วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม
Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การลดความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายโดยการประยุกต์ใช้เทคนิค การจัดสมดุลสายการผลิต และ ECRS

Waste reduction of roasted peanuts packing process: an application of line balancing and ECRS techniques

มงคล กิตติญาณขจร*

สาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000

Mongkol Kittiyankajon*

Department of Industrial Management, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University Udonthani, 41000

* Corresponding author.

E-mail: mongkolk3@hotmail.com; Telephone: 081 6570395

วันที่รับบทความ 9 มิถุนายน 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 2 กรกฎาคม 2563 ; ครั้งที่ 2 15 ธันวาคม 2563 ; วันที่ตอบรับบทความ 11 มกราคม 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเทคนิค การจัดสมดุลสายการผลิต และ ECRS มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการลดความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทราย จากการศึกษาพบว่ากระบวนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทราย มีเวลาการทำงานที่สูญเปล่าจากขั้นตอนการกรอกถั่วลงถุงสูงที่สุดและมีสาเหตุหลักมาจากการขาดขั้นตอนการทำงานมาตรฐาน ดังนั้นหลังจากการนำแนวทางการปรับปรุงด้วยการการจัดสมดุลสายการผลิต และการจัดเรียงงานใหม่ การรวมงานเข้าด้วยกัน กำจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และ ทำให้งานที่มีทำได้ง่ายขึ้นตามหลักการ ECRS สามารถทำให้เวลาสูญเปล่าในขั้นตอนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายลดลง 5.41 วินาที จาก 21.01 วินาที เป็น 15.60 วินาที โดยคิดเป็น 26% จากเวลาเดิมก่อนการปรับปรุงโดยสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ 60 ถุงต่อวัน และลดพนักงานขั้นตอนการกรอกถั่วลงถุงได้ 1 คน

คำสำคัญ

การจัดสมดุลสายการผลิต การลดความสูญเปล่า เทคนิค ECRS การบรรจุถั่วลิสงคั่วทราย เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7

Abstract

The objective of this study is to apply line balancing and ECRS techniques to analyses and provide improved methods in order to reduce waste time in the roasted peanuts packing process. From the study result, the highest packing process waste time is the time for peanuts filling operation. The major root cause came from a lack of working standards. Therefore, after the adoption of line balancing and ECRS techniques such as rearrange, combine, eliminate, and simplify, waste time roasted peanuts packing process was reduced 5.41 sec from 21.01 to 15.60 sec that was 26% reduction from the original time. Moreover, Total capacity of packing process was increased 60 unit/hour and manpower was reduced 1 person

Keywords

line balancing; waste reduction; ECRS technique; roasted peanuts packing; 7 QC tools

1. บทนำ

ในปีพ.ศ. 2536 กลุ่มแม่บ้าน บ้านหนองโนอำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานีได้รวมกลุ่มจัดตั้ง กลุ่มแม่บ้านถั่วลิสงคั่วทราย ชุมชนหนองโนขึ้น เพื่อเป็นอาชีพเสริมหลังการทำเกษตรกรรม ตามฤดูกาลและเก็บเกี่ยวสิ้นสุดลง ทางกลุ่มแม่บ้านได้เริ่มดำเนินการผลิตถั่วลิสงคั่วทรายและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิดเช่น ถั่วลิสงคั่วทราย ถั่วลิสงทอดกรอบ และถั่วลิสงอบสมุนไพร ภายใต้การสนับสนุนและส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอกุดจับ โดยสมาชิกในกลุ่มจะมารวมตัวกันผลิตสินค้าตามที่ลูกค้าสั่ง และรับซื้อถั่วลิสงเพื่อเป็นวัตถุดิบจากเกษตรกรบริเวณใกล้เคียง โดยมีกระบวนการคัดสรรคุณภาพตามขนาดของเมล็ดถั่วก่อนดำเนินการป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตตามชนิดของผลิตภัณฑ์ต่อไป อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคถั่วลิสงคั่วทรายมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและกระบวนการผลิตถั่วลิสงคั่วทรายยังมีกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยปัจจุบันมีกำลังการผลิต 1,368 ถุงต่อวัน ในขณะที่ความต้องการเฉลี่ยประมาณ 1,900 ถุงต่อวัน เนื่องจากประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตยังอยู่ในระดับต่ำ (65.64%) ทั้งนี้เนื่องมาจากความสูญเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งการปรับปรุงและพัฒนาการผลิตที่ผ่านมาโดยส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การปรับเปลี่ยนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเช่น เตาแก๊ส กระทะสำหรับคั่วทราย หรือเครื่องมือในการบรรจุถั่วลิสงลงบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น หากแต่ยังไม่พบการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้แนวคิดและเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ [1] เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต

งานวิจัยนี้จึงนำเทคนิค การจัดสมดุลสายการผลิต [2] และ ECRS [3] มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการลดเวลากระบวนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายโดยการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการบรรจุภัณฑ์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตถั่วลิสงคั่วทรายและขั้นตอนบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายลงบรรจุภัณฑ์

2 เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายลงบรรจุภัณฑ์

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหลายเทคนิค ซึ่งทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดได้ถูกนำมาอธิบายดังนี้

3.1 การจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิต คือ การจัดสรรงานย่อย ให้กับแต่ละสถานีงานที่เหมาะสมโดยมีเป้าหมายให้เวลาการผลิตรวมของแต่ละสถานีงานมีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ลดปัญหาคอขวด ลดงานรอการผลิตในระบบที่มากเกินไปซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวคิดในการจัดสมดุลในการผลิตนี้ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรทั้งคน เครื่องจักร และอุปกรณ์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำเทคนิคดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เช่น จัดสมดุลสายการผลิตรถยนต์ [4], จัดสมดุลกระบวนการติดตั้งดั๊มพ์ [5] และ จัดสมดุลสายการผลิตปลาแซลมอลแช่แข็ง [6] โดยการคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิตสามารถทำได้ตามสมการที่ (1)

$$\text{ประสิทธิภาพสายการผลิต} = \frac{\text{ผลรวมของเวลาทุกกระบวนการ}}{\text{เวลาของกระบวนการที่สูงที่สุด X จำนวนสถานีงาน}} \quad (1)$$

โดยทั่วไปประสิทธิภาพสายการผลิตควรอยู่ที่ 85% ขึ้นไป

3.2 การลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS

ความสูญเปล่า (Waste) หมายถึง สิ่งที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าซึ่งความสูญเปล่า ประกอบด้วย การผลิตมากเกินไป (Overproduction), การรอคอย (Waiting), การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transporting), การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ (Processing), การเก็บสินค้าที่มากเกินไป (Inventory), การเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น (Motions) และ ของเสีย (Defect) ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการนี้ [7] เป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนั้น จึงควรทำการลดความสูญเปล่าเหล่านี้ลงโดยใช้หลักการ ECRS [8] ซึ่งประกอบไปด้วย

1) การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาการทำงานและพยายามกำจัดความสูญเปล่าที่พบออกไป

2) การรวมกัน (Combine) คือ การพิจารณา ว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่

3) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) คือ การ จัดเรียงขั้นตอนการผลิตใหม่ หรือสลับลำดับในการทำงาน เพื่อลดการเคลื่อนที่หรือ การรอคอย

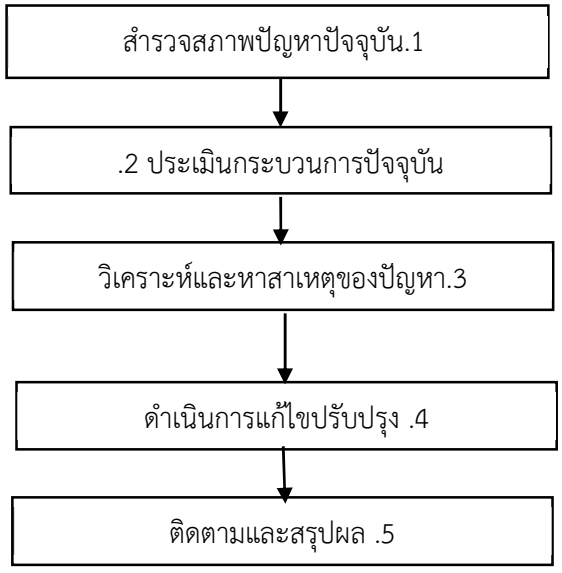
4) การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบ jig หรือ fixture เข้าช่วย

3.3 เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7

เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 [9] เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาด้านคุณภาพซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา, คัดเลือกปัญหา, ค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่แท้จริง เพื่อทำการแก้ไขอย่างถูกต้องและป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำซึ่งได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายเช่นในกระบวนการผลิตถังบรรจุอากาศ [10] และ กระบวนการผลิตชิ้นส่วนฉีดพลาสติก [11] โดยมีส่วนประกอบดังนี้ แผ่นตรวจสอบ (Check sheet), ผังพาเรโต (Pareto Diagram), กราฟ (Graphs), แผนภูมิก้างปลา (Fish bone diagram) ฮิสโตแกรม (Histogram), ผังการกระจาย (Scatter diagram) และแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้แยกวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิจัย

โดยในขั้นตอนต่าง ๆ ที่แสดงในรูปที่ 1 ระหว่างการทำวิจัยได้มีการนำเครื่องมือต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตามชนิดของงานดังแสดงในตารางที่ 2 เช่นในขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา งานวิจัยนี้นำเครื่องมือ แผนภูมิก้างปลา (Fish bone diagram) มาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

ตารางที่ 1 ขั้นตอนและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ขั้นที่	ขั้นตอน	เครื่องมือที่ใช้
1	สำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน	แผนภูมิพาเรโต
2	ประเมินกระบวนการปัจจุบัน	แผนภูมิการไหล และการจัดสมดุลสายการผลิต
3	วิเคราะห์สาเหตุ	แผนภูมิก้างปลา การจัดสมดุลสายการผลิต
4	ปรับปรุงแก้ไข	การจัดสมดุลสายการผลิต และ ECRS
5	ติดตามและสรุปผล	มาตรฐานขั้นตอนการทำงาน

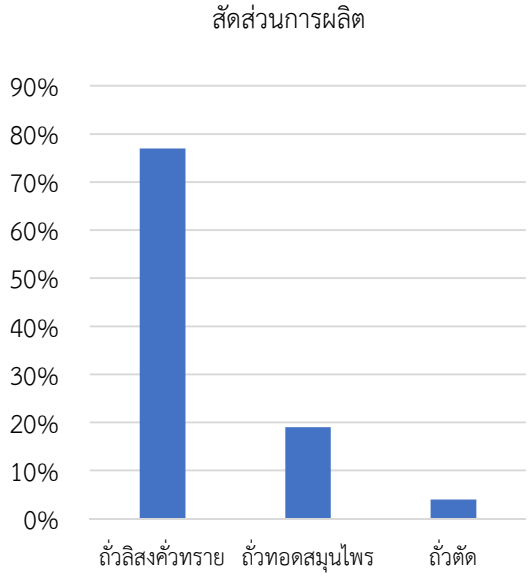
5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสำรวจสภาพปัจจุบัน

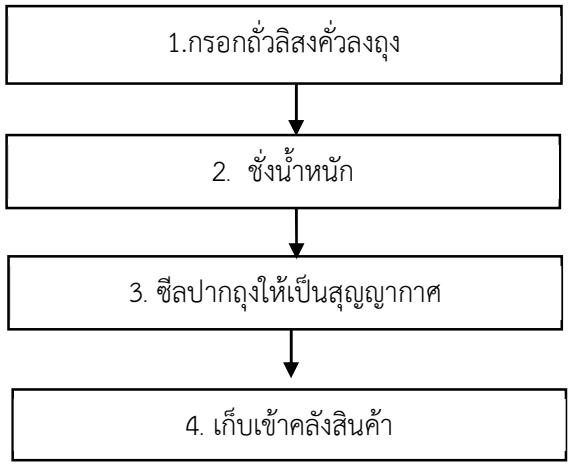
จากการสำรวจสภาพปัจจุบันของกลุ่มแม่บ้านบ้านหนองโน ตำบลกุดจับจังหวัดอุดรธานีพบว่ามีการรวมกลุ่มเพื่อดำเนินการผลิตและแปรรูปถั่วลิสงโดยมีประเภทของผลิตภัณฑ์อยู่ 3 ประเภทคือ ถั่วลิสงคั่วทราย ถั่วทอดสมุนไพรและถั่วตัด โดยการผลิตระหว่างเดือน ตุลาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2562 พบว่ากำลังการผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 1,368 ถุงต่อวัน ในขณะที่ความต้องการเฉลี่ย มีประมาณ 1,900 ถุงต่อวัน โดยมีสัดส่วนการผลิตถั่วทั้งสามประเภทเป็นไปตามแผนภูมิสัดส่วนการผลิตในรูปที่ 2 พบว่าถั่วลิสงคั่วทรายมีการผลิตปริมาณสูงที่สุดคิดเป็น 77% ของการผลิตรวม วิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษากระบวนการผลิตถั่วลิสงคั่วทรายซึ่งมีความสำคัญสูงสุด

เมื่อทำการศึกษาถึงกระบวนการผลิตถั่วลิสงคั่วทรายพบว่าในขั้นตอนผลิตหลักของถั่วลิสงคั่วทรายประกอบด้วย: 1)

คัดเลือกขนาด; 2) ล้างทำความสะอาด; 3) คั่วทราย และ 4) บรรจุลงถุง โดยในกระบวนการ บรรจุลงถุงมีการใช้แรงงานจำนวนมากถึง 5 คน ซึ่งเป็นหนึ่งในต้นทุนการผลิตที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงคั่วทราย ดังนั้น กระบวนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายลงถุงจึงถูกเลือกนำมาวิเคราะห์ และคิดหาวิธีปรับปรุงโดยการลดความสูญเปล่าระหว่างกระบวนการผลิตโดยในขั้นตอนวิเคราะห์พบว่ามีขั้นตอนการทำงานย่อยทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการผลิตถั่วชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงขั้นตอนบรรจุถั่วลงถุง

โดยขั้นตอนการทำงานที่ 1- 4 มี แสดงในรูปที่ 4-6

รูปที่ 4 ขั้นตอนการกรอกถั่วลงถุง

รูปที่ 5 ขั้นตอนชั่งน้ำหนัก

รูปที่ 6 ขั้นตอนการซีลถุง

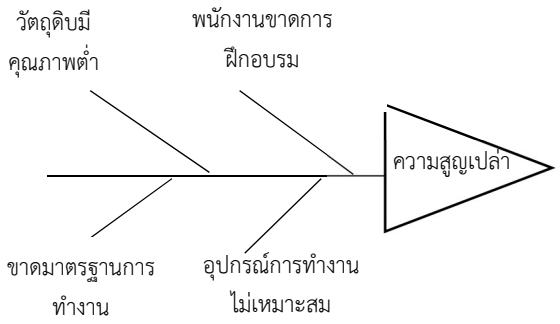
เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิการไหลและการวัดประสิทธิภาพสายการผลิต ของขั้นตอนย่อยในการบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายพบว่ามีขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่า (รอคอย ตรวจสอบ เก็บพักและเคลื่อนย้าย) อยู่ทั้งสิ้น 33% และประสิทธิภาพสายการผลิตอยู่ที่ระดับ 65.64% โดยข้อมูลการวิเคราะห์การทำงานด้วยแผนภูมิการไหล ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 2 และผลการวัดประสิทธิภาพสายการผลิตแสดงในตารางที่ 3

การทำงานในขั้นตอนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทราย เวลาในการทำงานประเภทต่าง ๆได้ถูกนำมาจัดกลุ่มตามชนิดและสัญลักษณ์สากลได้ดังตารางที่ 3 จากข้อมูลในตารางที่ 4 พบว่ามีขั้นตอนการทำงานที่ถือว่าเป็นการสูญเปล่า เช่น การเคลื่อนย้าย การตรวจสอบ การเก็บพักและการรอคอยอยู่ถึง 7 วินาที โดยคิดเป็น 33% ของเวลาทั้งหมด โดยเฉพาะการเคลื่อนย้ายที่เกิดขึ้นถึง 17% โดยมีการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น เช่น หยิบถั่วเติมเข้าหรือนำออกจากถุงเนื่องจากการกรอกใส่ถุงได้น้ำหนักไม่เป็นไปตามข้อมาตรฐานเป็นต้น ทั้งนี้หากพิจารณาถึงสมดุลของสายการผลิตผ่านประสิทธิภาพของสายการผลิต การบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพสายการผลิตอยู่ในระดับต่ำเพียง 65.64% เนื่องมาจาก เวลาการทำงานในขั้นตอนการชั่งน้ำหนักมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการอื่นจึงทำให้เกิดความไม่สมดุลและมีงาน รอทำอยู่บริเวณก่อนหน้าขั้นตอนการชั่งน้ำหนักสูง

5.2 ผลการวิเคราะห์สาเหตุ

จากผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันระบุได้ว่าปัญหาที่ส่งผลต่อการทำงานที่เกิดเวลาสูญเปล่าเกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มเช่นการ รอคอยและการเคลื่อนย้าย ดังนั้นเครื่องมือแผนภูมิก้างปลาจึงถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เวลาในการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มอยู่ในระดับที่สูง ดังแสดงผลในการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาในรูปที่ 7

จากผลการวิเคราะห์หาสาเหตุการใช้เวลาในการการบรรจุถั่วลิสงคั่ว นาน และมีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพสายการผลิตที่ต่ำด้วยแผนภูมิก้างปลาพบว่าสาเหตุหลักมาจากการขาดขั้นตอนการทำงานมาตรฐานให้กับพนักงานได้ปฏิบัติตามเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงที่สุดโดยไม่ก่อให้เกิดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นและสูญเปล่าเช่นการเคลื่อนย้ายระหว่างการทำงานเช่นขั้นตอนหยิบถั่วเติมเข้าหรือนำออกจากถุงเนื่องจากการกรอกใส่ถุงได้น้ำหนักไม่เป็นไปตามข้อมาตรฐาน และการทำงานที่ซ้ำซ้อนเช่นการกระแทกถุงเพื่อให้ถั่วถูกอัดแน่นก่อนการซีลที่ถูกทำทั้งขั้นตอน ชั่งน้ำหนักและขั้นตอนซีลถุง รวมถึง



รูปที่ 7 แผนภูมิก้างปลา

การแบ่งงานขั้นตอนย่อยให้กับกระบวนการย่อยทั้ง 3 กระบวนการไม่สมดุล โดยภาระงานของขั้นตอนการชั่งน้ำหนักมีค่ามากกว่ากระบวนการที่เหลือทั้งสองกระบวนการจึงทำให้สายการผลิตมีประสิทธิภาพต่ำ

5.3 ผลการหาแนวทางปรับปรุงการทำงาน

จากผลการประเมินกระบวนการปัจจุบันด้วยแผนภูมิการไหลตามตารางที่ 2 พบว่ามีขั้นตอนหลายขั้นตอนที่สามารถกำจัดทิ้ง บางขั้นตอนสามารถทำให้ง่ายขึ้น บางขั้นตอนสามารถนำมาจัดเรียงใหม่ และบางขั้นตอนสามารถนำมารวมกันได้ตามหลัก ECRS ไปหลังจากการปรับปรุงการทำงานโดยเทคนิค ECRS ขั้นตอนการทำงานที่เหลือจึงถูกจัดภาระงานใหม่อีกครั้งเพื่อปรับสมดุลสายการผลิตให้ใกล้เคียงกันในแต่ละกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของสายการผลิต โดย วิธีการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานด้วยเทคนิค ECRS ได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 6 และ ผลการจัดสมดุลสายการผลิตพร้อม ประสิทธิภาพสายการผลิตเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงได้ถูกนำมาแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 2 ผลการประเมินกระบวนการปัจจุบันด้วยแผนภูมิการไหล

ลำดับ	ขั้นตอน		เครื่องหมาย	เวลา (วินาที)
1	กรอก 2 คน	หยิบถุง		0.53
2		กางถุง		1.93
3		กำถั่วใส่ถุง		2.30
4		วางใส่ตะกร้า		0.96
5	ชั่ง 1 คน	หยิบถุง		0.99
6		ชั่งน้ำหนัก		1.26
7		หยิบเข้า/ออก		1.37
8		กระแทกถุง		1.13
9		พับถุง		1.61
10		วางบนโต๊ะ		0.79
11	ซีล 2 คน	หยิบถุง		0.58
12		กระแทกถุง		3.87
13		ใส่เครื่องซีล		3.17
14		ใส่ตะกร้า		0.52
รวมเวลาทั้งหมด				21.01

ตารางที่ 3 แสดงตอนการทำงานย่อยของกระบวนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายพร้อมประสิทธิภาพสายการผลิต

กรอก 2 คน		ชั่ง 1 คน		ซีล 2	
ขั้นตอน	เวลา (วินาที)	ขั้นตอน	เวลา (วินาที)	ขั้นตอน	เวลา (วินาที)
หยิบถุง	0.53	หยิบถุง	0.99	หยิบถุงถั่ว	0.58
กางถุง	1.93	ชั่งน้ำหนัก	1.26	กระแทกถุง	3.87
กำถั่วใส่ถุง	2.30	หยิบเข้า/ออก	1.37	ใส่เครื่องซีล	3.17
วางใส่ตะกร้า	0.96	กระแทกถุง	1.13	ใส่ตะกร้า	0.52
		พับถุง	1.61		
		วางบนโต๊ะ	0.79		
รวม	5.72	รวม	7.15	รวม	1.84
% ประสิทธิภาพสายการผลิต	((5.72/2) + 7.15 + (8.14/2)) / (7.15*3) = 65.64%				

ตารางที่ 4 สรุปผลการวิเคราะห์การไหลของการทำงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย	เวลา (วินาที)	เปอร์เซ็นต์
●	การปฏิบัติงาน	14.01	67%
◗	การรอคอย	1.75	8%
■	การตรวจสอบ	1.26	6%
▼	การเก็บพัก	0.52	2%
➡	การเคลื่อนย้าย	3.47	17%
เวลาทั้งหมด		21.01	100%

จากการลดเวลาสูญเปล่าตามเทคนิค ECRS ในตารางที่ 6 พบว่ามีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอนที่สามารถทำการปรับปรุงเพื่อลดเวลาด้วยเทคนิค ECRS ดังนี้ ลดเวลาด้วยการกำจัด (Eliminate) ตามขั้นตอนลำดับที่ E-2 โดยการกำจัดขั้นตอนการคลี่ปากถุงเพื่อรอการกรอกถั่วลงถุง, ลดเวลาด้วยการจัดเรียงใหม่ (Re-arrange) ตามขั้นตอนลำดับที่ R-6 โดยการลดพนักงานในขั้นตอนการกรอกถั่วลงถุงและย้ายพนักงานหนึ่งคนไปทำงานขั้นตอนอื่น ลดเวลาด้วยการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ตามขั้นตอนลำดับที่ S-4 และ S-5 โดยการ นำที่ตักถั่ว มาใช้กรอกถั่วแทนการใช้มือซึ่งจะทำให้จำนวนครั้งในการตักลดลงและปริมาณที่บรรจุจะมีความเที่ยงตรงมากขึ้นซึ่งทำให้ลดขั้นตอนการหยิบออกและเติมเข้า และ S-1 เป็นการกำหนดจำนวนครั้งในการกระแทกถุงเพื่อให้ถั่วในถุงมีความแน่นซึ่งวิธีการก่อนหน้านี้ไม่มีการกำหนดจำนวนครั้งที่ชัดเจน ลดเวลาด้วยการควบรวมขั้นตอน (Combine) ตามขั้นตอนลำดับที่ C-2 โดยการนำขั้นตอนการคลิปปากถุงรวมกับการใช้ที่ตักถั่วกรอกถั่วลงถุง ซึ่งหลังจากการปรับปรุงด้วยเทคนิค ECRS ดังกล่าวจึงมีการจัดสมดุลการผลิตใหม่ปรากฏว่าประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 65.6% เป็น 80.3% แสดงในตารางที่ 8 หลังจากการทำการปรับปรุงตามแนวทาง ECRS ขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุงจึงถูกนำมาประเมินอีกครั้งด้วยแผนภูมิการไหลเพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของแนวทางการปรับปรุงดังกล่าวโดยแสดงไว้ในตารางที่ 7

จากผลการประเมินกระบวนการหลังปรับปรุงโดยใช้แผนภูมิการไหลวิเคราะห์การทำงานตามตารางที่ 10 และพบว่าขั้นตอนการทำงานที่มีความสูญเปล่าได้ถูกปรับปรุงลดลงอย่างเห็นได้ชัดโดย เฉพาะ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ลดลง

จาก 14.01 เป็น 9.59 วินาทีคิดเป็น 32% การรอคอยลดลงจาก 1.75 วินาทีเหลือ 1.34 คิดเป็น 23% ส่วนการเคลื่อนย้ายลดลงจาก 3.47 วินาทีเหลือ 2.89 วินาทีคิดเป็น 17% เป็นผลจากการนำอุปกรณ์ที่ตักถั่วลงถุงมาใช้แทนการกรอกด้วยมือซึ่งทำให้ขั้นตอนการทำงานของการกรอกลดลงเนื่องจากตักได้ครั้งละปริมาณมากขึ้นรวมถึงการเคลื่อนย้าย เช่นกันหยิบเข้าแล้วนำออกในกรณีที่น้ำหนักไม่ได้มาตรฐานร่วมกับการที่สมดุล สายการผลิตดีขึ้นมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจาก 65.6% เป็น 80.3% จึงทำให้การรอคอยของงานลดลงตามลำดับ

จากผลการปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทรายตามแนวทาง จัดสมดุลสายการผลิตและ ECRS ตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 8 พบว่าเวลาโดยรวมลดลง 5.41 วินาที จาก 21.01 วินาที เป็น 15.60 วินาที โดยคิดเป็น 26% ของเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุง โดยเกิดจากการลดลงของเวลาสูญเปล่า เช่นการรอคอย การตรวจสอบ การเก็บพักและ การเคลื่อนย้าย ทั้งนี้เนื่องจากการปรับปรุงด้วยการจัดสมดุลสายการผลิตร่วมกันกับเทคนิค ECRS โดยนอกจากเวลาที่ลดลงจากการปรับปรุงแล้วสมดุลสายการผลิตที่ดีขึ้นทำให้ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 65.6% เป็น 80.3% ส่งผลให้ กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 171 เป็น 231 ถุงต่อชั่วโมงและยังสามารถลด งานในขั้นตอนการกรอกถั่วได้หนึ่งคนดังแสดงในตารางที่ 9 โดยหลังจากการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานแล้วเสร็จจึงได้นำแนวทางการทำงานดังกล่าวไปจัดทำเป็นคู่มือการทำงานที่เป็นมาตรฐานให้พนักงานใช้เป็นมาตรฐานในการทำงานต่อไป

ตารางที่ 5 ผลการจัดสมดุลสายการผลิต

กรอก				ชั่งน้ำหนัก				ซีล			
ก่อนปรับปรุง (2 คน)		หลังปรับปรุง (1 คน)		ก่อนปรับปรุง (1 คน)		หลังปรับปรุง (1 คน)		ก่อนปรับปรุง (2 คน)		หลังปรับปรุง (2 คน)	
หยิบถุง	0.53	หยิบถุง	0.52	หยิบถุง	0.99	หยิบถุง	0.97	หยิบถุงถั่ว	0.58	หยิบถุงถั่ว	0.58
กางถุง	1.93			ชั่งน้ำหนัก	1.26	ชั่งน้ำหนัก	1.26	กระแทกถุงให้แน่น	3.87	กระแทกถุงให้แน่น	3.86
กำถั่วใส่ถุง	2.30	ตักถั่วใส่ถุง	1.70	หยิบเข้า/ออก	1.37	หยิบเข้า/ออก	0.82	ใส่เครื่องซีล	3.17	ใส่เครื่องซีล	2.92
วางใส่ตะกร้า	0.96	วางใส่ตะกร้า	0.67	กระแทกถุง	1.13	กระแทกถุง	0	ใส่ตะกร้า	0.52	ใส่ตะกร้า	0.52
				พับถุง	1.61	พับถุง	1.11				
				วางบนโต๊ะ	0.79	วางบนโต๊ะ	0.67				
รวม	5.72	รวม	2.89	รวม	7.15	รวม	4.83	รวม	8.14	รวม	7.88
ประสิทธิภาพสายการผลิตก่อนปรับปรุง								(2.86+7.15+4.07) / (7.15*3) = 65.6%			
ประสิทธิภาพสายการผลิตหลังการปรับปรุง								(2.89+4.83+3.94) / (4.83*3) = 80.3%			

ตารางที่ 6 การลดเวลาสูญเปล่าด้วยเทคนิค ECRS

ลำดับ	วิธีปัจจุบัน		วิธีการปรับปรุง	
	วิธีการ	รูปภาพ	วิธีการ	รูปภาพ
S-1.	ไม่มีการกำหนดจำนวนครั้งในการกระแทกถุงให้แน่น		กำหนดให้พนักงานกระแทกถุงทั้งหมด 6 รอบเท่านั้นเพื่อลดเวลา	
E-2.	ใช้มือคลี่ปากถุงออกเพื่อรอการกรอกถั่วลงถุง		ตัดขั้นตอนที่ใช้มือคลี่ปากถุงออก	
C-3	ใช้มือคลี่ปากถุงออกเพื่อรอการกรอกถั่วลงถุง		ใช้ที่ตักถั่วเปิดปากถุงไปพร้อมกันในขณะกรอกถั่วลงถุง	
S-4.	ใช้มือตักถั่วเพื่อบรรจุลงถุง		ใช้ที่ตักถั่วแทนการใช้มือคนเพื่อลดจำนวนครั้งในการตักใส่ถุง	
S-5.	มีการหยิบเพิ่มหรือหยิบออกของถั่วที่ชั่งไม่ได้ตามมาตรฐาน		ลดขั้นตอนการหยิบเพิ่มหรือหยิบออกจากการใช้ที่ตักถั่วที่ทำให้ปริมาณถั่วที่กรอกเที่ยงตรงมากขึ้น	
R-6.	ใช้พนักงานจำนวน 2 คนในขั้นตอนกรอกถั่วลงถุง		ใช้พนักงานจำนวน 1 คนในขั้นตอนกรอกถั่วลงถุงเนื่องจากเวลาของกระบวนการลดลง	

ตารางที่ 7 ผลการประเมินกระบวนการหลังการปรับปรุงการไหล

ลำดับ	ขั้นตอน		เครื่องหมาย					เวลา (วินาที)
			●	→	D	■	▼	
1	กรอก	หยิบถุง						0.52
2		ตักถั่วใส่ถุง						1.70
3		วางใส่ตะกร้า						0.67
4	ชั่ง	หยิบถุง						0.97
5		ชั่งน้ำหนัก						1.26
7		หยิบเข้า/ออก						0.82
9		พับถุง						1.11
10		วางบนโต๊ะ						0.67
11	ซีล	หยิบถุง						0.58
12		กระแทกถุง						3.86
13		ใส่เครื่องซีล						2.92
14		ใส่ตะกร้า						0.52
รวมเวลาทั้งหมด								15.60

ตารางที่ 8 สรุปผลการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิการไหลของการทำงานเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

สัญลักษณ์	**ความหมาย**	**เวลา (วินาที)**		**เวลาที่ลดลง**	
		ก่อน	**หลัง**	**เวลา (วินาที)**	**%**
●	การปฏิบัติงาน	14.01	9.59	4.42	32%
D	การรอคอย	1.75	1.34	0.41	23%
■	การตรวจสอบ	1.26	1.26	0	0%
▼	การเก็บพัก	0.52	0.52	0	0%
→	การเคลื่อนย้าย	3.47	2.89	0.58	17%
เวลาทั้งหมด		***21.01***	***15.60***	***5.41***	***26%***

ตารางที่ 9 ผลการปรับปรุงการทำงานในขั้นตอนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทราย

รายการ	หน่วย	ค่า	เวลาในการผลิต (วินาที/ถุง)
กำลังการผลิตก่อนปรับปรุง	ถุง/ชม	171	21.01
กำลังการผลิตหลังปรับปรุง	ถุง/ชม	231	15.60
กำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงการทำงาน	ถุง/ชม	60	5.41
จำนวนคนงานที่ลดลงจากการปรับปรุงการทำงาน	คน	**1**	

6. สรุปผลการวิจัย

การนำเทคนิค การจัดสมดุลสายการผลิต และ ECRS มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการลดความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุถั่วลิสงคั่วทราย พบว่ากระบวนการถั่วลิสงคั่วทราย มีเวลาการทำงานที่สูญเปล่าจากขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนและเกินความจำเป็น รวมถึงการจัดสายการผลิตยังมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับต่ำโดยมีสาเหตุหลักมาจากการขาดขั้นตอนการทำงานมาตรฐานให้กับพนักงานได้ปฏิบัติตามเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ดังนั้นหลังจากที่งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต และการตัดงานที่ไม่จำเป็นออก การทำให้การทำงานง่ายขึ้น การรวมงานเข้าด้วยกัน และ การจัดเรียงขั้นตอนการทำงานใหม่หลักการ ECRS สามารถทำให้เวลาสูญเปล่าในขั้นตอนบรรจุถั่วลิสงคั่วทราย ลดลง 5.41 วินาที จาก 21.01 วินาที เป็น 15.60 วินาที โดยคิดเป็น 26% จากเวลาเดิมก่อนการปรับปรุงโดยสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ 60 ถุงต่อชั่วโมง และลดพนักงานขั้นตอนการกรอกถั่วลงถุงได้ 1 คน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กลุ่มแม่บ้านบ้านหนองโนอำเภอกุดจับอุดรธานีซึ่งเป็นผู้ผลิต ถั่วลิสงคั่วทราย ในการให้ความร่วมมือและสนับสนุนข้อมูลระหว่างการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] มงคล กิตติญาณขจร, นภัสสร โพธิสิงห์, ธนวัตร พัดเพ็ง. การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต: กรณีศึกษากระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด, *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต* 2562; 9(2): 71-89.

[2] จันจิรา คงชื่นใจ, เชฏฐา ชำนาญหล่อ. การจัดสมดุลสายการผลิตผลิตภัณฑ์ผสมในอุตสาหกรรมยานยนต์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์, *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน.* 2561; 6(1): 13-21.

[3] โกสินทร์ เจริญวรเกียรติ, จิตรา รู้กิจการพานิช. การลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์, *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*. 2554; 22(2): 48-55.

[4] สุจินดา ศรันย์ประชา. ปรับปรุงกำลังการผลิตของสายการผลิตชิ้นส่วนเบาะที่นั่งรถยนต์ด้วยแนวคิดระบบการผลิตแบบโตโยต้า, *วารสารวิศวกรรมศาสตร์*. 2557; 5(1): 11-27.

[5] ยุทธณรงค์ จงจันทร์, ยอดนภา เกตุเมือง, นรา บุริพันธ์. การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตติดตั้งดั้มพ์, *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ*. ขะอำ, จังหวัดเพชรบุรี; 2555. หน้า 281-288.

[6] ธัชณนท์ แดนเขต, ธนภัทร แซ่ลี้, ชาณิดา พิทยานนท์. การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตกรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาแซลมอนแช่แข็ง, *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ*. อุบลราชธานี, จังหวัดอุบลราชธานี; 2560. หน้า 23.

[7] สมเกียรติ นินถึก. *ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (ความสูญเปล่า 7 ประการ)*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2559.

[8] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จรูญ มหิทธาฟองกุล, ชูเวช ชาญสง่าเวช. *การศึกษาการทำงาน.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2539.

[9] กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. *หลักการการควบคุมคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2550.

[10] มงคล กิตติญาณขจร. การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการคัดเลือกโครงการปรับปรุงคุณภาพเพื่อลดของเสีย: กรณีศึกษากระบวนการผลิตถังบรรจุอากาศ, *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี*. 2561; 16(2): 71-85.

[11] ปฐมพงษ์ หอมครี, จักรพรรณ คงธนะ. การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฉีดพลาสติกสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*. 2556; 3(2): 73-95.