การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการเพื่อเพิ่มผลิตภาพแรงงานในกระบวนการบรรจุห่อขวดพลาสติก

APPLICATION OF INDUSTIAL ENGINEERING TOOS FOR INCREASING THE LABOR PRODUTIVITY IN PLASTIC BOTTLE PACKAGING PROCESS

ธาริณี มีเจริญ[1], สุพัตรา สิงขรณ์[1], นนทิชา บูรณะ[1], นิศานาถ แก้ววินัด[1] และ ศิวพร แน่นหนา[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Tharinee Meecharoen[1], Supatra Singkhon[1], Nonthicha Burana[1], Nisanat Kaewwinat[1] and Siwaporn Nanna[1]
[1]Management Engineering Faculty of Industrial Technology Surin Rajabhat University

(Received: January 9, 2023; Revised: April 15, 2023; Accepted: April 20, 2023)

*ผู้ประสานงาน : ธาริณี มีเจริญ อีเมล์ : me.tarinee@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลิตภาพแรงงานและลดความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุห่อขวดพลาสติก แผนกสกรีนขวดพลาสติก ของบริษัทผลิตขวดพลาสติกแห่งหนึ่งในจังหวัดสุรินทร์ คณะผู้วิจัยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล และแผนภาพการไหลของกระบวนการ ในการศึกษาระบบการผลิตปัจจุบัน ก่อนการปรับปรุง พบว่า มีจำนวนพนักงาน 4 คน ใช้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ย 13.59 นาที/แพ็ มีเวลามาตรฐานเฉลี่ยที่จุดคอขวดในขั้นตอนบรรจุห่อขวดพลาสติก เท่ากับ 7.30 นาที/แพ็ค มีผลิตภาพแรงงาน เท่ากับ 7,278.93 บาท/คน จากนั้นจึงวิเคราะห์สาเหตุและหาปัญหาด้วย 5W1H และใช้เทคนิค ECRS มาปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุห่อขวดพลาสติก กำหนดวิธีการทำงานมาตรฐานที่มีท่าทางการทำงานที่เหมาะสม และจัดสรรงานใหม่ให้แก่พนักงาน หลังการปรับปรุง พบว่า จำนวนพนักงานในแผนกสกรีนขวดพลาสติกลดลงเหลือ 2 คน ใช้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ย 12.52 นาที/แพ็ค (ลดลง 1.07 นาที/แพ็ค) มีเวลามาตรฐานเฉลี่ยที่จุดคอขวด 6.23 นาที/แพ็ค (ลดลง 1.07 นาที/แพ็ค) โดยมีผลิตภาพแรงงาน 8,481.53 บาท/คน (เพิ่มขึ้น 1,202.60 บาท/คน)

คำสำคัญ: การบรรจุห่อขวดพลาสติก, ความสูญเปล่า, ผลิตภาพแรงงาน

ABSTRACT

The purpose of this research was to increase labor productivity and reduce waste in the bottle packaging process of the screen-printing department at a PET bottle manufacturing company in Surin province. We used a process flow chart and a process flow diagram in studying the current production system. Before improving the process, it was found that there were 4 operators performing the average cycle time of 13.59 minutes/pack. The average standard time at the bottleneck in the packaging process of plastic bottles was 7.30 minutes/pack with labor productivity of 7,278.93 baht/person. Then the causes and problems were analyzed with the 5W1H method. The ECRS technique was used to improve the process by using assistive equipment in plastic bottle packaging, establishing a standard operating procedure with proper working posture, and reassigning tasks to operators. After improving the process, the results showed that the number of the performing operators decreased to two persons, the average cycle time spent was 12.52 minutes/pack (reduced by 1.07 minutes/pack). The average standard time at the bottleneck in the packing process of plastic bottles was 6.23 minutes/pack (a decrease of 1.07 minutes/pack) with labor productivity of 8,481.53 baht/person (an increase of 2,405.12 baht/person).

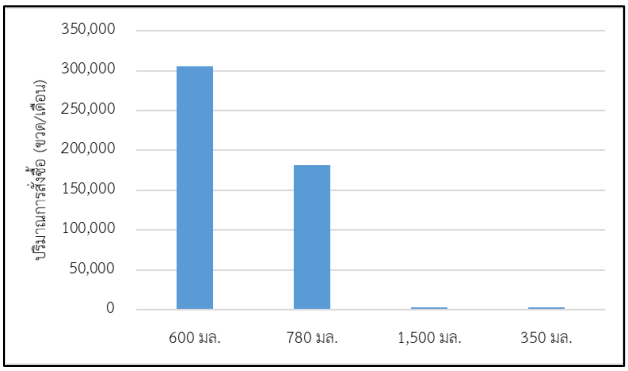
Keywords: plastic bottle packaging, waste, labor productivity

1. บทนำ

ขวดพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุในอุตสาหกรรมน้ำดื่มนิยมใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นขวดพลาสติกใสแบบ PET (Polyethylene Terephthalate) [1] แต่ทั้งนี้โรงงานผู้ผลิตน้ำดื่มอาจไม่ได้มีการผลิตบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกใช้เองในกระบวนการผลิต แต่ทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ผลิตน้ำดื่มเท่านั้น (Manufacturer) แต่จะรับวัตถุดิบที่เป็นบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกจากโรงงานผลิตขวดพลาสติกซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้จัดหาวัตถุดิบหรือสินค้า (Supplier) อีกทีก่อนนำมาบรรจุน้ำดื่มที่ผลิตได้และนำจัดส่งหรือจำหน่ายแก่ผู้จำหน่าย (Distribution) รวมถึงลูกค้า (Customer) ในระบบห่วงโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวด ซึ่งในจังหวัดสุรินทร์ มีบริษัทแห่งหนึ่งเป็นผู้ผลิตและจัดจำหน่ายขวดพลาสติกแบบ PET หลอดพรีฟอร์ม (Preform) ฝาขวด ฉลาก แค็ปซีล และถังน้ำ ให้แก่ลูกค้าที่สนใจ

ทั่วประเทศ โดยในบริษัทผลิตขวดพลาสติกแบบ PET ทั้งหมด 4 ขนาด ได้แก่ 350 600 780 และ 1,500 มล. โดยขนาดที่ได้รับความนิยมคือ 600 มล. ดังแสดงในรูปที่ 1

ซึ่งจากการสังเกตและศึกษาสภาพการดำเนินงานพบความสูญเปล่าในแผนกสกรีนขวดพลาสติกและทางบริษัทต้องการหาแนวทางในการลดจำนวนพนักงานในส่วนกระบวนการบรรจุห่อขวดพลาสติกที่เป็นจุดคอขวดในปัจจุบัน คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะปรับปรุงระบบการผลิตกระบวนการบรรจุห่อขวดพลาสติกในแผนกสกรีนขวดพลาสติก เพื่อเพิ่มผลิตภาพแรงงานโดยการใช้ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ และนำผลการวิจัยที่ได้เสนอเป็นแนวทางให้ทางบริษัทดำเนินการตัดสินใจในการดำเนินการในการปรับปรุงระบบการผลิตต่อไป



รูปที่ 1 ปริมาณการสั่งซื้อเฉลี่ยต่อเดือนของขวดพลาสติกแบบ PET แต่ละขนาด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

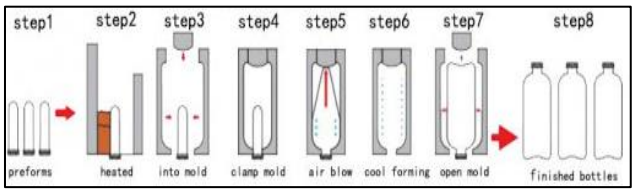
2.1 กระบวนการผลิตขวดพลาสติกแบบ PET

ขวดพลาสติกแบบ PET คือ ขวดพลาสติกที่ผลิตจากเม็ดพลาสติกแบบ PET ที่ย่อมาจาก Polyethylene Terephthalate ถือเป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) โดยจุดเด่นของพลาสติกแบบ PET คือมีความใสและเหนียวสูง สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดีมาก และป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี จึงนิยมใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์อาหาร เช่น ขวดสำหรับบรรจุของเหลว เช่น เครื่องดื่ม น้ำดื่ม และน้ำมัน แผ่นฟิล์ม หรือแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์เคลือบพลาสติก เป็นต้น โดยทั่วไปการผลิตขวดพลาสติก PET มักใช้กระบวนการเป่าแบบดึงยืด (Stretch Blow Molding) ซึ่งเป็นการผลิต 2 ขั้นตอน [1] คือ

1) ขั้นตอนการเป่าหลอดพรีฟอร์ม เริ่มจากกระบวนการฉีดเม็ดพลาสติกให้เป็นหลอดพรีฟอร์ม และเป่าหลอดพรีฟอร์มให้เป็นขวดน้ำตามลำดับ ขั้นตอนสำคัญของกระบวนการผลิตเริ่มจากการอบไล่ความชื้น เนื่องจาก PET มักดูดความชื้นจากอากาศได้สูง (Hygroscopic Plastics) โดยปกติ

เม็ดพลาสติก PET มักมีความชื้นประมาณ 0.05% จึงต้องอบไล่ความชื้นในเม็ดพลาสติกให้เหลืออยู่ไม่สูงเกิน 0.005% ก่อนถูกทำให้หลอมเพื่อฉีดเป็นหลอดพรีฟอร์ม

2) ขั้นตอนการเปลี่ยนรูปร่างของหลอดพรีฟอร์มให้เป็นขวด เริ่มจากการทำให้หลอด พรีฟอร์มร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70 °C จนหลอดพรีฟอร์มเริ่มนิ่ม ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการเป่าแบบดึงยืดใน 2 ทิศทาง เพื่อให้ผนังหลอดพรีฟอร์มขยายตัวไปกระทบผนังแม่พิมพ์รูปขวด เมื่อพลาสติกเย็นตัวลงจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นขวดพลาสติกใส ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการเปลี่ยนรูปร่างของหลอดพรีฟอร์มให้เป็นขวดพลาสติก PET [2]

2.2 ความสูญเปล่า

ในช่วงทศวรรษหลังของศตวรรษที่ 20 เกิดการสร้างวิธีการผลิตแบบลีน โดยหลักการสำคัญในวิธีการผลิตแบบลีนคือการกำจัดของเสียภายในการดำเนินงาน ซึ่งในกิจการใด ๆ สิ่งหนึ่งที่ทำให้กำไรลดลงมากที่สุดก็คือความสูญเปล่า [3]

ความสูญเปล่า (Waste) คือ การกระทำใด ๆ ก็ตามที่ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากร ไม่ว่าจะเป็นแรงงาน วัตถุดิบ เวลา เงิน หรืออื่น ๆ แต่ไม่ทำให้สินค้าหรือบริการเกิดคุณค่าหรือการเปลี่ยนแปลง โดยจำแนกออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้

1) การมีของเสีย (Defect)

2) การผลิตที่มากเกินความจำเป็น (Overproduction)

3) การรอคอยงาน (Waiting)

4) ความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่ได้นำมาใช้ (None Utilized Talent Idea)

5) การขนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transportation)

6) การมีสินค้าคงคลังมากเกินความจำเป็น (Inventory)

7) การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Over Motion)

8) มีกระบวนการมากเกินความจำเป็น (Extra Processing)

2.3 การวิเคราะห์กระบวนการ

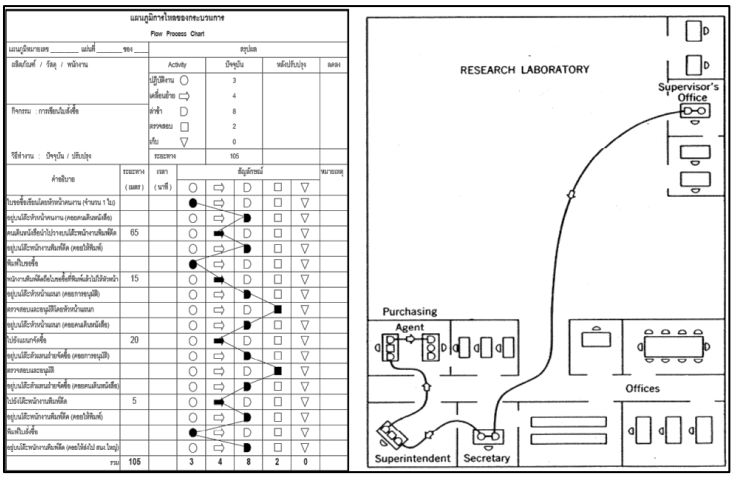
การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) เป็นการนำเครื่องมือหรือเทคนิคทางวิศวกรรมมาใช้ในการบันทึกข้อมูลกระบวนการผลิตให้กระชับโดยใช้สัญลักษณ์ คำบรรยาย และลายเส้นเพื่อบอกรายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการผลิต เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ และนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น [4]

1) แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการไหลของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน หรืออุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวไปในกระบวนการพร้อมกับกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์มาตรฐานที่กำหนดโดย The American Society of Mechanical Engineers (ASME) ทั้งหมด 5 ตัว ดังนี้

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์และความหมายตามมาตรฐานของ ASME

ที่	สัญลักษณ์	ความหมาย
1	○	การปฏิบัติงาน (Operation)
2	□	การตรวจสอบ (Inspection)
3	⇨	การเคลื่อนย้าย (Transportation)
4	D	การรอคอย (Delay)
5	▽	การเก็บรักษา (Storage)

2) แผนภาพการไหลของกระบวนการ (Flow Diagram) เป็นแผนภาพที่ใช้ในการจำลองสถานที่หรือผังของสถานที่ปฏิบัติงาน พร้อมแสดงตำแหน่งของแผนกงาน เครื่องจักร หรืออุปกรณ์สำคัญลงในภาพ และแสดงเส้นทางการเคลื่อนย้ายพร้อมสัญลักษณ์ลงบนผัง ซึ่งแผนภาพการไหลมักถูกใช้ควบคู่กับแผนภูมิกระบวนการไหล เพื่อใช้ในการพิจารณาเส้นทางการเคลื่อนย้ายให้เห็นภาพที่สมบูรณ์ขึ้นในตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ แสดงดังตัวอย่างในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างการใช้แผนภูมิกระบวนการไหลและแผนภาพการไหลของกระบวนการ [4]

2.4 เทคนิคการวิเคราะห์ 5W1H

เทคนิคการวิเคราะห์ 5W1H เป็นการตั้งคำถาม 5W1H ในเชิงนวัตกรรม สำหรับการคิดวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ช่วยให้สามารถหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ในเชิงลึก การทำกิจกรรมเพื่อการเพิ่มผลิตภาพหรือกิจกรรมปรับปรุงงานโดยการสร้างสรรค์คุณค่าและมูลค่าเพิ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้ Who (ใครเป็นผู้ทำ) What (ทำอะไร) Where (ทำที่ไหน) When (ทำเมื่อไร) Why (เหตุใดจึงได้ทำสิ่งนั้นหรือเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ) How (ทำอย่างไร) [5-6]

2.5 เทคนิคการปรับปรุงงาน ECRS

แนวทางในการกำจัดความสูญเปล่าสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงงาน ECRS จำนวน 4 วิธีการ ได้แก่ การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดลำดับใหม่ (Rearrange) และสุดท้ายคือการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการที่สามารถนำไปใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าลงได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 2 แนวคิดการวิเคราะห์ 5W1H ควบคู่กับเทคนิค ECRS

คำถาม	สิ่งที่ต้องการศึกษา	การปรับปรุง
What-Why ทำอะไร-ทำไมต้องทำ	วัตถุประสงค์	Eliminate - การกำจัดส่วนที่ไม่จำเป็นและไม่สร้างมูลค่าเพิ่มออก
Where-Why ทำที่ไหน-ทำไมต้องทำที่นั้น	สถานที่	

คำถาม	สิ่งที่ต้องการศึกษา	การปรับปรุง
When-Why ทำเมื่อไร-ทำไมต้องทำเวลานั้น	ลำดับขั้นตอน	Combine - การรวมกันของกิจกรรมเข้ามาทำที่สถานที่เดียวกันเวลาเดียวกันหรือบุคคลเดียวกัน Rearrange - การจัดลำดับใหม่
Who-Why ใครเป็นผู้ทำ-ทำไมต้องเป็นคนนั้น	ลำดับขั้นตอน	
How-Why ทำอย่างไร-ทำไมต้องทำวิธีนี้	วิธีการ	Simplify - การทำให้ง่ายขึ้นด้วยวิธีการใหม่หรือเครื่องมือช่วยอื่น ๆ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรม มีงานวิจัยจำนวนมากที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการในการจัดการแก้ไขปัญหาในระบบการผลิตขวดพลาสติก เช่น อรรถพร อ่ำขวัญยืน [7] ลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกในขั้นตอนการลำเลียงขนส่ง-ขนย้าย โดยใช้ทฤษฎีการผลิตแบบลีนด้วยเทคโนโลยีสายการผลิตอัตโนมัติ ลดพนักงานได้ 15 คนต่อวัน และลดการจัดเก็บสินค้าคงคลังเท่ากับศูนย์ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมเพิ่มขึ้น 9.68% สุวรรณา พลภักดี [8] ประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงงาน ECRS ส่งผลให้เวลาของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดลดลงร้อยละ 0.88 และต้นทุนสินค้าคงคลังลดลงร้อยละ 73.36 และ โชติรส นพพลกรัง และพรฑิตา ถามะพันธ์ [9] ปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ 5W1H และออกแบบแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามเทคนิคการปรับปรุงงาน ECRS ทำให้สามารถลดขั้นตอนการผลิตลงจากเดิม 14 ขั้นตอน เหลือ 11 ขั้นตอน และลดระยะเวลาการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดจากเดิม ร้อยละ 16.14

ซึ่งในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยสนใจประยุกต์ใช้แผนภูมิกระบวนการไหล แผนภาพการไหลของกระบวนการ และเทคนิคการวิเคราะห์ 5W1H เพื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าและสาเหตุของปัญหา จากนั้นใช้เทคนิคการปรับปรุงงาน ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าและเพิ่มผลิตภาพแรงงาน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1) แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)
2) แผนภาพการไหลของกระบวนการ (Flow Diagram)
3) เทคนิคการวิเคราะห์ 5W1H
4) เทคนิคการปรับปรุงงาน ECRS
5) ชุดอุปกรณ์ช่วยในการบรรจุห่อขวดพลาสติก

6) อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ นาฬิกาจับเวลา ตลับเมตร

3.2 การวิเคราะห์ระบบการผลิตปัจจุบัน

คณะผู้วิจัยศึกษาระบบการผลิตของแผนกสกรีนขวดพลาสติกโดยใช้การสังเกตและใช้แผนภาพการไหลของกระบวนการและเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาเวลาการทำงานมาตรฐานในแผนกสกรีนขวดพลาสติก ทั้งหมด 30 ซ้ำ และวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล จากนั้นคำนวณค่าผลิตภาพแรงงานโดยใช้สูตรที่ (1) [7]

$$\text{ผลิตภาพแรงงาน (บาท/คน)} = \frac{\text{มูลค่าผลผลิตที่เกิดจากการทำงาน}}{\text{จำนวนพนักงาน}} \quad (1)$$

3.3 การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาเพื่อปรับปรุงงาน

คณะผู้วิจัยวิเคราะห์ความสูญเปล่าเพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการผลิต เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุและกรอบของปัญหาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ 5W1H จากการระดมสมองในการตอบคำถามร่วมกับวิศวกรและตัวแทนผู้ปฏิบัติงานจากการตั้งคำถาม What Where When Who How และ Why ควบคู่กับการใช้หลักการวิเคราะห์ ECRS ซึ่งเป็นกระบวนการปรับปรุงหรือการแก้ไขปัญหาทั่วไป ภายหลังจากการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา แล้วปรับปรุงหรือการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมอุตสาหการ [8]

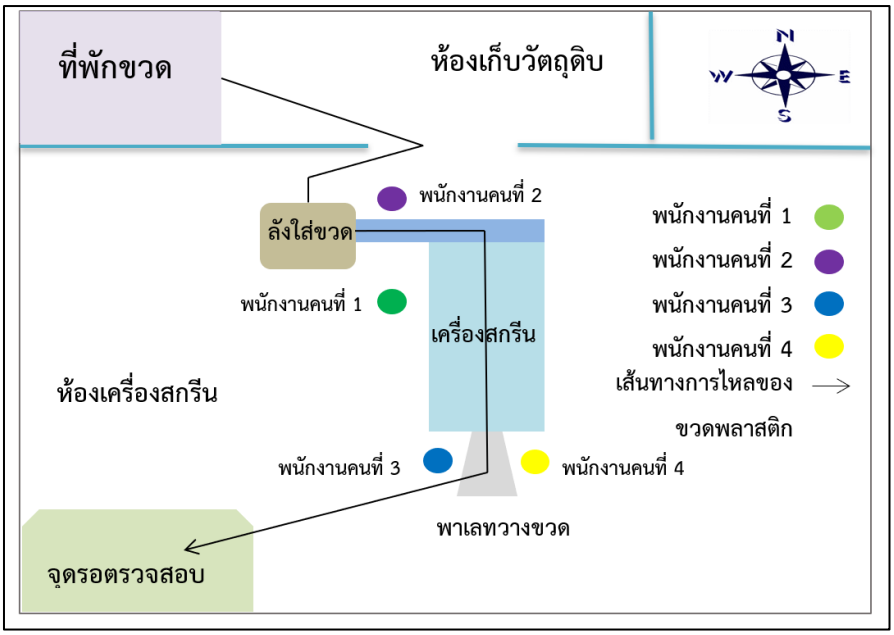
3.4 การประเมินผลโดยเปรียบเทียบผลการดำเนินงานระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

เมื่อปรับปรุงวิธีการทำงานแล้ว คณะผู้วิจัยเปรียบเทียบจำนวนพนักงาน รอบเวลาการผลิต เวลาที่จุดคอขวด และผลิตภาพแรงงาน ในระบบการผลิตในการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุง

4. ผลการวิจัยและอธิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ระบบการผลิตปัจจุบัน

ในรอบการทำงานหนึ่ง ๆ ของกระบวนการผลิตแผนกสกรีนขวดพลาสติก จะประกอบด้วยพนักงาน 4 คน โดยพนักงานคนที่ 1 ทำหน้าที่ตักและขนย้ายขวดพลาสติกไปที่ลังใส่ขวด พนักงานคนที่ 2 ทำหน้าที่นำขวดพลาสติกใส่สายพานลำเลียงขวดเพื่อเข้าเครื่องสกรีน และพนักงานคนที่ 3 และ 4 ทำหน้าที่บรรจุห่อแพ็คขวดพลาสติก เมื่อพิจารณาการไหลของขวด แสดงทิศทางการไหลได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภาพการไหลของแผนกสกรีนขวดพลาสติก (ก่อนปรับปรุง)

ระยะเวลาและระยะทางในการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนจากการบันทึกข้อมูลในแผนภูมิการไหลกระบวนการผลิตในแผนกสกรีนขวดพลาสติกขนาด 600 มล. ดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตในแผนกสกรีนขวดพลาสติก ขนาด 600 มล.
(ก่อนปรับปรุง)

คำอธิบายการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลาปกติ (นาที/แพ็ค)	เวลามาตรฐาน (นาที/แพ็ค)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
1. ตักขวดพลาสติกใส่ลัง	-	0.53	0.61		พนักงาน คนที่ 1
2. ขนย้ายขวดพลาสติกไปที่ลังใส่ขวด	2.70	0.06	0.07		พนักงาน คนที่ 1
3. นำขวดพลาสติกใส่สายพานลำเลียงขวด	-	0.52	0.60		พนักงาน คนที่ 2
4. สกรีนขวดพลาสติก	-	4.29	4.93		เครื่องสกรีน
5. บรรจุขวดพลาสติกใส่ถุงบรรจุห่อพลาสติก	-	6.35	7.30		พนักงาน คนที่ 3, 4
6. นำถุงที่บรรจุห่อเสร็จแล้วไปว่างไว้บนพาเลท	0.70	0.07	0.08		พนักงาน คนที่ 3, 4
รวม	**3.40**	**11.82**	**13.59**		

จากตารางที่ 3 ในแผนกสกรีนขวดพลาสติก ขนาด 600 มล. กระบวนการผลิตมีรอบเวลาการผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 13.59 นาที/แพ็ค โดยมีจุดคอขวดอยู่ที่ขั้นตอนที่ 5 คือ การบรรจุขวดพลาสติกใส่ถุงบรรจุห่อพลาสติก ใช้เวลามาตรฐานเฉลี่ย 7.30 นาที/แพ็ค ทางโรงงานจึงแก้ไขจุดคอขวดนี้โดยการใช้พนักงาน 2 คน ในการบรรจุห่อขวดพลาสติก ซึ่งก็คือพนักงานคนที่ 3 และ 4 ในปัจจุบัน นั่นคือทุก ๆ 7.30 นาที พนักงานสามารถบรรจุห่อขวดพลาสติกเสร็จสิ้น จำนวน 2 แพ็ค ดังนั้น รอบการทำงาน 7 ชั่วโมง มีเวลาทำงาน 420 นาที จะสามารถแพ็คขวดพลาสติกได้ 115.07 แพ็ค หรือประมาณ 115 แพ็ค จากผลการคำนวณ พบว่า ก่อนการปรับปรุงการดำเนินงานของแผนกสกรีนขวดพลาสติก ขนาด 600 มล. ที่มีพนักงานจำนวน 4 คน/รอบการทำงาน ปัจจุบันมีผลิตภาพด้านแรงงานอยู่ที่ 7,278.93 บาท/คน นอกจากนี้จะเห็นว่าเวลาทำงาน (Working Time) รวมของพนักงานคนที่ 1 และ 2 มีค่าน้อยกว่าเวลามาตรฐานที่จุดคอขวด ทำให้เกิด เวลาว่าง (Idle Time) เท่ากับ 6.62 และ 6.70 นาที ตามลำดับ เกิดเป็นเวลาที่พนักงานว่างงานทั้งหมด 13.32 นาที

4.2 ผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาเพื่อปรับปรุงงานในกระบวนการผลิต

จากผลการศึกษาสภาพทั่วไปและระบบการผลิตในแผนกสกรีนขวดพลาสติกขนาด 600 มล. จะเห็นว่าขั้นตอนที่เป็นปัญหาคือการบรรจุขวดพลาสติกใส่ถุงบรรจุห่อพลาสติก โดยความสูญเปล่าในแผนกสกรีนขวดพลาสติกสามารถสรุปความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสูญเปล่าในแผนกสกรีนขวดพลาสติก

ประเภทความสูญเปล่า	รายละเอียด	ภาพประกอบ	ผลจากปัญหาที่เกิด
การรอคอยงาน	เกิดการว่างงานของพนักงานคนที่ 1 และ 2 เนื่องจากเวลาทำงานรวมน้อยกว่าเวลาทำงานที่จุดคอขวด	-	พนักงานไม่ได้ทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ
การผลิตของเสีย	ไม่มีภาชนะรองรับขวด		1. ขวดตกกระจัดกระจาย 2. ขวดเกิดความเสียหายจากการตกกระแทก
การเคลื่อนไหวมากเกินไป	วิธีการปฏิบัติงานที่มีท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม โดยพนักงานจะนั่งบนม้านั่งและต้องเอี้ยวตัวไปหยิบขวดที่ตกมาจากเครื่องสกรีนทีละ 2 ขวดและนำมาเรียงใส่ในถุงสำหรับแพ็คจนครบทั้งหมด 180 ขวด/แพ็ค		1. เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน 2. พนักงานเกิดความเมื่อยล้า
การมีกระบวนการมากเกินไป	1. ไม่มีเครื่องมือที่เหมาะสมกับ 2. การทำงานทำงานที่ไม่ถูกวิธี		การทำงานที่ไม่และไม่มีมาตรฐาน

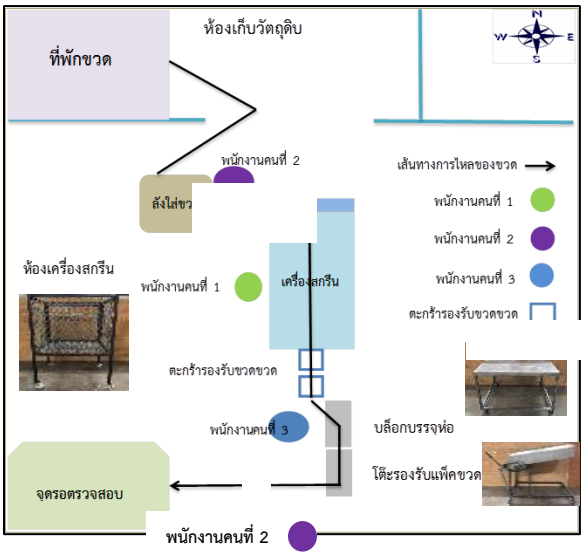
หลังจากที่ได้มีการศึกษาสภาพการทำงานปัจจุบันของกระบวนการผลิตในแผนกสกรีนขวดพลาสติก คณะผู้วิจัยวิเคราะห์การปฏิบัติงานโดยนำหลักแนวคิด 5W1H เพื่อหาสาเหตุและกำหนดแนวทางในการปรับปรุงการทำงานโดยใช้เทคนิค ECRS ร่วมกับวิศวกรและตัวแทนผู้ปฏิบัติงาน แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ 5W1H ควบคู่กับเทคนิค ECRS ในการปรับปรุงงานในกระบวนการบรรจุห่อขวดพลาสติก

หัวข้อ	คำถาม 5W1H	คำตอบ 5W1H	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	ทำอะไร (what)	ออกแบบและกำหนดวิธีการทำงานมาตรฐานในขั้นตอนการบรรจุห่อขวดพลาสติก	การทำงานที่ไม่เป็นมาตรฐาน	ออกแบบและกำหนดวิธีการทำงานมาตรฐานในขั้นตอนการบรรจุห่อขวดพลาสติก และออกแบบเครื่องมือช่วยในการบรรจุห่อ
	ทำไมต้องทำ (why)	เพราะต้องการเพิ่มผลิตภาพแรงงานและลดความสูญเปล่า	วิธีการปฏิบัติงานบรรจุห่อขวดพลาสติกที่ยังไม่เหมาะสมและไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน	
สถานที่	ทำที่ไหน (where)	แผนกปริ้นสกรีนขวดพลาสติก	ผลิตภาพแรงงานต่ำ มีพนักงานมากเกินความจำเป็น	จัดสรรงานในสายการผลิตใหม่และใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุห่อขวดพลาสติก
	ทำไมต้องทำ (why)	เพราะแผนกปริ้นท์สกรีนขวดพลาสติกเกิดความสูญเปล่า	เกิดของเสียและการทำงานที่ซ้ำซ้อนในขั้นตอนบรรจุห่อ	
ใคร	ใครเป็นคนทำ (who)	พนักงานในสายการผลิต 4 คน คนที่ 1 ตักและขนย้าย คนที่ 2 ลำเลียงขวดใส่สายพาน คนที่ 3 และ 4 บรรจุห่อ	ใช้พนักงานในการบรรจุห่อขวดพลาสติกมากเกินความจำเป็น	จัดสรรงานในสายการผลิตใหม่และใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุห่อขวดพลาสติก
	ทำไมต้องเป็นคนนั้นทำ (why)	เพราะขั้นตอนบรรจุห่อขวดพลาสติกเป็นจุดคอขวด จึงใช้พนักงาน 2 คนเพื่อให้บรรจุห่อขวดทันขั้นตอนการสกรีน	เวลาในบรรจุห่อขวดพลาสติกมากเกินไป	
เมื่อไร	ทำเมื่อไร (when)	หลังจากกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดพลาสติก	ขวดตกกระแทกพื้น ไม่มีภาชนะรองรับ	เพิ่มภาชนะรองรับขวดพลาสติกและใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุห่อขวดพลาสติก
	ทำไมต้องทำตอนนั้น (why)	เพราะขวดพลาสติกต้องสกรีนตราสินค้าและบรรจุห่อเป็นแพ็คเพื่อจำหน่ายและส่งมอบให้กับลูกค้า	ใช้เวลาในการบรรจุห่อขวดพลาสติกมากเกินไป	
อย่างไร	ทำอย่างไร (How)	พนักงานนำขวดพลาสติกมาลำเลียงเข้าเครื่องสกรีนและบรรจุห่อเป็นแพ็ค	เกิดการว่างงาน และท่าทางในการบรรจุห่อขวดพลาสติกไม่เหมาะสม	จัดสรรงานในสายการผลิตใหม่และใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุห่อขวดพลาสติก
	ทำไมต้องทำอย่างนั้น (why)	เพราะต้องจัดเรียงขวดพลาสติกให้ง่ายต่อขนย้ายสำหรับจำหน่ายและส่งมอบให้กับลูกค้า	พนักงานบรรจุขวดพลาสติกทำงานล่าช้า	

4.3 ผลการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

คณะผู้วิจัยกำหนดตำแหน่งการวางอุปกรณ์และจัดสรรงานใหม่ในสายการผลิตให้แก่พนักงานผู้ปฏิบัติงานทั้งหมดดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภาพการไหลของแผนกสกรีนขวดพลาสติก (หลังปรับปรุง)

พนักงานคนที่ 1 ทำหน้าที่คอยตั้งค่าเครื่องสกรีน และนำขวดพลาสติกที่จุดพักขวดมาใส่ในลังใส่ขวด และเรียงขวดพลาสติกใส่สายพานลำเลียงขวดเข้าเครื่องสกรีน เมื่อเครื่องสกรีนสกรีนขวดพลาสติกเสร็จแล้ว ขวดพลาสติกจะตกลงในตะกร้ารองรับขวด พนักงานคนที่ 1 จะสลับตะกร้ารองรับขวดไปให้พนักงานคนที่ 2 บรรจุห่อโดยใช้อุปกรณ์ช่วยบรรจุห่อขวดพลาสติก โดยเรียงขวดพลาสติกใส่บล็อกบรรจุห่อ เมื่อบรรจุห่อแพ็คขวดพลาสติกเสร็จสิ้นแล้ว พนักงานคนที่ 1 จะนำไปวางไว้บนพาเลทเพื่อรอพนักงานตรวจสอบคุณภาพมาตรวจสอบอีกครั้ง

คณะผู้วิจัยออกแบบและกำหนดวิธีการทำงานมาตรฐานใหม่ร่วมกับการใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุห่อขวดพลาสติก ดังรูปที่ 6 ทดลองปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานใหม่จำนวน 30 ซ้ำ เพื่อศึกษารอบเวลาการผลิต เวลามาตรฐาน แสดงผลดังตารางที่ 6

รูปที่ 6 ตัวอย่างวิธีการใช้บล็อกบรรจุห่อ

ตารางที่ 6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตในแผนกสกรีนขวดพลาสติก ขนาด 600 มล. (หลังปรับปรุง)

คำอธิบายการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลาปกติ (นาที/แพ็ค)	เวลามาตรฐาน (นาที/แพ็ค)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
1. ตักขวดพลาสติกใส่ลัง	-	0.53	0.61		พนักงาน คนที่ 1
2. ขนย้ายขวดพลาสติกไปที่ลังใส่ขวด	2.70	0.06	0.07		พนักงาน คนที่ 1
3. นำขวดพลาสติกใส่สายพานลำเลียงขวด	-	0.52	0.60		พนักงาน คนที่ 1
4. สกรีนขวดพลาสติก	-	4.29	4.93		เครื่องสกรีน
5. บรรจุขวดพลาสติกใส่ถุงบรรจุห่อพลาสติก	-	5.42	6.23		พนักงาน คนที่ 2
6. นำถุงที่บรรจุห่อเสร็จแล้วไปว่างไว้บนพาเลท	0.70	0.07	0.08		พนักงาน คนที่ 1
รวม	**3.40**	**10.89**	**12.52**		

จากตารางที่ 6 ในแผนกสกรีนขวดพลาสติก ขนาด 600 มล. จากการจัดสรรงานในสายการผลิตใหม่ สามารถลดจำนวนพนักงานเหลือ 2 คนใน ซึ่งจุดคอขวดอยู่ที่ขั้นตอนที่ 5 บรรจุขวดพลาสติกใส่ถุงบรรจุห่อพลาสติก ใช้เวลามาตรฐานเฉลี่ย 6.23 นาที/แพ็ค โดยใช้พนักงาน 1 คน นั่นคือทุก ๆ 6.23 นาที/แพ็ค ขวดพลาสติกเสร็จสิ้นจำนวน 1 แพ็ค ดังนั้น 1 รอบการทำงาน จะสามารถแพ็คขวดพลาสติก 67.41 แพ็ค หรือประมาณ 67 แพ็ค และเมื่อคำนวณค่าผลิตภาพแรงงาน พบว่าหลังการปรับปรุงการดำเนินงานของกระบวนการบรรจุห่อขวดพลาสติก ขนาด 600 มล. มีพนักงานทั้งหมด 2 คน/รอบการทำงาน ส่งผลให้มีผลิตภาพด้านแรงงานอยู่ที่ 8,481.53 บาท/คน รวมถึงเวลาว่างลดลงเหลือ 4.87 นาที

ผลการปรับปรุงความสูญเปล่าในแผนกสกรีนขวดพลาสติก โดยใช้แนวทางการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ในการเพิ่มอุปกรณ์ช่วยบรรจุห่อ ทำให้เกิดท่าทางการทำงานที่เหมาะสมระหว่างเรียงขวดพลาสติกใส่บล็อกบรรจุห่อขวดพลาสติก ลดความเมื่อยล้าของพนักงาน มีตะกร้ารองรับขวดที่ตกจากเครื่องสกรีน ขวดจึงไม่ตกกระจัดกระจายและเสียหาย และลดพนักงานบรรจุห่อขวดพลาสติก รวมถึงใช้แนวทางการรวมขั้นตอนให้พนักงานคนเดียวปฏิบัติในการขนย้ายและลำเลียงขวดพลาสติกเข้าเครื่องสกรีน เกิดการจัดสรรงานให้พนักงานในสายการผลิตใหม่เพื่อลดเวลาว่างงานให้น้อยลง

4.4 ผลการเปรียบเทียบการดำเนินงานระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

หลังการดำเนินการปรับปรุงระบบการผลิตสามารถสรุปผลการดำเนินงานโดยเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการดำเนินงานดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุง

รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ความแตกต่าง
จำนวนพนักงาน (คน)	4	2	-2
รอบเวลาการผลิต (นาที/แพ็ค)	13.59	12.52	-1.07
เวลามาตรฐานที่จุดคอขวด (นาที/แพ็ค)	7.30	6.23	-1.07
ผลิตภาพแรงงาน (บาท/คน)	7,278.93	8,481.53	+1,202.60
เวลาว่างงานรวม (นาที)	13.32	4.87	-8.45

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า สามารถลดจำนวนพนักงานลงเหลือ 2 คน ลดรอบเวลาการผลิตเหลือ 12.52 นาที/แพ็ค ลดเวลามาตรฐานที่จุดคอขวดลง 1.07 นาที/แพ็ค ค่าผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้น 2,405.12 บาท/คน และลดเวลาว่างงานรวม 8.45 นาที

5. สรุปผลการวิจัย

การเพิ่มผลิตภาพแรงงานในแผนกสกรีนขวดพลาสติกของบริษัทกรณีศึกษา จังหวัดสุรินทร์ คณะผู้วิจัยประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ โดยวิเคราะห์ความสูญเปล่าในระบบการผลิต จุดคอขวดอยู่ที่กระบวนการบรรจุห่อขวดพลาสติก ซึ่งมีความสูญเปล่าที่สำคัญ 4 ประเภท คือ การรอคอยงาน การเคลื่อนไหวมากเกินไป การผลิตของเสีย และการมีกระบวนการมากเกินไป คณะผู้วิจัยประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ 5W1H และเทคนิคการปรับปรุงงาน ECRS เพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้แนวทางการปรับปรุงให้ขั้นตอนการปฏิบัติในกระบวนการบรรจุห่อให้สามารถทำงานได้ขึ้นโดยการใช้ชุดอุปกรณ์ช่วยในการบรรจุห่อที่ประกอบด้วยตะกร้ารองรับขวด บล็อกบรรจุห่อ และโต๊ะรองรับแพ็คขวด ออกแบบวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานให้มีท่าทางการทำงานที่เหมาะสม ร่วมกับการจัดสรรงานในสายการผลิตใหม่ให้แก่พนักงาน ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดพนักงานลงเหลือ 2 คน/รอบการทำงาน ทำให้พนักงานในแผนกสามารถปฏิบัติงานได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น (Utilization) สามารถลดเวลาการทำงานลงได้ 1.07 นาที/แพ็ค เพิ่มค่าผลิตภาพแรงงานเป็น 8,481.53 บาท/คน จากเดิม 7,278.93 บาท/คน (คิดเป็นร้อยละของการเพิ่มขึ้น 16.52) และลดเวลาว่างงานรวมเท่ากับ 8.45 นาที จากเดิม 13.32 นาที (คิดเป็นร้อยละของการเพิ่มขึ้น 36.56)

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนาวดี ลี้จากภัย. (2545). **เมืองรีไซเคิลวัสดุ ตอน รีไซเคิลกระดาษและรีไซเคิลพลาสติก**. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ.

[2] Sunswell Machinery Co., Ltd. (2023). **Semi Automatic Manual PET Plastic Bottle Stretch Blowing Machine**. สืบค้นจาก https://www.beverage-filling-machine. com/ sale-12347654-reasonable-design-plastic-bottle-blowing-machine-making-pet-bottle-high-speed.html

[3] Gay, C. (2016). **8 WASTES OF LEAN MANUFACTURING**. สืบค้นจาก https://www.machinemetrics.com/blog/8-wastes-of-lean-manufacturing

[4] จันทร์ศิริ สิ่งห์เถื่อน. (2551). **การวิเคราะห์กระบวนการ**. สืบค้นจาก https://pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch8.pdf

[5] เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). **การคิดเชิงวิเคราะห์**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

[6] สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. (2559). **Productivity Light up**. สืบค้นจาก https://www.ftpi.or.th/2016/7780

[7] อรรถพร อ่ำขวัญยืน. (2557). **การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกโดยใช้ทฤษฎีการผลิตแบบลีน**. สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[8] สุวรรณา พลภักดี. (2564). การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**, **38**(3), 77 – 90.

[9] โชติรส นพพลกรัง และพรฑิตา ถามะพันธ์. (2565). การลดระยะเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด : กรณีศึกษา โรงงานสหกรณ์การเกษตรยางชุมน้อย จำกัด อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ**, **2**(2), 32 – 42.

[10] วีระวัฒน์ ภัทรศักดิ์กำจร. (2563). **ผลิตภาพแรงงาน**. สืบค้นจาก http://www.setthasarn. econ.tu.ac.th/blog/detail/47/?fbclid=IwAR2REAa4g5qnyZmndOGLC6gjl4IGmWOCUTX3NvsK

[11] ศุภฤกษ์ กลิ่นหม่น. (2559). **การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตการกัดเลนตีขึ้นรูปค่าสายตา**. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.