

การประยุกต์ใช้แนวทางคิวซีสตอรีในการปรับปรุงเพื่อลดของเสีย
ในกระบวนการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวนพียูโฟม
Application of QC Story for Improving Defect Reduction of
Polyurethane Foam Insulated Metal Roofing Sheet Production

พรศิริ จงกล¹ และวันชนะ แก้วแสนชัย¹

Pornsiri Jongkol¹ and Wunchana Kaewsanchai¹

¹สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

¹Institute of Engineering, Suranaree University of Technology

Received: September 26, 2022

Revised: October 28, 2022

Accepted: November 2, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจและทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษากระบวนการทำงานและการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวน (2) ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวน และ (3) ลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไม่น้อยกว่า ร้อยละ 5 โดยการเก็บข้อมูลจำนวนการผลิตและของเสียย้อนหลัง 10 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2564 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง แล้ววิเคราะห์ปัญหาด้วยการประชุมระดมความคิดเห็นจากพนักงานโดยใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผล ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นจัดลำดับความสำคัญสาเหตุของปัญหาด้วยเกณฑ์ 3 ประการ คือ ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ความรุนแรงของปัญหา และความถี่ของการเกิดปัญหา เพื่อเลือกปัญหาที่ส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตมากที่สุด แล้วจึงวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญห ผลการวิจัยพบว่า สาเหตุของปัญหาเกิดจาก คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และสภาพแวดล้อม การดำเนินการปรับปรุงแก้ไขได้แก่ การใช้หลักการ Eliminate Combine Rearrange Simplify--ECRS การกรอกข้อมูลลงในใบตรวจสอบหลังการตรวจวัดงาน ภายหลังการปรับปรุงจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลของเสียตั้งแต่เดือนธันวาคม 2564 ถึงเดือน มกราคม 2565 และนำข้อมูลภายหลังจากการปรับปรุงมาวิเคราะห์ผล ผลปรากฏว่า จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลดลง จากเดิมที่มีของเสียเฉลี่ย 889 เมตรต่อเดือน เหลือ 705 เมตรต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 20.7

คำสำคัญ: คิวซี สตอรี การปรับปรุง ของเสีย

Abstract

This study is a survey and experimental research. The objectives of this research were to: 1) study the working process and production of insulated metal roofing sheets; 2) study and analyze the causes of waste in the insulated metal roofing sheet production; and 3) reduce waste generated in the production process by at least 5%. Waste data were collected from January 2021 to October 2021 before improvement. To solve the waste problem, employee brainstorming was carried out, and a causes and effect diagram was used as a tool. Then, causes of problems were prioritized using three factors: the likelihood of a solution, the severity of the problem, and the frequency of the problem. Problems that resulted in the most waste in the production process were selected for improvement. The results showed that the causes of the problem were man, machine, raw materials, and environment. Several methods were used to solve problems, such as the principle of Eliminate Combine Rearrange and Simplify--ECRS and the use of a check sheet after measuring. After improvement, data were collected from December 2021 to January 2022. The amount of waste generated in the process was reduced after improvements. Before improvement, the average waste was 889 meters per month, whereas after improvement it was 705 meters per month, indicating a 20.7% reduction in waste.

Keywords: QC story improvement defect



บทนำ

ปัจจุบันการแข่งขันทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตมีแนวโน้มสูงมากขึ้น คุณภาพสินค้า ต้นทุน ราคา และการส่งมอบสินค้าเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อศักยภาพของการแข่งขันในอุตสาหกรรมอย่างมาก ทำให้อุตสาหกรรมต่าง ๆ ต้องผลิตสินค้าให้มีคุณภาพและได้ปริมาณตามความต้องการของลูกค้าภายใต้ระยะเวลาและวัตถุดิบที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตให้น้อยลง จึงเป็นเรื่องที่สำคัญเพื่อให้สามารถสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ในปีพ.ศ.2564 เศรษฐกิจของประเทศไทยในไตรมาสที่ 2 ขยายตัวร้อยละ 7.5 ซึ่งเป็นผลที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับไตรมาสที่ 1 ในขณะเดียวกันการผลิตในกลุ่มอุตสาหกรรมสาขาก่อสร้างขยายตัวเพียงร้อยละ 5.1 ซึ่งเป็นการชะลอตัวลงเมื่อเปรียบเทียบกับไตรมาสก่อนหน้า สาเหตุของการชะลอตัวคือมาตรการของภาครัฐเพื่อควบคุมการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจเป็นสำคัญ เมื่อพิจารณาการก่อสร้างในภาคส่วน

ต่าง ๆ พบว่า การก่อสร้างภาคโรงงานอุตสาหกรรมมีแนวโน้มดีขึ้น พื้นที่ก่อสร้างในเขตนิคมอุตสาหกรรมและการก่อสร้างอื่น ๆ ยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ส่วนงานก่อสร้างภาครัฐส่วนใหญ่เป็นโครงการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน คิดเป็นสัดส่วน 82% ของมูลค่าก่อสร้างภาครัฐทั้งหมด ที่เหลือเป็นโครงการก่อสร้างอาคารของหน่วยงานรัฐและที่พักของข้าราชการ ในขณะที่งานก่อสร้างภาคเอกชน ส่วนใหญ่เป็นงานก่อสร้างที่อยู่อาศัย มีสัดส่วนคิดเป็น 54% ของมูลค่าก่อสร้างภาคเอกชนทั้งหมด ที่เหลือเป็นงานก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรม (สัดส่วน 9%) พาณิชยกรรม (8%) และอื่น ๆ (29%) เช่น โรงแรม และโรงพยาบาล (Office of the National Economics and Social Development Council, 2021)

หลังคามะทัลชีทเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ของกลุ่มอุตสาหกรรมสาขาก่อสร้างที่มีความนิยมสูง เนื่องจากหลังคามะทัลชีทมีน้ำหนักเบา จึงทำให้ประหยัดงบประมาณในส่วนของการก่อสร้างหลักของตัวอาคาร อีกทั้งสามารถผลิตให้มีความยาวได้ตามความต้องการ ส่งผลให้ประหยัดเวลาในการติดตั้ง กลุ่มธุรกิจการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างเป็น

โลหะสำหรับใช้ในงานก่อสร้างหรือผลิตภัณฑ์หลังคาเมทัลชีทในประเทศไทยมีผู้ประกอบการจำนวน 308 ราย รวมทั้งผู้ประกอบการรายใหญ่และรายย่อย ทำให้เกิดการแข่งขันทางธุรกิจสูง

บริษัทผลิตหลังคาเมทัลชีทในกรณีศึกษานี้เป็นบริษัทที่ประกอบธุรกิจขึ้นรูปแผ่นเหล็กตามรูปแบบและขนาดตามความต้องการของลูกค้า เพื่อใช้เป็นแผ่นหลังคาสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง รวมถึงการให้บริการงานออกแบบและติดตั้งงานสำหรับอาคารสิ่งปลูกสร้างแบบครบวงจร ตั้งอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา บริษัทมีปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์หลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวน พียู โฟมมีของเสียเฉลี่ย 889 เมตรต่อเดือน ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขัน จากปัญหาดังกล่าว จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เพื่อหาทางแก้ไขปัญหาลดลง และทำให้บริษัทกรณีศึกษาสามารถแข่งขันในอุตสาหกรรมได้ งานวิจัยนี้ได้ใช้แนวทางของคิวซีสตอร์มาดำเนินการในการหาสาเหตุและแก้ไขปัญหาลดลง

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษากระบวนการทำงานและการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวนของบริษัทกรณีศึกษา
- 2) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวน
- 3) เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไม่น้อยกว่าร้อยละ 5

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้เป็นทฤษฎีที่ใช้ในการลดความสูญเสียเปล่า ได้แก่ (1) แผนผังแสดงสาเหตุและผล (causes and effect diagram) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์ในกระบวนการผลิต โดยการแสดงภาพความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุ (Tayal et al., 2021) (2) หลักการ ECRS เป็นหลักการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตประกอบด้วยกำจัดการรวมกัน (combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการ

ทำให้ง่าย (Simplify) (Rijiravanich, 2012; Frievalds & Niebel, 2021) และ (3) วิธีประเมินระดับความสำคัญของปัจจัย (factor rating method) ซึ่งเป็นหลักการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกทางเลือก (Kumar & Suresh, 2009)

จากการสำรวจวรรณกรรมพบว่า มีหลายงานวิจัยได้ศึกษาการปรับปรุงการลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต เช่น Jantana and Sapsanguanboon (2020) วิเคราะห์ปัญหาความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเซรามิกโดยใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผล พบว่า สาเหตุที่เกิดจากคน คือ การไม่มีการจัดลำดับชิ้นงานที่เสร็จแล้ว สาเหตุที่เกิดจากสภาพแวดล้อม คือ การจัดสรรพื้นที่ทำงานและแต่ละสถานีงานอยู่ห่างกัน ส่วนสาเหตุที่เกิดจากวิธีการทำงานเช่น ต้องรอชิ้นงานแห้งก่อนเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป ใช้วิธีการวางชิ้นงานไว้นาน ๆ จากนั้นจึงใช้หลักการ ECRS ในการแก้ปัญหา โดยการจัดสรรพื้นที่วางชิ้นงานด้วยหลักการ First-In First-Out และติดตั้งตู้อบชิ้นงาน ผลปรากฏว่าภายหลังการปรับปรุงรอบเวลาในกระบวนการผลิตเซรามิกลดลง 5.87 ชั่วโมง (จาก 43.81 ชั่วโมง เหลือ 37.94 ชั่วโมง) คิดเป็นร้อยละ 13.4 ของรอบเวลาการทำงาน

Wajanawichakon et al. (2016) ศึกษาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาของชุมชนปากห้วยวังนอง จังหวัดอุบลราชธานี โดยเริ่มจากศึกษาสภาพปัญหาการแตกร้าวของผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากแผนภูมิแผนผังแสดงสาเหตุและผล จากนั้นใช้หลักการ ECRS ในการแก้ไขปัญห เช่น ออกแบบขึ้นวางครกทำให้ลดระยะทางในการเคลื่อนไหวนักงานจากเดิมกิจกรรมนำครกไปฝังลมปั่นจำนวน 300 ขึ้น/วัน พนักงานต้องเดิน 300 รอบ ได้ระยะทาง 1,800 เมตร คิดเป็น 6 เมตรต่อรอบ หลังจากปรับปรุงขึ้นวางแล้วพนักงานเดิน 1 รอบได้ครก 5 ขึ้น เมื่อผลิตครกจำนวน 300 ขึ้น พนักงานต้องเดิน 60 รอบ รอบละ 6 เมตร คิดเป็นระยะทาง 360 เมตร พบว่าสามารถลดระยะทางการเคลื่อนไหวนักงานลงไปได้ $1,800-360=1,440$ เมตร หรือ 80% ของระยะทางเดิม

Srichana and Khwalamthan (2012) ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อก โดยใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผลในการหาสาเหตุของการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตและหาแนวทางในการลดจำนวน

ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต จากนั้นได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต โดยการฝึกอบรมพนักงานและเฝ้าติดตามกระบวนการปฏิบัติงานให้ถูกวิธีอย่างใกล้ชิด ส่งผลให้ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตลดลงร้อยละ 20 นอกจากนี้ Kheowsank and Worrarat (2012) ได้ทำการทดลองลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก เครื่องมือการควบคุมคุณภาพที่นำมาใช้คือ ใบตรวจสอบ (Check Sheet) โดยใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสีย และแผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) โดยใช้ในการจำแนกประเภทของเสียและจำแนกความสำคัญตามลำดับด้วยกฎ 80:20 เพื่อเลือกแก้ไขประเภทของเสียที่มีจำนวนมากที่สุด จากนั้นนำปัญหาของเสียมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ด้วยแผนผังแสดงสาเหตุและผล เพื่อวางแผนการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการระดมสมอง ผลการปรับปรุงสามารถลดของเสียจากเดิม ร้อยละ 1.53 ลดลงเป็นร้อยละ 0.53 และคิดเป็นมูลค่าที่สามารถลดได้ถึง 74,862 บาทต่อปี

Wongwanruan (2017) ได้ศึกษากระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์บรรจุขวดโดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน เพื่อลดระยะเวลาในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนภูมิกระบวนการผลิต เทคนิค Why-Why Analysis เทคนิคการตั้งคำถาม 5W-1H และหลักการ ECRS ผลการศึกษาพบว่า สามารถลดขั้นตอนจากเดิม 35 ขั้นตอน เหลือ 30 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 14.29 ส่งผลให้เวลาในการผลิตจากเดิม 2,135 นาที ลดลงเหลือ 1,376 นาที ซึ่งสามารถลดความสูญเสียเปล่าเชิงเวลาลงได้คิดเป็นร้อยละ 35.55 และทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 22.31

Mukem (2018) ได้ศึกษา การลดจำนวนกระป๋องบูบในคลังสินค้า โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือทางด้านคุณภาพ และแนวทางของคิวซีสตอรี (QC story) เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาและการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เครื่องมือที่ใช้คือ 7QC tools ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Minitab V.18) ในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการใช้วิธีประเมินระดับความสำคัญของปัจจัย (factor rating method) เพื่อเลือกสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์นำมาปรับปรุงแก้ไข ผลการศึกษาพบว่า สามารถลดจำนวนกระป๋องบูบในคลังสินค้าได้แผนกสโตร์จากเดิมมีจำนวน

ของเสีย 1,103 ppm ลดลงเหลือ 980 ppm คิดเป็นร้อยละ 11 และแผนกปิดฉลากจากเดิมมีจำนวนของเสีย 868 ppm ลดลงเหลือ 423 ppm คิดเป็นร้อยละ 51

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยนี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น โดยเป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือหลัก 3 อย่าง คือ แผนผังงาน แผนผังคุมกำหนดงาน แผนผังแสดงสาเหตุและผล และการใช้หลักการ ECRS และวิธีประเมินระดับความสำคัญของปัจจัย มาประยุกต์ใช้ในการทำคิวซีสตอรีเพื่อลดของเสียในการผลิตกระบวนการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวนพียูโฟม

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการตามแนวทางของคิวซีสตอรี ซึ่งมี 7 ขั้นตอน คือ (1) การกำหนดหัวข้อปัญหา (2) การสำรวจสภาพปัจจุบันและตั้งเป้าหมาย ในขั้นตอนนี้เป็นการเก็บข้อมูลของเสียก่อนการแก้ไขปัญหาและปรับปรุง (3) การวางแผนการแก้ไข (4) การวิเคราะห์หาสาเหตุ (5) การกำหนดมาตรการตอบโต้และปฏิบัติตามมาตรการ ซึ่งเป็นการแก้ไขและปรับปรุง (6) การติดตามผล ในขั้นตอนนี้มีการเก็บข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุง และ (7) การทำให้เป็นมาตรฐาน

ในขั้นตอนการกำหนดหัวข้อปัญหา งานวิจัยนี้ได้จัดประชุมพนักงานบริษัทในระดับหัวหน้างานจำนวน 5 ราย เพื่อระดมความคิดเห็น โดยนำปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานประจำวันของพนักงานในขั้นตอนของกระบวนการผลิตมาพิจารณาร่วมกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยมี ดังนี้

1. แผนผังงาน (flow chart diagram) ใช้ในขั้นตอนการสำรวจสภาพปัจจุบันและตั้งเป้าหมาย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นตอนการผลิต
2. แผนผังคุมกำหนดงาน (gantt chart) ใช้ในขั้นตอนการวางแผนแก้ไข เพื่อวางแผนและควบคุมด้านเวลาในการทำงาน

3. แผนผังแสดงสาเหตุและผล (causes and effect diagram) ใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุ เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

4. วิธีประเมินระดับความสำคัญของปัจจัย (factor rating method) ใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุ จัดลำดับความสำคัญสาเหตุของปัญหา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่สำคัญในงานวิจัยนี้ คือ ข้อมูลจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยจำแนกตามลักษณะซึ่งเก็บรวบรวมใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงก่อนการปรับปรุงแก้ไขปัญหา ในเดือนมกราคม ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2564 และช่วงหลังการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเดือนธันวาคม 2564 ถึง เดือน มกราคม 2565

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ

ผลการวิจัย

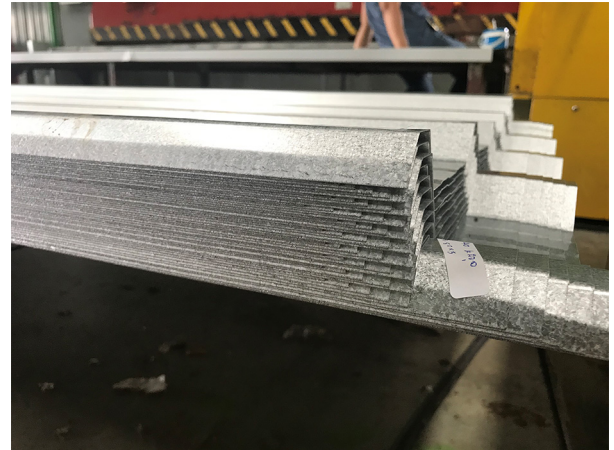
1) ขั้นตอนการกำหนดหัวข้อของปัญหา

ในขั้นตอนนี้ได้มีการนัดหมายระดมสมองพนักงานบริษัทในระดับหัวหน้าแผนก เพื่อคัดเลือกหัวข้อของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ จากการประชุมระดมความคิดเห็นสรุปได้ว่าในกระบวนการผลิตมีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ได้แก่ ความยาวของแผ่นหลังคาไม่ได้ขนาด แผ่นหลังคาบุบ และพียูโฟมไม่สมบูรณ์ ดังภาพ 1-3 ดังนั้น จึงกำหนดหัวข้อปัญหา คือ การลดของเสียทั้ง 3 ประเภทในกระบวนการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวน

2) การสำรวจสภาพปัจจุบันและตั้งเป้าหมาย

ในการศึกษาขั้นตอนการผลิต ได้มีการจัดทำ Flow Chart Diagram (ภาพ 4) เพื่อแสดงขั้นตอนในการผลิตทั้ง

8 ขั้นตอนตามลำดับก่อนหลัง ในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นการตรวจสอบความยาวและรอยบุบ ส่วนครั้งที่สองเป็นการตรวจสอบความสมบูรณ์ของการฉีดพียูโฟม



ภาพ 1 ตัวอย่างแผ่นความยาวไม่ได้ขนาด

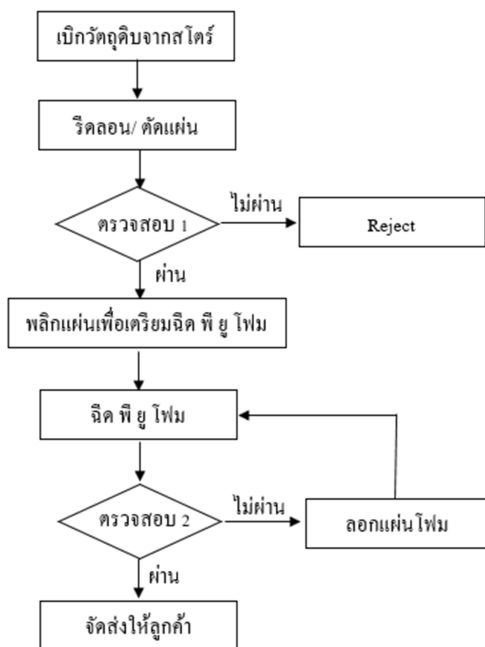


ภาพ 2 ตัวอย่างแผ่นหลังคาบุบ



ภาพ 3 ตัวอย่างพียูโฟมที่ไม่สมบูรณ์

นอกจากนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียดังแสดงในตาราง 1 ข้อมูลจำนวนของเสียทั้ง 3 ประเภท ในช่วงเดือนมกราคม-ตุลาคม 2564 แสดงให้เห็นว่า สัดส่วนของเสียอยู่ในช่วงร้อยละ 7.15-9.86



ภาพ 4 ขั้นตอนการผลิต

ตาราง 1

จำนวนของเสียในกระบวนการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวน

เดือน	การผลิต (เมตร)	จำนวนของเสีย (เมตร)	สัดส่วนของเสีย (ร้อยละ)
มกราคม	12,500	894	7.15
กุมภาพันธ์	11,300	995	8.81
มีนาคม	10,800	960	8.89
เมษายน	12,300	887	7.21
พฤษภาคม	10,800	893	8.27
มิถุนายน	11,500	942	8.19
กรกฎาคม	9,750	877	8.99
สิงหาคม	8,650	853	9.86
กันยายน	9,600	830	8.65
ตุลาคม	8,600	756	8.79
รวม	105,800	8,887	-
เฉลี่ย	10580	889	8.40

เมื่อนำข้อมูลของเสียในช่วงเดือนมกราคม-ตุลาคม 2564 มาจำแนกประเภท (ตาราง 2) พบว่า ของเสียประเภท พียูโฟมไม่สมบูรณ์มีจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือ แผ่นหลังคาบุบ และ ความยาวแผ่นหลังคาไม่ได้ขนาดตามลำดับ ผลรวมของจำนวนของเสียเท่ากับ 8,887 เมตร

จากนั้นผู้บริหารได้กำหนดเป้าหมายการลดจำนวนของเสียให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 5 หรือลดของเสียให้น้อยกว่า 844 เมตรต่อเดือน (ภาพ 5) และให้มีการปรับปรุงอย่างเร่งด่วนและเก็บผลการปรับปรุงในช่วง 2 เดือน คือ ธันวาคม 2564 ถึง มกราคม 2565

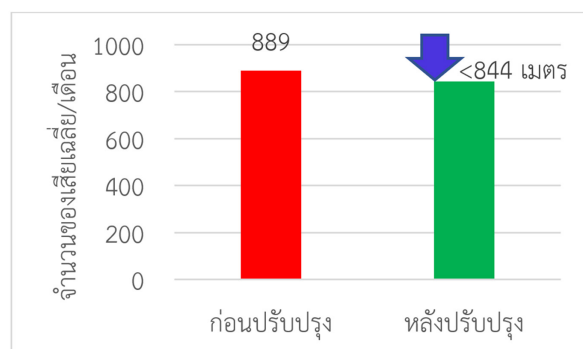
3) ขั้นตอนการวางแผนการแก้ไข

ขั้นตอนนี้ได้กำหนดกรอบระยะเวลาในการวางแผนการแก้ไขโดยใช้แผนผังคุมกำหนดงาน (gantt chart) คือ ช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2564 ถึง มกราคม พ.ศ.2565

ตาราง 2

จำนวนของเสียแต่ละประเภทในกระบวนการผลิตระหว่าง มกราคม ถึง ตุลาคม 2564 (ก่อนปรับปรุง)

ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสีย (เมตร)	จำนวนของเสียเฉลี่ยต่อเดือน (เมตร)
แผ่นหลังคาบุบ	3,168	316.8
ความยาวแผ่นหลังคาไม่ได้ขนาด	597	59.7
พียู โฟม ไม่สมบูรณ์	5,122	512.2
รวม	8,887	889



ภาพ 5 เป้าหมายการลดจำนวนของเสีย

แผนการดำเนินงาน	พ.ศ.2564								พ.ศ.2565							
	พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
การวิเคราะห์สาเหตุ																
การปฏิบัติตามแนวทางการแก้ไข																
การติดตามผล																
การทำให้เป็นมาตรฐาน																

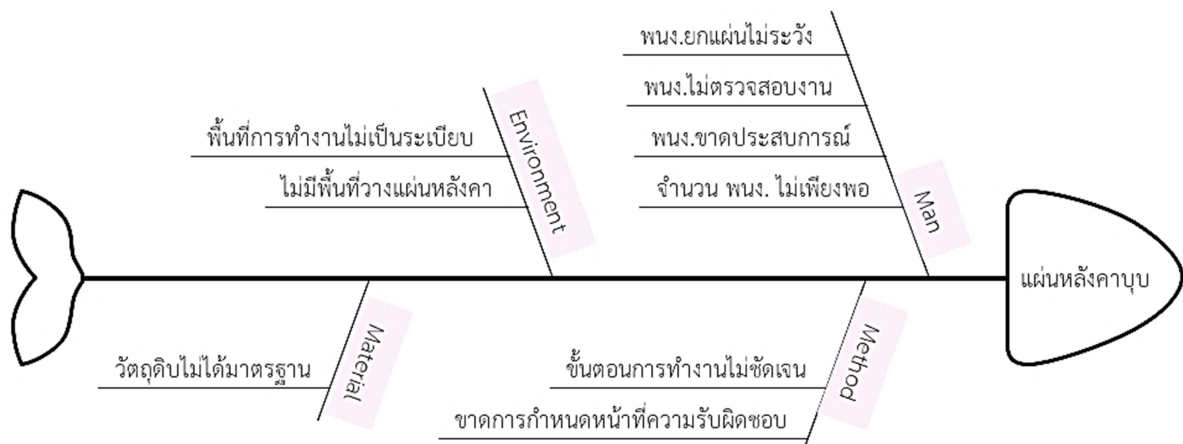
ภาพ 6 แผนการดำเนินการแก้ไข

4) ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุ

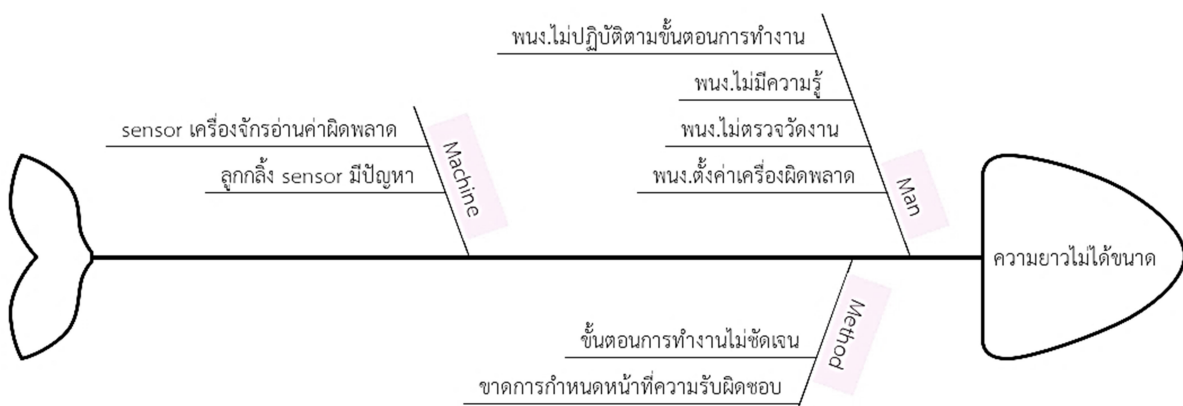
ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในแต่ละประเด็นใช้วิธีการระดมสมองแสดงความคิดเห็นกับหัวหน้าแผนกและพนักงานที่มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องภายในบริษัท โดยใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผลเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ การพิจารณาสาเหตุของปัญหาพิจารณาจากปัจจัยหลัก ได้แก่ คน (man) วิธีการ (method) เครื่องจักร (machine) วัตถุดิบ (material) และสภาพแวดล้อม (environment) ดังแสดงในภาพ 7-9

5) การกำหนดมาตรการตอบโต้และปฏิบัติตามมาตรการ

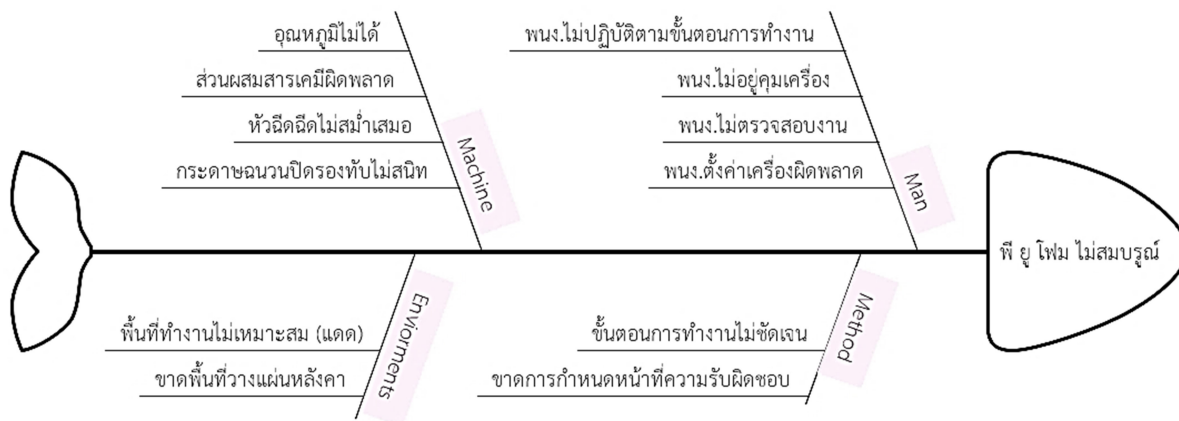
ผลที่ได้จากแผนผังแสดงสาเหตุและผล คือ สาเหตุของการเกิดปัญหา จากนั้นนำสาเหตุทั้งหมดมาจัดลำดับความสำคัญสาเหตุของปัญหาโดยใช้เกณฑ์ 3 ประการ คือ ความถี่ของการเกิดปัญหา ความรุนแรงของปัญหา และความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ผลการให้คะแนนที่ได้จากการระดมสมองจากพนักงานระดับหัวหน้างานแสดงในตาราง 3-5 จากนั้นนำค่าคะแนนที่ได้มาจัดลำดับความสำคัญของการแก้ไข้ปัญหา ผลการประชุมได้ข้อสรุปว่าแนวทางที่ได้คะแนนตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไปจะถูกเลือกมาเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไข้ปัญหา ดังแสดงในตาราง 6-8



ภาพ 7 การวิเคราะห์หาสาเหตุของเสียประเภทแผ่นหลังคาบุ



ภาพ 8 การวิเคราะห์หาสาเหตุของเสียประเภทความยาวไม่ได้ขนาด



ภาพ 9 การวิเคราะห์หาสาเหตุของเสียประเภทพียูโคมไม่สมบูรณ์

ตาราง 3

การจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาแผ่นหลังคาบุ

สาเหตุของปัญหา	ความถี่ ของปัญหา				ความรุนแรง ของปัญหา				ความเป็นไปได้ใน การแก้ไขปัญหา				คะแนนรวม	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Man														
- พนักงานไม่ระวังในระหว่างยกแผ่น				/			/		/					8
- พนักงานไม่ตรวจสอบงาน				/			/		/					8
- พนักงานขาดประสบการณ์		/				/			/					5
- จำนวนพนักงานไม่เพียงพอ			/				/				/			9
Method														
- ขั้นตอนการทำงานไม่ชัดเจน		/					/		/					6
- ไม่มีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ		/					/		/					6
Material														
- วัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน		/						/			/			10
Environment														
- พื้นที่การทำงานไม่เป็นระเบียบ				/			/				/			11
- พื้นที่ไม่เพียงพอในการวางแผ่นหลังคา				/			/				/			11

ตาราง 4

การจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาความยาวไม่ได้ขนาด

สาเหตุของปัญหา	ความถี่ ของปัญหา				ความรุนแรง ของปัญหา				ความเป็นไปได้ใน การแก้ไขปัญหา				คะแนนรวม
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Man													
- ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอน		/					/		/				6
- มีความรู้ไม่เพียงพอ	/					/			/				4
- ไม่ตรวจวัดงาน				/			/		/				8
- ตั้งค่าเครื่องผิดพลาด		/						/		/			8
Machine													
- Sensor อ่านค่าผิดพลาด	/						/				/		8
- ลูกกลิ้ง Sensor มีปัญหา	/						/				/		8
Method													
- ขั้นตอนการทำงานไม่ชัดเจน		/					/		/				6
- ไม่มีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ		/					/		/				6

ตาราง 5

การจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาพืดยุคใหม่ไม่สมบูรณ์

สาเหตุของปัญหา	ความถี่ ของปัญหา				ความรุนแรง ของปัญหา				ความเป็นไปได้ใน การแก้ไขปัญหา				คะแนนรวม
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Man													
- ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอน		/						/	/				8
- พนักงานไม่อยู่คุมเครื่อง			/					/		/			10
- พนักงานไม่ตรวจสอบงาน		/						/	/				8
- พนักงานตั้งค่าเครื่องผิดพลาด	/							/	/				7
Machine													
- ค่าอุณหภูมิของเครื่องผิดไม่เป็นไปตามที่กำหนด	/							/			/		9
- ส่วนผสมสารเคมีผิดพลาด		/						/			/		10
- หัวฉีดฉีดไม่สม่ำเสมอ		/						/			/		10
- กระดาษฉนวนปิดรองทับไม่สนิท			/					/		/			10
Method													
- ขั้นตอนการทำงานไม่ชัดเจน		/					/		/				6
- ไม่มีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ		/					/		/				6
Environment													
- พื้นที่การทำงานไม่เหมาะสม		/					/			/			6
- พื้นที่ไม่เพียงพอในการวางแผนหลังคา		/					/			/			6

ผลจากการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาในการเกิดของเสียทั้ง 3 ประเภทในตาราง 3-5 ถูกนำมาพิจารณาเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาแต่ละประเภทดังแสดงในตาราง 6-8 การกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยพนักงานระดับหัวหน้างานที่มีประสบการณ์ได้สรุปแนวทางที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากคน เช่น

การกำหนดให้พนักงานปฏิบัติตามขั้นตอนปฏิบัติงาน พร้อมกับการฝึกอบรมเดือนละ 1 ครั้ง การกำหนดให้พนักงานตรวจวัดงานแล้วกรอกข้อมูลในใบตรวจสอบงาน แนวทางในการแก้ไขปัญหาด้านเครื่องจักร เช่น การให้พนักงานทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ตาราง 6

แนวทางการแก้ไขปัญหาล้างทำความสะอาด

สาเหตุหลัก	สาเหตุรอง	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ด้านคน (man)	พนักงานไม่ระวังในระหว่างยกแผ่น	ให้พนักงานปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน Work Instruction พร้อมกับทำ Training เดือนละ 1 ครั้ง
	จำนวนพนักงานไม่เพียงพอ	การแก้ไขโดยหลักการ ECRS เช่น 1) ลดและรวมขั้นตอนการทำงาน 2) ออกแบบและสร้าง Jig จับยกและพลิกแผ่นหลังคา
	พนักงานไม่ตรวจสอบงาน	ให้พนักงานตรวจวัดงานแล้วลงข้อมูลการตรวจวัดงานลงใน Check Sheet
ด้านวัตถุดิบ (material)	วัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน	การคัดเลือก Supplier โดยสั่งกับ Supplier ที่มีความน่าเชื่อถือ
ด้านสภาพแวดล้อม (environment)	พื้นที่การทำงานไม่เป็นระเบียบ	การดำเนินกิจกรรม 5ส
	พื้นที่วางแผ่นหลังคาไม่เพียงพอ	จัด Layout ใหม่

ตาราง 7

แนวทางการแก้ไขปัญหาล้างทำความสะอาดแผ่นหลังคาไม่ได้ขนาด

สาเหตุหลัก	สาเหตุรอง	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ด้านคน (man)	พนักงานไม่ตรวจวัดงานพนักงานตั้งค่าเครื่องผิดพลาด	ให้พนักงานตรวจวัดงานแล้วลงข้อมูลการตรวจวัดงานลงใน Check Sheet ให้พนักงานปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน Work Instruction พร้อมกับทำ Training เดือนละ 1 ครั้ง
ด้านเครื่องจักร (machine)	เซนเซอร์อ่านค่าผิดพลาด	ให้พนักงานทำ PM เบื้องต้น โดยการทำ ความสะอาดลูกกลิ้งของเซนเซอร์ทุกวัน หลังเลิกงาน
	ลูกกลิ้งเซนเซอร์มีปัญหา	จ้างบริษัทภายนอกที่มีประสบการณ์ทำ PM พร้อมทำ Calibration ปีละ 1 ครั้ง

ตาราง 8

แนวทางการแก้ไขปัญหาพื้โม่ไม่สมบูรณ์

สาเหตุหลัก	สาเหตุรอง	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ด้านคน (man)	พนักงานไม่ปฏิบัติตามขั้นตอน	ให้พนักงานปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน Work Instruction พร้อมกับทำ Training เดือนละ 1 ครั้ง
	พนักงานไม่อยู่คุมเครื่อง	ให้พนักงานตรวจวัดงานแล้วลงข้อมูลการตรวจวัดงานลงใน Check Sheet ให้พนักงานตรวจวัดงานแล้วลงข้อมูลการตรวจวัดงานลงใน Check Sheet
ด้านเครื่องจักร (machine)	ค่าอุณหภูมิของเครื่องฉีดไม่เป็นไปตามที่กำหนด	จ้างบริษัทภายนอกที่มีประสบการณ์ทำ PM พร้อมทำ calibration ปีละ 1 ครั้ง
	ส่วนผสมสารเคมีผิดพลาด	จ้างบริษัทภายนอกที่มีประสบการณ์ทำ PM พร้อมทำ calibration ปีละ 1 ครั้ง
	หัวฉีดฉีดไม่สม่ำเสมอ	ให้ทำ PM เบื้องต้น เช่น การทำความสะอาดหัวฉีด ด้วยตัวพนักงานเองทุกวัน
	กระดาดชนวนปิดรองทับไม่สนิท	ออกแบบตัวรองม้วนกระดาดไม่ให้ม้วนกระดาดเคลื่อนที่ระหว่างเครื่องทำงาน

จากแนวทางการแก้ไขปัญหาในตาราง 6-8 ได้มีการนำไปปฏิบัติตามเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งมีแนวทางที่ยังไม่สามารถดำเนินการ ได้แก่ การจัด Layout เพื่อแก้ไขปัญหาพื้นที่วางแผ่นหลังคาไม่เพียงพอ และการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับเครื่องจักร ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการพิจารณาของผู้บริหาร

4.6 การติดตามผล

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง แสดงในตาราง 9 โดยของเสียในเดือนธันวาคม 2564 เท่ากับ 740 เมตร คิดเป็นสัดส่วนของเสียร้อยละ 7.58 ส่วนของเสียในเดือนมกราคม 2565 เท่ากับ 670 เมตร คิดเป็นสัดส่วนของเสียร้อยละ 6.44 ซึ่งแสดงแนวโน้มลดลง ค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสียในช่วงเดือนธันวาคม 2564 ถึงมกราคม 2565 เท่ากับร้อยละ 6.99

เมื่อจำแนกประเภทของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงธันวาคม 2564 ถึง มกราคม 2565 พบว่าเป็นของเสียประเภทแผ่นหลังคาบุ 423 เมตร ความยาวแผ่นหลังคา

ไม่ได้ขนาดจำนวน 60 เมตร และพื้โม่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 927 เมตร (ตาราง 10) โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือนเท่ากับ 211.5 เมตร 30.0 เมตร และ 463.5 เมตร ตามลำดับ

ตาราง 9

จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตระหว่างธันวาคม 2564 ถึง มกราคม 2565 (หลังปรับปรุง)

เดือน	การผลิต (เมตร)	ของเสีย (เมตร)	สัดส่วนของเสีย (ร้อยละ)
ธค 2564	9,760	740	7.58
มค 2565	10,400	670	6.44
รวม	20,160	1,410	-
เฉลี่ย	10,080	705	6.99

ตาราง 10

จำนวนลักษณะของเสียในกระบวนการผลิต ระหว่าง ธันวาคม 2564 ถึง มกราคม 2565 (หลังปรับปรุง)

ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสีย (เมตร)	จำนวนของเสีย เฉลี่ยต่อเดือน (เมตร)
แผ่นหลังคาบุ	423	211.5
ความยาวไม่ได้ขนาด	60	30.0
พียูโฟมไม่สมบูรณ์	927	463.5
รวม	1,410	705

ตาราง 11

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ลักษณะ ของเสีย	จำนวน ของเสียเฉลี่ย ก่อนปรับปรุง (เมตร/เดือน)	จำนวน ของเสียเฉลี่ย หลังปรับปรุง (เมตร/เดือน)	สัดส่วน ของเสียที่ลดลง (ร้อยละ/เดือน)
แผ่นหลังคาบุ	316.8	211.5	33.2
ความยาวไม่ได้ ขนาด	59.7	30	49.7
พียูโฟมไม่ สมบูรณ์	512.2	463.5	9.5

จากตาราง 11 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าเฉลี่ยของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า ของเสียประเภทแผ่นหลังคาบุลดลงร้อยละ 33.2 ต่อเดือน ของเสียประเภทความยาวไม่ได้ขนาดเฉลี่ยลดลงร้อยละ 49.7 ต่อเดือน และของเสียประเภทพียูโฟมไม่สมบูรณ์ลดลงร้อยละ 9.5 ต่อเดือน

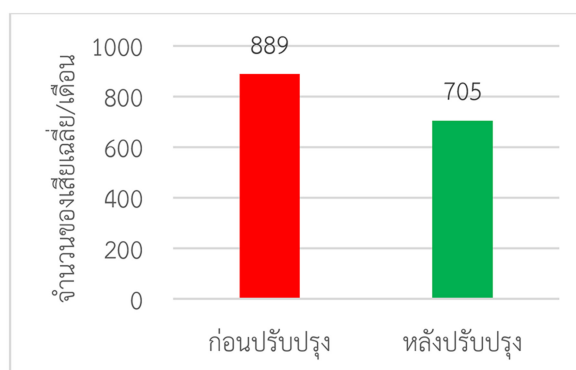
เมื่อวิเคราะห์ผลการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวน ดังแสดงในตาราง 12 พบว่า ก่อนปรับปรุงมีจำนวนของเสียเฉลี่ย 889 เมตรต่อเดือน หลังปรับปรุงมีจำนวนของเสียเฉลี่ย 705 เมตรต่อเดือน คิดเป็นสัดส่วนของเสียลดลงร้อยละ 20.7 ซึ่งการปรับปรุงแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นดังกล่าวส่งผลให้สัดส่วนของเสียเฉลี่ยลดลง

ตาราง 12

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

	การผลิตทั้งหมด (เมตร/เดือน)	จำนวนของเสียเฉลี่ย (เมตร/เดือน)
ก่อนปรับปรุง	10,580	889
หลังปรับปรุง	10,080	705
สัดส่วนของเสียลดลง (ร้อยละ/เดือน)		20.7

เมื่อเปรียบเทียบผลการปรับปรุงกับเป้าหมายของผู้บริหารที่ต้องการลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 5 พบว่า มีจำนวนลดลงตามเป้าหมายที่กำหนด โดยสามารถลดของเสียเฉลี่ยต่อเดือนจาก 889 เมตร ต่อเดือน ลงได้เหลือ 705 เมตรต่อเดือนโดยคิดเป็นร้อยละ 20.7 ซึ่งมากกว่าร้อยละ 5 ที่กำหนดไว้



ภาพ 10 ผลการปรับปรุงของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

4.7 การทำให้เป็นมาตรฐาน

ภายหลังจากการวิเคราะห์ผลของการแก้ไขปัญหาพบว่า สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้จริง จึงนำแนวทางการแก้ไขปัญหามาจัดทำเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน ดังนี้ (1) จัดทำคู่มือวิธีปฏิบัติงาน (work instruction) ได้แก่ คู่มือวิธีการปฏิบัติงานการเตรียมวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต คู่มือวิธีการปฏิบัติงานการรีดลอนแผ่นหลังคา และคู่มือวิธีการปฏิบัติงานการฉีดยูโฟม (2) จัดทำเอกสารตรวจสอบงาน ได้แก่ เอกสารตรวจสอบการทำงานขั้นตอนการรีดลอน/การตัดความยาวแผ่น

หลังคาและเอกสารตรวจสอบการทำงานเครื่องฉีดพียูโฟม และ (3) จัดทำเอกสารการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรเบื้องต้น ได้แก่ ตารางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องรีดลอนหลังคา และตารางการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องฉีดพียูโฟม

การอภิปรายผล

ผลจากการใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผลในการวิเคราะห์ปัญหาการเกิดของเสียในงานวิจัยนี้ทำให้สามารถระบุสาเหตุของปัญหาการเกิดของเสียได้ นอกจากนี้การแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การใช้หลักการ ECRS โดยการลดและรวมขั้นตอนการทำงาน รวมถึงการกำหนดให้พนักงานปฏิบัติตามขั้นตอนปฏิบัติงานและการฝึกอบรม ทำให้ลดความสูญเสียจากการเกิดของเสียลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jantana and Sapsanguanboon (2020) ที่ใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผลในการวิเคราะห์ปัญหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเซรามิคและใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงทำให้ความสูญเสียเชิงเวลาลดลงร้อยละ 13.4 ของรอบเวลาการทำงาน

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวนตามแนวทางของคิวซีสตอรี่ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ผลการศึกษากระบวนการทำงานและการผลิตหลังคาเมทัลชีทแบบมีฉนวนของ บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) พบว่า ปัญหาหลักของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ได้แก่ ความยาวของแผ่นหลังคาไม่ได้ขนาด แผ่นหลังคาบุบ และ พียูโฟมไม่สมบูรณ์

2) การเกิดของเสียประเภทแผ่นหลังคาบุบนั้นมีสาเหตุสำคัญมาจาก 4 ปัจจัย คือ คน วัตถุดิบ วิธีดำเนินการ และ สภาพแวดล้อม การเกิดของเสียประเภทความยาวแผ่นหลังคาไม่ได้ขนาดมีสาเหตุมาจาก 3 ปัจจัย คือ คน วิธีดำเนินการ และ เครื่องจักร และการเกิดของเสียประเภทพียูโฟมไม่สมบูรณ์มีสาเหตุสำคัญมาจาก 4 ปัจจัย คือ คน วิธีดำเนินการ สภาพแวดล้อม และ เครื่องจักร

3) เมื่อดำเนินการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาแล้ว ค่าเฉลี่ยของของเสียจากเดิมก่อนปรับปรุง 889 เมตรต่อเดือน ลดลงเหลือ 705 เมตรต่อเดือน โดยคิดเป็นสัดส่วนที่ลดลงร้อยละ 20.7 ซึ่งมากกว่ากับค่าเป้าหมายของผู้บริหารที่ต้องการลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 5



References

- Frievalds, A., & Niebel, B. (2021). *Niebel's methods, standards, & work design* (13th ed.). US: McGraw-Hill.
- Jantana, W., & Sapsanguanboon, W. (2020). Productivity Improvement in Ceramic Production Process: A case study of factory in Samut Prakan Province. *Songklanakarin Journal of Management Sciences*, 37(2), 58-83. (in Thai)
- Kheowsank, T., & Worrarat, S. (2012). Defectives reduction in vacuum forming production process. *Proceeding of IE Network Conference 2012* (pp.725-729). Petchburi: Sripatum University. (in Thai)
- Kumar, S. A., & Suresh, N. (2009). *Operations management*. New Delhi: New Age International Publishers.

- Mukem, M. (2018). *Damaged can reduction in warehouse department: A case study of Siam International Food Co., Ltd.* (Research report). Songkla: Songkla University. (in Thai)
- Office of the National Economics and Social Development Council. (2021). *Production approach construction. gross domestic product: Q2/2021, 3-4*. Retrieved from https://www.nesdc.go.th/ewt_w3c/main.php?filename=qgdp_page.
- Rijiravanich, V. (2012). *Work study principles and case studies* (8th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Srichana, P., & Khwalamthan, P. (2012). *The reduction wasted materials in concrete brick production process study: Maha-Anajak Company Limited* (Research report). Udonthani: Udonthani Rajabhat University. (in Thai)
- Tayal, A., Kalsi, N. S., Gupta, M. K., Pimenov, D. Y., Sarikaya, M., & Pruncu, C. I., (2021). Effectiveness improvement in manufacturing Industry, trilogy study and open innovation dynamics. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 7. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010007>
- Wajanawichakorn, K., Srisawat, P., & Thippo, W. (2016). Efficiency improvement of the pottery production process to reduce waste and increase the production quality: Case study of HUAYWANGNONG Pottery Group, Ubonratchathani. *UBU Engineering Journal*, 9(2), 38-46. (in Thai)
- Wongwanruan, T. (2017). *Improvement of bottle pasteurized milk production process using lean manufacturing technique* (Master's project). Chiang Mai: Chiang Mai University. (in Thai)

