบัติงานในโรงพยาบาลเพื่อลดเวลาการให้บริการ เพิ่มคุณภาพสภาพแวดล้อมในการทำงาน เพิ่มประสิทธิภาพของพนักงาน และสร้างความพึงพอใจแก่พนักงานและคนไข้

การจำลองสถานการณ์ยังถูกใช้แก้ปัญหาในระบบงานอื่นๆ อาทิเช่น การแก้ปัญหาการจัดตารางเวลาเดินทางที่ยังไม่เหมาะสมในช่วงเวลาเร่งด่วน ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดเวลาคอยเฉลี่ยและเวลารอคอยเฉลี่ยในคิวได้ [20] และยังสามารถปรับปรุงระบบการจราจรบริเวณสามแยก (T-Junction) ที่อยู่ติดกันในชั่วโมงเร่งด่วน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจวิเคราะห์จุดคอขวดและเสนอวิธีการแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุงการจราจร [21] [22] จำลองสถานการณ์เพื่อลดเวลารอคอยของลูกค้า โดยอรรถประโยชน์ของพนักงานชำระเงินยังเทียบเท่าระบบเดิมสำหรับระบบการให้บริการอาหารจานด่วน การจำลองสถานการณ์ถูกใช้สำหรับการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตและอรรถประโยชน์การใช้เครื่องจักร [23] [24] ทำการจำลองสถานการณ์ปรับปรุงระบบการทำงาน ปฐพี (Earthwork Operation) ทำให้อรรถประโยชน์เครื่องชุดเจาะเพิ่มขึ้น เวลารอคอยและจำนวนรอคอยของรถบรรทุกในแถวคอยเพื่อรอการโหลดของลดลง

3. กระบวนการแปรรูปข้าวปัจจุบัน

กระบวนการแปรรูปข้าวในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการลดความชื้นของข้าวเปลือก

และกระบวนการสีข้าวภายในโรงสี ซึ่งแผนภูมิการไหลของกระบวนการแปรรูปข้าว แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการแปรรูปข้าวเปลือก

หมายเหตุ หมายถึงค่ากำกับเพื่อใช้แสดงการจับคู่กับแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ในรูปที่ 2

จากรูปที่ 1 กระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกสามารถดำเนินการได้ 2 ลักษณะ คือ การลดความชื้นข้าวเปลือกที่ลานตาก และการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้ตู้อบ ในกรณีตากข้าวที่ลานตาก ถ้าความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลาตากข้าวเปลือก 1 วัน ตั้งแต่เวลา 08.00 น. – 16.00 น. ในขณะที่ข้าวเปลือกที่มีความชื้นมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาในการตาก 1 วันครึ่ง คือ ตากวันแรกเวลา 08.00 น. – 16.00 น. และตากต่อในวันถัดไปตั้งแต่ 08.00 น. – 12.00 น. ส่วนการใช้ตู้อบข้าวนั้นสามารถลดความชื้นข้าวเปลือกโดยเฉลี่ย 1 เปอร์เซ็นต์ต่อการอบข้าว 1 ชั่วโมง หลังจากข้าวเปลือกมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์ตามข้อกำหนดของโรงสีข้าวการณศึกษาแล้ว ขั้นตอนถัดไปเป็นการนำข้าวเปลือกมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เริ่มจากลำเลียงข้าวเปลือกเข้าสู่

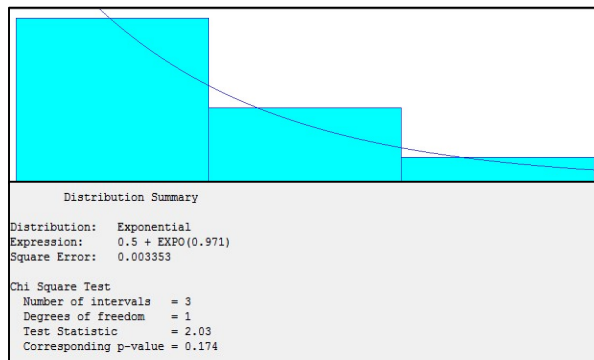
กระพ้อลำเลียงไปยังกระบวนการคัดแยกสิ่งแปลกปลอมโดยใช้ตระแกรงคัดแยก จากนั้นข้าวเปลือกจะเข้าสู่เครื่องกะเทาะเพื่อแยกเปลือกข้าวออกจากเมล็ดข้าว ในขั้นตอนนี้จะได้กลบและรำหยาบ ข้าวที่ยังไม่ขัดสีถูกนำเข้าเครื่องขัดขาวเพื่อขัดสีของข้าวออกกลายเป็นข้าวเมล็ดสีขาว ซึ่งได้รำละเอียด และข้าวขัดขาวจะถูกนำเข้าเครื่องขัดมันเพื่อให้เมล็ดข้าวมีความมันวาวมากขึ้น ในขั้นตอนนี้จะได้ปลายเล็ก และจะมีเมล็ดข้าวที่แตกหักไม่สมบูรณ์ปะปนอยู่ จึงนำมาเหวี่ยงเพื่อคัดแยกเมล็ดข้าว ทำให้เกิด ข้าวสารเต็มเมล็ด และปลายท่อน จากนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการแปรรูปทั้งหมดจะถูกเก็บในคลังเพื่อเตรียมขายต่อไป

จากกระบวนการแปรรูปข้าวปัจจุบันพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ การตัดสินใจเลือกวิธีลดความชื้นของ

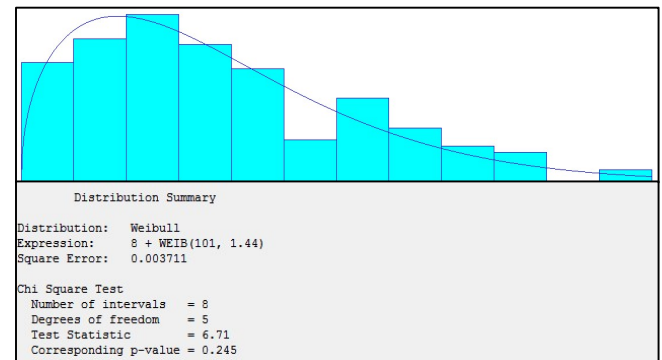
ข้าวเปลือกที่รับมาในแต่ละรอบยังไม่เหมาะสม เนื่องจากใช้การตัดสินใจของเจ้าของโรงสีเป็นหลักโดยไม่มีเกณฑ์การตัดสินใจที่แน่นอนทั้งด้านปริมาณและการเลือกวิธีการลดความชื้น การขาดเกณฑ์ตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีการลดความชื้นส่งผลให้ข้าวเปลือกที่ยังไม่ผ่านกระบวนการลดความชื้นตกค้างอยู่ในระบบเป็นจำนวนมาก ส่วนหนึ่งเกิดจากการตัดสินใจเลือกใช้ตู้อบที่เร็วเกินไปโดยที่ปริมาณข้าวยังไม่เต็มความจุ เนื่องจากการอบข้าวไม่ว่าจะเต็มความจุหรือไม่จะใช้เวลาในการอบเท่ากัน ทำให้ข้าวที่เข้ามาใหม่เกิดการรอคอยและเกิดการคั่งค้าง อีกทั้งทำให้การใช้งานตู้อบไม่เต็มประสิทธิภาพ กรณีถัดมาคือ เกิดจากปริมาณข้าวเปลือกที่ผ่านการลดความชื้นและอัตรา

การทำงานของเครื่องจักรไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ข้าวเปลือกตกค้างในกระบวนการแปรรูปภายในโรงสีข้าว

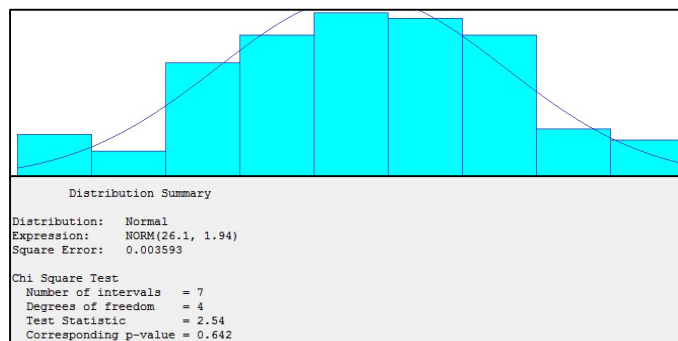
จากปัญหาที่กล่าวข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการตัดสินใจเลือกวิธีการลดความชื้นข้าวเปลือกและปรับปรุงกระบวนการแปรรูปข้าวในโรงสีโดยใช้ทฤษฎีการจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อลดการคั่งค้างของข้าวเปลือกในกระบวนการแปรรูปข้าว ซึ่งจะส่งผลสืบเนื่องให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มมากขึ้นและสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้น



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ (ก) ระยะห่างระหว่างการรับข้าว (ข) ปริมาณข้าวที่รับมาในแต่ละรอบ (ค) ความชื้นข้าวที่รับมาในแต่ละรอบ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเก็บข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง

เมื่อทราบถึงกระบวนการแปรรูปข้าวแล้ว จึงเก็บข้อมูลย้อนหลังในช่วงเดือนมีนาคม - เมษายน ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2561 ประกอบไปด้วยข้อมูล ปริมาณและความชื้นของข้าวที่รับมาจากเกษตรกรในแต่ละรอบการรับข้าว ระยะห่างของการรับข้าวในแต่ละรอบ (Interarrival Time) หลังจากนั้นสร้างการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลผ่าน Input Analyzer ของ Arena แสดงดังรูป

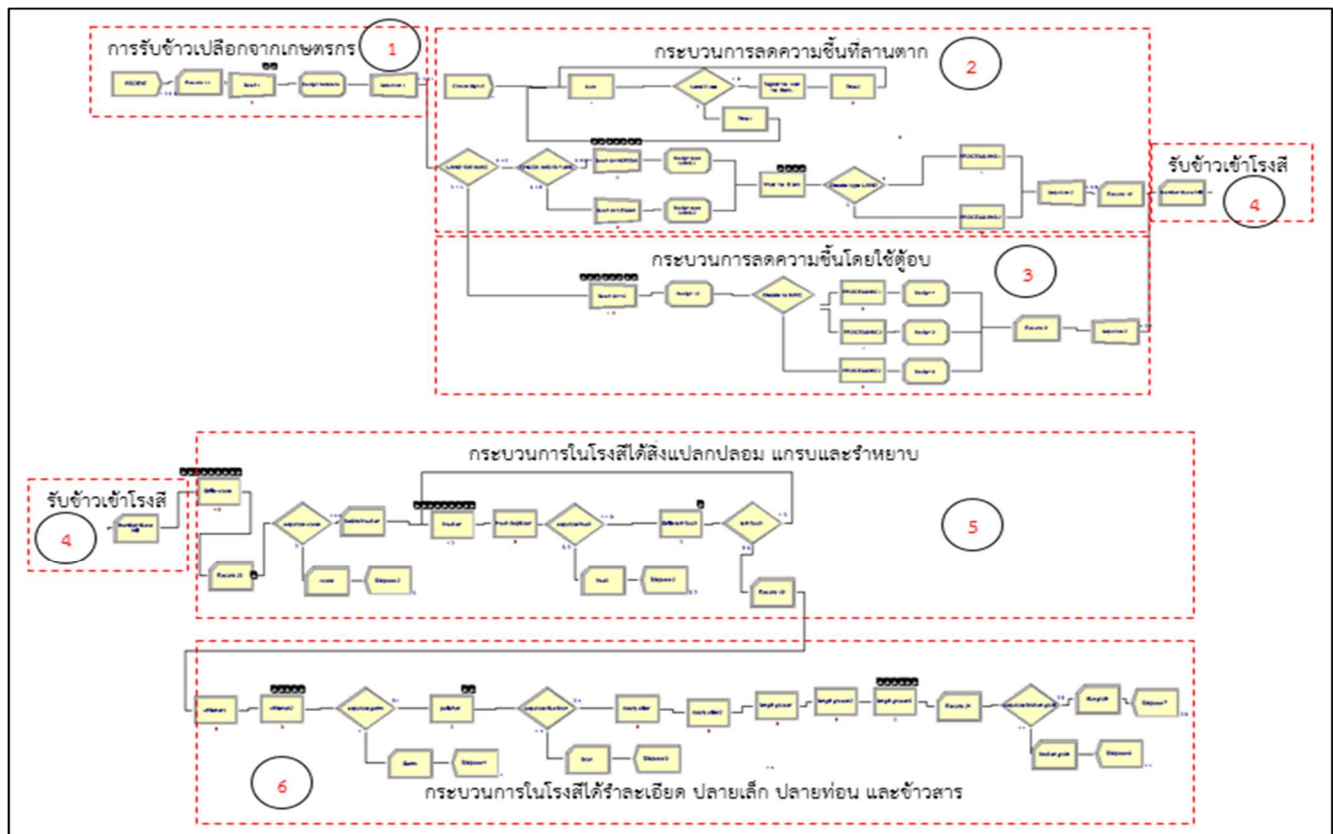
ที่ 2 แล้วทำการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม Arena เพื่อใช้เป็นตัวแทนของกระบวนการแปรรูปข้าว แสดงดังรูปที่ 3

4.2 การตรวจสอบความถูกต้องและทวนสอบความเหมือนจริงของแบบจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องเป็นการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจได้ว่ากระบวนการทำงานของแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ถูกต้องตามระบบจริง [25] โดยสังเกตการณ์ไหล

ของข้าวเปลือก (Entity) ผ่านกระบวนการต่างๆ ว่าถูกต้องตามกระบวนการทำงานจริงหรือไม่ และพิจารณาปริมาณข้าวเปลือกก่อนลดความชื้น โดยข้าวเปลือกต้องมีปริมาณ 60 ตัน ก่อนส่งเข้าไปยังลานตาก และข้าวเปลือกต้องมีปริมาณอย่างน้อย 45 ตันก่อนส่งเข้าตู้อบ เมื่อตรวจสอบลักษณะการทำงานของกระบวนการแปรรูปข้าวแล้ว จึงทวนสอบความเหมือนจริงเพื่อยืนยันว่าแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์มีการประมวลผลที่เที่ยงตรง [25] โดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลอง และข้อมูลที่โรงสีกรณีศึกษาบันทึกไว้ ได้แก่ ค่าอัตราประโยชน์ของลานตาก อัตราประโยชน์ของตู้อบ และปริมาณผลผลิตจากกระบวนการแปรรูปข้าว การเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองจากการประมวลผล 10 รอบการทำงานกับระบบปัจจุบัน โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน [26] ค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มประชากร โดยวิธี t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผ่านโปรแกรม Minitab แสดงดังตารางที่ 1

จากการตรวจสอบความถูกต้องพบว่ากระบวนการทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ของการลดความชื้นและการแปรรูปข้าวในโรงสีของแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์สอดคล้องกับกระบวนการจริง และจากตารางที่ 1 พบว่าการประมาณค่าแบบช่วงจากระบบจริงและแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์มีช่วงที่ซ้อนทับกัน และค่าความกว้างของครึ่งช่วง (Half width) จากแบบจำลองแคบกว่าค่าจริง และผลการทดสอบสมมติฐานเป็นการยืนยันว่าค่าเฉลี่ยของดัชนีชี้วัดจากแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ และระบบปัจจุบันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้มั่นใจได้ว่าแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์มีความถูกต้องและมีความเหมือนจริงทางสถิติ [26] ดังนั้นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์สามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบการทำงานปัจจุบันได้



รูปที่ 3 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของกระบวนการแปรรูปข้าวเปลือก

หมายเหตุ หมายเลขกำกับเพื่อใช้แสดงการจับคู่กับกระบวนการแปรรูปข้าวเปลือกในรูปที่ 1

4.3 กระบวนการตัดสินใจเลือกวิธีการลดความชื้น

งานวิจัยนี้สร้างกระบวนการตัดสินใจเลือกวิธีการลดความชื้น 2 กระบวนการ คือ

กระบวนการตัดสินใจที่ 1 สร้างเงื่อนไขการตัดสินใจเลือกวิธีการลดความชื้นข้าว วัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณข้าวค่างในกระบวนการลดความชื้น และเพิ่มอัตราประโยชน์ต้อบ โดยจะเริ่มใช้ต้อบเมื่อสามารถข้าวสารได้ 2 ตูขึ้นไป แสดงดังแผนภูมิการไหลในรูปที่ 4 (ก)

กระบวนการตัดสินใจที่ 2 สร้างเงื่อนไขการตัดสินใจวัตถุประสงค์เพื่อเร่งระบายข้าวไปสู่กระบวนการลดความชื้นให้เร็วขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องให้ข้าวถึง 60 ตัน ถึงตากข้าวที่ลานตาก และเป็นการเลือกใช้ลานตากก่อนเนื่องจากต้นทุนถูกกว่าการใช้ต้อบ อีกทั้งยังรักษาอัตราประโยชน์ต้อบ โดยจะเริ่มใช้ต้อบเมื่อสามารถข้าวสารได้ 2 ตูขึ้นไป แสดงดังแผนภูมิการไหลในรูปที่ 4 (ข)

โดยกำหนดให้

x_i คือ ปริมาณข้าวเปลือกที่รับมาในแต่ละครั้ง

lb คือ ขอบเขตล่างแสดงถึงปริมาณข้าวน้อยที่สุดที่จะดำเนินการตากที่ลานตาก ใช้ในกระบวนการตัดสินใจที่ 2)

ub คือ ขอบเขตบนแสดงถึงปริมาณข้าวที่จะถูกดำเนินการลดความชื้นที่ลานตากและใช้ต้อบอย่างน้อย 2 ตู ใช้ในกระบวนการตัดสินใจที่ 2)

ค่า lb ในกระบวนการตัดสินใจที่ 2 กำหนดจากเปอร์เซ็นต์ความจุของลานตาก โดยอย่างน้อยต้องมีข้าวเปลือก 50 % ของความจุลานตากจึงจะสามารถตากข้าวได้ และเพิ่มขึ้นเป็น 60%

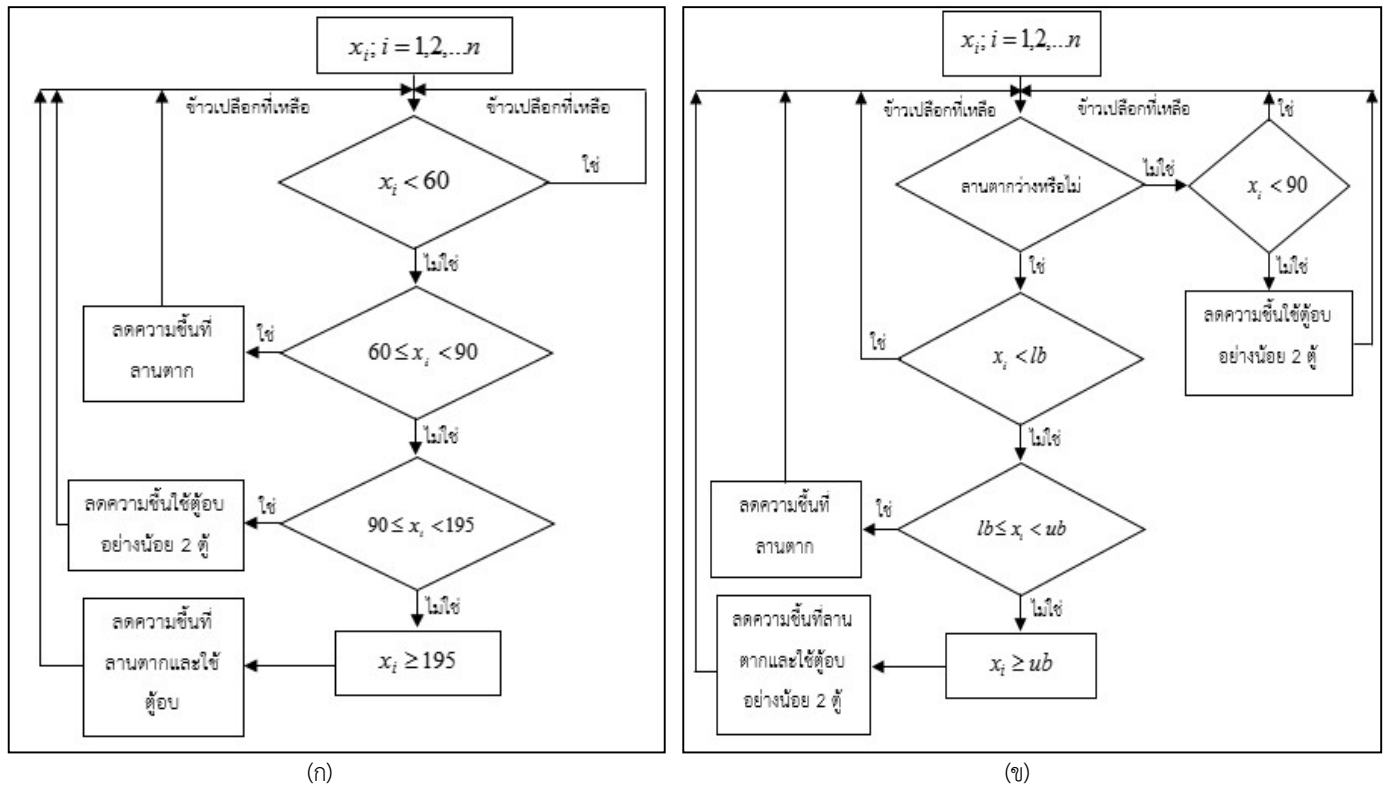
จนถึง 90% ของความจุของลานตาก และค่า ub กำหนดจากความจุของข้าวเต็มลานตาก 60 ตัน รวมกับการใช้ต้อบอย่างน้อย 2 ตู (66.67% ของความจุต้อบ) ซึ่งอบข้าวได้ 90 ตัน รวมปริมาณการตากข้าวที่ลานตากและการใช้ต้อบ เท่ากับ 150 ตัน และเพิ่มความจุของต้อบเป็น 70%, 80%, 90%, 100% ของความจุต้อบทั้งหมด งานวิจัยนี้จึงมีการรวมกัน (Combination) ของ lb และ ub เท่ากับ 5 กลุ่ม รวมทั้งหมด 25 การรวมกัน ซึ่งแสดงตามตารางที่ 4 ในผลการวิจัย

4.4 การปรับปรุงกระบวนการแปรรูปข้าวเปลือกในโรงสี

การปรับปรุงกระบวนการในโรงสี คือ การใช้ทฤษฎีการจำลองสายการผลิตเพื่อเพิ่มจำนวนเครื่องจักรภายในโรงสี แล้วจะส่งผลให้ข้าวตกค้างในโรงสีลดลงจากกระบวนการปัจจุบัน การหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมในแต่ละสถานงาน เริ่มจากพิจารณาสถานการณ์ปัจจุบัน (สถานการณ์ S_0) แล้วเพิ่มเครื่องจักรในสถานงานที่เป็นคอขวดของกระบวนการ (ตะแกรงโยก) เรียกว่าสถานการณ์ S_1 หลังจากนั้นจึงเพิ่มอัตราการผลิตเป้าหมาย 10%, 20%, 30%, 40% และ 50% ของ 8 ตัน/ชั่วโมง (8 ตัน/ชั่วโมง คือ อัตราการผลิตของสถานงานส่วนใหญ่ภายในโรงสี) ซึ่งจะได้รอบเวลาการผลิตเป้าหมาย คือ 0.1136, 0.1042, 0.0962, 0.0893 และ 0.0833 ชั่วโมง/ตันตามลำดับ และหาจำนวนเครื่องจักรโดยใช้สมการที่ (1) ผลการคำนวณการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรตามการปรับรอบเวลาการผลิตแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การตรวจสอบความถูกต้องและทวนสอบความเหมือนจริงของแบบจำลอง

ดัชนีชี้วัด	ระบบจริง	แบบจำลอง	ผลการทดสอบ	
			P value	สรุป
อัตราประโยชน์ลานตาก	43.86±9.68	43.89±4.00	0.995	Do not reject H_0
อัตราประโยชน์ต้อบตัวที่ 1	10.99±6.05	12.03±3.00	0.702	Do not reject H_0
อัตราประโยชน์ต้อบตัวที่ 2	9.55±5.42	8.89±3.00	0.797	Do not reject H_0
อัตราประโยชน์ต้อบตัวที่ 3	9.84±4.22	10.22±4.00	0.802	Do not reject H_0
ปริมาณข้าวสาร	901.14±290.97	824.2±102.08	0.584	Do not reject H_0
ปริมาณปลายท่อน	161.79±75.71	155.6±17.03	0.861	Do not reject H_0
ปริมาณปลายเล็ก	14.51±4.93	16.5±3.24	0.455	Do not reject H_0
ปริมาณรำละเอียด	149.43±48.41	141.1±20.55	0.726	Do not reject H_0
ปริมาณแกลบและรำหยาบ	352.87±145.12	418.9±57.83	0.360	Do not reject H_0
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม	87.41±20.88	79.8±11.66	0.481	Do not reject H_0



รูปที่ 4 แผนภูมิการไหลของ (ก) กระบวนการตัดสินใจที่ 1 และ (ข) กระบวนการตัดสินใจที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนเครื่องจักรปัจจุบัน และตามสถานการณ์การเพิ่มจำนวนเครื่องจักร

สถานีนงาน	จำนวนเครื่องจักรปัจจุบัน (ลักษณะการทำงาน)	อัตราการผลิต/เครื่อง (ตัน/ชั่วโมง)	รอบเวลาการผลิตเครื่องจักร (ชั่วโมง/ตัน)	จำนวนเครื่องจักร (เครื่อง)					
				S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
ตะแกรงแยกสิ่งแปลกปลอม	1	8	0.1250	1	1	2	2	2	2
เครื่องกะเทาะ	5 (ทำงานพร้อมกัน)	1.6	0.6250	5	5	6	7	7	8
ตะแกรงร่อน	2 (ทำงานพร้อมกัน)	8	0.1250	2	2	2	2	2	2
ตะแกรงโยก	2 (ทำงานพร้อมกัน)	2.1	0.4761	2	4	5	5	6	6
เครื่องขัดขาวหนึ่ง	2 (ทำงานพร้อมกัน)	8	0.1250	2	2	2	2	2	2
เครื่องขัดขาวสอง	1	15	0.0670	1	1	1	1	1	1
เครื่องขัดมัน	1	8	0.1250	1	1	2	2	2	2
ตะแกรงเหล็มนหนึ่ง	1	8	0.1250	1	1	2	2	2	2
ตะแกรงเหล็มนสอง	1	8	0.1250	1	1	2	2	2	2
ตะแกรงกลมหนึ่ง	1	8	0.1250	1	1	2	2	2	2
ตะแกรงกลมสอง	1	8	0.1250	1	1	2	2	2	2
ตะแกรงกลมสาม	1	8	0.1250	1	1	2	2	2	2

หมายเหตุ S_i ; $i = 0$ แสดงถึงสถานการณ์ปัจจุบัน ; $i = 1, 2, 3, 4, 5$ แสดงถึงสถานการณ์การเพิ่มจำนวนเครื่องจักร

ตารางที่ 2 สามารถสรุปสถานการณ์การเพิ่มจำนวนเครื่องจักรจากสถานการณ์ปัจจุบันได้ คือ จำนวนเครื่องจักรจากการปรับอัตราการผลิต 10% , 20% จะให้จำนวนเครื่องจักรที่เท่ากัน ถูกเรียกว่าสถานการณ์ S_2 และจำนวนเครื่องจักรหลังจากเพิ่มอัตราการผลิตเป้าหมาย 30%, 40% และ 50% ถูกเรียกว่า

สถานการณ์ S_3 , S_4 และ S_5 ตามลำดับ สถานการณ์การเพิ่มจำนวนเครื่องจักรทั้งหมดจะถูกประมวลผลร่วมกับกระบวนการตัดสินใจลดความชื้น เพื่อทำให้ปริมาณข้าวคงค้างภายในโรงสีลดลงจากกระบวนการปัจจุบัน โดยจะแสดงผลในหัวข้อถัดไป

5. ผลการวิจัย

เมื่อได้กระบวนการตัดสินใจเลือกวิธีการลดความชื้น 2 กระบวนการ และสถานการณ์การเพิ่มจำนวนเครื่องจักร 5 สถานการณ์ แล้วจึงเริ่มจำลองสถานการณ์กระบวนการตัดสินใจลดความชื้นทั้ง 2 กระบวนการ โดยจำนวนเครื่องจักรในโรงสียังคงเดิมโดยตั้งค่าการประมวลผล 30 วินาที ละ 24 ชั่วโมง ที่ 10 รอบการทำซ้ำ ได้ผลการจำลองสถานการณ์ของกระบวนการตัดสินใจที่ 1 และกระบวนการตัดสินใจที่ 2 แสดงดังตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

จากตารางที่ 3 พบว่าจากกระบวนการตัดสินใจที่ 1 ปริมาณข้าวเปลือกที่คั่งค้างในกระบวนการลดความชื้นลดลงจาก 668.4 ตัน เหลือ 142.30 ตัน และอัตราประโยชน์ต้อ

เพิ่มขึ้น ส่วนตารางที่ 4 เมื่อจำลองสถานการณ์กระบวนการตัดสินใจที่ 2 พบว่าปริมาณข้าวคั่งค้างลดลงเช่นกัน โดยค่าอัตราประโยชน์ลานตากมีค่ามากกว่าอัตราประโยชน์ต้อทั้ง 3 ตู้ ทุกกรณี เนื่องจากแนวทางนี้มีการให้ความสำคัญกับลานตากมากกว่าต้อ

ตารางที่ 3 ผลการจำลองสถานการณ์การของกระบวนการตัดสินใจที่ 1

ปริมาณข้าวคั่งค้างเฉลี่ยในกระบวนการลดความชื้น	อัตราประโยชน์ (%)
142.30	23.17 (ลานตาก)
	24.74 (ต้อตัวที่ 1)
	24.74 (ต้อตัวที่ 2)
	24.74 (ต้อตัวที่ 3)

*ปริมาณข้าวคั่งค้างของสถานการณ์ปัจจุบันเท่ากับ 668.40 ตัน

ตารางที่ 4 ผลการจำลองสถานการณ์การของกระบวนการตัดสินใจที่ 2

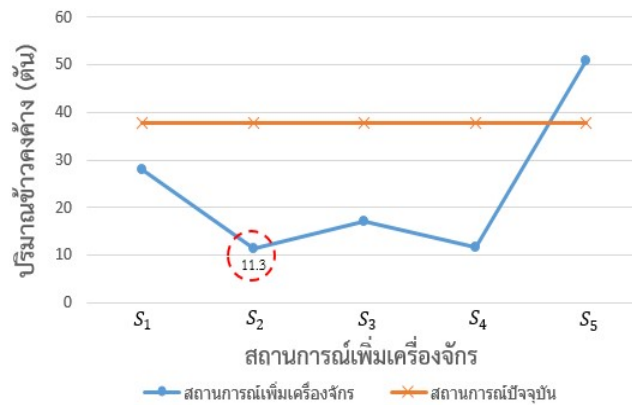
กลุ่มการรวมกันของ <i>lb</i> และ <i>ub</i>	<i>lb</i> (%ความจุลานตาก)	<i>ub</i> (%ความจุต้อ)	ปริมาณข้าวคั่งค้างเฉลี่ยในกระบวนการลดความชื้น (ตัน)	อัตราประโยชน์ (%)**
1	30 (50%)	150.00 (66.67%)	56.1**	34.61 (ลานตาก)
		154.50 (70%)	73.1	16.78 (ต้อตัวที่ 1)
		168.00 (80%)	161.2	16.78 (ต้อตัวที่ 2)
		181.50 (90%)	139.5	16.78 (ต้อตัวที่ 3)
		195.00 (100%)	118.9	
2	36 (60%)	150.00 (66.67%)	70.0**	34.44 (ลานตาก)
		154.50 (70%)	72.2	17.87 (ต้อตัวที่ 1)
		168.00 (80%)	156	17.87 (ต้อตัวที่ 2)
		181.50 (90%)	134.3	17.87 (ต้อตัวที่ 3)
		195.00 (100%)	113.7	
3	42 (70%)	150.00 (66.67%)	89.0	32.94 (ลานตาก)
		154.50 (70%)	78.5**	17.32 (ต้อตัวที่ 1)
		168.00 (80%)	154.4	17.32 (ต้อตัวที่ 2)
		181.50 (90%)	142.9	17.32 (ต้อตัวที่ 3)
		195.00 (100%)	130.1	
4	48 (80%)	150.00 (66.67%)	99.4**	33.11 (ลานตาก)
		154.50 (70%)	103.2	17.50 (ต้อตัวที่ 1)
		168.00 (80%)	176.2	17.50 (ต้อตัวที่ 2)
		181.50 (90%)	155.9	17.50 (ต้อตัวที่ 3)
		195.00 (100%)	144.8	
5	54 (90%)	150.00 (66.67%)	88.8**	31.06 (ลานตาก)
		154.50 (70%)	89.0	17.05 (ต้อตัวที่ 1)
		168.00 (80%)	178.2	17.05 (ต้อตัวที่ 2)
		181.50 (90%)	170.6	17.05 (ต้อตัวที่ 3)
		195.00 (100%)	181.5	

*ปริมาณข้าวคั่งค้างของสถานการณ์ปัจจุบันเท่ากับ 668.40 ตัน

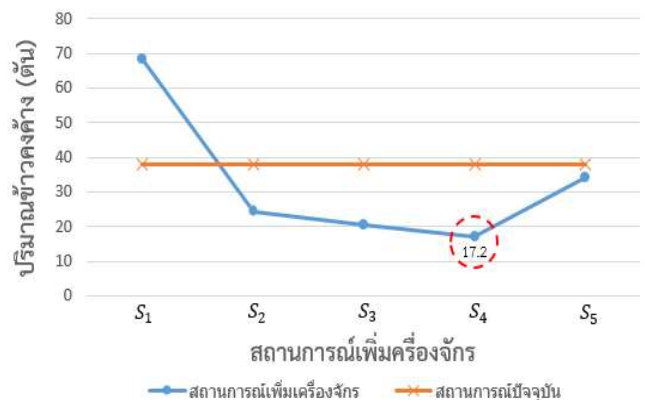
หมายเหตุ เครื่องหมาย ** แสดงถึงข้าวคั่งค้างต่ำสุดในแต่ละกลุ่มการรวมกันของ *lb* และ *ub* ซึ่งส่งผลให้ค่าอัตราประโยชน์ลานตากและต้อแสดงดังตาราง

หลังจากนั้นนำกระบวนการตัดสินใจที่ 1 และการรวมกันของ lb และ ub ที่ทำให้ปริมาณข้าวค่างในกระบวนการลดความชื้นน้อยที่สุดของแต่ละกลุ่มการรวมกันจากกระบวนการ

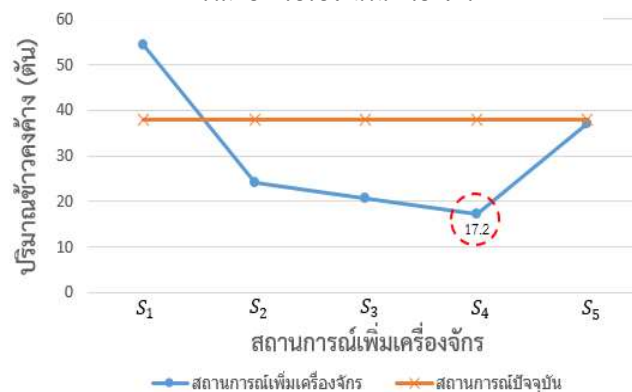
ตัดสินใจที่ 2 ไปจำลองสถานการณ์ร่วมกับสถานการณ์การปรับจำนวนเครื่องจักรจากตารางที่ 2 เพื่อลดปริมาณข้าวค่างภายในโรงสี ผลการจำลองสถานการณ์แสดงดังรูปที่



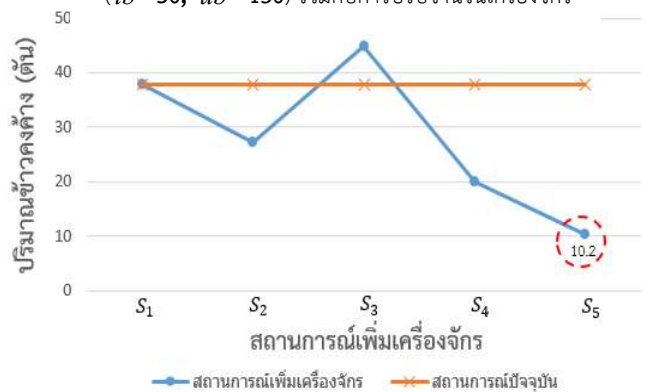
(ก) ปริมาณข้าวค่างในโรงสีจากกระบวนการตัดสินใจที่ 1 รวมกับการปรับจำนวนเครื่องจักร



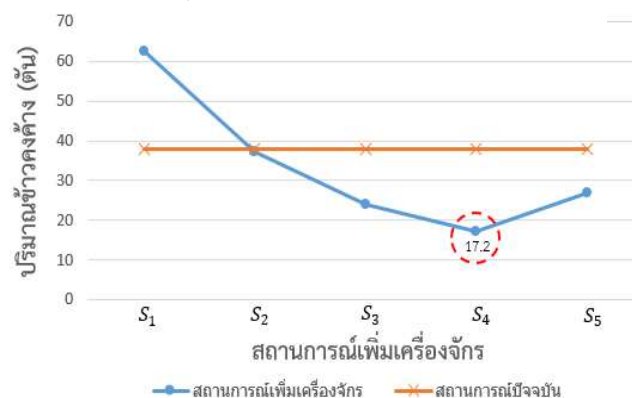
(ข) ปริมาณข้าวค่างในโรงสีจากกระบวนการตัดสินใจที่ 2 ($lb=30$, $ub=150$) รวมกับการปรับจำนวนเครื่องจักร



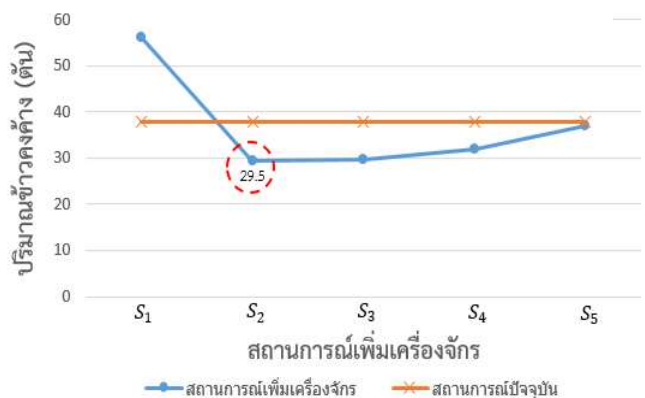
(ค) ปริมาณข้าวค่างในโรงสีจากกระบวนการตัดสินใจที่ 2 ($lb=36$, $ub=150$) รวมกับการปรับจำนวนเครื่องจักร



(ง) ปริมาณข้าวค่างในโรงสีจากกระบวนการตัดสินใจที่ 2 ($lb=42$, $ub=154.5$) รวมกับการปรับจำนวนเครื่องจักร



(จ) ปริมาณข้าวค่างในโรงสีจากกระบวนการตัดสินใจที่ 2 ($lb=48$, $ub=150$) รวมกับการปรับจำนวนเครื่องจักร



(ฉ) ปริมาณข้าวค่างในโรงสีจากกระบวนการตัดสินใจที่ 2 ($lb=54$, $ub=150$) รวมกับการปรับจำนวนเครื่องจักร

หมายเหตุ วงกลมบนกราฟแสดงถึงปริมาณข้าวค่างในโรงสีต่ำสุดของแต่ละเงื่อนไขของกระบวนการตัดสินใจร่วมกับสถานการณ์การเพิ่มเครื่องจักร

จากรูปที่ 5 พบว่า สถานการณ์การเพิ่มจำนวนเครื่องจักรส่วนใหญ่ส่งผลให้ปริมาณข้าวค่างค้างภายในโรงสีลดลงจากระบบปัจจุบัน งานวิจัยนี้จะเลือกสถานการณ์ที่ทำให้ปริมาณข้าวค่างค้างในโรงสีต่ำและมีการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรน้อยที่สุดตามนโยบายของโรงสีกรณีศึกษา ดังนั้น จากรูปที่ 5 (ก), (ข), (ค), (ง), (จ) และ (ฉ) พบว่า การใช้กระบวนการตัดสินใจที่ 1 ร่วมกับสถานการณ์การเพิ่มเครื่องจักร S_2 (มีจำนวนเครื่องจักรแสดงดังตารางที่ 2) เป็นสถานการณ์ที่มีปริมาณข้าวค่างเฉลี่ยในโรงสี 11.3 ตัน เป็นสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย รายละเอียดของเครื่องจักรที่ถูกเพิ่ม และต้นทุนที่เกิดขึ้นจะถูกอธิบายในหัวข้อ 5.1

ตารางที่ 5 ข้อมูลเพื่อใช้คำนวณต้นทุนและรายได้

ข้อมูล	สถานการณ์ปัจจุบัน	สถานการณ์ปรับปรุง	เพิ่มขึ้น/ลดลง
ปริมาณข้าวเฉลี่ยที่ผ่านการลดความชื้น (ตัน)	1,674.00	2,101.40	427.40
- ปริมาณข้าวเฉลี่ยที่ถูกตาก (ตัน)	900	460	-440
- จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยการอบข้าว (ชั่วโมง)	74.74	172.15	97.41
ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการแปรรูป (ตัน)	1,636.10	2,090.10	454.00
- ปริมาณข้าวสารเฉลี่ย (ตัน)	824.2	1039.2	215
- ปริมาณปลายท่อนเฉลี่ย (ตัน)	155.6	195.3	39.7
- ปริมาณรำละเอียดเฉลี่ย (ตัน)	141.1	186.9	45.8
- ปริมาณปลายเล็กเฉลี่ย (ตัน)	16.5	20.5	4.0
- ปริมาณแกลบและรำหยาบเฉลี่ย (ตัน)	418.9	541.1	122.2
- ปริมาณสิ่งแปลกปลอมเฉลี่ย (ตัน)	79.8	107.1	27.3
ข้าวค่างเฉลี่ยในกระบวนการลดความชื้น (ตัน)	668.40	106.40	-562.00
ข้าวค่างเฉลี่ยในโรงสี (ตัน)	37.90	11.30	-26.60
ข้าวค่างเฉลี่ยรวมทั้งระบบ (ตัน)	706.30	117.70	-588.60

ต้นทุนของกระบวนการแปรรูปข้าวประกอบไปด้วย ต้นทุนการรับซื้อข้าวเปลือก 6.68 บาท/กิโลกรัม ต้นทุนการตากข้าวที่ลานตาก 110 บาท/ตัน และต้นทุนการใช้ตู้อบข้าว 830 บาท/ชั่วโมง รายได้ของผลิตภัณฑ์ ข้าวสาร ปลายท่อน รำละเอียด ปลายเล็ก แกลบและรำหยาบ คือ 11.30, 10.60, 8.12, 9.60 และ 1.65 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ การคำนวณต้นทุน รายได้ และผลกำไรโดยเฉลี่ยของระบบปัจจุบัน และระบบปรับปรุง สรุปดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ต้นทุน รายได้ และผลกำไรโดยเฉลี่ย

	สถานการณ์ปัจจุบัน	สถานการณ์ปรับปรุง
ต้นทุนเฉลี่ย	11,343,350.88	14,230,882.16
รายได้เฉลี่ย	12,958,137.00	16,420,383.00
กำไรเฉลี่ย	1,614,12.786	2,189,500.84

5.1 ต้นทุนและรายได้

หลังจากจำลองสถานการณ์ที่ถูกเลือกเพื่อลดปริมาณข้าวค่างค้างในกระบวนการแปรรูปข้าว แล้วจึงคำนวณต้นทุนและรายได้ เพื่อแสดงให้เห็นว่า กระบวนการแก้ปัญหาทั้งในกระบวนการลดความชื้น และภายในโรงสี นอกจากจะทำให้ข้าวค่างค้างในกระบวนการลดลงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ยังส่งผลให้เกิดการเพิ่มโอกาสในการขาย ทำให้โรงสีกรณีศึกษาสามารถเพิ่มรายได้จากปริมาณผลผลิตที่มากขึ้นได้ โดยข้อมูลที่สำคัญจากการประมวลผลแสดงดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 6 พบว่าการปรับปรุงกระบวนการสามารถเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการแปรรูปข้าวได้ โดยทำให้กำไรโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 574,72.714 บาท/เดือน แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงกระบวนการสามารถทำให้ปริมาณข้าวค่างค้างในกระบวนการลดลง ยังส่งผลให้เพิ่มโอกาสสร้างกำไรให้สถานประกอบการ แต่สถานการณ์ปรับปรุงมีการเพิ่มเครื่องจักร จึงพิจารณาค่าอรรถประโยชน์ของเครื่องจักร และคำนึงถึงระยะเวลาคืนทุน อรรถประโยชน์เครื่องจักร จำนวนเครื่องจักร และราคาของเครื่องจักร แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 อรรถประโยชน์ จำนวนเครื่องจักร และราคาเครื่องจักร

เครื่องจักร	อรรถประโยชน์ (%)		ราคา (บาท)
	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	
ตะแกรงแยกสิ่งแปลกปลอม 1	27.66	18.81	280,000
ตะแกรงแยกสิ่งแปลกปลอม 2**		18.75	
เครื่องกะเทาะเปลือกข้าว 1	30.98	31.82	
เครื่องกะเทาะเปลือกข้าว 2	31.80	32.13	
เครื่องกะเทาะเปลือกข้าว 3	31.08	31.97	
เครื่องกะเทาะเปลือกข้าว 4	30.95	32.44	
เครื่องกะเทาะเปลือกข้าว 5	30.75	32.13	280,000
เครื่องกะเทาะเปลือกข้าว 6**		32.03	
ตะแกรงร่อน 1	15.70	18.96	
ตะแกรงร่อน 2	15.19	19.25	
ตะแกรงโยก 1	44.04	21.94	
ตะแกรงโยก 2	43.76	21.90	
ตะแกรงโยก 3**		21.79	380,000
ตะแกรงโยก 4**		22.26	380,000
ตะแกรงโยก 5**		22.53	380,000
เครื่องขัดขาวหนึ่งเครื่องที่ 1	9.69	11.97	450,000
เครื่องขัดขาวหนึ่งเครื่องที่ 2	10.06	12.06	
เครื่องขัดขาวสอง	11.24	13.42	
เครื่องขัดมัน 1	19.98	12.25	
เครื่องขัดมัน 2**		12.14	
ตะแกรงเหลี่ยมนึ่งตัวที่ 1	17.86	11.26	
ตะแกรงเหลี่ยมนึ่งตัวที่ 2**		12.14	160,000
ตะแกรงเหลี่ยมนึ่งตัวที่ 1	16.92	10.88	160,000
ตะแกรงเหลี่ยมนึ่งตัวที่ 2**		11.10	
ตะแกรงกลมนึ่งตัวที่ 1	16.33	10.75	
ตะแกรงกลมนึ่งตัวที่ 2**		10.92	
ตะแกรงกลมนึ่งตัวที่ 1	16.66	10.85	
ตะแกรงกลมนึ่งตัวที่ 2**		10.83	
ตะแกรงกลมนึ่งตัวที่ 1	17.03	10.81	112,000
ตะแกรงกลมนึ่งตัวที่ 2**		10.10	
รวม			2,806,000 บาท

หมายเหตุ เครื่อง ** แสดงถึงเครื่องจักรที่ถูกเพิ่ม

จากตารางที่ 7 พบว่า ในสถานีนงานที่ไม่มีการเพิ่มเครื่องจักร ค่าอรรถประโยชน์เครื่องจักรระบบเดิมกับระบบปรับปรุงมีค่าไม่ต่างกันมากนัก แต่สถานีนงานได้มีการเพิ่มเครื่องจักรค่าอรรถประโยชน์จะลดลงเล็กน้อย ส่วนระยะเวลาคืบทุน โรงสีกรณีศึกษาที่กำลังซื้อเครื่องจักรเป็นเงินสดเต็มราคาได้ จึงสามารถคำนวณระยะเวลาในการคืบทุนจากกำไรที่เพิ่มขึ้นหลังปรับปรุงกระบวนการ พบว่ามีระยะเวลาคืบทุนประมาณ 4.88 เดือน

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการตัดสินใจเลือกวิธีการลดความชื้นข้าวเปลือก และหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณข้าวคงค้างในกระบวนการแปรรูปข้าว โดยทำการจำลองสถานการณ์เพื่อจำลองระบบงานจริงและใช้หาแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการแปรรูปข้าวเปลือกเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผลการจำลองสถานการณ์ พบว่าสถานการณ์ที่ใช้กระบวนการตัดสินใจที่ 1 ร่วมกับสถานการณ์ S₂ ซึ่งมีการเพิ่มเครื่องจักรตามตารางที่ 7 ทำให้ข้าวคงค้างโดยเฉลี่ยในกระบวนการลดความชื้นและภายในโรงสีลดลง 562.00 ตัน และ 26.60 ตัน คิดเป็น 84.08% และ 70.18% ตามลำดับ ส่งผลให้เกิดการเพิ่มโอกาสให้สถานประกอบการมีกำไรเพิ่มขึ้นจากระบบเดิมโดยเฉลี่ย 574,72.714 บาท/เดือน คิดเป็น 35.59% เมื่อพิจารณาค่าอรรถประโยชน์พบว่าค่าอรรถประโยชน์ในกระบวนการลดความชื้น และเครื่องจักรต่างๆ ยังมีค่าไม่สูงมากนัก ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับงานวิจัยในอนาคตในการเพิ่มอรรถประโยชน์ของกระบวนการต่างๆ ซึ่งอาจส่งผลให้กระบวนการการแปรรูปข้าวมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงสีแม่แจ่มข้าวไทย เลขที่ 42 หมู่ 6 ตำบลลาดชิด อำเภอฝักไถ่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ในงานวิจัย อีกทั้งยังขอขอบคุณ น.ส. กรชนก กระจำเอย และ น.ส.ลักขิภา สุขสมแดน ที่ให้ข้อมูล อีกทั้งยังตอบข้อสงสัยเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรัชย์ ปรีทอง. การปรับปรุงกระบวนการอบข้าวเปลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสีข้าว. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา; 2559. 71 หน้า.
- [2] Banks J, Carson JS, Nelson BL, Nicol, DM. *Discrete- Event System Simulation*. Upper Saddle River: Pearson Education, Inc; 2005.

- [3] รุ่งรัตน์ ภิรัชเพ็ญ. *คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena*. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน); 2553.
- [4] จุฑา พิชิตลำเค็ญ. *พื้นฐานการจำลองสถานการณ์เชิงสุ่มเพื่อประยุกต์ใช้กับปัญหาจริง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2558.
- [5] พิภพ ลลิตาภรณ์. ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน); 2556. [6] ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา, พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. *สถิติวิศวกรรม*. กรุงเทพฯ: บริษัทสำนักพิมพ์ท็อป จำกัด; 2554.
- [7] อารดา ลิขิตวิวัฒน์. *การปรับปรุงระบบคลังสินค้าของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา*. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2552. 190 หน้า.
- [8] กัณศิริ กิตติภากร. *การจัดสมดุลสายการผลิตและการวางแผนทรัพยากรโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหาร*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2553. 142 หน้า
- [9] เกียรติศักดิ์ พริ้งสุวรรณ. (2554). *แบบจำลองสถานการณ์ของการลดจำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิตด้วยแนวความคิดระบบการผลิตแบบดึง*. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2554. 142 หน้า.
- [10] อมรเทพ ดอกไม้. (2554). *การปรับปรุงกระบวนการประกอบชิ้นส่วนของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยการจำลองสถานการณ์ 3 มิติเสมือนจริง*. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2554. 126 หน้า
- [11] รุ่งรัตน์ ภิรัชเพ็ญ และ สราวุธ ทองฉ่ำ. การหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสม เพื่อลดปัญหาคอขวดโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์. ใน: *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554, 20-21 ตุลาคม 2554*. ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ พัทยา ชลบุรี; 2554. หน้า 1 – 5.
- [12] กลยุทธ์ ผึ้งทอง, เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์, วุฒิชัย วงษ์ทัศนียกร. การจัดรูปแบบสายการผลิตโดยการจำลองสถานการณ์. ใน: *รายงานการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2556, วันที่ 16 – 18 ตุลาคม 2556*. ณ โรงแรมเอวัน เดอะ รอยัล ครุซ, พัทยา ชลบุรี; 2556. POM021 จำนวน 6 หน้า.
- [13] ตะวันฉาย โพธิ์หอม. การประยุกต์ใช้โปรแกรมการจำลองแบบคอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษาบริษัทกระจายสินค้าขนาดกลางและขนาดย่อม. ใน: *รายงานการประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2556, 11-14 กันยายน 2556*. ณ กรีนเนอร์ รีสอร์ท เขาใหญ่ นครราชสีมา; 2556. หน้า 34 – 38.
- [14] ชานนท์ แสงเทียนมงคล. *การเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตโดยการลดความสูญเสียเปล่าและสมดุลการผลิตด้วยแบบจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์*. การค้นคว้าอิสระหลักสูตร ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2559. 129 หน้า.
- [15] ปณิตดา ปารมะมะ. *การปรับปรุงสายการผลิตและการวิเคราะห์จำนวนทรัพยากรโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์: กรณีศึกษา*. การค้นคว้าอิสระหลักสูตร ระดับปริญญาโท. สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2560. 147 หน้า.
- [16] สุทธิดา เอี่ยมสำอางค์ และ อธิวัฒน์ บุญมี. การจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานของสายการผลิตสับปะรดบรรจุถุง: กรณีศึกษา. *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 2560; 13(1): 114 – 126
- [17] Chakravarthy SR. Reliability, health care, and simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2012; 29(2012): 44-51.
- [18] Nino L, Harris S, Claudio D. A Simulation of variability-oriented sequencing rules on block surgical scheduling. *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference*, December, 2016, Arlington Virginia. USA; 2016. p. 2023 – 2040.

- [19] Chraibi A, Cadi AAE, Kharraja S, Artiba A. Using discrete event simulation to evaluate operating theater layout. *International Federation of Automatic Control*. 2016; 49-12(2016): 095-098.
- [20] นิรมล โขขุนทด และ ไอลดา ตรีรัตน์ตระกูล. การปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินรถโดยสารสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยใช้ระบบจีพีเอสและการจำลองสถานการณ์. ใน: *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52, 4-7 กุมภาพันธ์ 2557*. กรุงเทพฯ; 2557. หน้า 41 – 47.
- [21] Kamrani M, Esmail Abadi SMH, Golroudbary SR. Traffic simulation of two adjacent unsignalized T- junctions during rush hours using Arena software. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2014; 49(2014): 167 – 179.
- [22] อณจ ชัยมณี, ขวลิต มณีศรี และจุฑา พิชิตลำเค็ญ. การวิเคราะห์แบบจำลองระบบการให้บริการอาหารจานด่วน. ใน: *รายงานการประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2555, 17-19 ตุลาคม 2555*. ณ โรงแรมเมธาวลัย ชะอำ เพชรบุรี; 2555. หน้า 66 – 72.
- [23] วชิรชาญ สุขเจริญวิภารัตน์, อณจ ชัยมณี, ปวิณ สุวแซ และ ประเทือง อุษาบริสุทธิ์. การจำลองสถานการณ์สำหรับการผลิตเครื่องจักรกลเกษตร. ใน: *การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2558, 25-27 มีนาคม 2558*. ณ โรงแรมพินนาเคิลแกรนด์ จอมเทียนรีสอร์ทแอนด์สปา พัทยา ชลบุรี; 2558. หน้า 60-64.
- [24] Shawki KM, Kilani K, Gomaa MA. Analysis of earth- moving systems using discrete- event simulation. *Alexandria Engineering Journal*. 2015; 54: 533 – 544.
- [25] Sargent RG, Goldsman DM, Yaacoub T. A Tutorial on the operational validation of simulation models. *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference*. December 2016 Arlington Virginia. USA; 2016. p. 163 – 177.
- [26] Ransikarbum K, Kim N, Ha S, Wisk RA, Rothrock L. A highway-driving system design viewpoint using an agent- based modeling of an affordance- based finite state automata. *IEEE Access*, 2017; 6: 2193-2205.