

โครงการที่ 803/2562 (วศบ.อุตสาหกรรม)



การลดช่วงเวลานำส่งโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน
กรณีศึกษา บริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด

นางสาวมธุรดา	กันทาหลิ	รหัสนักศึกษา 590612081
นางสาวมัญชุพร	จันทพรรณ	รหัสนักศึกษา 590612083

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงการ	การลดช่วงเวลานำส่ง โดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน : กรณีศึกษา บริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด		
โดย	นางสาวมธุรดา กันทาหลี่	รหัสนักศึกษา	590612081
	นางสาวมัญชุพร จันทพรรณ	รหัสนักศึกษา	590612083
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วริษา วิสิทธิพานิช		
ปีการศึกษา	2562		

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้รับ
 โครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
 (ผศ.ดร.วริษา วิสิทธิพานิช)

..... กรรมการ
 (ผศ.ดร.วสวัชร นาคเขียว)

..... กรรมการ
 (อาจารย์ณรงค์ เพชรขารี)

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการวิจัยเรื่อง การลดช่วงเวลานำส่ง โดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน : กรณีศึกษา บริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด โครงการวิจัยฉบับนี้สามารถดำเนินการไปได้ดีอันเนื่องมาจากได้รับความอนุเคราะห์ การช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆ ฝ่าย ดังนี้

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.วริษา วิสทธิพานิช ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยนี้ ซึ่งเป็นผู้ที่ได้ให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัย ความรู้ เสนอแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ตลอดจนคอยให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการวิจัยนี้ จนทำให้การดำเนินงานวิจัยสำเร็จเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อันได้แก่ ผศ.ดร.วสวัชร นาคเขียว, อาจารย์ณรงค์ เพชรขารี, รศ.ดร.วิมลน เหล่าศิริถาวร ที่ได้ให้ความรู้จากการเรียนแก่ผู้ทำการวิจัย ตลอดจนบุคลากร เจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำเสนอแนวทาง ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการวิจัยด้วยดีตลอดมา

โครงการวิจัยนี้จะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีไม่ได้เลย หากไม่ได้รับการช่วยเหลือให้การสนับสนุนของบริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทกรณีศึกษาของโครงการวิจัยฉบับนี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไปศึกษาและเก็บข้อมูลของโรงงาน และขอขอบคุณฝ่ายวิศวกรของโรงงาน และพี่ๆ พนักงานทุกคนที่คอยช่วยเหลือ คอยให้คำปรึกษาและให้ความรู้ คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการวิจัยนี้จนประสบความสำเร็จ โดยผู้วิจัยหวังว่า โครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อโรงงานไม่มากนักน้อย

ขอขอบคุณ ปิตา มารดา ครอบครัว และนายชิตพล ลีชัยพรกุล ที่คอยให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำโครงการวิจัย และที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ให้การช่วยเหลือต่างๆ จนโครงการวิจัยเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง แต่ไม่อาจได้กล่าวนามทั้งหมดมา ณ ที่นี้ด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้อ่านและผู้สนใจเป็นอย่างดี หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำก็ขออภัยอย่างสูง และขอน้อมรับข้อเสนอแนะคำติชมอันเป็นประโยชน์ในทุกประการ

นางสาวมธุรดา กันทาหลี่

นางสาวมัชฌุพร จันทพรณ

หัวข้อโครงการ	การลดช่วงเวลานำส่ง โดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน : กรณีศึกษา บริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	
โดย	นางสาวมธุรดา กันทาหลี่	รหัสนักศึกษา 590612081
	นางสาวมัญชุพร จันทวรรณ	รหัสนักศึกษา 590612083
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วริษา วิสิทธิพานิช	
ปีการศึกษา	2562	

บทคัดย่อ

โครงการฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดช่วงเวลานำส่งสินค้าให้กับลูกค้าโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาคือ ผลิตภัณฑ์กำไลประเภท Offspring Bangle ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มียอดการสั่งผลิตที่สูงที่สุด ปัจจุบันยังคงมีปัญหาในเรื่องของการมีระยะเวลาการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าที่มีระยะเวลายาวนาน โดยการศึกษาและประเมินความสูญเสียของกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping หรือ VSM) เพื่อทำการใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ตั้งแต่กระบวนการรับใบสั่งผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle จนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า

โครงการวิจัยนี้ แก้ไขปัญหากระบวนการอบเข้าปูน กระบวนการเชื่อม กระบวนการแต่งขัด และกระบวนการชุบเงิน ด้วยหลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) ผลจากการปรับปรุงสามารถลดระยะเวลาในกระบวนการผสมปูนและอบเข้าปูน จากเดิม 1,050 นาที เหลือ 1,022.89 นาที ต่อการผลิตออกมาได้ 3 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 2.58 ลดระยะเวลาในกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด จากเดิม 735.61 นาที เหลือ 632.92 นาที ต่อการผลิตออกมาได้ 3 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 13.96 ลดระยะเวลาในกระบวนการชุบเงิน จากเดิม 45 นาที เหลือ 15 นาที ต่อการผลิตออกมาได้ 3 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 66.67 ส่วนกระบวนการอบสุญญากาศ ได้ประยุกต์ใช้หลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถสรุปได้ว่าระดับที่เหมาะสมที่ส่งผลกระทบต่อความชื้นที่เหมาะสมซึ่งผ่านเกณฑ์การตรวจสอบของแผนกตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน Offspring Bangle คือ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการใช้ตู้อบสุญญากาศ 1 ชั่วโมง สามารถลดระยะเวลาในการใช้ตู้อบสุญญากาศจากเดิม 3 ชั่วโมง เหลือเพียง 1 ชั่วโมง และจากเดิมมีระยะเวลาการส่งมอบสินค้าอยู่ที่ 5 วัน หลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีนเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งหมดนั้น ระยะเวลาการส่งมอบสินค้า เหลืออยู่ที่ 4 วัน 3 ชั่วโมง 20.4 นาที

Project Title	Reducing Lead Times Using Lean Production System A Case study of George Jensen (Thailand) Company Limited		
Name	Mathurada	Kanthalee	code 590612081
	Manchuporn	Jantaphan	code 590612083
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University		
Project Advisor	Assistant Professor Warisa Wisittipanich, D.Eng.		
Academic Year	2019		

ABSTRACT

This research aimed to reduce delivery time by using a Lean Production System. In which the product studied Offspring Bangle Bracelets that have the highest production ordered. Currently, having a problem with taking a long delivery period for customers. Studying and evaluating production process losses by using Value Stream Mapping (VSM) techniques to apply ECRS principles. To improve the production process from the process of accepting production orders for Offspring Bangle products to packing products before delivering to the customers.

Therefore, this research project is solving the problem of the Oven process, Soldering process, Polishing process and Plating process by applied ECRS principles. Thus, the study shows that the improvement can reduce the time of the mixing process and the oven process from 1,050 minutes to 1,022.89 minutes per production, resulting in 3 pieces representing 2.58% percent, along with reducing the time of the soldering process and the polishing process from 735.61 minutes to 652.92 minutes per production, resulting in 3 pieces representing 11.24% percent, as well as to reduce the time of the plating process from 45 minutes to 15 minutes per production, resulting in 3 pieces representing 66.67% percent. For the Oven vacuum process applied the principles of design of Experiments to solve problems that occurred. It can be concluded that the optimum level that affects the right humidity which passed the

inspection criteria of the quality inspection department of the Offspring Bangle Bracelets, temperature 200 degrees Celsius. The duration of the vacuum oven 1 hour can reduce the time in using the vacuum oven from 3 hours to only 1 hour and the delivery after the production process improvement by using lean production system to apply in solving all those problems the product delivery period is 4 days 3 hours 20.4 minutes from 5 days.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM)	4
2.2 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE)	11
2.3 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)	14
2.4 แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)	19
2.5 หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS)	21
2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการทำวิจัย	
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตและเก็บข้อมูลตั้งแต่การรับใบสั่งผลิตจากลูกค้า จนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า	26
3.2 วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping หรือ VSM)	26
3.3 ประเมินสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต โดยใช้แผนผังสาเหตุและผล	27
3.4 เสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน และหลักการอีซีอาร์เอส (ECRS)	27
3.5 ดำเนินการปรับปรุงการผลิตตามแนวทางที่เสนอ	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 สรุปผลและจัดทำรายงาน	28
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ศึกษากระบวนการผลิตและเก็บข้อมูลตั้งแต่การรับใบสั่งผลิตจากลูกค้า จนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า	29
4.2 วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping หรือ VSM)	46
4.3 ประเมินสาเหตุของปัญหา	61
4.4 เสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน และหลักการอีซีอาร์เอส (ECRS)	64
4.5 ดำเนินการปรับปรุงการผลิต การทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลก่อน และหลังการ ดำเนินงาน	66
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
5.1 อภิปรายผลการทดลอง	91
5.2 สรุปผลการดำเนินงาน	92
5.3 ข้อเสนอแนะในการทำโครงการ	93
บรรณานุกรม	95
ประวัติผู้เขียน	97

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า	7
2.2 ความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ	17
2.3 ตารางแผนภูมิการไหลของกระบวนการ	18
2.4 หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) โดยการตั้งคำถาม	23
4.1 แสดงเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนการผลิต	45
4.2 สรุปลังแสดงสายธารแห่งคุณค่า	48
4.3 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ของกระบวนการผสมปูน และกระบวนการอบเบ้าปูน ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน	49
4.4 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ของกระบวนการเชื่อม และแต่งขัดผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน	51
4.5 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ของกระบวนการชุบเงิน ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน	55
4.6 ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอบเบ้าปูน	57
4.7 ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อม	58
4.8 ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการแต่ง-ขัด	59
4.9 ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการชุบเงิน	60
4.10 ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอบสุญญากาศ	61
4.11 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต	65
4.12 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ของกระบวนการผสมปูน และกระบวนการอบเบ้าปูน ผลของการทำงานหลังการปรับปรุง	68
4.13 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ของกระบวนการเชื่อม และแต่งขัดผลของการทำงานหลังการปรับปรุง	70
4.14 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ของกระบวนการชุบเงิน ผลของการทำงานหลังการปรับปรุง	74
4.15 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผสมปูนและอบเบ้าปูน	76
4.16 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด	77

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4.17 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการชุปเงิน	78
4.18 รายละเอียดของปัจจัยและระดับขอบเขตของปัจจัย	79
4.19 ตารางแสดงข้อมูล การออกแบบการทดลองแบบ General Full Factorial Design 2 ปัจจัย 3 ระดับ (32) ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง เป็นการทดลอง 45 ครั้ง	80
4.20 ตารางแสดงข้อมูลของปัจจัย	82
4.21 ตารางแสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน	83
4.22 ตารางแสดงการสรุปแบบจำลอง	83
4.23 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์	83
4.24 ระดับที่เหมาะสมของการทดลอง	89
4.25 ผลการทดลองยืนยันผลของระดับที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง	90
5.1 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลานำส่งสินค้าก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง	92
5.2 แสดงเวลาที่ใช้ในการผลิตที่สามารถลดลงได้ต่อปี	93

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1	ขั้นตอนการสร้างวิเคราะห์และประยุกต์ใช้งานแผนภูมิสายธารคุณค่า
2.2	ปัจจัยและพารามิเตอร์ของกระบวนการ
2.3	สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภูมิกระบวนการผลิต
2.4	โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล
2.5	การกำหนดปัจจัยต่างๆ บนผังก้างปลา
3.1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
4.1	ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle
4.2	ใบสั่งการผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle
4.3	ต้นแบบแม่พิมพ์ยาง Link ตัวใหญ่ของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle
4.4	ต้นแบบแม่พิมพ์ยาง Link ตัวเล็กของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle
4.5	ขั้นตอนการฉีดเทียน
4.6	ชิ้นงานเทียน
4.7	ชิ้นงานเทียน
4.8	ชิ้นงานเทียน
4.9	ขั้นตอนการตัดก้านชิ้นงาน
4.10	ขั้นตอนการแต่งชิ้นงานเทียน
4.11	ขั้นตอนการติดต้นเทียน
4.12	ขั้นตอนการชั่งน้ำหนักต้นเทียน
4.13	เครื่องผสมปูน
4.14	ขั้นตอนการพักเบ้าปูน
4.15	ขั้นตอนการอบเบ้าปูน
4.16	ภาพแสดงเครื่องหล่อ
4.17	ขั้นตอนการหลอมโลหะ
4.18	ขั้นตอนการหยิบเบ้าปูนไปพักทิ้งไว้
4.19	ขั้นตอนการพักเบ้าปูน

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.20 ขั้นตอนการฉีดยา	38
4.21 ขั้นตอนการตัดก้านชิ้นงาน	39
4.22 ขั้นตอนการร่อนชิ้นงาน	39
4.23 ชิ้นงานที่ผ่านการร่อนเงาเรียบร้อยแล้ว	39
4.24 ขั้นตอนการประกบเชื่อม	40
4.25 ขั้นตอนการประกบเชื่อม	40
4.26 ขั้นตอนการประกบเชื่อม Link ตัวเล็ก	40
4.27 ขั้นตอนการประกอบเชื่อม Link ตัวเล็ก	41
4.28 ชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว	41
4.29 ขั้นตอนการแช่กรด	41
4.30 การขัดมือ (Hand Finishing)	42
4.31 การขัดด้วยเครื่อง (Mass Finishing)	42
4.32 ชิ้นงานที่ผ่านการแต่งขัดเรียบร้อยแล้ว	42
4.33 การล้างทำความสะอาดชิ้นแรก	43
4.34 การล้างทำความสะอาดผิวชิ้นสุดท้าย	43
4.35 แสดงการชุบเงิน	44
4.36 การจัดชิ้นงานใส่ในถาดเครื่องอบสุญญากาศ	44
4.37 การอบสุญญากาศ	45
4.38 การแสดงรายละเอียดในแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping หรือ VSM) ในปัจจุบัน	47
4.39 แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการอบเข้าปูน	62
4.40 แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการเชื่อม	62
4.41 แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการแต่งขัด	63
4.42 แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการชุบเงิน	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4.43	แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการอบสุญญากาศ	64
4.44	แสดงการจัดเรียงกระบอกลั่นเทียนบนรถเข็นและการจัดเรียงเบ้าปูนในเตาอบเบ้าปูน	67
4.45	ปัจจัยและพารามิเตอร์ของกระบวนการอบสุญญากาศ	79
4.46	แผนภูมิพาเรโตที่แสดงปัจจัยที่มีนัยสำคัญที่ 0.05	85
4.47	แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง	85
4.48	ภาพแสดงการวิเคราะห์ส่วนค้ำของผลตอบการทดลอง	86
4.49	Main Effect Plot For Response	87
4.50	Interaction Plot For Response	88
4.51	Optimization Plot	90
4.52	Response Optimization	90

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ

ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมต่างๆ มีการแข่งขันที่สูงขึ้นทั้งในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และขนาดย่อม เนื่องจากผลกระทบจากสถานะเศรษฐกิจที่ตกต่ำ โดยเฉพาะทางด้านธุรกิจเครื่องประดับ ทำให้ผู้ผลิตสินค้าจะต้องตระหนักถึงความต้องการของลูกค้าเป็นสำคัญ ผู้ผลิตสินค้าทุกองค์กรจึงจำเป็นต้องปรับปรุงองค์กรธุรกิจของตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าว่าสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้สูงสุด ดังนั้นผู้ผลิตสินค้าจึงต้องอาศัยขีดความสามารถขององค์กรอย่างเต็มที่ สิ่งที่ยังคงธุรกิจมุ่งเน้นพัฒนาเป็นอันดับแรกคือ การลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อกระบวนการผลิต ทำให้ศักยภาพในการแข่งขันด้านการตลาดในปัจจุบันขององค์กรธุรกิจลดต่ำลง เพราะฉะนั้นในแต่ละองค์กรธุรกิจต้องมีการพัฒนาแนวคิดของระบบการผลิตที่มุ่งเน้นการจัดความสูญเปล่าต่างๆ ในกระบวนการทำงานเพื่อทำให้เกิดการไหลของงานอย่างต่อเนื่องและทำการปรับปรุงเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะทำให้สินค้าหรือบริการมีคุณภาพ มีการส่งมอบงานที่ตรงเวลาเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้เกิดความพึงพอใจอย่างสูงสุด และสามารถลดต้นทุนในการผลิตเพื่อประโยชน์สูงสุดขององค์กรธุรกิจ ซึ่งระบบที่กำลังมานี้ก็คือ ระบบการผลิตแบบลีน (Lean) ที่จะสามารถทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลง คุณภาพสินค้าดีขึ้นและมีความยืดหยุ่นของผู้จัดส่งสินค้าสูง ทำให้มีความพร้อมสำหรับการแข่งขันทางด้านธุรกิจเครื่องประดับได้มากยิ่งขึ้น

จากการเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตของบริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ประกอบธุรกิจอัญมณีและเครื่องประดับ ส่งออกทั้งในและต่างประเทศ ตามปณิธานของบริษัทคือ “ความแม่นยำ ความหลากหลาย คุณภาพดีเยี่ยม บริการประทับใจ วัฒนธรรมอันโดดเด่น” โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องประดับเงินร้อยละ 89 เครื่องประดับทองร้อยละ 5 เครื่องประดับเพชรและอื่นๆ อีกร้อยละ 6

ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตนั้นมีหลายประเภทและหลากหลายรูปแบบ ส่งผลให้กระบวนการการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดแตกต่างกันทั้งวิธีการและประเภทของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาคือ ผลิตภัณฑ์กำไลประเภท Offspring Bangle ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มียอดการสั่งผลิตสูงที่สุด ทำให้ทางบริษัทมีความต้องการที่จะผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง และมีระยะเวลาการส่งมอบสินค้าที่สามารถตอบสนองต่อความพึงพอใจของลูกค้าได้อย่างสูงสุด เพื่อที่จะสามารถรักษฐานลูกค้าเดิมไว้กับทางบริษัทไว้ให้ได้ ซึ่งปัจจุบันพบว่ายังคงมีปัญหาในเรื่องของการมีระยะเวลาการส่งมอบสินค้า (Lead Time) ให้กับลูกค้าที่ยาวนาน โดยบริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด มีระยะเวลาการส่งมอบสินค้าอยู่ที่ 5 วัน สาเหตุดังกล่าวมาจากการเกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต คือ การเคลื่อนไหวของพนักงานมากเกินไป การเคลื่อนย้ายและขนย้ายวัสดุในการผลิตมากเกินไป ความสูญเสียจากการรอคอยของวัสดุระหว่างกระบวนการ (Work In Process) และความสูญเสียจากการผลิตของเสียหรือการแก้ไขงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ทางบริษัทจึงต้องการหาแนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำและทางบริษัทจึงหาทางออกร่วมกันจนได้ข้อตกลงกันว่าจะทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการนำหลักการของลีน (Lean) เข้ามาประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตทั้งสายการผลิตในโรงงาน

ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) สอดคล้องกับแนวคิดการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time) หรือ JIT โดยมุ่งการผลิตตามความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว โดยได้ใช้เทคนิคด้านวิศวกรรมอุตสาหการเข้ามาช่วยโดยการนำเทคนิคการผลิตแบบลีน ใช้แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping (VSM)) ในการหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตและทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) หลักการจัดสมดุลสายการผลิตในการช่วยลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดสายธารกระบวนการผลิต ทั้งยังมุ่งปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานด้วยการสร้างการไหลของงานตลอดทั้งกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง การดำเนินงานดังกล่าวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับองค์กร สามารถลดต้นทุนที่เกิดจากกระบวนการผลิตลงได้และที่สำคัญสามารถลดระยะเวลาการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าลงได้อย่างมากและยังส่งมอบสินค้าได้ทันเวลาอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อลดช่วงเวลานำส่งสินค้าให้กับลูกค้าโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 สถานที่ศึกษา บริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด ที่ตั้ง 138 หมู่ที่ 1 ต.ต้นเปา อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50130

1.3.2 ศึกษาและประเมินความสูญเสียของกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping หรือ VSM) เพื่อการใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ตั้งแต่กระบวนการรับใบสั่งผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle จนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต ช่วยลดกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็น

1.4.2 ลดต้นทุนที่ใช้ในกระบวนการผลิต

1.4.3 ช่วยให้พนักงานสามารถทำงานได้ง่ายและเร็วขึ้น

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM)

แผนผังสายธารคุณค่า เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการเริ่มต้นวิเคราะห์กระบวนการ โดยทำให้เข้าใจภาพรวมของกระบวนการ (Overall Process) จากมุมมองลูกค้า โดยมุ่งแนวทางปรับปรุงการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งทำให้สามารถระบุกิจกรรมใดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นสำหรับการขจัดความสูญเปล่า ดังนั้น VSM จึงเป็นแนวทางที่ใช้จำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Added: NVA) คือ ความสูญเปล่าและเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นซึ่งควรกำจัด ตัวอย่างเช่น เวลารอคอยการกอง/สะสมผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตโดยไม่เชื่อมต่อเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไปในทันทีการทำงานหรือกิจกรรมเดียวกันซ้ำ ๆ

2. กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Necessary but Non-Value Added: NNVA) คือ ความสูญเปล่าแต่อาจจะเป็นต้องยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตตัวอย่างเช่น การเดินในระยะไกลเพื่อหยิบชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบ, การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์/เครื่องมือระหว่างการผลิตการกำจัดการทำงานเช่นนี้ จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานครั้งใหญ่ เช่น การวางผังโรงงานในกระบวนการผลิตใหม่ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในทันที

3. กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value Added: VA) คือ กิจกรรมที่มีคุณค่าในการดำเนินงานเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต ตั้งแต่ชิ้นวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตว่า ไม่ว่าจะใช้แรงงานหรือเครื่องจักรในการผลิต

แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่มุ่งศึกษาคุณค่าหรือความต้องการในมุมมองของลูกค้า (Focus on Customer Needs) ดังนั้นแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า จึงแสดงถึงภาพรวมการไหลของงานตลอดทั้งกระบวนการ (Holistic Approach) ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะทำให้สามารถระบุขอบเขตและกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการปรับปรุงที่มุ่งตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยมีการจำแนกระหว่างกิจกรรมที่เกิดคุณค่ากับกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าสำหรับมุมมองลูกค้าจะยินดีจ่ายเงินเพื่อได้รับในสิ่งที่เกิดคุณค่าโดยไม่สนใจต่อความสูญเปล่าหรือกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าใด ๆ เช่น ของเสียงานที่ต้องแก้ไขเป็นต้น หากสามารถจำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นกับกระบวนการได้ก็จะกำหนดแนวทางขจัดความสูญเปล่าเหล่านี้ได้ง่ายขึ้น แต่หากไม่สามารถจำแนกประเภทความสูญเปล่าทั้งหลายที่ซ่อนอยู่ในกระบวนการได้ความสูญเปล่าเหล่านั้นก็จะยังคงส่งผลต่อต้นทุนที่สูงขึ้นรวมถึงเวลาที่สูงขึ้นอีกด้วย

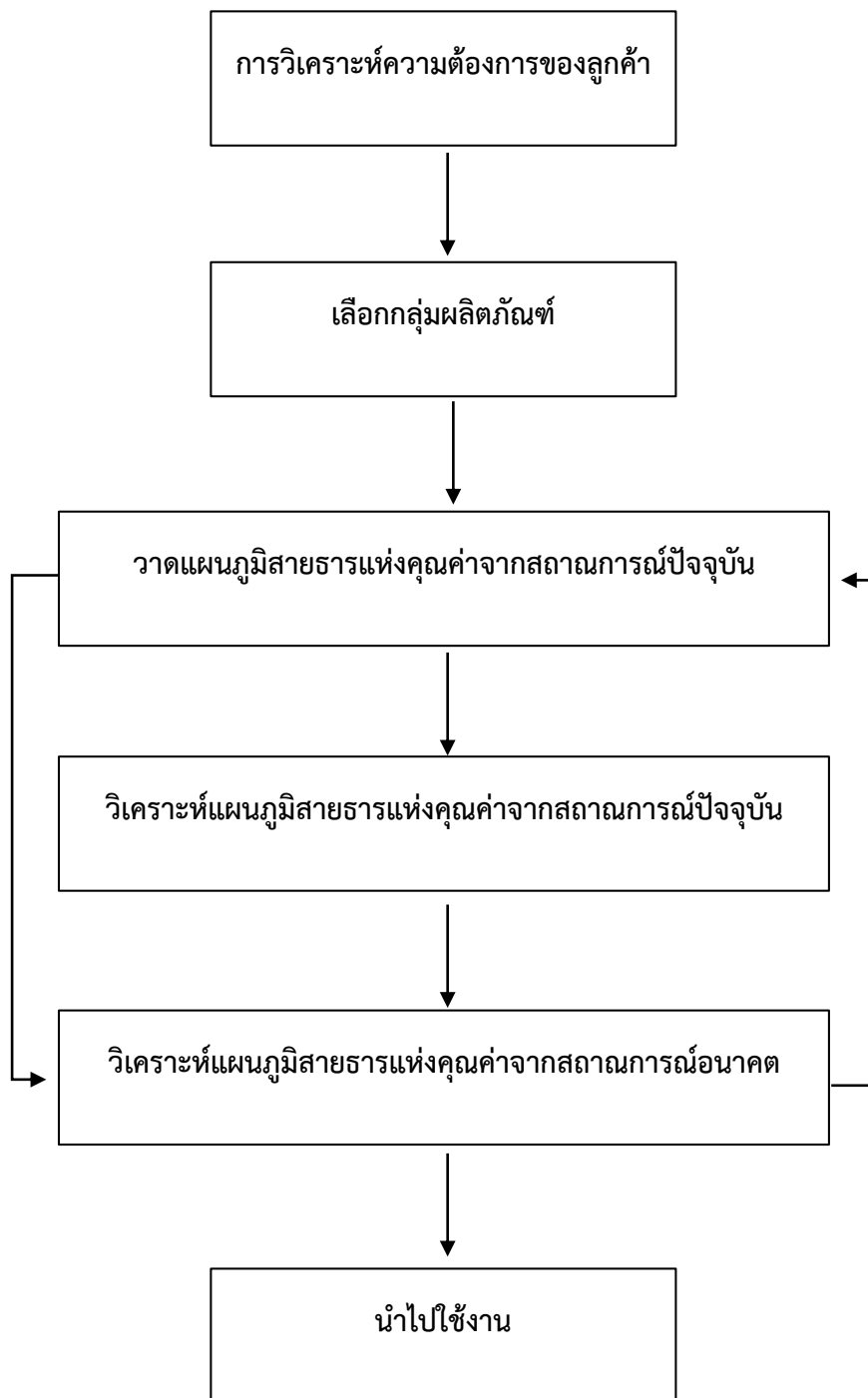
ด้วยเหตุนี้สายธารแห่งคุณค่าจึงมีบทบาทต่อการจำแนกความสูญเปล่าเพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงสู่สถานะอนาคตที่คาดหวังได้อย่างสมบูรณ์ตามแนวคิดลีน (โกศล ดีศีลธรรม, 2548) โดยทั่วไปการจัดทำแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าแบ่งได้เป็น 3 ช่วง ดังนี้

1. การร่างแผนภูมิจากสภาพปัจจุบัน: เพื่อแสดงความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากสภาพการดำเนินงานปัจจุบันและกำหนดแนวทางความเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้องกับคุณค่าในมุมมองของลูกค้า ซึ่งผลลัพธ์ในช่วงนี้จะแสดงด้วยกิจกรรมปรับปรุงกระบวนการ

2. การจัดทำแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าในอนาคต: โดยแสดงสภาพความเปลี่ยนแปลงหลังจากดำเนินการปรับปรุงด้วยการขจัดความสูญเปล่าที่ระบุไว้

3. พัฒนาแผนปฏิบัติการด้วยการใช้ข้อมูลที่ระบุในช่วงที่ 2: เพื่อจัดทำแผนสำหรับให้ทีมงานสามารถดำเนินการและติดตามประเมินผล โดยแสดงรายละเอียดต่าง ๆ เช่น รายการกิจกรรมระยะเวลาดำเนินการของแต่ละกิจกรรมและกำหนดว่าใครคือผู้รับผิดชอบ

ขั้นตอนการสร้างวิเคราะห์และประยุกต์ใช้แผนภูมิสายธารคุณค่าดังที่กล่าวมานั้นสามารถแสดงได้ดังภาพ 2.1 ทั้งนี้ได้แสดงตัวอย่างไอคอนที่ใช้ในการเขียนแผนภาพสายธารคุณค่าแสดงดังตาราง 2.1 ดังนี้

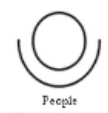


ภาพ 2.1 ขั้นตอนการสร้างวิเคราะห์และประยุกต์ใช้งานแผนภูมิสายธารคุณค่า

ตาราง 2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
	Manufacturing Process	- ใช้แสดงถึง ขั้นตอนหรือกระบวนการผลิตใดๆ ในสายการผลิตที่เกิดการไหลของวัสดุ
		- ใช้สัญลักษณ์นี้ 1 ภาพแทน 1 ขั้นตอนในการผลิต
	Factory	- ใช้แสดงแทน ผู้จัดส่งวัตถุดิบ โดยเขียนอยู่มุมบนด้านซ้ายของแผนผัง ผู้จัดส่งวัตถุดิบจะเป็นจุดเริ่มต้น การไหลของวัสดุ
		- ใช้แสดงแทน ลูกค้า โดยเขียนอยู่มุมบนด้านขวาของแผนผัง และลูกค้าจะเป็นที่สิ้นสุดการไหลวัสดุ
	Inventory	- ใช้แสดง จำนวนของวัสดุคงคลังที่ที่สะสมไว้ในตำแหน่งต่างๆ ของสายการผลิต
		- ใช้แสดงแทน สถานที่ ที่ได้มีการจัดเก็บวัสดุคงคลังทั้งในรูปของวัตถุดิบ งานระหว่างการผลิต และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป
	Electronic Info	- ใช้แสดง การไหลของข้อมูลที่สื่อสารกันด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น Internet, Electronic Data Interchange (EDI) Network (LAN) หรือ Wide Area Network (WAN) จะมีการระบุความถี่ของการไหล ชนิดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งาน และชนิดของข้อมูลที่ทำให้การแลกเปลี่ยนกำกับไว้
	Push	- ใช้แสดงการไหลแบบผลักของงานระหว่างการผลิต จากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง

ตาราง 2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
	Shipment	- ใช้แสดงถึง การไหลของวัสดุในรูปวัตถุดิบที่รับจาก ผู้จัดส่งเข้ามาสู่แผนกรับวัตถุดิบ - ใช้แสดง การไหลของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากแผนกขนส่งไปสู่ลูกค้า
	Timeline Total	- ใช้แสดงรอบเวลาทั้งหมดของกระบวนการผลิต - ใช้แสดงช่วงเวลานำส่งรวมของกระบวนการผลิต
	Timeline Segment	- ใช้แสดงรอบเวลาในการทำงานของแต่ละกระบวนการผลิต - ใช้แสดงช่วงเวลานำส่งของแต่ละกระบวนการผลิต
	Data Box	- ใช้แสดงถึงข้อมูลต่างๆ ที่ได้ทำการบันทึกไว้ เช่น 1. รอบเวลาการผลิต (Cycle Time; C/T) 2. เวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Change Over time; C/O) 3. เวลาปฏิบัติงานทั้งหมด (Total Available Time)
	External Shipment	- ใช้แสดงถึง การเคลื่อนย้าย การขนส่งทั้งภายในและภายนอกบริษัท - ใช้แสดง ข้อมูลด้านความถี่ในการขนย้าย
	Manual Info	- ใช้แสดง การไหลของข้อมูลแบบเอกสาร หรือรายงานทั่วไปและต้องมีการระบุความถี่ในการไหลของข้อมูล
	Operator	- ใช้แสดงแทน ผู้ปฏิบัติงานหรือพนักงาน โดยจะเขียนไว้ใน Manufacturing Process - จะมีการระบุจำนวนผู้ปฏิบัติงานกำกับไว้ในขั้นตอนการผลิตนั้น ๆ

ขั้นตอนการจัดทำแผนผังสายธารคุณค่า

ขั้นตอนที่ 1 ความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement) คือ การเข้าใจถึงความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง แล้วตอบสนองความต้องการนั้นได้อย่างถูกต้องจนทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจ

ขั้นตอนที่ 2 กลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family) คือ การเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีขั้นตอนผลิตที่เหมือนกัน

ขั้นตอนที่ 3 เขียนแผนภาพสถานการณ์ปัจจุบัน (Current State Drawing) คือ การวาดแผนภาพกระบวนการผลิตที่แสดงทั้งการไหลของวัตถุดิบและการไหลของข้อมูล เพื่อให้มองเห็นถึงความสูญเสียเปล่าต่าง ๆ ที่ซ่อนอยู่และหาทางกำจัดออกไป ซึ่งจะแบ่งเป็นการวาดแผนภาพภายนอก (External Mapping) และการวาดแผนภาพภายใน (Internal Mapping)

ก) การวาดแผนภาพภายนอก เป็นการวาดแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์กรกับผู้จัดส่งและกับลูกค้า โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) วาดภาพสัญลักษณ์แทนโรงงาน (Factory) และกล่องใส่ข้อมูล (Data Box) ลงในมุมบนขวาของแผนภาพแทนการแสดงถึงลูกค้า (Customer) แล้วกรอกข้อมูลลงในกล่องใส่ข้อมูล เช่น จำนวนที่ต้องการต่อวัน ความถี่ของการจัดส่ง จำนวนที่ขนส่งแต่ละครั้ง หรือข้อมูลรายละเอียดอื่นๆ

2) วาดภาพสัญลักษณ์แทนโรงงาน และกล่องใส่ข้อมูลลงในมุมบนซ้ายของแผนภาพแทนการแสดงถึงผู้จัดส่งวัตถุดิบ (Supplier) แล้วกรอกข้อมูลลงในกล่องใส่ข้อมูล

3) การเชื่อมระหว่างลูกค้ากับผู้จัดส่งวัตถุดิบ โดยใช้สัญลักษณ์การไหลของข้อมูล (Information Flow) คือ ลูกศรหยักๆ นอกจากนี้ยังสามารถกรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการไหลของข้อมูล เช่น ความถี่การไหลของข้อมูลลงในกล่องใส่รายละเอียดได้ลูกศร

ข) การวาดแผนภาพภายใน เป็นการวาดแผนภาพที่แสดงถึงกิจกรรมในกระบวนการผลิตทั้งหมด โดยการวาดต้องเริ่มที่กระบวนการหลังสุดย้อนกลับไปข้างหน้า คือ จากฝ่ายขนส่ง (Shipping) ย้อนกลับไปจนถึงการรับวัตถุดิบจากผู้จัดส่งวัตถุดิบ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1) เริ่มที่แผนกขนส่ง โดยใช้สัญลักษณ์รถบรรทุก (Truck) และบันทึกข้อมูลความถี่การจัดส่งไว้ภายใน

2) ย้อนกลับไปในกระบวนการผลิตตั้งแต่ขั้นตอนสุดท้ายจนเริ่มต้น โดยใช้สัญลักษณ์กระบวนการผลิต (Manufacturing Process) แทนการผลิตในแต่ละขั้นและมีกล่องใส่ข้อมูลอยู่ภายใต้ถ้าในระหว่างกระบวนการมีการเก็บรักษาของ ใช้สัญลักษณ์การคงคลังสินค้า (Inventory) แสดงไว้ในแผนภาพด้วย

3) กรอกข้อมูลลงในกล่องใส่ข้อมูลอย่างครบถ้วน

4) เติมสัญลักษณ์การไหลของวัตถุดิบจากกระบวนการหนึ่งไปอีกกระบวนการหนึ่งให้สมบูรณ์

5) วาดสัญลักษณ์ของบรรทุก (Truck) แสดงการขนส่งจากผู้จัดส่งวัตถุดิบมาที่กระบวนการผลิตขั้นแรก

6) เชื่อมระบบควบคุมการผลิต (Production Control System) เข้ากับกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการ

7) เขียนเส้นแสดงเวลา (Time Line) ลงใต้กระบวนการและที่มีการคงคลังทุกแห่งแล้วแสดงเวลานำ (Lead Time) และเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์แผนภาพ (Analysis Map) โดยใช้หลักการกำจัดความสูญเปล่าออกจากกระบวนการ เพื่อให้ได้กระบวนการผลิตใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งความสูญเปล่าที่อยู่ในกระบวนการผลิตและการไหลนั้น แผนภาพ VSM สามารถแสดงให้เห็นได้คือ

1) การผลิตมากเกินไป (Overproduction) แสดงโดยสัญลักษณ์การเก็บสินค้าคงคลังในกระบวนการผลิตขั้นสุดท้าย เมื่อเทียบกับจำนวนความต้องการของลูกค้าจะทำให้ทราบจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเกิน

2) ของคงคลัง (Inventory) แสดงโดยสัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมและมีเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา

3) การขนส่ง (Transportation) แสดงโดยรูปรถบรรทุก เกิดขึ้นในส่วนของพื้นที่เก็บรักษาของคงคลัง และในระหว่างกระบวนการผลิต

4) กระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing) สังเกตได้จากกระบวนการต่าง ๆ ในแผนภาพ เช่น พังโรงงานไม่เหมาะสมทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายไป-มา

5) ของเสีย (Defect หรือ Rework) สังเกตข้อมูลในกล่องข้อมูลหรือการมีของคงคลังเนื่องจากรอซ่อม

6) การรอคอยและการเคลื่อนที่ไม่จำเป็น (Waiting และ Motion) สังเกตจากเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการว่าใช้เวลามากจนผิดปกติหรือไม่

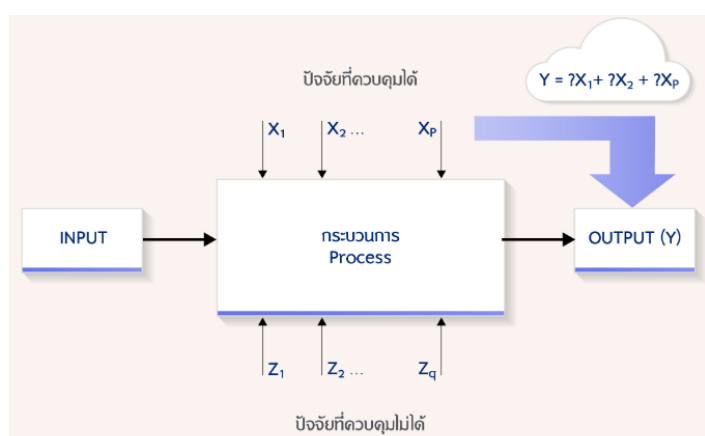
ขั้นตอนที่ 5 การเขียนแผนภาพสถานการณ์อนาคต (Future State Drawing) เป็นการวาดแผนภาพกระบวนการผลิตใหม่ที่ถูกรับปรุง โดยการกำจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ ออกไป ทำให้เวลานำลดลงจากเดิม 4.5 วัน เหลือเพียง 0.25 วัน

ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้งาน (Implementation) เมื่อสังเกตได้ว่าค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เช่น ค่าเวลานำ รอบเวลาการผลิต ที่ได้จากแผนภาพกระบวนการในสถานการณ์อนาคตมีค่าที่แสดงว่าประสิทธิภาพดีขึ้นจากกระบวนการเดิม ก็สามารถนำกระบวนการใหม่ไปใช้ใน

กระบวนการผลิตจริงได้ แต่ถ้าหากพบว่ายังสามารถกำจัดความสูญเปล่าในจุดใดได้อีก ก็สามารถทำให้แผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคตนั้นเปลี่ยนเป็นแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน แล้วดำเนินการซ้ำตามขั้นตอนที่ 4 ได้ต่อไป

2.2 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE)

การออกแบบการทดลองเป็นการออกแบบเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมโดยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ซึ่งอาศัยแบบจำลองหรือสมการทางคณิตศาสตร์มาอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สามารถศึกษาผลของหลายๆ ปัจจัยพร้อมกันในเวลาเดียวกันด้วยวิธีใช้จำนวนการทดลองน้อยกว่าการศึกษาทีละปัจจัยการออกแบบการทดลองจึงเป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพโดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับค่าของปัจจัย (Factors) อย่างมีจุดมุ่งหมายที่จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงของผลตอบ (Response) ที่เกิดขึ้นกระบวนการที่มีปัจจัยหรือผลตอบ (Response; X_1, X_2, X_3, X_4) ต่างๆ ที่ส่งผลต่อค่า Y ซึ่งเป็นคุณลักษณะด้านคุณภาพ (Quality Characteristic) ของกระบวนการในการออกแบบการทดลองเราต้องทำการทดลองอย่างเป็นระบบ เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของ Y และ X อื่นๆ โดยที่พยายามใช้ทรัพยากรในการทดลองให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดความสัมพันธ์เชิงสถิติที่ได้จะทำให้เรามีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเพื่อนำไปปรับปรุงกระบวนการต่อไป



ภาพ 2.2 ปัจจัยและพารามิเตอร์ของกระบวนการ

ที่มา : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2558

จากภาพ 2.2 สามารถอธิบายได้ว่ากระบวนการคือการรวมกันของวิธีการคนเครื่องจักร และทรัพยากรอื่นๆ เข้าด้วยกันเพื่อเปลี่ยนอินพุต (Input) ไปสู่เอาต์พุต (Output) ที่มีผลออกมาในรูปแบบหนึ่งหรือมากกว่าโดยที่ตัวแปรของกระบวนการบางตัว $x_1, x_2, \dots, x_p$ เป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ในขณะที่ตัวแปรอื่น z_1, z_2, z_p เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ตัวแปรในกระบวนการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือตัวแปรที่สามารถควบคุมได้หมายถึง สามารถกำหนดค่าของตัวแปรในการผลิตและตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้หมายถึงไม่สามารถกำหนดค่าของตัวแปรในการผลิตเนื่องจากไม่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมในการผลิตได้หรือต้นทุนที่ใช้ในการควบคุมสูง

การทดลอง (Experiment) คือการทดสอบหรือการทดลองเป็นชุด หรือไม่เป็นชุดก็ได้ หรือการทดลองหลายชุดต่อเนื่องกันขึ้นกับกลยุทธ์ในการออกแบบการทดลอง

การทดลองได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในเชิงวิศวกรรม

- การหาค่าที่ดีที่สุดของกระบวนการ
- การประเมินคุณสมบัติของตัววัสดุ
- การพัฒนาและการออกแบบผลิตภัณฑ์
- การพิจารณาถึงค่าความคลาดเคลื่อนของระบบและส่วนประกอบ

ข้อดีการทดลองเชิงวิศวกรรม

- สามารถลดเวลาในการออกแบบหรือพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์ใหม่หรือกระบวนการใหม่
- สามารถปรับปรุงคุณสมบัติหรือความสามารถที่มีอยู่ของกระบวนการได้
- สามารถปรับปรุงความน่าเชื่อถือและคุณสมบัติของตัวผลิตภัณฑ์ได้
- สามารถสร้างความทนทานของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการได้
- สามารถประเมินผลิตภัณฑ์ การเลือกการออกแบบการตั้งค่าของความทนทานเชิงระบบ

และส่วนประกอบได้

หลักการเบื้องต้นสำหรับการออกแบบการทดลอง

หลักการพื้นฐานที่สำคัญ 3 ประการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลอง และเป็นหลักการเพื่อช่วยให้ผลทดลองมีความถูกต้องเที่ยงตรง และแม่นยำมากขึ้น ประกอบด้วย

1. หลักการสุ่ม (Randomization)

- การจัดลำดับการทำการทดลองและการวัดผล
- หลักการสุ่มจะช่วยสมดุลและหักล้างกัน (Average out) ความผิดพลาดที่เกิดจากปัจจัย

รบกวนที่ไม่สามารถควบคุมได้

- หลักการสุ่มจะช่วยสนับสนุนให้สอดคล้องกับข้อกำหนดในการวิเคราะห์ทางสถิติ

2. หลักการทำซ้ำ (Replication)

- เป็นการทำการทดลองภายใต้เงื่อนไขการทดลองเดียวกันมากกว่า 1 ครั้ง เพื่อยืนยันและเพิ่มความถูกต้องของผลการทดลอง
- ช่วยประมาณค่าความผิดพลาด (Errors/Random Noises) ในการทดลองและค่าความแปรปรวนแสดงความผิดพลาดในการทดลอง
- การวัดซ้ำ (Repeated Measurement) ซึ่งหมายถึงการวัดผลมากกว่าหนึ่งครั้งจากการทำการทดลองครั้งเดียวกัน

3. หลักการบล็อกหรือควบคุม (Blocking)

- จะสอดคล้องกับปัจจัยรบกวน (Nuisance/Noise Factors) ซึ่งปัจจัยรบกวนนี้จะส่งผลต่อกระบวนการไม่มากนักน้อย โดยต้องควบคุมให้ระดับของปัจจัยรบกวนมีระดับคงที่ตลอดเวลาการทดลอง

- ช่วยลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดจากปัจจัยรบกวนนี้
- แนวทางเบื้องต้นสำหรับการออกแบบการทดลอง

1. กำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ในการทดลองให้ชัดเจน
2. เลือกผลตอบที่เหมาะสม
3. เลือกปัจจัย ระดับ และช่วงในการศึกษา
4. เลือกรูปแบบวิธีการออกแบบการทดลองที่เหมาะสม
5. ทำการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปและจัดทำข้อเสนอแนะ

2.2.1 การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล (Factorial Experiment)

การออกแบบการทดลองในกรณีที่มีการศึกษามากกว่า 2 ปัจจัย ทั้งยังสามารถศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยแต่ละปัจจัยภายในคราวเดียวกัน ได้นอกจากนี้ยังสามารถให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับอิทธิพลของการกระทำร่วมกัน (Interaction Effect) ระหว่างปัจจัยเหล่านี้ด้วย การทดลองแฟคทอเรียลนี้จะทำให้การออกแบบการทดลองมีประสิทธิภาพสูงกว่าลักษณะของการทำการทดลองหลายๆครั้งที่ละปัจจัยสามารถใช้ข้อมูลทั้งหมดในการประมาณอิทธิพลของปัจจัยทุกปัจจัย

2.2.2 การออกแบบเชิงแฟคทอเรียลแบบ 3 ระดับ

การออกแบบเชิงแฟคทอเรียล 3^k เป็นการออกแบบเชิงแฟคทอเรียลที่แต่ละปัจจัยประกอบด้วย 3 ระดับ และระดับทั้งสามของแต่ละปัจจัยจะมีค่าเป็นระดับสูง ระดับกลางและระดับต่ำ สัญญลักษณ์ที่ใช้แทนระดับทั้งสามเป็นตัวเลข -1, 0 และ 1 ตามลำดับ ในการออกแบบการทดลองแบบนี้จะมีระดับที่สามของปัจจัยเพิ่มเข้ามาในแบบการทดลอง ซึ่งจะทำให้สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบสนองที่สนใจ และปัจจัยที่สนใจในลักษณะที่เป็นสมการแบบควอดราติกได้ การออกแบบการทดลองแบบ 3^k จะเหมาะสมในกรณีที่ผู้ทดลองกำลังสนใจกับผลตอบสนองที่มีลักษณะเป็นส่วนโค้ง แต่การออกแบบนี้ไม่ได้เป็นการออกแบบที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์แบบพหุนามกำลังสอง

2.2.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองในการออกแบบการทดลอง

ผู้วิเคราะห์ต้องการทราบว่าปัจจัยใดบ้างส่งผลต่อผลตอบ (Response) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งประเมินได้จากเมื่อเปลี่ยนระดับของปัจจัยหรือทรีตเมนต์แล้วทำให้ผลตอบของการทดลองเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการวิเคราะห์จึงเป็นการเปรียบเทียบระหว่างแต่ละระดับของแต่ละปัจจัยหรือกล่าวได้ว่าเป็นการเปรียบเทียบผลตอบ เมื่อมีประชากรหรือข้อมูลศึกษามากกว่า 2 กลุ่ม ดังนั้นการวิเคราะห์ทำได้โดยการประยุกต์หลักการของการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) โดยสามารถวิเคราะห์สมการในการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะต้องประเมินผลรวมกำลังสอง (Sum of Square: SS) ของความผันแปรเป็นดัชนีบ่งชี้ความผันแปร

โดยความผันแปรรวม (Total Variation) ซึ่งประเมินจาก Sum of Square of Total (SST) จะประกอบด้วยความผันแปรจากปัจจัย ประเมินจาก Sum of Square of Treatment (SStr หรือ SSwithin) และความผันแปรความผิดพลาดของการทดลองหรือปัจจัยอื่นๆ ซึ่งไม่ได้ควบคุมประเมินจาก Sum of Square of Error (SSE หรือ SSbetween) หรือแสดงได้ด้วยความสัมพันธ์ดังสมการ

2.4

$$SST = SStr + SSE \quad (2.4)$$

2.3 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

ในการศึกษาเพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบการผลิตนั้น จำเป็นต้องศึกษาภาพรวมของระบบการผลิตก่อน แล้วจึงทำการศึกษาละเอียดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิต ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการอธิบายระบบการผลิตที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายโดยทั่วไป คือ

1. แผนภูมิขบวนการผลิต (Process Chart)

2. แผนผังการไหล (Flow Diagram)

2.3.1 แผนภูมิขบวนการผลิต (Process Chart)

แผนภูมิขบวนการผลิตเป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกกระบวนการผลิตหรือวิธีการทำงานให้อยู่ในลักษณะที่เห็นได้ชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย ในแผนภูมิจะแสดงถึงขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ โดยจะเขียนตั้งแต่วัตถุดิบเข้าสู่โรงงาน แล้วติดตามบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับวัตถุดิบนั้นเรื่อย ๆ ทุกขั้นตอน เช่น ถูกลำเลียงไปยังห้องเก็บ ถูกตรวจสอบ ถูกเปลี่ยนรูปร่างโดยเครื่องจักร จนกระทั่งเป็นชิ้นส่วนหรือประกอบเป็นผลิตภัณฑ์

การศึกษาอย่างละเอียดถี่ถ้วนของแผนภูมิ โดยอาจจะมีรูปภาพประกอบของทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิต ทำให้พบว่าการทำงานบางอย่างจะถูกจัดทิ้งไปได้ การทำงานบางอย่างสามารถรวมเข้าด้วยกันได้กับงานอื่น อาจใช้เครื่องจักรที่ประหยัดกว่าได้สามารถลดหรือจัดการลำช้าหรือการรอคอยที่เกิดขึ้นได้หรือรวมกับการปรับปรุงโดยวิธีอื่น ๆ สิ่งเหล่านี้ทำให้การผลิตมีต้นทุนที่ต่ำลง

แผนภูมิกระบวนการผลิตก็เหมือนกับแผนภูมิทั่ว ๆ ไปที่ใช้สัญลักษณ์แสดงถึงความหมายต่าง ๆ ซึ่งสามารถดัดแปลง เพื่อนำไปใช้กับงานที่เหมาะสมเป็นอย่างไร เช่น ใช้แสดงลำดับการทำงานของคนงาน ใช้แสดงขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อนำวัตถุดิบผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิต แผนภูมิสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ แผนภูมิแบบคนเป็นหลัก (Man Type) หรือแผนภูมิแบบวัสดุเป็นหลัก (Material Type)

การใช้สัญลักษณ์ในแผนภูมิถูกกำหนดโดยสมาคมวิศวกรเครื่องกลของอเมริกา (The American Society of Mechanical Engineers: ASME) โดยแบ่งกิจกรรมในวิธีการทำงานออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. การปฏิบัติงานหรือการทำงาน (Operation) หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้วัสดุเปลี่ยนแปลงอย่างจงใจ ไม่ว่าจะเป็นทางกายภาพหรือทางเคมี กิจกรรมที่แยกหรือประกอบ กิจกรรมที่จัดและเตรียมวัสดุสำหรับขั้นตอนในการผลิต รวมถึงการรับส่งข่าวสาร การคำนวณและการวางแผน

2. การขนส่งหรือการขนย้าย (Transportation) หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้วัสดุเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ยกเว้นการเคลื่อนย้ายขณะอยู่ในขั้นตอนการผลิตและยกเว้นกรณีที่เป็นการเคลื่อนย้ายโดยขนงานภายในสถานีนางระหว่างการตรวจสอบ

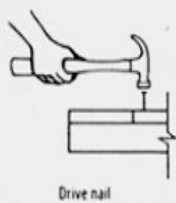
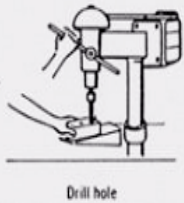
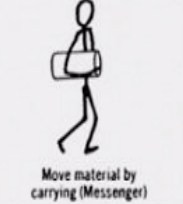
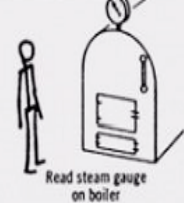
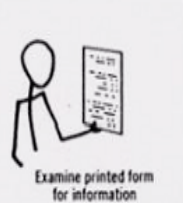
3. การตรวจสอบ (Inspection) หมายถึง กิจกรรมเกี่ยวกับการตรวจสอบ เปรียบเทียบ ชนิด คุณภาพ ปริมาณวัสดุ ขนาด คุณลักษณะ

4. การรอคอย (Delays) หมายถึง กิจกรรมที่มีการหยุดหรือพัก ก่อนที่จะมีการทำงานขั้นตอนถัดไป

5. การพัก (Storage) หมายถึง กิจกรรมที่วัสดุถูกเก็บ พักหรือถูกควบคุมเอาไว้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ถ้าหากต้องการ

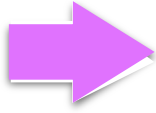
ในกรณีที่การกระทำสองอย่างเกิดในเวลาเดียวกันที่จุดเดียวกันสามารถรวมสัญลักษณ์เข้าด้วยกันได้ เช่น  กิจกรรมผสม (Multiple Operation) หรือการรวมกิจกรรม (Combined Activity) คือ จะมีกิจกรรมหลายๆ กิจกรรมรวมกัน ซึ่งจะใช้สัญลักษณ์วงกลมอยู่ภายในกรอบสี่เหลี่ยม วงกลม หมายถึง การดำเนินงาน และสี่เหลี่ยม หมายถึง การตรวจสอบไปพร้อม ๆ กัน ณ บริเวณหน่วยผลิตนั้น ๆ

ตัวอย่างของสัญลักษณ์แสดงได้ดังภาพ 2.3 และตารางแสดงความหมายดังตาราง 2.2 ดังนี้

OPERATION  A large circle indicates an operation, such as →	 Drive nail	 Drill hole	 Type letter
TRANSPORTATION  An arrow indicates a transportation, such as →	 Move material by truck	 Move material by hoist or elevator	 Move material by carrying (Messenger)
INSPECTION  A square indicates an inspection, such as →	 Examine material for quality or quantity	 Read steam gauge on boiler	 Examine printed form for information
DELAY  The letter D indicates a delay such as →	 Material in truck or on floor at bench waiting to be processed	 Employee waiting for elevator	 Papers waiting to be filed
STORAGE  A triangle indicates a storage such as →	 Bulk storage of raw material	 Finished product in warehouse	 Documents and records in storage vault

ภาพ 2.3 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภูมิกระบวนการผลิต

ตาราง 2.2 ความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	Operation การปฏิบัติการ	1. การเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีหรือฟิสิกส์ของวัตถุ
		2. การประกอบชิ้นส่วนหรือการถอดส่วนประกอบออก
		3. การเตรียมวัตถุเพื่องานขั้นตอนถัดไป
		4. การวางแผน การคำนวณ การให้คำสั่งหรือการรับคำสั่ง
	Inspection การตรวจสอบ	1. ตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ 2. ตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	Transportation การขนส่ง	1. การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง 2. คนงานกำลังเดิน
	Delay การรอคอย	1. การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน 2. การรอคอยเพื่องานในขั้นตอนถัดไปเริ่มต้น
	Storage การเก็บรักษา	1. การเก็บวัสดุไว้ในสถานที่ถาวรซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการเคลื่อนย้าย 2. เก็บชิ้นส่วนที่รอเป็นเวลานาน

- การเขียนแผนภูมิขบวนการผลิต: การเขียนแผนภูมิขบวนการผลิต แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

1. เลือกกิจกรรมการทำงานที่ต้องการศึกษา โดยกำหนดเจาะจงไปว่าต้องการศึกษาระบวนการของ คน วัสดุหรือชิ้นส่วน กำหนดวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ให้ชัดเจน
2. กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกระบวนการผลิตที่จะศึกษา โดยต้องครอบคลุมกิจกรรมทั้งหมดที่ต้องการศึกษา
3. เขียนแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยในแผนภูมิจะต้องประกอบด้วย หัวเรื่อง รายละเอียดและสรุป (Heading Description and Summary)
4. เริ่มวิเคราะห์จากจุดเริ่มต้นของการไหล บันทึกงานตามที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้สัญลักษณ์กำกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดทุกขั้นตอน พร้อมทั้งคำบรรยาย รายละเอียดทุกขั้นตอน และ คำบรรยายสั้น ๆ ถึงลักษณะงานที่เกิดขึ้น เก็บข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง แสดงผลของจำนวนกิจกรรมต่าง ๆ คือ จำนวนขั้นตอนการปฏิบัติงาน จำนวนขั้นตอนการขนส่ง จำนวนครั้งของความล่าช้า

จำนวนครั้งการตรวจสอบและจำนวนครั้งในการพักหรือการเก็บ รวมไปถึงระยะทางในการขนส่งไว้ในตารางสรุป

5. โยงเส้นระหว่างสัญลักษณ์จากบนลงล่าง

6. สรุปขั้นตอนการปฏิบัติงานลงในตาราง สรุปผล

ดังที่ได้กล่าวไปสามารถเขียนแผนภูมิกระบวนการผลิตได้ดังตาราง 2.3 ตารางแสดงแผนภูมิกระบวนการผลิต

ตาราง 2.3 ตารางแผนภูมิการไหลของกระบวนการ

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ				
แผนภูมิหมายเลข: __ แผนที __	สรุป			
ชื่อบริษัท: _____	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: _____	การปฏิบัติงาน(VA) ○			
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน/ปรับปรุง	การขนส่ง(NNVA) ➡			
ตำแหน่งที่ตั้ง: _____	การรอคอย(NVA) D			
ผู้บันทึก: _____	การตรวจสอบ(NVA) □			
วันที่ _____	การเก็บ(NVA) ▽			
อนุมัติโดย: _____	เวลา (นาที)			
รายการ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
รวม				

2.4 แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เรียกอีกชื่อหนึ่งคือ "ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดย ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

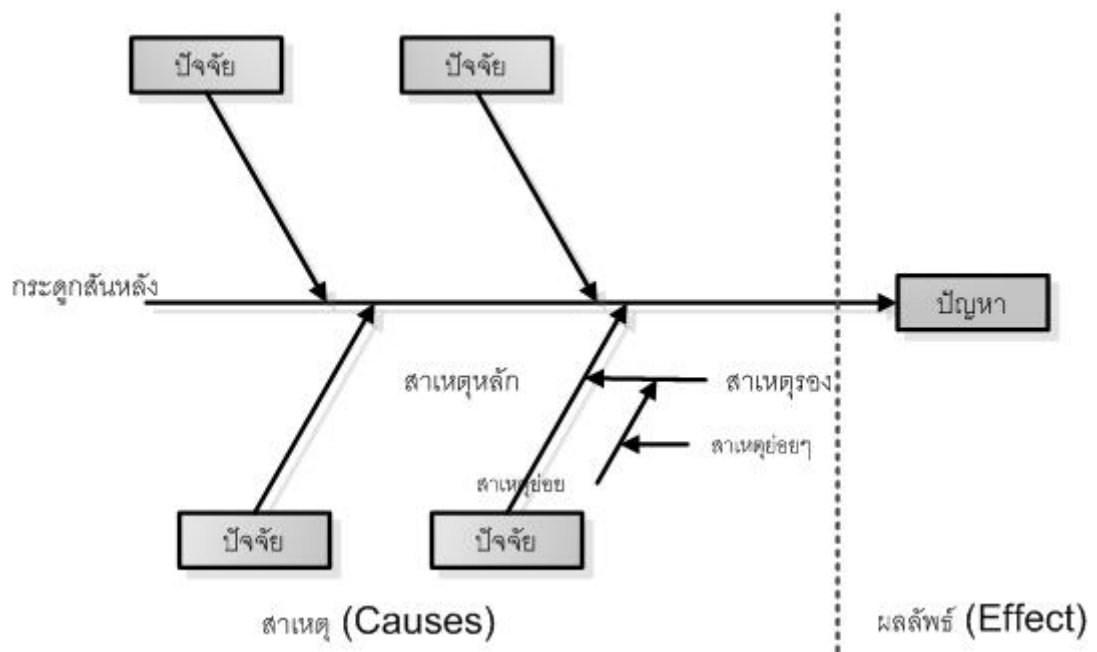
แผนผังสาเหตุและผลคือเป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา นิยามความหมายโดยสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS)

จะใช้แผนผังสาเหตุและผลเมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา, เมื่อต้องการทำการศึกษาทำความเข้าใจหรือทำความเข้าใจกับกระบวนการอื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น, เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกคนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

- วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา: สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

ตัวอย่างโครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผลเป็นดังภาพ 2.4



ภาพ 2.4 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล

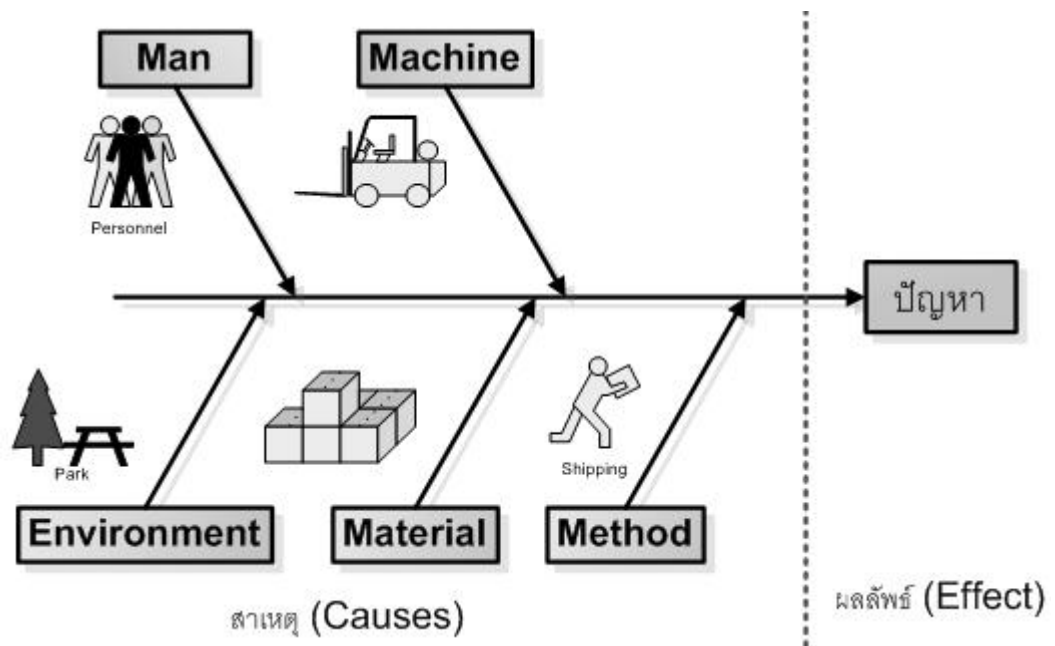
ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา
- ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น
 - ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
 - สาเหตุหลัก
 - สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหาจะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก

การกำหนดปัจจัยบนก้างปลาสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่กำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้แยกแยะและกำหนดสาเหตุต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพ 2.5 และ 4M 1E นี้มาจาก

M Man	คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
M Machine	เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
M Material	วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
M Method	กระบวนการทำงาน



ภาพ 2.5 การกำหนดปัจจัยต่างๆ บนผังก้างปลา

2.5 หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS)

หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) คือ หลักการที่ช่วยลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต โดยความสูญเปล่า หรือ มูดา (MUDA) ล้วนแต่มีความหมายเดียวกัน หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ซึ่งความสูญเปล่านั้นมีอยู่ 7 ประการด้วยกันคือ

1. การผลิตมากเกินไป (Overproduction)
2. การรอคอย (Waiting)
3. การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transporting)
4. การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ (Inappropriate Processing)
5. การเก็บสินค้าที่มากเกินไป (Unnecessary Inventory)
6. การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions)
7. ของเสีย (Defect)

ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่บริษัท ดังนั้นทุกบริษัทควรจะทำการลดความสูญเปล่าเหล่านี้นลง การลดความสูญเปล่านั้นนอกจากจะเป็นการปรับปรุงการผลิตและสามารถเพิ่มผลผลิตแล้วยังเป็นการลดต้นทุน

หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าหรือ MUDA ลงได้เป็นอย่างดี

ซึ่งอธิบายเป็นตัวอย่างได้ดังนี้ คือส่วนของงานโรงงาน คือส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตสินค้าของบริษัท การลดความสูญเปล่าในการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นและควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะหมายถึงต้นทุนของสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น หากสามารถลดความสูญเปล่าลงได้ก็จะส่งผลให้ประหยัดต้นทุนการผลิตลงด้วย ผลที่ตามมาคือมีความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งสูงขึ้น โดยแนวทางการลด MUDA ลงสามารถทำได้โดยใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) ดังนี้

การกำจัด (Eliminate) คือ การพิจารณาการทำงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่พบในการผลิตออกไป คือการผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และของเสีย

การรวมกัน (Combine) คือ การพิจารณากระบวนการทำงานที่สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ เพื่อที่จะสามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลง โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้นและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกัน การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

การจัดใหม่ (Rearrange) คือ การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้ลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือ การรอคอย เช่นในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น

การทำให้ง่าย (Simplify) คือ การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบจิ๊ก (jig) หรือ Fixture เข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

สามารถนำหลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) มาใช้โดยใช้การตั้งคำถามดังตาราง 2.4 ดังนี้

ตาราง 2.4 หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) โดยการตั้งคำถาม

สิ่งที่ต้องการหา	ตัวอย่างคำถาม	จุดประสงค์
วัตถุประสงค์ (What)	ทำอะไร : ทำไมต้องทำ	ขจัดส่วนที่ไม่จำเป็นออก (Eliminate)
สถานที่ (Where)	กำลังทำที่ไหน : ทำไมต้องทำที่นั่น	รวมเข้าด้วยกัน (Combine) หรือ จัดใหม่ (Rearrange)
ลำดับขั้น (When)	ทำเมื่อไร : ทำไมต้องเวลานั้น	
บุคคล (Who)	ใครคนทำ : ทำไมต้องคนนั้น	
วิธีการ (How)	ทำอย่างไร : ทำไมต้องทำอย่างนั้น	ทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

หากสามารถลดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่เกิดขึ้นได้ จะทำให้โรงงานมีประสิทธิภาพการผลิตที่ดีขึ้น ลดความยุ่งยากและความวุ่นวายในการผลิตลง ซึ่งจะส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตที่ลดลงอย่าง

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตได้มีโครงการวิจัยของ สุชาดา ทนไชย และอภิษฎา พบศิริ (2559) เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตถุงพลาสติกโดยใช้เทคนิคสีน โดยใช้เทคนิคสีนในการลดความสูญเสียดังกล่าว การลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุจุดที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในกระบวนการผลิตถุงพลาสติกและเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตของถุงพลาสติกสำเร็จรูปในหน่วยกิโลกรัมต่อวัน โดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่ามาใช้ในการวิเคราะห์หากิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในกระบวนการผลิต และใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) ในการปรับปรุงการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตถุงพลาสติก

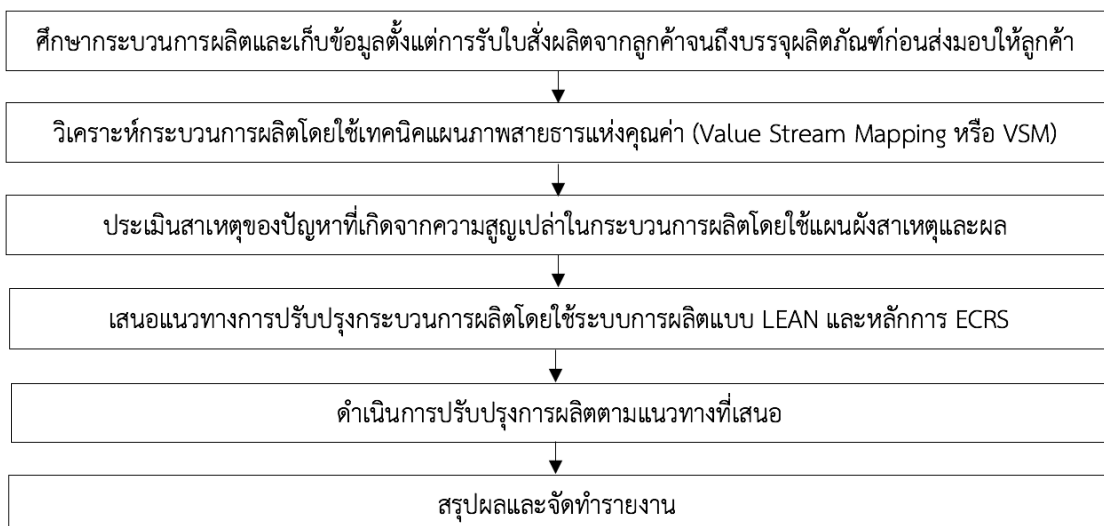
โครงการวิจัยของ วรุต สุจิตวงศ์ (2555) เรื่อง การปรับปรุงคุณค่าและกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ เออี 120 โดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน: กรณีศึกษา บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม โดยนำหลักการและวิธีการผลิตแบบลีนมาใช้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ปรับปรุงงานให้สร้างคุณค่า ลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตและเกิดการไหลของงานอย่างต่อเนื่องของผลิตภัณฑ์ AE-120 โดยการทำความเข้าใจระบบและปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อกระบวนการผลิตเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงให้ดีขึ้น ช่วยลดต้นทุนที่เกิดจากความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตและสามารถใช้พื้นที่สำหรับจัดเก็บสินค้าวัตถุดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาสภาพปัญหาของบริษัท อิมพีเรียลฟอลเทอรี จำกัด ซึ่งระบบการผลิตแบบเดิมเป็นระบบผลึก พบว่ากำลังการผลิตงานกันลึกลับกว้าง 30 ซม. ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัยศึกษา มีไม่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการของลูกค้า ดังนั้นเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตรวมถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยใช้สายธารคุณค่าในการวิเคราะห์กิจกรรมที่สูญเสียไป เพื่อช่วยในการวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพซึ่งได้แก่ อีซีอาร์เอส (ECRS), แผนภาพการทำงานของคนและเครื่องจักร และการสร้างสมดุลสายการผลิต รวมทั้งใช้การออกแบบการทดลองของทาคูชิ เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงที่เหมาะสมที่สุดซึ่งผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 24 เป็นร้อยละ 43 และทำให้สถานีนงานลดลงจาก 20 สถานี เหลือ 8 สถานีนงาน ยิ่งไปกว่านั้นยังทำให้จำนวนพนักงานในสายการผลิตลดลงจากสถานการณ์ปัจจุบันใช้พนักงานทั้งหมด 20 คน แต่จากการปรับปรุงสายการผลิตจะทำให้พนักงานลดลงไป 8 คน คิดเป็นต้นทุนแรงงานที่ประหยัดไปเท่ากับ 449,280 บาทต่อปี นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้ระบบคัมบัง เพื่อลดชิ้นงานคงเหลือระหว่างการผลิตและระยะเวลานำ ร่วมกับการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Arena ในการจำลองการทำงานของสายการผลิตจริง ผลจากการวิจัยพบว่าการประยุกต์ใช้ ระบบคัมบังในการผลิต ทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 64.38 ปริมาณชิ้นงานคงเหลือระหว่างการผลิตลดลงร้อยละ 32.14 และในสถานการณ์ก่อนปรับปรุงต้องใช้เวลานานในการผลิต 1 เดือน หรือ 24 วันทำงานการออกแบบระบบคัมบังสำหรับกระบวนการผลิตทำให้เวลานำในการผลิตเหลือเพียง 23 วันเท่านั้น หรือลดลงไปร้อยละ 45.83 (ชินวัตร ปรานมนตรี และ ฐากร โอภาสสุวรรณ, 2551)

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการทำวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ในการลดระยะเวลาการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าของบริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด โดยทางผู้จัดทำได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time) หรือ JIT โดยมุ่งการผลิตตามความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว โดยได้ใช้เทคนิคด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมเข้ามาช่วยโดยการนำเทคนิคการผลิตแบบลีน ใช้แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping (VSM)) ในการหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตและทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) หลักการจัดสมดุลสายการผลิตในการช่วยลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดสายธารกระบวนการผลิตในการดำเนินงานทางกลุ่มจะแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย 6 ขั้นตอน ดังภาพ 3.1



ภาพ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตและเก็บข้อมูลตั้งแต่การรับใบสั่งผลิตจากลูกค้าจนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า

3.1.1 ศึกษากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle

โดยทำการศึกษากระบวนการไหลโดยรวมของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตว่ากระบวนการผลิตใดส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าที่ยาวนานแล้วทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้นๆ ว่าสาเหตุที่เกิดขึ้นเกิดมาจากปัญหาใดเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป

3.1.2 เก็บข้อมูลการดำเนินการผลิตโดยการศึกษาเวลามาตรฐานแต่ละขั้นตอนการผลิต

โดยทำการศึกษาเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle เพื่อนำมาเป็นเวลามาตรฐานเพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

3.2 วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping หรือ VSM)

โดยแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการเริ่มต้นวิเคราะห์กระบวนการ โดยทำให้เข้าใจภาพรวมของกระบวนการ (Overall Process) จากมุมมองลูกค้า โดยมุ่งเน้นแนวทางการปรับปรุงการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งทำให้สามารถระบุกิจกรรมใดขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการขจัดความสูญเปล่า ดังนั้นแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าจึงเป็นแนวทางที่ใช้จำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non Value Added (NVA)) คือ ความสูญเปล่าและเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นซึ่งควรที่จะกำจัด

2) กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแต่จำเป็น (Non Value Added but Necessary (NNVA)) คือ ความสูญเปล่าแต่อาจจะเป็นต้องยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

3) กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value Added (VA)) คือ กิจกรรมที่มีคุณค่าในการดำเนินงานเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต ตั้งแต่ขั้นวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตว่า ไม่ว่าจะใช้แรงงานหรือเครื่องจักรในการผลิต

ดังนั้นเมื่อทำการศึกษากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle แล้วนั้น และเก็บข้อมูลตั้งแต่การรับใบสั่งผลิตจนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า เราจะพบความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่างๆ เราจะทำการวิเคราะห์หาปัญหาอะไรส่งผลให้มีระยะเวลาการทำงานที่นานมากจนเกินไป จึงได้ทำการระบุความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นนั้นเพื่อกำจัดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นให้น้อยลงมากที่สุดและลดระยะเวลาการทำงานให้น้อยลงอีกด้วย ซึ่งนำขั้นตอนต่างๆ ที่ทำการศึกษามาทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า เพื่อระบุความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นโดยวิเคราะห์หากิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าแต่จำเป็น และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า ด้วยเหตุนี้สายธารแห่งคุณค่าจึงมีบทบาทต่อการจำแนกความสูญเสียเปล่าเพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงสู่สถานะอนาคตที่คาดหวังได้อย่างสมบูรณ์ตามแนวคิดลีน

3.3 ประเมินสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตโดยใช้แผนผังสาเหตุและผล

โดยแผนผังสาเหตุและผล เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) ดังนั้นเราจึงนำแผนผังสาเหตุและผลมาทำการประเมินสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต เพื่อระบุถึงปัญหาที่เกิดจากความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตว่าปัญหานั้นเกิดมาจากสาเหตุใดเป็นหลัก

3.4 เสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีนและหลักการไอซีอาร์เอส (ECRS)

เมื่อเราได้สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วนั้น โดยในขั้นตอนนี้จะทำการเสนอแนวทางการแก้ไขตามสาเหตุที่ได้วิเคราะห์มาในขั้นตอนก่อนหน้า โดยทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน และแก้ปัญหาดังกล่าวโดยใช้วิธีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) คือการออกแบบการทดลอง ซึ่งอาศัยแบบจำลองหรือสมการทางคณิตศาสตร์มาอธิบาย และใช้หลักการไอซีอาร์เอส ในการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งหลักการไอซีอาร์เอส เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเสียเปล่าหรือมูดา (MUDA) ได้เป็นอย่างดี

3.5 ดำเนินการปรับปรุงการผลิตตามแนวทางที่เสนอ

เมื่อเราทำการเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น จะทำการดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เสนอไว้ก่อนหน้านี้

3.6 สรุปผลและจัดทำรายงาน

หลังจากที่ได้นำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหามาทำการปฏิบัติหรือดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้วและได้ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบันกับผลของการทำงานที่ทดลองปรับเปลี่ยนว่ามีประสิทธิภาพเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร จากนั้นทำการสรุปผลการดำเนินงานโดยเลือกรูปแบบการทำงานและการแก้ไขปรับปรุงที่ดีที่สุด และจัดทำรูปเล่มรายงาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การทำโครงการวิจัยนี้ เป็นการลดระยะเวลาการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตและเก็บข้อมูลศึกษาเวลามาตรฐานแต่ละขั้นตอนการผลิต แล้วนำมาวิเคราะห์ถึงปัญหาและวิธีการแก้ไข โดยมีการใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ คือ เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า หลักการไอซีอาร์เอส แผนผังสาเหตุและผล แผนภูมิแสดงการไหล และวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งมีผลการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษากระบวนการผลิตและเก็บข้อมูลตั้งแต่การรับใบสั่งผลิตจนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า

4.1.1 ศึกษากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle

กระบวนการผลิตภายในของบริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัดนั้น แบ่งสายการผลิตออกเป็น 2 ฝั่งคือ Pre Production และ Post Production ซึ่งผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle นั้นมีกระบวนการในสายการผลิต Pre Production ประกอบด้วยกระบวนการรับใบสั่งผลิต ฉีดเทียน แต่งเทียน ตัดต้นเทียน ผสมปูน อบเข้าปูน หล่อโลหะ ฉีดปูน ตัดก้านชิ้นงานและร่อนชิ้นงาน และในสายการผลิต Post Production ประกอบด้วยกระบวนการ เชื่อมชิ้นงาน แซ่กรด แต่งขัด ขุดเงิน อบสุญญากาศ ตรวจสอบชิ้นงานและการบรรจุภัณฑ์ โดยกระบวนการผลิตโดยรวมของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle แบ่งออกเป็น 16 ขั้นตอน

กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle แสดงดังภาพ 4.1



ภาพ 4.1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle

1) รับใบสั่งผลิตแต่ละขั้นตอน ซึ่งใบสั่งผลิตนั้นจะมีแผนภาพแผนเวลาในการผลิต โดยใบสั่งผลิตนั้นจะประกอบไปด้วยเวลามาตรฐานในการผลิตแต่ละขั้นตอน และประกอบไปด้วย ขั้นตอนการผลิต เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการผลิตแต่ละขั้นตอน ใบสั่งการผลิตแสดงดังภาพ 4.2

Job No.	No.	Description	Material	Time	Cost	Unit Cost	Total Cost
10013291	1	Preparation		0.00	0.00		
	2	Wax Injection		0.00	0.00		
	3	Wax Trimming		0.00	0.00		
	4	Core Attachment		0.00	0.00		
	5	Plaster Mixing		0.00	0.00		
	6	Baking in Plaster		0.00	0.00		
	7	Metal Casting		0.00	0.00		
	8	Plaster Injection		0.00	0.00		
	9	Stem Cutting and Sieving		0.00	0.00		
	10	Assembly		0.00	0.00		
	11	Sawing and Tightening		0.00	0.00		
	12	Finishing and Polishing		0.00	0.00		
	13	Silver Plating		0.00	0.00		
	14	Vacuum Baking		0.00	0.00		
	15	Inspection		0.00	0.00		
	16	Packaging		0.00	0.00		

ภาพ 4.2 ใบสั่งการผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle

2) กระบวนการฉีดเทียน โดยกระบวนการแรกตามใบสั่งการผลิต คือกระบวนการฉีดเทียน การขึ้นรูปชิ้นงานเทียนนั้น มีจุดประสงค์เพื่อให้ได้ชิ้นงานเทียนออกมาตามต้นแบบในแม่พิมพ์ยาง กระบวนการฉีดเทียนนี้จะทำการฉีดเทียนเหลวที่ให้ความร้อนเข้าไปภายในแม่พิมพ์ยาง เมื่อเทียนภายในแม่พิมพ์ยางแข็งตัว เราจะได้ชิ้นงานเทียนที่มีขนาดและลักษณะใกล้เคียงกับต้นแบบ และเตรียมขนย้ายไปแต่งเทียน ซึ่งแม่พิมพ์ยางนี้ทางโรงงานจะทำการผ่าแม่พิมพ์ยางตามงานต้นแบบ

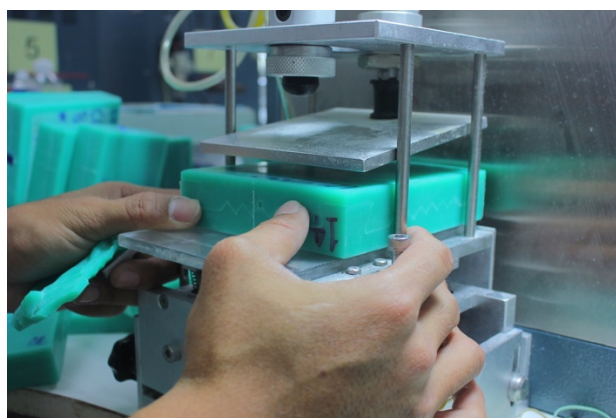
เก็บไว้ในสต็อก ซึ่งเราจะได้แม่พิมพ์สำหรับฉีดเทียนเก็บไว้พร้อมใช้งานตลอดเวลา ตัวอย่างแม่พิมพ์ยางและชิ้นงานเทียนแสดงดังภาพ 4.3-4.8



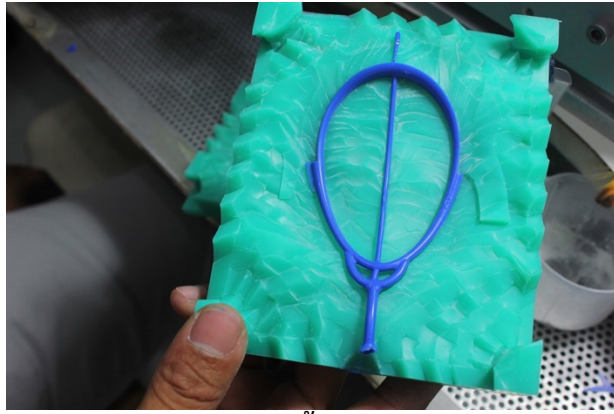
ภาพ 4.3 ต้นแบบแม่พิมพ์ยาง Link ตัวใหญ่ของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle



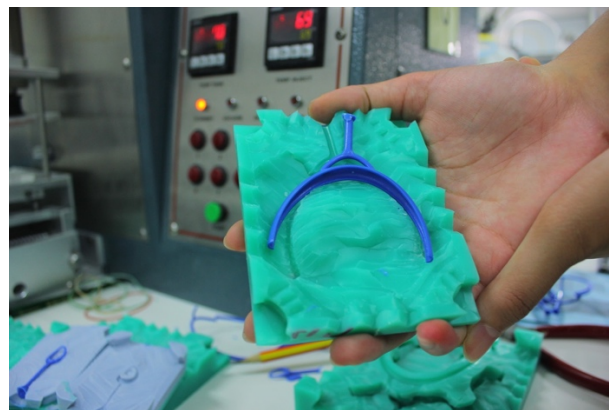
ภาพ 4.4 ต้นแบบแม่พิมพ์ยาง Link ตัวเล็กของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle



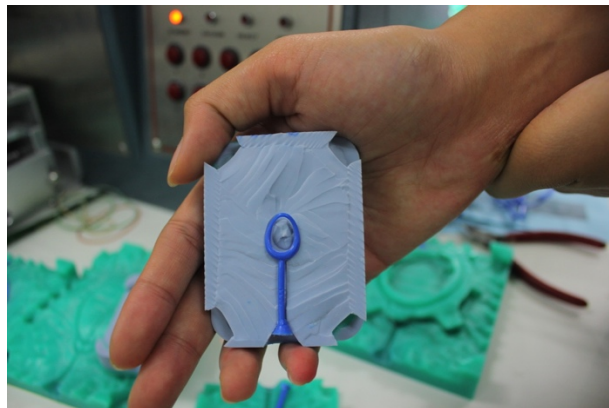
ภาพ 4.5 ขั้นตอนการฉีดเทียน



ภาพ 4.6 ชิ้นงานเทียน



ภาพ 4.7 ชิ้นงานเทียน



ภาพ 4.8 ชิ้นงานเทียน

3) การแต่งเทียน เมื่อทำการฉีดเทียนเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น จะส่งชิ้นงานเทียนมาทำการแต่งชิ้นงานเพื่อตัดก้านทางน้ำให้น้อยลงและทำการตรวจสอบโลโก้หรือตราปั๊มว่ามีความคมชัดหรือไม่ หากมีร่องรอยของชิ้นงานที่ไม่สวยงามก็จัดการแต่งชิ้นงานก่อนที่จะนำไปติดต้นเทียน ขั้นตอนการแต่งชิ้นงานเทียนแสดงดังภาพ 4.9-4.10



ภาพ 4.9 ขั้นตอนการตัดก้านชิ้นงาน



ภาพ 4.10 ขั้นตอนการแต่งชิ้นงานเทียน

4) การติดต้นเทียน ซึ่งทำการติดชิ้นงานเทียนที่ทำการแต่งชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว เข้ากับต้นเทียนที่ใส่ฐานยางที่เตรียมไว้แล้ว โดยการใช้หัวแร้ง (อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต) มาจี้ที่ก้านทางน้ำของชิ้นงานเทียนและทำการติดเข้ากับต้นเทียน ติดชิ้นงานบนต้นเทียนโดยรอบ โดยจัดช่องว่างระหว่างชิ้นงานประมาณ 1 มิลลิเมตร ซึ่งการติดต้นนั้นจะทำการติดเฉียงขึ้น 45 องศา ซึ่งการติดต้นเทียนนั้นต้องใช้ฝีมือและความชำนาญจึงจะสามารถติดต้นเทียนได้อย่างสวยงาม ติดชิ้นงานบนต้นเทียนจนเสร็จสิ้น จากนั้นนำไปทำการชั่งน้ำหนักเทียนเพื่อใช้ในการคำนวณส่วนผสมของโลหะที่จะมาแทนที่เทียนและทำการสวมเท้าเพื่อส่งไปยังขั้นตอนถัดไป ขั้นตอนการติดต้นเทียนแสดงดังภาพ 4.11-4.12



ภาพ 4.11 ขั้นตอนการติดต้นเทียน



ภาพ 4.12 ขั้นตอนการชั่งน้ำหนักต้นเทียน

5) การผสมปูน ในการหล่อเครื่องประดับนั้น เป็นงานหล่อเครื่องประดับประเภทที่มีความละเอียดสูง ปูนที่ใช้ในการหล่อเครื่องประดับจึงต้องมีความสำคัญกับการหล่อเครื่องประดับเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งปูนควรมีคุณสมบัติที่จะทนทานต่ออุณหภูมิของโลหะในการหล่อเครื่องประดับ เนื้อของปูนจะต้องมีความละเอียด โดยขั้นตอนการผสมปูนคือ เทปูนตามสัดส่วนที่ต้องการ (จากการคำนวณ) เทลงในเครื่องผสมปูน จากนั้นเทน้ำลงไปผสมกับปูน เมื่อปูนกับน้ำเข้าที่แล้วเทลงในกระบอกต้นเทียน จากนั้นนำกระบอกต้นเทียนที่เทปูนไว้เข้าเครื่องดูดอากาศ 2 นาทีเพื่อให้ปูนที่อยู่ในกระบอกไม่มีอากาศแทรกอยู่ ตั้งกระบอกต้นเทียนทิ้งไว้ข้างนอกประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้เพื่อให้ปูนแข็งตัวเพื่อรอเข้าเตาอบกระบวนการอบเข้าปูนถัดไป การผสมปูนแสดงดังภาพ 4.13-4.14

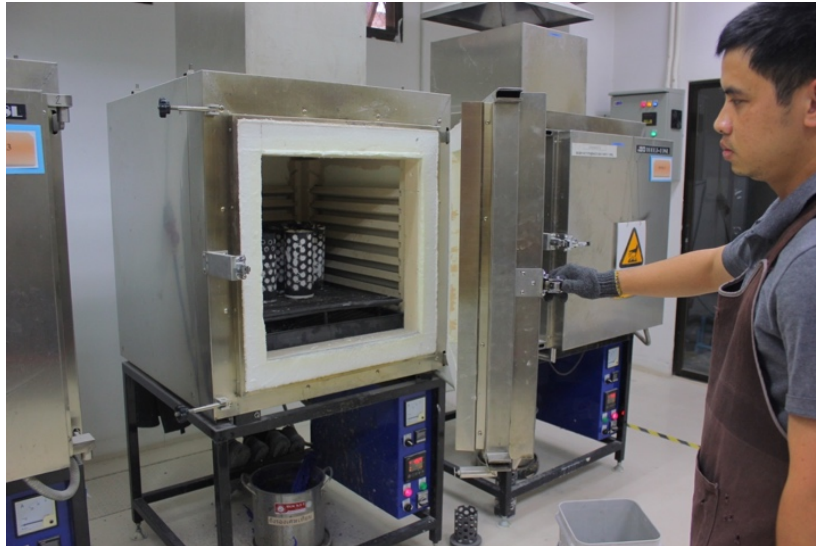


ภาพ 4.13 เครื่องผสมปูน



ภาพ 4.14 ขั้นตอนการพักเบ้าปูน

6) การอบเบ้าปูน เมื่อทำการพักเบ้าปูนครบ 1 ชั่วโมงแล้วจะส่งต่อไปยังกระบวนการอบเบ้าปูน ซึ่งกระบวนการอบเบ้าปูนคือ การละลายเทียนให้หมดไปซึ่งจะต้องตั้งอุณหภูมิในการอบเบ้าปูน (ตามความเหมาะสมของชิ้นงาน และขนาดเตาอบ) กระบวนการอบเบ้าปูนแสดงดังภาพ 4.15

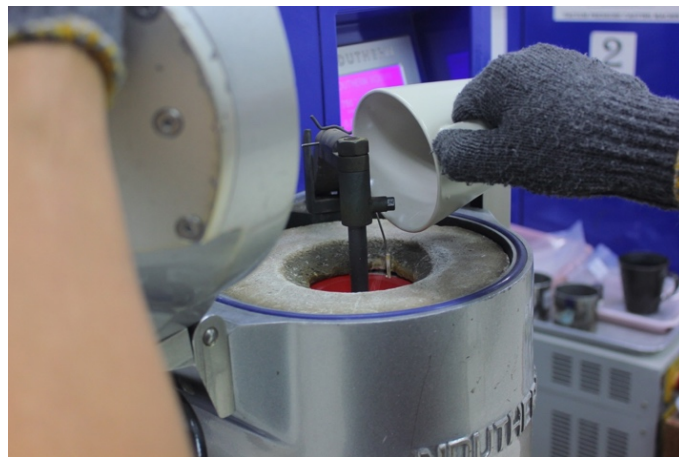


ภาพ 4.15 ขั้นตอนการอบเข้าปูน

7) การหล่อโลหะ ในการหล่อเครื่องประดับนั้น เป็นขั้นตอนในกระบวนการผลิตเครื่องประดับที่ต้องใช้ทักษะและความชำนาญ เนื่องจากต้องเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นเตาอบ เครื่องขึ้น และยังต้องมีการคำนวณว่าจะใช้ส่วนผสมของโลหะในการหล่อเครื่องประดับเท่าไร จึงจะเต็มเบ้าหลอม ขั้นตอนในการหล่อโลหะคือ นำโลหะที่จะใช้ในการหล่อใส่ลงไปในเครื่องเหวี่ยง โดยใช้ความร้อนในการหลอมโลหะจนละลาย (ทั้งนี้จะต้องอุณหภูมิในการหลอมละลายของโลหะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ) และใช้บ่อแรกซีในการช่วยขจัดสิ่งสกปรกที่ตกมากับโลหะให้ออกมาอยู่บริเวณเบ้าหลอม เมื่อสังเกตว่าโลหะหลอมละลายจนเป็นน้ำแล้ว นำเข้าปูนออกจากเตาอบแล้วนำไปวางในเครื่องเหวี่ยงทันที ทำการหล่อโลหะขึ้นงาน โดยการทำให้โลหะที่ละลายเข้าไปแทนที่ช่องว่างเทียนที่ละลายหมดไปที่อยู่ภายในเข้าปูนจนเต็ม ปิดฝาเครื่องเหวี่ยง จากนั้นกดปุ่มเพื่อให้เครื่องทำงาน ภายในเครื่องเหวี่ยงน้ำโลหะจะถูกเทใส่เข้าปูนเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำเข้าปูนออกจากเครื่องเหวี่ยงทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมงและเตรียมขนย้ายไปทำการล้างเข้าปูนเพื่อทำความสะอาด การหล่อโลหะแสดงดังภาพ 4.16-4.18



ภาพ 4.16 ภาพแสดงเครื่องหล่อ



ภาพ 4.17 ขั้นตอนการหลอมโลหะ



ภาพ 4.18 ขั้นตอนการหีบเข้าปูนไปพักทิ้งไว้

8) การฉีดยา เมื่อทำการหล่อโลหะเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการล้างเข้าปูนเพื่อที่จะนำชิ้นงานออกมา โดยการนำเข้าปูนไปล้างปูนออกด้วยการฉีดยาให้น้ำให้ปูนแตกออกจนหมดจะได้ชิ้นงานโลหะออกมา (จะมีลักษณะเดียวกับต้นเทียนแม่แบบ) ขั้นตอนการฉีดยาแสดงดังภาพ 4.19-4.20



ภาพ 4.19 ขั้นตอนการพักเข้าปูน



ภาพ 4.20 ขั้นตอนการฉีดยา

9) การตัดก้านและร่อนชิ้นงาน เมื่อได้ต้นชิ้นงานที่ถูกแทนที่ด้วยโลหะเสร็จเรียบร้อยแล้ว นั้น นำมาทำการตัดก้านทางน้ำออกจากต้นเทียนหรือการตัดชิ้นงานเทียนออกจากต้นเทียนและทำการร่อนชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานเกิดความเงา การตัดก้านและร่อนชิ้นงานแสดงดังภาพ 4.21-4.23



ภาพ 4.21 ขั้นตอนการตัดก้านชิ้นงาน



ภาพ 4.22 ขั้นตอนการร่อนชิ้นงาน



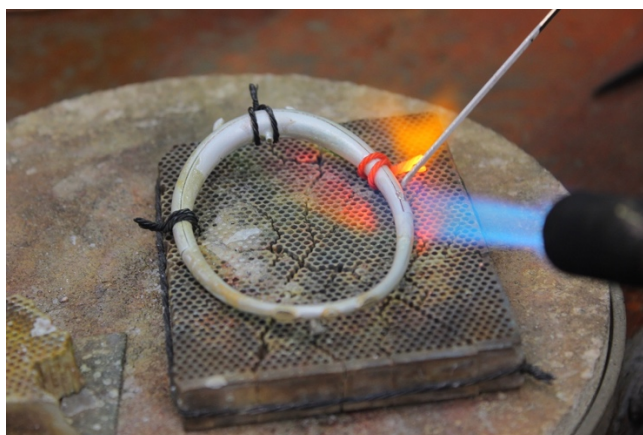
ภาพ 4.23 ชิ้นงานที่ผ่านการร่อนเงาเรียบร้อยแล้ว

10) การเชื่อม นำชิ้นงานหล่อทั้งหมดที่ทำการตัดก้านทางน้ำและร่อนเงาเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาทำการตะไบแต่งด้วยกระดาษทรายให้เรียบ ตรวจสอบรูปทรงและขนาดให้ตรงไซส์

(Size) เสร็จแล้วนำตัวกำไลตัวใหญ่มาเชื่อมประกบกันแต่งรอยเชื่อมให้เรียบ จากนั้นนำมาผ่าประกอบกับ Link ตัวเล็ก ขั้นตอนการเชื่อมแสดงดังภาพ 4.24-4.28



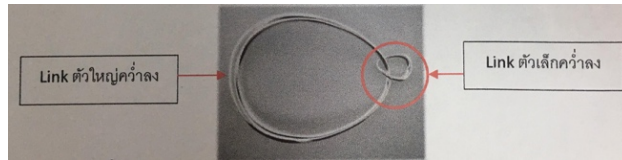
ภาพ 4.24 ขั้นตอนการประกบเชื่อม



ภาพ 4.25 ขั้นตอนการประกบเชื่อม



ภาพ 4.26 ขั้นตอนการประกบเชื่อม Link ตัวเล็ก

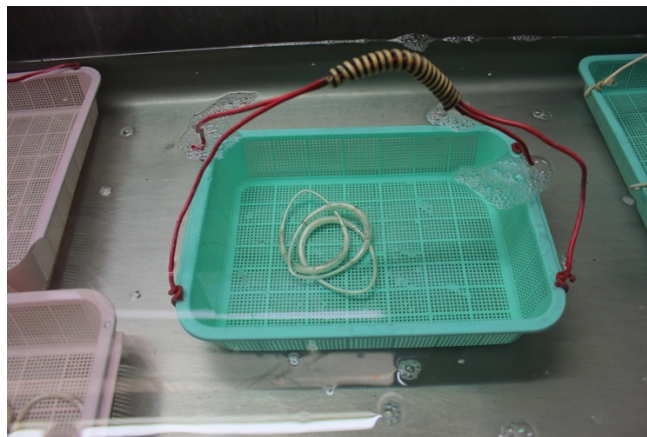


ภาพ 4.27 ขั้นตอนการประกอบเชื่อม Link ตัวเล็ก



ภาพ 4.28 ชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว

11) การแช่กรด นำไปแช่กรดเสร็จแล้วนำมาขัดแปรง 2-4 แถว ยาดิน ผ้ายาดิน ล้างทำความสะอาดทำเส้นแปรงน้ำ ตรวจสอบรูปทรงอีกครั้ง การแช่กรดแสดงดังภาพ 4.29



ภาพ 4.29 ขั้นตอนการแช่กรด

12) การแต่งขัด นำชิ้นงานมาทำการตะไบแต่งด้วยกระดาษทรายให้เรียบอีกครั้งซึ่งเรียกว่าการขัดมือ (Hand Finishing) และทำการขัดเงาชิ้นงานขัดด้วยเครื่อง (Mass Finishing) ตรวจสอบรูปทรงและขนาดให้ตรงไซส์ (Size) ก่อนส่งไปชุบเงิน การแต่งขัดแสดงดังภาพ 4.30-4.32



ภาพ 4.30 การขัดมือ (Hand Finishing)



ภาพ 4.31 การขัดด้วยเครื่อง (Mass Finishing)



ภาพ 4.32 ชิ้นงานที่ผ่านการแต่งขัดเรียบร้อยแล้ว

13) การชุบเงิน ก่อนนำชิ้นงานมาทำการชุบเงินนั้น ต้องทำการล้างผิวก่อนชุบ
ขั้นตอนนี้เป็นการจัดสิ่งสกปรกออกจากผิว การล้างผิวแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การล้างทำความสะอาด

สะอาดขั้นแรก เป็นขั้นตอนการล้างผิวเบื้องต้นเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ผิวที่มีปริมาณ เช่น ฝุ่นผงที่เกิดจากการขัด ยาขัด เป็นการผสมผสานการล้างแบบต้มร้อนและล้างด้วยคลื่นอัลตราโซนิก การล้างแบบต้มร้อนก่อนการล้างด้วยคลื่นอัลตราโซนิก จะทำให้ยาขัดล้างออกได้ง่ายขึ้น ลดเวลาในการล้างด้วยอัลตราโซนิก การล้างทำความสะอาดขั้นแรกแสดงดังภาพ 4.33



ภาพ 4.33 การล้างทำความสะอาดขั้นแรก

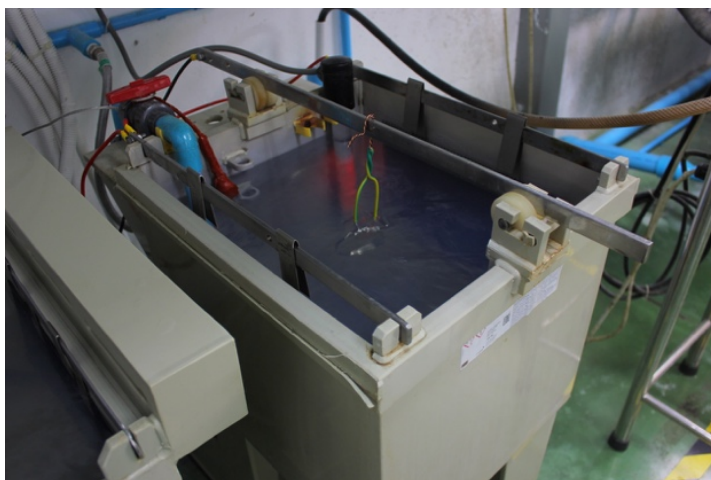
การล้างทำความสะอาดผิวขั้นสุดท้าย ขั้นตอนนี้เป็นการล้างสิ่งสกปรกที่ติดค้างมาจากการล้างทำความสะอาดผิวขั้นแรก และเป็นการกระตุ้นผิวชิ้นงานให้มีคุณสมบัติเปียกน้ำได้ดีเหมาะสำหรับการชุบ เริ่มต้นจากการล้างด้วยไฟฟ้า ล้างน้ำให้สะอาด กระตุ้นผิวด้วยกรดเจือจาง ล้างน้ำ ล้างน้ำกลั่น การล้างทำความสะอาดผิวขั้นสุดท้ายแสดงดังภาพ 4.34



ภาพ 4.34 การล้างทำความสะอาดผิวขั้นสุดท้าย

จากนั้นทำการชุบเงินคือ การชุบกัณหอมง การใช้งานน้ำยาชุบชนิดต่างๆ จะต้องศึกษาสภาวะการทำงานของน้ำยาชุบนั่นๆ เป็นอย่างดี และปฏิบัติตามคู่มือการใช้งานอย่างเคร่งครัด เพื่อให้ได้ผลการชุบเคลือบที่ดีที่สุดและทำให้ผิวเคลือบทนทานต่อการหมองคล้ำได้ดี หลังชุบทำเส้น

แปรงน้ำเล็กน้อยเป็นขั้นตอนการล้างสารเคมีต่างๆ ที่ติดที่ผิวชิ้นงานจากขั้นตอนการชุบออกให้หมด การชุบเงินแสดงดังภาพ 4.35



ภาพ 4.35 แสดงการชุบเงิน

จากนั้นนำชิ้นงานทั้งหมด ไปเป่าลมร้อนให้เกิดความหมาดๆ และนำเข้าเครื่องอบสุญญากาศเบื้องต้นก่อนส่งไปยังขั้นตอนการอบสุญญากาศถัดไป

14. การอบสุญญากาศ นำชิ้นงานใส่ถาดจัดเตรียมก่อนเข้าเครื่องอบสุญญากาศ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นขั้นตอนการอบแห้ง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทชิ้นงานกลวง ดังนั้นเมื่อทำการชุบเงินอาจจะมีน้ำไหลเข้าไปตามรูของชิ้นงานที่เกิดจากการเชื่อมได้ ดังนั้นจึงต้องทำการอบสุญญากาศเพื่อไล่น้ำออกจากภายในชิ้นงานให้แห้งสนิท การอบสุญญากาศแสดงดังภาพ 4.36-4.37



ภาพ 4.36 การจัดชิ้นงานใส่ในถาดเครื่องอบสุญญากาศ



ภาพ 4.37 การอบสุญญากาศ

15. การตรวจสอบ ทำการตรวจสอบรูปทรงชิ้นงาน ตรวจสอบขนาดของกำไล ตรวจสอบผิวของชิ้นงาน รวมไปถึงตรวจสอบโลโก้ของชิ้นงาน

16. การบรรจุภัณฑ์ นำผลิตภัณฑ์บรรจุถุงพลาสติก จากนั้นทำการซีลปากถุงและตัดส่วนเกินถุงออก และนำไปเก็บไว้เพื่อรอการขนย้ายเข้าคลังสินค้า

4.1.2 การเก็บข้อมูลการดำเนินการผลิตโดยการศึกษาเวลามาตรฐานแต่ละขั้นตอนการผลิต

โดยทำการศึกษามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle ซึ่งเวลามาตรฐานที่ได้มานั้นได้มาจากการศึกษา Work Instruction : WI ที่โรงงานนั้นมีขึ้น เพื่อเป็นระเบียบการทำงานมาตรฐานที่พนักงานทุกคนต้องปฏิบัติตาม ซึ่งเวลามาตรฐานแต่ละขั้นตอนการผลิตแสดงดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 แสดงเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิต	รอบเวลาการทำงาน (นาที)	เวลาดังค่าเครื่องจักร (นาที)
การฉีดเทียน	30	10
การแต่งเทียน	30	0
การติดต้นเทียน	20	0
การผสมปูน	90	10
การอบเป่าปูน	960	5
การหล่อโลหะ	30	20
การฉีดปูน	20	0

ตาราง 4.1 แสดงเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนการผลิต (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	รอบเวลาการทำงาน (นาทิต)	เวลาดึงค่าเครื่องจักร (นาทิต)
การตัดก้านชิ้นงาน และร่อนชิ้นงาน	10	0
เบิกชิ้นงานจากสต็อก	5	0
การเชื่อม	360	0
การแช่กรด	5	0
การแต่งขัด	360	0
การชุบเงิน	45	0
การอบสุญญากาศ	180	10
การตรวจสอบ	5	0
การชุบกัณหอมอง	10	0
การบรรจุภัณฑ์	5	0

4.2 วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping หรือ VSM)

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า

การวาดแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า เพื่อเขียนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle ปัจจุบัน และแสดงให้เห็นถึงกิจกรรมต่างๆ ในการผลิต รวมทั้งการไหลของผลิตภัณฑ์ การไหลของข้อมูล และปริมาณของสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการในแต่ละกระบวนการ

จากข้อมูลเบื้องต้นจากการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle และการศึกษาเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนการผลิตนั้น ทำให้เราสามารถเขียนผังสายธารแห่งคุณค่าในสถานะปัจจุบัน (Value Stream Mapping Current State) โดยสามารถแสดงข้อมูลการผลิตตั้งแต่การใบรับสั่งผลิตจากลูกค้า เข้าสู่กระบวนการวางแผนการผลิต และวัตถุดิบเข้าสู่สายการผลิต จนกระทั่งการขนส่งจนถึงมือลูกค้าได้ ซึ่งข้อมูลต่างๆ สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในโซ่อุปทาน ทั้งในด้านการไหลของชิ้นงานและการไหลของข้อมูล ซึ่งจะช่วยในการมองภาพรวมของกระบวนการวิเคราะห์ และหาแนวทางในการลดความสูญเปล่าเบื้องต้นต่อไปได้แสดงดังภาพ 4.38

จากผังแสดงสายธารแห่งคุณค่านี้ ใช้วิธีแบบ Manual Information Flow ในการสังเคราะห์ โดยสามารถสรุปผังแสดงสายธารแห่งคุณค่าได้ดังตาราง 4.2 ซึ่งการผลิตชิ้นงานต่อไปยังผลิต สามารถผลิตออกมาได้ 3 ชิ้น โดยทั้งหมดทำงานในเวลา 8.00-17.30 น. (8 ชั่วโมง 30 นาที) เวลาในการทำงาน 1 วัน ใช้เวลา 30,600 วินาที ทำงาน 1 กะต่อวัน มีเวลาของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 5.7 วัน และมีเวลาที่ใช้ในการผลิตอยู่ที่ 129,900 วินาที หรือ 2,165 นาที หรือ 48.5 ชั่วโมง

ตาราง 4.2 สรุปผังแสดงสายธารแห่งคุณค่า

สถานี งาน	กระบวนการ	พนักงาน รับผิดชอบ	รอบเวลาการ ทำงาน (นาที)	เวลาดังค่า เครื่องจักร (นาที)	ผลิตได้ (ชิ้น)
1	การฉีดเทียน	1 คน	30	10	3
2	การแต่งเทียน	1 คน	30	0	
3	การติดต้นเทียน	1 คน	20	0	
4	การผสมปูน	1 คน	90	10	
5	การอบเป่าปูน	1 คน	960	5	
6	การหล่อโลหะ	1 คน	30	20	
7	การฉีดปูน	1 คน	20	0	
8	การตัดก้านชิ้นงาน และร่อนชิ้นงาน	1 คน	10	0	
9	เบิกชิ้นงานจากสต็อก	1 คน	5	0	
10	การเชื่อม		360	0	
11	การแซ่กรด		5	0	
12	การแต่งขัด		360	0	
13	การชุบเงิน	1 คน	45	0	
14	การอบสุญญากาศ	1 คน	180	10	
15	การตรวจสอบ	1 คน	5	0	
16	การชุบกั้นหมอง	2 คน	10	0	
17	การบรรจุภัณฑ์	1 คน	5	0	
รวม			2165	55	3
หมายเหตุ: สถานีงาน 1 ถึง 8 ใช้พนักงานทำงานสถานีงานละ 1 คน สถานีงาน 9 ถึง 12 ใช้พนักงานทำคนเดียวกัน สถานีงาน 13 ถึง 17 ใช้พนักงานทำสถานีงานละ 1 คน					

4.2.2 จัดทำแผนภูมิกระบวนการไหล

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า พบว่ากระบวนการผลิตที่เกิดความสูญเปล่ามากคือ กระบวนการอบเข้าปูน กระบวนการเชื่อม กระบวนการแต่งขัด กระบวนการชุบเงิน ทำการจัดทำแผนภูมิกระบวนการไหล เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกกระบวนการผลิต หรือวิธีการทำงานให้อยู่ในลักษณะที่เห็นชัดเจน ละเอียดและเข้าใจง่าย เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงที่ได้ประสิทธิภาพ แสดงได้ดังตาราง 4.3-4.5

ตาราง 4.3 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผสมปูนและกระบวนการอบเข้าปูน ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผสมปูนและอบเข้าปูน				
แผนภูมิหมายเลข: 01 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: นำเข้าปูนจาก ขั้นตอนผสมปูนไปเข้าเตาอบ เข้าปูน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	45		
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน	การขนส่ง (NNVA) ➡	25		
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) D	980		
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	0		
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0		
อนุมัติโดย:	เวลา (นาทีก)	1,050		
รายการ	เวลา (นาทีก)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
1.นำต้นกระบอตันเทียนเข้า เครื่องผสมปูน	2.5	○	1 คน	
2.ตั้งค่าเครื่องผสมปูน	5	○	1 คน	
3.เครื่องผสมปูนทำงาน	20	D	1 คน	
4.นำต้นกระบอตันเทียน ออกมาจากเครื่องผสมปูนวาง ไว้ที่รถเข็น	2.5	○	1 คน	

ตาราง 4.3 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผสมปูนและกระบวนการอบเข้าปูน ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผสมปูนและอบเข้าปูน				
แผนภูมิหมายเลข: 01 แผนที่ 2	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: นำเข้าปูนจาก ขั้นตอนผสมปูนไปเข้าเตาอบ เข้าปูน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	45		
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน	การขนส่ง (NNVA) ➡	25		
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) □	980		
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	0		
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0		
อนุมัติโดย:	เวลา (นาทีก)	1,050		
รายการ	เวลา (นาทีก)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
5.ตั้งกระบอกตื้นเตียนทิ้งไว้ที่ อุณหภูมิห้องเพื่อให้ปูนแข็งตัว	60	□	1 คน	
6.นำกระบอกตื้นเตียนที่เป็น เข้าปูนแล้วเข้าเตาอบเข้าปูน เพื่อละลายเตียนตามใบกำหนด ตำแหน่งเข้าปูน	30	○	2 คน	
7.ตั้งค่าเครื่องอบเข้าปูน	5	○	1 คน	
8.เครื่องอบเข้าปูนทำงาน	900	□	1 คน	
9.นำเข้าปูนออกจากเตาอบเข้า ปูนเข้าเครื่องหล่อโลหะ	25	➡	1 คน	
รวม	1,050			

จากตาราง 4.3 เป็นขั้นตอนย่อยของกระบวนการผสมปูนและกระบวนการอบเข้าปูน ตั้งแต่พนักงานที่รับผิดชอบกระบวนการผสมปูน ทำการนำต้นกระบอกตื้นเตียนเข้าเครื่องผสมปูน ตั้งค่าเครื่องผสมปูน และรอเครื่องผสมปูนทำงาน 20 นาที พนักงานนำต้นกระบอกตื้นเตียนออกจากเครื่อง

ผสมปูนมาวางไว้ที่รถเข็น รอปูนในกระบอกตันเทียนแข็งตัว 60 นาที รวมแล้วกระบวนการผสมปูนใช้เวลา 90 นาที ส่วนกระบวนการอบเป่าปูนเริ่มด้วยพนักงานนำกระบอกตันเทียนที่ปูนแข็งตัวเป็นเป่าปูนแล้วเข้าเตาอบเพื่อละลายเทียนเรียงตามใบกำหนดตำแหน่งเป่าปูน ตั้งค่าเครื่องอบเป่าปูนและรอปูนเครื่องอบเป่าปูนทำงาน 900 นาที หรือ 15 ชั่วโมง จากนั้นนำเป่าปูนออกจากเตาอบเป่าปูนเข้าเครื่องหล่อโลหะ 25 นาที รวมแล้วกระบวนการอบเป่าปูนใช้เวลา 960 นาที รวมทั้งสองกระบวนการแล้วนั้นใช้เวลา 1,050 นาที เนื่องจากกระบวนการอบเป่าปูนเป็นกระบวนการที่เกิดความสูญเสียอย่างมากเป็นกระบวนการที่ต้องการปรับปรุงและเป็นกระบวนการที่ต่อจากกระบวนการผสมปูนที่เราจะใช้หลักการไอซีอาร์เอส เพิ่มกระบวนการจัดเรียงกระบอกตันเทียนในกระบวนการผสมปูนเพื่อลดเวลาในกระบวนการอบเป่าปูน

ตาราง 4.4 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: การเชื่อมชิ้นงานและ ตกแต่ง ขัดเงาชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	716.38		
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน	การขนส่ง (NNVA) ➡	0		
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) □	0		
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	19.23		
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0		
อนุมัติโดย:	เวลา (นาที)	735.61		
รายการ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
1.เบิกชิ้นงานหล่อที่ตัดก้านทาง น้ำและร่อนเงาเสร็จแล้วจากส ต็อก	5	○	1 คน	
2.เผาชิ้นงานให้อ่อน	18.45	○	1 คน	
3.ตะไบชิ้นงานด้วยกระดาษ ทรายให้เรียบ	24.67	○	1 คน	

ตาราง 4.4 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 2	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: การเชื่อมชิ้นงานและ ตกแต่ง ขัดเงาชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	716.38		
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน	การขนส่ง (NNVA) ➡	0		
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) □	0		
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	19.23		
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0		
อนุมัติโดย:	เวลา (นาที)	735.61		
รายการ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
4.นำตัวกำไลตัวใหญ่มาเชื่อม ประกบกัน	17.32	○	1 คน	
5.เผาให้ชิ้นงานอ่อนตัว ประคบ ชิ้นงานให้ชิดกันและใส่น้ำฟลูค เพื่อให้ น้ำยาประสานมันว้าง	100.68	○	1 คน	
6.จิม น้ำยาประสานตรงรอย ประกบเพื่อให้ชิ้นงานเชื่อมเป็น เนื้อเดียวกัน	109.59	○	1 คน	
7.เป่าชิ้นงานรอให้เย็น	10.39	○	1 คน	
8.ตรวจสอบและตัดกำไลให้ได้ รูปทรง ขนาดตรงกับไซส์	15.34	◻	1 คน	
9.นำกำไลตัวเล็กมาผ่าประกบ เชื่อมกับกำไลตัวใหญ่	60.68	○	1 คน	
10.นำกำไลที่เชื่อมประกอบกัน แล้วไปแช่กรดเพื่อล้างคราบ เขม่า	5	○	1 คน	

ตาราง 4.4 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 3	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: การเชื่อมชิ้นงานและ ตกแต่ง ขัดเงาชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	716.38		
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน	การขนส่ง (NNVA) ➡	0		
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) □	0		
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	19.23		
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0		
อนุมัติโดย:	เวลา (นาที)	735.61		
รายการ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
11.ทำการตกแต่งชิ้นงานด้วย การตะไบในส่วนที่ยังไม่เรียบ	70.11	○	1 คน	
12.ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษ ทรายหยาบ	58.76	○	1 คน	
13.ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษ ทรายละเอียด	83.43	○	1 คน	
14.นำชิ้นงานไปขัดด้วยแปรง 2 แถวและ 4 แถว ขัดโดยใส่ยา ดินด้วยเพื่อให้ชิ้นงานเรียบ	69.54	○	1 คน	
15.ขัดชิ้นงานด้วยผ้ายาดิน เพื่อให้ชิ้นงานเกิดความเงา	60.33	○	1 คน	
16.นำชิ้นงานไปล้างทำความสะอาด สะอาดด้วยหม้ออัลตราโซนิก	3	○	1 คน	
17.นำชิ้นงานไปทำเส้นแปรง น้ำ	9.43	○	1 คน	

ตาราง 4.4 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 4	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: การเชื่อมชิ้นงานและ ตกแต่ง ขัดเงาชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	716.38		
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน	การขนส่ง (NNVA) ➡	0		
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) □	0		
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	19.23		
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0		
อนุมัติโดย:	เวลา (นาที)	735.61		
รายการ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
18.เป่าชิ้นงานและขัดชิ้นงาน ให้แห้ง	10	○	1 คน	
19.เอาชิ้นงานและเศษชิ้นงาน ไปชั่งน้ำหนัก	3.89	□	1 คน	
รวม	735.61			

จากตาราง 4.4 เป็นขั้นตอนย่อยของกระบวนการเชื่อมและกระบวนการแต่งขัดตั้งแต่พนักงานเบิกชิ้นงาน นำมาเผาให้ชิ้นงานอ่อนและทำการตะไบชิ้นงานด้วยกระดาษทรายก่อนจะนำชิ้นส่วนกำไลมาเชื่อมกันโดยใช้น้ำฟลักเพื่อให้ตัวยาประสานมันวาวเชื่อมประกบกันได้สนิทจากนั้นเป่าชิ้นงานให้เย็น ตรวจสอบขนาดรูปกำไลและทำการแก้ไขให้ตรงกับไซส์หลังจากนั้นก็นำกำไลตัวเล็กมาเชื่อมกับกำไลตัวใหญ่จากนั้นนำไปแช่กรดเพื่อล้างคราบเขม่า รวมแล้วกระบวนการเชื่อมใช้เวลา 362.12 นาที ส่วนกระบวนการแต่งขัด เริ่มด้วยการตกแต่งชิ้นงานด้วยตะไบในส่วนที่ยังไม่เรียบ ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายแบบหยาบและแบบละเอียดจากนั้นนำชิ้นงานไปขัดด้วยแปรง 2 แถว 4 แถว โดยใส่ยาดินเพื่อให้ชิ้นงานเรียบและขัดด้วยผ้ายาดินเพื่อให้ชิ้นงานเกิดความเงา นำชิ้นงานไปล้างทำเส้นแปรงน้ำ เป่าชิ้นงาน เช็ดให้แห้งและเอาชิ้นงานไปชั่งน้ำหนักตรวจสอบ รวมแล้วกระบวนการแต่งขัดใช้เวลา 368.49 นาที รวมทั้งสองกระบวนการแล้วใช้เวลา 735.61 นาที เนื่องจากกระบวนการเชื่อม

และกระบวนการแต่งตั้งเป็นกระบวนการที่เกิดความสูญเปล่ามากเป็นกระบวนการที่ต้องการปรับปรุง เราจึงใช้หลักการไอซีอาร์เอสเพิ่มกระบวนการและรวมกระบวนการบางอย่างเข้าด้วยกันเพื่อลดเวลาในขั้นตอนย่อยที่ใช้เวลานานเป็นอย่างมาก

ตาราง 4.5 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการชุบเงิน ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการชุบเงิน				
แผนภูมิหมายเลข: 03 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: ชุบกันหมองชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	7.49		
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน	การขนส่ง (NNVA) ➡			
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) D	37.51		
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □			
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽			
อนุมัติโดย:	เวลา (นาที)	45		
รายการ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
1.นำชิ้นงานไปล้างที่หม้ออัลตราโซนิก (Ultrasonic)	0.83	○	1 คน	
2.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำประปา	0.75	○	1 คน	
3.นำชิ้นงานไปล้างที่หม้ออิเล็กโทรคลีน (Electro clean)	1.51	○	1 คน	
4.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำประปา	0.59	○	1 คน	
5.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำกรด	0.67	○	1 คน	
6.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำประปา	0.68	○	1 คน	
7.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำกลั่น	0.66	○	1 คน	
8.นำชิ้นงานไปชุบเงินเพื่อไม่ให้ชิ้นงานหมอง	6	D	1 คน	
9.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำเก็บเงิน	1.21	○	1 คน	

ตาราง 4.5 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการชุบเงิน ผลที่ได้จากการทำงานในปัจจุบัน
(ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการชุบเงิน				
แผนภูมิหมายเลข: 03 แผนที่ 2	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: ชุบกันหมองชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	7.49		
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน	การขนส่ง (NNVA) ➡			
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) □	37.51		
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □			
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽			
อนุมัติโดย:	เวลา (นาทีก)	45		
รายการ	เวลา (นาทีก)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
10.นำชิ้นงานไปล้างถึง น้ำประปา	0.65	○	1 คน	
11.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำกลั่น	0.69	○	1 คน	
12.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำกลั่น ร้อน	0.76	○	1 คน	
13.นำชิ้นงานไปอบสุญญากาศ	30	□	1 คน	
รวม	45			

จากตาราง 4.5 เป็นขั้นตอนย่อยของกระบวนการชุบเงินตั้งแต่พนักงานนำชิ้นงานไปล้างที่
หม้ออัลตราโซนิก (Ultrasonic) ล้างน้ำประปา ล้างที่หม้ออิเล็กโทรคลีน (Electro clean) ล้าง
น้ำประปาอีกครั้ง ล้างน้ำกรด ล้างน้ำประปา ล้างน้ำกลั่น ก่อนที่จะนำชิ้นงานไปชุบเงินเพื่อไม่ให้
ชิ้นงานหมอง 6 นาที จากนั้น นำชิ้นงานไปล้างที่ถังน้ำเก็บเงิน ล้างน้ำประปา ล้างน้ำกลั่น ล้างน้ำกลั่น
ร้อนและนำชิ้นงานไปอบสุญญากาศ รวมทั้งกระบวนการแล้วใช้เวลา 45 นาที เนื่องจากเสียเวลาไป
กับการอบสุญญากาศในชุบเงินไป 30 นาที ซึ่งขั้นตอนย่อยนี้เป็นการทำงานซ้ำซ้อน เราจึงใช้หลักการ
อีซีอาร์เอส ในการจำกัดขั้นตอนย่อยนี้

4.2.3 ระบุความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นโดยวิเคราะห์หากิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าแต่จำเป็น และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า

จากการทำการศึกษาระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle และเก็บข้อมูลตั้งแต่การรับใบสั่งผลิตจนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า นั้น พบความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นมากที่สุดในการบวนการอบเข้าปูน กระบวนการเชื่อม กระบวนการแต่ง-ขัด กระบวนการชุบเงิน และกระบวนการอบสุญญากาศ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวข้างต้นนั้น เกิดปัญหาข้อขัดข้องส่งผลให้มีระยะเวลาการทำงานที่นานมากจนเกินไป จึงได้ทำการระบุความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นนั้น เพื่อกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นให้น้อยลงมากที่สุดและลดระยะเวลาการทำงานให้น้อยลงอีกด้วย ดังตาราง 4.6-4.10

ตาราง 4.6 ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการบวนการอบเข้าปูน

ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (นาท)	แผนภาพ สายธารแห่งคุณค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่เพิ่ม มูลค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่าแต่ จำเป็น	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่า
1.นำกระบอกลบดินเทียนที่เป็นเข้าปูนแล้วเข้าเตาอบเข้าปูนเพื่อละลายเทียนตามใบกำหนดตำแหน่งเข้าปูน	30	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า	3.65	2.60	93.75
2.ตั้งค่าเครื่องอบเข้าปูน	5	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
3.เครื่องอบเข้าปูนทำงาน	900	กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า			
4.นำเข้าปูนออกจากเตาอบเข้าปูนเข้าเครื่องหล่อโลหะ	25	กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าแต่จำเป็น			
รวม	960				

ตาราง 4.7 ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อม

ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (นาท)	แผนภาพ สายธารแห่งคุณค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่เพิ่ม มูลค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่าแต่ จำเป็น	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่า
1.เบิกชิ้นงานหล่อที่ตัด ก้านทางน้ำและร่อนเงา เสร็จแล้วจากสต็อก	5	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า	95.76	-	4.24
2.เผาชิ้นงานให้อ่อน	18.45	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
3.ตะไบชิ้นงานด้วย กระดาษทรายให้เรียบ	24.67	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
4.นำตัวกำไลตัวใหญ่ มาเชื่อมประกบกัน	17.32	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
5.เผาให้ชิ้นงานอ่อนตัว ประกบชิ้นงานให้ชิดกัน และใส่น้ำฟลักเพื่อให้ น้ำยาประสานมันว้าง	100.68	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
6.จึมน้ำยาประสานตรง รอยประกบเพื่อให้ ชิ้นงานเชื่อมเป็นเนื้อ เดียวกัน	109.59	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
7.เป่าชิ้นงานรอให้เย็น	10.39	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
8.ตรวจสอบและตัดกำไล ให้ได้รูปทรง ขนาดตรง กับไซส์	15.34	กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า			
9.นำกำไลตัวเล็กมาผ่า ประกบเชื่อมกับกำไลตัว ใหญ่	60.68	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
รวม	362.12				

ตาราง 4.8 ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการแต่ง-ขัด

ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (นาทิจ)	แผนภาพ สายธารแห่งคุณค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่เพิ่ม มูลค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่าแต่ จำเป็น	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่า
1.ทำการตกแต่งชิ้นงานด้วยการตะไบในส่วนที่ยังไม่เรียบ	70.11	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า	99.09	-	0.91
2.ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายหยาบ	58.76	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
3.ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายละเอียด	83.43	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
4.นำชิ้นงานไปขัดด้วยแปรง 2 แถวและ 4 แถวขัดโดยใส่ยาดินด้วยเพื่อให้ชิ้นงานเรียบ	69.54	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
5.ขัดชิ้นงานด้วยผ้ายาดินเพื่อให้ชิ้นงานเกิดความเงา	60.33	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
6.นำชิ้นงานไปล้างทำความสะอาดด้วยหม้ออัลตราโซนิก	3	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
7.นำชิ้นงานไปทำเส้นประน้ำ	9.43	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
8.เป่าชิ้นงานและเช็ดชิ้นงานให้แห้ง	10	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
9.เอาชิ้นงานและเศษชิ้นงานไปชั่งน้ำหนัก	3.89	กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า			
รวม	427.25				

ตาราง 4.9 ความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการชุปเงิน

ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (นาท)	แผนภาพ สายธารแห่งคุณค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่เพิ่ม มูลค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่าแต่ จำเป็น	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่า
1.นำชิ้นงานไปล้างที่หม้อ อัลตราโซนิก	0.83	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า	16.64	-	83.36
2.นำชิ้นงานไปล้างถึง น้ำประปา	0.75	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
3.นำชิ้นงานไปล้างที่ หม้ออิเล็กทรอนิกส์	1.51	กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า			
4.นำชิ้นงานไปล้างถึง น้ำประปา	0.59	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
5.นำชิ้นงานไปล้างถึง น้ำกรด	0.67	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
6.นำชิ้นงานไปล้างถึง น้ำประปา	0.68	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
7.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำ กลั่น	0.66	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
8.นำชิ้นงานไปชุบเงินเพื่อ ไม่ให้ชิ้นงานหมอง	6	กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า			
9.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำ เก็บเงิน	1.21	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
10.นำชิ้นงานไปล้างถึง น้ำประปา	0.65	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
11.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำ กลั่น	0.69	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
12.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำ กลั่นร้อน	0.76	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า			
13.นำชิ้นงานไปอบ สุญญากาศ	30	กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า			
รวม	45				

ตาราง 4.10 ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอบสุญญากาศ

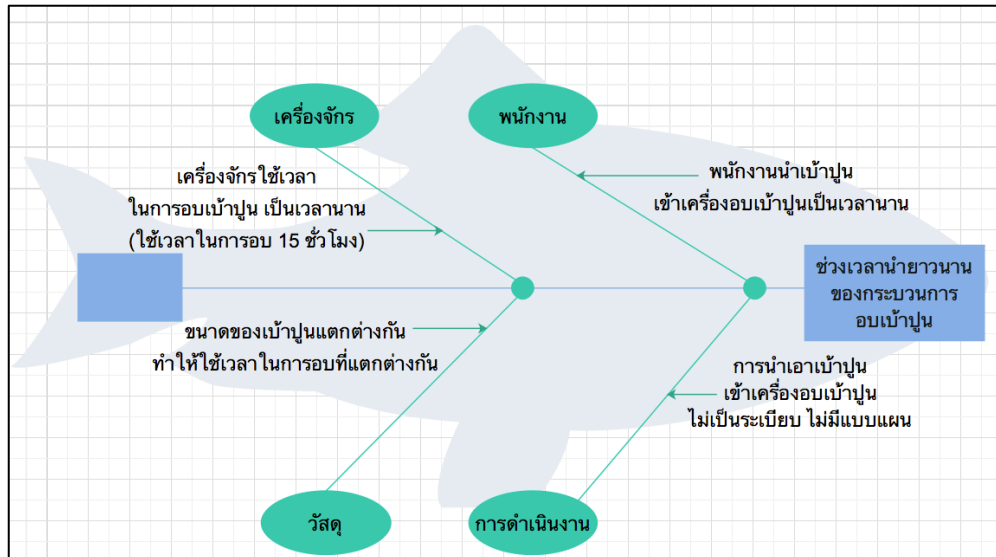
ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (นาทิต)	แผนภาพ สายธารแห่งคุณค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่เพิ่ม มูลค่า	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่าแต่ จำเป็น	ร้อยละ กิจกรรม ที่ไม่เพิ่ม มูลค่า
1.ตั้งค่าเครื่องอบ สุญญากาศและจัดเรียง ชิ้นงาน	10	กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า	5.26		94.74
2.เครื่องอบเข้าป้อน ทำงาน	180	กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า			
รวม	190				

เมื่อทำการระบุความสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการผลิต จะเห็นได้ว่ามีทั้งกิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าแต่จำเป็นและกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าอยู่ในกระบวนการผลิตต่างๆ ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตนั้นๆ จึงสามารถบ่งชี้ความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหาที่เกิดขึ้นได้

4.3 ประเมินสาเหตุของปัญหา

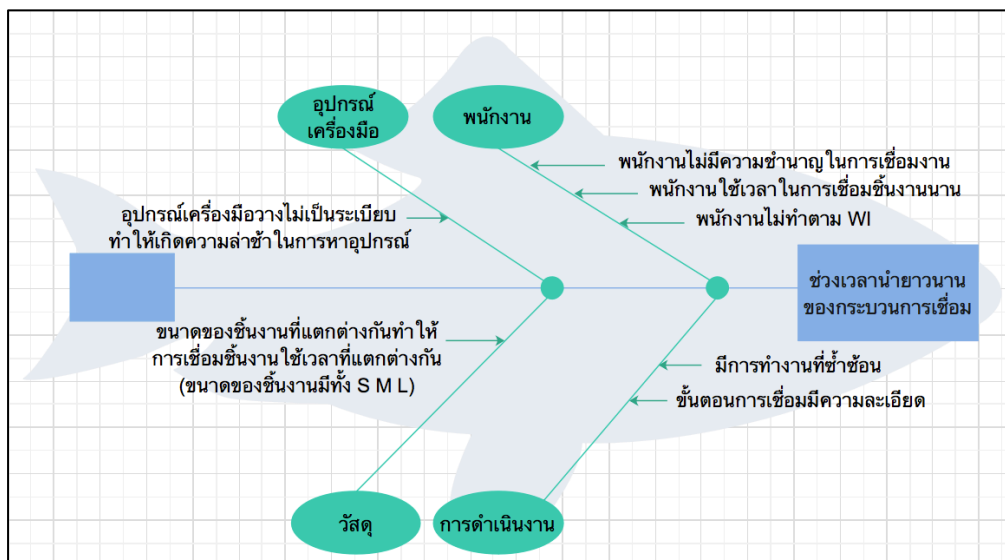
4.3.1 เมื่อได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle

พบว่าการมีช่วงเวลานำยาวนานนั้น เกิดจากการมีความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยกระบวนการผลิตที่เกิดความสูญเสียมากคือ กระบวนการอบเข้าป้อน กระบวนการเชื่อม กระบวนการแต่งขัด กระบวนการชุบเงิน และกระบวนการอบสุญญากาศ จึงได้นำแผนผังสาเหตุและผลมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาช่วงเวลานำยาวนาน เพื่อหาสาเหตุหลักในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น แสดงดังภาพ 4.39-4.43



ภาพ 4.39 แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการอบเบ้าปูน

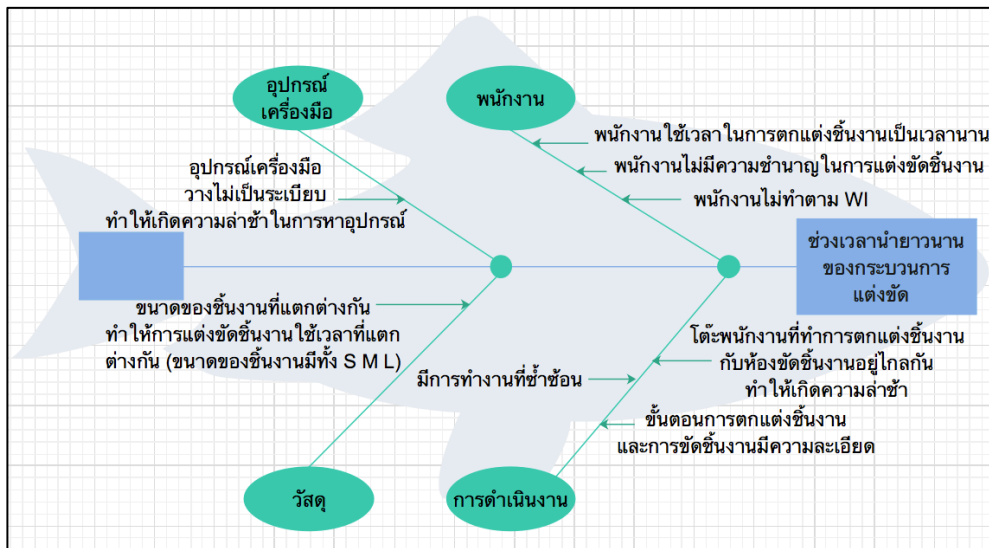
ซึ่งจากภาพ 4.39 สาเหตุสำคัญที่จะทำการแก้ไขปัญหาการเกิดช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการอบเบ้าปูน คือ การดำเนินงาน ซึ่งเกิดการดำเนินงานไม่เป็นระบบไม่มีระเบียบแบบแผน ซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลต่อการเกิดคอขวดในระหว่างกระบวนการผลิตจึงส่งผลให้เกิดการมีช่วงเวลานำที่ยาวนาน และแก้ปัญหาที่พนักงานทำงานล่าช้าในขณะที่นำเบ้าปูนเข้าเครื่องอบเบ้าปูน



ภาพ 4.40 แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการเชื่อม

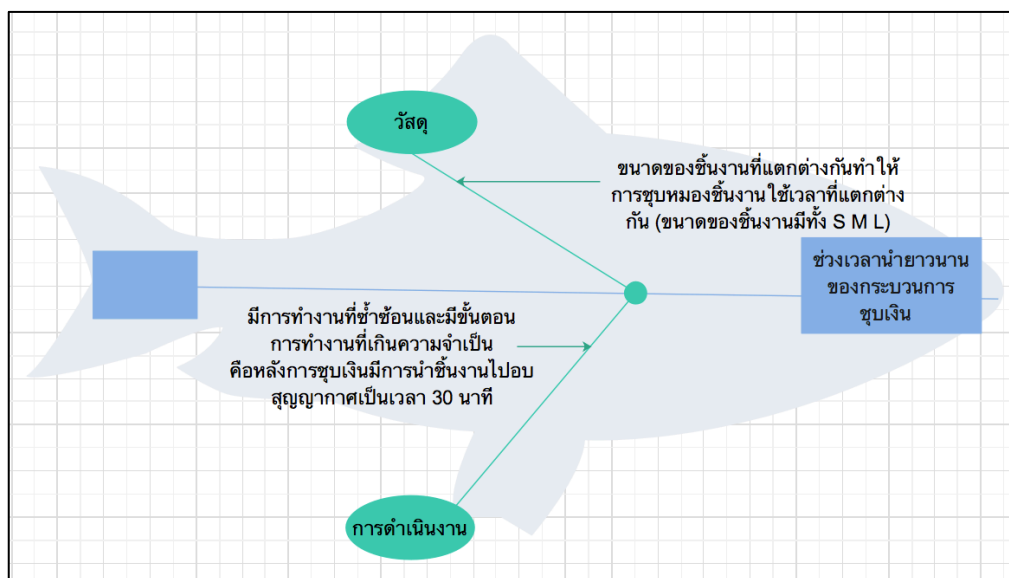
ซึ่งจากภาพ 4.40 สาเหตุสำคัญที่จะทำการแก้ไขปัญหาการเกิดช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการเชื่อม คือ พนักงาน ซึ่งพนักงานเกิดการดำเนินงานไม่เป็นระบบและการไม่ทำงานตามลำดับ

ขั้นตอนการทำงาน พนักงานไม่ทำตามวิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction : WI) พนักงานไม่มีความชำนาญงานมากพอ



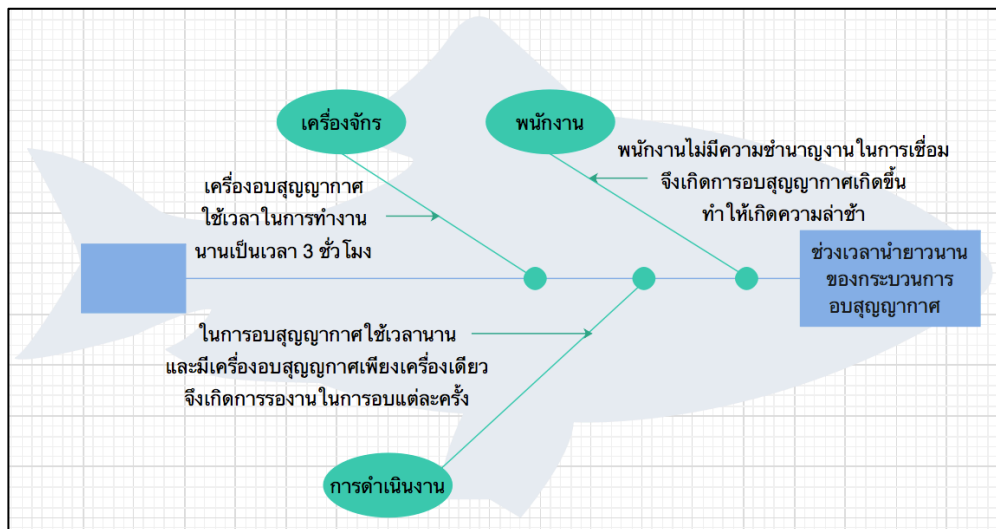
ภาพ 4.41 แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการแต่ง-ขัด

ซึ่งจากภาพ 4.41 สาเหตุสำคัญที่จะทำการแก้ไขปัญหการเกิดช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการแต่ง-ขัด คือ พนักงาน ซึ่งพนักงานเกิดการทำงานไม่เป็นระบบและการไม่ทำงานตามลำดับขั้นตอนการทำงาน พนักงานไม่ทำตามวิธีปฏิบัติงาน พนักงานไม่มีความชำนาญงานมากพอ



ภาพ 4.42 แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการชำระเงิน

ซึ่งจากภาพ 4.42 สาเหตุสำคัญที่จะทำการแก้ไขปัญหาการเกิดช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการชุปเงิน คือ การดำเนินงาน ซึ่งในขั้นตอนการชุปเงินนั้นมีขั้นตอนงานที่ไม่จำเป็นอย่างการอบอยู่ซึ่งเป็นการทำงานที่ซ้ำซ้อน



ภาพ 4.43 แสดงแผนผังสาเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการอบสุญญากาศ

ซึ่งจากภาพ 4.43 สาเหตุสำคัญที่จะทำการแก้ไขปัญหาการเกิดช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการอบสุญญากาศ คือ เครื่องจักรที่ใช้เวลาในการทำงานนาน การอบสุญญากาศนั้นเป็นขั้นตอนการทำงานที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าแต่จำเป็นซึ่งเกิดจากพนักงานที่ไม่มีความชำนาญงานมากพอในการเชื่อมทำให้ต้องใช้เครื่องอบสุญญากาศกำจัดความชื้นเป็นเวลานาน

4.4 เสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีนและหลักการอีซีอาร์เอส (ECRS)

เมื่อเราได้สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วนั้น โดยในขั้นตอนนี้จะทำการเสนอแนวทางการแก้ไขตามสาเหตุที่ได้วิเคราะห์มาในขั้นตอนก่อนหน้า ซึ่งแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตแสดงดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต

ปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิต	สาเหตุ	แนวทางการปรับปรุงโดยระบบการผลิตแบบลีน
ช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการอบเป่าปูน	เกิดจากการดำเนินงานและพนักงานที่ทำงานไม่เป็นระบบ ทำงานไม่เป็นระเบียบ ทำให้เกิดความล่าช้าในการขนานำเป่าปูนเข้าเครื่องอบ	ใช้หลักการไอซีอาร์เอส : ในการจัดระบบการทำงานใหม่ให้ง่ายต่อการทำงาน เพื่อลดความล่าช้าในการทำงาน
ช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการเชื่อม	เกิดจากการดำเนินงานและพนักงานที่ไม่ทำงานตาม WI ไม่ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องและขั้นตอนการทำงานมีความละเอียดซึ่งทำให้เกิดความล่าช้า	ใช้หลักการไอซีอาร์เอส : ในการหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุด โดยการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ของพนักงานที่ทำงานชำนาญและใช้เวลาในการทำงานน้อยที่สุด มาเป็นแนวทางลดเวลาในกระบวนการเชื่อม
ช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการแต่ง-ขัด	เกิดจากการดำเนินงานและพนักงานที่ไม่ทำงานตาม WI ไม่ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องและขั้นตอนการทำงานมีความละเอียดซึ่งทำให้เกิดความล่าช้า	ใช้หลักการไอซีอาร์เอส : ในการหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุด โดยการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ของพนักงานที่ทำงานชำนาญและใช้เวลาในการทำงานน้อยที่สุด มาเป็นแนวทางลดเวลาในกระบวนการแต่ง-ขัดชิ้นงาน
ช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการชุบเงิน	เกิดจากการดำเนินงานที่ไม่เป็นระบบและในขั้นตอนการชุบเงินนั้นมีขั้นตอนงานที่ไม่จำเป็นอย่างการอบอยู่ซึ่งเป็นการทำงานที่ซ้ำซ้อน	ใช้หลักการไอซีอาร์เอส : ในการกำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นออก จัดระบบการทำงานใหม่

ตาราง 4.11 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต (ต่อ)

ปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิต	สาเหตุ	แนวทางการปรับปรุงโดยระบบการผลิตแบบลีน
ช่วงเวลานำยาวนานของกระบวนการอบสุญญากาศ	เกิดจากการดำเนินงานซึ่งการอบสุญญากาศนั้นเป็นขั้นตอนการทำงานที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าแต่จำเป็นซึ่งเกิดจากพนักงานที่ไม่มีควมชำนาญงานมากพอในการเชื่อมทำให้ต้องใช้เครื่องอบสุญญากาศกำจัดความชื้นเป็นเวลานาน	ใช้ทฤษฎีการออกแบบการทดลอง : ในการออกแบบการทดลองใหม่ ลดเวลาการทำงานของเครื่องจักรที่ยาวนานซึ่งเป็นการทำงานที่ไม่จำเป็น

4.5 ดำเนินการปรับปรุงการผลิตตามแนวทางที่เสนอ

4.5.1 ใช้หลักการอีซีอาร์เอส ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

โดยการทำแผนภูมิกระบวนการไหล ของกระบวนการอบเข้าปูน กระบวนการเชื่อม กระบวนการแต่งขัด และกระบวนการชุบเงิน ซึ่งการดำเนินการปรับปรุงสามารถแสดงผลดำเนินงานดังนี้

1.การปรับปรุงกระบวนการผสมปูนและกระบวนการอบเข้าปูน

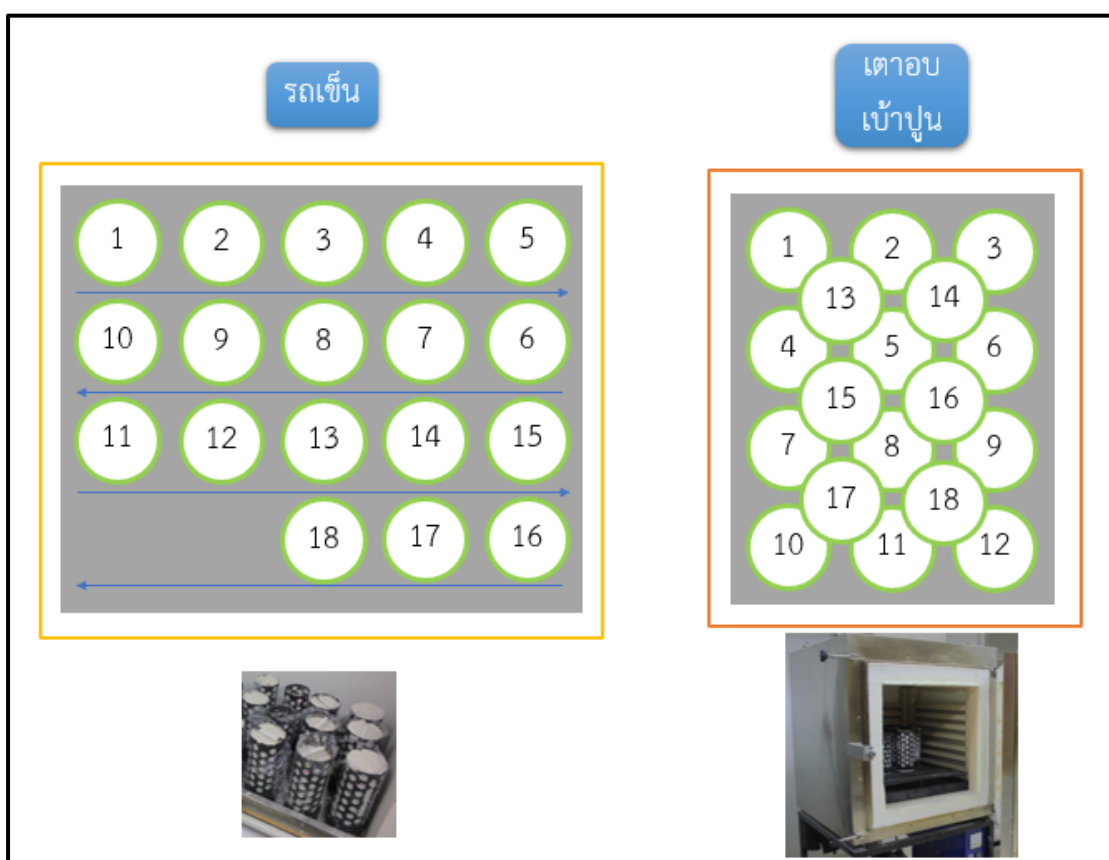
ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผสมปูนด้วยหลักการอีซีอาร์เอส เพื่อลดเวลาที่กระบวนการอบเข้าปูน เนื่องจากสองกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ต่อกัน ซึ่งจำแนกการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ดังนี้

รวม (Combine: C) คือจะเพิ่มขั้นตอนการจัดเรียงกระบอกล้นเทียนบนรถเข็นขณะรอปูนแห้งตัว 60 นาที ซึ่งใช้เวลาจัดเรียง 8.78 นาที รอปูนแห้งตัวอีก 51.22 นาที เป็นการรวมงานเข้าด้วยกัน ใช้เวลาที่รอปูนแห้งตัวในการจัดเรียงกระบอกล้นเทียนบนรถเข็น

ทำให้ง่าย (Simplify: S) เมื่อได้ทำการจัดเรียงต้นกระบอกล้นเทียนที่ปูนแห้งตัวจนกลายเป็นเข้าปูนแล้วจะทำให้การนำเข้าปูนเข้าเตาอบเพื่อละลายเทียนนั้นเกิดการทำงานที่ง่ายขึ้น ลดเวลาในการมองหาเข้าปูนเพื่อนำเข้าไปในเตาอบจากเดิมใช้เวลา 1,050 นาที ลดลง 27.11 นาที เหลือ 1,022.89 นาที คิดเป็นร้อยละสามารถลดเวลาของกระบวนการผสมปูนและกระบวนการอบเข้าปูนได้ร้อยละ

2.58 หากคิดแค่กระบวนการอบเบ้าปูนคิดเป็นร้อยละ 2.82 และผลการปรับปรุงกระบวนการผสมปูน และกระบวนการอบเบ้าปูนแสดงได้ดังตาราง 4.12

โดยการจัดเรียงกระบอกตันเทียนบนรถเข็นนั้นจะเริ่มจากการเอาหมายเลขที่อยู่ด้านในสุดของเตาอบเบ้าปูนอย่างหมายเลข 1 เริ่มต้นเรียงมาก่อนตามด้วย หมายเลข 2 3 4 5 และเมื่อถึงหมายเลข 6 จะวางไว้ที่ตำแหน่งเดียวกับหมายเลข 5 แต่อยู่ในแถวถัดมาและหมายเลข 7 8 9 10 ก็วางถัดมาในแถวเดียวกันในหลายเลข 6 ละทำแบบเดียวกันจนถึงหมายเลข 18 ดังภาพ 4.44 และเนื่องจากการจัดเรียงบนรถเข็นไว้ก่อนนั้นง่ายต่อการหยิบจับทีละ 2 เบ้าปูนเข้าไปในเตาอบเบ้าปูนและลดเวลาในการนำเบ้าปูนเข้าเตาอบเบ้าปูน



ภาพ 4.44 แสดงการจัดเรียงกระบอกตันเทียนบนรถเข็นและการจัดเรียงเบ้าปูนในเตาอบเบ้าปูน

ตาราง 4.12 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผสมปูนและ กระบวนการอบเข้าปูน ผล
ของการทำงานหลังการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผสมปูนและอบเข้าปูน				
แผนภูมิหมายเลข: 01 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: นำเข้าปูนจากขั้นตอน ผสมปูนไปเข้าเตาอบเข้าปูน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	45	26.67	18.33
วิธีการทำงาน: ปรับปรุง	การขนส่ง (NNVA) ➡	30	25	0
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) D	980	971.22	8.78
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	0	0	0
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0	0	0
อนุมัติโดย:	เวลา (นาทีก)	1,050	1,022.89	27.11
รายการ	เวลา (นาทีก)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
1.นำต้นกระบอตันเทียนเข้า เครื่องผสมปูน	2.5	○	1 คน	
2.ตั้งค่าเครื่องผสมปูน	5	○	1 คน	
3.เครื่องผสมปูนทำงาน	20	D	1 คน	
4.เอากระบอตันเทียนออกมา จัดเรียงบนรถเข็นตามใบ กำหนดตำแหน่งเข้าปูนในเตา อบเข้าปูน	8.78	○	1 คน	
5.ตั้งกระบอตันเทียนทิ้งไว้ที่ อุณหภูมิห้องเพื่อให้ปูนแข็งตัว	51.22	D	1 คน	
6.นำกระบอตันเทียนที่เป็น เข้าปูนแล้วเข้าเตาอบเข้าปูน เพื่อละลายเทียนโดยการนำเข้า ปูนเข้าเตาอบจะเรียงตามใบ กำหนดตำแหน่งเข้าปูนที่ได้ จัดเรียงไว้แล้วบนรถเข็น	5.39	○	2 คน	

ตาราง 4.12 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผสมปูนและกระบวนการอบเข้าปูน ผล
ของการทำงานหลังการปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผสมปูนและอบเข้าปูน				
แผนภูมิหมายเลข: 01 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: นำเข้าปูนจากขั้นตอน ผสมปูนไปเข้าเตาอบเข้าปูน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	45	26.67	18.33
วิธีการทำงาน: ปรับปรุง	การขนส่ง (NNVA) ➡	30	25	0
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) D	980	971.22	8.78
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	0	0	0
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0	0	0
อนุมัติโดย:	เวลา (นาทีก)	1,050	1,022.89	27.11
รายการ	เวลา (นาทีก)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
7.ตั้งค่าเครื่องอบเข้าปูน	5	○	1 คน	
8.เครื่องอบเข้าปูนทำงาน	900	D	1 คน	
9.นำเข้าปูนออกจากเตาอบเข้า ปูนเข้าเครื่องหล่อโลหะ	25	➡	1 คน	
รวม	1,022.89			

2. การปรับปรุงกระบวนการเชื่อมและกระบวนการแต่งขัด

ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการเชื่อมและกระบวนการแต่งขัดด้วยหลักการอิชิวาร์เอส เพื่อลดเวลาทั้งสองกระบวนการ เนื่องจากสองกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ต่อกันจึงได้ทำการปรับปรุงทั้งสองกระบวนการด้วยกัน ซึ่งจำแนกการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ดังนี้

ทำให้ง่าย คือการเพิ่มขั้นตอนย่อยเพื่อให้ทำงานได้ง่ายขึ้น โดยการเอาลวดพังกาไลให้ชิดกันเพื่อเชื่อมประกอบได้ง่ายแนบสนิทกันไม่มีรู เวลาเชื่อมจะได้ใช้เวลาน้อยลง และเพิ่มการตรวจสอบและตัดแก้ไขกาไลต่อนั้นเพื่อที่จะแก้ไขชิ้นงานได้ง่ายและไม่ต้องแก้ไขมากนักเมื่อได้ผ่านหลายขั้นตอนย่อยไปแล้ว หลังจากการเชื่อมได้เพิ่มการแต่งรอยเชื่อมให้เรียบก่อนที่จะนำกาไลเล็กมาผ่าประกอบเชื่อม ซึ่งส่งผลทำให้ขั้นตอนย่อย อย่างการตะไบในส่วนที่ยังไม่เรียบ ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายหยาบ ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายละเอียด ขัดยาเดินใช้เวลาอันน้อยลงเนื่องจากได้ทำการแต่งรอย

เชื่อมให้เรียบร้อยแล้วทำให้ง่ายเมื่อถึงขั้นตอนการตัดตกแต่งจึงไม่ต้องทำการตัดตกแต่งมากนักก็สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานของแผนการตรวจสอบ จากเดิมใช้เวลา 735.61 นาที ลดลง 102.69 นาที เหลือ 632.92 นาที คิดเป็นร้อยละสามารถลดเวลาของกระบวนการเชื่อมและกระบวนการแต่งขัดได้ร้อยละ 13.95 และผลการปรับปรุงกระบวนการเชื่อมและกระบวนการอบแต่งขัดแสดงได้ดังตาราง 4.13

ตาราง 4.13 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด ผลของการทำงานหลังการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: การเชื่อมชิ้นงานและ ตกแต่ง ขัดเงาชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	716.38	619.24	97.14
วิธีการทำงาน: ปรับปรุง	การขนส่ง (NNVA) ➡	0	0	0
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) D	0	0	0
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	19.23	13.68	5.55
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0	0	0
อนุมัติโดย:	เวลา (นาที)	735.61	632.92	102.69
รายการ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
1.เบิกชิ้นงานหล่อที่ตัดก้านทาง น้ำและร่อนเงาเสร็จแล้วจากส ต็อก	5	○	1 คน	
2.เผาชิ้นงานให้อ่อน	18.45	○	1 คน	
3.ตะไบชิ้นงานด้วยกระดาษ ทรายให้เรียบ	24.67	○	1 คน	
4.นำตัวกำไลตัวใหญ่มาเชื่อม ประกบกัน	17.32	○	1 คน	

ตาราง 4.13 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด ผลของการทำงานหลังการปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: การเชื่อมชิ้นงานและ ตกแต่ง ขัดเงาชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	716.38	619.24	97.14
วิธีการทำงาน: ปรับปรุง	การขนส่ง (NNVA) ➡	0	0	0
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) D	0	0	0
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	19.23	13.68	5.55
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0	0	0
อนุมัติโดย:	เวลา (นาทีก)	735.61	632.92	102.69
รายการ	เวลา (นาทีก)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
5.เอาลวดพังกาไลให้ชิดกันเพื่อ เชื่อมประกอบได้ง่ายไม่มีรู	9.34	○	1 คน	
6.ตรวจสอบและตัดก่าไลให้ได้ รูปทรง ขนาดตรงกับไซส์	6.47	□	1 คน	
7.เผาให้ชิ้นงานอ่อนตัวประกอบ ให้ชิดกันและใส่น้ำฟลักเพื่อให้ น้ำยาประสานมันว้าง	100.68	○	1 คน	
8.จึมน้ำยาประสานตรงรอย ประกอบเพื่อให้ชิ้นงานเชื่อม เป็นเนื้อเดียวกัน	109.59	○	1 คน	
9.แต่งรอยเชื่อมให้เรียบ	25.35	○	1 คน	
10.เป่าชิ้นงานรอให้เย็น	10.39	○	1 คน	
11.ตรวจสอบรูปทรงและขนาด ให้ตรงกับไซส์	3.32	□	1 คน	
12.นำก่าไลตัวเล็กมาผ่า ประกอบเชื่อมกับก่าไลตัวใหญ่	60.68	○	1 คน	

ตาราง 4.13 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัดผลของการทำงานหลังการปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: การเชื่อมชิ้นงานและ ตกแต่ง ขัดเงาชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	716.38	619.24	97.14
วิธีการทำงาน: ปรับปรุง	การขนส่ง (NNVA) ➡	0	0	0
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) □	0	0	0
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	19.23	13.68	5.55
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0	0	0
อนุมัติโดย:	เวลา (นาทีก)	735.61	632.92	102.69
รายการ	เวลา (นาทีก)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
13.นำกำลังไฟที่เชื่อมประกอบกัน แล้วไปแช่กรดเพื่อล้างคราบ เขม่า	5	○	1 คน	
14.ทำการตกแต่งชิ้นงานด้วย การตะไบในส่วนที่ยังไม่เรียบ	28.98	○	1 คน	
15.ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษ ทรายหยาบ	30.67	○	1 คน	
16.ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษ ทรายละเอียด	40.82	○	1 คน	
17.นำชิ้นงานไปขัดด้วยแปรง 2 แถวและ 4 แถว ขัดโดยใส่ยา ดินด้วยเพื่อให้ชิ้นงานเรียบ	49.54	○	1 คน	
18.ขัดชิ้นงานด้วยฝ้ายาติน เพื่อให้ชิ้นงานเกิดความเงา	60.33	○	1 คน	
19.นำชิ้นงานไปล้างทำความสะอาด ด้วยหม้ออัลตราโซนิก	3	○	1 คน	

ตาราง 4.13 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัดผลของการทำงานหลังการปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: การเชื่อมชิ้นงานและ ตกแต่ง ขัดเงาชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	716.38	619.24	97.14
วิธีการทำงาน: ปรับปรุง	การขนส่ง (NNVA) ➡	0	0	0
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) □	0	0	0
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	19.23	13.68	5.55
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0	0	0
อนุมัติโดย:	เวลา (นาทีก)	735.61	632.92	102.69
รายการ	เวลา (นาทีก)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
20.นำชิ้นงานไปทำเส้นประน้ำ	9.43	○	1 คน	
21.เป่าชิ้นงานและเช็ดชิ้นงาน ให้แห้ง	10	○	1 คน	
22.เอาชิ้นงานและเศษชิ้นงาน ไปชั่งน้ำหนัก	3.89	□	1 คน	
รวม	632.92			

3. การปรับปรุงกระบวนการชุบเงิน

ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการชุบเงินด้วยหลักการอีซีอาร์เอส เพื่อลดเวลาในกระบวนการชุบเงินนี้ ซึ่งจำแนกการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ดังนี้

กำจัด (Eliminate: E) โดยจะทำการกำจัดขั้นตอนย่อย การนำชิ้นงานไปอบสุญญากาศ เนื่องจากเป็นขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนเพราะหลังจากที่ผ่านกระบวนการชุบเงินนี้ กระบวนการต่อไปคือการอบสุญญากาศเพื่อให้ชิ้นงานมีความชื้นที่เหมาะสมเช่นกัน จากเดิมใช้เวลา 45 นาที ลดลง 30 นาที เหลือ 15 นาที คิดเป็นร้อยละสามสามารถลดเวลาของกระบวนการชุบเงินได้ร้อยละ 66.67 และผลการปรับปรุงกระบวนการเชื่อมและกระบวนการอบแต่งขัดแสดงได้ดังตาราง 4.14

ตาราง 4.14 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการชุบเงิน ผลของการทำงานหลังการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการชุบเงิน				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: ชุบกันหมองชิ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	7.49	7.49	0
วิธีการทำงาน: ปรับปรุง	การขนส่ง (NNVA) ➡	0	0	0
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) D	37.51	7.51	30
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	0	0	0
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0	0	0
อนุมัติโดย:	เวลา (นาทีก)	45	15	30
รายการ	เวลา (นาทีก)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
1.นำชิ้นงานไปล้างที่หม้ออัลตราโซนิก (Ultrasonic)	0.83	○	1 คน	
2.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำประปา	0.75	○	1 คน	
3.นำชิ้นงานไปล้างที่หม้ออิเล็กโทรคลีน (Electro clean)	1.51	○	1 คน	
4.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำประปา	0.59	○	1 คน	
5.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำกรด	0.67	○	1 คน	
6.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำประปา	0.68	○	1 คน	
7.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำกลั่น	0.66	○	1 คน	
8.นำชิ้นงานไปชุบเงินเพื่อไม่ให้ชิ้นงานหมอง	6	D	1 คน	
9.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำเก็บเงิน	1.21	○	1 คน	
10.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำประปา	0.65	○	1 คน	

ตาราง 4.14 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการชูปเงิน ผลของการทำงานหลังการปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการชูปเงิน				
แผนภูมิหมายเลข: 02 แผนที่ 1	สรุป			
ชื่อบริษัท: จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	ลดลง
กิจกรรม: ชูปกันหมองขึ้นงาน	การปฏิบัติงาน (VA) ○	7.49	7.49	0
วิธีการทำงาน: ปรับปรุง	การขนส่ง (NNVA) ➡	0	0	0
ตำแหน่งที่ตั้ง: อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	การรอคอย (NVA) D	37.51	7.51	30
ผู้บันทึก: มธรรดา กันทาหลี่	การตรวจสอบ (NVA) □	0	0	0
วันที่ 12 ธันวาคม 2560	การเก็บ (NVA) ▽	0	0	0
อนุมัติโดย:	เวลา (นาท)	45	15	30
รายการ	เวลา (นาท)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ	
11.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำกลั่น	0.69	○	1 คน	
12.นำชิ้นงานไปล้างถึงน้ำกลั่น ร้อน	0.76	○	1 คน	
รวม	15			

จากตาราง 4.14 เมื่อได้ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการชูปเงินด้วยหลักการไอซีอาร์เอส โดยการกำจัดขั้นตอนย่อย 13 การนำชิ้นงานไปอบสุญญากาศ เนื่องจากเป็นขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน เพราะหลังจากที่ผ่านกระบวนการชูปเงิน กระบวนการต่อไปคือการอบสุญญากาศอีกเช่นกันแต่เป็นการอบสุญญากาศที่ใช้เวลานานกว่าและเมื่อได้ทำการออกแบบการทดลองด้วยวิธีแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย 3 ระดับแล้ว เป็นการยืนยันว่าการตัดขั้นตอนย่อย 13 การนำชิ้นงานไปอบสุญญากาศ ในกระบวนการชูปเงินไม่มีผลกระทบต่อชิ้นงาน เนื่องจากผลการทดลองที่ได้ก่อนและหลังการตัดขั้นตอนย่อย 13 การนำชิ้นงานไปอบสุญญากาศ เหมือนกัน ดังนั้นจึงเลือกตัดขั้นตอนย่อย 13 ออก เพื่อช่วยลดช่วงเวลานำของชิ้นงาน

4.5.2 การเปรียบเทียบแผนภูมิกระบวนการไหล

ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังจากการปรับปรุงในกระบวนการผสมปูนและอบเข้าปูน กระบวนการเชื่อมและแต่งขัด กระบวนการชุบเงิน แสดงดังตาราง 4.15-4.17

ตาราง 4.15 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผสมปูนและอบเข้าปูน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผสมปูนและอบเข้าปูน					
หัวข้อ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	เพิ่มขึ้น	ลดลง	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนขั้นตอนย่อย	9 ขั้นตอน	9 ขั้นตอน	-	-	0.00
การปฏิบัติงาน (VA) ○	45 นาที	26.67 นาที	-	13.33 นาที	29.62
การขนส่ง (NNVA) ➡	25 นาที	25 นาที	-	-	0.00
การรอคอย (NVA) □	980 นาที	971.22 นาที	-	8.78 นาที	0.89
การตรวจสอบ (NVA) □	0 นาที	0 นาที	-	-	0.00
การเก็บ (NVA) ▽	0 นาที	0 นาที	-	-	0.00
เวลาที่ใช้ในการผลิต	1,050 นาที	1,022.89 นาที	-	27.11 นาที	2.58

ในการเปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ผลจากการทำการปรับปรุง กระบวนการผสมปูนและกระบวนการอบเข้าปูน สามารถลดการปฏิบัติงาน ซึ่งการปฏิบัติงานเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า จากเดิม 45 นาที เหลือ 26.67 นาที คิดเป็นร้อยละ 29.62 เมื่อเราสามารถลดการปฏิบัติงานลงได้นั้น จะทำให้วิธีในการทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และพนักงานปฏิบัติงานได้เร็วขึ้น รวมไปถึงสามารถเพิ่มผลผลิตได้อีกด้วย ลดการรอคอยซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า จากเดิม 980 นาที เหลือ 971.22 นาที คิดเป็นร้อยละ 0.89 การลดการรอคอยส่งผลดีต่อกระบวนการผลิตอย่างยิ่ง เพราะเป็นความสูญเสียและเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นซึ่งควรกำจัดทิ้งหรือลดให้น้อยลงที่สุด เพื่อให้การดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์เชื่อมต่อกับกระบวนการผลิตต่อไปในทันทีไม่เกิดการรอคอยเกิดขึ้น เมื่อเราทำการปรับปรุงแล้วนั้น สามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด จากเดิม 1,050 นาที เหลือ 1,022.89 นาที สามารถลดลงได้ถึง 27.11 นาที คิดเป็นร้อยละ 2.58 ซึ่งมาจากการลดเวลาในการปฏิบัติงานลงได้ 13.33 นาที และลดเวลาการรอคอยลงได้ 8.78 นาที

ตาราง 4.16 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด

แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมและแต่งขัด					
หัวข้อ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	เพิ่มขึ้น	ลดลง	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนขั้นตอนย่อย	19 ขั้นตอน	22 ขั้นตอน	3 ขั้นตอน	-	-15.79
การปฏิบัติงาน (VA) 	716.38 นาที	619.24 นาที	-	97.14 นาที	13.56
การขนส่ง (NNVA) 	0 นาที	0 นาที	-	-	0.00
การรอคอย (NVA) 	0 นาที	0 นาที	-	-	0.00
การตรวจสอบ (NVA) 	19.23 นาที	13.68 นาที	-	5.55 นาที	28.86
การเก็บ (NVA) 	0 นาที	0 นาที	-	-	0.00
เวลาที่ใช้ในการผลิต	735.61 นาที	632.92 นาที	-	102.69 นาที	13.96

ในการเปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ผลจากการทำการปรับปรุงกระบวนการเชื่อมและกระบวนการแต่งขัด จะเห็นได้ว่าจำนวนขั้นตอน จากเดิม 19 ขั้นตอน เพิ่มขึ้นเป็น 22 ขั้นตอน ซึ่งเกิดมาจากการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต คิดเป็นร้อยละ 15.79 แต่สามารถลดการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า จากเดิม 716.38 นาที เหลือ 619.24 นาที คิดเป็นร้อยละ 13.56 ลดการตรวจสอบซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า จากเดิม 19.23 นาที เหลือ 13.68 นาที คิดเป็นร้อยละ 28.86 และสามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต จากเดิม 735.61 นาที เหลือ 632.92 นาที คิดเป็นร้อยละ 13.96 ซึ่งมาจากการลดเวลาในการปฏิบัติงานลงได้ 97.14 นาที และลดเวลาในการตรวจสอบลงได้ 5.55 นาที จะเห็นได้ว่าแม้จำนวนขั้นตอนในการผลิตจะเพิ่มขึ้นแต่ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตลดลงได้มากถึง 102.69 นาที ซึ่งการเพิ่มขึ้นตอนในการผลิตนี้อาจจะช่วยให้การทำงานสามารถทำได้ง่ายขึ้น จึงส่งผลต่อการลดลงของระยะเวลาในการผลิต

ตาราง 4.17 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการชุบเงิน

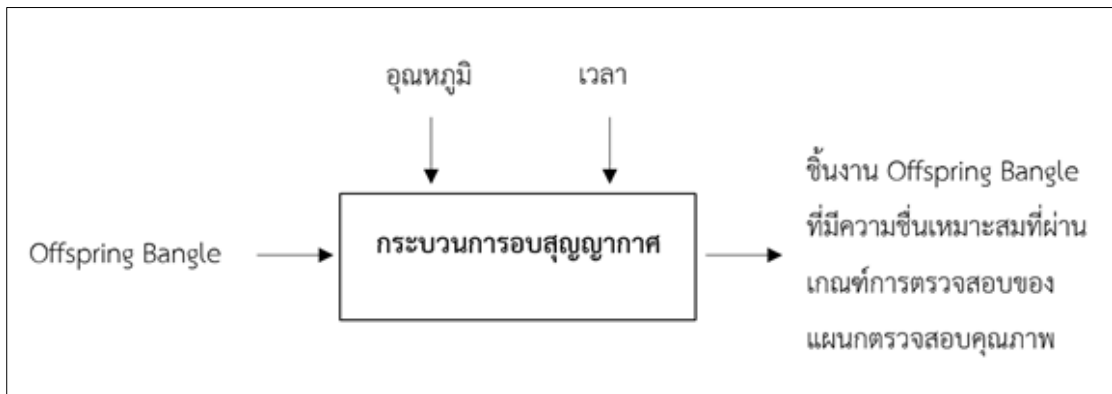
แผนภูมิการไหลของกระบวนการชุบเงิน					
หัวข้อ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	เพิ่มขึ้น	ลดลง	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนขั้นตอนย่อย	13 ขั้นตอน	12 ขั้นตอน	-	1 ขั้นตอน	7.69
การปฏิบัติงาน (VA) ○	7.49 นาที	7.49 นาที	-	-	0.00
การขนส่ง (NNVA) ➡	0 นาที	0 นาที	-	-	0.00
การรอคอย (NVA) □	37.51 นาที	7.51 นาที	-	30 นาที	79.98
การตรวจสอบ (NVA) □	0 นาที	0 นาที	-	-	0.00
การเก็บ (NVA) ▽	0 นาที	0 นาที	-	-	0.00
เวลาที่ใช้ในการผลิต	45 นาที	15 นาที	-	30 นาที	66.67

ในการเปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ผลจากการทำการปรับปรุงกระบวนการชุบเงิน จะเห็นได้ว่าจำนวนขั้นตอน จากเดิม 13 ขั้นตอน เหลือ 12 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 7.69 สามารถลดการรอคอยซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า จากเดิม 37.51 นาที เหลือ 7.51 นาที สามารถลดเวลาในการรอคอยงานได้ถึง 30 นาที ซึ่งถือว่าเราสามารถกำจัดความสูญเปล่าได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งเวลาที่ลดลงนี้เป็นการกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นออกไปจากกระบวนการผลิตหรือกำจัดกระบวนการผลิตที่ซ้ำซ้อนออกไป คิดเป็นร้อยละ 80.34 และสามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตจากเดิม 45 นาที เหลือ 15 นาที คิดเป็นร้อยละ 66.67 ซึ่งมาจากการลดเวลารอคอยลงได้ 30 นาที

4.5.3 ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง

การใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองนั้น ทำได้โดยการออกแบบการทดลองลดเวลาของเครื่องจักรที่เป็นการทำงานที่ไม่จำเป็นออก โดยทำการออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีแบบ General Full Factorial Design มาช่วยในการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมที่ทำให้เวลาที่ใช้เครื่องจักรลดน้อยลง โดยการออกแบบการทดลอง จะมีขั้นตอนพื้นฐาน 5 ขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดปัจจัยที่มีต่อผลการทดลอง จากการศึกษาการทำงานและข้อจำกัดของตู้อบสุญญากาศ (Vacuum Oven) สามารถกำหนดปัจจัยที่น่าสนใจในการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยต่างๆ ได้ 2 ปัจจัย คือ 1. อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) 2. ระยะเวลาในการใช้ตู้อบสุญญากาศ (ชั่วโมง) แสดงดังภาพ 4.45



ภาพ 4.45 ปัจจัยและพารามิเตอร์ของกระบวนการอบสุญญากาศ

2) กำหนดช่วงของปัจจัย โดยผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยและระดับขอบเขตของปัจจัยคือ ระดับสูง ระดับต่ำ และเพิ่มค่ากลางสำหรับทดสอบสมมติฐานความเป็นเส้นโค้ง ดังตาราง 4.18

ตาราง 4.18 รายละเอียดของปัจจัยและระดับขอบเขตของปัจจัย

ปัจจัย	ระดับการตั้งค่า			สัญลักษณ์
	ต่ำ (-1)	กลาง (0)	สูง (+1)	
1. อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	100	150	200	A
2. ระยะเวลาที่ใช้เครื่องอบสุญญากาศ (ชั่วโมง)	1	2	3	B

จากตาราง 4.18 ได้มีการกำหนดระดับขอบเขตของปัจจัยทั้งสองโดยอ้างอิงจากคู่มือการใช้เครื่องอบสุญญากาศ และ Work Instruction (WI)

1. ปัจจัยในการทดลองที่หนึ่งคือ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ซึ่งระดับขอบเขตของอุณหภูมิ ระดับสูง คือ 200 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิสูงสุดที่เครื่องสามารถตั้งค่าได้ ระดับต่ำ คือ 100 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิในปัจจุบันที่ใช้ตาม Work Instruction หากใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้จะส่งผลให้เครื่องจักรใช้เวลาในการทำงานนานมากขึ้น

2. ปัจจัยในการทดลองที่สองคือ ระยะเวลาในการใช้ตู้อบสุญญากาศ (ชั่วโมง) ซึ่งระดับขอบเขตของ ระยะเวลาที่ใช้เครื่องอบสุญญากาศ ระดับสูง คือ 3 ชั่วโมง เป็นเวลาสูงสุดในปัจจุบันที่ใช้ตาม Work Instruction ซึ่งผู้วิจัยต้องการลดระยะเวลาที่ใช้เครื่องอบสุญญากาศนี้ให้น้อยลง ขอบเขตระดับต่ำ คือ 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่ผู้วิจัยต้องการ เมื่อใช้เครื่องอบสุญญากาศ

3) การกำหนดสัญลักษณ์และเงื่อนไขการทดลอง

โดยปกติการกำหนดระดับปัจจัยในการทดลองจะกำหนดโดยใช้ค่าจริง (Real Values) และค่าแปลง (Code Value) ซึ่งในโครงการวิจัยนี้จะใช้ค่าจริง เนื่องจากเกิดความเหมาะสมในการใช้ในขั้นตอนการออกแบบการทดลอง เพราะสะดวกในการตรวจสอบความถูกต้อง

ในการออกแบบการทดลองโดยการทดลองแบบ General Full Factorial Design จะทำการศึกษา 2 ปัจจัย ปัจจัยละ 3 ระดับ ดังตาราง 4.19 และทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง (Replicates) ซึ่งเป็นการทดลองทั้งหมด 45 ครั้ง

4) การเลือกผลตอบ

การเลือกผลตอบของการทดลองนั้น ทำการเลือกจากเป้าหมายที่ต้องการคือ ความชื้นที่เหมาะสมที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบของแผนกตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน Offspring Bangle โดยผลตอบของการทดลองนี้คือ ผ่านเกณฑ์ และ ไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งจะกำหนดผ่านเกณฑ์ มีค่าเท่ากับ 1 และไม่ผ่านเกณฑ์ มีค่าเท่ากับ 0

5) การเขียนตารางออกแบบการทดลองพร้อมผลการทดลอง

ตารางการทดลองแสดงดังตาราง 4.19 ได้เรียงลำดับการทดลองโดยเริ่มจากเงื่อนไขที่ทุกปัจจัยอยู่ที่ระดับต่ำทั้งหมดและเงื่อนไขสุดท้ายที่ทุกปัจจัยอยู่ที่ระดับสูงทั้งหมด

ตาราง 4.19 ตารางแสดงข้อมูล การออกแบบการทดลองแบบ General Full Factorial Design
2 ปัจจัย 3 ระดับ (3^2) ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง เป็นการทดลอง 45 ครั้ง

StdOrder	Temperature	Time	Response
1	100	1	0
2	100	2	0
3	100	3	0
4	150	1	1
5	150	2	1
6	150	3	1
7	200	1	1
8	200	2	1
9	200	3	1
10	100	1	0
11	100	2	0

ตาราง 4.19 ตารางแสดงข้อมูล การออกแบบการทดลองแบบ General Full Factorial Design
2 ปัจจัย 3 ระดับ (3^2) ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง เป็นการทดลอง 45 ครั้ง (ต่อ)

StdOrder	Temperature	Time	Response
12	100	3	1
13	150	1	1
14	150	2	1
15	150	3	1
16	200	1	1
17	200	2	1
18	200	3	1
19	100	1	0
20	100	2	0
21	100	3	0
22	150	1	0
23	150	2	1
24	150	3	1
25	200	1	1
26	200	2	1
27	200	3	1
28	100	1	0
29	100	2	0
30	100	3	0
31	150	1	1
32	150	2	1
33	150	3	1
34	200	1	1
35	200	2	1
36	200	3	1

ตาราง 4.19 ตารางแสดงข้อมูล การออกแบบการทดลองแบบ General Full Factorial Design
2 ปัจจัย 3 ระดับ (3^2) ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง เป็นการทดลอง 45 ครั้ง (ต่อ)

StdOrder	Temperature	Time	Response
37	100	1	0
38	100	2	0
39	100	3	1
40	150	1	0
41	150	2	1
42	150	3	1
43	200	1	1
44	200	2	1
45	200	3	1

เมื่อได้ผลการทดลองและผลตอบที่ได้ทำการแปลงค่าแล้วนั้น นำผลตอบไปวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยโปรแกรมมินิแทบ (Minitab) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ผลการทดลอง ขั้นตอนในการวิเคราะห์แบบ General Full Factorial Design มีดังนี้

1.ทำการทดสอบผลกระทบว่าผลจากการทดลองมีปัจจัยหรือปัจจัยอันตรกิริยาใดบ้างที่มีผลกระทบต่อผลการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ความเชื่อมั่นที่ 95% โดยจะวิเคราะห์ผลจากการประมาณค่าผลกระทบ ค่าสัมประสิทธิ์ ความแปรปรวนของทุกพจน์ ที่แสดงดังตาราง 4.20 –4.23 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์การทดลองระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่มีผลกระทบต่อความชื้นที่เหมาะสมของชิ้นงาน ที่ได้ผลวิเคราะห์มาจากการทำ Analysis Factorial Design ในโปรแกรมมินิแทบ

ตาราง 4.20 ตารางแสดงข้อมูลของปัจจัย

Factor Information		
Factor	Levels	Values
A	3	100, 150, 200
B	3	1, 2, 3

ตาราง 4.21 ตารางแสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	12	7.8222	0.65185	9.58	0
Blocks	4	0.2222	0.05556	0.82	0.524
Linear	4	7.0667	1.76667	25.96	0
A	2	6.5333	3.26667	48	0
B	2	0.5333	0.26667	3.92	0.03
2-Way Interactions	4	0.5333	0.13333	1.96	0.125
A*B	4	0.5333	0.13333	1.96	0.125
Error	32	2.1778	0.06806		
Total	44	10			

ตาราง 4.22 ตารางแสดงการสรุปแบบจำลอง

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.26088	78.22%	70.06%	56.93%

ตาราง 4.23 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์

Coefficients					
Term	Coefficients	SE Coefficients	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0.6667	0.0389	17.14	0	
Blocks					
1	0	0.0778	0	1	1.6
2	0.1111	0.0778	1.43	0.163	1.6
3	-0.1111	0.0778	-1.43	0.163	1.6
4	0	0.0778	0	1	1.6
5	0	0.0778	0	1	*

ตาราง 4.23 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ (ต่อ)

Coefficients					
Term	Coefficients	SE Coefficients	T-Value	P-Value	VIF
100	-0.5333	0.055	-9.7	0	1.33
150	0.2	0.055	3.64	0.001	1.33
200	0.3333	0.055	6.06	0	*
B					
1	-0.1333	0.055	-2.42	0.021	1.33
2	0	0.055	0	1	1.33
3	0.1333	0.055	2.42	0.021	*
A*B					
100 1	0	0.0778	0	1	1.78
100 2	-0.1333	0.0778	-1.71	0.096	1.78
100 3	0.1333	0.0778	1.71	0.096	*
150 1	-0.1333	0.0778	-1.71	0.096	1.78
150 2	0.1333	0.0778	1.71	0.096	1.78
150 3	0	0.0778	0	1	*
200 1	0.1333	0.0778	1.71	0.096	*
200 2	0	0.0778	0	1	*
200 3	-0.1333	0.0778	-1.71	0.096	*

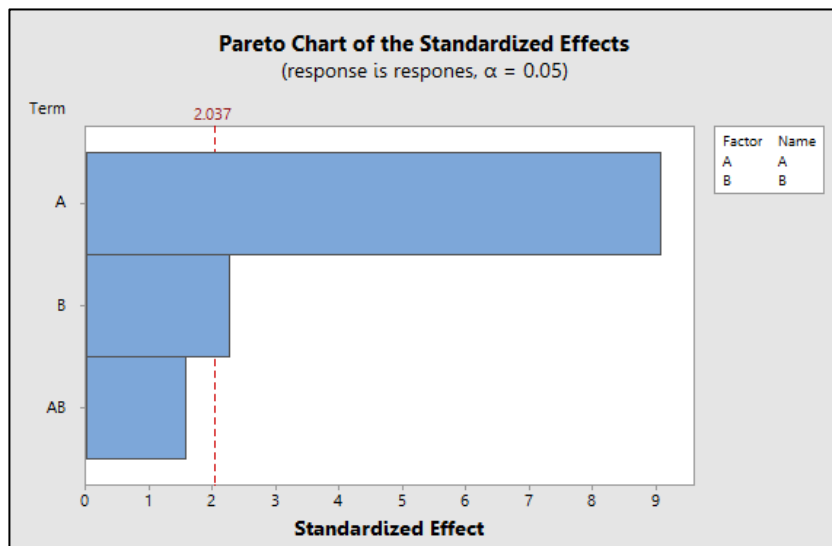
สมมติฐานหลัก คือ ค่าผลกระทบเฉลี่ย (U_{effect}) มีค่าเท่ากับศูนย์ ถ้าหากวิเคราะห์ผลการทดลองแล้วยอมรับสมมติฐานหลักแสดงว่าปัจจัยนั้นไม่มีผลกระทบต่อการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

สมมติฐานรอง คือ ค่าผลกระทบเฉลี่ย (U_{effect}) มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ ถ้าหากวิเคราะห์ผลการทดลองแล้วไม่ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่ายอมรับสมมติฐานรองซึ่งสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยนั้นมีผลกระทบต่อการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

สมมติฐานหลัก $H_0 : U_{\text{effect}} = 0$

สมมติฐานรอง $H_1 : U_{\text{effect}} \neq 0$

จากภาพ 4.46 จะสังเกตได้ว่า ปัจจัย A : อุณหภูมิ ปัจจัย B : เวลา มีค่า P-value น้อยกว่า 0.05 ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าปัจจัย A และ ปัจจัย B ปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าปัจจัย A ปัจจัย B มีผลกระทบต่อผลการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95



ภาพ 4.46 แผนภูมิพาเรโตที่แสดงปัจจัยที่มีนัยสำคัญที่ 0.05

จากภาพ 4.46 จะเห็นได้ว่าปัจจัย A และ ปัจจัย B มีกราฟแท่งที่มีค่ามากกว่าเส้นนัยสำคัญ (2.037) สามารถสรุปได้ว่าปัจจัย A ปัจจัย B มีผลกระทบต่อผลการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

2.เขียนแบบจำลอง (Initial Model) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลองแต่ละระดับ ว่ามีผลตอบของกระบวนการอย่างไรบ้าง โดยแบบจำลองแบบเต็มจำนวนที่ได้จากการทดลองแสดงดังภาพ 4.47

Regression Equation

$$\begin{aligned} \text{Response} = & 0.6667 - 0.5333 A_{100} + 0.2000 A_{150} + 0.3333 A_{200} - 0.1333 B_{100} - 0.0000 B_{200} \\ & + 0.1333 B_{300} - 0.0000 A^*B_{100} 1 - 0.1333 A^*B_{100} 2 + 0.1333 A^*B_{100} 3 \\ & - 0.1333 A^*B_{150} 1 + 0.1333 A^*B_{150} 2 - 0.0000 A^*B_{150} 3 + 0.1333 A^*B_{200} 1 \\ & + 0.0000 A^*B_{200} 2 - 0.1333 A^*B_{200} 3 \end{aligned}$$

Equation averaged over blocks.

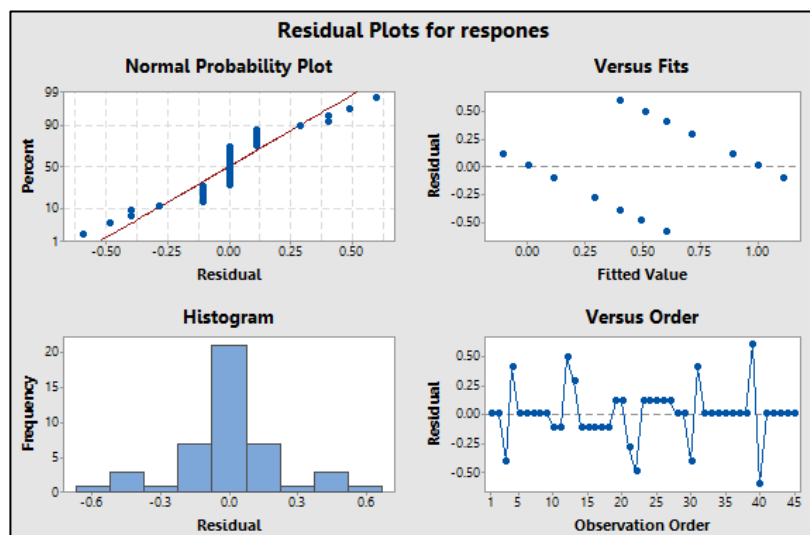
ภาพ 4.47 แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง

3.วิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดลองแบบ General Full Factorial Design จากภาพ 4.46 ช่วยในการตัดสินใจว่าผลกระทบจากปัจจัยและปัจจัยอันตรกิริยาใดมีผลกับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญและผลกระทบใดบ้างที่ควรอยู่ในแบบจำลอง จากตาราง 4.21 ค่า Sum Square ค่าความแปรปรวนทั้งหมดของปัจจัย A มีค่าเท่ากับ 6.5333 ซึ่งมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับ

ปัจจัยอื่นๆ และปัจจัย A ปัจจัย B มีค่า P-value น้อยกว่า 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองควรที่จะมีปัจจัย A ปัจจัย B อยู่ในสมการและตัดปัจจัยที่มีค่า P-value มากกว่า 0.05 ออก แต่จากการทดลองนี้ควรรวมปัจจัยอันตรกิริยาในแบบจำลองด้วย แม้จะไม่นับสำคัญเนื่องจากปัจจัย A ปัจจัย B มีผลกระทบต่อผลการทดลอง ปัจจัยอันตรกิริยาหรือปัจจัย AB อย่างมีผลกระทบแต่อาจจะมีน้อย ดังนั้นปัจจัย AB ควรรวมอยู่ในสมการแบบจำลองด้วย

4.ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Appropriateness) เนื่องจากแบบจำลองที่ได้ทำการคาดการณ์ไว้ว่าจะไม่สอดคล้องกับข้อมูลผลการทดลอง ส่งผลให้แบบจำลองไม่สามารถนำไปใช้ได้เพราะอาจจะก่อให้เกิดความผิดพลาดและไม่สอดคล้องกับการทำงานที่แท้จริง โดยจะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ หรือ R-squared (Coefficient of correlation) หรือ R-squared (adj) จากตาราง 4.22 จะเห็นได้ว่า ค่า R-squared มีค่าเท่ากับร้อยละ 78.22 ซึ่งแสดงถึงเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนทั้งหมดจากข้อมูลการทดลองที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง และค่า R-squared (adj) มีค่าเท่ากับร้อยละ 70.06 ซึ่งโดยปกติแล้วควรมีค่า R-squared อย่างน้อยร้อยละ 70 แสดงว่าแบบจำลองมีความเหมาะสม

5.ตรวจสอบความพอเพียง (Model Adequacy Checking) โดยจะทำการตรวจสอบความพอเพียงของแบบจำลองโดยการวิเคราะห์ส่วนค้าง (Residual Analysis) เพื่อตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้นของคุณสมบัติของความแปรปรวนของแบบจำลองแสดงดังภาพ 4.48



ภาพ 4.48 ภาพแสดงการวิเคราะห์ส่วนค้างของผลตอบการทดลอง

จากภาพ 4.48 สามารถวิเคราะห์คุณสมบัติได้ดังนี้

5.1.วิเคราะห์กราฟแบบปกติส่วนค้างจากกราฟ (Normal Plot of Residuals) และวิเคราะห์แผนภูมิส่วนค้าง (Histogram of Residuals) ผลทดสอบสมมติฐานขั้นพื้นฐานของการวิเคราะห์การถดถอยมีการแจกแจงแบบปกติ เนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่มีการกระจายตัวอยู่ใกล้เส้น

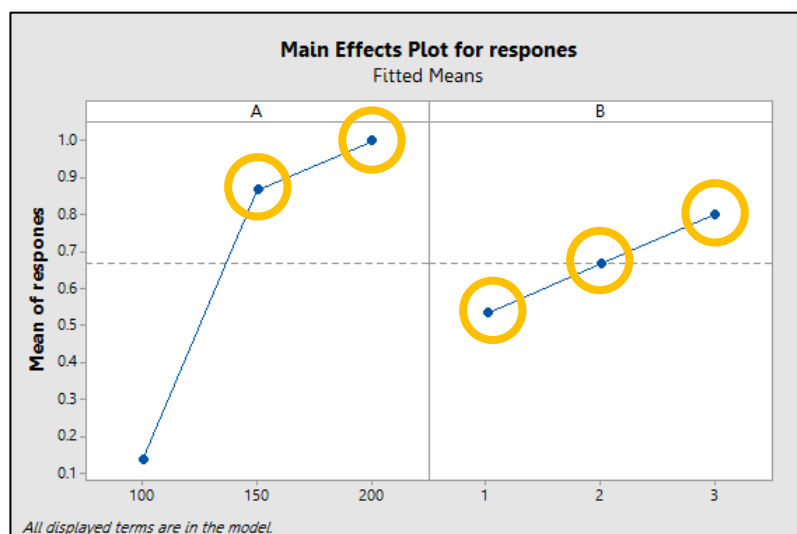
แกนกำเนิด (Imaginary Line) ของกราฟปกติ และไม่มีข้อมูลส่วนค้ำที่เห็นได้ชัดเจนว่าออกนอกเส้นหรือห่างจากแกนกำเนิด

5.2.วิเคราะห์กราฟส่วนค้ำกับค่าทำนาย (Fitted Values) จากกราฟจะเห็นได้ว่าข้อมูลส่วนค้ำมีการกระจายตัวแบบสุ่ม มีความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระไม่มีรูปแบบหรือแนวโน้ม ข้อมูลส่วนค้ำมีความสม่ำเสมอของความผันแปรตลอดช่วงของปัจจัย จึงสามารถนำแบบจำลองไปใช้ได้

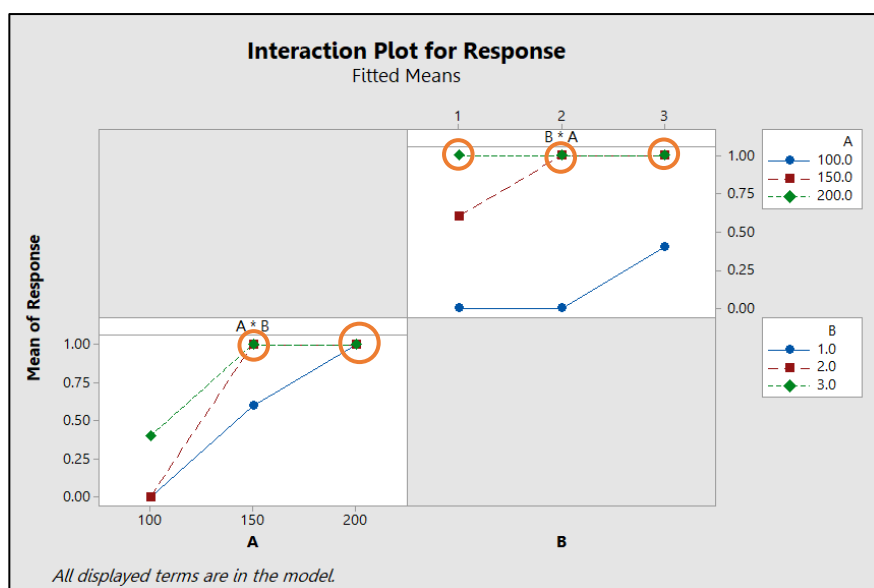
5.3.วิเคราะห์กราฟส่วนค้ำกับลำดับการทดลอง (Run orders) จากกราฟ (Versus Order) ข้อมูลส่วนค้ำมีการแกว่งขึ้นลง ไม่มีรูปแบบหรือแนวโน้ม จึงสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลส่วนค้ำมีความเป็นอิสระต่อกัน ไม่ขึ้นอยู่กับการทดลอง

เมื่อตรวจสอบความพอเพียงของแบบจำลองโดยวิเคราะห์ส่วนค้ำแล้วพบว่าแบบจำลองนี้มีคุณสมบัติครบทุกประการ จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองมีความพอเพียงสามารถนำแบบจำลองนี้ไปใช้ได้

6.แปลผลและหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ Interaction Plot แสดงดังภาพ 4.49-4.50



ภาพ 4.49 Main Effect Plot For Response



ภาพ 4.50 Interaction Plot For Response

จากภาพ 4.49 จะเห็นได้ว่าปัจจัย A หรืออุณหภูมินั้นจะมีผลกระทบต่อผลการทดลองที่ให้ผลตอบที่ดีที่ระดับอุณหภูมิที่ 200 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ 150 องศาเซลเซียส รองลงมา เนื่องจากการทดลองทั้ง 5 รอบ การอบสุญญากาศที่ใช้อุณหภูมิที่ 150 องศาเซลเซียส นั้นมีเพียงการทดลองที่ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ในการทดลองรอบที่ 3 และการทดลองรอบที่ 5 ที่ขึ้นงานไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ ส่วนอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยผลตอบอยู่ที่ 0.13 เนื่องจากการทดลองทั้ง 5 รอบ การอบสุญญากาศที่ใช้อุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส นั้นการทดลองที่เวลา 1 และ 2 ชั่วโมง ขึ้นงานไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ และในการทดลองที่ใช้เวลา 3 ชั่วโมง มีเพียงการทดลองรอบที่ 2 และรอบที่ 5 ที่ขึ้นงานผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ ดังนั้นจึงไม่พิจารณาอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการอบสุญญากาศ เพราะมีค่าเฉลี่ยผลตอบที่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ยผลตอบทั้งหมด

ปัจจัย B หรือเวลานั้นมีผลกระทบต่อผลการทดลองที่ให้ผลตอบที่ดีที่ระดับเวลาที่ 3 ชั่วโมง มีเพียงการทดลองรอบที่ 1 3 และ 4 ในอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส ที่ขึ้นงานไม่ผ่านการตรวจสอบ และการใช้เวลา 2 ชั่วโมง รองลงมาเนื่องจากการทดลองทั้ง 5 รอบ การอบสุญญากาศที่ใช้เวลา 2 ชั่วโมง นั้นมีเพียงการทดลองที่ใช้อุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การทดลอง และการใช้เวลา 1 ชั่วโมง มีเพียงการทดลองรอบที่ 3 และ 5 ในอุณหภูมิที่ 150 ที่ขึ้นงานไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ แม้มีค่าเฉลี่ยผลตอบที่ 0.53 แต่เมื่อดูจากผลการทดลองเมื่อนำขึ้นงานไปตรวจแล้วสามารถพิจารณาการใช้อุณหภูมิที่ 200 องศาเซลเซียส ที่เวลา 1 ชั่วโมง ในการอบสุญญากาศได้ เพราะผ่านเกณฑ์การตรวจสอบทั้ง 5 รอบ

จากภาพ 4.50 สามารถสรุประดับที่เหมาะสมของการทดลองได้ดัง ตาราง 4.24 สามารถอธิบายการหาผลตอบที่ดีที่สุดได้ว่าการใช้อุณหภูมิที่ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 2 และ

3 ชั่วโมง เมื่อนำไปทำการทดลองการอบสุญญากาศแล้วนั้นชิ้นงานผ่านเกณฑ์การตรวจสอบทั้ง 5 รอบ และการใช้อุณหภูมิที่ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง เมื่อนำไปทำการทดลองการอบสุญญากาศแล้วนั้นชิ้นงานผ่านเกณฑ์การตรวจสอบทั้ง 5 รอบ จึงพิจารณาใช้ระดับปัจจัยดังนี้

ตาราง 4.24 ระดับที่เหมาะสมของการทดลอง

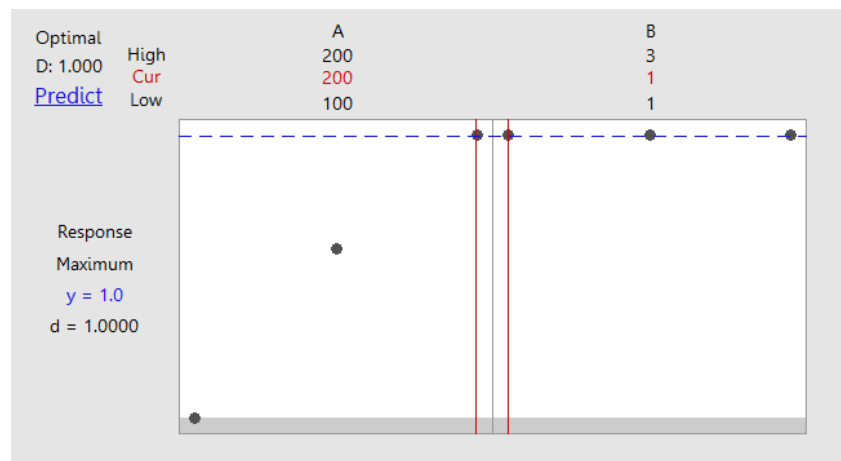
สัญลักษณ์	ปัจจัย	ระดับที่เหมาะสม				
A	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	150		200		
B	เวลา (ชั่วโมง)	2	3	1	2	3

4.5.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองระดับที่เหมาะสมที่ส่งผลกระทบต่อความชื้นที่เหมาะสมที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบของแผนกตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน Offspring Bangle คือ อุณหภูมิที่ 200 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการใช้ตู้อบสุญญากาศ 1 ชั่วโมง เนื่องจากวัตถุประสงค์ในการทำการทดลองในครั้งนี้ คือการลดช่วงเวลานำส่งของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle จึงเลือกระดับที่เหมาะสมที่มีระยะเวลาน้อยที่สุด คือใช้เวลา 1 ชั่วโมง แม้ระดับปัจจัยอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง อาจจะเป็นปัจจัยที่เหมาะสมกว่า เนื่องจากเป็นการประหยัดต้นทุนมากกว่าระดับปัจจัยอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง หากเปรียบเทียบในเชิงต้นทุน สามารถสรุปได้ว่าสามารถใช้ระดับปัจจัยได้ทั้งสองรูปแบบ ซึ่งในการทดลองนี้พิจารณาเพียงช่วงเวลานำของเครื่องอบสุญญากาศ จึงได้เลือกใช้อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง ในการอบสุญญากาศ เมื่อทำการทดลองยืนยันผลทั้ง 3 ครั้งแล้ว พบว่าระดับของปัจจัยที่ใช้ในการอบสุญญากาศนี้ สามารถลดเวลาในการอบสุญญากาศจากเดิม 3 ชั่วโมง เหลือ 1 ชั่วโมง ลดลงไป 2 ชั่วโมง ซึ่งมีผลต่อการทดลองผ่านเกณฑ์ร้อยละ 100 ดังตาราง 4.25 และยืนยันผลการทดลองด้วยการวิเคราะห์ Response Optimization โดยการจำกัดเวลาที่ใช้อบสุญญากาศให้น้อยที่สุดตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการลดช่วงเวลานำ ซึ่งกำหนด ปัจจัยที่ระดับเวลาที่ 1 ชั่วโมง ดังภาพ 4.51 และ ภาพ 4.52 เมื่อทำการวิเคราะห์ในโปรแกรมมินิแทบแล้ว สามารถสรุปได้ว่าระดับของปัจจัยที่ต้องการสำหรับการตั้งค่าเพื่อให้ได้ค่าผลตอบที่สูงที่สุดคือ Response = 1 มาจากปัจจัย A อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ปัจจัย B เวลา 1 ชั่วโมง

ตาราง 4.25 ผลการทดลองยืนยันผลของระดับที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง

Temperature	Time	Response
200	1	1 (ผ่านเกณฑ์)
200	1	1 (ผ่านเกณฑ์)
200	1	1 (ผ่านเกณฑ์)



ภาพ 4.51 Optimization Plot

Response Optimization: Response

Parameters

Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Importance
Response	Maximum	0	1		1	1

Variable Ranges

Variable	Values
A	100, 150, 200
B	1

Solution

Solution	A	B	Response Fit	Composite Desirability
1	200	1	1	1

Multiple Response Prediction

Variable	Setting
A	200
B	1

Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
Response	1.000	0.117	(0.762, 1.238)	(0.418, 1.582)

ภาพ 4.52 Response Optimization

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยเรื่อง การลดช่วงเวลานำส่งโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา บริษัท จอร์จ เจนเซน (ประเทศไทย) จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อลดช่วงเวลานำส่งสินค้าให้กับลูกค้าโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกศึกษาผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มียอดการส่งผลิตสูงที่สุด และปัจจุบันพบว่ายังคงมีปัญหาในเรื่องของการมีระยะเวลาการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าที่ยาวนาน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle และเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากนั้นประเมินความสูญเสียของกระบวนการผลิต โดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า เพื่อวิเคราะห์ถึงงานที่เกิดคุณค่าและไม่เกิดคุณค่า เพื่อทำการใช้หลักการฮีชีอาร์เอส รวมไปถึงการใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ตั้งแต่กระบวนการรับใบสั่งผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle จนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า และนำผลที่ได้มาทำการนำเสนอกับทางบริษัทกรณีศึกษาเพื่อทำการปรับปรุงต่อไป

5.1 อภิปรายผลการทดลอง

โครงการวิจัยนี้ เริ่มต้นจากการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle และเก็บข้อมูลตั้งแต่การรับใบสั่งผลิตจากลูกค้าจนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตว่ากระบวนการผลิตใดส่งผลต่อระยะเวลาการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าที่ยาวนาน จากนั้นทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า เราจะพบความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่างๆ จึงได้ทำการระบุความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นนั้นเพื่อกำจัดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นให้น้อยลงมากที่สุดและลดระยะเวลาการทำงานให้น้อยลงอีกด้วย

ซึ่งนำขั้นตอนต่างๆ ที่ทำการศึกษามาทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า เพื่อระบุความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นโดยวิเคราะห์หากิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าแต่จำเป็น และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า นำแผนผังสาเหตุและผลมาทำการประเมินสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เพื่อระบุถึงปัญหาที่เกิดจากความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตว่าปัญหานั้นเกิดมาจากสาเหตุใดเป็นหลัก ที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน ซึ่งได้ทำการเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการอิชิวาร์เอส ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการทำแผนภูมิกระบวนการไหล เปรียบเทียบกระบวนการก่อนและหลังการปรับปรุง และใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอีกด้วย

เมื่อได้ทำการศึกษาระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle พบว่าเรามีช่วงเวลานำยาวนานนั้น เกิดจากการมีความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยกระบวนการผลิตที่เกิดความสูญเปล่ามากคือ กระบวนการอบเข้าปูน กระบวนการเชื่อม กระบวนการแต่งขัด กระบวนการชุบเงิน และกระบวนการอบสุญญากาศ

5.2 สรุปผลการดำเนินงาน

ตาราง 5.1 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลานำส่งสินค้าก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle			
ช่วงเวลานำส่งสินค้า ก่อนการปรับปรุง	ช่วงเวลานำส่งสินค้า หลังการปรับปรุง	ช่วงเวลานำส่งสินค้า ที่สามารถลดได้	คิดเป็น ร้อยละ
48 ชั่วโมง 30 นาที	43 ชั่วโมง 50.4 นาที	4 ชั่วโมง 39.6 นาที	10.96

จากตาราง 5.1 การปรับปรุงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle นั้น สามารถลดช่วงเวลานำส่งสินค้า จากเดิมมีระยะเวลาการส่งมอบสินค้าอยู่ที่ 5 วัน หลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีนเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหานั้น ระยะเวลาการส่งมอบสินค้า เหลืออยู่ที่ 4 วัน 3 ชั่วโมง 20.4 นาที ลดจากเดิมลงได้ 4 ชั่วโมง 39.6 นาที มาจากกระบวนการผสมปูนและกระบวนการอบเข้าปูนที่สามารถลดระยะเวลาในการทำงานลงได้ 27.11 นาที กระบวนการเชื่อมและกระบวนการแต่งขัดสามารถลดระยะเวลาในการทำงานลงได้ 102.69 นาที กระบวนการชุบเงินสามารถลดระยะเวลาในการทำงานลงได้ 30 นาที และกระบวนการอบสุญญากาศสามารถลดระยะเวลาในการทำงานลงได้ 120 นาที

ตาราง 5.2 แสดงเวลาที่ใช้ในการผลิตที่สามารถลดลงได้ต่อปี

เวลาที่ใช้ในการผลิต ก่อนการปรับปรุง	เวลาที่ใช้ในการผลิต หลังการปรับปรุง	เวลาที่ใช้ในการ ผลิตที่ลดลงได้
(48.5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) = 2,328 ชั่วโมงต่อปี	(43.84 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) = 2,104.32 ชั่วโมงต่อปี	223.68 ชั่วโมงต่อปี

หมายเหตุ 1 ปี ทำงาน 240 วัน

จากตาราง 5.2 แสดงเวลาที่สามารถลดลงได้ 223.68 ชั่วโมงต่อปี หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต จากเดิมที่ใช้เวลาในการผลิต 2,328 ชั่วโมงต่อปี ใช้เวลาการผลิต 48.5 ชั่วโมงต่อใบสั่งผลิตต่อสัปดาห์ เหลือ 2,104.32 ชั่วโมงต่อปี ใช้เวลาการผลิต 43.84 ชั่วโมงต่อใบสั่งผลิตต่อสัปดาห์ ซึ่งการลดช่วงเวลานำส่งนั้น สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle เพิ่มขึ้นได้ โดยนำเวลาที่สามารถลดลงได้ 223.68 ชั่วโมงต่อปีนั้น ทหารด้วย 43.84 ชั่วโมงต่อใบสั่งผลิต สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle เพิ่มขึ้นได้ทั้งหมด 5.1 ใบสั่งผลิตต่อปี ซึ่ง 1 ใบสั่งผลิต ผลิตชิ้นงานได้ 3 ชิ้น ทั้งหมดจะสามารถเพิ่มขึ้นได้ 15 ชิ้นต่อปี ราคาผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle นั้นอยู่ที่ 12,516.84 บาทต่อชิ้น จะเพิ่มรายได้ทั้งหมด 187,752.6 บาทต่อปี

จากโครงการวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้เทคนิคลีนในการปรับปรุงกระบวนการผลิต จะสามารถลดความสูญเสียในสายการผลิต แต่อย่างไรก็ดี บริษัทจะต้องทำการคำนึงถึงเงื่อนไข และปัจจัยต่างๆ ที่อาจจะทำให้ระบบการผลิตนั้นเปลี่ยนไป

5.3 ข้อเสนอแนะในการทำโครงการ

5.3.1 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ

1. เวลาในการผลิตตามแผนการผลิตของโรงงานของผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle ไม่แน่นอน เป็นการผลิตแบบตามคำสั่ง ทำให้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำได้ยากและไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากบริษัทไม่ได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ในประเภทที่ศึกษาตลอดระยะเวลา ทำให้การเก็บข้อมูลจึงมีความล่าช้าและไม่ต่อเนื่อง

2. ระยะเวลาในการทำการทดลองยืนยันผลน้อย เพราะมีข้อจำกัดในด้านเวลา

3. เนื่องจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Offspring Bangle มีขั้นตอนการผลิตจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการเก็บข้อมูลได้อย่างล่าช้า

4. เนื่องจากทางโรงงานไม่มีเครื่องวัดความชื้นของชิ้นงานประเภทชิ้นงานกลวง จึงทำให้ยากต่อการสรุปผลการทดลอง

5. การเก็บข้อมูลของทางโรงงานไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน ซึ่งทำให้อ่านข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลได้ยาก

6. พนักงานทำงานไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน พนักงานทำงานตามความถนัดของตนเอง ทำให้งานเสร็จล่าช้ากว่าที่ควรจะเป็น

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำโครงการ

1. การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาและปรับปรุงการทำงาน โดยมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ในบางกระบวนการ และมีการนำเสนอการปรับปรุง จึงควรมีการให้พนักงานในแต่ละกระบวนการได้เรียนรู้และฝึกการทำงานเพื่อให้เกิดความชำนาญงาน และมีการจัดทำขั้นตอนที่เป็นมาตรฐานวิธีการทำงานที่ชัดเจน เพื่อให้พนักงานทำงานได้ตามขั้นตอนและลดวิธีการทำงานตามความถนัดของแต่ละบุคคล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้การทำงาน

2. ควรปรับปรุงระบบของการตรวจสอบการวัดความชื้นของชิ้นงาน เพื่อให้ข้อมูลมีคุณภาพที่ดีขึ้น มีเกณฑ์มาตรฐานในการรับรองผล และง่ายต่อการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาในอนาคต

3. ควรมีการฝึกฝนพนักงานให้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า ไม่ต้องรอคอยการแก้ไขจากวิศวกรเพียงฝ่ายเดียว

4. ผลการทดลองจริงตามเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่คำนวณได้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องมือวัดที่ทางโรงงานใช้วัดไม่มีเกณฑ์มาตรฐานมากพอ

5. มีการสร้างแรงจูงใจในการทำงาน เช่น การมอบประกาศนียบัตรพนักงานดีเด่นในการทำงาน เพื่อเป็นแบบอย่างที่ดีให้แก่พนักงานท่านอื่นเพื่อสร้างแรงจูงใจในการทำงาน และทำให้พนักงานที่ได้รับความภาคภูมิใจในการทำงาน และมีการจัดการแข่งขันประกวดทักษะในการทำงาน เช่น การแข่งขันประกวดการเชื่อมงาน เพื่อให้พนักงานมีความกระตือรือร้น และสามารถพัฒนาทักษะของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

6. ในการทำโครงการวิจัยนี้ จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลจากการสอบถาม ทำให้ข้อมูลบางอย่างเกิดความคลาดเคลื่อนได้ และในการเข้าไปจับเวลาควรทำความเข้าใจกับพนักงานก่อนว่าให้ทำตามปกติ ต้องสังเกตดูว่าการทำงานของพนักงานไม่เร็วหรือช้าจนเกินไป ดังนั้นจึงควรศึกษาข้อมูลเป็นอย่างดีเพื่อความถูกต้องในการทำโครงการวิจัยนี้ และจากการศึกษาต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการจัดทำโครงการที่นำเสนอไปว่ามีความเหมาะสม

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ ตันตระกูล และชญดา สุทธิโรจน์พัฒนา สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปไคโตซานและ
เจลลาตินด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบแผ่น โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2558 (2 มีนาคม 2563)
- จิรภิญญา กันทะเสน และณชพัฒน์ แก้วปา การประยุกต์ใช้เทคนิคสลิ้นในการเพิ่มประสิทธิภาพ
กระบวนการผลิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2557 (2 มีนาคม 2563)
- ชนิกานต์ สี่เมือง และอาณัฐติญา ชิดชม การลดเวลาการผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอะลูมิเนียม
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2561 (2 มีนาคม 2563)
- ชลลดา อุตสาคร และชุติมน เอื้องไพบูลย์ การปรับปรุงกระบวนการผลิตสร้อยคอด้วยเทคนิคเอ็มที
เอ็ม -2 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2555 (2 มีนาคม 2563)
- ณัฐกร พลัฒพลทอง และธีรวัฒน์ อินชายุหา การลดปริมาณของเสียในการผลิตขวดพลาสติกโดยใช้
เทคนิคการออกแบบการทดลอง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2557 (2 มีนาคม 2563)
- ณัฐพล ทาแก และศุภลักษณ์ ปันคำ การลดของเสียในกระบวนการฉีดยาในอุตสาหกรรม
เครื่องประดับ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2555 (2 มีนาคม 2563)
- “ทฤษฎีกำลังปลา”. “ทฤษฎีกำลังปลา” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.research-system.siam.edu/images/IE/Chanida/1.2557/1/6.pdf> (13 กันยายน 2562)
- “ทฤษฎีflow process chart”. “ทฤษฎีflow process chart” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
http://www.researchsystem.siam.edu/images/thesis/mhd/The_Loss_Reduction_in_Can_Filling_Process/6.pdf (13 กันยายน 2562)
- ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. “ECRS คืออะไร” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://cpico.wordpress.com/>(12 กันยายน 2562)
- สุขุม มั่นคง. “VSM คืออะไร” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://vsmja.blogspot.com/2016/01/value-stream-mapping-vsm.html> (12 กันยายน 2562)
- สุชาดา ทนชัย และอภิษฎา พบศิริ การเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตถุงพลาสติกโดยใช้เทคนิค
สลิ้น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2559 (9 กันยายน 2562)
- สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. “ความสูญเสีย 7 ประการ” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
<https://www.rmuti.ac.th/faculty/production/ie/html/WASTES.htm> (12 กันยายน 2562)

บรรณานุกรม

วรุฒ สัจจิตวงศ์ การปรับปรุงคุณค่าและกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ เออี 120 โดยใช้ระบบการผลิตแบบสิ้น: กรณีศึกษา บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2555 (9 กันยายน 2562)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อสกุล : นางสาวมธุรดา กันทาหลี

รหัสนักศึกษา : 590612081

วัน เดือน ปี เกิด : 19 ธันวาคม 2540

ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

ที่อยู่ปัจจุบัน : 297/1 หมู่ 9 ตำบลช่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ 50160

อีเมล : mathuradakanthalee@gmail.com



ชื่อสกุล : นางสาวมัญชุพร จันทพรรณ

รหัสนักศึกษา : 590612083

วัน เดือน ปี เกิด : 2 ธันวาคม 2540

ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพระฤทัย เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพระฤทัย เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ที่อยู่ปัจจุบัน : 102 หมู่ 9 ตำบลสันปุนเลย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

อีเมล : saimcp021240@hotmail.com

