

การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเตาอั้งโล่ โดยการลดความสูญเปล่า
ตามหลักการ ECRS

Efficiency Improvement of Cooking Stove Process Using Waste Reduction by
ECRS Principle

ศุภกมล ต้อยเต็มวงศ์¹ อมรรัตน์ ปิ่นชัยมุล^{2*} วรพจน์ ศิริรักษ์² ณัฐพล ศิริรักษ์² และ กิตติชัย จินะไชย³

¹สาขาเตรียมอุดมศึกษาเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา อ.
เมือง จ. เชียงใหม่ 5030

²สาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย อ.พาน จ. เชียงราย 57120

³สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา อ.เมือง จ. เชียงใหม่ 50300

E-mail: nu_nan_ie@hotmail.com*

Supargam Tuitemwong¹ Amornrat Pinchaimoon^{2*} Worapot Sirirak² Natthaphol Sirirak²
and Kittichai Jinachai³

¹College of Integrated Science and Technology

Rajamangala University of Technology Lanna, Mueang, Chiangmai 50300

²Department of Engineering and Technology, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna Chiangrai, Phan, Chiangrai 57120

³Department of Science, Faculty of Science and Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna, Mueang, Chiangmai 50300

E-mail: nu_nan_ie@hotmail.com*

Received 18 Jul 2023; Revised 24 Jun 2024

Accepted 28 Jun 2024; Available online 30 Jun 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเตาอั้งโล่เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิต พบว่า ขั้นตอนการทาร์นึ่งเตามีกิจกรรมในการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มส่งผลให้กระบวนการทำงานเกิดความล่าช้า คือ ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย การขนส่ง และการเคลื่อนไหวมากเกินไป จากปัญหาดังกล่าวจึงมีการเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเตาอั้งโล่โดยใช้หลักการ ECRS เพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็น ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยขึ้นรูปนึ่งเตาโดยการบูรณาการขั้นตอนการอัดขึ้นรูปแผ่นและการเจาะรู หลังจากการปรับปรุงพบว่า สามารถลดกิจกรรมในขั้นตอนการทาร์นึ่งเตาจากเดิม 14 กิจกรรม เหลือ 11 กิจกรรม เวลาในการทำงานของขั้นตอนการทาร์นึ่งเตาลดลงจากเดิม

6,100.75 นาทีต่อชิ้น เหลือ 4,657.35 นาทีต่อชิ้น คิดเป็นประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 23.66 และรอบเวลาในการทำงานของกระบวนการผลิตต่อชิ้นลดลงจากเดิม 6,102.45 นาทีต่อใบ ลดลงเหลือ 4,662.45 นาทีต่อใบ

คำหลัก: เตาอั้งโล่ การเพิ่มประสิทธิภาพ การลดความสูญเปล่าตามหลักการ ECRS

Abstract

This research studies and improves the efficiency of the cooking stove production process to reduce waste. A study of the production workflow reveals that the honeycomb-making step involves non-value-added activities, resulting in delays due to waiting, transportation, and over motion, respectively. For these issues, The ECRS principle select to eliminate non-necessary; design and manufacture for the steps. The honeycomb punching mold is the assistance device by design and construction engineering. In this step combines a compress plate molding and punching steps. After the improvements, the honeycomb-making activities reduces from 14 to 11 and the work time decreases from 6,100.75 minutes per piece to 4,657.35 minutes per piece (23.66% of work efficiency). Additionally, the cycle time of the cooking stove production process reduces from 6,102.45 minutes per unit to 4,662.45 minutes per unit.

Keywords: Cooking Stove, Efficiency Improvement, Waste Reduction by ECRS Principle

1. บทนำ

อุตสาหกรรมครัวเรือน คือ อุตสาหกรรมการผลิตง่ายๆ เล็กๆ มักทำกันในครอบครัวหรือหมู่บ้าน ไม่ใช่แรงงาน ต้นทุนและปัจจัยมาก แต่มักจะได้กำไรต่ำ ยกตัวอย่างเช่น หัตถกรรมจักรสาน เซรามิก ถ้วยโถโอชามต่างๆ รวมไปถึงสินค้าประกอบอาหารบรรจุถุงหรือหีบห่อที่มียี่ห้อบางชนิด เป็นต้น การทำตัวอย่างของกรณีศึกษาในชุมชนประกอบอุตสาหกรรมครัวเรือน มีการถ่ายทอดการทำเตาอั้งโล่จากรุ่นสู่รุ่นมาอย่างยาวนาน จึงทำให้มีความรู้ประสบการณ์เกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการผลิตหรือวิธีการทำเตาอั้งโล่ได้อย่างชำนาญ มีการพัฒนาฝีมือมีรายได้เพิ่มขึ้นจนถึงปัจจุบัน โดยผลิตภัณฑ์เตาอั้งโล่หรือเตาหุงต้มเป็นผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาไทยที่มีมาช้านานตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษจนมาถึงปัจจุบัน โดยทำขึ้นเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการใช้หุงต้มประกอบอาหาร ซึ่งเตาอั้งโล่ก็ยังให้เห็นในการใช้สำหรับการหุงต้ม บั้งย่าง อาหารอยู่ทั่วไป โดยเตาอั้งโล่จะทำมาจากดินเหนียว น้ำ และวัสดุที่ไม่มีค่าเหนียว เช่น แกลบตำหรือขี้เถ้าตำ นำมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม นวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำมาปั้นโดยใช้มือตบปั้นดินให้ขึ้นรูปเป็นทรงเตาดกแต่งผิวดินด้านในเตาซึ่งต้องใช้เป็นห้องวางรังผึ้ง หลังจากนั้นอัดทับด้วย

แม่พิมพ์ภายใน เพื่อขึ้นรูปเป็นปากเตาและนมเตาเมื่อได้เตาตามขนาดที่ต้องการก็คว่ำเอาเตาออกจากแม่พิมพ์นำไปผึ่งลมให้แห้ง ประมาณ 1-2 วัน จึงนำกลับมาตากแต่งปากเตาและนมเตา พร้อมกับเจาะช่องลมก่อนนำไปผึ่งลมและตากแดดจนเตาแห้งสนิทประมาณ 2 วัน นำมาเรียงในชั้นเตาเผา ออกมาบรรจุลงในถังสังกะสีเฉพาะที่ใช้ทำเตา ใช้ดินเหนียวผสมขี้เถ้าแกลบยาขอบเตาให้แน่น

จากการศึกษาข้อมูลสถานประกอบการผลิตเตาอั้งโล่กรณีศึกษา พบว่า มีปริมาณการผลิตต่อเดือนที่ 1,200 ใบ โดยทำการผลิตทุกวัน (ข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2562 (ย้อนหลัง 6 เดือน) ซึ่งกำลังการผลิตในปัจจุบันไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่ 1,400 ใบต่อเดือน จึงทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พบว่า มีความสูญเปล่าเกิดขึ้นจากการรอคอย การขนส่ง และการเคลื่อนไหวมามากเกินไป ซึ่งความสูญเปล่าดังกล่าวถูกจำแนกออกตามหลักการความสูญเปล่า 8 ประการ (8 Wastes) เป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มซึ่งจะแตกต่างจากความสูญเสียนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต [1]

A. Jaffar et al.[2] กล่าวว่า การประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตแบบลีนกับอุตสาหกรรมยานยนต์ขนาดเล็ก-กลาง (SME) ด้วยหลักการความสูญเปล่า

7 ประการ เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดความสูญเสียจากการผลิตที่มีสาเหตุมาจากการรอคอย การขนส่ง และการเคลื่อนไหว โดยผลการจากการศึกษาสามารถนำแนวคิดการผลิตแบบลีนไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมดังกล่าวในอนาคตได้

อรวรรณและคณะ[3] กล่าวว่าการศึกษาอิทธิพลของความสูญเสียเปล่า 7 ประการในกระบวนการผลิตแบบลีนที่มีต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานของผลิตภัณฑ์ OTOP พบว่าปัจจัยของการสูญเสียซึ่งประกอบด้วย การเคลื่อนไหวมากเกินไป การรอคอยงาน กระบวนการที่ขาดประสิทธิภาพ การผลิตมีของเสียมากเกินไป การผลิตมากเกินไป การมีสินค้าคงคลังมากเกินไป การขนส่งเคลื่อนย้าย ส่งผลทางลบต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเตาอังโล่ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นโดยประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ดังนี้

นพดลและคณะ[4] กล่าวว่า การลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการบรรจุภัณฑ์ผงซักฟอกด้วยหลักการ ECRS เพื่อลดการไหลของงานที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการ การรวมงานที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน และจัดเรียงใหม่เพื่อให้เกิดความสมดุลของสายการผลิต ผลการปรับปรุงปรากฏว่าสามารถลดคนทำงานลงจาก 12 คน เหลือ 9 คน รอบเวลาของเครื่อง A และ B ลดลงจาก 397 วินาที เป็น 3 วินาที และ 354 วินาที เป็น 319 วินาทีตามลำดับ เป็นผลให้สมดุลสายการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 72% เป็น 92%

B. Suhardi et al.[5] กล่าวว่า การประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตแบบลีนในบริษัทผลิตเฟอร์นิเจอร์ เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตตามหลักการ ECRS พบว่าสามารถลดจุดคอขวดและลดรอบเวลานำลงได้ 4.79%

A. Pertiwi and R. Astuti[6] กล่าวว่า จากการศึกษาปัญหาพบว่า มีจุดคอขวดเกิดขึ้นในสายการประกอบงานของการผลิตเครื่องซักผ้า จึงทำการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการปรับปรุงวิธีการทำงานตามหลักการ ECRS ผลการปรับปรุงวิธีการทำงาน

พบว่า ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น 89.38% จากเดิม 76.76%

2. วิธีการวิจัย

2.1 ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของโรงงาน

ทำการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา พบว่ากระบวนการผลิตเตาอังโล่มีขั้นตอนในการทำงาน 8 ขั้นตอน โดยเวลาในการทำงานแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิตเตาอังโล่

ขั้นตอนการผลิต	เวลา (นาที)
1. การผสมดิน	1.00
2. การทำรังผึ้งเตา	3.73
3. การขึ้นรูปเตา	1.26
4. การตากเตาและรังผึ้งเตา	2,880
5. การตากแต่งเตา	0.83
6. การชุบสี	0.23
7. การเผาอบเตาและรังผึ้งเตา	3,215.00
8. การประกอบเตา	0.40
รวมเวลาทั้งหมด	6,102.45 นาทีต่อใบ

หมายเหตุ เวลาที่แสดงในตารางที่ 1 ไม่รวมเวลาของกิจกรรมอื่นไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม เช่น เวลาในการขนย้ายระหว่างกิจกรรมและเวลาในการรอคอย

จากขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของกระบวนการผลิตเตาอังโล่ ผู้วิจัยสนใจศึกษาวิธีการทำงานของขั้นตอนการทำรังผึ้งเตา เนื่องจากเมื่อสังเกตวิธีการทำงาน พบว่า มีความสูญเสียเปล่าเกิดขึ้นจากการรอคอย การขนย้าย และการเคลื่อนไหวมากเกินไป ซึ่งกิจกรรมย่อยของขั้นตอนดังกล่าว แสดงดังตารางที่ 2 พบว่ากิจกรรมย่อยในขั้นตอนการทำรังผึ้งมีทั้งหมด 14 กิจกรรม มีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม คือ กิจกรรมที่ 2 ขนย้ายแผ่นอัดขึ้นรูปไปยังบริเวณตากแดด ใช้เวลา 0.35 นาที กิจกรรมที่ 3 การตากแผ่นอัด

วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย (Thai Industrial Engineering Network Journal)

ขึ้นรูปให้แห้งพอประมาณ 1 วัน หรือ 1,440 นาที เวลา 0.47 นาที และกิจกรรมที่ 5 การ เจาะรูรั้งฝั่งเตา
ก่อนนำไปทำการเจาะรู กิจกรรมที่ 4 การขนย้ายแผ่น ด้วยมือโดยการชี้แท่งเหล็กเจาะให้ได้จำนวน 19 รู
อัดขึ้นรูปจากการตากแดดไปยังขั้นตอนการเจาะรู ใช้ ใช้เวลา 1.56 นาที

ตารางที่ 2 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Process chart) ของขั้นตอนการทำแผ่นรั้งฝั่งเตาอั้งโล่ (ก่อนปรับปรุง)

ลำดับที่	สัญลักษณ์	ลักษณะของกิจกรรม	เวลา (นาที/ชิ้น)	ระยะทาง (เมตร)
1	●	พนักงานนำดินที่ผสมแล้วใส่ลงในแบบพิมพ์ ใช้มือ กดดินให้แน่นจนเต็มแบบ ปาดเอาดินออกให้ ผิวหน้าเรียบแล้วถอดแบบพิมพ์ออก	2.17	
2	➡	ขนย้ายแผ่นอัดขึ้นรูปไปยังบริเวณตากแดด	0.35	10
3	D	ตากแดดแผ่นอัด	1,440	
4	➡	ขนย้ายแผ่นอัดขึ้นรูปไปยังขั้นตอนการเจาะรู	0.47	12
5	●	ทำการเจาะรูแผ่นอัดให้ได้จำนวน 19 รู	1.56	
6	➡	ขนย้ายแผ่นรั้งฝั่งเตาอั้งโล่ที่เจาะรูเสร็จแล้วไปยัง บริเวณที่ตาก	0.47	12
7	D	ตากแดดแผ่นรั้งฝั่งเตาอั้งโล่	1,440	
8	➡	ขนย้ายแผ่นรั้งฝั่งเตาอั้งโล่ไปยังเตาอบ	0.20	5
9	●	จัดเรียงแผ่นรั้งฝั่งเตาอั้งโล่ภายในเตาอบ	240 นาที/ครั้ง (300 ชิ้น)	
10	●	ทำการใส่แกลบต่ำลงไปในเตาอบ	35 นาที/ครั้ง (300 ชิ้น)	
11	●	เผาอบแผ่นรั้งฝั่งเตาอั้งโล่	2,880	
12	●	นำแกลบต่ำออกจากเตาอบ	60 นาที/ครั้ง (300 ชิ้น)	
13	■	ตรวจสอบของเสียหลังจากการเผา	0.18	
14	➡	ขนย้ายแผ่นรั้งฝั่งเตาอั้งโล่ไปเก็บไว้ในจุดพักรอ ประกอบ	0.20	5
		รวม	6,100.75	44



รูปที่ 1 การอัดขึ้นรูปแผ่นอัด



รูปที่ 2 การตากแดดแผ่นอัดที่ขึ้นรูป



รูปที่ 3 การเจาะรูรั้งฝั่งเตาอังไฟ



รูปที่ 4 การตากแดดแผ่นรั้งฝั่งเตาอังไฟ

เกิดขึ้นจากการรอคอย การขนส่ง และการเคลื่อนไหวมามากเกินไป มีวิธีการทำงานที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก ส่งผลให้พนักงานเกิดการเมื่อยล้าจากการทำงานในท่าทางแบบเดิมซ้ำๆ เป็นระยะเวลานาน ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ

สรุปจวมกล่าวว่า การศึกษาเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตเตาซูปเปอร์อั้งโล่ใหม่พบปัจจัยที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพต่ำ ทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า จึงเสนอแนวทางในการปรับปรุงโดยใช้วิธีการดังนี้ 1. การศึกษาการทำงานเพื่อหาเวลามาตรฐานและจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน 2. การออกแบบและสร้างเครื่องมือช่วยผลิตในขั้นตอนที่เป็นคอขวดและลดพื้นที่การจัดเก็บงาน และ 3. การกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของคนงานอย่างชัดเจน โดยการจัดทำตารางการผลิต (schedule) ผลการดำเนินงานพบว่าขั้นตอนการผลิตจากเดิม 10 ขั้นตอนลดเหลือ 8 ขั้นตอน ส่งผลให้เวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตเตาซูปเปอร์อั้งโล่ลดลงจาก 6,897 วินาทีต่อใบเป็น 4,767.94 วินาทีต่อใบหรือลดลง 30.87% และอัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 27.78 ใบต่อวันเป็น 45 ใบต่อวันหรือเพิ่มขึ้นคิดเป็น 62% ของอัตราผลผลิตเดิม [7]

จึงได้ทำการหาจำนวนครั้งที่ต้องเก็บข้อมูล เพื่อความน่าเชื่อถือเบื้องต้นเริ่มเก็บข้อมูล ตัวอย่างจำนวน 20 ครั้ง แสดงดังตารางที่ 3 และหาจำนวนครั้งที่ต้องเก็บข้อมูล ที่มีความน่าเชื่อถือ ดังสมการที่ 1

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum_{i=1}^{n'} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n'} x_i)^2}}{\sum_{i=1}^{n'} x_i} \right]^2 \quad (1)$$

2.2 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

จากการสังเกตวิธีการทำงานแบบเดิมของขั้นตอนการทำรั้งฝั่งเตา พบว่า มีความสูญเปล่า

ตารางที่ 3 เวลาในการทำงานของขั้นตอนการทำแผ่น
รังผึ้งเตาอังโล่ (ก่อนการปรับปรุง)

ครั้งที่	เวลา (นาที/ชิ้น)	ครั้งที่	เวลา (นาที/ชิ้น)
1	3.66	11	3.83
2	3.67	12	3.85
3	3.71	13	3.78
4	3.66	14	3.72
5	3.68	15	3.68
6	3.72	16	3.75
7	3.62	17	3.78
8	3.72	18	3.85
9	3.69	19	3.82
10	3.72	20	3.75
เวลารวม 74.66 นาที			
เวลาเฉลี่ย 3.73 นาที/ชิ้น			

หมายเหตุ เวลาที่แสดงในตารางที่ 3 มาจากกิจกรรม
การทำงานของคนเท่านั้น

โดยกำหนดให้ระดับความเชื่อมั่น 95% และค่า
ความคลาดเคลื่อน 5% และเมื่อแทนค่าในสมการได้
จำนวนครั้งที่ต้องเก็บข้อมูลดังนี้

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{20(278.79) - (5,574.12)}}{74.66} \right]^2$$

$$= 1.54 \text{ หรือ } 2 \text{ ครั้ง}$$

ค่าจำนวนครั้งที่ต้องเก็บข้อมูลมีค่าน้อยกว่า
ข้อมูลตัวอย่าง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าจำนวนในการเก็บ
ข้อมูลเบื้องต้นมีความน่าเชื่อถือที่ระดับความเชื่อมั่นที่
95% และมีความคลาดเคลื่อน 5% จึงทำการหา
แนวทางปรับปรุงเพื่อลดปัญหาเวลาสูญเสียดังกล่าว
ด้วยหลักการ ECRS ดังนี้

ภักทรนิษฐ์กล่าวว่า ECRS เป็นหลักการในการ
ปรับปรุงงานที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate)
การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และ

การทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่าย ๆ ที่
สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเสียเปล่าหรือ
MUDA ลงได้เป็นอย่างดี [8]

หลักการ ECRS สามารถช่วยลดจุดคอขวดและ
รอบเวลานำซึ่งจะส่งผลให้เกิดความสมดุลในการ
รับภาระงานของพนักงาน [9]

โดยผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางในการปรับปรุง
วิธีการทำงานของขั้นตอนการทำรังผึ้งเตาอังโล่ ได้แก่

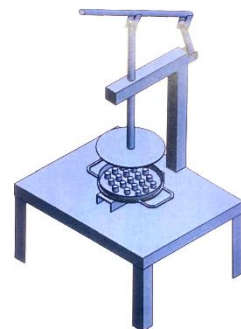
1. Eliminate คือ การขจัดงานที่ไม่จำเป็นในส่วน
ของการนำแผ่นอัดขึ้นรูปไปตากแดดเพื่อให้ดินแข็งตัว
ประมาณ 1 วัน แล้วนำกลับมาทำการเจาะรู จากนั้น
นำกลับไปตากแดดอีกครั้ง

2. Combine คือ การยุบรวมเอาการขึ้นรูปแผ่น
อัดและการเจาะรูแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่ไว้ด้วยกัน เพื่อลด
เวลาในการทำงานและลดการเคลื่อนไหวของ
พนักงาน

3. Rearrange คือ การเปลี่ยนลำดับการทำงาน
ใหม่ จากเดิมต้องนำแผ่นอัดขึ้นรูปไปตากแดดก่อน
แล้วนำมาทำการเจาะรู ให้สามารถขึ้นรูปแผ่นอัด
พร้อมกับเจาะรูแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่ แล้วนำไปตากใน
ครั้งเดียว

4. Simplify คือ การทำงานง่ายขึ้นจากเดิมทำ
การเจาะรูรังผึ้งเตาอังโล่ได้ครั้งละ 1 รู ให้สามารถทำ
การเจาะรูได้ทั้งหมดพร้อมกันในครั้งเดียว

ด้วยการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยในการ
ขึ้นรูปรังผึ้งเตาอังโล่ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 อุปกรณ์ช่วยในการทำรังผึ้งเตา




3. ผลการดำเนินงาน





3.1 ผลการดำเนินงานหลังปรับปรุง

จากวิธีการทำงานแบบเดิมของขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่ พบว่ามีความสูญเปล่าเกิดขึ้นจากการรอคอย การขนย้ายและการเคลื่อนไหวมากเกินไป ส่งผลให้พนักงานเกิดอาการเมื่อยล้าจากการทำงานในท่าทางแบบเดิมซ้ำๆ เป็นระยะเวลาเนานาน

ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และไม่สามารถสนองความต้องการของลูกค้าได้เพียงพอ จึงทำการปรับปรุงโดยใช้หลักการ ECRS มาช่วยในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยในการขึ้นรูปแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่ โดยมีวิธีการทำงานแสดงดังตารางที่ 4 และแผนภูมิกระบวนการผลิต (Process chart) ของขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 กิจกรรมในการทำงานของขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่ (หลังการปรับปรุง)

ขั้นตอน (Step)	กิจกรรมย่อยในการทำงาน (Element)	ภาพประกอบ (Picture)
1	ใส่แบบพิมพ์ - นำแบบพิมพ์ใส่ลงใน jig แบบพิมพ์แผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่	
2	นำดินใส่แบบพิมพ์ - นำดินที่ผสมแล้วใส่ลงไปแบบพิมพ์ให้เต็มแล้วทำการกดดินให้แน่น	
3	ปาดหน้าดินให้เรียบ - หลังจากกดดินให้แน่นเต็มแบบแล้วใช้อุปกรณ์ตั้งรูปปาดหน้าดินให้เรียบ แล้วใช้มือช้อนน้ำลูบลงบนหน้าดินให้เรียบเป็นระนาบเดียวกัน อุปกรณ์ปาดหน้าดิน	

<p>4</p>	<p>โรยซีเมนต์</p> <ul style="list-style-type: none"> - นำซีเมนต์โรยลงบนผิวหน้าดินที่ปาดหน้าแล้ว เพื่อไม่ให้หน้าดินติดกับแผ่นไม้ที่เตรียมไว้สำหรับวางแผ่นรังผึ้งเตาอังไธ่ 	
<p>5</p>	<p>ถอดแบบพิมพ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำการถอดแบบพิมพ์ออกจาก Jig โดยการใช่มือทั้งสองข้างจับตรงที่จับด้านข้าง แล้วยกขึ้นตามแนวตั้งให้แบบพิมพ์หลุดออกจาก Jig 	
<p>6</p>	<p>นำแผ่นรังผึ้งเตาอังไธ่ออกจากแบบพิมพ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำการเอาแผ่นรังผึ้งเตาอังไธ่ที่ขึ้นรูปแล้วออกจากแบบพิมพ์ โดยการคว่ำลง ซึ่งต้องทำอย่างระมัดระวัง เนื่องจากอาจทำให้รังผึ้งเสียรูปทรงได้ 	
<p>7</p>	<p>ทำการตากแผ่นรังผึ้งเตาอังไธ่</p> <ul style="list-style-type: none"> - นำแผ่นรังผึ้งเตาอังไธ่ที่เจาะรูแล้วไปตากแดด 1-2 วัน ก่อนนำไปเผาในขั้นตอนต่อไป 	

ตารางที่ 5 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Process chart) ของขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่ (หลังปรับปรุง)

ลำดับที่	สัญลักษณ์	ลักษณะของกิจกรรม	เวลา (นาที/ชิ้น)	ระยะทาง (เมตร)
1	●	ทำการขึ้นรูปแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่ด้วยอุปกรณ์ช่วย (ขึ้นรูปแผ่นอัดพร้อมกับการเจาะรู)	1.14	
2	●	วางแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่ลงบนแผ่นไม้	0.28	
3	➡	ขนย้ายแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่ไปยังบริเวณที่ตากแดด	0.35	10
4	◐	ตากแดดแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่	1,440	
5	➡	ขนย้ายแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่ที่ตากแดดไปยังเตาอบ	0.20	5
6	●	จัดเรียงแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่เตาภายในเตาอบ	240 นาที/ครั้ง (300 ชิ้น)	
7	●	ทำการใส่แกลบต่ำลงไปในเตาอบ	35 นาที/ครั้ง (300 ชิ้น)	
8	●	อบเผาแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่	2,880	
9	●	นำแกลบต่ำออกจากเตาอบ	60 นาที/ครั้ง (300 ชิ้น)	
10	■	ตรวจสอบของเสียหลังการเผา	0.18	
11	➡	ขนย้ายแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่ไปเก็บไว้ในจุดพักรอประกอบ	0.20	5
		รวม	4,657.35	20

จึงได้ทำการหาจำนวนครั้งที่ต้องเก็บข้อมูล เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ เบื้องต้นเริ่มเก็บข้อมูล ตัวอย่างจำนวน 20 ครั้ง แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เวลาในการทำงานของขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตาอังโล่ (หลังการปรับปรุง)

ครั้งที่	เวลา (นาที/ชิ้น)	ครั้งที่	เวลา (นาที/ชิ้น)
1	1.15	11	1.05
2	1.27	12	1.09
3	1.11	13	1.07
4	1.24	14	1.17

5	1.06	15	1.15
6	1.20	16	1.07
7	1.09	17	1.20
8	1.24	18	1.02
9	1.25	19	1.21
10	1.10	20	1.05
เวลารวม 22.79 นาที			
เวลาเฉลี่ย 1.14 นาที/ชิ้น			

หมายเหตุ เวลาที่แสดงในตารางที่ 6 มาจากกิจกรรมการทำงานของคนเท่านั้น

และเมื่อแทนค่าในสมการ (1) ได้จำนวนครั้งที่
ต้องเก็บข้อมูลดังนี้

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{20(26.09) - (519.38)}}{22.79} \right]^2$$

$$= 7.17 \text{ หรือ } 8 \text{ ครั้ง}$$

ค่าจำนวนครั้งที่ต้องเก็บข้อมูลมีค่าน้อยกว่า
ข้อมูลตัวอย่าง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าจำนวนครั้งในการ
เก็บข้อมูลเบื้องต้น มีความน่าเชื่อถือที่ระดับความ
เชื่อมั่นที่ 95% และมีความคลาดเคลื่อน 5%

หลังจากใช้อุปกรณ์ช่วยในการทำแผ่นรังผึ้งเตา
อั้งโล่แล้ว สามารถลดกิจกรรมการทำงานที่มีความสูญ
เปล่าเกิดขึ้น จากเดิม 14 กิจกรรม เหลือ 11 กิจกรรม
ส่งผลให้รอบเวลาการทำงานลดลงจาก 6,100.75
นาทีต่อชิ้น ลดลงเหลือ 4,657.35 นาทีต่อชิ้น

3.2 การเปรียบเทียบการดำเนินงาน

จากการเก็บข้อมูลเวลาในการทำงานของ
ขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่ก่อนและหลังการ
ปรับปรุงจำนวน 20 ครั้ง (เวลาในการทำงานเฉพาะ
ของคนเท่านั้น) พบว่า จากการใช้อุปกรณ์ช่วยในการ
ทำแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่สามารถลดเวลาสูญเปล่าต่างๆ
ที่เกิดจากกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มได้ โดย

เวลาในการทำงานของขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตา
อั้งโล่จากเดิม 3.73 นาทีต่อชิ้น ลดลงเหลือ 1.14 นาที
ต่อชิ้น คิดเป็นประสิทธิภาพการทำงานของคน
เพิ่มขึ้นร้อยละ 69.44 และส่งผลให้รอบเวลาการ
ทำงานทั้งหมดของขั้นตอนการทำรังผึ้งเตา จากเดิม
ใช้เวลาในการทำงาน 6,100.75 นาทีต่อชิ้น หรือ
101.68 ชั่วโมงต่อชิ้น ลดลงเหลือ 4,657.35 นาทีต่อ
ชิ้น หรือ 77.62 ชั่วโมงต่อชิ้น คิดเป็นประสิทธิภาพ
รอบเวลาการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 23.66 และเวลาใน
การผลิตเตาอั้งโล่จากเดิม 6,102.45 นาทีต่อใบ ลดลง
เหลือ 4,662.45 นาทีต่อใบ โดยผลการเปรียบเทียบ
ทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 7

4. อภิปรายผลการดำเนินงาน

จากข้อมูลในตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าผลการ
เปรียบเทียบเวลาในขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่
ที่เป็นเวลาเฉพาะการทำงานของคนเท่านั้น รอบเวลา
ในการทำแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่ทั้งหมด และรอบเวลา
ทั้งหมดในการผลิตเตาอั้ง โล่ลดลงจากเดิม
ค่อนข้างมาก เนื่องจากวิธีการปรับปรุงสามารถขจัด
เวลาสูญเปล่าที่เกิดจากกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิด
มูลค่าเพิ่มได้ และพนักงานยังสามารถใช้เวลาไปทำ
กิจกรรมในขั้นตอนอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับ
ผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบเวลาในการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง

	เวลาในการทำแผ่นรังผึ้ง เตาอั้งโล่เฉพาะของคน (นาที/ชิ้น)	เวลาในการทำแผ่นรังผึ้ง เตาอั้งโล่ทั้งหมด (นาที/ชิ้น)	รอบเวลาทั้งหมดใน การผลิตเตาอั้งโล่ (นาที/ใบ)
ก่อนการปรับปรุง	3.73	6,100.75	6,102.45
หลังการปรับปรุง	1.14	4,657.35	4,662.45
ผลต่าง	2.59	1,443.40	1,440
ร้อยละ	69.52	23.66	24.97

5. สรุปผลการดำเนินงาน

การศึกษาและปรับปรุงประสิทธิภาพของ
กระบวนการผลิตเตาอั้งโล่เพื่อลดความสูญเปล่าใน

กระบวนการผลิต จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานของ
กระบวนการผลิต พบว่า ขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตา
อั้งโล่มีกิจกรรมในการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

คือ ความสูญเสียเปล่าเนื่องจากการรอคอย การขนย้าย และการเคลื่อนไหวยามากเกินไป จึงทำการหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเตาอั้งโล่โดยใช้หลักการ ECRS ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยขึ้นรูปแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่ โดยการบูรณาการขั้นตอนการอัดขึ้นรูปแผ่น และการเจาะรูไว้ด้วยกัน ผลหลังจากการปรับปรุงมีดังนี้

1. สามารถจัดความสูญเสียเปล่าจากกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในขั้นตอนการทำแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่ จากเดิมมีกิจกรรมทั้งหมด 14 กิจกรรม ลดลงเหลือ 11 กิจกรรม

2. สามารถลดเวลาการทำงานของคนในขั้นตอนการทำรังผึ้งเตาและรอบเวลาในการทำแผ่นรังผึ้งเตาอั้งโล่ จากการปฏิบัติงานตามหลัก ECRS เวลาการทำงานของคน ลดลงจากเดิม 3.73 นาทีต่อชิ้น เหลือ 1.14 นาทีต่อชิ้น คิดเป็นร้อยละ 69.52 และ 6,100.75 นาทีต่อชิ้น ลดลงเหลือ 4,657.35 นาทีต่อชิ้น คิดเป็นร้อยละ 23.66 ตามลำดับ

3. สามารถลดรอบเวลาทั้งหมดในกระบวนการผลิตเตาอั้งโล่ได้จากเดิม 6,102.45 นาทีต่อใบ เหลือ 4,662.45 นาทีต่อใบ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เชียงราย สำหรับพัฒนาศักยภาพนักศึกษาปีงบประมาณ 2564 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] K.A. Harish and M. Selvam, Lean Wastes: A study of classification from different categories and industry perspectives, The Asian Review of Civil Engineering, 2015, Vol. 4 No.2, 7-12.
- [2] A. Jaffar, S. Kasolang, Z.A. Ghaffar and N.S. Mohamad, Management of seven wastes: A case study in an automotive vendor, Journal Technology (Sciences & Engineering), 76:6, 2015, 19–23.

- [3] O. Chuamaungphan, W. Wanlo, S. Dongta and N. Chaicook, Analysis of the effect of seven wastes in lean process on operational efficiency of OTOP products in mae lao district chiang rai, Journal of Legal Entity Management and Local Innovation Vol. 7 No. 4, 2021, 157-170. (in Thai)
- [4] N. Sriputtha, J. Kositwat and D. Kaewdook, Reducing waste in detergent packaging process by using ECERS technique, The 5th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference, Proceeding, 2020, 190-196. (in Thai)
- [5] B. Suhardi, N. Anisa and P. Widyo Laksono, Minimizing waste using lean manufacturing and ECERS principle in Indonesian furniture industry, Cogent Engineering, 2019, 1-13.
- [6] A. Pertiwi and R. Astuti, Increased line efficiency by improved work methods with the ECERS concept in a washing machine production: a case study, Journal System and Management Industry Vol. 4 No 1, 2020, 13-29.
- [7] S. Limsuwan, Efficiency Improvement of the Super Cooking Stove Process, Journal of Ubon Ratchathani University, 2010, 17-28. (in Thai)
- [8] P.Boonwang, An application lean concept for waste reduction in production case study of ABC company, Major of Transport and Logistic management, Burapha University, 2013, (in Thai)
- [9] C. Kasemset, C. Boonmee, and P. Khuntaporn, Application of MFCA and ECERS in waste reduction: A case study of electronic parts factory, Thai International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding, 2016, 1844–1853.