การประยุกต์ใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีนในการปรับปรุงกระบวนการผลิต : กรณีศึกษา บริษัทผลิตท่อเหล็กหล่อ

วิรัชญา จันพายเพ็ชร[1*]
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ต.ท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000
จิราวรรณ เนียมสกุล[2] **พูลพัฒน์ พัวทวีพงศ์**[3]
มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี ต.คลองตำหรุ อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000
และ ตวงยศ สุภีกิตย์[4]
มหาวิทยาลัยมหิดล ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

[*] *Corresponding Author: wirachchaya.c@cmu.ac.th*
[1] *อาจารย์ วิทยาลัยการศึกษาและการจัดการทางทะเล*
[2] *อาจารย์ คณะโลจิสติกส์และซัพพลายเชน*
[3] *อาจารย์ คณะโลจิสติกส์และซัพพลายเชน*
[4] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์*

ข้อมูลบทความ **บทคัดย่อ**

ประวัติบทความ :
รับเพื่อพิจารณา : 19 พฤศจิกายน 2564
แก้ไข : 31 ตุลาคม 2565
ตอบรับ : 4 พฤศจิกายน 2565
DOI : 10.14456/kmuttrd.2022.25

คำสำคัญ :
ระบบการผลิตแบบลีน / แผนผังสายธารคุณค่า / หลักการ ECRS / การลดขนาดการผลิต / อุตสาหกรรมท่อเหล็กหล่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตท่อเหล็กหล่อของสถานประกอบการกรณีศึกษา โดยนำแนวคิดระบบการผลิตแบบลีนเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้วยการกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ประยุกต์ใช้เทคนิคแผนผังสายธารคุณค่าและแผนภาพการไหลของกิจกรรม เพื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการดำเนินงาน พบว่าการผลิตชิ้นงานในปัจจุบันมีเวลานำที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด 5,265.7 นาที (~11 วัน) แต่เวลาที่ใช้ในการผลิตจริงอยู่ที่ 1,865 นาที (~4 วัน) มีกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า (NVA) เป็นความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น การรอคอยระหว่างกระบวนการ การขนย้าย และการผลิตมากเกินความต้องการ จากนั้น วิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดความสูญเปล่าด้วยเทคนิค Why-Why Analysis เสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือลีน ได้แก่ เทคนิค ECRS เพื่อลดระยะเวลาดำเนินงาน หรือกำจัดกิจกรรมการขนย้ายและการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และใช้หลักการลดขนาดการผลิตเพื่อลดเวลารอคอยระหว่างกระบวนการและกำจัดความสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินความต้องการลูกค้า ช่วยให้ปรับเปลี่ยนได้รวดเร็ว เกิดการทำงานที่ยืดหยุ่น รองรับความต้องการของลูกค้าที่ไม่แน่นอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการปรับปรุงกระบวนการ สามารถลดขั้นตอนการดำเนินงานลดได้ 4 ขั้นตอน คิดเป็นระยะเวลาดำเนินงานที่ลดลง 3,126 นาที (ลดลงร้อยละ 59.37) สามารถกำจัดกิจกรรม NVA ออกไปจากกระบวนการ คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 42.47

Application of Lean Manufacturing System to Improve Production Process: A Case Study of a Steel Pipe Manufacturing Company

Wirachchaya Chanpuypetch[1*],
Chiang Mai University, Tha Chin, Mueang, Samut Sakhon 74000
Jirawan Niemsakul[2], Poonpat Puataweepong[3]
Sripatum University Chonburi Campus, Khlong Tumru, Mueang, Chonburi 20000
and Tuangyot Supeekit[4]
Mahidol University, Salaya, Phutthamonthon, Nakhon Pathom 73710

[*] Corresponding Author: wirachchaya.c@cmu.ac.th
[1] Lecturer, College of Maritime Studies and Management.
[2] Lecturer, Faculty of Logistics and Supply Chain.
[3] Lecturer, Faculty of Logistics and Supply Chain.
[4] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering.

Article Info

Article History:
Received: November 19, 2021
Revised: October 31, 2022
Accepted: November 4, 2022
DOI : 10.14456/kmuttrd.2022.25

Keywords : Lean Manufacturing System / Value Stream Mapping / VSM / ECRS Principle / Batch Size Reduction / Steel Pipe Manufacturing

Abstract

The objective of this research was to improve the steel pipe production process of the case study manufacturing company. The Lean Manufacturing System concept was applied to increase the operation efficiency by eliminating wastes generated in the production process. Initially, the value stream mapping technique and the process flow chart were used to analyse and identify the wastes incurred in the current production process. It was found that the current total production lead time was 5,265.7 minutes (~11 days), while the total process time was only 1,865 minutes (~4 days). Non-value added activities (NVA) were noted, including unnecessary movement, waiting, transportation as well as overproduction. The root causes of these wastes were then analysed through the Why-Why Analysis. Subsequently, lean tools were introduced to improve the production process. ECRS technique was applied to reduce the lead time and eliminate unnecessary movement and transportation activities. Besides, the principle of batch size reduction was suggested to reduce the waiting time and work-in-process. The wastes of overproduction and excess inventory could also be eliminated. The manufacturer was noted to exhibit flexibility, with quick adjustment capability, to effectively meet uncertain customer demand. Four activities of the production process were indeed eliminated. The total production lead time decreased by 3,126 minutes (or 59.37 per cent). NVA activities were eliminated from the production process, with the process cycle efficiency increased by 42.47 per cent.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมท่อเหล็กหล่อเป็นอุตสาหกรรมเหล็กปลายน้ำ (Downstream) ที่เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่มีความต้องการจากอุตสาหกรรมอื่นๆ อีกหลายประเภท โดยส่วนใหญ่ผู้ประกอบการของอุตสาหกรรมนี้ในประเทศไทย จะเป็นวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) มุ่งเน้นผลิตเพื่อการจำหน่ายตลาดในประเทศมากกว่าส่งออก ปัจจุบัน ผู้ผลิตท่อเหล็กกำลังเผชิญกับภาวะการแข่งขันที่รุนแรงขึ้นทางด้านราคา เนื่องจากมีแนวโน้มการนำเข้าผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังมีราคาเฉลี่ยที่ต่ำกว่าราคาของของผู้ผลิตในประเทศไทย นอกจากนี้ ยังมีความผันผวนของราคาของวัตถุดิบ ส่งผลให้ผู้ประกอบการกลุ่มท่อเหล็กต้องลดกำลังการผลิตลง สูญเสียโอกาสทางการตลาด และบางรายมีความจำเป็นต้องยกเลิกกิจการไปในที่สุด [1] ด้วยเหตุนี้ ผู้ประกอบการในประเทศไทยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับตัวเพื่อรับมือกับสถานการณ์ดังกล่าว การจัดการกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพในการผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพ และมีต้นทุนการดำเนินงานที่ต่ำจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ

แนวคิดระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ปัจจุบัน ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลายอุตสาหกรรม ทั้งในภาคการผลิตและการบริการ มีต้นแบบมาจากระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) ที่ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตรถยนต์ [2-3] โดยมุ่งเน้นการลดหรือกำจัดความสูญเปล่าหรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการ (Wastes) ทำการผลิตให้ได้ตามจำนวนและคุณสมบัติที่ตรงกับความต้องการของลูกค้า นำไปสู่ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตที่ดีขึ้น และมีต้นทุนการผลิตที่ลดลง [4-6]

ดังนั้น เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการ SME ที่ดำเนินการผลิตท่อเหล็กหล่อในประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงได้นำแนวคิดระบบการผลิตแบบลีนและเครื่องมือลีน เข้ามาประยุกต์ใช้ในการติดตามความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของสถานประกอบการกรณีศึกษา ซึ่งเป็นผู้ผลิตท่อเหล็กหล่อสำหรับใช้ในงานประปาและเหล็กทุกชนิดที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต กำจัดความสูญเปล่าหรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าออกจากกระบวนการ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตให้กับสถานประกอบการ สามารถแข่งขันในอุตสาหกรรมได้อย่างยั่งยืน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System)

ระบบการผลิตแบบลีน เป็นแนวคิดด้านการจัดการที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปกับโรงงานอุตสาหกรรม สามารถช่วยเพิ่มสมรรถนะการดำเนินงานให้กับหลายองค์กรธุรกิจ ทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน [7] มีต้นแบบมาจากระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) ที่ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตรถยนต์ [2-3] โดยแนวคิดลีนนั้น มีเป้าหมายเพื่อลดหรือกำจัดความสูญเปล่า (Wastes) ที่ไม่สร้างคุณค่าใดๆ ในการผลิตสินค้าหรือการบริการ [8-9] เพื่อทำการผลิตให้ได้ตามจำนวนและคุณสมบัติที่ตรงกับความต้องการของลูกค้า [4-6] การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยอาศัยแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุคุณค่า (Value) ของสินค้าหรือบริการในมุมมองลูกค้า 2) วิเคราะห์การไหลของคุณค่า (Value Stream Analysis) ในทุกกิจกรรม เพื่อระบุกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าเป็นความสูญเปล่า 3) ทำให้กิจกรรมที่มีคุณค่าไหล (Flow) อย่างต่อเนื่องไม่เกิดการรอคอย 4) ใช้ระบบดึง (Pull) ให้ความสำคัญกับความต้องการลูกค้า เป็นสิ่งที่กำหนดปริมาณการผลิต และ 5) ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) สร้างคุณค่า กำจัดความสูญเปล่า ทำการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง

โดยทั่วไปในระบบการผลิต สามารถแบ่งประเภทกิจกรรมตามคุณค่าได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) กิจกรรมที่สร้างคุณค่า (Value Added: VA) เป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่าเพิ่มในผลิตภัณฑ์จากมุมมองลูกค้า 2) กิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าเพิ่มแต่มีความจำเป็นต้องทำ (Necessary but Non Value Added: NNVA) เป็นความสูญเปล่า แต่จำเป็นต้องทำ เช่น การเคลื่อนย้ายระหว่างกระบวนการ สามารถลดระยะทางและระยะเวลาของกิจกรรมลงได้ และ 3) กิจกรรม

ที่ไม่สร้างคุณค่า (Non-Value Added: NVA) เป็นงานที่มีความสูญเปล่า ไม่มีความจำเป็นต้องทำ

โดย TPS ได้ระบุประเภทของความสูญเปล่า หรือ Muda ในภาษาญี่ปุ่น ที่สามารถพบโดยทั่วไปในกระบวนการดำเนินงานมีอยู่ 7 ประการ ได้แก่ 1) การเกิดของเสียและการแก้ไขงานเสีย (Defect) 2) การเคลื่อนไหว (Movements) 3) การดำเนินงานที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing) 4) การมีวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Inventory) 5) การผลิตมากเกินความต้องการ (Overproduction) 6) การขนย้าย (Transportation) และ 7) การรอคอยหรือความล่าช้า (Waiting หรือ Delay) [5, 9] ความสูญเปล่าเหล่านี้ เป็นกิจกรรมที่เพิ่มต้นทุนการดำเนินงาน เป็นกิจกรรมที่ลูกค้าไม่ต้องการ เนื่องจากไม่สร้างคุณค่าให้กับสินค้าหรือบริการของลูกค้า ควรถูกกำจัดออกไปจากกระบวนการ

2.2 เครื่องมือและเทคนิคที่สนับสนุนระบบการผลิตแบบลีน

2.2.1 แผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM)

แผนผังสายธารคุณค่า (VSM) เป็นเครื่องมือภายใต้แนวคิดลีนที่สำคัญ ใช้สำหรับแสดงภาพรวมการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศ มีรายละเอียดของเวลาการผลิต เวลาปรับตั้งเครื่องจักร และเวลารอคอย ทำให้เข้าใจกระบวนการตั้งแต่การรับวัตถุดิบไปจนเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต VSM สามารถแสดงโดยจำแนกให้เห็นถึงระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานทั้งหมด แบ่งเป็นเวลา NVA และ VA [15] ทำให้สามารถมองเห็นขั้นตอนที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุง [7-8] จากการทบทวนวรรณกรรม พบการนำ VSM มาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น การลดเวลานำในกระบวนการจัดการคลังสินค้าของบริษัทผู้ผลิตยาในประเทศมาเลเซีย [10-11] การปรับปรุงกระบวนการจัดการของเสียจากกระบวนการผลิต [12] การลดเวลานำในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์ [7, 13] และชิ้นส่วนรถยนต์ [14] การปรับปรุงกระบวนการของสถานประกอบการผลิตรองเท้าขนาดเล็ก [15] การปรับปรุงการไหลของผู้ป่วยในแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาล [16] การลดระยะเวลารอคอยในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ [17]

2.2.2 แผนภาพการไหลของกิจกรรม (Flow Process Chart)

แผนภาพการไหลของกิจกรรมเป็นเครื่องมืออย่างง่าย แสดงลำดับการไหลของกิจกรรมและเวลาในแต่ละกิจกรรมตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการได้อย่างชัดเจน มีการใช้สัญลักษณ์มาตรฐานเพื่อแบ่งกิจกรรมออกเป็น 5 กลุ่ม ที่กำหนดขึ้นโดย American Society for Mechanical Engineering (ASME) ประเทศสหรัฐอเมริกา เริ่มจากกิจกรรมที่มีคุณค่าไปจนถึงกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า ได้แก่ การปฏิบัติงาน (Operation) การเคลื่อนย้าย (Transportation) การรองาน (Delay) การตรวจสอบ (Inspection) และการเก็บวัสดุหรือสินค้า (Storage) [15] ช่วยในการบ่งชี้กิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตภัณฑ์ มองเห็น NVA ได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นจุดที่ต้องได้รับการปรับปรุงหรือกำจัดออกไปจากกระบวนการ [18]

2.2.3 การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS

หลักการ ECRS เป็นเทคนิคลีนอย่างง่าย สำหรับลดหรือกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ประกอบไปด้วย 1) การกำจัด (Eliminate) คือ การกำจัดความสูญเปล่าที่พบในกระบวนการออกไป 2) การรวมกัน (Combine) คือ การรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน เพื่อลดขั้นตอนทั้งหมดในกระบวนการลง 3) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) คือ การจัดเรียงขั้นตอนการผลิตใหม่ หรือสลับลำดับในการทำงาน เพื่อลดการเคลื่อนที่หรือการรอคอยระหว่างกิจกรรม และ 4) การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) คือ การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยสามารถออกแบบ Jig หรือ Fixture หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าช่วยในการทำงาน จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับระบบการผลิตแบบลีน พบการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS เพื่อปรับปรุงกระบวนการในหลายกรณีศึกษา บริษัทผู้ผลิตไก่แช่แข็งในประเทศไทย ใช้หลักการ ECRS เพื่อรวมขั้นตอน (Combine) ของ 2 สถานีผลิตเข้าด้วยกัน และทำให้การขนย้ายไก่ระหว่างกระบวนการง่ายขึ้น (Simplify) โดยใช้รถเข็นแทนการเดินขนย้ายโดยพนักงานจากการปรับปรุงสามารถช่วยลดจำนวนพนักงานในสายการผลิต ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต [19] ปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไรซ์แครกเกอร์ โดยกำจัด

(Eliminate) การทำงานที่ซ้ำซ้อนในขั้นตอนการชั่งน้ำหนักและรวมขั้นตอน (Combine) การผลิต ช่วยลดระยะทางในการเคลื่อนไหวระหว่างทำงาน และลดระยะเวลาการรอคอยระหว่างกระบวนการ [20]

2.3 กรณีศึกษาที่มีการประยุกต์ใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีน

แนวคิดระบบการผลิตแบบลีนได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกันอย่างกว้างขวางในหลากหลายอุตสาหกรรม Singh และ Singh [21] ได้ประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ประเทศอินเดีย โดยจัดทำแผนผังกระบวนการ VSM เพื่อระบุ NVA และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุง และได้ทำการทดสอบการปรับปรุงกระบวนการผ่านการจำลองสถานการณ์ พบว่า สามารถลดเวลาของกิจกรรม NVA ลงได้ถึง ร้อยละ 57.14 ลดเวลาการผลิตชิ้นงานลง ร้อยละ 87.59 ในประเทศอิตาลี Matt [22] ได้ปรับใช้ VSM ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตตามการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineer-to-Order: ETO) ของบริษัทเหล็กโครงสร้าง Reda และ Dvivedi [15] ทำการปรับปรุงสมรรถนะการดำเนินงานของกรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตรองเท้าหนังในประเทศเอธิโอเปีย ที่มีการใช้เทคโนโลยีระดับต่ำ ได้ประยุกต์ใช้ VSM เพื่อวิเคราะห์หา NVA จากนั้นได้เสนอแนะให้มีการจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing) เพื่อให้เกิดการผลิตที่ต่อเนื่องตลอดสายการผลิต และใช้เทคนิคไคเซน (Kaizen) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานภายในองค์กร รวมถึงมีการติดตั้งระบบสายพานลำเลียงระหว่างสถานีงานเพื่อเป็นการปรับปรุงผังโรงงาน การปรับปรุงด้วยเทคนิคลีนนี้ สามารถช่วยลดเวลาการผลิตชิ้นงานลงร้อยละ 56.30 และลดเวลานำของระบบลง ร้อยละ 69.70 ในประเทศไทย Ongkunaruk และ Wongsatit [19] ได้มีการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ร่วมกับการจัดสมดุลสายการผลิต ในกรณีศึกษาผู้ผลิตอาหารแช่แข็งขนาดใหญ่ โดยมีการรวมขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอนเข้าด้วยกันเป็นขั้นตอนเดียว (Combine) เช่น ขั้นตอนการชั่งส่วนผสมแป้ง นม ไข่ และขั้นตอนการผสมเข้ากับเนื้อไก่ มีการทำให้กระบวนการทำงานง่ายขึ้น (Simplify) ด้วยการใช้ระบบรถเข็นในการเคลื่อนย้ายไก่แทนการเดิน จากการปรับปรุงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตได้ ร้อยละ 94.20 ลดจำนวนพนักงานได้ 14 คน ลดต้นทุนแรงงานได้ถึง 356,160 บาทต่อปี Chowdary และ George [23] ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตของบริษัทผู้ผลิตยาในประเทศตรินิแดดและโตเบโก โดยอาศัยหลักการระบบการผลิตแบบลีน มีการประยุกต์ใช้เครื่องมือ VSM และเทคนิค 5-why ในการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ ผลจากปรับปรุงสามารถลดเวลานำของกระบวนการ เวลาการผลิตชิ้นงาน และสินค้าคงคลังระหว่างการผลิต (WIP Inventory) รวมถึงสามารถลดพนักงานในกระบวนการผลิตลงได้ ร้อยละ 50

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับผลงานวิจัยที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่า หลายอุตสาหกรรมในหลายประเทศได้มีการประยุกต์ใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต รวมถึงยังคงมีการใช้อย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตาม แนวทางการปรับปรุงและเครื่องมือที่นำมาใช้นั้น จะขึ้นอยู่กับสาเหตุต้นตอของปัญหาที่พบจากการวิเคราะห์กระบวนการ รวมถึงความพร้อมของสถานประกอบการในการลงทุนด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้วิธีดำเนินการวิจัยจึงแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้มีการประยุกต์ใช้หลายเครื่องมือที่สนับสนุนระบบการผลิตแบบลีนเพื่อปรับปรุงระบบงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นตามความสูญเปล่าที่ระบุได้ในกระบวนการด้วยเครื่องมือ VSM และแผนภาพการไหลของกิจกรรม (Process Flow Chart) ค้นหาสาเหตุต้นตอที่แท้จริงที่ทำให้เกิดความสูญเปล่านั้น ๆ ด้วยการวิเคราะห์ Why-Why นำไปสู่การกำหนดแนวทางการปรับปรุงกระบวนการร่วมกันกับสถานประกอบการกรณีศึกษาด้วยเทคนิค ECRS และการลดขนาดรุ่นการผลิต

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา

สถานประกอบการกรณีศึกษานี้ ดำเนินการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์หล่อโลหะสำหรับอุปกรณ์งานประปาหลากหลายประเภท อาทิเช่น ตัวเรือนประตูน้ำ ท่อเหล็ก ลิ้น แหวน เป็นต้น โดยมีผลิตภัณฑ์หลักคือ ท่อเหล็กประปา อาทิเช่น ท่อสั้น ท่อโค้ง ท่อลด ท่อสามทาง เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้มีหน่วยจำแนกประเภทสินค้า (Stock Keeping Unit:

SKU) อยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีหลากหลายประเภทและหลากหลายขนาด โครงการวิจัยนี้จึงพิจารณากลุ่มผลิตภัณฑ์ท่อเหล็กประปา เพื่อทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์เป้าหมายสำหรับการวิเคราะห์กระบวนการเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานต่อไป

3.2 การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษากระบวนการทำงานในปัจจุบันของสถานประกอบการกรณีศึกษา โดยเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารของบริษัท และข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) จากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ผู้ที่เกี่ยวข้องที่สามารถให้ข้อมูลได้ จำนวนรวม 4 ราย ได้แก่ กรรมการผู้จัดการ หัวหน้างาน และผู้ปฏิบัติงาน เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน เวลา และทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม จากนั้นทำการลงพื้นที่ (Field Study) เพื่อจับเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน ร่วมกับการสังเกตการณ์ทางตรง (Direct observation) ณ สถานประกอบการ

3.3 จัดทำผังกระบวนการ (Process Mapping) และวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis)

นำข้อมูลที่ได้ไปจัดทำแผนผังสายธารคุณค่า (VSM) ของกระบวนการปัจจุบัน เพื่อให้เข้าใจภาพรวมของการดำเนินงานปัจจุบัน จากนั้นจัดทำแผนภาพการไหลของกิจกรรม (Process Flow Chart) เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมตามคุณค่า ได้แก่ กิจกรรม VA, NVA และ NNVA รวมถึงระบุประเภทความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4 นำเสนอการปรับปรุงขั้นตอนการดำเนินงานด้วยเทคนิคลีน

วิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง (Root Cause Analysis) ของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ โดยใช้เทคนิค Why-Why Analysis [24] จากนั้นประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคที่สนับสนุนระบบการผลิตแบบลีน ในการแก้ปัญหากำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุง ด้วยการวัดค่าประสิทธิภาพของกระบวนการทั้งหมด (Process cycle efficiency: PCE) ก่อน [25-26] แสดงดังสมการ

$$PCE = \frac{Value\ Added\ Process\ Time}{Total\ Process\ Cycle\ Time}$$

4. ผลการวิจัย

4.1 สภาพทั่วไปของสถานประกอบการกรณีศึกษา

สถานประกอบการกรณีศึกษา ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2547 ตั้งอยู่พื้นที่อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์หล่อโลหะสำหรับอุปกรณ์งานประปาหลากหลายประเภท ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) อาทิเช่น ตัวเรือนประตูน้ำ ท่อเหล็ก ลิ้นแหวน เป็นต้น โดยสถานประกอบการมีรูปแบบกระบวนการผลิตหลักเป็นแบบการผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make-to-Order: MTO) และมีบางส่วนเป็นแบบการผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Make-to-Stock: MTS) กลุ่มลูกค้าปัจจุบันของสถานประกอบการเป็นลูกค้าภายในประเทศไทยเท่านั้น ทั้งในส่วนการขายส่ง การขายผ่านตัวแทนจำหน่าย การประมูลงานหน่วยงานภาครัฐ และขายปลีกผ่านหน้าร้านของบริษัทเอง โดยมียอดการจำหน่ายเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตาม จากการลงพื้นที่สำรวจ ณ สถานประกอบการและเก็บข้อมูลกระบวนการทำงาน พบว่า การจัดการการดำเนินงานในปัจจุบัน ไม่มีการวางวางแผนการผลิตและการสั่งงานอย่างเป็นระบบ รวมถึงไม่มีการนำระบบสารสนเทศหรือเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลหรือจัดการงานด้านต่าง ๆ ยังคงเป็นการจดบันทึกลงในเอกสารหรือกระดานโดยพนักงาน ที่กระจัดกระจายอยู่หลายสถานที่ แสดงดังรูปที่ 1 พบความผิดพลาดเกิดกรณีที่พนักงานลืมจดบันทึก ไม่มีการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน ทำให้ไม่สามารถให้คำตอบที่เกี่ยวข้องด้านคำสั่งซื้อกับทางฝ่ายขายหรือลูกค้าได้ในทันที รวมถึงยากต่อการนำข้อมูลในอดีตมาวิเคราะห์เพื่อวางแผนการดำเนินงาน อีกทั้งยังพบเส้นทางการเคลื่อนที่ในการผลิตของชิ้นงานที่ไม่เหมาะสม เกิดเป็นความสูญเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิต

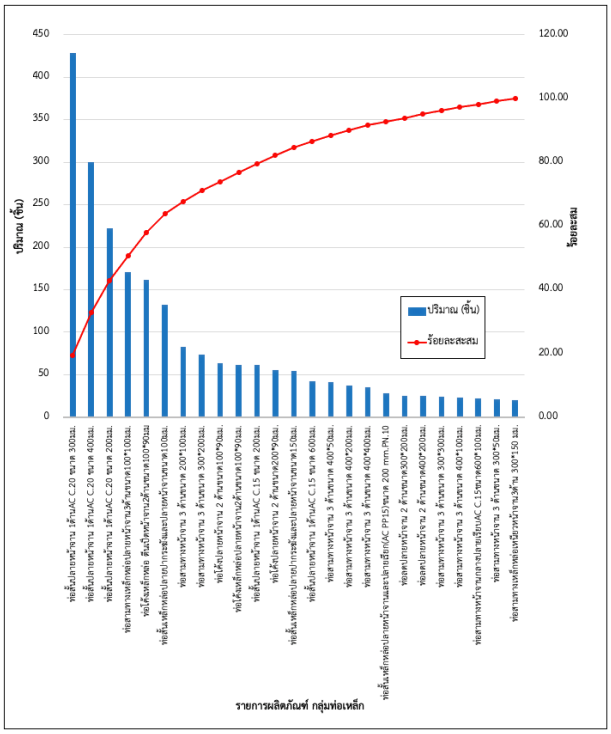
4.2 การพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์เป้าหมาย

คณะผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์เป้าหมาย เพื่อ

รูปที่ 1 ตัวอย่างการจดบันทึกข้อมูลสินค้าคงคลังของสถานประกอบการ

เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานของสถานประกอบการ โดยพิจารณาข้อมูลปริมาณ (ชิ้น) ที่ขายได้ของแต่ละรายการผลิตภัณฑ์ในระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2563 และทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์เป้าหมายด้วยวิธีการวิเคราะห์แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) [27-28] ตามสมมติฐานที่ว่า ผลิตภัณฑ์ที่มียอดขายสูง มีปริมาณการผลิตสูง จะเป็นเป้าหมายสำหรับการปรับปรุงกระบวนการผลิตเป็นอันดับแรก แสดงดังรูปที่ 2

ข้อมูลจากแผนภูมิพาเรโต ทำให้สามารถเลือกผลิตภัณฑ์เป้าหมายสำหรับงานวิจัยนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ท่อสั้นปลายหน้า



รูปที่ 2 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์แผนภูมิพาเรโต

จาน 1 ด้าน AC C.20 ขนาด 300 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มียอดการจำหน่ายและยอดการผลิตสูงที่สุดของสถานประกอบการ คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 19.34 ของปริมาณการขายผลิตภัณฑ์กลุ่มท่อเหล็กทั้งหมด มีขั้นตอนการผลิตหลักของผลิตภัณฑ์ท่อสั้นปลายหน้าจาน ได้แก่ การทำแม่พิมพ์ การเตรียมแบบทราย การหล่อ การกลึง การเจียระไน การทาสี และการทดสอบแรงดันน้ำ ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4

นอกจากนี้ จากข้อมูลจะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์ท่อสั้นปลายหน้าจาน 1 ด้าน ขนาดอื่น ๆ มียอดการจำหน่ายสูง

รูปที่ 3 ผลิตภัณฑ์ท่อสั้นปลายหน้าจาน 1 ด้าน AC C.20 ขนาด 300 มิลลิเมตร

รูปที่ 4 ขั้นตอนการผลิตท่อสั้นปลายหน้าจาน

เป็นลำดับรองลงมา ซึ่งมีกระบวนการผลิตเช่นเดียวกัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์ท่อสั้นปลายหน้าจานนี้ จึงมีความเหมาะสมสำหรับการศึกษาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตของสถานประกอบการ ในลำดับถัดไป จะเป็นการวิเคราะห์กระบวนการทำงาน เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของสถานประกอบการกรณีศึกษา

4.3 แผนผังสายธารคุณค่าของกระบวนการปัจจุบัน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตท่อสั้นปลายหน้าจานของสถานประกอบการ คณะผู้วิจัยได้จัดทำแผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ของกระบวนการปัจจุบัน สามารถแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 7 ขั้นตอน โดยเริ่มต้นจากได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า จากนั้นทำการตรวจสอบวัตถุดิบคงคลัง วางแผนและดำเนินการผลิต เพื่อให้สามารถส่งมอบได้ทันตามที่ลูกค้ากำหนด การดำเนินงานในสายธารคุณค่า มีดังนี้

1. การจัดทำแม่พิมพ์ – เป็นขั้นตอนการจัดเตรียมแม่พิมพ์สำหรับนำไปทำแบบทรายที่ใช้ในการหล่อโลหะ ในส่วนของแม่พิมพ์สำหรับการผลิตท่อสั้นปลายหน้าจาน ทางสถานประกอบการได้มีการจัดทำไว้แล้ว รายละเอียดในกิจกรรมนี้ คือ การค้นหาแม่พิมพ์และจัดเตรียมเคลื่อนย้ายเข้าสู่กิจกรรมการเตรียมแบบทรายในขั้นตอนต่อไป โดยใช้ระยะเวลา (Pro-

cess Time: PT) ประมาณ 2 นาที สำหรับในกรณีที่เป็นการผลิตชิ้นงานใหม่ที่ไม่เคยผลิตมาก่อน การทำงานในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาที่นานขึ้น จากนั้นทำการเคลื่อนย้ายแม่พิมพ์ไปยังโรงหล่อโลหะ ใช้ระยะเวลาประมาณ 22 นาที มีเวลานำ (Lead Time: LT) ของขั้นตอนการจัดทำแม่พิมพ์ประมาณ 24 นาที

2. การเตรียมแบบทราย – เป็นขั้นตอนการเตรียมแบบทรายใช้สำหรับการหล่อท่อสั้นปลายหน้าจาน ประกอบด้วยการทำฝาล่าง ฝาบน และการเตรียมโค้ ในการหล่อท่อโลหะ 20 ชิ้นต่อรอบการผลิต ใช้เวลาในการเตรียมแบบทรายประมาณ 700 นาที เนื่องด้วยขนาดเตาหลอมปัจจุบันของโรงงานมีขนาดใหญ่ เป็นเตาหลอมขนาด 5 ตัน จึงจำเป็นต้องทำการหล่อรวมกับผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นร่วมด้วย จึงจะสามารถมาทำการหล่อท่อสั้นได้ ใช้เวลาในการรอเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เต็มเตาหลอมเป็นเวลา 1-2 วัน หรือประมาณ 2,880 นาที มีเวลานำของขั้นตอนการเตรียมแบบทราย 3,580 นาที

3. การหล่อ – เป็นขั้นตอนการหล่อโลหะในเตาหลอม ตรวจสอบและจัดเก็บชิ้นงาน เพื่อรอเข้าสู่ขั้นตอนถัดไปของกระบวนการผลิต ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการเตรียมเตาหลอม (Setup Time) 180 นาที ใช้เวลาในการหล่อ 780 นาที รวมเวลาขั้นตอนการหล่อประมาณ 960 นาที จากนั้น ทำการจัดเก็บชิ้นงานที่อยู่ในขั้นตอนการผลิต (Work-In-Process: WIP) เป็นเวลาประมาณ 340 นาที เพื่อรอเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตถัดไป ในขั้นตอนการหล่อนี้ มีเวลานำประมาณ 1,300 นาที

4. การกลึง – เป็นขั้นตอนการกลึงโลหะที่ได้จากการหล่อ ในขั้นตอนนี้ใช้เครื่องกลึงจำนวน 10 เครื่อง การตั้งค่าเครื่องกลึงใช้เวลาประมาณ 5 นาที เวลาในการกลึงชิ้นงานจำนวน 20 ชิ้น ใช้เป็นเวลาประมาณ 60 นาที ชิ้นงานกลึงถูกเคลื่อนย้ายไปยังขั้นตอนเจียระไนใช้เวลาประมาณ 40 นาที เวลานำของขั้นตอนการกลึงอยู่ที่ประมาณ 105 นาที

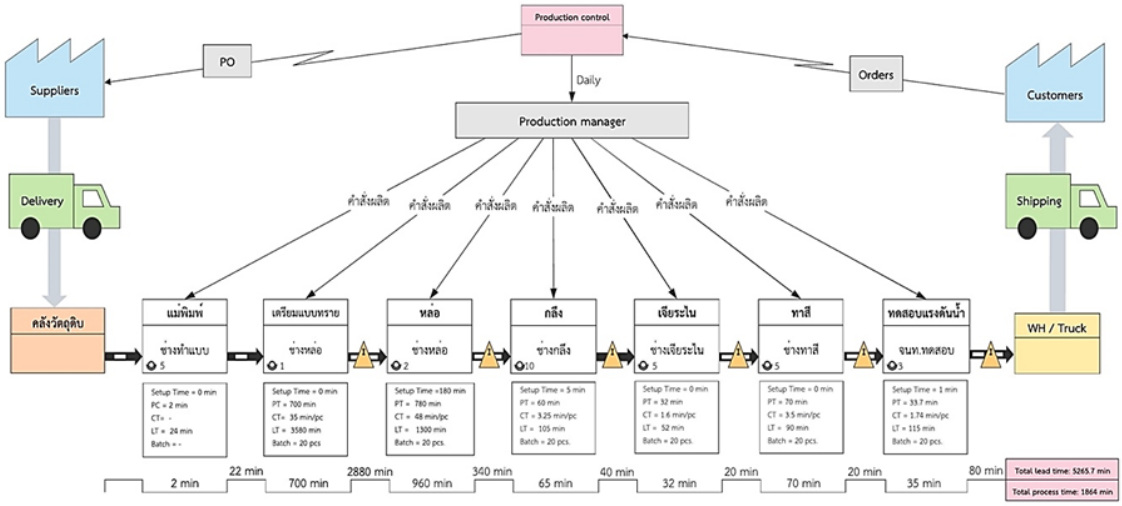
5. การเจียระไน – เป็นขั้นตอนการเจียระไนชิ้นงานกลึง มีช่างเจียระไนจำนวน 5 คน ทำการเจียระไนชิ้นงาน 20 ชิ้น ใช้เวลาประมาณ 32 นาที จากนั้นเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่ผ่านการเจียระไนแล้วไปยังขั้นตอนการทาสี ใช้เวลาประมาณ 20 นาทีเวลานำของขั้นตอนการเจียระไนอยู่ที่ประมาณ 52 นาที

6. การทาสี – เป็นขั้นตอนการทาสีชิ้นงาน มีช่างทาสีจำนวน 5 คน ใช้เวลาทาสีชิ้นงาน 20 ชิ้น ประมาณ 20 นาที จากนั้นรอสีแห้ง 30 นาที และตรวจสอบความหนาของสีประมาณ 20 นาที และเคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังจุดทดสอบแรงดันน้ำประมาณ 20 นาที เวลานำของขั้นตอนการทาสีอยู่ที่ประมาณ 90 นาที

7. การทดสอบแรงดันน้ำ – เป็นขั้นตอนทดสอบการแรงดันน้ำ มีเครื่องทดสอบแรงดันน้ำอยู่จำนวน 3 เครื่อง ใช้เวลาในการตั้งค่าเตรียมเครื่องสำหรับทดสอบประมาณ 1 นาที ในการทดสอบจะทำการยกชิ้นงานขึ้นเครื่อง 7 นาที เติมน้ำเข้าเครื่องทดสอบ 13.3 นาที ทดสอบแรงดันน้ำ 6.7 นาที และยกชิ้นงานลง 6.7 นาที รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบชิ้นงานจำนวน 20 ชิ้น อยู่ที่ประมาณ 33.7 นาที จากนั้น นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบไปจัดเก็บที่สถานที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป ใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายประมาณ 40 นาที เวลานำของขั้นตอนการทดสอบแรงดันน้ำประมาณ 115 นาที

แผนผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตท่อสั้นปลายหน้าจานในปัจจุบันของสถานประกอบการกรณีศึกษา แสดงดังรูปที่ 5

จากการวิเคราะห์แผนผังสายธารคุณค่าปัจจุบัน พบว่าการผลิตท่อสั้นปลายหน้าจานในปัจจุบันใช้เวลาอยู่ที่ประมาณ 5,265.7 นาที (~11 วัน) (กรณีทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน) ซึ่งเมื่อพิจารณาเฉพาะเวลาที่ใช้ในการผลิต (Total Process Time) อยู่ที่ 1,865 นาที (~31 ชั่วโมง หรือ 4 วัน) จะเห็นได้ว่า มีกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตจากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง ที่มีระยะเวลาการดำเนินงานมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการนำแม่พิมพ์เข้าสู่กระบวนการเตรียมแบบหล่อ การเตรียมแบบทรายและการหล่อ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพรวมกระบวนการผ่านแผนผังสายธารคุณค่า จะนำไปจำแนกรายละเอียดของกิจกรรมย่อยในแต่ละขั้นตอนการผลิตตามคุณค่า เพื่อระบุกิจกรรม NNVA และ NVA และวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ



รูปที่ 5 แผนผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตท่อสั้นปลายหน้าจานของสถานประกอบการกรณีศึกษา

4.4 การวิเคราะห์กิจกรรม

4.4.1 แผนภาพการไหลของกิจกรรม

ในขั้นตอนนี้ ทำการวิเคราะห์รายละเอียดกิจกรรมย่อยของแต่ละขั้นตอนการผลิตตามที่แสดงในแผนผังสายธารคุณค่า เพื่อระบุกิจกรรม NVA และความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการดำเนินงาน โดยใช้เครื่องมือแผนภาพการไหลของกิจกรรม (Flow Process Chart) คณะผู้วิจัยร่วมดำเนินการกับทางสถานประกอบการ ทำการเก็บข้อมูลเวลาการปฏิบัติงานจริงในแต่ละกิจกรรม แผนภาพการไหลของกิจกรรมในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 แสดงกิจกรรมย่อยในกระบวนการผลิตท่อสั้นปลายหน้าจานของสถานประกอบการกรณีศึกษาในปัจจุบัน มีจำนวน 34 ขั้นตอน ใช้ระยะเวลารวมทั้งหมด 5,265.7 นาที พบความสูญเปล่าเกิดขึ้นในหลายกิจกรรม นอกจากนี้ จากการลงพื้นที่สังเกตการณ์ ณ สถานประกอบการ ยังพบเห็นการเคลื่อนไหวที่ใช้เวลานานในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ล้วนเป็นกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า โดยพบว่ามีระยะเวลาดำเนินงานของกิจกรรม NVA อยู่ที่ประมาณ 2,904 นาที หรือคิดเป็นสัดส่วนของกิจกรรมตามคุณค่า สูงถึง ร้อยละ 55 ในขณะที่กิจกรรม VA มีระยะเวลาดำเนินงานอยู่ที่ 1,730 นาที (ร้อยละ 33) ส่วนกิจกรรม NNVA มีระยะเวลาดำเนินงาน 617 นาที (ร้อยละ 12) จากการวิเคราะห์กิจกรรม สามารถคิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการทั้งหมด (Process Cycle Efficiency: PCE) ของการดำเนินงานในปัจจุบันอยู่ที่ ร้อยละ 32.85

4.4.2 การวิเคราะห์ความสูญเปล่าและสาเหตุ

จากการวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพการไหลของกิจกรรม พบความสูญเปล่าเกิดขึ้นในหลายขั้นตอนของกระบวนการผลิต ประเภทความสูญเปล่าที่พบ ได้แก่ การขนย้าย (Transportation) การรอคอย (Waiting) การผลิตเกินมากเกินไป (Overproduction) และการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions) มีรายละเอียดการวิเคราะห์กิจกรรม แสดงดังตารางที่ 2

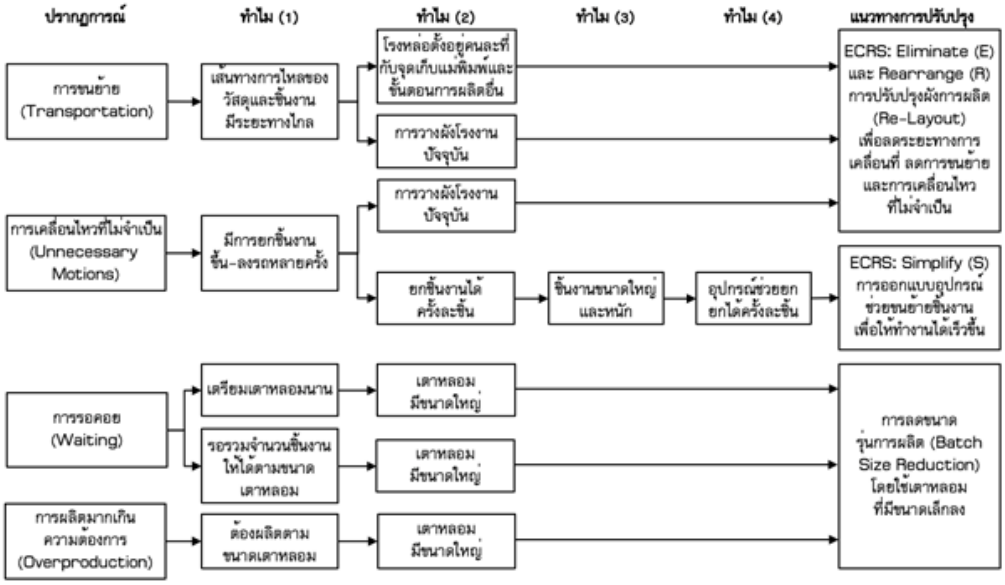
จากความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น สามารถสรุปเป็นปัญหาที่เกิดขึ้น 2 ปัญหาหลัก ได้แก่ ทำการวิเคราะห์สาเหตุด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์หรือปัญหาอย่างเป็นระบบโดยการถาม “ทำไม” จนกว่าจะค้นพบสาเหตุที่แท้จริง เพื่อนำไปสู่การกำหนด

ตารางที่ 1 แผนภาพการไหลของกิจกรรมปัจจุบัน (AS-IS Flow Process Chart)

กระบวนการ/ กิจกรรม			เวลาเฉลี่ย (นาที)	สัญลักษณ์กิจกรรม					ประเภทคุณค่า	ประเภทความสูญเปล่า
				การปฏิบัติงาน	การเคลื่อนย้าย	การรอคอย	การตรวจสอบ	การเก็บรักษา		
เตรียมแม่พิมพ์	1	จัดเตรียมแม่พิมพ์และยกขึ้นรถ	2	○	➡	D	□	▽	NVA	การเคลื่อนไหว
	2	เดินทางไปโรงหล่อ	20	○	➡	D	□	▽	NVA	การขนย้าย
	3	ยกแม่พิมพ์ลงจากรถ	2	○	➡	D	□	▽	NVA	การเคลื่อนไหว
เตรียมแบบทราย	4	ทำฝาล่าง-ฝาบน-เตรียมโค้	700	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	5	รอครบจำนวนท่อขั้นต่ำ สำหรับเตาหลอม 5 ตัน	2,880	○	⇨	●	□	▽	NVA	การรอคอย (1-2 วัน), การผลิตเกินความต้องการ
หล่อ	6	เตรียมน้ำเหล็ก (เตาขนาด 5 ตัน)	180	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	7	การขนถ่ายน้ำเหล็ก	60	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
	8	หยอดน้ำเหล็กลงแบบหล่อ	60	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	9	รอน้ำเหล็กแข็งตัวเป็นชิ้นงาน	60	○	⇨	●	□	▽	NNVA	การรอคอย
	10	แยกชิ้นงานออกจากทราย	300	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	11	ทำความสะอาด ทาสีผิว และประกบประกอบ	300	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	12	ยกชิ้นงานขึ้นรถ	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
	13	เดินทางกลับไปโรงงาน	20	○	➡	D	□	▽	NNVA	การขนย้าย
	14	ยกชิ้นงานลงจากรถ	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
	15	ตรวจสอบชิ้นงาน	40	○	⇨	D	■	▽	VA	-
	16	จัดเก็บชิ้นงาน WIP (รอกลึง)	120	○	⇨	D	□	▼	NNVA	สินค้าคงคลัง, การรอคอย
กลึง	17	ยกชิ้นงานขึ้นรถ	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
	18	เคลื่อนย้ายชิ้นงานมาที่ตัวเครื่องกลึง	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	การขนย้าย, การเคลื่อนไหว
	19	ตั้งเครื่องกลึงและยกชิ้นงานขึ้นเครื่อง	5	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	20	กลึงชิ้นงาน	60	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	21	เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปกระบวนการเจียระไน	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
เจียระไน	22	เจียระไน	32	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	23	เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปขั้นตอนทาสี	20	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
ทาสี	24	ทาสี	20	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	25	รอสีแห้ง	30	○	⇨	●	□	▽	NNVA	การรอคอย
	26	ตรวจสอบความหนาสี	20	○	⇨	D	■	▽	VA	-
	27	เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปบริเวณทดสอบแรงดันน้ำ	20	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
ทดสอบแรงดันน้ำ	28	ตั้งเครื่อง	1	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	29	ยกชิ้นงานขึ้นเครื่อง	7.0	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
	30	เติมน้ำเข้าเครื่อง	13.3	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	31	ทดสอบแรงดันน้ำ	6.7	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	32	ยกชิ้นงานลง	6.7	●	⇨	D	□	▽	VA	-
	33	เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปบริเวณจัดเก็บ FG	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
เตรียมจัดส่ง	34	Load สินค้าขึ้นรถขนส่ง	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	การเคลื่อนไหว
ระยะเวลารวมทั้งหมด			5,265.7 นาที							
VA			1,730 นาที (ร้อยละ 33)							
NVA			2,904 นาที (ร้อยละ 55)							
NNVA			617 นาที (ร้อยละ 12)							

ตารางที่ 2 ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตท่อสั้นปลายหน้าจานของสถานประกอบการกรณีศึกษา

ประเภทความสูญเปล่า	ขั้นตอนหลักที่เกี่ยวข้อง	คำอธิบาย
การขนย้าย	เตรียมแม่พิมพ์	มีการขนย้ายแม่พิมพ์ไปที่โรงหล่อ ซึ่งอยู่ไกลจากจุดที่เก็บแม่พิมพ์ เพื่อเตรียมแบบทรายสำหรับหล่อโลหะ ใช้เวลาในการเดินทางโดยรถยนต์ประมาณ 20 นาที เป็นระยะทางประมาณ 2,225 เมตร และต้องนำแม่พิมพ์กลับมาจัดเก็บที่เดิมเมื่อเสร็จงาน
	หล่อ, กลึง	ชิ้นงานโลหะหล่อ จะถูกขนย้ายจากโรงหล่อ อาคาร 2 กลับมาที่อาคารโรงงาน โดยรถยนต์ ใช้เวลาในการเดินทางประมาณ 20 นาที เป็นระยะทางประมาณ 2,210 เมตร เพื่อทำการตรวจสอบ และจัดเก็บ (WIP) จากนั้นต้องขนย้ายอีกครั้งด้วยรถกระบะเพื่อนำชิ้นงานเข้าสู่การกลึง มีระยะทางในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานประมาณ 30 เมตร
การเคลื่อนไหว	หล่อ, กลึง, เตรียมจัดส่ง	มีระยะเวลาการเคลื่อนไหวเพื่อทำการยกชิ้นงานขึ้น-ลงรถ ในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานมาก โดยเฉพาะในขั้นตอนการหล่อ กลึง และการเตรียมจัดส่ง เนื่องจากเป็นชิ้นงานที่มีน้ำหนักมาก จากอุปกรณ์และวิธีการในปัจจุบัน สามารถยกชิ้นงานขึ้น-ลงรถ ได้ครั้งละหนึ่งชิ้นงาน
การรอคอย	หล่อ	มีระยะเวลารอคอยที่จะเข้าสู่ขั้นตอนการหล่อเป็นเวลาประมาณ 1-2 วัน หลังจากการเตรียมแบบทราย เนื่องจากเตาหลอมมีขนาด 5 ตัน จึงต้องมีการเตรียมน้ำเหล็กเท่ากับขนาดเตาหลอม จึงต้องรอให้มีจำนวนชิ้นงานขั้นต่ำสำหรับการหล่อ
การผลิตมากเกินไป	หล่อ	มีความจำเป็นต้องผลิตเกินความต้องการจากปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า เพื่อให้ได้จำนวนขั้นต่ำสำหรับการหล่อตามขนาดเตาหลอมของสถานประกอบการ



รูปที่ 6 การวิเคราะห์ปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการดำเนินงานโดยใช้เทคนิค Why-Why Analysis

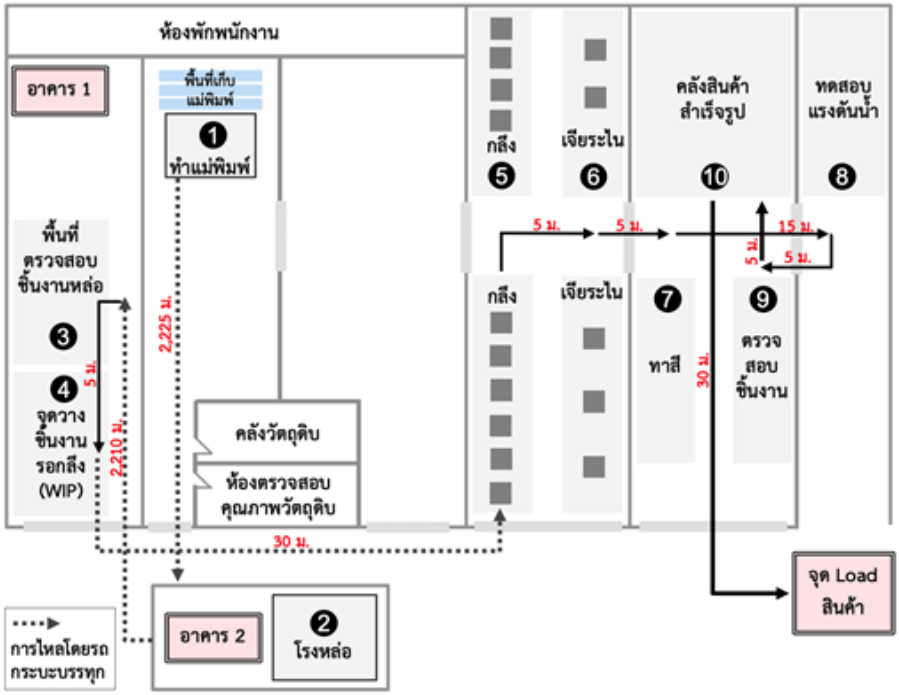
แนวทางแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง แสดงดังรูปที่ 6

จากการวิเคราะห์ Why-Why Analysis พบว่า สาเหตุของการเกิดความสูญเปล่าด้านการขนย้าย (Transportation) และการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Motion) เกิดจากผังโรงงานในปัจจุบันที่มีการไหลของวัสดุและชิ้นงานวกวนเคลื่อนที่ตัดกันไปมา และมีอาคารที่ใช้ในการผลิตสินค้า 2 อาคาร ที่ตั้งอยู่ห่างกัน ทำให้การไหลของวัสดุและชิ้นงานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งมีระยะทางไกล ต้องใช้รถยนต์ อีกทั้งยังขาดอุปกรณ์สำหรับช่วยเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ทำให้พนักงานต้องเคลื่อนไหวอยู่บ่อยครั้ง ทางด้านความสูญเปล่าในการรอคอย (Waiting) และการผลิตมากเกินความต้องการ (Overproduction) สาเหตุหลักเกิดจากเตาหลอมปัจจุบันของสถานประกอบการมีขนาดใหญ่และมีเพียงเตาเดียว ทำให้ในบางครั้งมีความจำเป็นต้องผลิตชิ้นงานเกินปริมาณคำสั่งซื้อลูกค้า จากสาเหตุหลักที่ทราบได้จากการวิเคราะห์ปัญหาเหล่านี้ นำไปสู่การกำหนดแนวทางการปรับปรุงเพื่อกำจัดความสูญเปล่าออกไปจากกระบวนการดำเนินงาน โดยอาศัยหลักการและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยประยุกต์ใช้เทคนิค ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) และการลดขนาดรุ่นการผลิต (Batch Size Reduction) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของสถานประกอบการให้ดีขึ้น แสดงรายละเอียดการปรับปรุงกระบวนการในหัวข้อถัดไป

4.5 การปรับปรุงขั้นตอนการดำเนินงาน

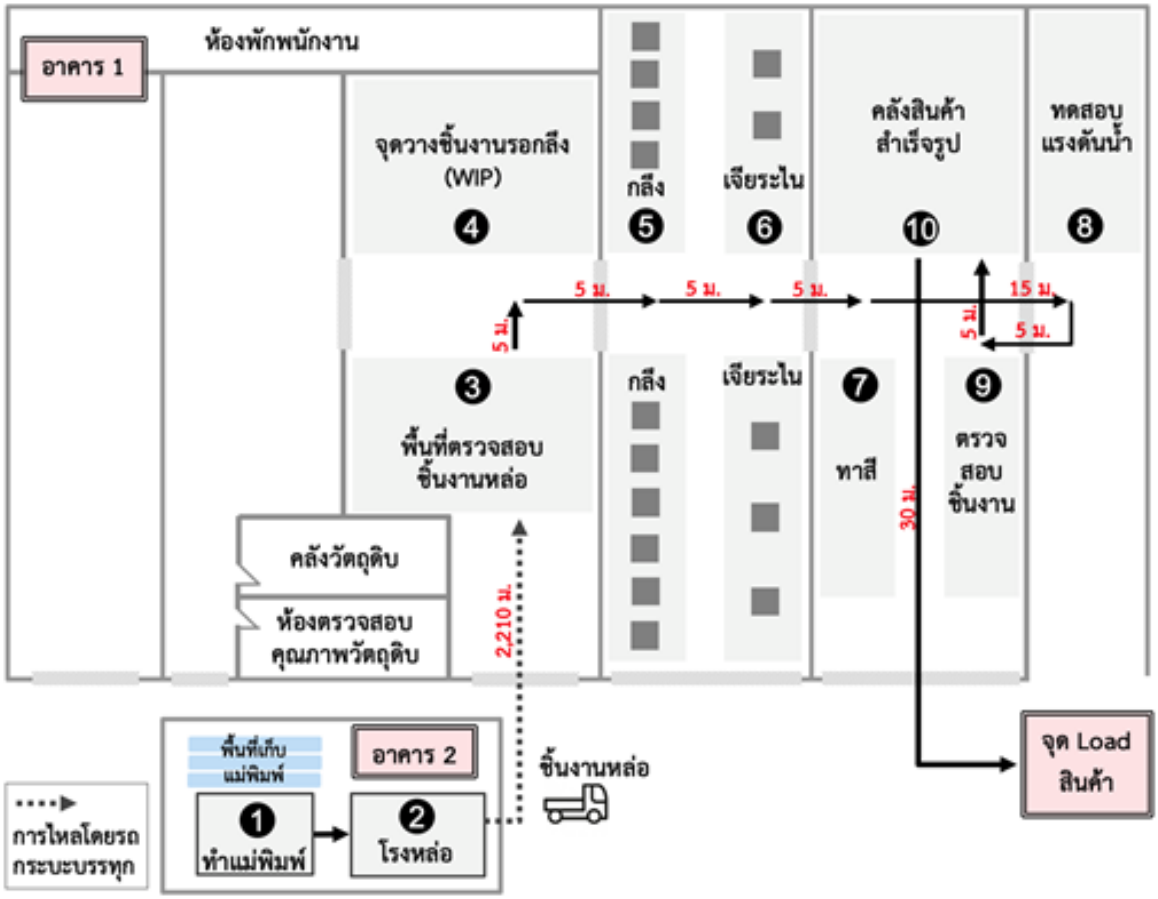
4.5.1 การปรับปรุงผังการผลิต (Re-Layout)

จากปัญหาการเกิดความสูญเปล่าด้านการขนย้ายและการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น เนื่องจากมีอาคารที่ใช้ในการผลิตสินค้า 2 อาคาร ตั้งอยู่ห่างกัน เตาหลอมของโรงงานตั้งอยู่คนละที่กับจุดเก็บแม่พิมพ์และขั้นตอนการผลิตอื่น ๆ จำเป็นต้องใช้รถยนต์เพื่อขนย้ายแม่พิมพ์ไปมาระหว่างโรงหล่อ และขนย้ายชิ้นงานหล่อมาเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตถัดไปที่อีกอาคารหนึ่ง นอกจากนี้ ยังพบการเคลื่อนย้ายชิ้นงานโดยรถยนต์ แม้ว่าจะเป็นการไหลของชิ้นงานภายในอาคารเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ผังการผลิตก่อนการปรับปรุง

ดังนั้น ปัญหาที่เกิดจากผังการผลิตในปัจจุบัน คณะผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้เทคนิค ECRS โดยทำการ Eliminate (E) ตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น และ Rearrange (R) ปรับเปลี่ยนเส้นทางการไหลของวัสดุและชิ้นงานในกระบวนการผลิต ด้วยการปรับผังการผลิต (Re-Layout) โดยทำการย้ายจุดจัดเก็บแม่พิมพ์ไปไว้ที่อาคารโรงหล่อ (อาคาร 2) และในส่วนของอาคาร 1 ทำการย้ายพื้นที่ตรวจสอบชิ้นงานหล่อกับจุดวางชิ้นงานรอกลึง (WIP) ไปยังตำแหน่งที่ใกล้กับขั้นตอนการกลึง ซึ่งปัจจุบันเป็นพื้นที่ว่าง ไม่ได้มีการใช้ประโยชน์ ผลที่ได้จากการปรับปรุงผังการผลิต สามารถตัดกิจกรรมในส่วนของการยกแม่พิมพ์ขึ้นลงรถ และการเดินทางไปกลับระหว่างโรงหล่อออกไปได้ ทำให้ขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์ มีระยะเวลาดำเนินงานลดลงจากประมาณ 24 นาที เหลือ 2 นาที และในขั้นตอนการกลึง สามารถเคลื่อนย้ายชิ้นงานหล่อ (WIP) เข้าสู่ตัวเครื่องกลึงได้เลย โดยไม่ต้องทำการยกชิ้นงานขึ้นลงรถเพื่อขนย้าย ลดเวลาในขั้นตอนนี้ลงไปได้ประมาณ 40 นาที ผังการผลิตหลังการปรับปรุง แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผังการผลิตหลังการปรับปรุง

4.5.2 ปรับปรุงวิธีการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน

ในหลายขั้นตอนการผลิต พบการเคลื่อนไหวของพนักงาน และมีระยะเวลาดำเนินกิจกรรมนานเพื่อเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง นับว่าเป็นกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ ซึ่งปัจจุบัน การเคลื่อนย้ายชิ้นงานสามารถทำได้เพียงครั้งละ 1 ชิ้น โดยใช้โซ่เหล็กคล้องชิ้นงาน แล้วยกด้วยเครนที่ติดตั้งไว้กับอาคารโรงงาน คณะผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้เทคนิค ECRS เพื่อ Simplify (S) กิจกรรมเคลื่อนย้ายชิ้นงานในขั้นตอนการจัดเก็บที่คลังสินค้าสำเร็จรูป และการโหลดขึ้นรถขนส่งสินค้า โดยทางสถานประกอบการได้ทดลองใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน คือ โซ่เหล็กขนาดใหญ่ และเครนโรงงาน มาใช้สำหรับเคลื่อนย้ายชิ้นงานหลายชิ้นในคราวเดียว จากการทดสอบ สายโซ่และเครนสามารถยกชิ้นงานท่อสั้นปลายหน้าจาน 1 ด้าน ขนาด 300 มม. ได้จำนวน 6 ชิ้นต่อครั้ง ทำให้ระยะเวลาในกิจกรรมนี้ลดลงจากประมาณ 40 นาที เป็น 8 นาที ทั้งในส่วนของการจัดเก็บสินค้าเข้าคลัง และการโหลดสินค้าขึ้นรถขนส่ง

4.5.3 ลดขนาดเตาหลอม

จากความสูญเปล่าด้านการรอคอย ที่มีสาเหตุมาจากเตาหลอมปัจจุบันของโรงงานมีขนาดใหญ่ ขนาด 5 ตัน ทำให้ต้องผลิตชิ้นงานครั้งละ 20 ชิ้น ซึ่งเป็นการผลิตที่เกินความต้องการ ทำให้ต้องจัดเก็บเป็นสต๊อกสินค้าสำเร็จ เนื่องด้วยนโยบายของทางบริษัทไม่ต้องการจัดเก็บเป็นสต๊อกสินค้าสำเร็จ อันเนื่องมาจากความต้องการลูกค้าส่วนใหญ่ต้องการสินค้าที่ผลิตขึ้นใหม่ มีคำสั่งซื้อเฉลี่ยต่อครั้งอยู่ที่ประมาณ 6 – 10 ชิ้น อีกทั้งยังมีปัจจัยในเรื่องต้นทุนของราคาวัตถุดิบที่มีความไม่แน่นอน จึงได้นำเสนอให้มีการลดขนาดรุ่นการผลิต (Batch Size Reduction) โดยการใช้เตาหลอมที่มีขนาดเล็กลง ทั้งนี้ ในเบื้องต้นทางสถานประกอบการมีความพร้อมที่จะลงทุนเตาหลอมขนาด 1.5 ตัน จำนวน 2 เตา สามารถผลิตชิ้นงานได้ครั้งละ 6 ชิ้น/เตา จากการเปลี่ยนขนาดเตาหลอม สามารถช่วยลดระยะเวลาในการเตรียมน้ำเหล็กจากประมาณ 180 นาที เป็น 60 นาที และกำจัดระยะเวลาการรอคอยเพื่อให้ได้จำนวนชิ้นงานขั้นต่ำตามขนาดเตาหลอม เป็นเวลาประมาณ 2,880 นาที (2 วัน) อีกทั้งยังช่วยกำจัดความสูญเปล่าจากการผลิตที่เกินจากความต้องการของลูกค้า ที่จำเป็นต้องผลิตตามขนาดเตาหลอม นอกจากนี้ ยังช่วยลดความสูญเสียด้านอื่นๆอีกด้วย อาทิ เช่น ลดปริมาณการใช้วัตถุดิบซึ่งเป็นต้นทุนสูญเปล่า ลดจำนวนการไหลของชิ้นงานระหว่างการผลิต (WIP) ส่งมอบให้ขั้นตอนการผลิตถัดไปได้รวดเร็วขึ้น และช่วยลดจำนวนสินค้าสำเร็จรูปคงคลังที่ได้มาจากการผลิตมากเกินไป

4.5.4 ผลการปรับปรุงกระบวนการ

จากการปรับปรุงขั้นตอนดำเนินงานเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ตามหลักการ ECRS และการลดขนาดรุ่นการผลิตโดยการลดขนาดเตาหลอม พบว่า ระยะเวลาการดำเนินงานลดลงในหลายขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมแม่พิมพ์การ เตรียมแบบทราย การหล่อ การกลึง การทดสอบแรงดันน้ำและการเตรียมจัดส่ง ทำให้มีระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตจากประมาณ 5,265.7 (~11 วัน) เป็น 2,139 นาที (~5 วัน) คิดเป็นกิจกรรม VA 1,612 นาที กิจกรรม NNVA 513 นาที และสามารถกำจัดกิจกรรม NVA ออกไปจากกระบวนการได้ทั้งหมด คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการทั้งหมด ร้อยละ 75.32 สามารถแสดงแผนภาพการไหลของกิจกรรมหลังการปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 3

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตท่อสั้นปลายหน้าจานของสถานประกอบการกรณีศึกษา ด้วยเทคนิคการผลิตแบบลีนเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยได้ทำการวิเคราะห์ภาพรวมของกระบวนการผ่านแผนผังสายธารคุณค่า (VSM) แสดงให้เห็นระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานในปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 5,265.7 นาที (~11 วัน) แต่เป็นระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตจริงอยู่ที่ประมาณ 1,865 นาที (~4 วัน) มีกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าในกระบวนการผลิตที่ใช้ระยะเวลาดำเนินงานมาก จากนั้น จัดทำแผนภาพการไหลของกิจกรรม เพื่อวิเคราะห์เวลาการดำเนินงานรายกิจกรรม และระบุประเภทความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น วิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดความสูญเปล่าด้วยเทคนิค Why-Why Analysis จากความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางการปรับปรุงโดยประยุกต์ใช้เทคนิค ECRS เพื่อลดระยะเวลาดำเนินงาน หรือกำจัดกิจกรรมการขนย้ายและการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และใช้หลักการลดขนาดการผลิต (Batch Size

ตารางที่ 3 แผนภาพการไหลของกิจกรรม (หลังการปรับปรุง)

กระบวนการ/ กิจกรรม			เวลาเฉลี่ย (นาที)	สัญลักษณ์กิจกรรม					ประเภทคุณค่า	แนวทางการปรับปรุง
				การปฏิบัติงาน	การเคลื่อนย้าย	การรอคอย	การตรวจสอบ	การเก็บรักษา		
เตรียมแม่พิมพ์	1	จัดเตรียมแม่พิมพ์	2	●	⇨	D	□	▽	VA	Rearrange (R), Eliminate (E) ปรับปรุงผังโรงงาน
		เดินทางไปโรงหล่อ	**0**	----	----	----	----	----	----	
		ยกแม่พิมพ์ลงจากรถ	**0**	----	----	----	----	----	----	
เตรียมแบบทราย	2	ทำฝาล่าง-ฝาบน-เตรียมโค้	700	●	⇨	D	□	▽	VA	ลดขนาดรุ่นการผลิต (Batch Size Reduction) ลดขนาดเตาหลอม
		รอครบจำนวนท่อขั้นต่ำ สำหรับเตาหลอม 5 ตัน	**0**	----	----	----	----	----	----	
หล่อ	3	เตรียมน้ำเหล็ก (เตาขนาด 1.5 ตัน)	**60**	●	⇨	D	□	▽	VA	
	4	การขนถ่ายน้ำเหล็ก	60	○	➡	D	□	▽	NNVA	
	5	หยอดน้ำเหล็กลงแบบหล่อ	60	●	⇨	D	□	▽	VA	
	6	รอน้ำเหล็กแข็งตัวเป็นชิ้นงาน	60	○	⇨	●	□	▽	NNVA	
	7	แยกชิ้นงานออกจากทราย	300	●	⇨	D	□	▽	VA	
	8	ทำความสะอาด ทาสีผิว และประกบประกอบ	300	●	⇨	D	□	▽	VA	
	9	ยกชิ้นงานขึ้นรถ	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	
	10	เดินทางกลับไปโรงงาน	20	○	➡	D	□	▽	NNVA	
	11	ยกชิ้นงานลงจากรถ	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	
	12	ตรวจสอบชิ้นงาน	40	○	⇨	D	■	▽	VA	
	13	จัดเก็บชิ้นงาน WIP (รอกลึง)	120	○	⇨	D	□	▼	NNVA	
กลึง		ยกชิ้นงานขึ้นรถ	**0**	----	----	----	----	----	----	Rearrange (R), Eliminate (E) ปรับปรุงผังโรงงาน
	14	เคลื่อนย้ายชิ้นงานมาที่ตัวเครื่องกลึง	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	
	15	ตั้งเครื่องกลึงและยกชิ้นงานขึ้นเครื่อง	5	●	⇨	D	□	▽	VA	
	16	กลึงชิ้นงาน	60	●	⇨	D	□	▽	VA	
	17	เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปกระบวนการเจียระไน	40	○	➡	D	□	▽	NNVA	
เจียระไน	18	เจียระไน	32	●	⇨	D	□	▽	VA	
	19	เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปขั้นตอนทาสี	20	○	➡	D	□	▽	NNVA	
ทาสี	20	ทาสี	20	●	⇨	D	□	▽	VA	
	21	รอสีแห้ง	30	○	⇨	●	□	▽	NNVA	
	22	ตรวจสอบความหนาสี	20	○	⇨	D	■	▽	VA	
	23	เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปบริเวณทดสอบแรงดันน้ำ	20	○	➡	D	□	▽	NNVA	
ทดสอบแรงดันน้ำ	24	ตั้งเครื่อง	1	●	⇨	D	□	▽	VA	
	25	ยกชิ้นงานขึ้นเครื่อง	7.0	○	➡	D	□	▽	NNVA	
	26	เติมน้ำเข้าเครื่อง	13.3	●	⇨	D	□	▽	VA	
	27	ทดสอบแรงดันน้ำ	6.7	●	⇨	D	□	▽	VA	
	28	ยกชิ้นงานลง	6.7	●	⇨	D	□	▽	VA	
	29	เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปบริเวณจัดเก็บ FG	**8**	○	➡	D	□	▽	NNVA	Simplify (S) ใช้อุปกรณ์ช่วยยกชิ้นงานครั้งละหลายชิ้น
เตรียมจัดส่ง	30	Load สินค้าขึ้นรถขนส่ง	**8**	○	➡	D	□	▽	NNVA	
ระยะเวลารวมทั้งหมด			2,139.7 นาที							
VA			1,612 นาที (ร้อยละ 75)							
NVA			0 นาที (ร้อยละ 0)							
NNVA			513 นาที (ร้อยละ 25)							

Reduction) ด้วยการปรับลดขนาดเตาหลอม เพื่อลดเวลารอคอยระหว่างกระบวนการผลิต และกำจัดความสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินความต้องการลูกค้า ช่วยให้เกิดการทำงานที่ยืดหยุ่น ปรับเปลี่ยนได้รวดเร็ว รองรับต่อความต้องการลูกค้าที่ไม่แน่นอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการ มีขั้นตอนการดำเนินงานลดลง 4 ขั้นตอน ได้แก่ การนำแม่พิมพ์จากอาคารโรงงานไปที่โรงหล่อ (ลดลง 20 นาที) การยกแม่พิมพ์ลงจากรถที่โรงหล่อ (2 นาที) ระยะเวลารอคอยในขั้นตอนการเตรียมแบบทราย (ลดลง 2,880 นาที) และขั้นตอนการยกชิ้นงานขึ้นรถจากจุดเก็บชิ้นงาน WIP เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการกลึง (ลดลง 40 นาที) คิดเป็นระยะเวลาการดำเนินงานที่ลดลง 3,126 นาที (ลดลง ร้อยละ 59.37) สามารถกำจัดเวลาที่ไม่สร้างคุณค่า (NVA) ได้ออกไปจากกระบวนการ คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการทั้งหมดเพิ่มขึ้น ร้อยละ 42.47

งานวิจัยนี้ มีการดำเนินการร่วมกันกับสถานประกอบการกรณีศึกษา ตั้งแต่ในขั้นตอนการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์และกำหนดแนวทางการปรับปรุงกระบวนการ ดังนั้น ผลลัพธ์จากการปรับปรุงที่นำเสนอในบทความนี้ เป็นผลการปรับปรุงบนข้อจำกัดด้านความเป็นไปได้ในการลงทุน ทั้งในด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ และโครงสร้างพื้นฐาน และทรัพยากรที่มีอยู่ปัจจุบันของสถานประกอบการกรณีศึกษา อย่างไรก็ตาม สำหรับข้อเสนอแนะที่เป็นการลงทุนด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ สถานประกอบการควรพิจารณาวิเคราะห์ถึงผลตอบแทนจากการลงทุน (Payback period) หรือการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการลงทุน โดยมีการตรวจสอบมูลค่าการลงทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ในขณะนั้นว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return: IRR) เป็นอย่างไร เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ แต่อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า ยังคงพบความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนไหวและระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานระหว่างกระบวนการอยู่มาก ถึงแม้ว่าจะเป็นกิจกรรมประเภท NNVA ทางสถานประกอบการสามารถวางแนวทางปรับปรุงกิจกรรมเหล่านี้ เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการได้เพิ่มมากขึ้น แสดงผลการเปรียบเทียบการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุง

การปรับปรุง	ก่อน	หลัง	ผลที่ได้
จำนวนขั้นตอน	34 ขั้นตอน	30 ขั้นตอน	⬇ 4 ขั้นตอน
ระยะเวลา	5,265.7 นาที (11 วัน)	2,139.7 นาที (5 วัน)	⬇ ร้อยละ 59.37
งานสร้างคุณค่า (VA)	1,730 นาที	1,612 นาที	---
งานที่ไม่สร้างคุณค่า (NVA)	2,904 นาที	0	---
งานที่ไม่สร้างคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ (NNVA)	617 นาที	513 นาที	---
Process cycle efficiency (PCE)	ร้อยละ 32.85	ร้อยละ 75.32	⬆ ร้อยละ 42.47

จากงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าการนำเครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบการผลิตแบบลีน เข้ามาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตท่อเหล็กของสถานประกอบการกรณีศึกษา สามารถช่วยกำจัดความสูญเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยขั้นตอนดำเนินงานที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ สามารถนำไปปรับใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นภาคการเกษตรหรือธุรกิจการบริการ ตัวอย่างเช่น การลดระยะเวลารอคอยของผู้ป่วยในโรงพยาบาล [29-30] หรือลูกค้าร้านอาหาร [31] การลดการสูญเสียของผลผลิตทางการเกษตรในระหว่างการจัดเก็บและขนส่ง การลดเวลาและความผิดพลาดในการค้นหาหรือการตรวจนับสินค้าคงคลังของผู้ให้บริการด้านคลังสินค้าหรือธุรกิจใด ๆ ที่มีคลังสินค้า เป็นต้น ทั้งนี้ แนวทางการปรับปรุงที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับสาเหตุต้นตอที่แท้จริงของแต่ละความสูญเสียที่พบ รวมถึงความพร้อมของสถานประกอบการในกรณีที่ต้องมีการลงทุนด้านเครื่องมือ เครื่องจักร หรือเทคโนโลยีต่าง ๆ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบุคลากร บริษัท ทรัพย์เจริญรุ่งเรืองสตีล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลและความร่วมมือตลอดกระบวนการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

1. Mahattanalai, T., 2019, Industry Outlook 2019-2021: Steel Industry, Krungsri Research [Online], Available: https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Construction-Construction-Materials/Steel/IO. (In Thai)

2. Lakkhanaadisorn, W., 2009, Profitable Lean Manufacturing, Technology Promotion Association (Thailand-Japan), TPA Press. (In Thai)

3. Sitthichokesakulchai, P., 2010, “Lean Manufacturing to Lean Accounting,” *University of the Thai Chamber of Commerce Journal*, 30 (2), pp. 84-98. (In Thai)

4. Dechampai, N. and Sethanan, K., 2014, “Productivity Improvement in a Lingerie Process by Lean Manufacturing System,” *MBA-KKU Journal*, 7 (2), pp. 13-27. (In Thai)

5. Bhamu, J. and Singh Sangwan, K., 2014, "Lean Manufacturing: Literature Review and Research Issues," *International Journal of Operations & Production Management*, 34 (7), pp. 876-940.

6. Singh Sangwan, K., Bhamu, J. and Mehta, D., 2014, "Development of Lean Manufacturing Implementation Drivers for Indian Ceramic Industry," *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63 (5), pp. 569-587.

7. Singh, J. and Singh, H., 2020, "Application of Lean Manufacturing in Automotive Manufacturing Unit," *International Journal of Lean Six Sigma*, 11 (1), pp. 171-210.

8. Singh, B., Garg, S.K., Sharma, S.K. and Grewal, C., 2010, "Lean Implementation and its Benefits to Production Industry," *International Journal of Lean Six Sigma*, 1 (2), pp. 157-168.

9. Morales-Contreras, M.F., Suárez-Barraza, M.F. and Leporati, M., 2020, "Identifying Muda in a Fast-Food Service Process in Spain," *International Journal of Quality and Service Sciences*, 12 (2), pp. 201-226.

10. Abideen, A.Z. and Mohamad, F.B., 2020, "Supply Chain Lead Time Reduction in a Pharmaceutical Production Warehouse – A Case Study," *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 14 (1), pp. 61-88.

11. Abideen, A. and Mohamad, F.B., 2021, "Improving the Performance of a Malaysian Pharmaceutical Warehouse Supply Chain by Integrating Value Stream Mapping and Discrete Event Simulation," *Journal of Modelling in Management*, 16 (1), pp. 70-102.

12. Carmignani, G., 2017, "Scrap Value Stream Mapping (S-VSM): A New Approach To Improve The Supply Scrap Management Process," *International Journal of Production Research*, 55 (12), pp. 3559-3576.

13. Boonsthonsatit, K. and Jungthawan, S., 2015 "Lean Supply Chain Management-Based Value Stream Mapping in a Case of Thailand Automotive Industry," *Proceedings of the 4th International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT), Valenciennes*, France, pp. 65-69.

14. Singh, H. and Singh, A., 2013, "Application of Lean Manufacturing Using Value Stream Mapping in an Auto-Parts Manufacturing Unit," *Journal of Advances in Management Research*, 10 (1), pp. 72-84.

15. Reda, H. and Dvivedi, A., 2022, "Application of Value Stream Mapping (VSM) in Low-Level Technology Organizations: A Case Study," *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71 (6), pp. 2393-2409.

16. Alowad, A., Samaranayake, P., Ahsan, K., Alidrisi, H. and Karim, A., 2020, "Enhancing Patient Flow in Emergency Department (ED) Using Lean Strategies–an Integrated Voice of Customer and Voice of Process Perspective," *Business Process Management Journal*, 27 (1), pp. 75-105.

17. Behnam, D., Ayough, A. and Mirghaderi, S.H., 2018, "Value Stream Mapping Approach and Analytical Network Process to Identify and Prioritize Production System's Mudas (Case Study: Natural Fibre Clothing Manufacturing Company)," *Journal of the Textile Institute*, 109 (1), pp. 64-72.

18. Jantana, W. and Sapsanguanboon, S., 2020, "Productivity Improvement in Ceramic Production Process: A Case Study of Factory in Samut Prakan Province," *Songklanakarin Journal of Management Sciences*, 37 (2), pp. 58-83. (In Thai)

19. Ongkunaruk, P. and Wongsatit, W., 2014, "An ECRS-based Line Balancing Concept: A Case Study of a Frozen Chicken Producer," *Business Process Management Journal*, 20 (5), pp. 678-692.

20. Pinchaimoon, A. and Lueachai, S., 2020, "Kaizen Concept for Improvement Work Method in Rice Cracker Process," *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 6 (1), pp. 1-7. (In Thai)

21. Singh, J. and Singh, H., 2020, "Application of Lean Manufacturing in Automotive Manufacturing Unit," *International Journal of Lean Six Sigma*, 11 (1), pp. 171-210.

22. Matt, D., 2014, "Adaptation of the Value Stream Mapping Approach to the Design of Lean Engineer-to-Order Production Systems," *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25 (3), pp. 334-350.

23. Chowdary, B.V. and George, D., 2012, "Improvement of Manufacturing Operations at A Pharmaceutical Company: A Lean Manufacturing Approach," *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23 (1), pp. 56-75.

24. Serrat, O., 2017, "The Five Whys Technique." pp.307-310, in *Knowledge Solutions*, Springer, Singapore.

25. Narasimhan, K., 2007, "Lean Six Sigma Statistics: Calculating Process Efficiencies in Transactional Projects," *The TQM Magazine*, 19 (6), pp. 626-627.

26. Seth, D. and Gupta, V., 2005, "Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reduction: An Indian Case Study," *Production Planning and Control*, 16 (1), pp. 44-59.

27. Grosfeld-Nir, A., Ronen, B. and Kozlovsky, N., 2007, "The Pareto Managerial Principle: When Does It Apply?," *International Journal of Production*

Research, 45 (10), pp. 2317-2325.

28. Cervone, H.F., 2009, "Applied Digital Library Project Management: Using Pareto Analysis to Determine Task Importance Rankings," *OCLC Systems and Services: International Digital Library Perspectives*, 25 (2), pp. 76-81.

29. Smith, I., Hicks, C. and McGovern, T., 2020, "Adapting Lean Methods to Facilitate Stakeholder Engagement and Co-design in Healthcare," *BMJ*, 368, m35.

30. Cheung, Y.Y., Goodman, E.M. and Osunkoya, T.O., 2016, "No More Waits and Delays: Streamlining Workflow to Decrease Patient Time of Stay for Image-guided Musculoskeletal Procedures," *RadioGraphics*, 36 (3), pp. 856-871.

31. Morales-Contreras, M.F., Suárez-Barraza, M.F. and Leporati, M., (2020), "Identifying Muda in a Fast Food Service Process in Spain," *International Journal of Quality and Service Sciences*, 12 (2), pp. 201-226.