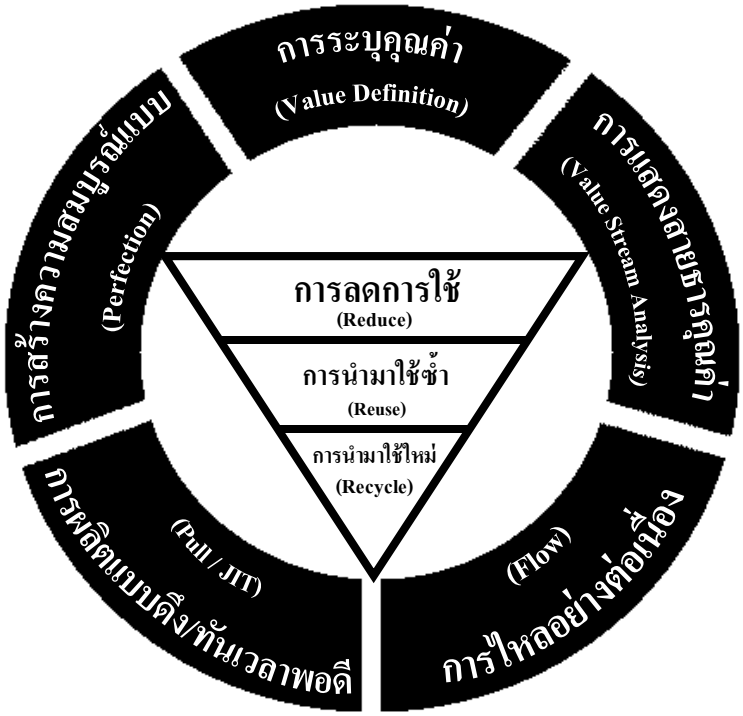
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาระบบการผลิตแบบลีน และการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อทำการบูรณาการ และนำรูปแบบการบูรณาการระบบการผลิตแบบลีนกับการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาทดสอบในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ แล้วนำผลการดำเนินการที่ได้มาวิเคราะห์ผลการทดสอบ และสรุปผลการทดสอบ ผลการศึกษาวิจัยมีดังนี้

4.1 ผลการศึกษา และบูรณาการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

4.1.1 ผลการบูรณาการรูปแบบหลักการระบบการผลิตแบบลีน ร่วมกับการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

การศึกษาการระบบการผลิตแบบลีน และการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้นำมาบูรณาร่วมกัน จัดทำรูปแบบระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 รูปแบบระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

รูปแบบการบูรณาการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม “Lean & Clean Production Model” ประกอบไปด้วย 6 องค์ประกอบหลัก ดังนี้ คือ

1. การระบุคุณค่าของสินค้า หรือบริการ (Value Definition) การระบุคุณค่าของผลิตภัณฑ์ หรือบริการให้ได้ว่าคุณค่าของสินค้าที่ผลิตมีคุณค่าอยู่ที่ใด ตรงกับความต้องการของลูกค้าหรือไม่ การระบุว่าสินค้าหรือบริการมีคุณค่าอยู่ที่ใด มองในมุมของลูกค้า ไม่ใช่มองจากมุมมองของผู้ผลิต ซึ่งจะทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ

2. การแสดงสายธารคุณค่า (Value Stream Anlysis) คือ การจัดทำแผนภาพสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) เป็นการระบุกิจกรรมทั้งหมดตั้งแต่รับวัตถุดิบเข้า ไปจนผลิตสินค้าส่งให้กับลูกค้า จะช่วยให้มองเห็นกระบวนการทั้งระบบ ช่วยในการค้นหาความสูญเปล่าความสูญเปล่าได้ง่าย และใช้กำหนดแนวทางการแก้ไขได้ด้วย

3. การไหลอย่างต่อเนื่อง (Flow) การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง คือ การทำให้สายการผลิตสามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ อย่าให้เครื่องจักรว่างงาน อย่าขัดจังหวะการผลิต หากเครื่องจักรเสียต้องแก้ไขให้เร็วที่สุด ลดปริมาณการขนย้าย ลดการเก็บงานเพื่อรอการผลิต การจัดผังโรงงานให้ไหลต่อเนื่อง

4. การผลิตแบบดึง/การผลิตทันเวลาพอดี (Pull / Just in Time) การให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าจากกระบวนการ คือ การทำการผลิตเมื่อลูกค้ามีความต้องการสินค้านั้น และผลิตแค่เพียงพอกับที่ลูกค้าต้องการ โดยหมายถึงทั้งลูกค้าภายใน และภายนอก ไม่ใช่การผลิตเพื่อเก็บ และรอการขาย ซึ่งถือเป็นความสูญเปล่าชนิดหนึ่ง ผลิตเมื่อลูกค้าต้องการจริงๆ ไม่ใช่ผลิตตามแผนการผลิตของผู้ผลิต หรือการผลิตตามการพยากรณ์ของยอดขาย

5. การสร้างความสมบูรณ์แบบ ลดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง (Perfection) หลังจากที่เข้าใจความต้องการของลูกค้า จัดทำผังสายธารคุณค่า และให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงงานแล้ว จะต้องพยายามเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้า และบริการอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการค้นหาความสูญเปล่าให้พบ และกำจัดออกไปอย่างต่อเนื่อง ตามแนวคิดของพีดีซีเอ (PDCA: Plan-Do-Check-Action) การไคเซ็น การลดความสูญเปล่า

6. การลดการใช้ / การนำกลับมาใช้ซ้ำ / การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reduce / Reuse / Recycle) การจัดการปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีหลักการจัดการ คือ การลดการใช้ (Reduce) คือการลดปริมาณของปัจจัยการผลิตที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่หลักกำเนิดให้น้อยที่สุด การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) การนำเศษซากที่เหลือจากการผลิตนำกลับมาใช้ซ้ำอีกครั้ง และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) การนำเศษซากที่เหลือจากการผลิตกลับมาใช้ใหม่ ในรูปแบบใหม่

4.1.2 รูปแบบกระบวนการของหลักการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาและบูรณาการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่ได้นำมาบูรณาร่วมกัน ผลของการจัดสร้างรูปแบบกระบวนการของหลักการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 รูปแบบกระบวนการของหลักการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

รูปแบบกระบวนการของหลักการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เริ่มต้นจากนำความต้องการของลูกค้า และความต้องการขององค์กรมาเป็นตัวกำหนดเป้าหมาย และทิศทางในการดำเนินการตามหลักการของระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยในขั้นตอนการดำเนินการตามหลักการของการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีหลักการดำเนินการดังนี้

การระบุคุณค่า เป็นการนำเอาความต้องการของลูกค้า และนโยบายความต้องการขององค์กรมาระบุเป้าหมายการดำเนินการ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า และองค์กร โดยศึกษากระบวนการทำงาน เก็บข้อมูลสภาพปัจจุบัน การวางผังสายการผลิต ข้อมูลการผลิต เพื่อให้รู้ว่ากระบวนการใดเกิดคุณค่า และไม่สร้างคุณค่า หรือความสูญเปล่านั้นเอง

การแสดงสายธารคุณค่า คือ การจัดทำแผนภาพสายธารคุณค่าของกระบวนการสภาพปัจจุบัน และอนาคต เพื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน และกำหนดแนวทางการแก้ไข โดยใช้ข้อมูลการเก็บข้อมูลระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และการศึกษาการทำงาน

การไหลอย่างต่อเนื่อง คือ การทำให้เกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง โดยใช้แผนสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการปัจจุบัน และอนาคต เพื่อใช้ในการไคเซ็น ให้รอบเวลาการทำงานสมดุลย์กันของพนักงานแต่ละคน เพื่อให้กำหนดจำนวนพนักงานที่เหมาะสม และการวางผังสายการผลิตใหม่

การผลิตแบบดึง/การผลิตทันเวลาพอดี คือ การดำเนินการระบบการผลิตแบบพลักให้เป็นแบบดึง โดยการเดินระบบคัมบัง เพื่อไม่ให้มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังมากเกินไป ผลิตเฉพาะที่ลูกค้าต้องการหรือผลิตทันเวลาที่ลูกค้าต้องการพอดี

การสร้างความสมบูรณ์แบบ คือ หลังจากการดำเนินการตามหลักต่างๆแล้ว การสร้างความสมบูรณ์คือการค้นหา ลดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง โดยการไคเซ็น และคงไว้ซึ่งมาตรฐานที่ได้ดำเนินการตามหลักการต่างๆ โดยการจัดทำข้อกำหนดคู่มือการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์แบบในระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

หลักการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม จะเริ่มด้วยการประเมินปัญหาด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาสรุปคัดเลือกปัญหาในการแก้ไข โดยหลักดังนี้

1. การลดการใช้ โดยการลดการใช้ที่แหล่งกำเนิดโดยใช้หลักการการอนุรักษณ์พลังงาน และการลดการใช้สารเคมี วัตถุดิบการผลิต
2. การนำกลับมาใช้ซ้ำใช้หลักการนำเอาเศษซากวัตถุดิบ สารเคมี ที่เหลือจากการผลิต กลับมาผลิตซ้ำในกระบวนการ
3. การนำกลับมาใช้ใหม่ใช้หลักการนำเอาเศษซากวัตถุดิบ สารเคมี ที่เหลือการผลิต กลับมาผลิตใหม่ หรือแปรรูปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นต่อไป

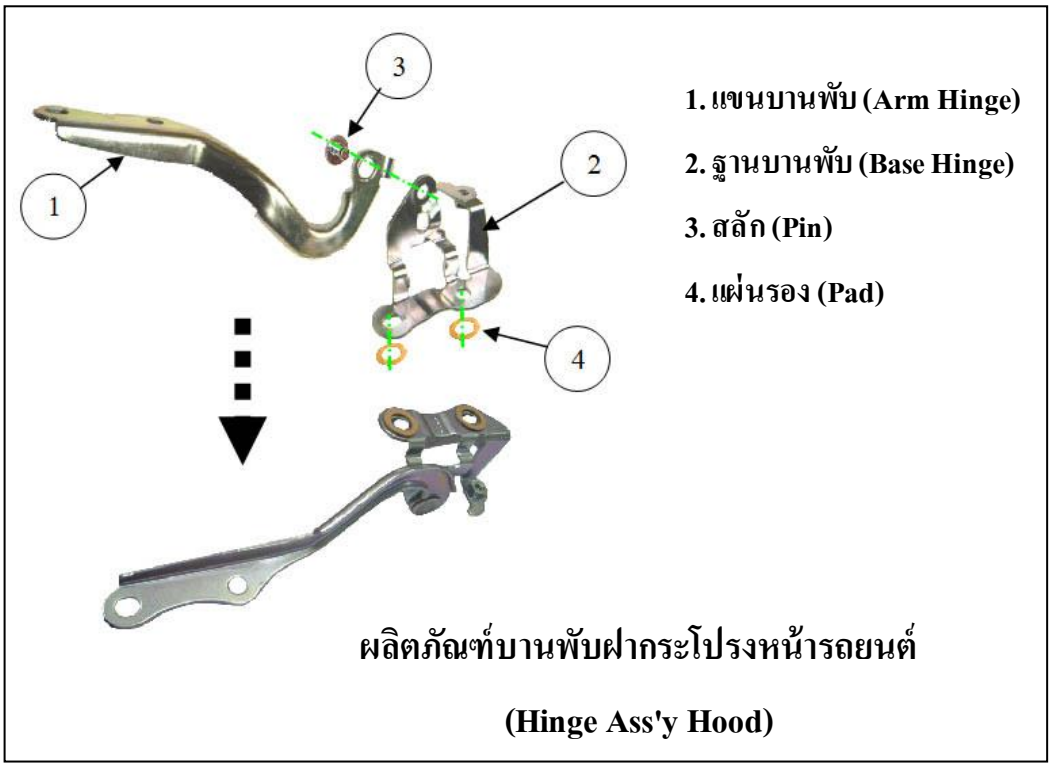
4.2 ผลการทดสอบนำรูปแบบกระบวนของหลักการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมไปดำเนินการในกระบวนผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

หลังจากบูรณาการระบบการผลิตแบบลีนร่วมกับการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และจัดทำรูปแบบกระบวนการของหลักการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว จะนำรูปแบบของหลักการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Lean & Clean Model) มาทดสอบดำเนินการในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ แล้วนำผลที่ได้จากการดำเนินการเปรียบเทียบผลก่อน

การดำเนินการ และหลังการดำเนินการ วิเคราะห์ผลการทดสอบรูปแบบกระบวนการของหลักการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว และสรุปผลการดำเนินการ

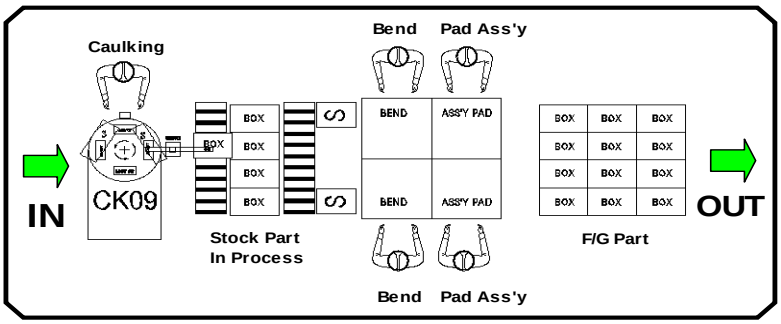
4.2.1 ผลการสำรวจศึกษาสภาพปัจจุบัน

ดำเนินการเก็บข้อมูลสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิต และข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูล และกำหนดเป้าหมายก่อนการดำเนินการ โดยชิ้นส่วนรถยนต์ที่เราเลือกมาทำการศึกษา คือ ชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์บานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์

1. ผลการเก็บข้อมูลผังสายการผลิตก่อนการการดำเนินการ เริ่มต้นเก็บข้อมูลด้วยการเขียนผังสายการผลิต (Layout Line) เพื่อศึกษาลักษณะการไหลของกระบวนการ โดยรายละเอียดจะต้องระบุชื่อขั้นตอนการทำงาน, การจัดวางเครื่องจักรอุปกรณ์, จุดวางสต๊อกชิ้นงาน และจำนวนพนักงานที่ใช้ปัจจุบัน ดังรูป 4.3



รูปที่ 4.3 ผังสายการประกอบชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ปัจจุบัน

2. ผลการเก็บข้อมูลรอบเวลาขั้นตอนการทำงานก่อนการดำเนินการ ทำการศึกษาจับเวลารอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) ของแต่ขั้นตอนของการประกอบชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ปัจจุบัน โดยจับเวลาแต่ละขั้นตอน 8 รอบ แล้วหาเวลาเฉลี่ยออกมาโดยเวลาเฉลี่ยที่ได้ถ้าเศษมากกว่า 0.5 ให้ทำการปัดขึ้น เพื่อหาเวลามาตรฐานของแต่ละขั้นตอนในปัจจุบันในแต่ละขั้นตอนการผลิต ดังตารางที่ 4.1, ตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 ตารางจับเวลารอบการผลิตของขั้นตอนการประกอบสลักก่อนการดำเนินการ

Process to Monitor :			Caulking Assembly				Recorder :			Mr.Thongchai	
Station :			Hinge ass'y , Hood RH/LH				Set Up Time :			- MIN.	
Step No.	Operator No.	Work Element	Cycle							Average	Final
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	หยิบBRK'T ใส่ JIG กดปุ่มล็อค	4.7	5.8	3.6	5.2	5.5	4.8	4.4	3.9	4.7	5
2	1	หยิบ ARM ทาจาระบี และใส่ลง JIG กดปุ่มล็อค	5.7	4.8	3.7	3.9	6.5	5.9	4.7	6.7	5.2	5
3	1	หยิบ PIN ใส่ JIG กดปุ่มล็อค	4.3	3.6	3.8	2.9	4.2	3	3.7	4.5	3.8	3
4	1	กดปุ่มทำการย้ำหัว PIN	2.5	3	3.1	2.8	2.4	2.7	3	3.2	2.8	3
5	1	หยิบชิ้นงานออกจาก JIG	3.3	2.9	3	2.6	3.2	2.6	2.8	3.1	2.9	3
6	1	ตรวจเช็คชิ้นงานวางลง Box	4.5	3.8	4.7	3	3.7	3.7	3.8	3.7	3.9	4
CYCLE TIME (Sec.)												23

ตารางที่ 4.2 ตารางจับเวลารอบการผลิตของขั้นตอนการดัดก่อนการดำเนินการ

Process to Monitor :			Bend				Recorder :			Mr.Thongchai	
Station :			Hinge ass'y , Hood RH/LH				Set Up Time :			- MIN.	
Step No.	Operator No.	Work Element	Cycle							Average	Final
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	2	หยิบชิ้นงานใส่ JIG ล็อก	4	3.3	3.6	3.2	2.8	3.5	2.5	3.1	3.3	3
2	2	ดัดชิ้นงานให้ตรงตำแหน่ง	10.2	9.5	11	12.3	8.5	9.5	8.7	11.8	10.2	10
3	2	หยิบชิ้นงานออกจาก JIG	2.1	2.2	2	1.9	1.5	1.8	1.9	2	1.9	2
4	2	ล้างชิ้นงานด้วยทินเนอร์	4.4	4.2	4.3	4.5	4.2	4.1	4.2	4.3	4.3	4
5	2	ตรวจจุดเช็ค และ มาร์คสี 7 จุด	6.2	5.7	5.8	6.5	4.9	5.4	6	5.4	5.7	6
6	2	วางชิ้นงานลง Box	2.9	3.2	3.5	3	2.7	2.8	2.9	2.5	2.9	3
CYCLE TIME (Sec.)												28

ตารางที่ 4.3 ตารางจับเวลารอบการผลิตของขั้นตอนการติดแผ่นรองก่อนการดำเนินการ

Process to Monitor :			Pad Assembly					Recorder :		Mr.Thongchai	
Station :			Hinge ass'y , Hood RH/LH					Set Up Time :		- MIN	
Step No.	Operator No.	Work Element	Cycle							Average	Final
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	3	หยิบชิ้นงานขึ้นมาทากาว 4 จุด	4.8	5.2	5.7	6.2	4.5	4.9	5.3	4.6	5.2	5
2	3	ติด PAD 2 ชิ้น	5.6	6.5	5.1	4.7	6.8	5.6	4.8	6.5	5.7	6
3	3	หยิบ PIN กด PAD 2 จุด	6.1	5.5	4.9	6.5	5.3	4.8	6.4	6.7	5.8	6
4	3	ตรวจเช็ค และ มาร์คสี	6.4	5.8	6.2	4.5	5.8	6.7	5.5	5	5.7	6
5	3	PACKING	4.3	3.9	3.8	4.1	4.9	3.5	4.3	3.7	4.1	4
CYCLE TIME (Sec.)												27

จากตารางดังกล่าวเราจะได้รอบเวลาการทำงานดังนี้ ขั้นตอนที่1 การประกอบสลักมีรอบเวลาการทำงาน = 23 วินาที ดังตารางที่ 4.1 ส่วนขั้นตอนที่ 2 การดัด มีรอบเวลาการทำงาน = 28 วินาที ตารางที่ 4.2 และขั้นตอนที่ 3 การติดแผ่นรอง มีรอบเวลาการทำงาน = 27 วินาที ตารางที่ 4.3

3. ผลการเก็บข้อมูลระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังก่อนการดำเนินการ ทำการเก็บข้อมูลการจัดเก็บสินค้าคงคลังทั้งกระบวนการผลิตของชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ ตั้งแต่รับวัตถุดิบจนถึงผลิตเป็นชิ้นงานส่งลูกค้า ว่ามีจำนวนการจัดเก็บสินค้าคงคลังไว้จำนวนเท่าไหร่ เก็บข้อมูลจำนวน 30 ข้อมูลโดยเก็บวันละครั้ง ทำการแปลงข้อมูลจากจำนวนชิ้นงานที่จัดเก็บ มาเป็นจำนวนวันที่สามารถใช้ส่งลูกค้าได้ เราจะได้ระยะเวลาการจัดเก็บชิ้นงานในแต่ละแผนกเป็นจำนวนวันออกมา ตารางเก็บข้อมูลแสดงในตารางที่ ก.1

4. ผลการเก็บข้อมูลการผลิตของสายการผลิตก่อนการดำเนินการ ทำเก็บข้อมูลการผลิตต่างๆ ของสายการผลิตชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ โดยจะมีรายละเอียดที่ทำการเก็บข้อมูล คือ เวลาทำงาน (Working Time), เวลาสูญเสีย (Loss Time), ปริมาณการผลิต, จำนวนพนักงานที่ใช้ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อคนต่อชั่วโมงออกมา ตารางเก็บข้อมูลแสดงในตารางที่ ก.2

5. ผลการเก็บข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมก่อนการดำเนินการ เก็บข้อมูลก่อนการดำเนินการของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตบานพับฝากระโปร่งรถยนต์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคัดเลือกปัญหาในการดำเนินการ โดยการเก็บข้อมูลปัญหามี 5 ปัญหาดังนี้

5.1 เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ โดยการติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้พลังงานของสายการผลิตชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ โดยวัดรวมเครื่องจักรอุปกรณ์ทุกอย่างที่ใช้ไฟฟ้ามีดังนี้ 1. เครื่องย้ำสลัก 2. หลอดไฟ 3. พัดลม ทำการบันทึกค่ามิเตอร์ก่อน และหลังทำการผลิต จะได้หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ออกมา แสดงในตารางที่ ก.3

5.2 เก็บข้อมูลการใช้จาระบีของกระบวนการผลิตชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ จะทำการชั่งน้ำหนักที่ใช้ไปในแต่ละวันว่าลดลงไปเท่าไร ทำการบันทึกชั่งน้ำหนักของก่อนและหลังทำการผลิตในแต่แต่ละวันโดยเครื่องชั่งดิจิตอล ก็จะได้ค่าอัตราการใช้ในแต่ละวัน แสดงในตารางที่ ก.4

5.3 เก็บข้อมูลการใช้ทินเนอร์ของกระบวนการผลิตชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ จะทำการชั่งน้ำหนักที่ใช้ไปในแต่ละวันว่าลดลงไปเท่าไร ทำการบันทึกชั่งน้ำหนักของก่อนและหลังทำการผลิตในแต่แต่ละวันโดยเครื่องชั่งดิจิตอล ก็จะได้ค่าอัตราการใช้ในแต่ละวัน แสดงในตารางที่ ก.5

5.4 เก็บข้อมูลการใช้สีมาร์คชิ้นงานของกระบวนการผลิตชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ จะทำการชั่งน้ำหนักที่ใช้ไปในแต่ละวันว่าลดลงไปเท่าไร ทำการบันทึกชั่งน้ำหนักของ

ก่อน และหลังทำการผลิตในแต่แต่ละวันโดยเครื่องชั่งดิจิตอล ก็จะได้ค่าอัตราการใช้ในแต่ละวัน แสดงในตารางที่ ก.6

5.5 เก็บข้อมูลการใช้กาวติดแผ่นรองของกระบวนการผลิตชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ จะทำการชั่งน้ำหนักที่ใช้ไปในแต่ละวันว่าลดลงไปเท่าไร ทำการบันทึกชั่งน้ำหนักของก่อน และหลังทำการผลิตในแต่แต่ละวันโดยเครื่องชั่งดิจิตอล ก็จะได้ค่าอัตราการใช้ในแต่ละวัน แสดงในตารางที่ ก.7

สรุปข้อมูลอัตราการใช้ปัจจัยในการผลิตที่เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม คือ 1.ไฟฟ้า, 2.จาระบี, 3.ทินเนอร์, 4.สีมาร์คชิ้นงาน และ 5.กาวติดแผ่นรอง จากตารางเก็บข้อมูลที่ ก.3, ก.4, ก.5, ก.6 และก.7 ว่ามีค่าเฉลี่ย และค่าดีที่สุดเท่าไหร่ พร้อมสรุปราคาต่อหน่วย ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางสรุปข้อมูลอัตราการใช้ปัจจัยในการผลิตที่เป็นปัญหา

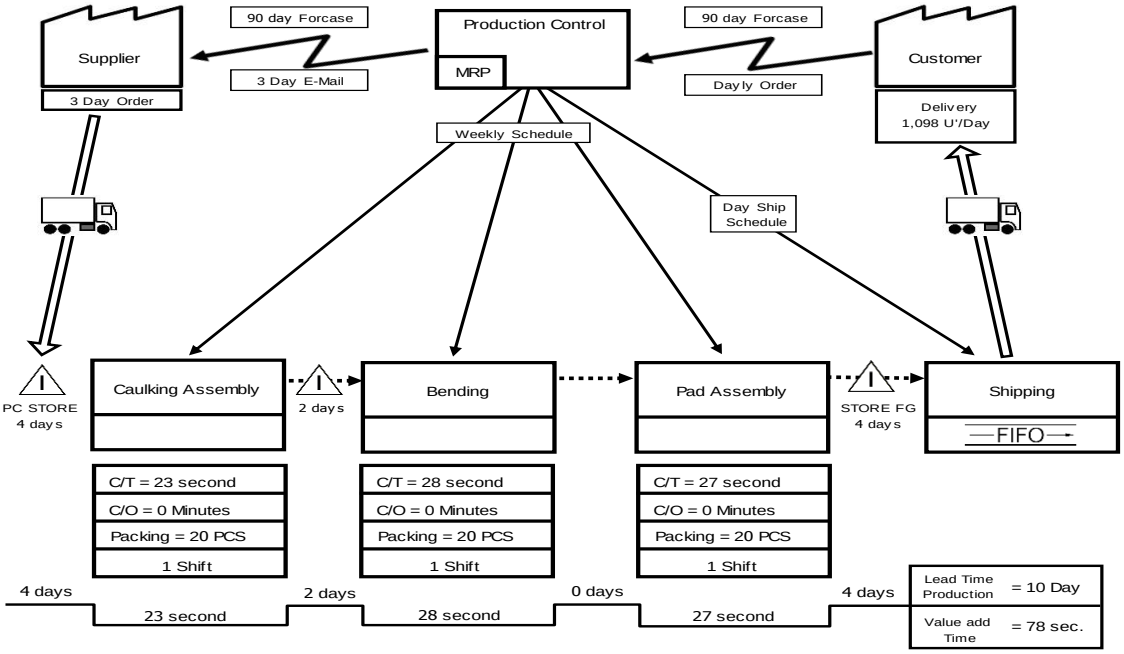
ลำดับ	ปัญหา	หน่วยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	อัตราการใช้		หน่วย	ราคา (บาทต่อหน่วย)
			ค่าเฉลี่ย	ค่าที่ดีที่สุด		
1	ไฟฟ้า	Kwh ต่อชิ้น	0.021	0.016	kwh	3.5
2	จาระบี	กรัมต่อชิ้น	0.36	0.32	ก.ก.	1,267
3	ทินเนอร์	กรัมต่อชิ้น	0.37	0.35	2.7 ลิตร	120
4	สีมาร์คชิ้นงาน	กรัมต่อชิ้น	0.023	0.022	90 กรัม	210
5	กาวติดแผ่นรอง	กรัมต่อชิ้น	0.018	0.015	50 กรัม	160

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบัน

นำข้อมูลก่อนการดำเนินการมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือต่างๆของลีน และเทคโนโลยีสะอาด เพื่อหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และปัญหาสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งกำหนดเป้าหมายในการแก้ไขดำเนินการ

1. ผลการวิเคราะสภาพปัจจุบันด้วยแผนภาพสายธารคุณค่า จากข้อมูลกระบวนการผลิตที่เราเก็บมาจากตารางที่ 4.1, 4.2, 4.3, ก.1 และ ก.2 จะนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการเขียนแผนภาพสายธารคุณค่าปัจจุบัน โดยแผนภาพดังกล่าวจะแสดงการไหลของกระบวนการผลิต ตั้งแต่วัตถุดิบจนผลิตชิ้นงานส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า ช่วยให้เราค้นหาความสูญเปล่าได้ง่ายขึ้น เช่น กระบวนการผลิตเป็นระบบพลัก หรือระบบดึง โดยแผนภาพนี้จะทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์หาจุดสูญเปล่าต่างๆ โดยเฉพาะระยะเวลาในการจัดเก็บสินค้าคงคลังจุดต่างๆมีมากเกินความจำเป็นหรือไม่ เพื่อดำเนินการ

กระบวนการผลิตให้มีระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังให้น้อยที่สุด โดยการเขียนแผนภาพจะใช้สัญลักษณ์ต่างๆจากบทที่ 2 ตารางที่2.1, 2.2, 2.3 ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนภาพสายธารคุณค่าปัจจุบันของกระบวนการผลิตบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์

จาก รูปที่ 4.4 แผนภาพสายธารคุณค่าปัจจุบัน เมื่อทำการวิเคราะห์จะพบว่า แผนกจัดเก็บชิ้นส่วนย่อยประกอบ (PC STORE) เป็นจุดแรกที่รับวัตถุดิบปัจจุบันจะมีการจัดเก็บสินค้าคงคลังเฉลี่ย 4 วัน และสายการผลิตมีขั้นตอนการประกอบ คือ การประกอบสลัก มีรอบเวลาในการผลิตเฉลี่ย 23 วินาทีต่อชิ้น แล้วมีการสต๊อก (Stock) ชิ้นงานอีก 2 วันก่อนส่งต่อไปขั้นตอนการดัด และติดแผ่นรอง ซึ่งมีรอบเวลาการทำงานเฉลี่ย 28 วินาที และ27 วินาที ก่อนที่จะถูกส่งไปยังแผนกคลังสินค้าสำเร็จรูป (Store F/G) ที่มีการจัดเก็บชิ้นงานคงคลังเฉลี่ยอีก 4 วัน พบว่าระบบการผลิตเป็นระบบพลัก แต่ละแผนกไม่รู้ว่าจะต้องส่งชิ้นงานวันละเท่าไร ต่างคนต่างทำงานของตนให้ได้มากที่สุด ระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 10 วัน และอีก 78 วินาที มีการจัดเก็บชิ้นงานเกินความจำเป็น

2. ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันด้วยแผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการ การศึกษาวิเคราะห์ของสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการ รอบเวลาการทำงานของพนักงานแต่ละคน และจำนวนพนักงานที่ใช้ โดยใช้ข้อมูลรอบเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนจากตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 นำมาเขียนแผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการ เพื่อแสดงภาระการทำงานของพนักงานแต่ละคนมาเปรียบเทียบกับเวลาแท็ค (Takt Time) แล้วเขียนแผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการสถานะปัจจุบันออก เพื่อใช้วิเคราะห์หาแนวทางดำเนินการต่อไป

สูตรในการคำนวณหาเวลาแท็ค หาได้ดังนี้ คือ

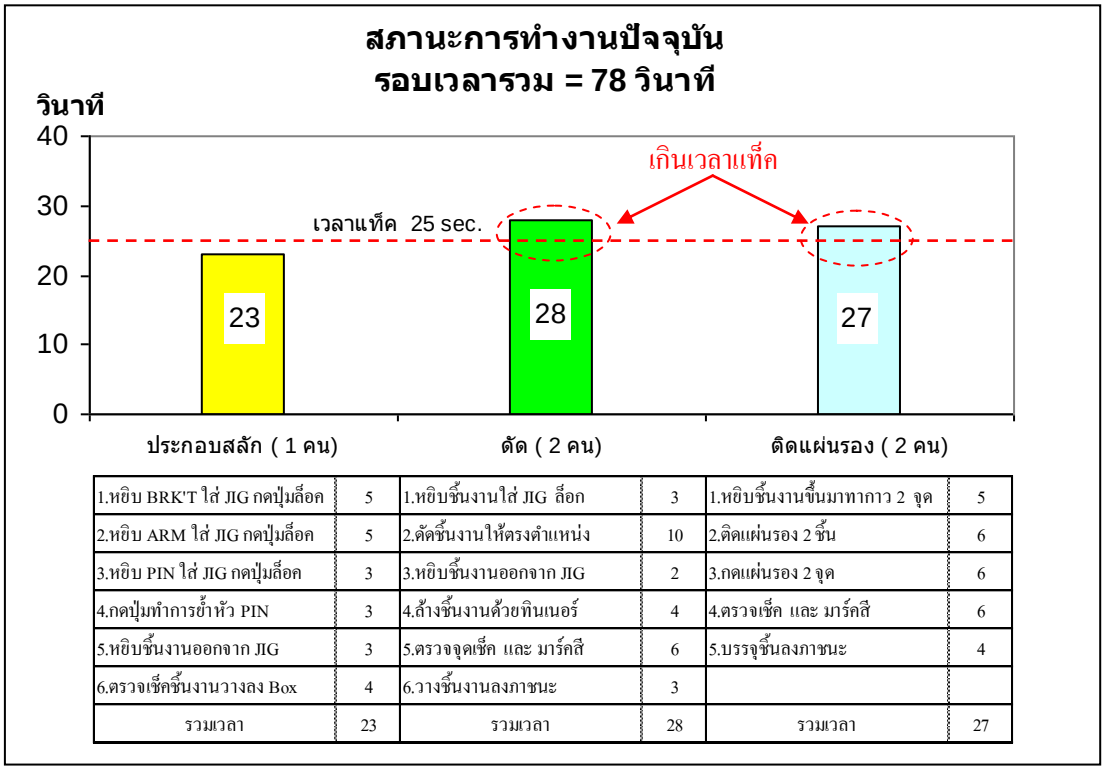
ค่าเวลาแท็ค = จำนวนเวลาทำงานต่อวัน / ยอดผลิตที่ต้องการต่อวัน

จากตารางที่ ก.1 ความต้องการชิ้นงานในการส่งลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน = 1,098 ชิ้นต่อวัน

ดังนั้น ค่าเวลาแท็ค = 470 นาทีต่อวัน / 1,098 ชิ้นต่อวัน

= 0.42 นาที/ชิ้น หรือ 25 วินาที/ชิ้น

นำข้อมูลรอบเวลาการทำงานจากตารางที่ 4.1, 4.2 และ4.3 มาเขียนเป็นแผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการปัจจุบันเปรียบเทียบกับเวลาแท็คออกมาได้ดังรูปที่ 4.5



1.หยิบ BRK'T ใส่ JIG กดปุ่มล็อค	5	1.หยิบชิ้นงานใส่ JIG ล็อก	3	1.หยิบชิ้นงานขึ้นมาทากาว 2 จุด	5
2.หยิบ ARM ใส่ JIG กดปุ่มล็อค	5	2.ตัดชิ้นงานให้ตรงตำแหน่ง	10	2.ติดแผ่นรอง 2 ชิ้น	6
3.หยิบ PIN ใส่ JIG กดปุ่มล็อค	3	3.หยิบชิ้นงานออกจาก JIG	2	3.กดแผ่นรอง 2 จุด	6
4.กดปุ่มทำการย้ำหัว PIN	3	4.ล้างชิ้นงานด้วยทินเนอร์	4	4.ตรวจเช็ค และ มาร์คสี	6
5.หยิบชิ้นงานออกจาก JIG	3	5.ตรวจจุดเช็ค และ มาร์คสี	6	5.บรรจุชิ้นลงภาชนะ	4
6.ตรวจเช็คชิ้นงานวางลง Box	4	6.วางชิ้นงานลงภาชนะ	3		
รวมเวลา	23	รวมเวลา	28	รวมเวลา	27

รูปที่ 4.5 แผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการปัจจุบัน

จาก รูปที่ 4.5 แผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการปัจจุบัน เมื่อทำการเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานกับเวลาแท็ค ที่คำนวณได้ 25 วินาที จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการตัด และติดแผ่นรอง มีรอบเวลาการผลิต ที่ 28 วินาที และ 27 วินาที ซึ่งมากกว่าเวลาแท็คที่คำนวณได้ ซึ่งหมายความว่า 2 ขั้นตอนนี้ไม่สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า ดังนั้นทางสายการผลิตจึงได้ใช้พนักงานขั้นตอนละ 2 คน เพื่อช่วยกันประกอบในขั้นตอนนี้ ทำให้ใช้คนมากเกินไป โดยรวมทั้งหมดใช้พนักงานถึง 5 คน

3. ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากตารางสรุปข้อมูลปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เก็บมาจากตารางที่ 4.4 เราจะนำมาทำการวิเคราะห์เพื่อ

คัดเลือกปัญหาที่จะนำมาดำเนินการ โดยมีการใช้ทรัพยากรในการผลิตหลักมี 5 ปัจจัยที่เป็นปัญหา คือ 1.ไฟฟ้า, 2.จาระบี, 3.ทินเนอร์, 4.สีมาร์คชิ้นงาน และ 5.กาวติดแผ่นรอง เพื่อทำการประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิค, ทางด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม แล้วทำการสรุปปัญหา และคัดเลือกปัญหาเพื่อนำมาทำการดำเนินการแก้ไข เพื่อให้ได้ปัญหาที่เหมาะสมควรแก่การนำมาดำเนินการดำเนินการ โดยการประเมินปัญหามีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค คือการให้คะแนนในส่วนของด้านเทคนิคตามความยากง่ายในการดำเนินการแก้ไข รวมทั้งระยะในการแก้ไข มีคะแนน 1 ถึง 3 ถ้าใดที่เราสนใจแก้ได้ง่ายจะให้คะแนนสูง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินด้านเทคนิคของปัญหา

ปัญหา	หน่วยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	ค่าเฉลี่ย	ค่าที่ดีที่สุด	ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นไปได้	คะแนน
ไฟฟ้า	kWh ต่อชิ้น	0.021	0.016	31.3	3
จาระบี	กรัมต่อชิ้น	0.36	0.32	12.5	2
ทินเนอร์	กรัมต่อชิ้น	0.37	0.35	5.7	1
สีมาร์คชิ้นงาน	กรัมต่อชิ้น	0.023	0.022	4.5	1
กาวติดแผ่นรอง	กรัมต่อชิ้น	0.018	0.017	5.9	1

เกณฑ์การให้คะแนน : ค่าเปอร์ความเป็นไปได้ระหว่าง 0%-10% คะแนน เท่ากับ 1
ค่าเปอร์ความเป็นไปได้ระหว่าง 11%-30% คะแนน เท่ากับ 2
ค่าเปอร์ความเป็นไปได้มากกว่า 30% คะแนน เท่ากับ 3

3.2 การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ คือ การให้คะแนนในส่วนของด้านเศรษฐศาสตร์ ตามความสามารถในการลดค่าใช้จ่ายลงได้เท่าไหร่ โดยการนำราคาต่อหน่วยของการใช้ทรัพยากรในตารางที่ 4.4 และปริมาณการผลิตเฉลี่ยจากตารางที่ ก.2 มาวิเคราะห์ประเมินเทียบราคาต่อหน่วย โดยคิดเป็นร้อยละที่สามารถประหยัดได้ออกมา โดยให้คะแนน 1 ถึง 3 ถ้าใดที่ลดค่าใช้จ่ายได้มากจะประเมินคะแนนให้สูง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินด้านเศษฐศาสตร์ของปัญหา

ปัญหา	หน่วย	ราคา (บาทต่อหน่วย)	เปอร์เซ็นต์ ความเป็นไปได้	คะแนน
ไฟฟ้า	kWh	3.5	45.00%	3
จาระบี	ก.ก.	1,267	25.00%	2
ทินเนอร์	2.7 ลิตร	120	20.00%	2
สีมาร์คชิ้นงาน	90 กรัม	210	3 %	1
กาวติดแผ่นรอง	50 กรัม	160	5 %	1

เกณฑ์การให้คะแนน : ค่าเปอร์ความเป็นไปได้ระหว่าง 0%-10% คะแนน เท่ากับ 1
ค่าเปอร์ความเป็นไปได้ระหว่าง 11%-30% คะแนน เท่ากับ 2
ค่าเปอร์ความเป็นไปได้มากกว่า 30% คะแนน เท่ากับ 3

3.3 การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านสิ่งแวดล้อม คือ แนวทางในการประเมินความเป็นไปได้ทางด้านสิ่งแวดล้อม จะวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้รายปีโดยวิเคราะห์ให้คะแนนแยกเป็น 3 ย่อย คือ ปริมาณ (Quantity) ผลกระทบ (Effect) และการแพร่กระจาย (Distribution) โดยให้คะแนนที่ 1 ถึง 3 คะแนน แล้วทำการหาผลรวมนำมาเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ ว่าอยู่ในเกณฑ์ใดแล้วให้คะแนนตามนั้น เราจะเห็นว่าปัญหาใดที่ส่งผลกรทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินความเป็นไปได้ทางด้านสิ่งแวดล้อม

รายการ	Q	E	D	ผลรวม	คะแนน
ไฟฟ้า	3	3	3	9	3
จาระบี	2	3	2	7	2
ทินเนอร์	3	3	2	8	2
สีมาร์คชิ้นงาน	1	1	1	3	1
กาวติดแผ่นรอง	2	2	1	5	2

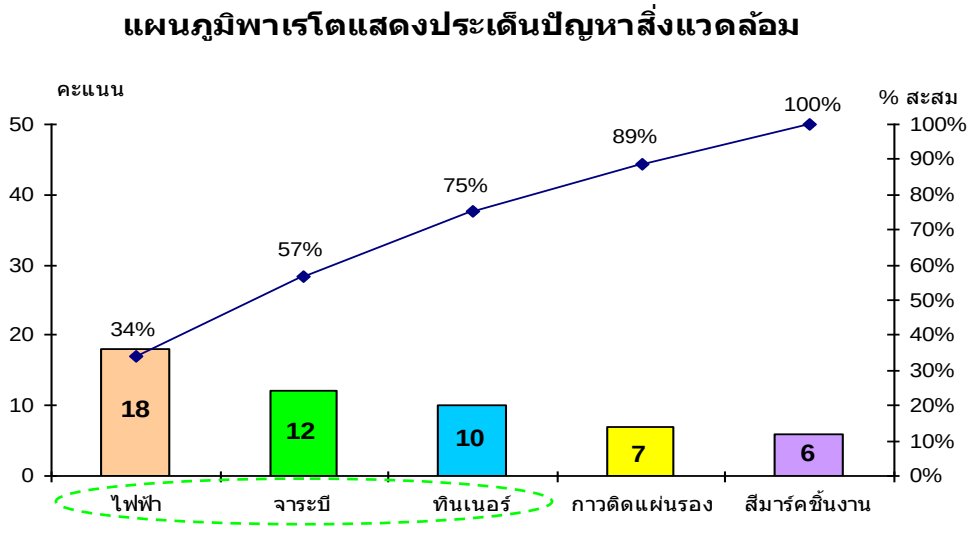
เกณฑ์การให้คะแนน : ผลรวม Q*E*D อยู่ระหว่าง 1-4 คะแนน เท่ากับ 1
ผลรวม Q*E*D อยู่ระหว่าง 5-8 คะแนน เท่ากับ 2
ผลรวม Q*E*D อยู่ระหว่าง 9-12 คะแนน เท่ากับ 3

3.4 ทำการสรุปปัญหา และคัดเลือกปัญหาที่จะทำการดำเนินการ คือ เมื่อทำการวิเคราะห์ทั้ง 3 เรียบร้อยแล้ว เราจะทำการสรุปการคัดเลือกปัญหาโดยการนำผลการวิเคราะห์ทั้ง3 มาพิจารณาร่วมกันโดยให้คะแนนความสำคัญตัวถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัญหา โดยให้ความสำคัญต่อความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์มากที่สุด คือ 3 ด้านเทคนิคและด้านสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญรองลงมา คือ 2 และ 1 ตามลำดับ เอาคะแนนจากผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 คูณตัวถ่วงน้ำหนักแล้วหาผลรวม ทำการเรียงลำดับปัญหา เพื่อใช้ในการคัดเลือกปัญหาต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 สรุปผลการประเมินเพื่อคัดเลือกปัญหา

ปัญหา	เทคนิค		เศรษฐศาสตร์		สิ่งแวดล้อม		ผลรวม	ลำดับ
	คะแนน	ถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ถ่วงน้ำหนัก		
ไฟฟ้า	3	2	3	3	3	1	18	1
จาระบี	2	2	2	3	2	1	12	2
ทินเนอร์	1	2	2	3	2	1	10	3
สีมาร์คชิ้นงาน	1	2	1	3	1	1	6	5
กาวติดแผ่นรอง	1	2	1	3	2	1	7	4

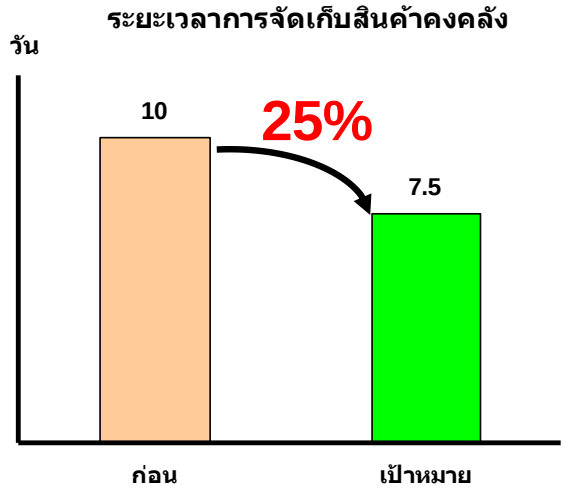
จัดทำแผนภูมิพาเรโตช่วยในการพิจารณาเลือกปัญหา เพื่อเรียงลำดับปัญหาให้ชัดเจน จากแผนภูมิพาเรโตเราได้ทำการเลือก 3 ปัญหาแรกมาทำการดำเนินการแก้ไขซึ่งมีเปอร์เซ็นต์รวมกัน 72% คือ ไฟฟ้า, จาระบี และทินเนอร์ ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แผนภูมิพาเรโตแสดงลำดับปัญหาสิ่งแวดล้อม

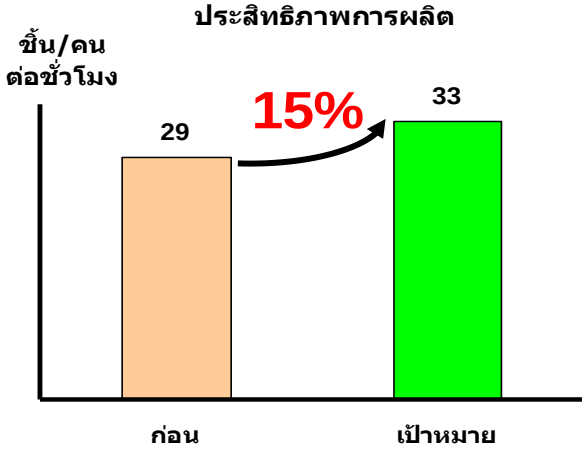
4. ผลการกำหนดเป้าหมายก่อนทำการดำเนินการ

4.1 กำหนดเป้าหมายการลดระยะเวลาการการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ก่อนดำเนินการมีระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังเฉลี่ยรวม 10 วัน กำหนดเป้าหมายในการลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังไว้ที่ 25 % ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แผนภูมิแสดงเป้าหมายในการลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

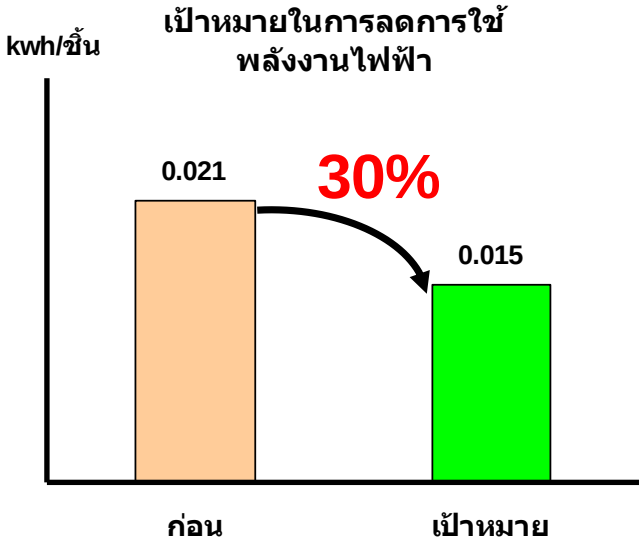
4.2 กำหนดเป้าหมายการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ก่อนการดำเนินการผลิตได้ 29 ชิ้น/คนต่อชั่วโมง (PCS/Man.Hr) กำหนดเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพผลิตไว้ที่ 15 % ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แผนภูมิแสดงเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

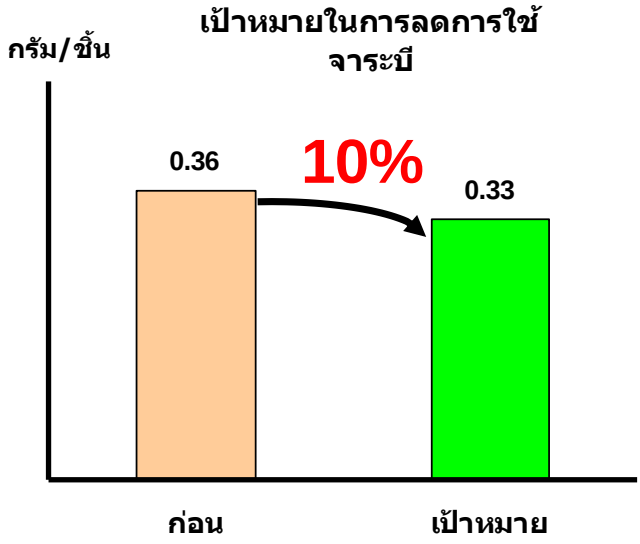
5. กำหนดเป้าหมายในการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ตามปัญหาที่เราคัดเลือกมา 3 ปัญหา คือ ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า, ลดปริมาณการใช้จาระบี และลดปริมาณการใช้ทินเนอร์ลง โดยะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ความเป็นไปได้ของผลการประเมินด้านเทคนิคจากตารางที่ 4.5 มีดังนี้

5.1 กำหนดเป้าหมายในการลดพลังงานไฟฟ้าในการผลิตลง โดยก่อนการดำเนินการปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.021 kwh/ชิ้น กำหนดการตั้งเป้าหมายไว้ที่ 30% ดังรูปที่ 4.9



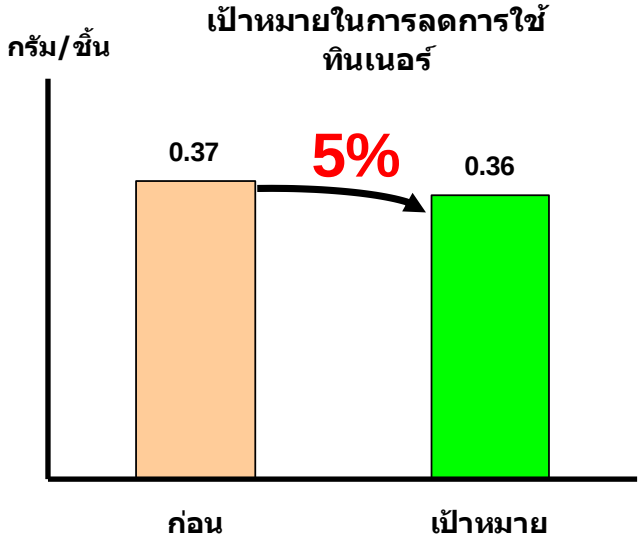
รูปที่ 4.9 แผนภูมิแสดงเป้าหมายการลดปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้า

5.2 กำหนดเป้าหมายในการลดการใช้จาระบีในการผลิตลง โดยก่อนการดำเนินการปริมาณการใช้จาระบีเฉลี่ย 0.36 กรัม/ชิ้น กำหนดเป้าหมายไว้ที่ 10% ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แผนภูมิแสดงเป้าหมายการลดปัญหาการใช้จาระบี

5.3 กำหนดเป้าหมายในการลดการใช้ทินเนอร์ในการผลิตลง โดยก่อนการดำเนินการปริมาณการใช้ทินเนอร์เฉลี่ย 0.37 กรัม/ชิ้น ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 5% ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แผนภูมิแสดงเป้าหมายการลดปัญหาการใช้ทินเนอร์

4.2.3 ผลการกำหนดแนวทางการดำเนินการ

กำหนดแนวทางการแก้ไขจากการวิเคราะห์หาความสูญเปล่าของสภาพปัจจุบัน เพื่อทำการดำเนินการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ด้วยรูปแบบการบูรณาการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จัดลำดับหัวข้อที่จะดำเนินการดำเนินการ โดยการวิเคราะห์หัวข้อที่จะทำการดำเนินการมาพิจารณาให้คะแนนร่วมกับการให้น้ำหนักความสำคัญ แล้วทำการเรียงลำดับหัวข้อที่จะดำเนินการดำเนินการแก้ไข ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การจัดลำดับความสำคัญของหัวข้อการดำเนินการของกระบวนการผลิต

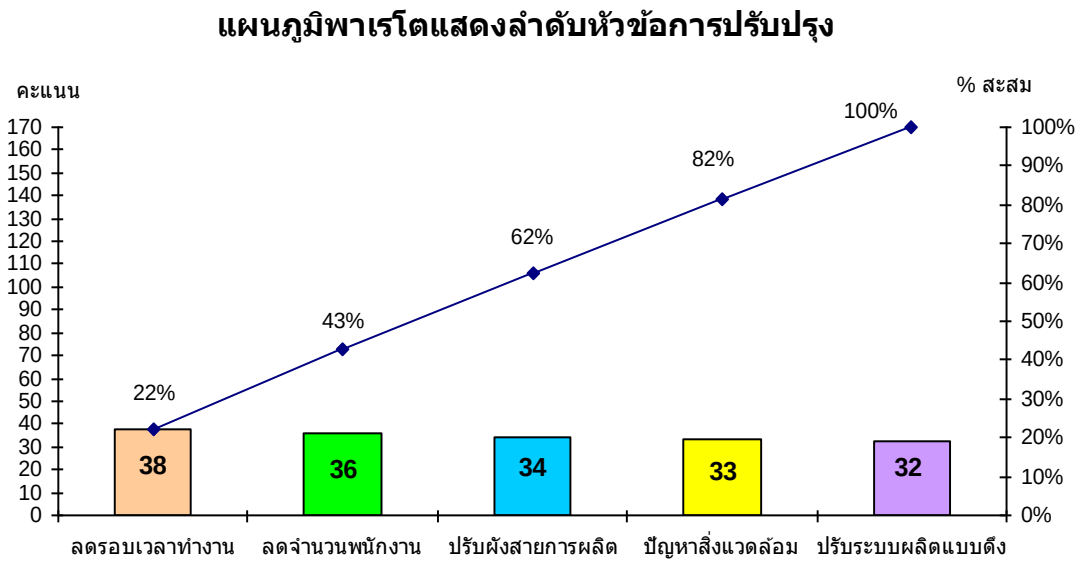
ลำดับ	การดำเนินการ	ความเป็นไปได้		ความจำเป็นเร่งด่วน		ประโยชน์ที่ได้รับ		ผลรวม	ลำดับ
		ถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ถ่วงน้ำหนัก	คะแนน		
1	ปรับผังสายการผลิต	2	5	3	4	3	4	34	3
2	ดำเนินการรอบเวลาทำงาน	2	4	3	5	3	5	38	1
3	ปรับลดจำนวนพนักงาน	2	3	3	5	3	5	36	2

ตารางที่ 4.9 การจัดลำดับความสำคัญของหัวข้อการดำเนินการของกระบวนการผลิต (ต่อ)

ลำดับ	การดำเนินการ	ความเป็นไปได้		ความจำเป็นเร่งด่วน		ประโยชน์ที่ได้รับ		ผลรวม	ลำดับ
		ถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ถ่วงน้ำหนัก	คะแนน		
4	ดำเนินการปัญหาสิ่งแวดล้อม	2	3	3	5	3	4	33	4
5	ปรังระบบการผลิตแบบดึง	2	4	3	3	3	5	29	5

เกณฑ์การให้คะแนน : 5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1= ไม่ดี, 0 = ไม่มีเลย

เมื่อทำการเรียงลำดับหัวข้อที่จะดำเนินแล้ว เราจะใช้แผนภูมิพาเรโตช่วยในการลำดับหัวข้อที่จะดำเนินการให้ชัดเจนในการลำดับขั้นตอนการดำเนินการ ดังรูปที่ 4.12



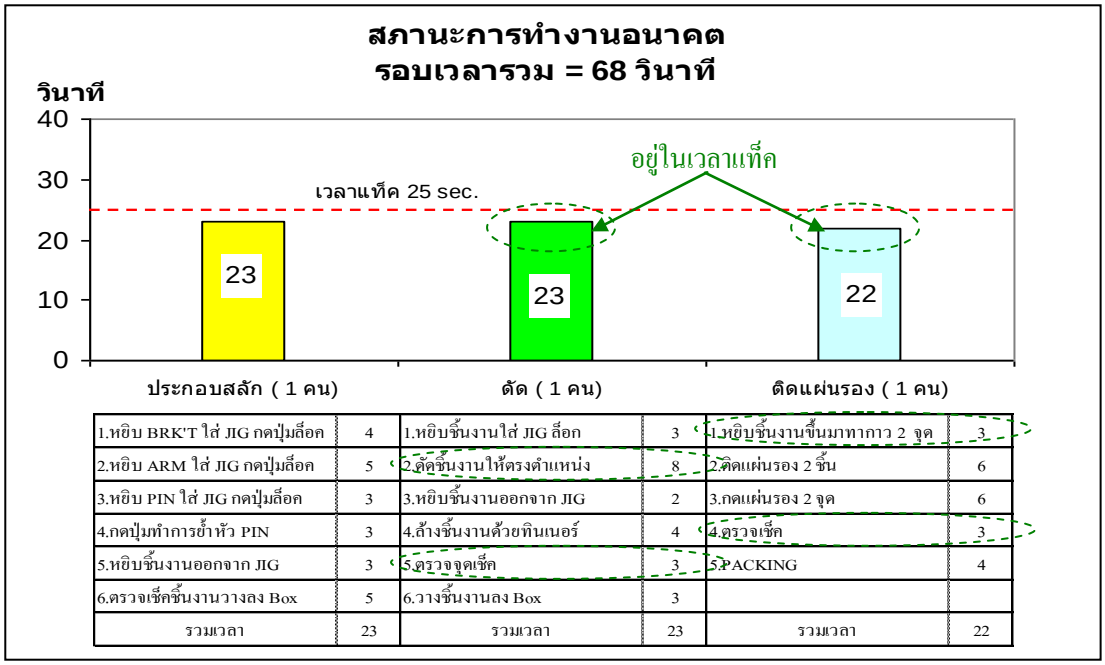
รูปที่ 4.12 แผนภูมิพาเรโตแสดงลำดับหัวข้อที่จะทำการดำเนินการ

ผลการจัดทำแผนภูมิพาเรโตดังรูปที่ 4.12 สามารถจัดลำดับหัวข้อในการกำหนดแนวทางการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้

1. การดำเนินการลดรอบเวลาการทำงานของพนักงาน ให้สมดุลย์ตามเวลาแท็ค
2. การดำเนินการลดจำนวนพนักงานปฏิบัติการ ให้มีความเหมาะสมกับรอบเวลาการทำงาน
3. การดำเนินการผังสายการผลิตใหม่ ตามการปรับลดจำนวนพนักงาน

4. การดำเนินการปัญหาสิ่งแวดล้อม ตามรูปแบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
5. เพื่อดำเนินการระบบการผลิตให้เป็นแบบดึง โดยการเดินระบบคัมบัง และเทคนิคของลีน

ผลการกำหนดแนวทางดำเนินการลดรอบเวลาการทำงาน การปรับสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการจะต้องปรับลดรอบเวลาการทำงานของพนักงานแต่ละคนให้อยู่ในค่าของเวลาแท็ค โดยการกิจกรรมไคเซ็น เพื่อไม่ให้เกิดการรองานของพนักงานแต่ละคน มีภาระงานที่สมดุลย์กัน และสามารถปรับจำนวนพนักงานที่เหมาะสมได้ โดยเราจะกำหนดแนวทางการดำเนินการโดยเขียนแผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการอนาคต เพื่อใช้กำหนดแนวทางการดำเนินการแก้ไข ดังรูปที่ 4.13



1.หยิบ BRK'T ใส่ JIG กดปุ่มล็อค	4	1.หยิบชิ้นงานใส่ JIG ล็อก	3	1.หยิบชิ้นงานขึ้นมาทากาว 2 จุด	3
2.หยิบ ARM ใส่ JIG กดปุ่มล็อค	5	2.ดัดชิ้นงานให้ตรงตำแหน่ง	8	2.ติดแผ่นรอง 2 ชิ้น	6
3.หยิบ PIN ใส่ JIG กดปุ่มล็อค	3	3.หยิบชิ้นงานออกจาก JIG	2	3.กดแผ่นรอง 2 จุด	6
4.กดปุ่มทำการย้ำหัว PIN	3	4.ล้างชิ้นงานด้วยทินเนอร์	4	4.ตรวจเช็ค	3
5.หยิบชิ้นงานออกจาก JIG	3	5.ตรวจจุดเช็ค	3	5.PACKING	4
6.ตรวจเช็คชิ้นงานวางลง Box	5	6.วางชิ้นงานลง Box	3		
รวมเวลา	23	รวมเวลา	23	รวมเวลา	22

รูปที่ 4.13 แผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการอนาคต

รูปที่ 4.13 มี 2 ขั้นตอนที่เกินเวลาแท็ค คือ ขั้นตอนการดัด และติดแผ่นรอง กำหนดแนวทางการดำเนินการแก้ไขด้วยกิจกรรมไคเซ็น เพื่อลดรอบเวลาการทำงานตามเวลาแท็ค ได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการดัด มีรอบเวลาการทำงานเท่ากับ 28 วินาที เกินเวลาแท็คอยู่ 3 วินาที ทำการดำเนินการเพื่อลดรอบเวลาการทำงานลงให้อยู่ค่าของเวลาแท็ค กำหนดแนวทางดังนี้

1.1 การดัดชิ้นงานให้ตรงตำแหน่งปัจจุบันใช้เวลา 10 วินาที ให้ทำไคเซ็นโดยจัดทำอุปกรณ์จับยึดช่วยดัดชิ้นงาน เพื่อลดรอบเวลาทำงานให้เหลือ 8 วินาที

1.2 ขั้นตอนการดัดจะมีการตรวจเช็ค และมาร์คสี ปัจจุบันใช้เวลา 6 วินาที ให้ทำการลดจุดตรวจเช็ค และมาร์คสีที่ไม่จำเป็นลง เพื่อลดรอบเวลาทำงานให้เหลือ 3 วินาที

2. ขั้นตอนการติดแผ่นรอง มีรอบเวลาการทำงานเท่ากับ 27 วินาที เกินเวลาแท็คอยู่ 2 วินาที ทำการดำเนินการเพื่อลดรอบเวลาการทำงานลงให้อยู่ค่าของเวลาแท็ค กำหนดแนวทางดังนี้

2.1 การหยิบชิ้นงานขึ้นมาทากาว 2 จุด ก่อนดำเนินการใช้เวลา 5 วินาที ให้ทำไคเซ็นโดยจัดทำ อุปกรณ์จับยึดช่วยกำหนดตำแหน่งแผ่นรอง เพื่อลดรอบเวลาทำงานให้เหลือ 3 วินาที

2.2 ขั้นตอนการติดแผ่นรองจะมีการตรวจจุดเช็ค และมาร์คสี ปัจจุบันใช้เวลา 6 วินาที ให้ทำการลดจุดมาร์คสีที่ไม่จำเป็นลง เพื่อลดรอบเวลาทำงานให้เหลือ 3 วินาที

ผลการกำหนดแนวทางดำเนินการลดจำนวนพนักงานปฏิบัติการ เมื่อลดรอบเวลาการทำงานของพนักงานแต่ละคนตามเวลาแท็คแล้ว ทำการคำนวณหาจำนวนพนักงานที่ต้องการ เพื่อเปรียบเทียบกับจำนวนพนักงานที่ใช้จริง และปรับลดตามจำนวนที่คำนวณได้

จำนวนพนักงานที่ต้องการ = รอบเวลารวม / เวลาแท็ค

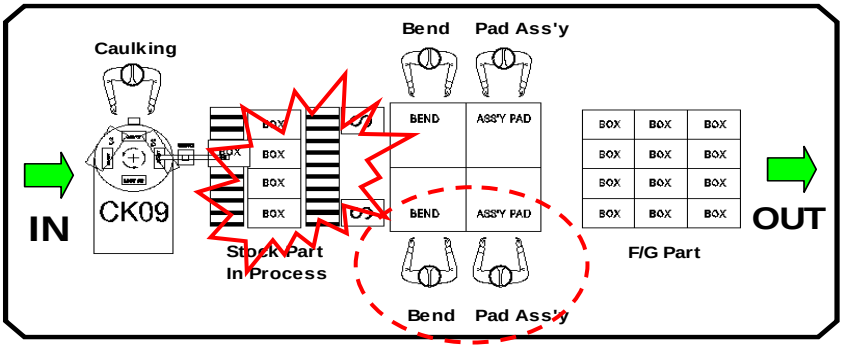
จากรูปที่ 4.5 แผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการสถานะปัจจุบัน

มีรอบเวลารวมทั้งหมด = 78 วินาที และเวลาแท็ค = 25 วินาที

ดังนั้น จำนวนพนักงานที่ต้องการ = 78 / 25 = 3 คน

จากการคำนวณจำนวนพนักงานที่ต้องการ คือ 3 คน เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันจะเห็นได้ว่าปัจจุบันใช้พนักงานถึง 5 คน มากกว่าที่คำนวณได้อยู่ 2 คน ดังนั้นจากแผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการปัจจุบัน เราจะดำเนินการลดจำนวนพนักงานลง 2 คน โดยจะทำการปรับลดรอบเวลาการทำงานลงให้อยู่ในค่าของเวลาแท็ค เพื่อใช้พนักงานเพียง 3 คน

ผลการกำหนดแนวทางการดำเนินการผังสายการผลิต การดำเนินการผังสายการผลิตใหม่ เมื่อสามารถลดรอบเวลาการทำงานได้ตามเวลาแท็คด้วยกิจกรรมไคเซ็นแล้ว ดำเนินการปรับลดจำนวนพนักงานตามแผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการสถานะที่ต้องการ จัดผังสายการผลิตใหม่ให้เหมาะสมกับจำนวนพนักงานที่ลดลงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แนวทางการดำเนินการผังสายการผลิตตามจำนวนพนักงานที่ลดลง

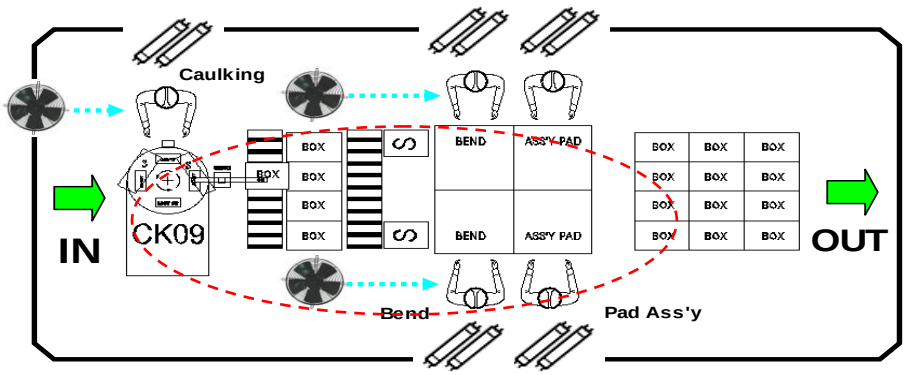
ผลการกำหนดแนวทางการดำเนินการปัญหาสิ่งแวดล้อม การดำเนินการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมในแต่ละปัญหา รูปแบบการบูรณาการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขได้ดังนี้

1. ปัญหาด้านพลังงานไฟฟ้า สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขดำเนินการได้ ดังนี้

1.1 เครื่องย้ำสลัก (Caulking Machine) เวลาทำการผลิตมอเตอร์หัวขับจะหมุนตลอดเวลา ดังรูปที่ 4.15 แต่ในการย้ำสลักจริงใช้เวลาเพียง 3 วินาที ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมาก ให้ทำการดำเนินการโดยติดระบบเซ็นเซอร์ให้มอเตอร์หัวขับทำงานเฉพาะตอนย้ำสลักเท่านั้น

รูปที่ 4.15 แนวทางการดำเนินการเครื่องย้ำสลักไม่ให้เดินเครื่องเปล่า

1.2 ปรับลดจำนวนพัดลม หลอดไฟ จากการปรับลดจำนวนพนักงานสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยให้ทำการปรับลดจำนวนพัดลมจากเดิม 3 เครื่องให้เหลือ 2 เครื่อง และลดจำนวนหลอดไฟจาก 10 หลอด เหลือ 6 หลอด และติดสายดึงเปิดเฉพาะจุดใช้งาน แสดงตำแหน่งพัดลมและหลอดไฟที่ทำการลดจำนวนการใช้งานลง ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แนวทางการปรับลดจำนวนพัดลม และหลอดไฟของสายการผลิต

2. ปัญหาการใช้จาระบี สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขดำเนินการได้ ดังนี้

2.1 ปัจจุบันขั้นตอนการทาจาระบีพนักงานจะใช้แปลงทาจาระบี ซึ่งในการทาแต่ละครั้งการควบคุมปริมาณจาระบีทำได้ลำบาก เพราะใช้แปรงตักจาระบีแต่ละครั้งไม่เท่ากัน ดังรูปที่ 4.17 โดยกำหนดแนวทางการดำเนินการคือ ให้นำชิ้นงานทาจาระบีบนฟองน้ำ โดยใช้เครื่องอัดจาระบีผ่านทางฟองน้ำแทน เพื่อง่ายต่อการควบคุมปริมาณจาระบีซึมผ่านฟองน้ำในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

รูปที่ 4.17 ก่อนดำเนินการ พนักงานจะใช้แปลงทาจาระบีที่ชิ้นงาน

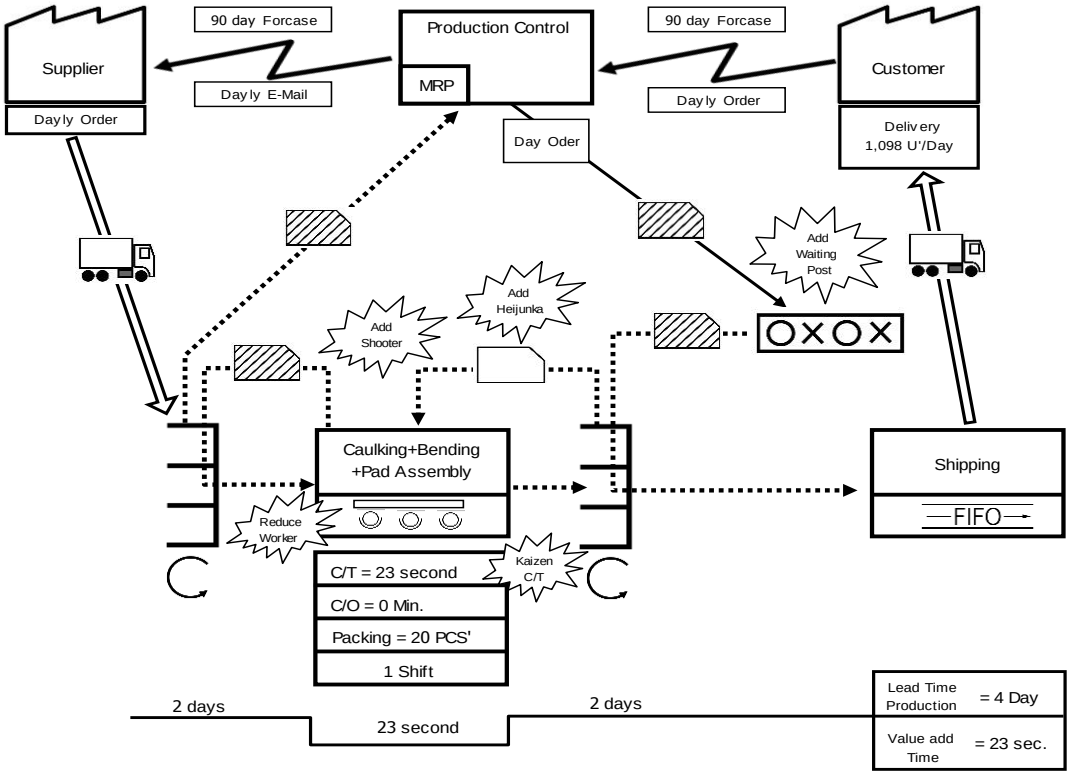
3. ปัญหาการใช้ทินเนอร์ สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขดำเนินการได้ ดังนี้

3.1 ปัจจุบันขั้นตอนการล้างชิ้นงานด้วยทินเนอร์ พนักงานจะนำผ้าชุบทินเนอร์ในภาชนะ แล้วนำไปเช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน ดังรูปที่ 4.18 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์พบว่าภาชนะที่ใช้บรรจุทินเนอร์ถ้ามีขนาดใหญ่จะส่งผลให้สิ้นเปลืองทินเนอร์มากกว่าภาชนะขนาดเล็ก เพราะทินเนอร์ระเหยออกมาตามหน้าตัดภาชนะ ดังนั้นจึงกำหนดแนวทางการดำเนินการ คือให้จัดทำภาชนะให้มีขนาดเล็กลง

รูปที่ 4.18 ก่อนดำเนินการภาชนะบรรจุทินเนอร์มีขนาดใหญ่

ผลการกำหนดแนวทางการดำเนินการปรับกระบวนการผลิตให้เป็นระบบดึง การกำหนดแนวการดำเนินการแก้ไขกระบวนการผลิตให้เป็นระบบดึงนั้น พิจารณาจากความสูญเปล่าต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแผนภาพสายธารคุณค่าปัจจุบัน เมื่อทำการวิเคราะห์จะพบว่าระบบการผลิตปัจจุบันเป็นระบบการผลิตแบบพลัก คือ ออกแผนผลิตตามคำสั่งลูกค้า ซึ่งจะทำให้ทุกแผนกไม่รู้ความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าในแต่ละวันว่าต้องส่งเท่าไหร่ เพราะต้องออกแผนล่วงหน้า ส่งผลให้แต่ละแผนกต่างคนต่างทำงานของตนให้ได้มากที่สุด เกิดการใช้ต้นทุนการผลิต่กอนเวลาที่จำเป็น และทำให้มี การจัดเก็บสินค้าคงคลังมากเกินไป โดยระยะเวลาในการจัดเก็บสินค้าคงคลังของกระบวนการผลิตก่อนดำเนินการมีระยะเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 10 วัน และอีก 78 วินาที สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขได้ดังนี้

กำหนดแนวทางการดำเนินการจากระบบการผลิตแบบพลักให้เป็นระบบการผลิตแบบดึง โดยการเขียนแผนภาพสายธารคุณค่าอนาคต โดยกำหนดรายละเอียดการดำเนินการลงในแผนภาพนี้ เช่น การเดินระบบคัมบัง เครื่องมือต่างๆของลีน กำหนดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังใหม่ที่ต้องการลดลง เพื่อใช้เป็นแนวทางการดำเนินการแก้ไขดำเนินการเปลี่ยนระบบการผลิตใหม่ จากระบบการผลิตแบบพลักให้เป็นระบบการผลิตแบบดึง ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แผนภาพสายธารคุณค่าอนาคตของกระบวนการผลิตบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์

กำหนดแนวทางการดำเนินการแก้ไขการดำเนินการกระบวนการผลิตให้เป็นระบบดึง ตามแผนภาพสายธารคุณค่าอนาคต ได้ 10 ขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบใบคัมบังที่ใช้งาน ทั้งคัมบัง และสั่งผลิต ที่ใช้ในการเดินระบบทั้งหมด
2. คำนวณจำนวนใบคัมบังที่ใช้งาน ทั้งคัมบัง และสั่งผลิต ที่ใช้ในการเดินระบบทั้งหมด
3. จัดทำใบคัมบังที่ออกแบบ และคำนวณไว้
4. จัดทำตู้พักคัมบัง (Waiting Post) เพื่อใช้พักคัมบังก่อนดึงชิ้นงานส่งให้ลูกค้า
5. จัดทำตู้ปรับเรียบการผลิต (Heijunka Post) เพื่อใช้ในการปรับเรียบการผลิต
6. จัดทำชั้นเรียงลำดับคำสั่งผลิต (Kanban Shooter) เพื่อลำดับคัมบังสั่งผลิตในสายการผลิต
7. จัดทำชั้นวางชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานไหลแบบต่อเนื่องทีละชิ้นตามลำดับก่อนหลัง (First In First Out)
8. ติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่จัดทำไว้ เช่น ตู้พักคัมบัง, ตู้ปรับเรียบการผลิต, ชั้นเรียงลำดับคำสั่งผลิต, คัมบังเบิก, คัมบังถอน, ชั้นวางชิ้นงานสินค้าคงคลังเป็นต้น
9. จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน แล้วอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องทุกแผนกของกระบวนการผลิตบานพับฝากระโปร่งหน้ารถยนต์ตามคู่มือการปฏิบัติงานที่ได้จัดทำ ก่อนทำการเดินระบบคัมบังตามแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าอนาคตที่กำหนดไว้
10. ดำเนินการเดินระบบคัมบัง และปรับลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ดำเนินการเดินระบบคัมบังตามแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าอนาคต เพื่อดำเนินการปรับกระบวนการผลิตให้เป็นระบบดึง

4.2.4 ผลการดำเนินการ

ดำเนินการดำเนินการแก้ไข ตามแนวทางการดำเนินการแก้ไขที่กำหนดไว้ เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และลดผลกระทบต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

1. ผลการดำเนินการลดรอบเวลาการทำงาน ทำการปรับลดรอบเวลาการทำงานของพนักงานปฏิบัติการ ตามแผนภูมิสมดุลย์ของพนักงานปฏิบัติการอนาคต โดยทำการกิจกรรมไคเซ็นลดรอบเวลาขั้นตอนการทำงานของพนักงาน เพื่อให้แต่ละขั้นตอนอยู่ในค่าของเวลาแท็ค โดยมีขั้นตอน 2 ขั้นตอนที่เกินเวลาแท็ค คือ ขั้นตอนการดัด และติดแผ่นรอง ผลการดำเนินการแก้ไขดังนี้

1.1 ขั้นตอนการดัด มีรอบเวลาการทำงานเท่ากับ 28 วินาที เกินเวลาแท็ค 3 วินาที ปัจจุบันใช้พนักงานถึง 2 คนช่วยกันทำในขั้นตอนนี้ สามารถลดพนักงานเพียง 1 คน มีแนวทางดังนี้

- การดัดชิ้นงานให้ตรงตำแหน่งปัจจุบันใช้เวลา 10 วินาที ทำการไคเซ็นโดยจัดทำอุปกรณ์จับยึดช่วยดัดชิ้นงาน เพื่อลดรอบเวลาทำงานให้เหลือ 8 วินาที ดังรูปที่ 4.20

รูปที่ 4.20 ผลการดำเนินการจัดทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานช่วยในการดัด

1.2 ขั้นตอนการดัดจะมีการตรวจเช็ค และมาร์คสี ดังรูปที่ 4.21 ปัจจุบันใช้เวลา 6 วินาที ให้ทำการลดจุดเช็คที่ไม่จำเป็นลง จาก 7 จุด เหลือเพียง 3 จุด เพื่อลดรอบเวลาทำงานให้เหลือ 3 วินาที

รูปที่ 4.21 การตรวจเช็คชิ้นงานโดยมาร์คสีหลังขั้นตอนการดัด

2. ขั้นตอนการติดแผ่นรอง มีรอบเวลาการทำงานเท่ากับ 27 วินาที เกินเวลาแท็ค 2 วินาที ส่งผลให้ผลิตงานไม่ทัน ปัจจุบันต้องใช้พนักงาน 2 คนช่วยกันทำในขั้นตอนนี้ จะทำการดำเนินการเพื่อลดรอบเวลาการทำงานลงให้อยู่ค่าของเวลาแท็ค ก็จะสามารถใช้พนักงานเพียง 1 คน มีแนวทางดังนี้

2.1 การหยิบชิ้นงานขึ้นมาทากาว 2 จุด ปัจจุบันใช้เวลา 5 วินาที ทำการดำเนินการไคเซ็น โดยจัดทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เพื่อลดรอบเวลาทำงานให้เหลือ 3 วินาที ดังรูปที่ 4.22

รูปที่ 4.22 ผลดำเนินการแก้ไขจัดทำอุปกรณ์จับยึดช่วยการในการติดแผ่นรอง

2.2 ขั้นตอนการตรวจจุดเช็คและมาร์คสี ดังรูปที่ 4.23 ปัจจุบันใช้เวลา 6 วินาที ให้ทำการลดจุดมาร์คสีที่ไม่จำเป็นลง จาก 7 จุด เหลือเพียง 2 จุด เพื่อลดรอบเวลาทำงานให้เหลือ 3 วินาที

รูปที่ 4.23 การตรวจเช็คชิ้นงานโดยมาร์คสี หลังขั้นตอนติดแผ่นรอง

หลังจากดำเนินการแก้ไขด้วยกิจกรรมไคเซ็นแล้ว ทำการจับรอบเวลาการทำงานของขั้นตอนการดัดและติดแผ่นรอง หลังการดำเนินการ เพื่อตรวจเช็ครอบเวลาหลังการดำเนินการว่าสามารถลดรอบเวลาการทำงานได้ตามต้องการหรือไม่ แสดงในตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 ตารางจับรอบเวลาการผลิตของขั้นตอนการดัดหลังการดำเนินการ

Process to Monitor :		**Bend**						**Recorder :**		**Mr.Thongchai**		
Station :		**Hinge ass'y , Hood RH/LH**						**Set Up Time :**		**- MIN.**		
Step No.	Operator No.	Work Element	Cycle1	Cycle2	Cycle3	Cycle4	Cycle5	Cycle6	Cycle7	Cycle8	Average	Final
1	2	หยิบชิ้นงานใส่ JIG ล็อก	3.5	3.4	2.9	4.1	3.6	2.8	3.2	2.9	3.3	3
2	2	ดัดชิ้นงานให้ตรงตำแหน่ง	7.5	8.3	8.8	9.2	7.8	8.6	8.1	7.5	8.2	8
3	2	หยิบชิ้นงานออกจาก JIG	2.5	1.9	2.0	2.2	1.8	2.1	2.8	3.1	2.3	2
4	2	ล้างชิ้นงานด้วยทินเนอร์	4.1	3.9	4.2	4.5	5.8	3.8	3.9	4.3	4.3	4
5	2	ตรวจจุดเช็ค และ มาร์คสี	3.1	2.8	2.7	3	4	2.7	3.2	2.9	3.1	3
6	2	วางชิ้นงานลง Box	3.0	3.1	3.3	2.6	2.8	2.7	2.5	2.7	2.8	3
CYCLE TIME (Sec.)												23

จากตารางที่ 4.10 ขั้นตอนการดัด มีรอบเวลาการทำงาน = 23 วินาที ต่ำกว่าค่าของเวลาแท็ค คือ 25 วินาที ดังนั้นแสดงว่าสามารถลดรอบเวลาการทำงานได้ตามที่ต้องการ

ตารางที่ 4.11 ตารางจับรอบเวลาการผลิตของขั้นตอนการติดแผ่นรองหลังดำเนินการ

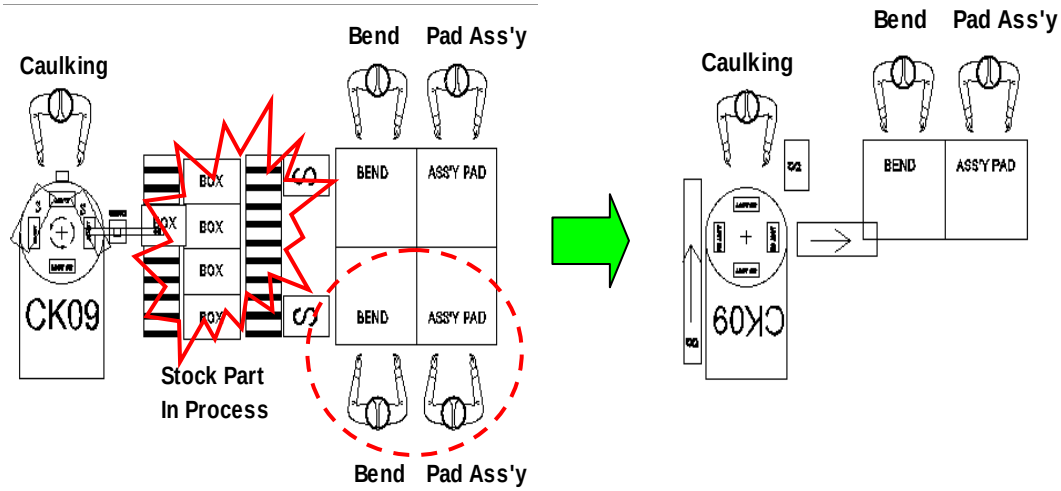
Process to Monitor :			**Pad Assembly**					**Recorder :**		**Mr.Thongchai**		
Station :			**Hinge ass'y , Hood RH/LH**					**Set Up Time :**		**- MIN**		
Step No.	**Operator No.**	**Work Element**	**Cycle1**	**Cycle2**	**Cycle3**	**Cycle4**	**Cycle5**	**Cycle6**	**Cycle7**	**Cycle8**	**Average**	**Final**
1	3	หยิบชิ้นงานขึ้นมาทากาว 4 จุด	2.6	3.3	3.9	4.2	2.5	3.7	3.2	2.8	3.3	3
2	3	ติด PAD 2 ชิ้น	5.8	6.3	5.4	5.2	7.2	6.4	5.8	6.7	6.1	6
3	3	หยิบ PIN กด PAD 2 จุด	5.4	5.4	4.8	6.4	5.8	4.5	5.9	6.7	6.1	6
4	3	ตรวจเช็ค และ มาร์คสี	3.4	2.8	3.2	3.5	2.8	2.7	3.5	3.6	3.2	3
5	3	PACKING	4.1	3.7	3.9	4.4	3.9	3.8	4.7	3.2	4.0	4
CYCLE TIME (Sec.)												22

ตารางที่ 4.11 ขั้นตอนการติดแผ่นรองมีรอบเวลาการทำงาน = 22 วินาที ต่ำกว่าค่าของเวลาแท็ค คือ 25 วินาที ดังนั้นแสดงว่าสามารถลดรอบเวลาการทำงานได้ตามที่ต้องการ

2. ผลการดำเนินการลดจำนวนพนักงานปฏิบัติการ เมื่อทำกิจกรรมไคเซ็น ปรับลดรอบเวลาการทำงานลงอยู่ในค่าเวลาแท็คแล้ว จากการคำนวณจำนวนพนักงานที่ต้องการ คือ 3 คน โดยปัจจุบันใช้พนักงาน 5 คน มากกว่าที่คำนวณได้อยู่ 2 คน ดังนั้น เราจะดำเนินการลดจำนวนพนักงานลง 2 คน เพื่อใช้พนักงานเพียง 3 คน โดยพนักงานที่ลดลงนั้นให้ไปปฏิบัติงานยังสายการผลิตอื่นที่ขาดกำลังคน ดังรูปที่ 4.24

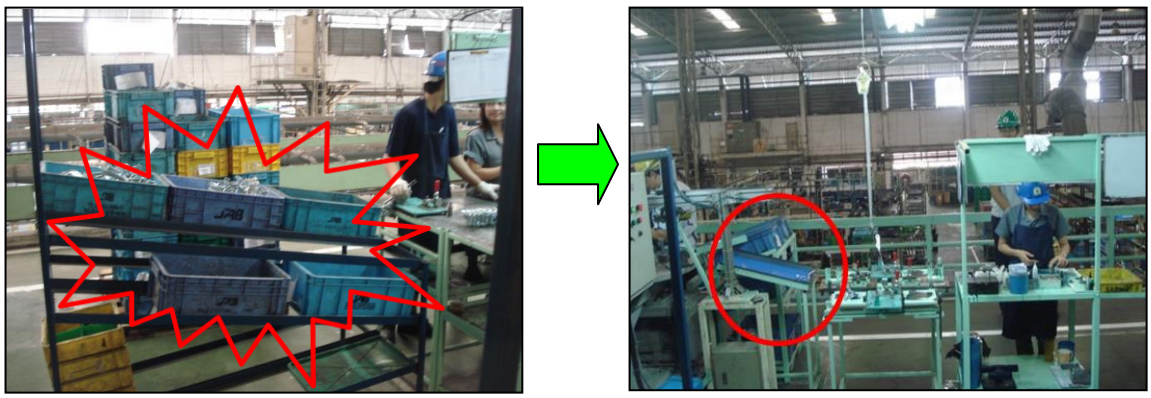
รูปที่ 4.24 ผลการลดจำนวนพนักงานจาก 5 คนหลือ 3 คน

3. ผลการดำเนินการวางผังสายการผลิตทำการปรับผังสายการผลิตใหม่ ตามจำนวนพนักงานที่ลดลงจาก 5 คน ลดเหลือเพียง 3 คน เพื่อให้เหมาะสมต่อจำนวนพนักงานใหม่ และลดพื้นที่สายการผลิตลงด้วย เปรียบเทียบลักษณะ การปรับผังสายการผลิต เพื่อลดจำนวนพนักงานจาก 5 คน แหลือ 3 คน ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 ผลการปรับผังสายการผลิตตามการลดจำนวนพนักงาน

ทำการยกเลิกการสต๊อกชิ้นงานระหว่างขั้นตอนการผลิตในสายการผลิต ให้ชิ้นงานไหลอย่างเนื่องระหว่างขั้นตอนการผลิต เพื่อให้ชิ้นงานไหลแบบต่อเนื่องทีละชิ้นตามลำดับ ดังรูปที่ 4.26



ก. ก่อนดำเนินการมีสต๊อกชิ้นงานในสายการผลิต ข. หลังการดำเนินการยกเลิกการสต๊อกชิ้นงาน

รูปที่ 4.26 ผลการยกเลิกสต๊อกชิ้นงานระหว่างขั้นตอนการผลิต

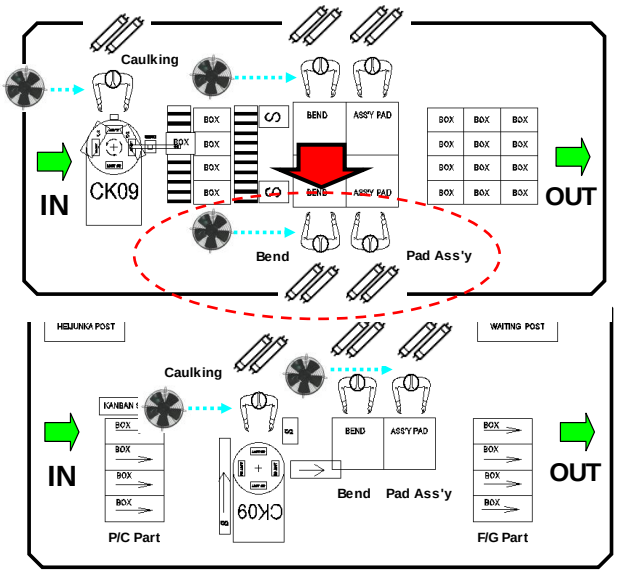
4. ผลการการดำเนินการปัญหาสิ่งแวดล้อม การดำเนินการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมในแต่ละปัญหา ตามรูปแบบการบูรณาการระบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขได้ดังนี้

4.1 ปัญหาด้านพลังงาน ได้ดำเนินการแก้ไขดำเนินการ ดังนี้

- เครื่องย้ำสลักได้ทำการติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ในตัวเครื่อง เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์หัวขับให้ทำงานเฉพาะตอนย้ำสลักเท่านั้น ป้องกันไม่ให้มอเตอร์ทำงานตลอดเวลาโดยไม่ได้ย้ำชิ้นงาน ดังรูปที่ 4.27

รูปที่ 4.27 ผลการดำเนินการเครื่องย้ำสลักมอเตอร์หัวขับ

- จากปรับผังสายการผลิตใหม่เพื่อปรับจำนวนพนักงาน โดยจากการลดจำนวนพนักงานลง 2 คน จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยได้ดำเนินการทำการปรับลดจำนวนพัดลมจากเดิม 3 เครื่องให้เหลือ 2 เครื่อง และลดจำนวนหลอดไฟจาก 10 หลอด เหลือ 6 หลอด และติดสายดึงเปิดเฉพาะจุดใช้งาน หลังจากดำเนินการจะใช้พัดลมเพียง 2 เครื่อง และหลอดไฟ 6 หลอด ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 ผลการดำเนินการลดพัดลม และหลอดไฟ

4.2 ปัญหาการใช้จาระบี ได้ดำเนินการแก้ไขดำเนินการ ดังนี้

- ก่อนดำเนินการพนักงานจะใช้แปลงทาจาระบีในการทาชิ้นงาน ซึ่งในการทาแต่ละครั้งการควบคุมปริมาณจาระบีทำได้ยากลำบาก เพราะใช้แปรงตักจาระบีแต่ละครั้งไม่เท่ากัน ได้ดำเนินการดำเนินการแก้ไขคือ ให้นำชิ้นงานทาบแตะทาจาระบีบนฟองน้ำ โดยใช้เครื่องอัดจาระบีผ่านทางฟองน้ำแทน เพื่อง่ายต่อการควบคุมปริมาณจาระบีในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 4.29

ก. ผลการดำเนินการวิธีการทาจาระบี ข. เครื่องอัดจาระบีผ่านฟองน้ำ

รูปที่ 4.29 ผลการดำเนินการการลดปริมาณการทาจาระบี

4.3 ปัญหาการใช้ทินเนอร์ ได้ดำเนินการแก้ไขดำเนินการ ดังนี้

- จากเดิมที่พนักงานจะนำผ้าไปชุบทินเนอร์ในภาชนะบรรจุ แล้วนำไปเช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน ซึ่งถ้าภาชนะที่ใช้บรรจุทินเนอร์มีขนาดใหญ่ จะส่งผลให้สิ้นเปลืองทินเนอร์มากกว่าภาชนะขนาดเล็ก เพราะทินเนอร์ระเหยออกมาตามหน้าตัดภาชนะ จึงได้ดำเนินการดำเนินการแก้ไขโดยจัดทำภาชนะให้มีขนาดเล็กลงจาก 20 x 20 ซ.ม. เหลือ 12 x 12 ซ.ม. เท่านั้น ดังรูปที่ 4.30

รูปที่ 4.30 ผลการดำเนินการการลดขนาดภาชนะบรรจุทินเนอร์

5. ผลดำเนินการดำเนินการปรับกระบวนการผลิตให้เป็นระบบดึง จากแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าอนาคต ทำการดำเนินการระบบการผลิตแบบพลักให้เป็นระบบการผลิตแบบดึงโดยใช้ระบบคัมบัง และดำเนินการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมี 10 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 ผลการออกแบบคัมบัง โดยในการเดินระบบคัมบัง เราจะใช้คัมบังหลักๆอยู่ 2 ชนิด คือ คัมบังเบิก และคัมบังสั่งผลิต โดยในการออกแบบ จะมีการระบุชนิดของคัมบัง, ชื่อชิ้นงาน, หมายเลขชิ้นงาน, กระบวนการก่อนหน้า และกระบวนการถัดไป, ชนิด และจำนวนของภาชนะบรรจุที่ใช้ เพื่อใช้ในการสื่อความหมายในการเบิกถอนชิ้นงานจากจุดจัดเก็บสินค้าคงคลัง และคัมบังที่หลุดออกมาสั่งผลิตทดแทนที่เบิกถอนไป ตัวอย่างคัมบังที่ออกแบบ ดังรูปที่ 4.31 และรูปที่ 4.32

TPS CENTER	PW KANBAN	PRODUCTION
SAB	53420-02070	PRD3
FROM LOCATION	HINGE ASS'Y HOOD LH	LINE NAME
SIDE LINE	(L)	HINGE HOOD
TO LOCATION		M/C NO.
FG1		CK11
KANBAN NO.	QUANTITY / PICTURE PACKING	MODEL
CUSTOMER	20 Pcs	388W

รูปที่ 4.31 ผลการออกแบบคัมบังเบิก

TPS CENTER	PI KANBAN	PRODUCTION
SAB	53420-02080	PRD3
FROM LOCATION	HINGE ASS'Y HOOD LH	LINE NAME
SIDE LINE	(L)	HINGE HOOD
TO LOCATION		M/C NO.
LINE		CK11
KANBAN NO.	QUANTITY / PICTURE PACKING	MODEL
CUSTOMER	20 Pcs	388W

รูปที่ 4.32 ผลการออกแบบคัมบังสั่งผลิต

5.2 ผลการคำนวณจำนวนคัมบังที่ใช้ เพื่อหาจำนวนคัมบังที่ต้องใช้แต่ละแผนก โดยจำนวนคัมบังที่ใช้นั้น คำนวนจากรอบส่งแต่ละวัน และจำนวนสินค้าคงคลังที่ต้องการจัดเก็บ โดยมีการเผื่อจำนวนสินค้าคงคลังประมาณ ½ วันหรือ ¼ วัน ขึ้นอยู่กับการจัดการบริหารว่าสามารถแก้ปัญหาได้เร็วแค่ไหนเมื่อมีการหยุดการผลิต โดยข้อมูลจากตารางที่ 4.12 สูตรที่ใช้อยู่บทที่ 3 ในขั้นตอนที่ 3.4.2

ตารางที่ 4.12 ตารางรอบส่งชิ้นงานต่อวันของสายการผลิตบานพับฝากระโปร่งรถยนต์

ลำดับ	รุ่น	เลขที่ชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	รอบส่ง (ชิ้นต่อวัน)	จำนวนบรรจุต่อภาชนะ
1	xxx	xxxx-xxxxxx	HINGE ASS'Y HOOD RH	230	20
2	xxx	xxxx-xxxxxx	HINGE ASS'Y HOOD RH	230	20
3	xxx	xxxx-xxxxxx	HINGE ASS'Y HOOD LH	34	20
4	xxx	xxxx-xxxxxx	HINGE ASS'Y HOOD LH	34	20
5	xxx	xxxx-xxxxxx	HINGE ASS'Y HOOD RH	285	20
6	xxx	xxxx-xxxxxx	HINGE ASS'Y HOOD LH	285	20
รวม				1,098	-

$$\text{ดังนั้น จำนวนคัมบังเบิก} = \frac{1{,}098 \text{ ชิ้นต่อวัน} \times (2 \text{ วัน} + 0.25 \text{ วัน})}{20 \text{ ชิ้นต่อภาชนะบรรจุ}}$$

$$\text{จำนวนคัมบังเบิก} = 124 \text{ คัมบัง}$$

จากการคำนวณจำนวนคัมบังเบิก เราจะจัดทำจำนวน 124 คัมบังต่อชิ้นงาน โดยจะใช้สำหรับชิ้นส่วนย่อยสำหรับรอดึงไปใช้ประกอบชิ้นงาน เราจะใช้คัมบังเสียบไว้ที่ภาชนะบรรจุชิ้นงานย่อยรอประกอบ เพื่อใช้หมุนเวียนในการผลิต

$$\text{ดังนั้น จำนวนคัมบังสั่งผลิต} = \frac{1{,}098 \text{ ชิ้นต่อวัน} \times (2 \text{ วัน} + 0.25 \text{ วัน})}{20 \text{ ชิ้นต่อภาชนะบรรจุ}}$$

$$\text{จำนวนคัมบังสั่งผลิต} = 124 \text{ คัมบัง}$$

จากการคำนวณจำนวนคัมบังสั่งผลิต เราจะจัดทำจำนวน 124 คัมบัง โดยจะใช้สำหรับชิ้นงานสำเร็จรูปรอดึงไปส่งลูกลูกค้า เราจะใช้เสียบไว้ที่ภาชนะบรรจุสินค้าสำเร็จรูป

5.3 ผลการดำเนินการจัดทำใบคัมบังตามที่ทำการออกแบบไว้ในขั้นตอนที่1 และจัดทำตามจำนวนที่คำนวนไว้ในขั้นตอนที่ 2 โดยการจัดทำนั้นทำได้โดยใช้กระดาษสีปริ๊นตามคัมบังที่ออกแบบแล้วนำใส่ในซองซิป เพื่อสามารถกันน้ำได้ และมีความคงทน สามารถถอดเปลี่ยนได้ ตัวอย่างคัมบังที่จัดทำ ดังรูปที่ 4.33 และรูปที่ 4.34

รูปที่ 4.33 ผลการจัดทำคัมบังเบิก

รูปที่ 4.34 ผลการจัดทำคัมบังสั่งผลิต

5.4 ผลการดำเนินการจัดทำกล่องที่พักคัมบังจากลูกค้าเพื่อรอดึงชิ้นงานผลิตสำเร็จรอส่ง หรือเรียกว่า ตู้พักคัมบัง (Waiting Post) โดยตู้จะออกแบบให้มีช่องเสียบคัมบัง และมีรอบเวลาในการส่งแต่ละรอบ ตัวอย่างตู้พักคัมบังที่ได้ดำเนินการจัดทำ ดังรูปที่ 4.35

รูปที่ 4.35 ผลการจัดทำตู้พักคัมบัง

5.5 ผลการจัดทำตู้ปรับเรียบการผลิต หรือตู้เฮจูงกะ (Heijunka Post) เพื่อใช้ปรับเรียบการผลิตไม่ให้เกิดการผลิตชิ้นงานรุ่นใดรุ่นหนึ่งมากเกินไป และมีการผลิตอย่างสม่ำเสมอทุกๆชั่วโมง โดยตู้เฮจูงกะจะแบ่งเป็นช่องๆตามชั่วโมงการผลิต เมื่อเราดึงชิ้นงานส่งลูกค้า คัมบังสั่งผลิตจะถูกนำมาเสียบที่ตู้นี้เพื่อปรับเรียบการผลิตในแต่ละวัน โดยการเสียบคัมบังสลับรุ่นตามกำหนด เมื่อถึงชั่วโมงการทำงานช่องใดก็จะนำคัมบังไปสั่งผลิตยังสายการผลิตในชั่วโมงนั้นๆต่อไป โดยในการเสียบคัมบังเราจะสลับรุ่นการผลิตให้สม่ำเสมอกันในแต่ละวัน ตัวอย่างตู้ปรับเรียบการผลิตที่จัดทำดังรูปที่ 4.36

รูปที่ 4.36 ผลการจัดทำตู้ปรับเรียบการผลิต

5.6 ผลการการจัดทำชั้นเรียงลำดับคัมบังสั่งผลิต (Kanban Shooter) โดยเมื่อคัมบังหลุดออกมาจากตู้ปรับเรียบการผลิต จะถูกนำเรียงลำดับคำสั่งผลิตโดยชั้นเรียงลำดับคำสั่งผลิตโดยพนักงานในสายการผลิต จะนำคัมบังสั่งผลิตไปเบิกชิ้นงานย่อย แล้วทำการผลิตชิ้นงานพร้อมติดคัมบังสั่งผลิตที่ภาชนะ เพื่อนำเติมเต็มชิ้นงานสำเร็จรูปท้ายสายการผลิตที่ถูกคัมบังเบิกดึงออกไป ดังรูปที่ 4.37

รูปที่ 4.37 ผลการจัดทำชั้นเรียงลำดับคัมบังสั่งผลิต

5.7 ผลการจัดทำชั้นวางชิ้นงานสินค้าคงคลัง สำหรับชิ้นงานย่อยก่อนการผลิต และชิ้นงานสำเร็จหลังผลิตเสร็จแล้ว เพื่อให้ชิ้นงานไหลแบบต่อเนื่องทีละชิ้นตามลำดับ คือชิ้นงานไหนมาก่อนจะถูกส่งไปก่อน โดยลักษณะชั้นวางจะเอียงให้ภาชนะบรรจุไหลตามลำดับก่อนหลัง ตัวอย่างชั้นวางชิ้นงานสินค้าคงคลังเพื่อควบคุมการไหลแบบต่อเนื่องตามลำดับก่อนหลัง ดังรูปที่ 4.38

รูปที่ 4.38 ผลการจัดทำชั้นวางชิ้นงานย่อย และสินค้าคงคลัง

5.8 ผลการติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆในการเดินระบบคัมบังที่จัดทำไว้ เช่น ตู้พักคัมบัง, ตู้ปรับเรียบการผลิต, ชั้นเรียงลำดับคำสั่งผลิต, คัมบังเบิก, คัมบังถอน, ชั้นวางชิ้นงานสินค้าคงคลังเป็นต้น เพื่อเตรียมความพร้อมในการเดินระบบ ดังรูปที่ 4.39

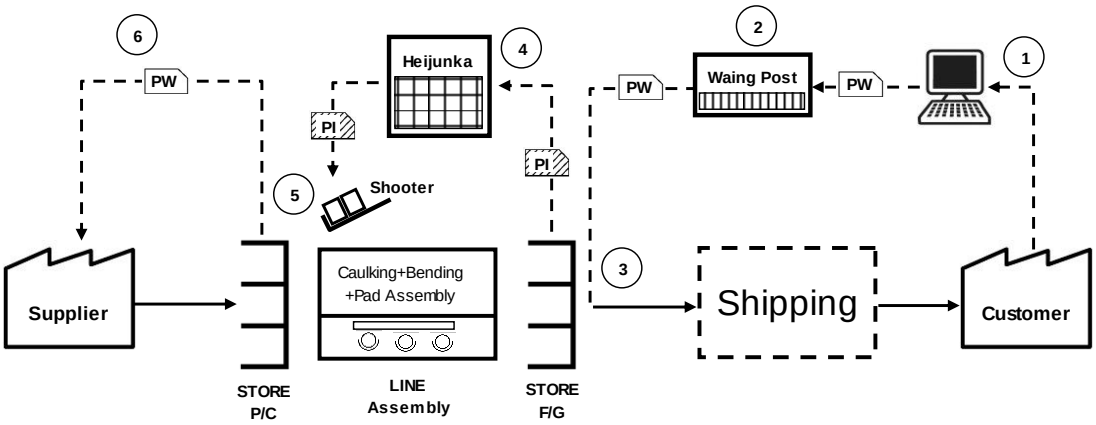
รูปที่ 4.39 ผลการติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ในการเดินระบบคัมบัง

5.9 ผลการจัดทำเอกสารวิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ที่ใช้ในการเดินระบบตามเครื่องมือที่จัดทำ แล้วดำเนินการอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องแต่ละแผนกของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนบานพับฝากระโปร่งหน้ารถยนต์ตามคู่มือการปฏิบัติงานที่จัดทำ พร้อมทั้งอบรมชี้แจงพนักงานตามหน้างานที่จุดต่างๆของเครื่องมือที่ติดตั้งในการเดินระบบ เพื่อให้พนักงานเกิดความรู้ความเข้าใจก่อนที่จะทำการเดินระบบคัมบังดำเนินการระบบการผลิตแบบพลักให้เป็นระบบการผลิตแบบดึง ดังรูปที่ 4.40

ก. ผลการจัดทำเอกสารวิธีปฏิบัติงาน ข. ผลการอบรมพนักงานก่อนเดินระบบ

รูปที่ 4.40 ผลการจัดคู่มือวิธิปฏิบัติงาน และอบรมพนักงาน

5.10 ผลการเดินระบบคัมบังตามแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าอนาคตที่กำหนดไว้ เพื่อดำเนินการแก้ไขกระบวนการผลิตแบบพลักให้เป็นระบบการผลิตแบบดึง ดังรูปที่ 4.41



รูปที่ 4.41 ผลการเดินระบบคัมบังดำเนินการระบบการผลิตให้เป็นแบบดึง

จากรูปผลการเดินระบบคัมบังดำเนินการระบบการผลิตให้เป็นแบบดึง ของกระบวนการผลิตชิ้นงานบานพับกระโปร่งหน้ารถยนต์ สามารถอธิบายผลในการเดินระบบดังนี้

1. คำสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้า จะสั่งผ่านระบบอินเตอร์เน็ตมายังโรงงาน จากนั้นโรงงานทำการพิมพ์คำสั่งผลิต โดยแบบเดิมจะเป็นลักษณะของการออกแผนการผลิต ซึ่งจะเป็นระบบพลัก แต่ในการดำเนินการใหม่นี้จะเป็นระบบดึงโดยใช้คัมบัง เราจะพิมพ์คำสั่งผลิตออกมาเป็นรูปแบบคัมบังเบิก

2. คัมบังเบิกจากคำสั่งซื้อของลูกค้าจะนำไปเสียบยังตู้พักคัมบัง เพื่อพักคัมบังเบิกรอส่งตามรอบส่ง โดยตู้พักคัมบังจะมีการแบ่งรอบเวลาการจัดส่ง ให้เสียบตามรอบส่งชิ้นงานนั้นๆ

3. คับบังเบิกจากตู้พักคัมบังจะนำไปดึงชิ้นงานสำเร็จรูปที่คลังสินค้าสำเร็จรูปโดยคัมบัง 1 ใบ จะแทนจำนวนชิ้นงาน 1 ภาชนะบรรจุ โดยที่ภาชนะบรรจุชิ้นงานสำเร็จรูปนี้จะมีคัมบังสั่งผลิตเสียบอยู่ เราจะทำการถอดคัมบังสั่งผลิตออกไปเสียบยังตู้ปรับเรียบการผลิตต่อไป แล้วทำการเสียบคัมบังเบิกที่พิมพ์มาจากคำสั่งซื้อจากลูกค้าติดไปกับภาชนะบรรจุ แล้วนำชิ้นงานไปยังพื้นที่จเตรียมการจัดส่ง (Shiping Area) เพื่อทำการจัดส่งลูกค้าตามรอบส่งต่อไป

4. เมื่อชิ้นงานสำเร็จรูปถูกดึงไปจากคลังสินค้าสำเร็จรูป คัมบังสั่งผลิตจะหลุดออกมา 1 ใบต่อ 1 ภาชนะบรรจุ ซึ่งคัมบังสั่งผลิตนี้จะถูกนำไปสั่งผลิตชิ้นงานกลับมาทดแทนตามจำนวนที่ถูกดึงไป โดยคัมบังสั่งผลิตนี้จะถูกนำไปปรับเรียบการผลิตที่ตู้ปรับเรียบการผลิต โดยตู้นี้จะแบ่งเป็นช่องเสียบต่างๆตามรอบเวลาการผลิตของคัมบัง 1 ใบ และคัมบังสั่งผลิตแต่ละรุ่นจะถูกเสียบเรียงลำดับกันไปแต่ละรุ่น สลับกันไปตามคู่มือปฏิบัติงาน เพื่อรอพนักงานนำคัมบังสั่งผลิตไปผลิตชิ้นงานทดแทนต่อไป

5. พนักงานจะนำคัมบังสั่งผลิตออกมาจากตู้ปรับเรียบการผลิต ตามรอบเวลาที่ผลิตไปใส่ในชั้นเรียงลำดับคำสั่งผลิต พนักงานจะทำการผลิตชิ้นงานสำเร็จรูปตามลำดับคัมบังสั่งผลิต ตามจำนวนที่กำหนดในคัมบัง เมื่อผลิตครบแล้วจะทำการเสียบคัมบังสั่งผลิตไว้ที่ภาชนะบรรจุแล้วจึงทำการส่งไปยังคลังสินค้าสำเร็จรูปต่อไป เพื่อทดแทนชิ้นงานสำเร็จรูปที่ถูกดึงออกไปลูกค้า

6. เมื่อพนักงานทำการผลิตตามลำดับคำสั่งผลิตที่มาจากชั้นเรียงลำดับคำสั่งผลิต พนักงานจะเตรียมการผลิตโดยไปดึงชิ้นงานย่อยจากคลังสินค้ารอประกอบ ตามจำนวนที่ต้องทำการผลิตเพื่อนำไปประกอบชิ้นงานสำเร็จรูปต่อไป โดยชิ้นงานย่อยนี้ภาชนะที่ใช้บรรจุจะเสียบคัมบังเบิกไว้ เมื่อพนักงานจะถอดออกแล้วคัมบังเบิกนี้ฝ่ายวางแผนการผลิตจะนำไปสั่งชิ้นงานย่อยจากร้านขาย กลับมาทดแทนอีกครั้งตามจำนวนที่ถูกดึงออกไป

4.3 เปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

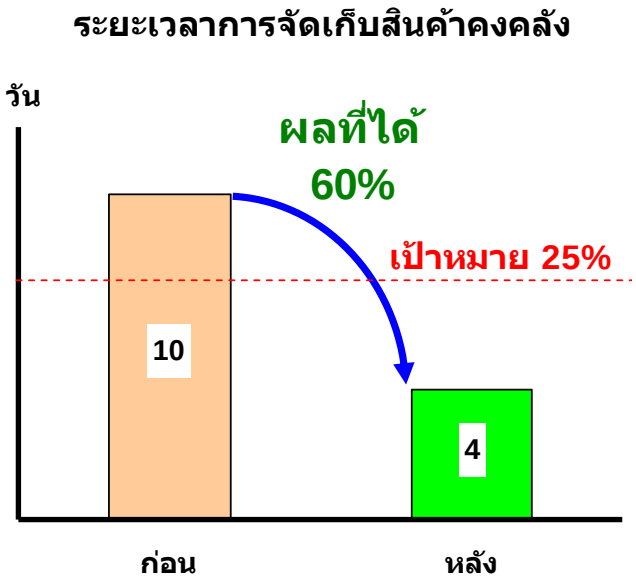
สรุปผลการศึกษาเปรียบเทียบผลก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการโดยเก็บข้อมูลหลังการดำเนินการ ในกระบวนการผลิต โดยเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ว่าสามารถลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้มากน้อยเพียงไร เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยสรุปได้ดังนี้

4.3.1 เปรียบเทียบผลการลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

เก็บข้อมูลหลังการดำเนินการของระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง กระบวนการผลิตชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง และทดสอบสมมุติฐานของค่าเฉลี่ยกลุ่มประชากรก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

จากข้อมูลตารางที่ ก.1 และก.8 หาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบผลที่ได้ในการลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ตั้งแต่รับวัตถุดิบจนผลิตชิ้นงานส่งให้ลูกค้า หลังการดำเนินการระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังเฉลี่ย 4 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการดำเนินการสามารถลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังรวมเฉลี่ยลงได้จาก 10 วันเหลือเพียง 4 วัน คิดเป็นร้อยละ 60 ได้มากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ 25% ถือว่าได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ดังรูปที่ 4.42



รูปที่ 4.42 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

2. ผลการทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

2.1 ผลการตั้งสมมุติฐาน ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้การทดสอบทางเดียว คือ ตั้งสมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $t \geq t_\alpha$

2.2 ผลการใช้สถิติทดสอบสมมุติฐาน สรุปข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจากตาราง ข.1

เมื่อ $s_1^2 = 0.0302$, $s_2^2 =$ 0.0302 และ $n_1 = 30$, $n_2 = 30$

ผลการคำนวณ t = 185.4890

ผลการคำนวณ df = 31

2.3 ผลการกำหนดระดับความมีนัยสำคัญ α ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับความมีนัยสำคัญ α = 0.05

เปิดตารางหาค่า t_{α} = 1.6955

2.4 ผลการพิจารณาขอบเขตวิกฤต เปรียบเทียบค่า t และ t_{α} แล้วสรุปสมมุติฐานได้ดังนี้

เมื่อ t = 185.4890, t_{α} = 1.695

ผลการทดสอบสมมุติฐานเมื่อ $t \geq t_{\alpha}$ จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 คือ $\mu_1 > \mu_2$

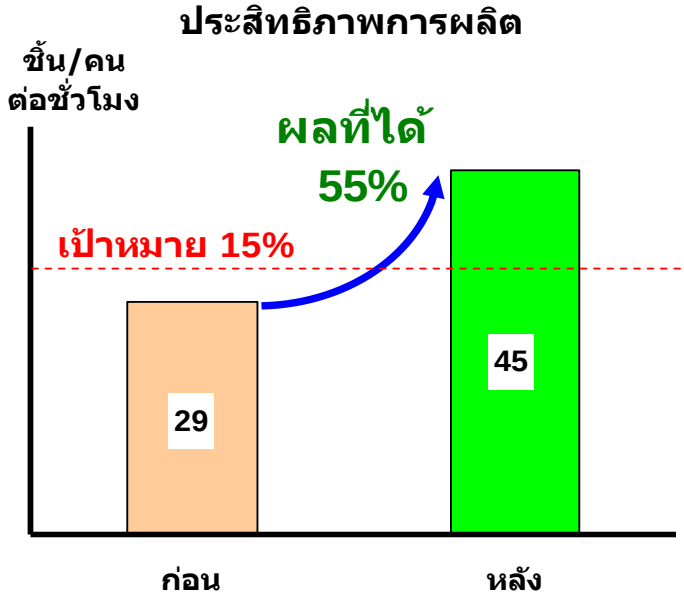
ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่มของการลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง คือ หลังการดำเนินการน้อยกว่าก่อนการดำเนินการ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3.2 เปรียบเทียบผลการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

เก็บข้อมูลหลังการดำเนินการของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กระบวนการผลิตชิ้นงานบานพับฝากระโปรงหน้ารถยนต์ เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง และทดสอบสมมุติฐานของค่าเฉลี่ยกลุ่มประชากรก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

จากข้อมูลตารางที่ ก.2 และก.9หาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบผลที่ได้ก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ โดยได้ทำการตั้งเป้าหมายไว้ที่ 15 % เปรียบเทียบผลการดำเนินการสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเฉลี่ยจาก 29 PCS / Man.Hr เป็น 45 PCS/Man.Hr โดยสามารถเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 16 ชิ้นต่อคนต่อชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 55% สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้มากกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.43



รูปที่ 4.43 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

2. ผลการทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

2.1 ผลการตั้งสมมุติฐาน ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้การทดสอบทางเดียว คือ

ตั้งสมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $t \le t_\alpha$

2.2 ผลการใช้สถิติทดสอบสมมุติฐาน สรุปข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจากตาราง ข.2

เมื่อ $s_1^{\,2} = 20.85$, $s_2^{\,2} = 8.59$ และ $n_1 = 30$, $n_2 = 30$

ผลการคำนวณ t = -16.9745

ผลการคำนวณ df = 49

2.3 ผลการกำหนดระดับความมีนัยสำคัญ α ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับความมีนัยสำคัญ α = 0.05

เปิดตารางหาค่า t_α = -1.6766

2.4 ผลการพิจารณาขอบเขตวิกฤต เปรียบเทียบค่า t และ t_α แล้วสรุปสมมุติฐานได้ดังนี้

เมื่อ t = -16.9745, t_α = -1.6766

ผลการทดสอบสมมุติฐานเมื่อ $t \le t_\alpha$ จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 คือ $\mu_1 < \mu_2$

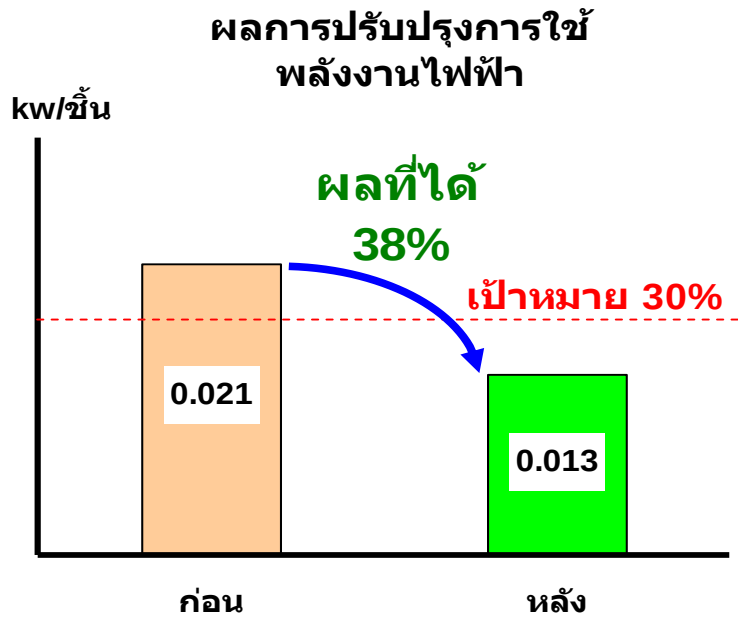
ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม ของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต คือ หลังการดำเนินการมากกว่าก่อนการดำเนินการ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3.3 เปรียบเทียบผลการดำเนินการปัญหาสิ่งแวดล้อมของการใช้ไฟฟ้า

จากการเก็บข้อมูลปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมหลังการดำเนินการ แล้วทำการเปรียบเทียบผลการดำเนินการก่อนการดำเนินการและหลังการดำเนินการ และเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ของปัญหาการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

จากข้อมูลตารางที่ ก.3 และ ก.10 หาค่าเฉลี่ยของการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยตั้งเป้าหมายไว้ที่ 30% ก่อนทำการดำเนินการนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.021 kw/ชิ้น และเมื่อทำการดำเนินการแล้วสามารถลดการใช้พลังงานเฉลี่ยลงเหลือเพียง 0.013 kw/ชิ้น โดยสามารถลดพลังงานเฉลี่ยลงได้ถึง 0.008 kw/ชิ้น คิดร้อยละ 38 สามารถลดได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.44



รูปที่ 4.44 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้า

2. ผลการทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

2.1 ผลการตั้งสมมุติฐาน ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้การทดสอบทางเดียว คือ

ตั้งสมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $t \geq t_\alpha$

2.2 ผลการใช้สถิติทดสอบสมมุติฐาน สรุปข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจากตาราง ข.3

เมื่อ $s_1^2 = 0.000046$, $s_2^2 = 0.00000024$ และ $n_1 = 30$, $n_2 = 30$

ผลการคำนวณ t = 6.4351

ผลการคำนวณ df = 29

2.3 ผลการกำหนดระดับความมีนัยสำคัญ α ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับความมีนัยสำคัญ α = 0.05

เปิดตารางหาค่า t_α = 1.6991

2.4 ผลการพิจารณาขอบเขตวิกฤต เปรียบเทียบค่า t และ t_α แล้วสรุปสมมุติฐานได้ดังนี้

เมื่อ t = 6.4351, t_α = 1.6991

ผลการทดสอบสมมุติฐานเมื่อ $t \geq t_\alpha$ จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 คือ $\mu_1 > \mu_2$

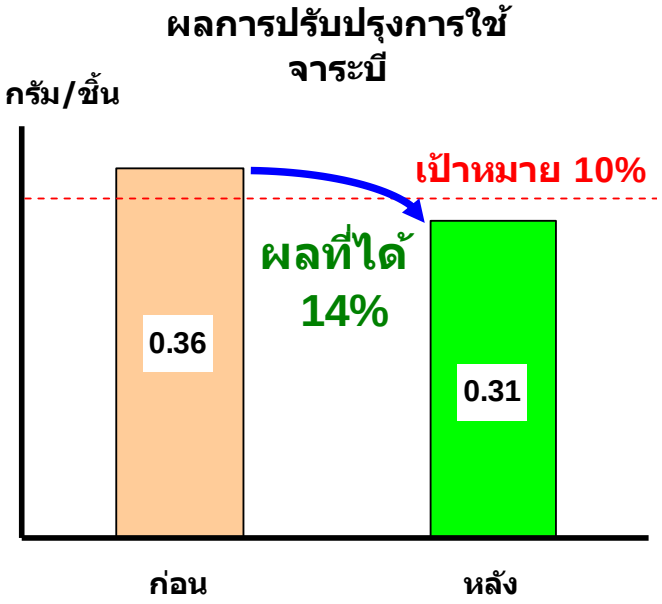
ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม ของปัญหาสิ่งแวดล้อมการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ หลังการดำเนินการน้อยกว่าก่อนการดำเนินการ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3.4 เปรียบเทียบผลการดำเนินการปัญหาสิ่งแวดล้อมของการใช้จาระบี

จากการเก็บข้อมูลปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมหลังการดำเนินการ แล้วทำการเปรียบเทียบผลการดำเนินการก่อนการดำเนินการและหลังการดำเนินการ และเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ของปัญหาการลดการใช้จาระบี

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

จากข้อมูลตารางที่ ก.4 และ ก.11 หาค่าเฉลี่ยของปัญหาการใช้จาระบี โดยตั้งเป้าหมายไว้ที่ 10% ก่อนดำเนินการอัตราการใช้จาระบีเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 กรัม/ชิ้น เมื่อทำการดำเนินการแล้วสามารถลดอัตราการใช้จาระบีเฉลี่ยลงเหลือ 0.31 กรัม/ชิ้น สามารถลดลงได้เฉลี่ย 0.05 กรัมต่อชิ้น คิดเป็นร้อยละ 14 ถือว่าได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.45



รูปที่ 4.45 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัญหาการใช้จาระบี

2. ผลการทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

2.1 ผลการตั้งสมมุติฐาน ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้การทดสอบทางเดียว คือ

ตั้งสมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $t \geq t_\alpha$

2.2 ผลการใช้สถิติทดสอบสมมุติฐาน สรุปข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจากตาราง ข.4

เมื่อ $s_1^{\,2} = 0.00067$, $s_2^{\,2} = 0.00047$ และ $n_1 = 30$, $n_2 = 30$

ผลการคำนวณ $t = 6.7052$

ผลการคำนวณ $df = 56$

2.3 ผลการกำหนดระดับความมีนัยสำคัญ α ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับความมีนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

เปิดตารางหาค่า $t_\alpha = 1.6725$

2.4 ผลการพิจารณาขอบเขตวิกฤต เปรียบเทียบค่า t และ t_α แล้วสรุปสมมุติฐานได้ดังนี้

เมื่อ $t = 6.7052$, $t_\alpha = 1.6725$

ผลการทดสอบสมมุติฐานเมื่อ $t \geq t_\alpha$ จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 คือ $\mu_1 > \mu_2$

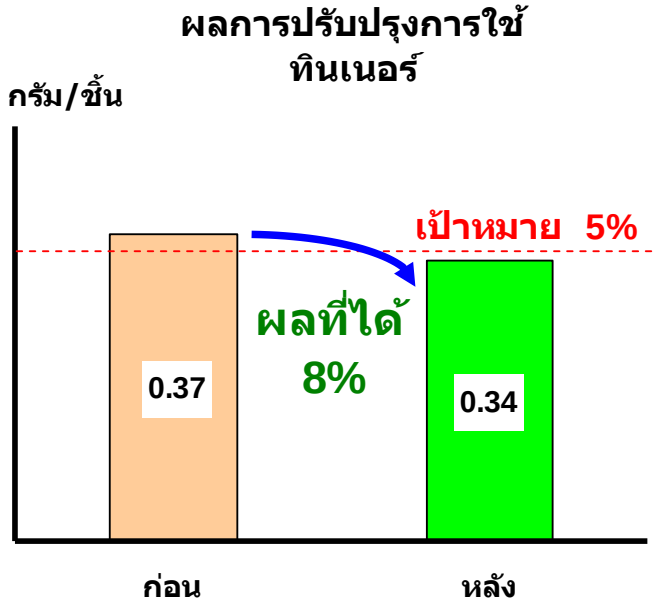
ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม ของปัญหาสิ่งแวดล้อมการลดการใช้จาระบี คือ หลังการดำเนินการน้อยกว่าก่อนการดำเนินการ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3.5 เปรียบเทียบผลการดำเนินการปัญหาสิ่งแวดล้อมของการใช้ทินเนอร์

จากการเก็บข้อมูลปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมหลังการดำเนินการ แล้วทำการเปรียบเทียบผลการดำเนินการก่อนการดำเนินการและหลังการดำเนินการ และเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ของปัญหาการลดการใช้ทินเนอร์

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

จากข้อมูลตารางที่ ก.5 และก.12 หาค่าเฉลี่ยของปัญหาการใช้ทินเนอร์ โดยตั้งเป้าหมายไว้ที่ 10% ก่อนการดำเนินการมีอัตราการใช้ทินเนอร์เฉลี่ยเท่ากับ 0.37 กรัม/ชิ้น หลังจากดำเนินการแล้วสามารถลดอัตราการใช้ทินเนอร์ลดลงเหลือ 0.34 กรัม/ชิ้น สามารถอัตราการใช้ทินเนอร์ลดลงเฉลี่ย 0.03 กรัม/ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 8 ถือว่าได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.46



รูปที่ 4.46 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัญหาการใช้ทินเนอร์

2. ผลการทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ

2.1 ผลการตั้งสมมุติฐาน ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้การทดสอบทางเดียว คือ

ตั้งสมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $t \geq t_\alpha$

2.2 ผลการใช้สถิติทดสอบสมมุติฐาน สรุปข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจากตาราง ข.5

เมื่อ $s_1^{\,2} = 0.00027,\ s_2^{\,2} = 0.00016$ และ $n_1 = 30,\ n_2 = 30$

ผลการคำนวณ $t = 5.7775$

ผลการคำนวณ $df = 54$

2.3 ผลการกำหนดระดับความมีนัยสำคัญ α ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับความมีนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

เปิดตารางหาค่า $t_\alpha = 1.6736$

2.4 ผลการพิจารณาขอบเขตวิกฤต เปรียบเทียบค่า t และ t_α แล้วสรุปสมมุติฐานได้ดังนี้

เมื่อ $t = 5.7775,\ t_\alpha = 1.6736$

ผลการทดสอบสมมุติฐานเมื่อ $t \geq t_\alpha$ จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 คือ $\mu_1 > \mu_2$

ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม ของปัญหาสิ่งแวดล้อมการลดการใช้ทินเนอร์ คือ หลังการดำเนินการน้อยกว่าก่อนการดำเนินการ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.4 การวิเคราะผลหลังการดำเนินการทดสอบตามหลักการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

หลังจากได้นำรูปแบบการบูรณาการระบบการผลิตแบบลีน ร่วมกับการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไปทดลองดำเนินการกับกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ สามารถทำการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบระหว่างการดำเนินการด้วยระบบการผลิตแบบลีนอย่างเดียว และการดำเนินการด้วยการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเดียว กับการดำเนินการด้วยรูปแบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่บูรณาแล้ว (Lean & Clean Model) สรุปเปรียบเทียบผลการดำเนินการดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบผลการดำเนินการกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ด้วยรูปแบบการผลิตแบบลีน การผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ลำดับ	ผลการดำเนินการที่ได้	ก. การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing)			ข. การผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Clean Production)			ค. การผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Lean & Clean Production)		
1	ลดระยะเวลาจัดเก็บสินค้าคงคลัง	6	วัน	(60%)	-			6	วัน	(60%)
2	ลดพื้นที่ในการใช้งาน	20	ตารางเมตร	(54%)	-			20	ตารางเมตร	(54%)
3	ลดจำนวนภาชนะที่ใช้	329	ภาชนะ	(60%)	-			329	ภาชนะ	(60%)
4	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	16	ชิ้น/คน.ชม.	(55%)	-			16	ชิ้น/คน.ชม.	(55%)
5	ลดจำนวนพนักงาน	2	คน	(40%)	-			2	คน	(40%)
6	ลดการใช้ไฟฟ้า	-			0.008	กิโลวัตต์/ชิ้น	(38%)	0.008	กิโลวัตต์/ชิ้น	(38%)
7	ลดการใช้จาระบี	-			0.05	กรัม/ชิ้น	(14%)	0.05	กรัม/ชิ้น	(14%)
8	ลดการใช้ทินเนอร์	-			0.03	กรัม/ชิ้น	(8%)	0.03	กรัม/ชิ้น	(8%)
9	ลดจำนวนพัดลม	-			1	เครื่อง	(33%)	1	เครื่อง	(33%)
10	ลดจำนวนหลอดไฟ	-			4	หลอด	(40%)	4	หลอด	(40%)

1. การดำเนินการด้วยระบบการผลิตแบบลีนปกติ เป็นการมุ่งเน้นนำเทคนิค และเครื่องมือของระบบการผลิตแบบลีนมาดำเนินการเท่านั้น ช่วยให้สามารถลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ลดพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และพื้นที่ผังสายการผลิต ลดการใช้ภาชนะบรรจุชิ้น ลดรอบเวลาการทำงานตามความต้องการลูกค้า ลดจำนวนพนักงานที่ใช้ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต แต่ไม่มีการลดวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตที่เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม จึงทำให้เสียโอกาสในการลดต้นทุนส่วนนี้ เพราะการดำเนินการด้วยระบบลีนสามารถช่วยในการดำเนินการลดวัตถุดิบดังกล่าว เช่น การทำไคเซ็น การปรับผังการผลิต การลดจำนวนพนักงาน

2. การดำเนินการด้วยการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นการพยายามลดการใช้วัตถุดิบในการผลิตที่เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ผลจากการดำเนินการสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ลดการใช้จาระบี ลดการใช้ทินเนอร์ ลดการใช้พัดและลมหลอดไฟได้ โดยการดำเนินการนั้นจะช่วยลดต้นทุนด้านวัตถุ และพลังงาน แต่ไม่มีการปรับระบบการผลิตแบบลีน ซึ่งจะทำให้เสียโอกาสในการลดความสูญเปล่าอื่นๆนอกจากการลดวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่น การจัดเก็บสินค้าคงคลัง พื้นที่ ภาชนะ กำลังคน ซึ่งความสูญเสียเหล่าทำให้มีต้นทุนในการผลิตที่สูงมาก

3. การดำเนินการด้วยรูปแบบการผลิตแบบลีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่บูรณาการ เป็นการมุ่งเน้นนำเทคนิค และเครื่องมือของระบบการผลิตแบบลีนมาดำเนินการร่วมกับเทคนิคการลดวัตถุดิบการผลิตที่เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ช่วยให้สามารถลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ลดพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และพื้นที่ผังสายการผลิต ลดการใช้ภาชนะบรรจุชิ้น ลดรอบเวลาการทำงานได้ตามความต้องการของลูกค้า ลดจำนวนพนักงานที่ใช้ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดการใช้วัตถุดิบในการผลิตที่เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่แหล่งกำเนิด สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ลดการใช้จาระบี ลดการใช้ทินเนอร์ ลดการใช้พัดและลมหลอดไฟลงได้ จากการทดลองดำเนินการพบว่าระบบการผลิตแบบลีนสามารถช่วยส่งเสริมแนวทางในการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมลงได้ เช่น การลดรอบเวลาการทำงานเพื่อปรับลดจำนวนพนักงาน และการปรับผังสายการผลิตสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้จากการลดการใช้พัดลม และหลอดไฟ และการทำไคเซ็นลดรอบการทำงานดังกล่าวสามารถช่วยกำหนดแนวทางการลดวัตถุดิบที่เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน การดำเนินการร่วมกันนี้สามารถช่วยลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง พื้นที่ ภาชนะ กำลังคน วัตถุดิบ และพลังงาน คือลดต้นทุนให้องค์กรได้สูงสุด มากกว่าการดำเนินการด้วยระบบการผลิตแบบลีนปกติ หรือการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเท่านั้น