

โครงการที่ 03/2562 (วศบ.อุตสาหกรรม)



การลดปริมาณงานระหว่างผลิตของสายการผลิตกล่องเกเบียน
และกล่องแมทเทรต

นายธัญนิต ปิ่นเกตุ รหัสนักศึกษา 590610291
นายนครินทร์ ทองประไพพัตร์ รหัสนักศึกษา 590610295

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงการ	การลดปริมาณงานระหว่างผลิตของสายการผลิตกล่องเกเบียนและกล่อง แมทเทรส		
โดย	นายธัญนิต ปิ่นเกตุ	รหัสนักศึกษา	590610291
	นายนครินทร์ ทองประไพพัทธ์	รหัสนักศึกษา	590610295
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์		
ปีการศึกษา	2562		

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้
 โครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงการ

.....	ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์)	

.....	กรรมการ
(รศ.ดร.รุ่งฉัตร ชมภูอินไหว)	

.....	กรรมการ
(อ.ดร.ชวิศ บุญมี)	

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สามารถสำเร็จไปได้ดีด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ซึ่งเป็นผู้มอบความรู้ คำแนะนำ เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนให้ความกรุณาตรวจทานแก้ไขโครงการวิจัยเล่มนี้อย่างละเอียด จนทำให้โครงการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จสมบูรณ์ ทางผู้ทำการวิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ต้องขอขอบพระคุณ คณาจารย์ ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้และประสบการณ์จากการเรียน และ การใช้ชีวิตแก่ผู้ทำการวิจัย ตลอดจนบุคลากร เจ้าหน้าที่ รุ่นพี่ รุ่นน้อง ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ เสนอแนวทาง และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการวิจัยนี้ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณบริษัท เกเบี่ยน โปรดักส์ ไทยแลนด์ จำกัด และพี่ ๆ ทีมงานในส่วนของสายการผลิตทุกท่านที่ได้สละเวลามาให้ความรู้ ข้อมูล แนวทางการทำงาน แนวทางการดำเนินชีวิต และประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้โครงการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้มีพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในด้านการเงินและคอยให้คำแนะนำดี ๆ ในการดำเนินชีวิตตลอดมา

สุดท้ายนี้ทางผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ความรู้จากโครงการวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อบริษัท เกเบี่ยน โปรดักส์ ไทยแลนด์ จำกัด และผู้ที่ได้ทำการศึกษา หากมีส่วนใดบกพร่องหรือมีความผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยเป็นอย่างสูง

นายธัญชิต ปิ่นเกตุ
นายนครินทร์ ทองประไพพัคตร์

หัวข้อโครงงาน	การลดปริมาณงานระหว่างผลิตของสายการผลิตกล่องเกเบียนและกล่อง แมทเทรส		
โดย	นายธัญชิต ปิ่นเกตุ	รหัสนักศึกษา	590610291
	นายนครินทร์ ทองประไพพัคตร์	รหัสนักศึกษา	590610295
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์		
ปีการศึกษา	2562		

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการลดปริมาณงานระหว่างผลิตของสายการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส โดยทำการศึกษาระบวนการผลิต และทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลาของแต่ละงานย่อยเพื่อนำมาหาเวลามาตรฐานของสายการผลิต อีกทั้งยังทำการศึกษาระบวนการผลิตโดยการสร้างแบบจำลองของสายการผลิตขึ้นมา และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาจุดปรับปรุงของสายการผลิต เพื่อที่จะทำการออกแบบวิธีการปรับปรุงการผลิตโดยมุ่งเน้นไปที่การลดงานระหว่างผลิตของกระบวนการนั้น และทำการทดสอบวิธีการปรับปรุงโดยการเปรียบเทียบจากการสร้างแบบจำลองของสายการผลิตขึ้นมาใหม่ เพื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนของปริมาณงานระหว่างผลิตที่ลดลงของแบบจำลองของสายผลิตหลังจากทำการปรับปรุง

จากการศึกษาได้ใช้การจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์หาปริมาณงานระหว่างผลิต ซึ่งทำให้สามารถทำการสรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดงานระหว่างผลิตขึ้นเป็นจำนวนมากเกิดจาก 2 สาเหตุหลัก ได้แก่ การที่กระบวนการประกอบทำงานได้ช้าทำให้มีจำนวนตัวกล่อง และฝากล่องที่ต้องรอเกิดขึ้น และอีกสาเหตุเกิดจากการที่ชิ้นส่วนของฝากล่องต้องทำการรอตัวกล่องเพื่อทำการประกอบ ซึ่งจากการจำลองสถานการณ์ พบว่ามีจำนวนงานระหว่างผลิตในสายการผลิตในปัจจุบันถึง 511 ชิ้น จึงทำการออกแบบวิธีการปรับปรุง 2 แนวทาง โดยในแนวทางแรกเป็นการใช้หลักการไอซีอาเอสรวมกับการจัดผังโรงงานใหม่ในการปรับปรุง ส่วนอีกแนวทาง คือการกำหนดจำนวนคัมบัง ตามหลักการของเทคนิคลีน และทำการทดสอบด้วยโปรแกรมอารีนา พบว่าทำให้ปริมาณงานระหว่างผลิตลดลงเหลือ 332 ชิ้น คิดเป็นจำนวนที่ลดลงเท่ากับ 151 ชิ้น หรือร้อยละ 43.02 เมื่อเทียบกับก่อนทำการปรับปรุง

Project Title	Reducing Work in Process of Gabion and Mattress Production		
Name	Thanchanit	Pinket	Code 590610291
	Nakarin	Thonggraphipuk	Code 590610295
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University		
Project Advisor	Associate Professor Chompoonoot Kasemset, Ph.D.		
Academic Year	2019		

ABSTRACT

This research focuses on reducing work-in-process (WIP) in the production of gabion and mattress boxes. The study started from studying and collecting data of processes in order to find the standard time of the selected products. The simulation model was created to present the current production and results were analyzed for identifying problems and proposing solutions in order to reduce WIP. Then proposed solution was tested via simulation and the number of WIP was compared with the current system.

During the study, the developed simulation model was used to analyze the number of WIP. Two causes of WIP were (1) slow process time of assembly line and (2) waiting parts for boxes assembly. The simulation results of the current situation presented that the number of WIP was 511 units. The two solutions were proposed based on (1) ECRS and re-layout the production area, and (2) calculated the number of KANBAN based on Lean concept. The results after the improvement presented that the number of WIP was reduced to 332 units that reduced 151 units as 43.02% comparing with the previous situation.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำให้โครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษาของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักการของอีซีอาร์เอส (ECRS)	3
2.2 การศึกษาเวลา (Time Study)	5
2.3 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)	12
2.4 ระบบการผลิตแบบลีน	15
2.5 แบบจำลองสถานการณ์ (Arena)	17
2.6 การกำจัดความสูญเปล่า (Waste/Muda)	19
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานโครงการวิจัย	
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตและเก็บข้อมูลการผลิต	23
3.2 ทำการหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเปียนและกล่องแมทเทรส	24
3.3 การสร้างแบบจำลองสายการผลิตก่อนการปรับปรุง	24
3.4 การวิเคราะห์หาจุดการปรับปรุงจากแบบจำลองสถานการณ์	25
3.5 ออกแบบวิธีการปรับปรุง	25
3.6 ทดสอบวิธีการปรับปรุง	25
3.7 ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์แบบจำลองเดิมกับแบบจำลองใหม่	25
3.8 สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำรายงาน	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 กระบวนการผลิตและข้อมูลการผลิตปัจจุบัน	26
4.2 ทำการหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเบี้ยนและกล่องแมทเทรส	39
4.3 การสร้างแบบจำลองสายการผลิตก่อนการปรับปรุง	53
4.4 การวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุง	69
4.5 ออกแบบวิธีการปรับปรุง	70
4.6 ทดสอบวิธีการปรับปรุง	95
4.7 ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์แบบจำลองเดิมกับแบบจำลองใหม่	101
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	106
5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน	108
5.3 ข้อเสนอแนะ	109
บรรณานุกรม	110
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยโปรแกรม Input Analyzer	111
ประวัติผู้เขียน	118

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 จำนวนรอบในการจับเวลาด้วยวิธีของ Maytag	9
2.2 มาตรฐานของการประเมินประสิทธิภาพของ Westinghouse	10
2.3 เวลาเพื่อส่วนอื่น ๆ ของความลดหย่อนเนื่องจากความเมื่อยล้า	12
4.1 การแสดงจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบ	27
4.2 แสดงการจับเวลาในกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	35
4.3 แสดงการจับเวลาในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 8X10 เซนติเมตร	35
4.4 แสดงการจับเวลาในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 10X12 เซนติเมตร	36
4.5 แสดงเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	37
4.6 แสดงเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 8X10 เซนติเมตร	37
4.7 แสดงเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 10X12 เซนติเมตร	38
4.8 การแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นในแต่ละชุด ของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น และกล่องแมทเทรส	38
4.9 การสุ่มค่าเวลาของกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	39
4.10 การสุ่มค่าเวลาของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 8X10 เซนติเมตร	39
4.11 การสุ่มค่าเวลาของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 10X12 เซนติเมตร	40
4.12 แสดงข้อมูลเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	41
4.13 แสดงข้อมูลเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 8X10 เซนติเมตร	41
4.14 แสดงข้อมูลเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 10X12 เซนติเมตร	42
4.15 แสดงข้อมูลเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	43
4.16 แสดงข้อมูลเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 8X10 เซนติเมตร	43
4.17 แสดงข้อมูลเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียร์น 10X12 เซนติเมตร	44
4.18 แสดงค่า Performance Rating	45
4.19 แสดงการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่ทำการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	46
4.20 แสดงการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่ทำการผลิตกล่องเกเบียร์น 8X10 เซนติเมตร	47
4.21 แสดงการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่ทำการผลิตกล่องเกเบียร์น 10X12 เซนติเมตร	48
4.22 แสดงข้อมูลเวลาปกติของกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ก่อนปรับปรุง	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.23 แสดงข้อมูลเวลาปกติของกระบวนการผลิตกล่องเกเบี้ยน 8X10 เซนติเมตร ก่อนปรับปรุง	49
4.24 แสดงข้อมูลเวลาปกติของกระบวนการผลิตกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร ก่อนปรับปรุง	50
4.25 เวลาเพื่อส่วนอื่น ๆ ของความลดหย่อนเนื่องจากความเมื่อยล้า	51
4.26 การหาเวลาลดหย่อนในกระบวนการผลิตกล่องเกเบี้ยนและกล่องแมทเทรส	51
4.27 แสดงข้อมูลเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ก่อนทำการปรับปรุง	52
4.28 แสดงข้อมูลเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเบี้ยน 8X10 เซนติเมตร ก่อนทำการปรับปรุง	52
4.29 แสดงข้อมูลเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร ก่อนทำการปรับปรุง	53
4.30 รูปแบบการแจกแจงของเวลาในแต่ละกระบวนการของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	54
4.31 รูปแบบการแจกแจงของเวลาในแต่ละกระบวนการของกล่องเกเบี้ยน 8X10 เซนติเมตร	54
4.32 รูปแบบการแจกแจงของเวลาในแต่ละกระบวนการของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร	55
4.33 รูปแบบการแจกแจงของการวางกองชิ้นงานก่อนย้ายไปพันขอบของชิ้นส่วนแต่ละประเภท	55
4.34 ค่าระดับปัจจัยที่ใช้ก่อนทำการปรับปรุง	62
4.35 แสดงเวลาจริงของแต่ละกระบวนการประกอบจากสายการผลิต	63
4.36 การเปรียบเทียบเวลาในการผลิตจริงเทียบกับเวลาที่ได้จากการจำลอง	64
4.37 ค่า P-Value ของการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยจากการจำลองสถานการณ์	65
4.38 แสดงจำนวนกล่องที่ผลิตได้ต่อวันของกล่องทั้ง 3 ประเภทจากสายการผลิต	65
4.39 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนกล่องที่ผลิตได้จริงต่อวันกับจำนวนกล่องที่ผลิตได้ จากการจำลองสถานการณ์ต่อวัน	66
4.40 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณจำนวนคัมบัง	94
4.41 ความต้องการรายเดือนของแต่ละผลิตภัณฑ์ย้อนหลัง 36 เดือน	96
4.42 แสดงรูปแบบการกระจายตัวของความต้องการในแต่ละผลิตภัณฑ์	96
4.43 แสดงรูปแบบการกระจายตัวของแผนกประกอบหลังทำการปรับปรุง	98

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 ตัวอย่างการคำนวณในแผนภูมิพาเรโต	13
4.1 ผลิตภัณฑ์กล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส	27
4.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส	28
4.3 การตรวจสอบความยาวของลวดถัก	29
4.4 การตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	29
4.5 การนำแผ่นลวดถักไปวางเพื่อรอการขนย้าย	30
4.6 ลวดถักที่วางรอการขนย้ายไปแผนกพันขอบ	30
4.7 การใช้รโฟล์คลิฟท์ในการขนย้ายลวดถักไปทำการพันขอบ	31
4.8 การพันขอบของลวดถัก	31
4.9 การขนย้ายลวดถักที่พันขอบแล้วมารอทำการประกอบ	32
4.10 ลวดถักที่วางรอทำการประกอบ	32
4.11 การทำการอัดตัวกล่อง	33
4.12 คลังสินค้าที่ใช้เก็บผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ	33
4.13 แบบจำลองสถานการณ์สภาวะปัจจุบันของสายการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส	56
4.14 แบบจำลองสถานการณ์ของการผลิตชิ้นส่วนของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	57
4.15 แบบจำลองสถานการณ์ของการผลิตชิ้นส่วนของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร	58
4.16 แบบจำลองสถานการณ์ของการผลิตชิ้นส่วนของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร	58
4.17 แบบจำลองสถานการณ์ของการพันขอบชิ้นส่วนแต่ละประเภท	59
4.18 แบบจำลองสถานการณ์ของการประกอบกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	60
4.19 แบบจำลองสถานการณ์ของการประกอบกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร	61
4.20 แบบจำลองสถานการณ์ของการประกอบกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร	62
4.21 แบบจำลองสถานการณ์ของการอัดตัวกล่องของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ประเภท	62
4.22 ผลการทดสอบสมมติฐานของพนักงานประกอบกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	64
4.23 แสดงจำนวนกล่องทั้ง 3 ประเภทที่สามารถผลิตได้ในแต่ละวันจากโปรแกรมอารีน่า(Arena)	66
4.24 ผลการทดสอบสมมติฐานของจำนวนกล่องที่ผลิตได้ในแต่ละวัน	67
4.25 แสดงผลลัพธ์ของเวลาในแต่ละกระบวนการ	67
4.26 แสดงผลลัพธ์ประสิทธิภาพการทำงานของคนงานและเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.27 แสดงผลลัพธ์ของ Queue ในแต่ละกระบวนการ	68
4.28 แผนภูมิแสดงปริมาณงานระหว่างผลิตในแต่ละกระบวนการ (Pareto Chart of Work In Process)	69
4.29 แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนงานระหว่างผลิตในแต่ละกระบวนการประกอบ	70
4.30 WhyWhyChart ของปัญหาแผนกประกอบทำงานได้ช้า	70
4.31 WhyWhyChart ของปัญหาฝากล่องรอตัวกล่อง เพื่อทำการประกอบ	71
4.32 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	72
4.33 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร	74
4.34 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร	76
4.35 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ส่วน 1	78
4.36 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ส่วน 2	78
4.37 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ส่วน 3	79
4.38 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเมทเทรส 6X8 เซนติเมตร รวมทุกส่วน	79
4.39 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร ส่วน 1	80
4.40 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร ส่วน 2	80
4.41 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร ส่วน 3	81
4.42 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร ส่วน 4	82
4.43 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร รวมทุกส่วน	82
4.44 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ส่วน 1	83
4.45 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ส่วน 2	83
4.46 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ส่วน 3	84
4.47 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ส่วน 4	84
4.48 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร รวมทุกส่วน	85
4.49 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ที่ทำการย้ายไปในตำแหน่งที่ 1	85
4.50 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ที่ทำการย้ายไปในตำแหน่งที่ 2	86
4.51 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร แบบใหม่	87
4.52 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเมทเทรส 6X8 เซนติเมตร หลังทำการปรับปรุง	88
4.53 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร หลังทำการปรับปรุง	90

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.54 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร หลังทำการปรับปรุง	92
4.55 แสดงแบบจำลองสถานการณ์สายการผลิตหลังทำการปรับปรุง	97
4.56 แสดงแบบจำลองโดยใช้การผลิตโดยใช้คัมบัง (Kanban) มาปรับปรุงของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	98
4.57 แสดงแบบจำลองโดยใช้การผลิตโดยใช้คัมบัง (Kanban) มาปรับปรุงของกล่องเกเบี้ยน 8X10 เซนติเมตร	99
4.58 แสดงแบบจำลองโดยใช้การผลิตโดยใช้คัมบัง (Kanban) มาปรับปรุงของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร	99
4.59 แสดงแบบจำลองโดยคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร	100
4.60 แสดงแบบจำลองโดยคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าของกล่องเกเบี้ยน 8X10 เซนติเมตร	100
4.61 แสดงแบบจำลองโดยคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร	101
4.62 แสดงผลลัพธ์ของจำนวนกล่องที่ผลิตได้ต่อวันหลังจากทำการปรับปรุง	102
4.63 แสดงผลลัพธ์ของเวลาในแต่ละกระบวนการหลังการปรับปรุง	102
4.64 แสดงผลลัพธ์ประสิทธิภาพการทำงานของคนงานและเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ	103
4.65 แสดงผลในส่วนของการระหว่างผลิตที่เป็นฝาซึ่งทำการรอขึ้นส่วนตัวของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์	103
4.66 แสดงผลในส่วนของการระหว่างผลิตที่แผนกประกอบทำงานซ้ำของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์	104
4.67 แสดงผลลัพธ์ของ Queue ในแต่ละกระบวนการ	105
5.1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณงานระหว่างผลิตก่อนการปรับปรุงกับหลังการปรับปรุงในแต่ละส่วน	108
ก-1 การกระจายตัวของกระบวนการ ตัวกล่องจากเครื่องถัก ฝากล่องจากเครื่องถัก และขนย้ายตัวกล่องไปพันขอบ	112
ก-2 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายฝากล่องไปพันขอบ พันขอบตัวกล่อง และพันขอบฝากล่อง	112
ก-3 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายตัวกล่องไปประกอบ ขนย้ายฝากล่องไปประกอบ และประกอบกล่อง	112
ก-4 การกระจายตัวของกระบวนการ ทำการตัวอัดกล่อง ย้ายไปเก็บที่คลังสินค้า และกองตัวรอขนไปพันขอบ	113
ก-5 การกระจายตัวของกระบวนการ กองฝารอขนไปพันขอบ ความต้องการย้อนหลัง และประกอบกล่องหลังปรับปรุง	113

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ก-6 การกระจายตัวของกระบวนการ ตัวกล่องจากเครื่องถัก ฝากล่องจากเครื่องถัก และขนย้าย ตัวกล่องไปพันขอบ	114
ก-7 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายฝากล่องไปพันขอบ พันขอบตัวกล่อง และพันขอบ ฝากล่อง	114
ก-8 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายตัวกล่องไปประกอบ ขนย้ายฝากล่องไปประกอบ และประกอบกล่อง	114
ก-9 การกระจายตัวของกระบวนการ ทำการตัวอัดกล่อง ย้ายไปเก็บที่คลังสินค้า และกองตัวรอ ขนไปพันขอบ	115
ก-10 การกระจายตัวของกระบวนการ กองฝารอขนไปพันขอบ ความต้องการย้อนหลัง และ ประกอบกล่องหลังปรับปรุง	115
ก-11 การกระจายตัวของกระบวนการ ตัวกล่องจากเครื่องถัก ฝากล่องจากเครื่องถัก และขนย้าย ตัวกล่องไปพันขอบ	116
ก-12 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายฝากล่องไปพันขอบ พันขอบตัวกล่อง และพันขอบ ฝากล่อง	116
ก-13 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายตัวกล่องไปประกอบ ขนย้ายฝากล่องไปประกอบ และประกอบกล่อง	116
ก-14 การกระจายตัวของกระบวนการ ทำการตัวอัดกล่อง ย้ายไปเก็บที่คลังสินค้า และกองตัวรอ ขนไปพันขอบ	117
ก-15 การกระจายตัวของกระบวนการ กองฝารอขนไปพันขอบ ความต้องการย้อนหลัง และ ประกอบกล่องหลังปรับปรุง	117

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ

บริษัท เกเบี่ยน โปรดักส์ ไทยแลนด์ จำกัด ประกอบธุรกิจผลิต และจำหน่ายกล่องกระชุน ได้แก่ กล่องเกเบี่ยน และกล่องแมทเทรส เป็นผู้ผลิตกล่องเกเบี่ยนสำหรับงานป้องกันสารอันตราย ด้วยเครื่องจักรที่ได้มาตรฐานการผลิต โดยลวดที่นำมาผลิตได้ทำการเคลือบสังกะสีตามมาตรฐานของหน่วยงานราชการ โรงงานตั้งอยู่ที่ 108/2 หมู่ที่ 7 ตำบลท่าวังตาล อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ บริษัทแห่งนี้ได้ผ่านการรับรองระบบบริหารคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001 : 2015 ทำการส่งกล่องเกเบี่ยนที่ได้มาตรฐานให้กับงานชลประทาน มีใบรับรองและมีผลการทดสอบ มีบริการส่งทั่วประเทศ ไม่เกิน 2 วันของถึงหน้างาน

ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่าทางบริษัทมียอดขายในแต่ละปีเพิ่มมากขึ้น เพื่อทำการส่งกล่องกระชุนให้กับหน่วยงานราชการเป็นหลัก ดังนั้นทางบริษัทมีความต้องการที่จะทำการหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิต เนื่องจากทางบริษัทไม่มีการคำนวณเวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้า ทำให้เกิดงานที่ค้างอยู่ในกระบวนการผลิตบางขั้นตอนอยู่เป็นจำนวนมาก จึงต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อทำการลดงานระหว่างผลิตในกระบวนการผลิตของสายการผลิตกล่องเกเบี่ยน และกล่องแมสเทรส

ผู้จัดทำมีความสนใจในตัวผลิตภัณฑ์กล่องเกเบี่ยนและกล่องแมทเทรส โดยกล่องเกเบี่ยน สร้างขึ้นจากแผ่นตาข่ายถักเป็นรูปหกเหลี่ยม ซึ่งตีเกลียวคู่ด้วยลวดเหล็ก เคลือบด้วยสังกะสี เป็นไปตามมาตรฐานสากล เสริมความแข็งแรงด้วยลวดโครงกล่องที่มีขนาดใหญ่กว่าลวดตาข่าย จะมีแผ่นกระบังกัน เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล่อง แผ่นตาข่ายแต่ละชั้นประกอบขึ้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ส่วนกล่องแมทเทรส มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกล่องเกเบี่ยน แต่มีขนาดช่องตาข่ายและลวดที่ใช้เล็กกว่า กล่องทั้งสอง ใช้บรรจุหินใหญ่ลงในกล่อง พร้อมปิดฝากล่องให้แน่น การจัดวางกล่องเป็นชั้น ๆ หรือเป็นผืนระนาบตามโครงสร้างที่ออกแบบให้เพื่อใช้ในการป้องกันกัดเซาะต่าง ๆ

เช่น งานป้องกันดินพังทลาย งานกักเซาะตลิ่งแม่น้ำ หรือกันคลื่นทะเล เป็นต้น เราจะ
ทำการศึกษาตั้งแต่กระบวนการตรวจสอบความยาวของลวดถักที่ออกมาจากเครื่องถัก จนถึง
กระบวนการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่คลัง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อหาเวลามาตรฐานของสายการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส

1.2.2 เพื่อลดปริมาณงานระหว่างผลิตของสายการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส

1.3 ขอบเขตการศึกษาของโครงการ

1.3.1 สถานที่ศึกษา บริษัท เกเบียน โปรดักส์ (ไทยแลนด์) จำกัด ที่ตั้ง 108/2 หมู่ที่ 7
ต. ท่าวังตาล อ. สารภี จ. เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50140

1.3.2 ทำการศึกษาลักษณะกล่องเกเบียน (10X12 เซนติเมตร) ขนาด 1X2X0.5 เมตร
กล่องเกเบียน (8X10 เซนติเมตร) ขนาด 1X2X1 เมตร และกล่องแมทเทรส (6X8 เซนติเมตร) ขนาด
2X6X0.3 เมตร ตั้งแต่กระบวนการตรวจสอบความยาวของลวดถักที่ออกมาจากเครื่องถัก จนถึง
กระบวนการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่คลัง

1.3.3 ใช้หลักการการจำลองสถานการณ์ ด้วยโปรแกรมอารีน่า (Arena) เพื่อนำมาวิเคราะห์
ปริมาณงานระหว่างผลิตของแต่ละกระบวนการผลิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถหาเวลามาตรฐานของสายการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส

1.4.2 สามารถลดปริมาณงานระหว่างผลิตในสายการผลิต ตั้งแต่กระบวนการตรวจสอบความ
ยาวของลวดถักที่ออกมาจากเครื่องถัก จนถึงกระบวนการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่คลัง

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากปัญหาที่ได้พบเจอของโรงงาน จึงจำเป็นจะต้องมีการประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานด้วยการหาเวลามาตรฐานในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส และต้องดำเนินการวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมอารีน่า (Arena) เพื่อจำลองสถานการณ์ของสายการผลิตในส่วนของการก่อนทำการปรับปรุง และหลังทำการปรับปรุง โดยการปรับปรุงจะใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) และการจัดทำกระบวนการผลิตแบบลีน

2.1 หลักการของอีซีอาร์เอส (ECRS)

เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่าย ๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าหรือ MUDA ลงได้เป็นอย่างดี ในองค์กรธุรกิจทั่วไปจะสามารถแบ่งรูปแบบของกระบวนการหน่วยงานออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของงานโรงงานและส่วนของงานสนับสนุน ทั้ง 2 ส่วนนี้สามารถก่อให้เกิดความสูญเปล่าได้ ซึ่งอธิบายเป็นตัวอย่าง ได้ดังนี้

2.1.1 ส่วนแรกคือส่วนของงานโรงงาน คือส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตสินค้าของบริษัท การลดความสูญเปล่าในการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นและควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะหมายถึงต้นทุนของสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น หากสามารถลดความสูญเปล่าลงได้ก็จะส่งผลให้ประหยัดต้นทุนการผลิตลงด้วย ผลที่ตามมาก็คือมีความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งสูงขึ้น โดยแนวทางการลด MUDA ลงสามารถทำได้โดยใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) ดังนี้

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

2) การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้นและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกัน การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

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

4) การทำให้ง่าย (Simplify) การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบจิ๊ก (Jig) หรือ Fixture เข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น และลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

2.1.2 สำหรับส่วนของงานสนับสนุน คือ หน่วยงานที่ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการผลิต แต่จะช่วยสนับสนุนการผลิตนั่นเอง ในส่วนของการสนับสนุนนี้ งานหลักของส่วนสนับสนุนจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเอกสาร และข้อมูลเป็นหลัก เพราะจะต้องมีการจัดทำเอกสาร หรือการบันทึกต่าง ๆ มากมาย เพื่อเก็บเป็นข้อมูลในการตอบกลับได้ และเพื่อประโยชน์ในการทำงาน ยิ่งหากองค์กรได้มีการนำระบบคุณภาพ ISO 9000 หรือ TS 16949 เข้ามาใช้ด้วยแล้ว ยิ่งไม่ต้องพูดถึง เพราะในข้อกำหนดหลาย ๆ ข้อของ ISO 9000 และ TS 16949 จะมีข้อบังคับในเรื่องงานการควบคุมเอกสาร และข้อมูลอยู่ด้วย

แต่ในบรรดาเอกสารที่มีอยู่มากมายเป็นภูเขารอบตัวเหล่านี้ เราอาจจะคิดว่าเป็นเอกสารที่มีความจำเป็นในการใช้งาน แต่ไม่แน่เสมอไปนัก เพราะเอกสารเหล่านั้นอาจจะมีเอกสารที่ไม่จำเป็น และเป็นเอกสารที่มีการจัดทำที่ซ้ำซ้อนมากมายก็เป็นได้ ซึ่งหากเราไม่ได้เคยมีการให้ความสำคัญกับเอกสารเหล่านั้นเลย แต่เดิมเคยมีการใช้งานกันมาอย่างไรก็ยังคงใช้งานต่อกันมาเรื่อย ๆ โดยไม่คิดที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเอกสารเหล่านั้น ผลเสียของเอกสารหากมีมากเกินไป จะทำให้วุ่นวายในการเก็บรักษาสืบเนื่องพื้นที่ในการเก็บเอกสาร และสิ้นเปลืองเวลาในการพิจารณาเอกสารและจัดทำเอกสารเหล่านั้น นอกจากนี้ยังเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรคือกระดาษโดยเปล่าประโยชน์อีกด้วย

ดังนั้นเราควรมาเหลียวมองรอบ ๆ ตัว และเริ่มทำการลดปริมาณเอกสารลงกันเถอะ ช่วยกันกำจัดเอกสารขยะที่ไม่มีความจำเป็นออกไป เราสามารถใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) นี้ในการลดเอกสารที่ไม่จำเป็นลงได้ กล่าวคือ

1) การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การกำจัดเอกสารที่ไม่จำเป็นออกป็นตนเอง หากลองพิจารณาเอกสารต่าง ๆ รอบตัว เอกสารบางอย่างอาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีก็เป็นได้ เราสามารถกำจัดออกไปได้เลย

2) การรวมกัน (Combine) คือ การรวมเอาเอกสารจากหลาย ๆ แผ่นมาไว้ในแผ่นเดียวกันได้ ซึ่งจะทำให้สะดวกสำหรับการวิเคราะห์ และลดปริมาณเอกสารที่ต้องจัดเก็บลง

3) การจัดใหม่ (Rearrange) บางครั้งเอกสารที่ใช้อยู่อาจมีความซ้ำซ้อนกัน จึงควรมีการจัดเรียงเอกสารใหม่ เพื่อลดความซ้ำซ้อน และความยุ่งยากในงานเอกสารบางรายการลงไป

4) การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การจัดรูปแบบของเอกสารให้เข้าใจง่าย และสะดวกเหมาะสมกับการใช้งาน

หากทำการลดเอกสารที่ไม่จำเป็นออกไปแล้ว จะทำให้การทำงานมีความคล่องตัวขึ้น ไม่ต้องยุ่งยากในการทำเอกสารที่ซ้ำซ้อน และลดเวลาในการทำเอกสารที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ลงไปได้

ถ้าสามารถลดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่เกิดขึ้นได้ จะทำให้โรงงานมีประสิทธิภาพการผลิตที่ดีขึ้น ลดความยุ่งยาก และความวุ่นวายในการผลิตลง ซึ่งจะส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตที่ลดลงอย่างแน่นอน สิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับบริษัททุกบริษัทในเศรษฐกิจขณะนี้ ดังนั้นจึงควรกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 นี้ เพื่อเป็นการปรับปรุงบริษัทของท่านให้ดียิ่งขึ้น (ผศ.ประเสริฐ อัครประณม พงศ์, 2562)

2.2 การศึกษาเวลา (Time study)

“การศึกษาเวลา” คือ เทคนิคการวัดผลงานซึ่งมีกระบวนการเพื่อกำหนดหาเวลาในการทำงาน โดยคนงานที่เหมาะสม ซึ่งทำงานในอัตราที่ปกติภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานในการวัดผลงานโดยมีผลลัพธ์ของการวัดผลงาน เรียกว่า “เวลามาตรฐาน”

หลักการพื้นฐานของการศึกษามีดังนี้

- 1) การศึกษาเวลาจะต้องใช้กระบวนการในการหาเวลาในการทำงาน
- 2) คนงานที่ใช้ศึกษาในการศึกษาเวลาจะต้องเป็นคนงานที่มีความเหมาะสม
- 3) คนงานที่ใช้ศึกษาต้องทำงานในอัตราปกติ
- 4) ต้องมีเงื่อนไขมาตรฐานในการวัดผลงาน
- 5) ผลลัพธ์ของการศึกษาเวลา คือ เวลามาตรฐานของการทำงาน

กระบวนการศึกษาเวลาจะได้กล่าวโดยละเอียดเป็นขั้นตอนของการศึกษาเวลา ซึ่งจะต้องมีอุปกรณ์การจับเวลา กระบวนการแบ่งแยกย่อยงาน เทคนิคการจับเวลา และขั้นตอนในการกำหนดเวลามาตรฐาน คนงานที่ใช้เป็นหุ่นสำหรับการศึกษาเวลา จะต้องเป็นคนงานที่มีความรู้ความสามารถในการทำงานที่จะศึกษาเป็นอย่างดี โดยมีประสบการณ์ หรือผ่านการฝึกฝนจนคล่องแคล่วในการทำงานที่จะใช้ศึกษาเวลา การทำงานระหว่างการศึกษาเวลาจะต้องไม่ติดขัดจนไม่สามารถจะเก็บบันทึกข้อมูลเวลาทำงานได้อย่างถูกต้อง ให้ความร่วมมือในการทำงานอย่างปกติ ไม่ช้า ไม่เร็วเกินไป ไม่ปิดบังข้อมูลที่มีผลกระทบต่อการทำงาน ไม่กระทำการใด ๆ ที่จะทำให้ข้อมูลที่เก็บบันทึกเวลาผิดไปจากความเป็นจริงเพื่อให้ได้ข้อมูลเวลาซึ่งใช้เป็นมาตรฐานสำหรับคนส่วนใหญ่ได้

ในการศึกษาเวลา เงื่อนไขมาตรฐานที่ต้องคำนึงถึงคือ มาตรฐานการวัดเวลามาตรฐาน เครื่องมือวัดเวลาและมาตรฐานการทำงาน การวัดเวลาจะต้องมีความน่าเชื่อถือและมีความมั่นคงสม่ำเสมอ เครื่องมือที่ใช้วัดก็เช่นกัน ถ้าเป็นเครื่องมือที่ทันสมัย และมาตรฐานการวัดที่สอดคล้องกันก็จะยิ่งดี และส่วนสุดท้ายคือมาตรฐานการทำงาน ซึ่งจะต้องครอบคลุมตั้งแต่วิธีการทำงาน สถานที่

ทำงาน ระยะเวลาทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน องค์ประกอบของการทำงานเหล่านี้จะต้องได้มาตรฐานก่อนการศึกษาเวลา

การกำหนดเวลามาตรฐานของการทำงาน จะประกอบด้วยเวลาที่บันทึกได้จากการทำงานซึ่งจะต้องคำนวณหาเวลาที่ใช้เป็นค่าตัวแทนของเวลาของการทำงานหรือ “ค่าเวลาที่เลือก (Selected Time)” เมื่อประเมินตามอัตราความเร็วของการทำงานของคนงานและมีการปรับค่าการประเมินแล้วจะได้เป็น “ค่าเวลาปกติ (Normal Time)” และเมื่อมีการเพิ่มเวลาเพื่อสำหรับความเมื่อยล้าจะได้ค่าเวลาเป็น “เวลามาตรฐาน (Standard Time)”

การศึกษาเวลาเป็นการศึกษาหาเวลามาตรฐานในการทำงาน เพื่อวัตถุประสงค์และประโยชน์ต่อไปนี้

- ใช้ข้อมูลเวลาที่ได้ในการจัดตารางการทำงาน (Schedules) และวางแผนการทำงาน
- ใช้ในการคำนวณต้นทุนมาตรฐาน และใช้ในการจัดเตรียมงบประมาณ
- ใช้ประมาณต้นทุนของผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า ก่อนการผลิตจริง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจด้านราคา

- ใช้คำนวณประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักรที่คนงานหนึ่งคนสามารถควบคุมได้และใช้ในการจัดสมดุลสายการประกอบ

- ใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดค่าแรงจูงใจ (Wage Incentive) สำหรับแรงงานทางตรง และทางอ้อม

6) ข้อมูลเวลามาตรฐานที่ได้ใช้เป็นพื้นฐานในการควบคุมต้นทุนแรงงาน การศึกษาเวลามีองค์ประกอบของการศึกษาทั้งหมด 5 ประการ ดังนี้

1) ผู้บริหารและหัวหน้าคนงาน

- ควรจะเข้าใจงาน และประโยชน์ของการศึกษาเวลา
- ควรให้การสนับสนุนการศึกษาเวลาอย่างแท้จริง
- พร้อมแก้ไขปัญห และอุปสรรคของการศึกษาเวลา
- ควรชี้แจงให้คนงานเข้าใจจุดประสงค์ และขั้นตอนของการศึกษาเวลา
- ควรร่วมมือกับผู้ศึกษาเวลาเพื่อให้ได้ข้อมูลการศึกษาเวลาที่มีความถูกต้อง

2) คนงาน

- คนงานต้องเป็นคนงานที่สม่ำเสมอ
- อัตราการทำงานของคนงานต้องอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย หรือสูงกว่าเฉลี่ยเล็กน้อย
- ควรเป็นคนงานที่เหมาะสม คือมีความเฉลียวฉลาด แข็งแรง มีความรู้ และมีความชำนาญในการที่จะศึกษา

ชำนาญในการที่จะศึกษา

- ให้คนงานทำงานตามปกติที่เคยทำ ทำงานโดยอิสระไม่เกร็ง และให้มีการพักตามปกติ

- สำหรับวิธีการทำงานใหม่ ให้คนงานฝึกทำงานในช่วงระยะเวลาหนึ่งจนเกิดความชำนาญก่อน จึงเริ่มศึกษาเวลาได้

- คนงานต้องเข้าใจเป้าหมายของการศึกษาเวลา และให้ความร่วมมือในการศึกษาเวลา

3) ผู้ศึกษาเวลา

- จะต้องเข้าใจวัตถุประสงค์ของการศึกษาเวลา และต้องอธิบายให้ทุก ๆ คนที่เกี่ยวข้องเข้าใจ

- จะต้องมีการยาท และมนุษยสัมพันธ์ที่ดี

- ให้หยุดการจับเวลาชั่วคราว ถ้ารู้สึกว่าคุณงานไม่ได้ทำงานโดยปกติ

- ให้พบหัวหน้าคนงานในกรณีที่พบว่าคนงานไม่ร่วมมือ (โดยการชี้แจง และต้องไม่ให้เกิดความเข้าใจว่าเป็นการฟ้อง)

- ไม่จับเวลาโดยที่คนงานไม่รู้ตัว หรือไม่อยู่ในมุมที่คนงานไม่เห็น

4) เครื่องมือและแบบฟอร์มต่าง ๆ

- ให้เตรียมเครื่องมือจับเวลา เช่น นาฬิกาจับเวลาหรือกล้องถ่ายภาพวิดีโอ

- แบบฟอร์มที่จะใช้งานต่าง ๆ ต้องเหมาะสมชัดเจน และใช้งานได้ง่าย

- มีการตรวจเครื่องมือจับเวลาให้แน่ใจว่าใช้งานได้

- มีการตรวจสอบเครื่องใช้อื่น ๆ ให้พร้อม

5) วิธีการทำงานและองค์ประกอบทางการผลิตของงานที่จะศึกษาเวลา

- ให้ตรวจสอบวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน และคนงานมีการทำงานตามวิธีการทำงานมาตรฐานอย่างถูกต้อง

- ให้ตรวจสอบเงื่อนไขการทำงานต่าง ๆ เช่น สถานที่ทำงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมของการทำงาน เพื่อให้ได้เงื่อนไขของการศึกษาเวลาเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกับวิธีการทำงานมาตรฐาน

- ตรวจสอบองค์ประกอบทางการผลิตอื่น ๆ เช่น วัสดุที่ใช้ต้องถูกต้องตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ คุณภาพของชิ้นส่วนที่ใช้ผลิตต้องเป็นที่น่าสนใจ ความเร็วของเครื่องจักรเป็นไปตามที่กำหนด

วิธีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาสามารถแบ่งได้ 4 วิธีการ ดังนี้

1) การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้วมาทำการจับเวลา โดย นาฬิกา ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วจึงนำมาหาเวลาทำงานปกติ (Normal Time) และเวลามาตรฐาน (Standard Time) ต่อไป

2) การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิต ๆ ต้องใช้เวลาในการศึกษาเวลาเป็นเวลานานหลายสัปดาห์

3) การศึกษาเวลาจากข้อมูลเวลามาตรฐาน และสูตรเป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้นรวมทั้งการคำนวณหาเวลาจากสูตรสำเร็จ เช่น สูตรมาตรฐานในการคำนวณเวลาในการพันขอบลวดถัก สูตรที่โรงงานคิดขึ้นเอง เป็นต้น

4) การศึกษาเวลา โดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้า หรือการสังเคราะห์เวลาเป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการหาเวลาล่วงหน้าก่อนที่งานจะเกิดจริง หรือการสังเคราะห์เวลา โดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่าง ๆ เช่น ระบบ MTM, ระบบ Work Factor และระบบ MOST

โครงการวิจัยนี้จะใช้การศึกษาเวลาโดยตรง มาทำการวิเคราะห์เวลาการทำงานของพนักงานในกระบวนการผลิตกล่องเกเบี้ยนและกล่องแมทเทอร์ส

การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการโดยการจับเวลาจากพนักงาน ที่ผ่านการคัดเลือก และฝึกเป็นอย่างดี ต้องเป็นพนักงานที่ทำงานนั้น ๆ จริง โดยใช้สถานที่ปกติ

ขั้นตอน 8 ประการในการศึกษาเวลา

- 1) การเลือกงานที่จะศึกษา และเลือกคนงานที่เหมาะสม
- 2) แบ่งงานที่จะศึกษาออกเป็นงานย่อย (Elements) พร้อมกับบันทึกรายละเอียดการทำงานอย่างสมบูรณ์
- 3) ทำการสังเกต และจับเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนของงานย่อย
- 4) นำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มาคำนวณจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา

ในการศึกษาเวลาโดยตรงนั้น จะต้องนำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มาทำการประมาณจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลาโดยการคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลา (อิสรา อีระวัฒน์สกุล, 2548) ตามวิธีของ Maytag มีลำดับขั้นตอนดังนี้

ก) ทำการจับเวลาขั้นต้น

- 10 ครั้ง สำหรับงานที่ใช้เวลาน้อยกว่า หรือเท่ากับ 2 นาที
- 5 ครั้ง สำหรับงานที่ใช้เวลามากกว่า 2 นาที

ข) หาค่าพิสัย (Range, R) ดังสมการ 2.1

$$R = H - L \quad (2.1)$$

โดย H คือ ค่าสูงสุดของข้อมูล

L คือ ค่าต่ำที่สุดของข้อมูล

ค) หาค่าเฉลี่ยได้จาก ดังสมการ 2.2

$$(H+L)/2 \quad (2.2)$$

ง) คำนวณค่า

จ) อ่านค่า N (จำนวนรอบที่เหมาะสม) ดังตาราง 2.1 ซึ่งตรงกับค่า R ที่คำนวณไว้

ฉ) จับเวลาจนครบจำนวนครั้งที่ได้ พร้อมทำการบันทึกเวลา

ตาราง 2.1 จำนวนรอบในการจับเวลาด้วยวิธีของ Maytag

$\frac{R}{x}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{x}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{x}$	ข้อมูลจากกลุ่ม	
	5	10		5	10		5	10
.10	3	2	.42	52	30	.74	162	93
.12	4	2	.44	57	33	.76	171	98
.14	6	3	.46	63	36	.78	180	103
.16	8	4	.48	68	39	.80	190	108
.18	10	6	.50	74	42	.82	199	113
.20	12	7	.52	80	46	.84	209	119
.22	14	8	.54	86	49	.86	218	125
.24	17	10	.56	93	53	.88	229	131
.26	20	11	.58	100	57	.90	239	138
.28	23	13	.60	107	61	.92	250	143
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	149
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	156
.34	34	20	.66	129	74	.98	284	162
.36	38	22	.68	137	78	1.00	296	169
.38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

5) ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของคนงาน

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของคนงานสามารถทำได้ด้วยการการหาค่า Rating factor โดยสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

การหาค่า Rating factor ด้วยวิธี Westinghouse System of Rating Westinghouse มีการพัฒนาระดับการปฏิบัติงานของพนักงาน ไว้ 4 ปัจจัย นั่นก็คือ 1. Skill 2. Effort 3. Conditions และ 4. Consistency โดยมีการตั้งสเกลของระดับการปฏิบัติงานออกมาเป็นค่าตัวเลข ซึ่งจะแสดงให้เห็นในตาราง 2.1 เป็นตารางการประเมิน Rating ของระดับการปฏิบัติงานของพนักงาน

ตัวอย่างเช่น ถ้าเวลาในการดำเนินการ 0.5 นาที และ Rating Factor เป็นไปตามนี้

ทักษะในการทำงานดีมาก B2 +0.08

ความพยายามในการทำงานดี C2 +0.02

สภาพแวดล้อมในการทำงานดี C +0.02

ความสม่ำเสมอในการทำงานดี C +0.01

ผลรวม +0.13

ดังนั้นเวลาปกติในการทำงานจะเป็น $(0.5 \times 1.13) = 0.566$

ตาราง 2.2 มาตรฐานของการประเมินประสิทธิภาพของ Westinghouse

Skill			Effort		
0.15	A1	Superskill	0.13	A1	Superskill
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excellent	0.10	B1	Excellent
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Good	0.05	C1	Good
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2		-0.17	F2	
Conditions			Consistency		
0.06	A	Idel	0.04	A	Perfect
0.04	B	Excellent	0.03	B	Excellent
0.02	C	Good	0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Far	-0.02	E	Far
-0.07	F	Poor	-0.04	F	Poor

6) คำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time)

7) คำนวณหาเวลาลดหย่อน (Allowable Time)

การคำนวณเวลาปกติจากการใช้เวลาเลือก เมื่อปรับด้วยค่าองค์ประกอบการประเมิน จะยังถือเป็นเวลามาตรฐานไม่ได้ เนื่องจากยังไม่ได้ครอบคลุมเวลาเพื่อสำหรับ

ก) เวลาเผื่อกิจส่วนตัว (Personal Allowance)

ข) เวลาเผื่อความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance)

ค) เวลาเผื่อความล่าช้า (Delay Allowance)

“เวลาเผื่อ” จึงเป็นเวลาที่เพิ่มให้จากเวลาปกติของคนงานที่เหมาะสมเพื่อกิจธุระส่วนตัว เพื่อการลดความเมื่อยล้า และเผื่อสำหรับความล่าช้าของกิจกรรมการรอตต่าง ๆ เวลาเผื่อเพื่อกิจธุระส่วนตัว เช่น เข้าห้องน้ำ ล้างมือ ดื่มน้ำ ฯลฯ จะถูกกำหนดให้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะ

ความหนักเบาของงานระยะเวลาทำงาน เงื่อนไขการทำงาน ฯลฯ เวลาเพื่อสำหรับกิจกรรมส่วนตัวอาจสูงกว่าร้อยละ 5 ของเวลาปกติ

การทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน โดยไม่มีการพักเลยจะมีเวลาที่เป็นกิจส่วนตัวร้อยละ 2.5

เวลาเพื่อส่วนตัวจะต้องสูงขึ้นถ้าเงื่อนไขการทำงานเลวลง เช่น งานหนัก ร้อน ฝุ่นจัด เสียงดังเหม็น ขึ้น ฯลฯ

เวลาเพื่อสำหรับความเมื่อยล้าเป็นสำหรับงานที่มีเงื่อนไขการทำงานที่จะสร้างความเมื่อยล้าในการทำงานได้มาก เช่น งานหนัก สภาพแวดล้อมการทำงานงานไม่ดี มีความเครียดในการทำงาน ระยะเวลาในการทำงาน ฯลฯ คนจำเป็นต้องพักเมื่อรู้สึกทำงานแล้วเกิดความเมื่อยล้า ปัญหาก็คือ ควรให้เวลาสำหรับการพักผ่อนเป็นเวลารวมทั้งลักษณะของงานที่ทำ เงื่อนไขการทำงานวิธีการทำงาน และสภาพแวดล้อมการทำงาน ปัจจุบันไม่มีกฎเกณฑ์ใด ๆ ในการกำหนดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการพักผ่อน แต่โดยทั่วไปที่นิยมกันคือ ให้พักได้ 10 ถึง 15 นาที ในช่วงเช้าและช่วงบ่ายของการทำงานโดยคาดหวังว่า

- ลดความเมื่อยล้าของคนงาน
- ลดเวลาคนงานที่หยุดงานระหว่างชั่วโมงการทำงานเพื่อกิจส่วนตัว
- ลดความเบื่อหน่ายต่อการจำเจในการทำงานทั้งวัน
- เพิ่มผลผลิตได้เนื่องจากการฟื้นตัวของการทำงาน

สำหรับการทำงานทั่วไป กำหนดเวลาเพื่อไว้ประมาณร้อยละ 4

การทำงานที่เบาและมีช่วงเวลาพักผ่อนเพียงพอในระหว่างวัน ไม่จำเป็นต้องมีเวลาเพื่อความเมื่อยล้า เวลาเพื่อสำหรับความล่าช้า เป็นเวลาเพื่อสำหรับความล่าช้าเนื่องจากการปรับเปลี่ยนเครื่องมือเครื่องจักร หรือเวลาที่เสียไปเนื่องจากเครื่องจักรชำรุด ไฟฟ้าดับ ขาดแคลนวัสดุ วัสดุมาไม่ทัน รอเครื่องมือ รอหัวหน้า รอช่าง ฯลฯ ในการกำหนดเวลาเพื่อ มีการประเมินเวลาเพื่อสำหรับกิจส่วนตัว ความเมื่อยล้า และความล่าช้าแล้ว จะรวมกันเป็นเปอร์เซ็นต์เวลาเพื่อและใช้ปรับค่าเวลาปกติให้เป็นค่าเวลามาตรฐานในหลาย ๆ กรณี เราอาจจะไม่ได้ประเมินเวลาเพื่อแยกตามชนิดของเวลาเพื่อดังกล่าว แต่จะใช้วิธีกำหนดประเมินเวลาเพื่อไปตามการพิจารณาเงื่อนไขของงานที่เกิดขึ้น โดยจะทำการประเมินโดยใช้หลักเกณฑ์ ดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 เวลาเผื่อส่วนอื่น ๆ ของความลดหย่อนเนื่องจากความเมื่อยล้า

Allowance			Men (เปอร์เซ็นต์)	Women (เปอร์เซ็นต์)
Standing Allowance			2	4
Weight Allowance :				
Weight Encountered :	5		0	1
	10		1	2
	20		3	4
	40		9	13
	50		13	20 (max)
	70		22	-
Bad Light :			2	2
Heat & Humidity				
Cooling Power (Kata Thermometer) 12 or More			0	
	10		3	
	8		10	
	6		21	
Fine or Exacting Work			2	2
Noise Level :				
Intermittent, loud			2	2
Intermittent, very loud			5	5
Mental strain :				
Fairly complex			1	1
Very complex			8	8
Monotony :				
Medium			1	1
High			4	4

8) คำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)

เมื่อมีการจับเวลาบันทึกข้อมูลเวลาตามจำนวนวัฏจักรให้ได้ระดับความเชื่อมั่นและระดับความผิดพลาดที่ต้องการแล้ว จะสามารถหาเวลาเลือก ซึ่งจะใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่าฐานนิยมของข้อมูลเวลา จากนั้นจะปรับค่าองค์ประกอบการประเมิน ทำให้ได้ค่าเวลาปกติ เมื่อปรับค่าเวลาเผื่อจะได้เป็นเวลามาตรฐาน

การกำหนดหาเวลามาตรฐานจากค่าปกติปรับค่าเวลาเพื่อทำได้ 2 วิธีดังสมการ 2.3 และ สมการ 2.4

$$1. \text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + (\text{เวลาปกติ} \times \text{เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ}) \quad (2.3)$$

$$2. \text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} \times (100 / (100 - \text{เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ})) \quad (2.4)$$

(พัชรภรณ์, 2559)

2.3 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)

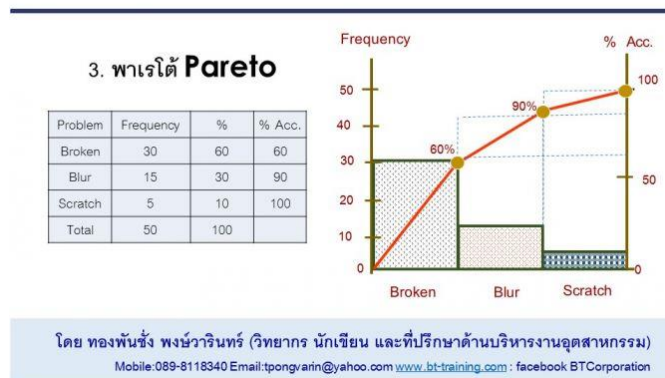
พาเรโต หรือเพรโต (Pareto) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้แสดงรายละเอียดของสิ่งที่เราสนใจในรูปแบบของกราฟผสมระหว่างกราฟแท่ง กับกราฟเส้น โดยเรียงลำดับของรายละเอียดในแต่ละหัวข้อตามลำดับความถี่มากไปหาความถี่ที่น้อยกว่า ตามหลักของกฎ 80: 20 หรือ กฎของเพลโต ที่ว่า สาเหตุ

หลักร้อยละ 20 ส่งผลทำให้เกิดผลลัพธ์ร้อยละ 80 เช่น ปัญหางานแตก เกิดจากการขนย้ายซึ่งเป็นปัญหาหลัก ถ้าเราแก้ไขปัญหาการขนย้ายได้ โอกาสที่ของเสียจะลดลงถึงร้อยละ 80 ดังนั้นเราต้องหาสาเหตุ หรือต้นตอของปัญหาหลักให้เจอ และแก้ไขโดยเร็วที่สุด สำหรับรายละเอียดส่วนใหญ่ที่นำเสนอ มีหลายประเภท เช่น ปริมาณของเสีย คุณภาพสินค้า อุบัติเหตุ ความปลอดภัย การส่งมอบ ค่าใช้จ่าย ซึ่งหัวข้อเหล่านี้จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหา หรือวางแผนการดำเนินงานต่อไป และพาเรโตนี้นิยมใช้ประกอบการดำเนินกิจกรรมคิซซีเป็นอย่างมากดังภาพ 2.1

สำหรับประโยชน์ที่ได้รับของพาเรโต มีหลายประการ ได้แก่

- 1) ทำให้ทราบถึงหัวข้อที่มีความถี่สูงสุด เช่น ปัญหาที่มีความสูญเสียมากที่สุด ชนิดของปัญหาที่มีความถี่มากที่สุด
- 2) ทำให้ทราบอัตราส่วนของปัญหาที่เกิดขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับปัญหาอื่น ๆ
- 3) ทำให้ทราบลำดับ และความสำคัญของปัญหา เป็นต้น

7QC Tools



ภาพ 2.1 ภาพตัวอย่างการคำนวณในแผนภูมิพาเรโต

ที่มา : <http://www.bt-training.com/>

แนวทางในการจัดทำพาเรโต มีสองขั้นตอนหลัก ๆ ดังต่อไปนี้

2.3.1 การจัดทำตาราง

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดทำพาเรโต เช่น เพื่อแสดงอัตราของเสียแต่ละชนิด เพื่อแสดงสาเหตุของปัญหา เพื่อแสดงความถี่ที่เป็นสาเหตุของอุบัติเหตุ เป็นต้น
- 2) รวบรวมข้อมูล โดยการออกแบบเช็คชีท เพื่อใช้บันทึกข้อมูลให้ครบถ้วน
- 3) ตีตารางสี่แถวตามแนวตั้ง (Column) แถวแรกเขียนชื่อหัวข้อของปัญหา แถวที่สองเขียนความถี่ของปัญหา แถวที่สามเขียนเปอร์เซ็นต์ และแถวที่สี่เขียนเปอร์เซ็นต์สะสม ส่วนจำนวนบรรทัด (Row) ขึ้นอยู่กับจำนวนหัวข้อ เช่น ถ้ามีสามหัวข้อ ก็ให้เพิ่มไปอีก 1 บรรทัด

4) แฉวแรก ให้เขียนชื่อหัวข้อตามลำดับความถี่ โดยความถี่ที่มากที่สุดจะอยู่บรรทัดบนสุด (รองจากหัวข้อปัญหา) และเขียนลงมาเรื่อย ๆ จนครบทุกหัวข้อ (จากตาราง ใส่ Broken Blur และ Scratch)

5) แฉวที่สอง ใส่ความถี่ที่รวบรวมมาจากเช็คชีท ให้ตรงกับหัวข้อ (จากตารางใส่ 30 15 และ 5)

6) แฉวที่สาม คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ โดยเทียบบัญญัติไตรยางค์ เปรียบเทียบจำนวนเต็ม กับความถี่ในช่องที่สอง (ตัวอย่าง จำนวนปัญหา 50 เกิดปัญหา Broken 30 ถ้าเทียบกับ 100 จะได้เท่ากับร้อยละ 60 โดยคำนวณจาก $(30 \times 100) = 3,000$ จากนั้นก็นำ 3,000 มาหารด้วย 50 จะได้เท่ากับร้อยละ 60 นั่นเอง ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบทุกบรรทัด จากนั้นก็นำค่าที่ได้มารวมกันในบรรทัดผลรวม จะได้ค่าเท่ากับ 100 หรือใกล้เคียง เช่น 99.98 100.02 อันนี้ก็ถือว่าใช้ได้ครับ)

7) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์สะสม เราก็ไปดูที่แฉวที่สาม คือ แฉวเปอร์เซ็นต์ จากนั้นเราก็นำมารวมกันไปเรื่อย ๆ จากบรรทัดบน จนถึงบรรทัดล่าง แล้วก็นำมาเขียนในช่องนี้ เพราะช่องนี้ชื่อเขาก็บอกแล้วว่า เอาเปอร์เซ็นต์มาสะสมกัน หรืออธิบายง่าย ๆ คือ เอาข้อมูลเปอร์เซ็นต์จากแฉวสามมารวบรวม หรือสะสมให้กลายเป็นแฉวสี่ (จากตาราง ค่าแรก คือ 60 เพราะไม่มีค่ามาก่อน ส่วนค่าต่อไป เราก็เอา $60+30$ ก็จะเท่ากับ 90 และนำ $90+10$ จะเท่ากับ 100)

2.3.2 การสร้างกราฟ พาวเรโด

1) ชิดเส้นตรงให้ตั้งฉากกับเส้นบรรทัด ความยาวตามความเหมาะสม แล้วเขียนชื่อหัวข้อด้านบนสุดของเส้น (จากตาราง แสดง Frequency หรือ ความถี่ของปัญหา จากนั้นก็ใส่สเกลให้เหมาะสม (จากตาราง ช่องละ 10 โดยเริ่มค่าต่ำสุดที่ “0” และค่าสูงสุดที่ “50” เพราะคือค่าผลรวมของปัญหาที่เกิดขึ้น)

2) ชิดเส้นตามแนวนอนด้านใต้เส้นแรกจากซ้ายไปขวา ความยาวตามความเหมาะสม

3) แบ่งช่องที่ชิดไว้จากข้อ 2.2 เพื่อใช้ในการเขียนกราฟแท่ง โดยที่จำนวนช่องต้องเท่ากับจำนวนหัวข้อในตาราง (จากตาราง แบ่งได้ 3 ช่อง) และระยะห่างระหว่างช่องต้องเท่ากันด้วยเพื่อความสวยงาม และเป็นระเบียบเรียบร้อย จากนั้นก็เขียนหัวข้อใต้เส้นในแต่ละช่อง (จากตาราง เขียน Broken Blur Scratch)

4) เขียนกราฟแท่งทั้งหมด โดยพิจารณาจากปริมาณความถี่ที่เกิดขึ้น (ดูในช่องที่ 2) จนครบทั้งหมด ซึ่งเราจะเห็นได้ว่ากราฟแท่งนั้นจะเรียงลำดับกันอย่างสวยงาม โดยแท่งทางซ้ายมือจะมีความสูงที่สุด และไล่เรียงลำดับมาจนถึงแท่งสุดท้าย) โดยอาจจะบายสี หรือทำสัญลักษณ์ เพื่อให้เห็นความแตกต่างในแต่ละหัวข้อก็จะทำให้กราฟของเรามีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

5) ชิดเส้นตรง ตั้งฉากกับเส้นที่เขียนชื่อหัวข้อปัญหา ให้เส้นชิดกับปลายของเส้นกราฟแท่งสุดท้าย และขนาน และมีความสูงเท่ากับเส้นหัวข้อปัญหา จากนั้นก็ใส่ชื่อ “เปอร์เซ็นต์สะสม” ด้านบนของเส้น จากนั้นก็แบ่ง และใส่สเกลให้เหมาะสม โดยจุดที่ต้องพิจารณาคือ จุดที่เป็นค่าผลรวมจะต้องเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (จากตาราง 50 เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์)

6) ลากเส้นกราฟ เปอร์เซ็นต์สะสม โดยเริ่มลากเส้นจากจุด “0” ไปยังด้านมุมบนซ้ายมือของกราฟแท่งแรก จากนั้นก็เขียนค่าเปอร์เซ็นต์สะสมบนจุดนั้น (จากรูป กราฟเส้นสีแดง ลากขึ้นไปจากกราฟแท่งแรก แล้วเขียน 60 เปอร์เซ็นต์ ที่มุมบนของแท่งกราฟ จากนั้นทางซ้ายมือ โดยความสูงคือ 90 เปอร์เซ็นต์ และความกว้างเท่ากับความกว้างของแท่งกราฟ และเขียนเลข 90 เปอร์เซ็นต์ และสุดท้ายลากเส้นไปชนกับแกนเปอร์เซ็นต์สะสมที่จุด 100 เปอร์เซ็นต์ แค่นี้ก็เสร็จเรียบร้อยแล้ว (Thongpunchang Pongvarin, 2562)

2.4 ระบบการผลิตแบบลีน

หลักการสำคัญ 5 ดังนี้

2.4.1 การระบุคุณค่าของสินค้าหรือบริการ (Specify Value) เป็นการระบุคุณค่าของสินค้าในมุมมองของลูกค้า ซึ่งองค์กรจะต้องหลีกเลี่ยงในการระบุคุณค่าของบุคคลอื่น เช่น หน่วยงานภายในองค์กร เป็นต้น

2.4.2 การแสดงสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream) ต้องมีการระบุสายธารแห่งคุณค่าของสินค้า ในทุกกิจกรรมที่จำเป็นทั้งหมดตั้งแต่การออกแบบ การสั่งซื้อ และผลิตสินค้า เพื่อที่จะแยกกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าหรือของเสียออกไป

หลักการของการผลิตแบบลีน คือ การมุ่งเน้นที่คุณค่าของกิจกรรมโดยใช้เครื่องมือสายธารคุณค่าเข้าช่วย และพิจารณากิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดตลอดของกระบวนการผลิตโดยเริ่มจากการจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ลักษณะ

1) กิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่า (Value Added Activity: VA) คือกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์หรือบริการ เช่น การกลึง การเชื่อม

2) กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Non-Value Added Activity: NVA) คือกิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้สินค้าและบริการ เช่น การรอคอย

3) กิจกรรมที่มีความจำเป็นแต่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Necessary Non Value Added : NNVA) คือกิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้แก่สินค้าและบริการแต่มีความจำเป็นต่อกระบวนการ เช่น การขนย้าย การสุ่มตรวจ

2.4.3 การทำให้เกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง (Flow) เป็นการสร้างการไหลของกิจกรรมที่สร้างคุณค่าให้สินค้ามีการไหลอย่างรวดเร็วสม่ำเสมอและต่อเนื่องโดยไม่มีการหยุดพัก ไม่มีการหยุดชะงัก ไม่มีการเดินทางย้อนกลับ หรือใช้เส้นทางอ้อมและไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น

2.4.4 การให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงสินค้า (Pull) การผลิตสินค้าควรที่จะเกิดขึ้นจากคำสั่งเท่านั้น ซึ่งถ้าระยะเวลาในสายธารแห่งคุณค่านั้นถูกทำให้ลดลงก็จะทำให้องค์กรสามารถที่จะออกแบบตารางการผลิต และผลิตสินค้าที่ลูกค้าต้องการในเวลาที่ลูกค้าต้องการได้ ซึ่งหลักการดังนี้จะสำเร็จได้เมื่อใช้ระบบทันเวลาพอดี

2.4.5 การสร้างคุณค่า และการกำจัดความสูญเส้อย่างต่อเนื่อง (Perfection) องค์กรจะต้องพยายามที่จะสร้างความสมบูรณ์แบบด้วยการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการประเมินผลของสายธาร

แห่งคุณค่าอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะทำให้การไหลของทั้งสินค้า และข้อมูลมีความสำเร็จที่จะตอบสนองลูกค้าได้ ซึ่งของเสียจากระบบจะถูกกำจัดอย่างต่อเนื่องจนเหลือเพียงแต่กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่าให้กับลูกค้าเท่านั้น

ส่วนประกอบของระบบการผลิตแบบลีน มีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับอาคาร ขั้นตอนการก่อสร้างเริ่มต้นจากแนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Thinking) เปรียบเสมือนการวางรากฐานของอาคาร พนักงานทุกคนในองค์กรจะต้องเกิดความตระหนักถึงความสูญเสีย งานที่เพิ่มคุณค่าและไม่เพิ่มคุณค่า ก่อนที่จะเริ่มใช้เครื่องมือพื้นฐาน ซึ่งได้แก่ เครื่องมือในการวิเคราะห์ระบบ (Analysis Tools) ด้วยแผนภาพกระแสคุณค่า (Value Stream Mapping) และการจัดการความเปลี่ยนแปลง (Change Management) ด้วยไคเซน (Kaizen) และนวัตกรรม (Kaikaku/Innovation) เครื่องมือพื้นฐานทั้งสองนี้เปรียบเสมือนกับพื้นของอาคาร ถ้าอาคารที่เราก่อสร้างมีพื้นฐานแข็งแรงมั่นคง ก็จะช่วยให้อาคารทุกต้นที่เป็นโครงสร้างของอาคารมั่นคงแข็งแรงเช่นกัน เสาแต่ละต้นในที่นี้ก็คือ เครื่องมือต่าง ๆ ในการลดหรือกำจัดสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการ ตลอดจนเน้นการสร้างคุณค่าในกระบวนการสุดท้ายจึงได้อาคาร ซึ่งก็คือ “วิสาหกิจแบบลีน”

วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีน เมื่อระบบการผลิตแบบลีน เป็นวิธีการที่เป็นระบบในการระบุและกำจัดความสูญเสีย หรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินการตามจำนวนความต้องการของลูกค้าเป็นสำคัญ ทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่องราบเรียบ และทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ โดยมีหลักการสำคัญดังนี้

- 1) การผลิตแบบลีน (Lean) มุ่งเป้าหมายที่กำจัดความสูญเสียในกระบวนการ เช่น การจัดเก็บงานระหว่างผลิต และสินค้าสำเร็จรูปมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น
- 2) การผลิตแบบลีน (Lean) ไม่ใช้การลดจำนวนพนักงาน
- 3) การผลิตแบบลีน (Lean) คือการเพิ่มกำลังการผลิต โดยการลดต้นทุนและรอบเวลาในระหว่างการผลิตให้สั้นลง
- 4) การผลิตแบบลีน (Lean) มุ่งทำความเข้าใจกับสิ่งที่ลูกค้าต้องการ
- 5) การเพิ่มคุณค่าถูกกำหนดจากมุมมองของลูกค้าทุกกระบวนการพยายามเพิ่มคุณค่าให้ลูกค้ากิจกรรมใด ๆ ก็ตามที่ไม่เพิ่มคุณค่าจัดว่าเป็นความสูญเสีย

ฉะนั้น เป้าหมายของการดำเนินการผลิตแบบลีน จึงมุ่งเน้นถึงคุณภาพสินค้าที่ดีที่สุด ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด ใช้เวลาในการผลิตที่สั้นที่สุด ลีนจึงเป็นการทำกิจกรรมจะมุ่งเน้นการสร้างสภาพการทำงานที่สอดคล้องกับแนวคิดในเรื่องของการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time) และกระบวนการผลิตที่หยุดได้เองเมื่อพบของเสีย (Jidoka) ซึ่งนำไปสู่ต้นทุนการผลิตที่ลดลงขององค์กร

ระบบคัมบัง (Kanban System) หมายถึง ส่วนหนึ่งของระบบ JIT (Just In Time) ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา เพื่อช่วยให้การทำงานมีการประสานงานที่ดีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ระบบคัมบังของโตโยต้าใช้แผ่นกระดาษ เพื่อเป็นสัญญาณแสดงความต้องการให้มีการ “ส่ง” ชิ้นส่วนเพิ่มเติม (Conveyance Kanban : C-card) และใช้แผ่นกระดาษเดียวกันหรือที่มีลักษณะเหมือนกัน เพื่อเป็นสัญญาณแสดงความต้องการให้ “ผลิต” ชิ้นส่วนเพิ่มขึ้น (Production Kanban :

P-card) ซึ่งบัตรนี้จะติดไปกับภาชนะ (Container) ที่ใส่วัตถุดิบ หรือระบบบัตรสองใบ (Two-card System) โดยมีเกณฑ์สำหรับการดำเนินงานดังต่อไปนี้

- 1) ในแต่ละภาชนะจะต้องมีบัตรอยู่ด้วยเสมอ
- 2) หน่วยงานประกอบจะเป็นผู้เบิกจ่ายชิ้นส่วนจากหน่วยผลิตโดยระบบดึง
- 3) ถ้าไม่มีใบเบิกที่มีคำสั่งอนุมัติ จะไม่มีการเคลื่อนภาชนะออกจากที่เก็บ
- 4) ภาชนะจะต้องบรรจุชิ้นส่วนในปริมาณที่ถูกต้องและมีคุณภาพที่ดีเท่านั้น
- 5) ชิ้นส่วนที่ดีเท่านั้นที่จะถูกจัดส่งและใช้งานในสายการผลิต
- 6) ผลผลิตรวมจะไม่มากเกินไปกว่าคำสั่งการผลิตที่ได้บันทึกลงใน P-card และวัตถุดิบที่เบิกใช้จะต้องไม่มากเกินไปกว่าจำนวนชิ้นส่วนที่บันทึกลงใน C-card (ชรินทร์ คำมูล และมนตรี ธนสมบัติ, 2555)

2.5 แบบจำลองสถานการณ์ (Arena)

ปัจจุบันการออกแบบและพัฒนาระบบงานส่วนใหญ่ อาศัยแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญ ช่วยในการพิจารณา และวิเคราะห์งานก่อนที่จะนำไปใช้กับระบบงานจริง และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการจำลองระบบงานมากขึ้น โดยการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลอง หลักการที่ใช้ในการจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์ คือ การสร้างแนวทางในการตัดสินใจให้ระบบเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาให้ระบบหรือปรับปรุงระบบงานเดิมที่มีอยู่ให้ดียิ่งขึ้น โดยปราศจากการรบกวนงานในระบบจริง

Shannon (1975) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับการจำลองปัญหาว่า เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลอง เพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงภายใต้ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ก่อนนำไปใช้แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

2.5.1 ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้การจำลองแบบปัญหาในงานด้านต่าง ๆ ได้แก่

- 1) การจำลองระบบปัญหาด้านการจราจร เช่น จำลองรอบสัญญาณการปล่อยไฟจราจร
- 2) การจำลองระบบโครงข่ายการขนส่ง เช่น จำลองเส้นทางการลำเลียงสินค้า
- 3) การจำลองระบบด้วยงานด้านอุตสาหกรรม เช่น จำลองระบบสินค้าคงคลังจำลองระบบการผลิต
- 4) การจำลองระบบงานด้านบริการ เช่น จำลองระบบโรงพยาบาล จำลองระบบธนาคาร

2.5.2 ขั้นตอนการศึกษาการจำลองแบบปัญหา

การจำลองสถานการณ์โดยอาศัยตัวแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์นั้น ตัวแบบต้องทำงานได้เสมือนระบบงานจริง โดยมีขั้นตอนการศึกษาการจำลอง ดังนี้

- 1) การกำหนดลักษณะของปัญหาว่ามีอะไรบ้าง
- 2) การกำหนดวัตถุประสงค์ และขอบเขตของการศึกษา ซึ่งต้องกำหนดให้ชัดเจน
- 3) การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเก็บของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรของระบบทั้งหมด เช่น จำนวนผู้ให้บริการ เวลาในการให้บริการ อัตราการเข้ามาของลูกค้า ฯลฯ เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นข้อมูลนำเข้า (Input Data) ให้กับแบบจำลอง ซึ่งขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากเพราะการเก็บข้อมูลนำเข้าที่ผิดพลาด จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองผิดพลาดตามไปด้วย
- 4) การสร้างตัวแบบจำลอง ที่อธิบายพฤติกรรมของระบบลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- 5) การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Verification) ว่าโปรแกรมนั้นสามารถทำงานได้หรือไม่
- 6) การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง (Validation) เป็นการตรวจสอบสอบว่า โปรแกรมรันผ่านแล้วให้ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับระบบงานจริง และมีการใช้เทคนิคทางสถิติเข้ามาตรวจสอบผลลัพธ์โดยการตั้งสมมติฐานทางสถิติเพราะผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองเป็นเพียงค่าประมาณ
- 7) การวางแผนการทดลองว่าจะใช้แบบจำลองอย่างไร และทำการทดลองจำนวนเท่าใด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมาใช้ในการวิเคราะห์
- 8) การดำเนินการทดลองตามแผนที่วางไว้
- 9) การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากตัวแบบจำลอง รวมทั้งวิเคราะห์วิธีปรับปรุงตัวแบบจำลองเมื่อระบบงานจริงมีการปรับเปลี่ยน
- 10) การจัดทำเอกสารแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง
- 11) การนำผลลัพธ์สำเร็จที่ดีที่สุด ที่ได้จากตัวแบบจำลองไปใช้งาน

2.5.3 ควรใช้แบบจำลองในกรณีใดบ้าง

- 1) เมื่อต้องการปรับปรุงระบบก่อนดำเนินการจริง เช่น การเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเข้าไปในจุดคอขวด (Bottleneck Station) จะใช้แบบจำลองช่วยในการหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมก่อนลงทุนจริง
- 2) เมื่อต้องการเพิ่มทางเลือกให้กับระบบ เช่น การปรับเปลี่ยนผังโรงงานจะใช้แบบจำลองช่วยในการวางผังโรงงานทางเลือกไว้หลาย ๆ แบบ เพื่อศึกษาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในแต่ละผังโรงงาน เพื่อเลือกตั้งโรงงานแบบที่เหมาะสมที่สุด
- 3) เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน แบบจำลองจะถูกใช้ เพื่อชี้วัดประสิทธิภาพของวิธีการทำงานแบบเก่าและแบบใหม่
- 4) เมื่อต้องการออกแบบระบบขึ้นมาใหม่ จะใช้แบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับระบบ เพราะการสร้างแบบจำลองเสมือนจริงจะทำให้เข้าใจระบบได้มากยิ่งขึ้น

2.5.4 ข้อดีของการใช้แบบจำลอง

1) สามารถใช้แบบจำลองกับระบบที่มีความซับซ้อน และไม่สามารถหาความสัมพันธ์ โดยการเขียนสมการเชิงอนุพันธ์ทางคณิตศาสตร์ หรือใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้

2) สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายอนาคตของระบบได้ โดยใช้เวลาอันสั้นในการประมวลผลผลลัพธ์ของแบบจำลอง เช่น ต้องการทราบว่าเครื่องจักรที่มีอยู่ มีกำลังการผลิตที่สามารถรองรับความต้องการของสินค้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต 5 ปีได้หรือไม่

3) สามารถใช้แบบจำลองกับระบบ ที่ไม่สามารถทดลองบนสถานการณ์จริงได้

2.5.5 ข้อเสียของการใช้แบบจำลอง

1) การสร้างตัวแบบจำลองนั้น จำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ด้านการใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลอง และผู้สร้างต้องมีพื้นฐานทางสถิติ เพื่อสามารถวิเคราะห์และนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองไปปรับปรุงต่อได้ โดยผู้วิเคราะห์จะต้องมีความเข้าใจในระบบเป็นอย่างดี และมีการเก็บข้อมูลทางสถิติในอดีตอย่างถูกต้อง จึงจะทำให้แบบจำลองนั้นมีความใกล้เคียงกับระบบจริง

2) เนื่องจากตัวแบบจำลอง ผู้สร้างตัวแบบเป็นผู้สร้างทางเลือกให้กับระบบ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง อาจไม่ใช่ผลลัพธ์ที่บ่งถึงทางเลือกให้กับระบบอาจไม่ใช่ผลลัพธ์ที่บ่งถึงทางเลือกที่ดีที่สุดให้กับระบบ

3) ผลที่ได้จากการจำลอง มักจะเป็นค่าประมาณ (พิชญา, 2554)

2.6 การกำจัดความสูญเปล่า (Waste/Muda)

ในกระบวนการผลิตมักจะพบว่ามี ความสูญเสียด่าง ๆ แฝงอยู่ไม่มากนักซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการผลิตต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ใช้เวลานานในการผลิตสินค้าคุณภาพต่ำ ต้นทุนสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามจะลดความสูญเปล่าเหล่านี้เกิดขึ้นมากมาย โดยความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่

2.6.1 ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการ การใช้งานในขณะนั้น หรือติดไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างผลิต (Work in process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

2.6.2 ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การซื้อวัสดุคราวละมาก ๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

2.6.3 ความสูญเปล่าเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

2.6.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) ทำางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

2.6.5 ความสูญเสียเนื่องจากระบวนการผลิต (Processing) เกิดจากระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำ ๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็นเพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้หัวหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

2.6.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Waiting) การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักรหรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิต เช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากระบวนการผลิตไม่สมดุลการรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

2.6.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) เมื่อของเสียถูกผลิตออกมาของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

- 3) ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
- 4) หาสาเหตุหลักของปัญหา
- 5) จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
- 6) ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น (เอกสาร Quality of work life through productivity จัดทำโดย สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2562)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชรินทร์ คำมูล และมนตรี อีรณสมบัติ (2555) เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคเส้นและการวิเคราะห์ปัญหาค่าต้นทุนการไหลวัสดุในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เทคนิคเส้น เพื่อปรับวิธีการทำงานในกระบวนการที่มีความสูญเสีย รวมไปถึงการศึกษาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในทุกกระบวนการ ซึ่งอาศัยเครื่องมือ แผนภาพพาเรโต เป็นต้น เพื่อบ่งชี้ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสูญเสียมากที่สุด โดยการวัดประสิทธิภาพการผลิตรวมกับการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรมอารีน่า (Arena) ซึ่งแสดงให้เห็นต้นทุนรวมของกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องต่อวันและต่อกระป๋อง มีค่าต้นทุนเท่ากับจากการวิเคราะห์ปัญหาค่าต้นทุนการไหลวัสดุแบบเดิม แต่สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเป็นลบ (Negative Product) มีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 43.60 เมื่อเทียบกับสัดส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาค่าต้นทุนการไหลวัสดุแบบเดิม ทำให้เห็นว่กิจกรรมที่มีคุณค่าเพิ่ม กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม และประสิทธิภาพการทำงานที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยโปรแกรมอารีน่า (Arena) มีผลทำให้เกิดเป็นปริมาณผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเป็นลบ

เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลจากการกำหนดแนวทางการปรับปรุงสามารถลดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์มูลค่าบวกได้ ร้อยละ 0.73 ซึ่งเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุง

กสิณ รัตนธรรม และชลธิชา สีนลา (2557) เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคคลีน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทาง และปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเทคนิคคลีน เพื่อสามารถกำจัดความสูญเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต สามารถลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น รวมไปถึงการศึกษาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในทุกกระบวนการซึ่งอาศัยเครื่องมือ แผนภาพพาเรโต เป็นต้น เพื่อป้องกันปัจจัยที่ส่งผลต่อความสูญเสียมากที่สุดจากนั้นจึงใช้เทคนิคคลีนในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และลดความสูญเสียที่เกิดจากวัตถุดิบ แรงงาน และพลังงาน จากการศึกษาได้ใช้การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุมาช่วยในการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุน ซึ่งทำให้สามารถสรุปต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ได้ เท่ากับ 160,123.72 บาท และได้สรุปแนวทางในการแก้ปัญหาไว้ทั้งหมด 4 แนวทาง ต้นทุนรวมของกระบวนการผลิตสายพานลำเลียง มีค่าต้นทุนเท่ากับ 154,816.26 บาท แต่มีสัดส่วนต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเป็นลบ (Negative Product) เพิ่มขึ้น เนื่องจากได้มีการวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ โดยแบ่งเป็นประเภทของกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่ม และกิจกรรมที่ไม่มีมูลค่าเพิ่ม และประสิทธิภาพการทำงานที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยโปรแกรมอารีนา (Arena) ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวทางการปรับปรุงแนวทาง 3 คือแนวทางปรับปรุงรวมทุกแนวทาง เป็นแนวทางการปรับปรุงที่ดีที่สุดโดยซึ่งต้นทุนรวมของกระบวนการการผลิตสายพานลดลงจากเดิม 5,307.46 บาท โดยจะคิดเป็นต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเป็นบวก (Positive Product) เท่ากับ 145,320.33 บาท และคิดเป็นต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเป็นลบ (Negative Product) เท่ากับ 9,495.94 บาท และทำให้เห็นว่ากิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่ม กิจกรรมที่ไม่มีมูลค่าเพิ่ม และประสิทธิภาพการทำงาน มีผลทำให้เกิดเป็นปริมาณผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบเพิ่มขึ้น

ชุดานันท์ ยกโต และธนวรรณ มุสิกะวัน (2559) เป็นการปรับปรุงและหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปของห้างหุ้นส่วนจำกัดพีดีคอนกรีต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงาน ลดเวลาในกระบวนการผลิต และหาเวลามาตรฐาน เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการผลิตในแต่ละวัน การศึกษาเริ่มจากเก็บข้อมูลเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอน ประเมินประสิทธิภาพในการทำงาน และนำข้อมูลเวลามาวิเคราะห์ปัญหา โดยเลือกปรับปรุงกระบวนการผลิตที่ใช้เวลาในการปฏิบัติงานนาน จากนั้นปรับปรุงกระบวนการผลิต ด้วยเทคนิคอีซีอาร์เอส (ECRS) เพื่อลดขั้นตอนในการทำงาน และช่วยให้การทำงานของพนักงานสะดวกขึ้น หลังจากปรับปรุงกระบวนการทำงานพบว่าสามารถรวมขั้นตอนการยกแผ่นคอนกรีต และทำความสะอาดเข้าด้วยกัน ทำให้ลดเวลาไปได้ 52.9 นาที ตัดขั้นตอนการวัดความยาวออกไปทำให้ลดเวลาไปได้ 6.25 นาที ขั้นตอนเกลี่ยคอนกรีตเวลาลดลง 15.75 นาที และให้ขั้นตอนการยกแผ่นคอนกรีตทำไปพร้อมกับการเกลี่ยคอนกรีต ขั้นตอนการเขย่าคอนกรีตเวลาลดลง 9.01 นาที รวมทั้งกระบวนการเวลาลดลง 84.09 นาที คิดเป็นร้อยละ 13.99 และเวลามาตรฐานของกระบวนการเท่ากับ 2,123.68 นาที

จากการศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โครงการเล่มนี้ได้ใช้หลักการ การจัดทำเวลามาตรฐาน ในการจับเวลาขั้นต้น ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงาน ทำการหาเวลาปกติ ทำการ

ประเมินเวลาลดหย่อน และทำการจัดทำเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน ได้นำวิธีการในการหารูปแบบการกระจายตัว มาทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของสายการผลิตในปัจจุบัน และทำการวิเคราะห์หาจุดปรับปรุงโดยใช้แผนภูมิพาเรโต จากนั้นจะทำการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหามากที่สุดโดยการใช้แผนผังสาเหตุและผล จากนั้นจะนำแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขสายการผลิตในปัจจุบัน โดยใช้เทคนิคอีซีอาร์เอส (ECRS) การจัดผังโรงงานใหม่ และทำการปรับปรุงโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีน เพื่อทำการลดงานระหว่างผลิตลง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานโครงการวิจัย

วิธีการดำเนินงานโครงการวิจัยนี้จะเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิต และเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลของตัวผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา ข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละกระบวนการ นำเวลาที่ได้มาทำการหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนของแต่ละผลิตภัณฑ์ ทำการสร้างแบบจำลองสายการผลิตก่อนการปรับปรุง เมื่อได้แบบจำลองที่เหมือนกับสายการผลิตในปัจจุบันแล้ว นำผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง มาทำการวิเคราะห์หาจุดปรับปรุง และทำการออกแบบวิธีการปรับปรุงสายการผลิตด้วยหลักการต่าง ๆ หลังจากนั้นทำการทดสอบวิธีการปรับปรุง โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ นำค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์แบบจำลองเดิมกับแบบจำลองใหม่ ทำการสรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำรายงานเป็นขั้นตอนสุดท้าย

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตและเก็บข้อมูลการผลิต

3.1.1 ทำการศึกษาขั้นตอนของกระบวนการผลิตตั้งแต่กระบวนการตรวจสอบความยาวของลวดถักที่ออกมาจากเครื่องถัก จนถึงกระบวนการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่คลัง

3.1.2 ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ประเภทได้แก่ กล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร กล่องเกเบียร์ 8X10 เซนติเมตร และกล่องเกเบียร์ 10X12 เซนติเมตร โดยข้อมูลจะประกอบไปด้วย ขนาดของกล่อง ความยาว ความกว้าง และความสูงของกล่องแต่ละประเภท รวมทั้งจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบกล่องแต่ละประเภท

3.1.3 ทำการจับเวลาแบบ Snap back ของทุกกระบวนการ เพื่อนำเวลาจริงที่ได้มาทำการคำนวณหาเวลามาตรฐาน และนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของสายการผลิตกล่องเกเบียร์ และกล่องแมทเทรสในปัจจุบัน รวมถึงข้อมูลจำนวนชิ้นในแต่ละชุดที่ทำการขนย้ายไปยังแต่ละแผนก

3.2 ทำการหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส

3.2.1 นำเวลาที่จับมาทั้งหมด มาสุ่มเวลาแล้วนำไปตรวจสอบว่าจำนวนรอบที่จับมาเพียงพอหรือไม่ หลังจากนั้นหาเวลาเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการ ในกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร กล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร และกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร

3.2.2 ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในแต่ละกระบวนการแล้ว นำมาหาเวลาปกติของการทำงานในแต่ละขั้นตอน โดยจะได้เวลาปกติรวมของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร กล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร และกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร

3.2.3 ทำการหาค่าเวลาลดหย่อนในการทำงานของแต่ละกระบวนการผลิต โดยทำการวิเคราะห์ตามหลักการของการประเมินเวลาลดหย่อน และนำไปใช้ในการคำนวณหาเวลามาตรฐานในกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะได้ค่าเวลามาตรฐานรวมของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร กล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร และกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ออกมา

3.3 การสร้างแบบจำลองสายการผลิตก่อนการปรับปรุง

3.3.1 การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Input Analyzer เพื่อนำมาทำการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Input Analyzer เพื่อที่จะทำการนำข้อมูลการกระจายตัวนั้นไปใส่ในโปรแกรมอารีนา (Arena) โดยผู้วิจัยเลือกใช้ วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test) ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบความถูกต้องของการกระจายตัวที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หรือที่ค่า P-Value มากกว่า 0.05 จึงจะสรุปได้ว่าข้อมูลชุดนั้นสามารถนำมาใช้ในแบบจำลองสถานการณ์ได้ซึ่งแสดงตัวอย่างไว้

3.3.2 ทำการสร้างแบบจำลองของสายการผลิตในปัจจุบันโดยทำการนำข้อมูลรูปแบบการกระจายตัวจากโปรแกรม Input Analyzer ทั้งรูปแบบการกระจายตัวของเวลาในแต่ละกระบวนการ รวมถึง รูปแบบการกระจายตัวของงานที่ทำการวางกองรอการขนย้ายไปพับขอบ และทำการใส่ค่าปัจจัยด้านจำนวนคนงานที่ใช้ในการผลิตจริงเพื่อทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ให้มีความถูกต้อง

3.3.3 ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยใช้วิธี 1-Sample T-test ของการรันแบบจำลองทั้งหมด 10 รอบ โดยใช้โปรแกรมมินิแท็บ 18 (Minitab 18) และจะทำการยอมรับค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นที่ผลิตได้จริงต่อวันกับค่าเฉลี่ยที่ผลิตได้ต่อวันจากการจำลองสถานการณ์ รวมทั้งค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการผลิตจริงของแต่ละกระบวนการกับค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการผลิตจริงของแต่ละกระบวนการ เมื่อค่า P-Value มีค่ามากกว่า 0.05

3.3.4 การวิเคราะห์ผลลัพธ์จากแบบจำลองของสายการผลิตในปัจจุบันประกอบไปด้วย เวลาของแต่ละกระบวนการผลิต ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในแต่ละแผนก โดยจะมุ่งเน้นที่การลดงานระหว่างผลิตในแต่ละกระบวนการซึ่งกระบวนการของสายการผลิตนั้นมี 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการพับขอบ กระบวนการประกอบ และกระบวนการอัดตัวกล่องจึงทำการพิจารณา Queue ของแต่ละกระบวนการ

3.4 การวิเคราะห์หาจุดการปรับปรุงจากแบบจำลองสถานการณ์

วิเคราะห์หาจุดปรับปรุงแผนภูมิจากพาเรโต โดยการนำข้อมูลปริมาณงานระหว่างผลิตของสายการผลิตที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของสายการผลิตในปัจจุบัน เพื่อมาทำการหาจำนวนงานระหว่างผลิตที่มากที่สุดที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการผลิตเพื่อทำการออกแบบวิธีการในการปรับปรุงการผลิต

3.5 ออกแบบวิธีการปรับปรุง

3.5.1 ทำการออกแบบวิธีการปรับปรุง โดยจะทำการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดงานระหว่างผลิตมากในกระบวนการที่จะทำการปรับปรุงแก้ไข โดยใช้ Why Why Analysis มาทำการวิเคราะห์

3.5.2 ทำการออกแบบวิธีการแก้ไข โดยอาศัยหลักการของอีซีอาร์เอส (ECRS) มาทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการที่ทำให้เกิดงานระหว่างผลิตขึ้นเป็นจำนวนมาก เพื่อทำให้งานระหว่างผลิตนั้นลดลง และทำการจัดผังโรงงานใหม่ ซึ่งจะทำการย้ายโดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการวางผังโรงงาน คือ หลักการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในระยะที่สั้นที่สุด โดยจะทำการเปรียบเทียบกับหลาย ๆ ตำแหน่ง เพื่อหาระยะทางรวมที่สั้นที่สุดที่เป็นไปได้

3.5.3 ทำการออกแบบวิธีการแก้ไข โดยการจัดทำระบบการผลิตแบบลีน มาทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการที่ทำให้เกิดงานระหว่างผลิตขึ้นเป็นจำนวนมาก เพื่อทำให้งานระหว่างผลิตนั้นลดลง

3.6 ทดสอบวิธีการปรับปรุง

นำวิธีการในการแก้ไขไปทดสอบ โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น และทำการปรับปรุง ให้สามารถทำงานได้ตามวิธีแก้ไขที่นำเสนอ ทำการทดสอบ และเก็บค่าผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อจะนำไปทำการเปรียบเทียบ

3.7 ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์แบบจำลองเดิมกับแบบจำลองใหม่

นำผลลัพธ์ที่ได้ก่อนและหลังการปรับปรุง มาทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองสายการผลิตในปัจจุบันกับแบบจำลองของสายการผลิตหลังจากทำการปรับปรุง เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าจำนวนงานระหว่างผลิตลดลงเท่าใด

3.8 สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำรายงาน

สรุปผลการดำเนินงานโดยเลือกรูปแบบการทำงานที่ดีที่สุด และจัดทำรูปเล่มรายงาน

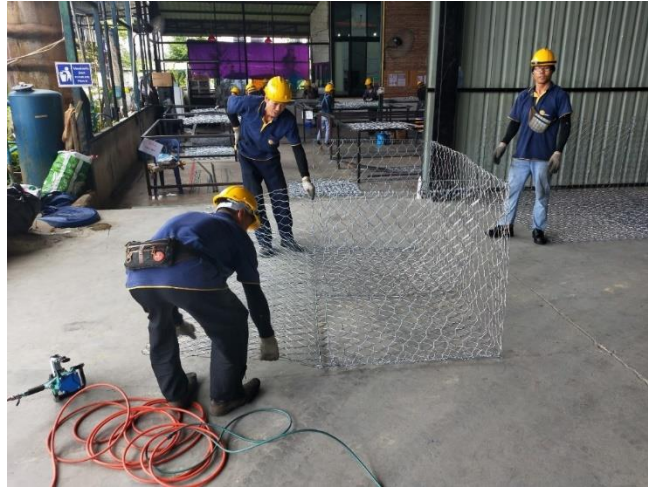
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษากระบวนการผลิตทุกขั้นตอนโดยละเอียด โดยทำการศึกษาดังแต่กระบวนการตรวจสอบความยาวของลวดถักที่ออกมาจากเครื่องถักจนถึงกระบวนการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า ทำการเก็บข้อมูลในแต่ละกระบวนการ ซึ่งเป็นข้อมูลเวลาในการดำเนินงาน และข้อมูลต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบี้ยนและกล่องแมทเทรส โดยจะนำเวลาของกระบวนการผลิตที่ได้ทำการจัดเก็บ มาหาเวลามาตรฐานของแต่ละผลิตภัณฑ์ และนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ก่อนปรับปรุง ซึ่งจะนำผลลัพธ์แบบจำลองที่ได้ไปวิเคราะห์จุดที่ทำให้เกิดงานระหว่างผลิตขึ้น โดยจะใช้แผนภูมิพาเรโต เป็นต้น และทำการลดงานระหว่างผลิตในกระบวนการนั้น ๆ หลังจากนั้นจะทำการออกแบบวิธีการปรับปรุงกระบวนการที่เกิดปัญหา ด้วยการใช้หลักการไอซีอาร์เอส การจัดผังโรงงาน และการจัดทำระบบการผลิตแบบลีน เข้ามาช่วยในการปรับปรุง หลังจากนั้นจะทำการทดสอบ โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์หลังทำการปรับปรุง และทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างแบบจำลองก่อนและหลังปรับปรุง ว่ามีงานระหว่างผลิตลดลงเท่าไร ทำการสรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำรูปแบบรายงาน

4.1 กระบวนการผลิตและข้อมูลการผลิตปัจจุบัน

4.1.1 ทำการศึกษาลักษณะแต่ละชนิด ผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษาทั้งหมด 3 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้แก่ กล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ขนาด 2X6X0.3 เมตร กล่องเกเบี้ยน 8X10 เซนติเมตร ขนาด 1X2X1 เมตร และกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร ขนาด 1X2X0.5 เมตร เนื่องจากจะทำการผลิตมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนาดอื่น ๆ ของบริษัท ซึ่งรูปภาพของผลิตภัณฑ์จะแสดงดังภาพ 4.1 และในการประกอบแต่ละกล่องจะใช้ชิ้นส่วนต่างกันไปตามชนิดของกล่อง ซึ่งได้แสดงไว้ดังตาราง 4.1

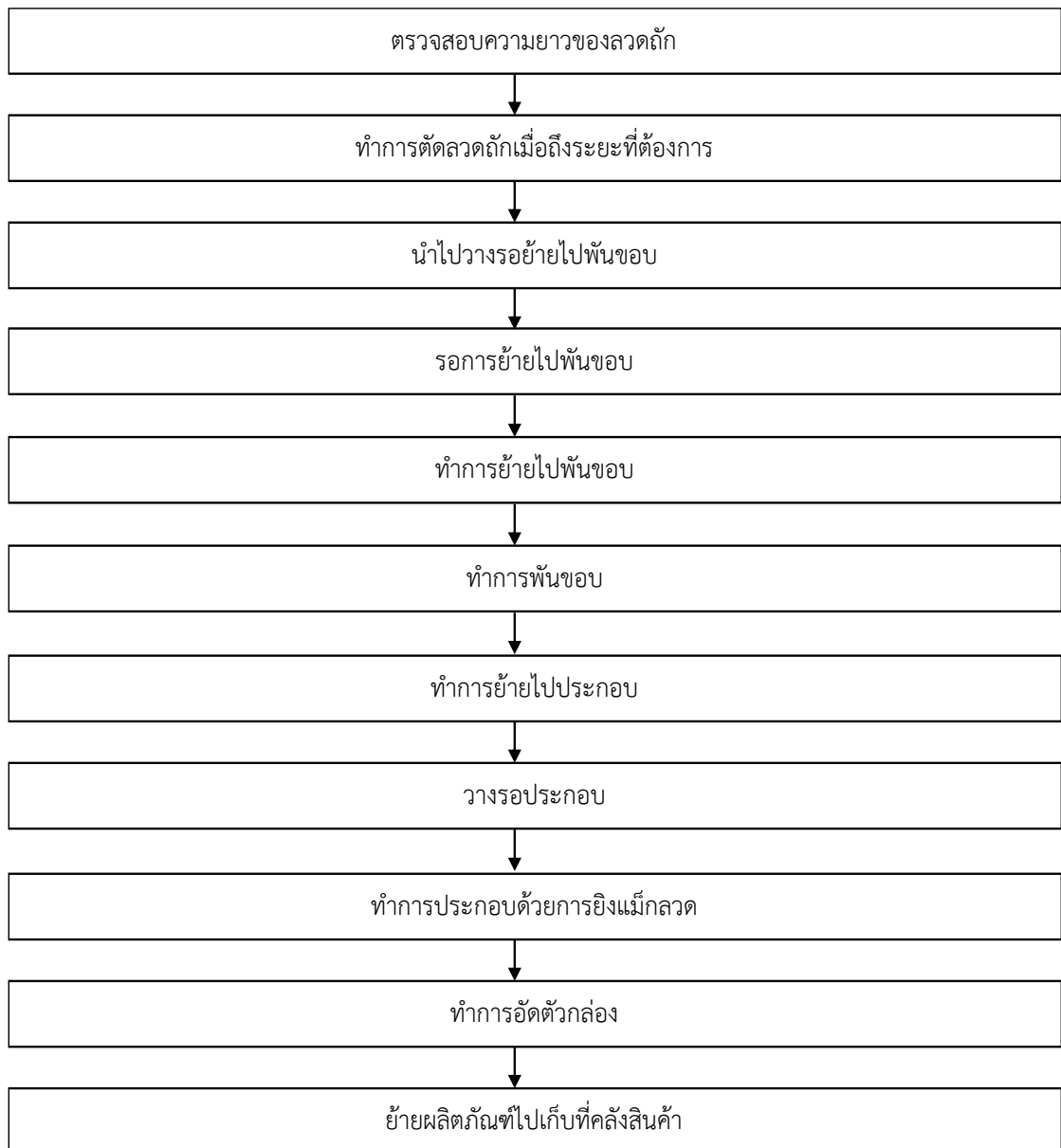


ภาพ 4.1 ภาพผลิตภัณฑ์กล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส

ตาราง 4.1 การแสดงจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบ

ผลิตภัณฑ์	ตัว (ชิ้น)	ฝา (ชิ้น)
แมทเทรส 6X8	1	7
เกเบียน 8X10	1	3
เกเบียน 10X12	1	3

4.1.2 ทำการศึกษากระบวนการผลิตโดยละเอียด โดยสามารถแยกได้ทั้งหมด 11 ขั้นตอน ซึ่ง
จะแสดงกระบวนการผลิต ดังภาพ 4.2



ภาพ 4.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องเมทเทอร์ส

1) ตรวจสอบความยาวของลวดถัก กระบวนการนี้จะทำการตรวจสอบความยาวของลวดถัก เป็นกระบวนการที่คอยวัดระยะลวดที่ได้ออกมาจากเครื่องถักลวด ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ โดยจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดเป็นไม้ที่มีปลายไม้เป็นตะขอ เพื่อเกี่ยวลวดมาร์คตำแหน่งที่นับถึงแล้วไว้ ในกรณีที่ต้องการความยาวมาก ดังภาพ 4.3



ภาพ 4.3 การตรวจสอบความยาวของลวดถัก

2) ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ โดยการใช้ครีมหักลวด โดยปกติแล้ว ถ้าเป็นผืนใหญ่ จะใช้คนตัด 2 คนช่วยกันตัด ถ้าเป็นส่วนของตัวฝาจะใช้ 1 คนในการทำ การตัด ระยะเวลาของตัวฝาจะเร็วกว่าตัวผืนใหญ่มาก และแตกต่างกันไปตามขนาดที่ต้องการ ดังภาพ 4.4



ภาพ 4.4 การตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ

3) นำไปวางร่อย่ายไปพันขอบ เป็นกระบวนการยกตัวผืนใหญ่หรือตัวฝาไปวางกองไว้ หลังจากทำการตัดเรียบร้อยแล้ว โดยปกติตัวผืนใหญ่คนงานจะม้วนแล้วค่อยนำไปคลี่วางเป็นกองไว้ ส่วนตัวผืนเล็กจะทำการวางทันทีหลังจากทำการตัดเสร็จ ทำให้เวลาในการนำไปวางต่างกันออกไป ดังภาพ 4.5



ภาพ 4.5 การนำแผ่นลวดถักไปวางเพื่อรอการขนย้าย

4) รอการย้ายไปพื้นที่พับ เป็นกระบวนการที่คนงานจะรอให้มีลวดถักให้ครบจำนวนตามที่ต้องการ แล้วจึงใช้รถโฟล์คลิฟท์ขนย้ายไปทำการพับขบต่อไป ดังภาพ 4.6



ภาพ 4.6 ลวดถักที่วางรอการขนย้ายไปแผ่นพับขบ

5) ทำการย้ายไปพื้นที่พับ จะใช้รถโฟล์คลิฟท์ในการขนย้ายลวดถักผืนใหญ่ และตัวฝาไปทำการพับขบต่อไป ดังภาพ 4.7



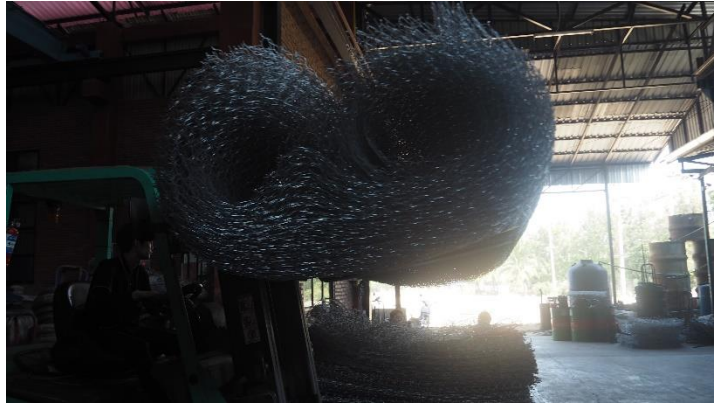
ภาพ 4.7 การใช้รถโฟล์คลิฟท์ในการขนย้ายลวดถักไปทำการพันขอบ

6) ทำการพันขอบ ในกระบวนการนี้เป็นกระบวนการเก็บปลายลวดที่ถูกตัด ซึ่งจะมีร่องรอยการตัดบริเวณขอบของชิ้นงาน จึงต้องทำการพันขอบโดยจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการพันขอบอยู่ และจะมีวิธีการพันขอบอยู่ 2 วิธี สำหรับด้านที่มีหัวเกลียวและไม่มีหัวเกลียว และการพันขอบจะใช้เวลาต่างกัน เนื่องจากระยะเวลาขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของรอยตัดที่ลวดถัก ดังภาพ 4.8



ภาพ 4.8 การพันขอบของลวดถัก

7) ทำการย้ายไปประกอบ โดยส่วนใหญ่การย้ายไปประกอบมักจะใช้รถโฟล์คลิฟท์ในการขนย้าย ขนจากแผ่นกั้นขอบมายังแผ่นกั้นประกอบ ดังภาพ 4.9



ภาพ 4.9 การขนย้ายลวดถักที่พันขอบแล้วมารอทำการประกอบ

8) วางรอประกอบ เมื่อทำการขนย้ายมาแล้ว จะนำการมาวางรอขึ้นส่วนต่าง ๆ มาให้ครบก่อนถึงจะเริ่มทำการประกอบได้ โดยขึ้นส่วนของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ขนาด 2X6X0.3 เมตร จะต้องใช้ตัวกล่อง 1 ชิ้น และตัวฝา 7 ชิ้น กล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร ขนาด 1X2X1 เมตร จะต้องใช้ตัวกล่อง 1 ชิ้น และตัวฝา 3 ชิ้น และกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ขนาด 1X2X0.5 เมตร จะต้องใช้ตัวกล่อง 1 ชิ้น และตัวฝา 3 ชิ้น ดังภาพ 4.10



ภาพ 4.10 ลวดถักที่วางรอทำการประกอบ

9) ทำการประกอบด้วยการยิงแม่กลวด โดยการประกอบจะต้องรอให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ มาให้ครบก่อน จึงจะทำการประกอบได้ โดยการประกอบพนักงานจะทำการประกอบที่หลาย ๆ กล่องพร้อมกัน โดยจะนำมาวางเรียงกัน แล้วค่อยทำการยิงแม่ที่หลัง แล้วจึงพับเก็บ

10) ทำการอัดตัวกล่อง เป็นการนำกล่องที่มีการพับแล้ว มาทำให้ความหนาลดลง โดยการนำเข้าเครื่องอัด แล้วทำการอัดเป็นก้อน ๆ ซึ่งจะทำให้เหมาะกับการขนย้ายมากกว่า และทำให้สามารถจัดเก็บได้มากขึ้น ภาพ 4.11



ภาพ 4.11 การทำการอัดตัวกล่อง

11) ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า เป็นการนำกล่องที่ผ่านการอัด เป็นก้อน ๆ ได้ จำนวนที่ต้องการแล้ว ขนย้ายไปจัดเก็บที่คลังสินค้า ดังภาพ 4.12 โดยใช้รถโฟล์คลิฟท์ในการขนย้าย



ภาพ 4.12 คลังสินค้าที่ใช้เก็บผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

4.1.3 ทำการเก็บข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการ ของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ โดยใช้การจับเวลาโดยตรง แบบย้อนกลับ คือ จะจับเวลาไปที่ลงงานย่อย หรือที่ละขั้นตอนการผลิต โดยจะเริ่มที่งานย่อยนั้นเริ่มทำและจะหยุดเมื่องานย่อยนั้นเสร็จ ทำการจับเวลาเป็นเวลาที่ใช้ต่อชิ้นหรือกล่อง

1) จะทำการจับเวลาในทุก ๆ ขั้นตอนของกระบวนการผลิต เพื่อนำไปหาเวลามาตรฐาน โดยเลือกจับจากพนักงานที่มีความสามารถและเป็นตัวแทนของพนักงานส่วนมากได้ เลือกพนักงานที่มีความชำนาญในงานนั้น ๆ แล้ว แต่มีศักยภาพอยู่ในระดับทั่ว ๆ ไป และบอกพนักงานให้ทำงานเหมือนสภาวะปกติทั่วไป พร้อมบอกเหตุผลให้พนักงานเข้าใจว่าการจับเวลานี้ จะนำไปทำการหาเวลามาตรฐาน และทำการบันทึกข้อมูลไว้ ผู้วิจัยได้ทำการจับเวลาแต่ละขั้นตอน โดยจับเวลา 30 รอบ สำหรับทุกกระบวนการ ซึ่งจะแสดงดังตาราง 4.2 4.3 และ 4.4

2) ทำการจับเวลาการผลิตของแต่ละกระบวนการแบบ Snap back โดยการจับเวลาแบบ Snap back หมายถึงการจับเวลาที่กระบวนการให้เสร็จไปที่กระบวนการ โดยแต่ละกระบวนการจะทำการจับเวลา 30 รอบ เพื่อนำมาหาค่าการกระจายตัวของเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการ โดยจะมีเพียงเวลาที่ขึ้นงานตัว และฝาถูกผลิตออกมาจากเครื่องถัก การประกอบ การอัดตัวกล่อง และทำการขนย้ายไปคลังสินค้า ที่ทำการจับเวลาเป็นรายชิ้น นอกนั้นจะทำการจับเวลาเป็นชุด โดยเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการของ ผลิตภัณฑ์กล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร กล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร และกล่องเกเบี่ยน 10X12 ดังตาราง 4.5 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ

3) ทำการเก็บข้อมูลจำนวนชิ้นที่ทำการขนย้ายในแต่ละชุด ของกระบวนการผลิต กล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร กล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร และกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร โดยแยกเป็นส่วนของตัว และฝา ดังตาราง 4.8

ตาราง 4.2 แสดงการจัดเวลาในกระบวนการผลิตกล่องแม่ทพรส 6X8 เซนติเมตร

งานย่อยที่	เวลา (หน่วย : วินาที)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	217.08	225.20	253.34	254.39	258.34	244.03	162.31	516.53	353.55	198.18	383.46	137.76	199.20	207.40	314.72	175.79	344.10	311.03	347.92	329.35	325.35	328.37	259.93	328.09	248.78	313.52	268.08	254.33	341.84	
2	23.80	35.04	21.32	26.80	22.33	28.11	22.32	19.31	33.64	17.37	16.27	54.33	16.49	13.91	32.79	71.84	38.86	21.86	50.08	23.61	32.11	48.42	24.01	36.39	23.02	53.57	51.65	35.52	23.93	49.53
3	28.15	31.94	36.14	29.42	27.90	27.97	24.73	33.31	31.46	28.36	28.69	24.60	21.54	26.18	23.08	18.66	28.99	28.38	29.55	31.23	25.92	23.80	24.76	27.90	31.00	24.43	28.96	24.83	26.46	26.14
4	604578	696878	6602.03	5833.71	6385.60	6179.24	5933.80	6127.41	7184.15	6719.76	6827.65	6771.79	6326.89	6145.40	7021.08	6713.79	6995.39	6237.38	7112.17	6356.17	5915.89	6313.31	6075.38	6859.14	6048.22	6008.01	6725.72	6537.93	7189.71	6565.88
5	40.49	41.21	40.43	41.06	38.49	41.48	40.76	41.66	42.52	39.99	37.84	41.30	41.65	40.00	37.63	38.48	38.24	39.70	38.76	40.77	38.84	39.89	41.00	42.41	38.86	40.82	41.59	39.77	39.12	38.45
6	614.88	637.33	582.97	599.47	601.72	582.28	575.49	624.22	585.12	602.47	636.82	597.99	643.75	606.73	580.38	630.65	603.12	636.64	645.93	592.02	600.17	594.52	609.32	597.90	642.70	653.45	646.29	642.55	629.27	568.63
7	33.10	32.98	33.27	34.52	36.18	31.93	34.35	34.55	32.47	35.66	35.11	35.19	35.65	31.58	33.13	34.91	32.90	33.83	31.28	34.18	34.23	35.75	34.79	34.93	34.12	34.22	33.60	34.64	32.77	35.64
8	9437.64	8080.34	8140.25	9065.27	7814.31	8953.61	8455.87	8651.85	9344.62	7251.61	8882.98	7978.12	8970.89	8248.23	8288.90	7412.45	8435.72	9073.00	8154.36	7971.85	9197.45	9508.70	7363.14	7345.55	8478.28	9351.45	8900.85	9572.64	7660.22	8382.28
9	210.35	220.50	227.71	214.02	210.25	223.80	225.79	223.80	212.20	212.41	221.89	221.18	225.27	218.94	214.44	227.09	216.71	218.68	216.50	212.69	210.58	227.22	215.53	228.59	229.91	219.02	227.17	219.32	219.56	222.28
10	15.76	15.35	14.96	14.05	14.18	14.54	15.59	15.89	14.17	15.76	15.35	14.96	15.38	15.63	14.28	15.85	15.05	14.37	14.66	14.88	14.74	14.83	15.09	14.73	14.62	15.38	14.18	15.93	14.45	15.00
11	4.14	4.87	4.51	4.20	4.41	4.14	4.98	4.81	4.11	4.75	4.87	4.78	4.46	4.57	4.69	4.49	4.32	4.61	4.44	4.82	4.25	4.58	4.23	4.31	4.75	4.94	4.82	4.75	4.35	4.41

ตาราง 4.3 แสดงการจัดเวลาในกระบวนการผลิตกล่องเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร

งานย่อยที่	เวลา (หน่วย : วินาที)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	68.79	67.91	67.6	55.39	58.64	48.42	51.06	50.3	54.5	59.02	59.95	56.43	111.85	75.4	103.5	79.53	98.61	62.37	66.64	61.84	138.28	85.57	67.46	53.53	68.53	92.08	99.07	88.93	68.99	78.31
2	14.26	15.96	18.18	20.58	21.74	21.81	26.49	25.04	23.14	15.68	19.72	12.27	16.05	25.41	28.73	10.91	10.61	10.96	13.19	10.43	11.33	9.61	15.30	8.21	10.64	12.66	10.50	8.64	11.55	18.67
3	45.56	54.21	38.38	56.21	35.82	50.13	45.24	46.70	32.49	51.28	12.26	73.42	10.17	87.41	11.77	14.10	67.52	15.65	72.43	52.97	57.72	76.47	65.51	80.83	23.69	74.34	29.63	87.38	58.46	28.34
4	6357.22	6781.70	6986.77	6155.04	6566.18	6329.49	6132.41	5755.81	6349.07	6703.95	6954.74	6662.75	6380.93	6065.25	7114.50	5919.69	6817.31	7016.62	6593.88	5801.62	6530.64	6297.90	7170.80	5882.49	6266.48	6890.62	5973.99	6867.65	6298.04	5890.14
5	20.69	21.97	20.72	22.28	21.87	22.08	20.95	22.20	21.76	21.81	21.39	22.14	22.83	20.70	21.27	19.85	20.23	20.78	21.08	21.30	22.06	22.40	22.66	21.66	21.51	20.83	21.93	22.42	21.35	22.21
6	549.68	553.65	520.40	529.16	532.74	534.46	536.81	535.60	534.46	536.24	545.85	538.06	542.83	535.71	532.92	538.88	532.89	543.45	558.80	520.49	549.68	542.75	529.76	523.78	539.28	534.35	548.10	527.56	523.58	522.37
7	18.43	18.79	19.04	18.43	17.22	18.95	18.22	16.86	16.92	17.99	17.86	18.99	17.55	18.63	18.65	18.52	17.54	17.76	17.12	17.40	17.28	19.16	18.17	17.90	18.50	17.98	18.33	18.88	18.91	18.40
8	6926.67	6166.89	6118.02	6776.07	6956.58	6060.76	5801.26	6064.40	6873.32	6642.68	6180.32	6120.27	6051.65	6139.43	5758.51	5737.98	7067.44	6909.93	6832.92	5908.86	6027.64	6674.85	6648.50	5945.53	6429.77	6653.21	5935.21	6241.06	6945.38	6655.92
9	60.01	60.54	63.94	65.69	61.78	62.51	59.41	58.64	64.01	61.27	58.73	62.13	59.32	60.98	64.56	63.17	59.05	60.17	60.56	60.36	65.90	61.57	61.87	64.89	63.90	58.27	64.13	65.31	65.31	65.53
10	15.01	14.83	14.39	15.17	15.79	14.45	14.80	15.98	14.17	14.71	14.38	15.57	14.97	14.39	14.84	15.39	15.06	15.95	14.10	15.74	15.56	15.02	14.89	14.77	15.77	14.38	16.00	14.98	14.10	15.67
11	3.48	3.35	3.35	3.14	3.74	3.53	3.41	3.28	3.74	3.21	3.61	3.03	3.31	3.44	3.58	3.23	3.23	3.11	3.25	3.29	3.36	3.27	3.71	3.63	3.27	3.30	3.06	3.35	3.40	3.45

ตาราง 4.4 แสดงการจัดเวลาในกระบวนการผลิตกล่องสบู่ 10X12 เซนติเมตร

งานย่อยที่	เวลา (หน่วย : วินาที)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	31.71	45.19	28.80	31.85	28.22	33.32	30.38	33.41	29.64	32.48	28.02	75.62	68.60	27.05	25.72	26.84	58.05	27.61	28.28	40.99	43.32	50.20	30.17	33.43	47.36	27.72	55.95	26.37	31.87	29.71
2	13.48	13.37	17.16	13.63	23.67	11.26	25.11	15.16	12.64	11.35	12.82	18.48	13.97	12.01	13.47	13.86	7.53	10.10	14.54	9.23	12.05	10.68	10.32	11.56	11.12	19.72	14.48	11.30	10.77	10.75
3	17.57	12.05	12.91	11.41	13.55	12.94	14.04	10.57	13.10	12.26	14.98	15.54	14.84	16.35	12.64	16.19	15.11	17.37	15.76	14.95	13.20	15.82	10.31	12.25	11.35	14.30	12.92	13.58	12.12	17.11
4	6552.45	6037.66	6581.18	7169.80	6917.49	6897.14	6455.50	5957.25	6618.98	5860.55	5824.54	6869.24	7079.39	6376.92	5782.43	6080.07	6877.19	6750.66	6691.53	7147.15	6512.92	6420.21	6512.42	6213.50	6588.26	5819.56	6976.99	6087.15	6907.39	6852.28
5	21.56	20.84	20.67	20.64	21.26	21.39	22.16	20.91	21.10	21.66	20.20	20.94	20.61	21.24	21.50	21.51	21.09	22.35	22.33	21.16	21.44	21.30	21.39	22.35	22.51	20.79	22.71	21.37	20.82	21.95
6	313.42	290.24	315.87	292.92	288.69	317.46	281.51	321.91	322.38	303.66	304.94	300.24	305.91	321.93	315.83	324.57	320.43	284.86	286.16	326.47	308.49	324.07	321.47	325.66	289.42	314.44	302.41	324.28	307.82	298.82
7	18.82	18.73	19.57	19.19	19.19	18.29	19.11	19.06	18.80	18.98	18.99	18.81	19.42	19.07	19.24	18.87	18.83	19.21	19.32	18.71	18.61	18.58	18.85	19.15	19.42	18.67	19.34	18.74	18.71	19.02
8	8091.66	8572.68	9577.24	8526.99	9491.59	8386.97	8146.05	9274.88	8519.86	8790.33	8052.98	7478.84	8089.58	9354.62	9104.14	7753.26	8299.72	8761.46	9230.90	9582.76	9011.77	9212.88	8108.40	8392.37	9311.06	9194.91	7477.23	8299.24	8711.67	8408.68
9	60.48	65.91	65.92	60.73	58.60	60.60	59.09	65.49	59.24	63.05	62.82	65.18	64.14	63.27	62.27	64.33	59.22	63.57	62.68	62.18	58.97	63.25	66.08	63.67	59.16	64.44	64.51	59.61	62.54	58.79
10	14.07	15.53	15.60	14.17	15.52	14.47	14.25	15.10	14.92	16.00	15.87	15.68	14.66	14.33	14.44	15.67	15.29	15.44	14.40	14.72	15.16	14.77	14.14	15.50	14.95	14.71	14.33	15.53	15.17	14.26
11	3.49	3.14	3.60	3.03	3.25	3.29	3.20	3.58	3.41	3.65	3.40	3.20	3.25	3.36	3.32	3.28	3.14	3.72	3.61	3.17	3.16	3.28	3.01	3.53	3.67	3.66	3.40	3.33	3.51	3.61

ตาราง 4.5 แสดงเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องแม่ทาส 6X8 เซนติเมตร

งานย่อยที่	เวลา (หน่วย : วินาที)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	206.95	292.18	310.80	255.42	356.32	294.33	255.72	569.15	418.65	245.91	428.42	216.69	299.73	255.90	270.59	266.29	411.95	361.27	405.58	402.36	387.38	397.58	377.13	324.22	382.11	326.78	394.12	328.44	304.71	417.51
2	20.93	42.44	14.90	41.59	13.14	15.01	35.05	16.75	31.71	29.97	15.05	38.80	12.05	12.71	27.24	18.02	14.14	42.08	34.00	18.22	33.20	19.62	22.27	14.06	14.52	18.32	13.80	16.37	14.20	12.93
3	395.58	411.58	389.89	376.14	373.59	366.50	378.59	403.07	417.85	400.75	361.33	381.91	383.63	411.74	363.28	371.79	377.88	398.34	382.67	393.03	370.85	375.69	371.98	413.31	401.82	367.47	405.28	378.85	382.58	366.20
4	390.02	392.73	391.95	407.51	371.90	418.02	402.06	403.25	408.43	380.38	368.51	408.10	412.29	375.39	364.57	372.67	366.33	377.40	371.52	395.27	378.27	390.94	408.60	408.98	363.87	408.22	401.10	387.79	376.64	374.92
5	1143.21	1157.82	1195.63	1145.86	1178.42	1183.11	1146.84	1158.24	1188.19	1142.94	1183.51	1193.04	1162.18	1140.70	1192.46	1164.40	1191.87	1150.00	1145.23	1143.00	1143.91	1153.35	1175.94	1196.73	1184.93	1181.30	1174.15	1146.65	1179.62	1144.68
6	851.70	847.35	877.56	845.06	898.86	851.53	842.12	870.64	853.46	876.02	858.40	850.95	874.24	863.12	843.50	875.99	855.68	889.33	860.88	870.17	856.51	892.70	895.66	899.20	895.44	891.77	868.47	884.72	853.84	869.12
7	344.62	324.74	313.69	300.71	347.32	320.05	328.50	336.40	341.68	330.97	322.11	319.92	346.35	306.73	327.63	342.60	347.58	359.77	305.36	344.75	313.76	325.76	330.16	342.71	347.86	352.25	358.83	320.24	350.18	329.31
8	308.79	316.54	325.96	349.98	351.49	303.68	334.28	333.37	301.15	351.88	348.12	350.31	344.30	305.13	317.25	335.61	304.48	311.95	301.43	324.08	339.53	355.64	339.81	335.74	321.82	321.13	309.12	342.40	301.38	352.34
9	210.35	220.50	227.71	214.02	210.25	223.80	225.79	223.80	212.20	212.41	221.89	221.18	225.27	218.94	214.44	227.09	216.71	218.68	216.50	212.69	210.58	227.22	215.53	228.59	229.91	219.02	227.17	219.32	219.56	222.28
10	15.76	15.35	14.96	14.05	14.18	14.54	15.59	15.89	14.17	15.76	15.35	14.96	15.38	15.63	14.28	15.85	15.05	14.37	14.66	14.88	14.74	14.83	15.09	14.73	14.62	15.38	14.18	15.93	14.45	15.00
11	4.14	4.87	4.51	4.20	4.41	4.14	4.98	4.81	4.11	4.75	4.87	4.78	4.46	4.57	4.69	4.49	4.32	4.61	4.44	4.82	4.25	4.58	4.23	4.31	4.75	4.94	4.82	4.75	4.35	4.41

ตาราง 4.6 แสดงเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเบียร์ 8X10 เซนติเมตร

งานย่อยที่	เวลา (หน่วย : วินาที)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	95.90	95.88	129.88	93.93	97.85	91.35	100.09	97.89	98.46	95.40	97.66	95.14	149.42	117.23	161.56	110.17	101.33	94.79	101.41	93.14	170.54	116.36	109.40	78.53	97.21	123.81	126.16	113.42	101.20	117.11
2	13.02	13.23	13.76	13.36	12.89	12.72	13.42	12.32	14.08	11.91	16.51	13.00	13.02	10.54	11.62	12.35	17.62	10.84	11.49	12.55	13.04	13.80	13.10	17.35	13.01	11.69	12.99	12.32	11.61	10.78
3	389.70	404.64	395.12	414.23	399.49	406.28	388.33	411.68	410.54	385.79	409.09	404.85	410.35	388.86	414.54	360.51	373.65	380.68	390.17	384.12	403.38	396.23	406.74	410.06	411.05	372.33	388.06	399.09	413.93	399.92
4	364.78	395.01	361.50	397.37	396.08	397.59	374.66	397.04	383.32	405.42	372.18	400.65	418.98	366.07	363.66	361.34	363.05	375.40	377.61	390.01	399.33	416.39	416.39	380.20	374.37	384.10	407.64	414.91	366.84	406.95
5	930.21	928.32	935.04	925.11	935.63	949.36	923.17	932.13	953.78	917.97	937.23	957.29	951.56	928.73	926.10	950.99	936.06	948.84	903.52	947.72	919.85	938.45	939.79	945.65	938.59	953.23	930.40	920.94	956.73	924.54
6	1019.32	985.45	963.40	987.91	967.74	992.08	1014.63	1008.44	989.09	994.28	1003.42	966.25	1005.65	1010.49	1003.42	1014.01	966.33	996.33	988.90	1010.79	1004.36	989.96	964.32	980.33	976.16	985.36	979.90	1017.55	970.73	968.50
7	310.18	347.01	347.84	311.70	304.41	344.84	353.59	302.04	311.38	357.43	306.85	356.31	304.36	328.13	318.13	329.75	314.47	315.67	325.69	321.69	324.55	350.10	336.67	329.07	337.49	341.04	358.08	349.50	331.22	316.12
8	355.90	337.25	344.90	354.42	320.22	344.29	312.64	310.24	304.58	301.95	339.53	335.95	331.44	347.48	356.48	342.65	322.68	329.01	300.91	311.78	305.53	346.99	325.00	322.48	335.54	315.07	312.47	338.04	354.21	369.82
9	60.01	60.54	63.94	65.69	61.78	62.51	59.41	58.64	64.01	61.27	58.73	62.13	59.32	60.98	64.56	63.17	59.05	60.17	60.56	60.36	65.90	61.57	61.87	64.89	63.90	58.27	64.13	65.31	65.31	65.53
10	15.01	14.83	14.39	15.17	15.79	14.45	14.80	15.98	14.17	14.71	14.38	15.57	14.97	14.39	14.84	15.39	15.06	15.95	14.10	15.74	15.56	15.02	14.89	14.77	15.77	14.38	16.00	14.98	14.10	15.67
11	3.48	3.35	3.35	3.14	3.74	3.53	3.41	3.28	3.74	3.21	3.61	3.03	3.31	3.44	3.58	3.23	3.23	3.11	3.25	3.29	3.36	3.27	3.71	3.63	3.27	3.30	3.06	3.35	3.40	3.45

ตาราง 4.7 แสดงเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร

งานย่อยที่	เวลา (หน่วย : ชั่วโมง)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	106.67	70.61	58.87	56.89	65.44	57.52	69.53	59.14	55.38	56.09	55.82	65.73	97.41	55.41	51.83	56.89	80.69	55.08	58.58	65.17	68.57	76.70	50.80	57.24	69.83	61.74	63.35	51.25	54.76	57.57
2	13.59	13.89	13.06	12.84	14.26	12.81	12.14	12.87	13.19	15.59	20.73	12.09	13.01	12.83	17.17	14.42	12.89	20.13	14.95	11.59	16.13	11.37	13.93	13.50	11.68	13.69	11.48	12.87	12.88	12.83
3	394.45	363.08	371.27	364.82	364.18	417.82	402.73	362.57	373.49	406.43	369.61	394.36	368.88	401.94	387.91	379.33	373.78	410.92	395.10	390.13	376.83	412.78	377.95	408.47	419.22	386.31	404.90	373.32	377.70	376.58
4	389.96	392.03	379.63	384.12	405.06	364.70	402.90	395.01	392.01	383.41	365.44	369.24	379.69	373.01	393.35	401.03	391.57	402.54	414.92	380.09	400.47	366.09	397.93	404.76	400.91	371.13	419.55	401.19	379.13	417.83
5	896.10	885.80	897.84	876.04	856.60	841.68	844.31	861.90	893.77	885.35	862.58	840.45	866.82	879.72	870.00	859.95	853.31	848.84	878.22	875.49	866.94	894.33	885.88	841.07	887.79	893.15	850.78	843.03	850.82	865.42
6	876.15	847.26	869.76	851.81	879.21	875.41	887.02	892.89	878.21	883.75	864.54	886.82	893.04	866.37	875.39	849.20	863.35	850.75	895.70	843.89	890.48	899.18	881.72	889.16	866.55	894.48	852.64	883.11	856.85	871.59
7	333.40	342.25	354.50	350.79	342.91	333.19	358.94	351.31	335.01	347.31	337.23	333.78	351.75	334.45	354.57	356.73	338.69	358.57	351.31	340.47	339.81	340.07	338.56	338.56	352.12	334.74	350.28	351.72	346.37	330.12
8	349.62	339.04	356.88	347.38	354.02	332.07	338.00	342.50	347.54	343.35	351.91	348.73	354.26	357.05	345.89	331.84	345.35	341.46	351.38	339.90	337.29	335.93	346.16	356.08	353.97	343.34	352.86	331.61	335.02	359.04
9	604.8	63.91	65.92	60.73	58.60	60.60	59.09	65.49	59.24	63.05	62.82	65.18	64.14	63.27	62.27	64.33	59.22	63.57	62.68	62.18	58.97	63.25	66.08	63.67	59.16	64.44	64.51	59.61	62.54	58.79
10	14.07	15.53	15.60	14.17	15.52	14.47	14.25	15.10	14.92	16.00	15.87	15.68	14.66	14.33	14.44	15.67	15.29	15.44	14.40	14.72	15.16	14.77	14.14	15.50	14.95	14.71	14.33	15.53	15.17	14.26
11	3.49	3.14	3.60	3.03	3.25	3.29	3.20	3.58	3.41	3.65	3.40	3.20	3.25	3.36	3.32	3.28	3.14	3.72	3.61	3.17	3.16	3.28	3.01	3.53	3.67	3.66	3.40	3.33	3.51	3.61

ตาราง 4.8 การแสดงข้อมูลจำนวนชิ้นในแต่ละชุด ของกระบวนการการผลิตกล่องเกเบี้ยนและกล่องเมทเทรล

จำนวนชุด	จำนวนชุด (ตัว)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ผ้า 6X8	28	29	31	34	35	25	28	29	29	32	26	34	27	31	26	33	28	27	29	30	27	29	31	27	25	34	35	25	30	33
ผ้า 8X10	36	36	41	41	37	43	40	42	37	36	39	42	37	35	42	42	37	43	35	40	40	40	38	37	39	38	36	43	38	43
ผ้า 10X12	39	36	41	35	40	41	42	41	42	34	39	41	36	35	37	41	37	35	38	41	41	43	36	37	36	39	38	41	43	39
ผ้า 6X8	95	102	103	103	95	97	104	102	96	103	97	99	97	100	96	94	99	94	102	98	99	96	102	97	100	96	97	98	97	102
ผ้า 8X10	106	99	97	104	96	100	103	106	104	98	104	96	106	105	98	99	103	101	100	104	97	95	100	95	99	101	100	98	104	99
ผ้า 10X12	104	102	105	101	100	101	101	100	99	98	98	101	104	104	100	100	105	102	102	99	102	103	100	105	101	98	101	104	104	99

4.2 ทำการหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส

4.2.1 จะทำการจับเวลาขั้นต้นในทุก ๆ ขั้นตอนของกระบวนการผลิต และทำการบันทึกข้อมูลไว้ ผู้วิจัยจะทำการจับเวลาขั้นตอน โดยสุ่มเวลา 10 รอบ สำหรับกระบวนการที่มีรอบเวลาน้อยกว่า 2 นาที และสุ่มเวลา 5 รอบ สำหรับกระบวนการที่มีรอบเวลามากกว่า 2 นาที โดยจะไม่ได้รวมเวลารอ โดยจะสุ่มจากเวลาที่ได้จับมา 30 รอบ ในแต่ละกระบวนการ ซึ่งจะแสดงดังตาราง 4.9 4.10 และ 4.11

ตาราง 4.9 การสุ่มค่าเวลาของกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

งานย่อย	เวลา (หน่วย : วินาที)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	217.08	225.20	253.34	254.39	258.34					
2	23.80	35.04	21.32	26.80	22.33	28.11	22.32	19.31	33.64	17.37
3	28.15	31.94	36.14	29.42	27.90	27.97	24.73	33.31	31.46	28.36
4	6045.78	6968.78	6602.03	5833.71	6385.60					
5	40.49	41.21	40.43	41.06	38.49	41.48	40.76	41.66	42.52	39.99
6	614.88	637.33	582.97	599.47	601.72					
7	33.10	32.98	33.27	34.52	36.18	31.93	34.35	34.55	32.47	35.66
8	9437.64	8080.34	8140.25	9065.27	7814.31					
9	210.35	220.50	227.71	214.02	210.25					
10	15.76	15.35	14.96	14.05	14.18	14.54	15.59	15.89	14.17	15.76
11	4.14	4.87	4.51	4.20	4.41	4.14	4.98	4.81	4.11	4.75

ตาราง 4.10 การสุ่มค่าเวลาของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร

งานย่อย	เวลา (หน่วย : วินาที)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	68.79	67.91	67.6	55.39	58.64	48.42	51.06	50.3	54.5	59.02
2	14.26	15.96	18.18	20.58	21.74	21.81	26.49	25.04	23.14	15.68
3	45.56	54.21	38.38	56.21	35.82	50.13	45.24	46.70	32.49	51.28
4	6357.22	6781.70	6986.77	6155.04	6566.18	6329.49	6132.41	5755.81	6349.07	6703.95
5	20.69	21.97	20.72	22.28	21.87	22.08	20.95	22.20	21.76	21.81
6	549.68	553.65	520.40	529.16	532.74					
7	18.43	18.79	19.04	18.43	17.22	18.95	18.22	16.86	16.92	17.99
8	6926.67	6166.89	6118.02	6776.07	6956.38	6060.76	5801.26	6064.40	6873.32	6642.68
9	60.01	60.54	63.94	65.69	61.78	62.51	59.41	58.64	64.01	61.27
10	15.01	14.83	14.39	15.17	15.79	14.45	14.80	15.98	14.17	14.71
11	3.48	3.35	3.35	3.14	3.74	3.53	3.41	3.28	3.74	3.21

ตาราง 4.11 การสุ่มค่าเวลาของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร

งานย่อย	เวลา (หน่วย : วินาที)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	31.71	45.19	28.80	31.85	28.22	33.32	30.38	33.41	29.64	32.48
2	13.48	13.37	17.16	13.63	23.67	11.26	25.11	15.16	12.64	11.35
3	17.57	12.05	12.91	11.41	13.55	12.94	14.04	10.57	13.10	12.26
4	6552.45	6037.66	6581.18	7169.80	6917.49	6897.14	6455.50	5957.25	6618.98	5860.55
5	21.56	20.84	20.67	20.64	21.26	21.39	22.16	20.91	21.10	21.66
6	313.42	290.24	315.87	292.92	288.69					
7	18.82	18.73	19.57	19.19	19.19	18.29	19.11	19.06	18.80	18.98
8	8091.66	8572.68	9577.24	8526.99	9491.59	8386.97	8146.05	9274.88	8519.86	8790.33
9	60.48	63.91	65.92	60.73	58.60	60.60	59.09	65.49	59.24	63.05
10	14.07	15.53	15.60	14.17	15.52	14.47	14.25	15.10	14.92	16.00
11	3.49	3.14	3.60	3.03	3.25	3.29	3.20	3.58	3.41	3.65

นำเวลาที่ได้อ้อมมา มาทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและพิสัยแต่ละขั้นตอน เพื่อทำการประมาณจำนวนรอบที่ต้องจับเวลาเพิ่ม จากตาราง 4.9 4.10 และ 4.11 นำข้อมูลที่ได้มาแสดงตัวอย่างการคำนวณเวลาเฉลี่ยและหาค่าพิสัยได้ดังนี้

ตัวอย่าง การคำนวณขั้นตอนการตรวจสอบความยาวของลวดถักของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

ข้อมูลเวลา 217.08, 225.20, 253.34, 254.39 และ 258.34

ค่าเฉลี่ย = ผลรวมของเวลาทั้งหมด/จำนวนรอบในการจับเวลา

$$= (217.08 + 225.20 + 253.34 + 254.39 + 258.34)/5$$

$$= 241.67 \text{ วินาที}$$

ค่าพิสัย = ค่าเวลามากที่สุด - ค่าเวลาน้อยที่สุด

$$= 258.34 - 217.08$$

$$= 41.26 \text{ วินาที}$$

ซึ่งรายละเอียดข้อมูลเวลาเฉลี่ยในขั้นตอนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส ซึ่งแสดงดังตาราง 4.12 4.13 และ 4.14

ตาราง 4.12 แสดงข้อมูลเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

งานย่อยที่	ข้อมูลเวลา (หน่วย วินาที)					
	ขั้นตอนย่อย	Max	Min	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าพิสัย (R)	$R/\bar{X}$
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	258.34	217.08	241.67	41.26	0.17
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	35.04	17.37	25.00	17.67	0.71
3	นำไปวางรอย้ายไปพันขอบ	36.14	24.73	29.94	11.41	0.38
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	42.52	38.49	40.81	4.03	0.10
6	ทำการพันขอบ	637.33	582.97	607.27	54.36	0.09
7	ทำการย้ายไปประกอบ	36.18	31.93	33.90	4.26	0.13
9	ทำการประกอบด้วยการยิงแม่กลวด	227.71	210.25	216.57	17.46	0.08
10	ทำการอัดตัวกล่อง	15.89	14.05	15.03	1.84	0.12
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	4.98	4.11	4.49	0.87	0.19

ตาราง 4.13 แสดงข้อมูลเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร

งานย่อยที่	ข้อมูลเวลา (หน่วย วินาที)					
	ขั้นตอนย่อย	Max	Min	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าพิสัย (R)	$R/\bar{X}$
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	68.79	48.42	58.16	20.37	0.35
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	26.49	14.26	20.29	12.23	0.60
3	นำไปวางรอย้ายไปพันขอบ	56.21	32.49	45.60	23.73	0.52
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	22.28	20.69	21.63	1.59	0.07
6	ทำการพันขอบ	553.65	520.40	537.13	33.25	0.06
7	ทำการย้ายไปประกอบ	19.04	16.86	18.09	2.18	0.12
9	ทำการประกอบด้วยการยิงแม่กลวด	65.69	58.64	61.78	7.05	0.11
10	ทำการอัดตัวกล่อง	15.98	14.17	14.93	1.82	0.12
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	3.74	3.14	3.42	0.60	0.18

ตาราง 4.14 แสดงข้อมูลเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร

งานย่อยที่	ข้อมูลเวลา (หน่วย วินาที)					
	ขั้นตอนย่อย	Max	Min	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าพิสัย (R)	$R/\bar{X}$
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	45.19	28.22	32.50	16.97	0.52
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	25.11	11.26	15.68	13.85	0.88
3	นำไปวางรอย้ายไปพันขอบ	17.57	10.57	13.04	7.00	0.54
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	22.16	20.64	21.22	1.51	0.07
6	ทำการพันขอบ	315.87	288.69	300.23	27.18	0.09
7	ทำการย้ายไปประกอบ	19.57	18.29	18.98	1.28	0.07
9	ทำการประกอบด้วยการยิงแม่กลวด	65.92	58.60	61.71	7.32	0.12
10	ทำการอัดตัวกล่อง	16.00	14.07	14.96	1.92	0.13
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	3.65	3.03	3.36	0.62	0.19

จากผลการคำนวณพบว่า ขั้นตอนพันขอบของทุกผลิตภัณฑ์ใช้เวลามากที่สุด และได้ทำการนำกระบวนการผลิตที่มีค่าพิสัยมากที่สุดของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยนำค่าพิสัยของแต่ละกระบวนการหารด้วยค่าเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการ แล้วนำไปหาจำนวนรอบโดยประมาณ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำการเทียบค่าแล้วปรากฏว่า ไม่ต้องทำการจับเวลาเพิ่ม จึงนำเวลาที่จับจากแต่ละกระบวนการ 30 รอบ มาทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ย จากตาราง 4.2 4.3 และ 4.4 นำข้อมูลที่ได้มาแสดงตัวอย่างการคำนวณเวลาเฉลี่ย ได้ดังนี้

ตัวอย่าง การคำนวณขั้นตอนการตรวจสอบความยาวของลวดถักของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

ข้อมูลเวลา 217.08 225.20 253.34 254.39 258.34 244.03 162.31 516.53 353.55 198.18 383.46 137.76 199.20 207.4 214.72 175.79 344.10 311.03 347.92 347.52 329.35 325.35 328.37 259.93 328.09 248.78 313.52 268.08 254.33 และ 341.84

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าเฉลี่ย} &= \text{ผลรวมของเวลาทั้งหมด/จำนวนรอบในการจับเวลา} \\
 &= (217.08 + 225.20 + 253.34 + 254.39 \\
 &\quad + 258.34 + 244.03 + 162.31 + 516.53 + 353.55 \\
 &\quad + 198.18 + 383.46 + 137.76 + 199.20 + 207.40 \\
 &\quad + 214.72 + 175.79 + 344.10 + 311.03 + 347.92 \\
 &\quad + 347.52 + 329.35 + 325.35 + 328.37 + 259.93 \\
 &\quad + 328.09 + 248.78 + 313.52 + 268.08 + 254.33 \\
 &\quad + 341.84)/30 \\
 &= 278.32 \text{ วินาที}
 \end{aligned}$$

ซึ่งรายละเอียดข้อมูลเวลาเฉลี่ยในขั้นตอนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่อง
แมทเทรส ซึ่งแสดงดังตาราง 4.15 4.16 และ 4.17

ตาราง 4.15 แสดงข้อมูลเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

งานย่อยที่	ข้อมูลเวลา (หน่วย วินาที)	
	ขั้นตอนย่อย	ค่าเฉลี่ย
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	278.32
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	32.27
3	นำไปวางรอย้ายไปพันขอบ	27.48
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	40.11
6	ทำการพันขอบ	612.43
7	ทำการย้ายไปประกอ	34.05
9	ทำการประกอด้วยการยิงแม่กลวด	219.78
10	ทำการอัดตัวกล่อง	14.99
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	4.55

ตาราง 4.16 แสดงข้อมูลเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร

งานย่อยที่	ข้อมูลเวลา (หน่วย วินาที)	
	ขั้นตอนย่อย	ค่าเฉลี่ย
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	73.28
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	16.24
3	นำไปวางรอย้ายไปพันขอบ	48.54
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	21.57
6	ทำการพันขอบ	536.47
7	ทำการย้ายไปประกอ	18.15
9	ทำการประกอด้วยการยิงแม่กลวด	62.12
10	ทำการอัดตัวกล่อง	15.03
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	3.37

ตาราง 4.17 แสดงข้อมูลเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องเบียร์ 10X12 เซนติเมตร

งานย่อยที่	ข้อมูลเวลา (หน่วย วินาที)	
	ขั้นตอนย่อย	ค่าเฉลี่ย
1	ตรวจสอบความยาวของขวด	36.26
2	ทำการตัดขวดถึงระยะ	13.52
3	นำไปวางรอยย่นไปพันขอบ	13.90
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	21.39
6	ทำการพันขอบ	308.54
7	ทำการย้ายไปประกอบ	18.98
9	ทำการประกอบด้วยการยิงแม่กลวด	62.26
10	ทำการอัดตัวกล่อง	14.95
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	3.38

จากผลการคำนวณพบว่า ขั้นตอนพันขอบของทุกผลิตภัณฑ์ใช้เวลามากที่สุด

4.2.2 ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน เพื่อนำมาคำนวณหาเวลาปกติของแต่ละขั้นตอน ซึ่งในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานนั้น จะใช้วิธีระบบของ Westing House โดยยึดปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทำงาน 4 ประการ คือ

1. ทักษะ (Skill) คือ ความสามารถในการทำงานตามวิธีที่กำหนดให้
2. ความพยายาม (Effort) คือ ความพยายามความตั้งใจที่จะทำงาน
3. ความสม่ำเสมอ (Consistency) คือ ความสม่ำเสมอในการใช้เวลาในการทำงาน

แต่ละรอบ

4. สภาพแวดล้อมการทำงาน (Condition) คือ สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ที่ทำงานที่มีผลต่อการทำงาน เช่น ความร้อนแสงสว่างความชื้นเสียง เป็นต้น ค่าคะแนนของปัจจัยทั้ง 4 นี้ถูกกำหนดเอาไว้แล้วในขณะบันทึกเวลาการทำงาน ก็จะประเมินคะแนนของปัจจัยเหล่านี้ด้วย ค่าคะแนนที่กำหนดแสดงในตาราง 4.18

ตาราง 4.18 แสดงค่า Performance Rating

Skill			Effort		
0.15	A1	Superskill	0.13	A1	Superskill
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excellent	0.10	B1	Excellent
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Good	0.05	C1	Good
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2		-0.17	F2	
Conditions			Consistency		
0.06	A	Idel	0.04	A	Perfect
0.04	B	Excellent	0.03	B	Excellent
0.02	C	Good	0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Far	-0.02	E	Far
-0.07	F	Poor	-0.04	F	Poor

จากการศึกษากระบวนการทำงานของพนักงาน ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงาน
 ของพนักงาน โดยทำการสอบถามถึงพฤติกรรมของพนักงานที่ทำการสังเกตจากหัวหน้างาน
 และประเมินร่วมกับการสังเกตของผู้วิจัยร่วมด้วย ซึ่งผลที่ได้ดังตาราง 4.19 4.20 และ 4.21

ตาราง 4.19 แสดงการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่ทำการผลิตกล่อง
แม่ทเทรต 6X8 เซนติเมตร

ลำดับ	ขั้นตอนย่อย	การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน		
		ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ผลการประเมิน	ค่าคะแนน
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	Skill	C1	0.06
		Effort	C2	0.03
		Condition	C	0.02
		Consistency	C	0.01
		Total		
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	Skill	C1	0.06
		Effort	C2	0.03
		Condition	C	0.02
		Consistency	C	0.01
		Total		
3	นำไปวางรอย้ายไปพันขอบ	Skill	D	0.00
		Effort	D	0.00
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	D	0.00
		Consistency	D	0.01
		Total		
6	ทำการพันขอบ	Skill	B1	0.11
		Effort	B1	0.11
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
7	ทำการย้ายไปประกอบ	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
9	ทำการประกอบด้วยกรยึงแม่กลวด	Skill	B2	0.08
		Effort	B2	0.08
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
10	ทำการอัดตัวกล่อง	Skill	C1	0.06
		Effort	C2	0.03
		Condition	C	0.02
		Consistency	C	0.01
		Total		
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		

ตาราง 4.20 แสดงการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่ทำการผลิตกล่องเบียร์
8X10 เซนติเมตร

ลำดับ	ขั้นตอนย่อย	การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน		
		ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ผลการประเมิน	ค่าคะแนน
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	C	0.02
		Consistency	C	0.01
		Total		
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	C	0.02
		Consistency	C	0.01
		Total		
3	นำไปวางรอย้ายไปพันขอบ	Skill	D	0.00
		Effort	D	0.00
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	D	0.00
		Consistency	D	0.01
		Total		
6	ทำการพันขอบ	Skill	B2	0.08
		Effort	B2	0.08
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
7	ทำการย้ายไปประกอบ	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
9	ทำการประกอบด้วยกรยิงแม่กลวด	Skill	C1	0.06
		Effort	C1	0.06
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
10	ทำการอัดตัวกล่อง	Skill	C1	0.06
		Effort	C2	0.03
		Condition	C	0.02
		Consistency	C	0.01
		Total		
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		

ตาราง 4.21 แสดงการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่ทำการผลิตกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร

ลำดับ	ขั้นตอนย่อย	การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน		
		ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ผลการประเมิน	ค่าคะแนน
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	C	0.02
		Consistency	C	0.01
		Total		
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	C	0.02
		Consistency	C	0.01
		Total		
3	นำไปวางรอย้ายไปพันขอบ	Skill	D	0.00
		Effort	D	0.00
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	D	0.00
		Consistency	D	0.01
		Total		
6	ทำการพันขอบ	Skill	B2	0.08
		Effort	B2	0.08
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
7	ทำการย้ายไปประกบ	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
9	ทำการประกอบด้วยการยิงแม่กลวด	Skill	C1	0.06
		Effort	C1	0.06
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		
10	ทำการอัดตัวกล่อง	Skill	C1	0.06
		Effort	C2	0.03
		Condition	C	0.02
		Consistency	C	0.01
		Total		
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	Skill	C2	0.03
		Effort	C2	0.03
		Condition	D	0.00
		Consistency	C	0.01
		Total		

หลังจากทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานแล้ว จะนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากตาราง 4.15 4.16 และ 4.17 และผลการประเมินประสิทธิภาพของพนักงานจากตาราง 4.19 4.20 และ 4.21 มาคำนวณหาเวลาปกติ ซึ่งตัวอย่างการคำนวณหาเวลาปกติ มีดังนี้

ตัวอย่าง การคำนวณเวลาปกติของขั้นตอนตรวจสอบความยาวของลวดถักกล่องเกเบียน 6X8 เซนติเมตร

Rating Factor

Skill = C1 + 0.06

Effort = C2 + 0.03

Condition = C + 0.02

Consistency = C + 0.01

Total = + 0.12

ค่า + 0.12 จะนำไปรวมกับ 1 ซึ่งจะได้เป็นประสิทธิภาพในการทำงาน = 112 เปอร์เซ็นต์

เวลาปกติ = เวลาเฉลี่ย X Rating Factor

= 278.32 X 112 เปอร์เซ็นต์

= 311.71 วินาที

ซึ่งผลการคำนวณเวลาปกติของขั้นตอนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส มีรายละเอียดแสดงดังตาราง 4.22 4.23 และ 4.24

ตาราง 4.22 แสดงข้อมูลเวลาปกติของกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ก่อนปรับปรุง

งานย่อยที่	ขั้นตอนย่อย	เวลาเฉลี่ย (Selected Time) (วินาที)	ประสิทธิภาพในการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	เวลาปกติของแต่ละงานย่อย (วินาที)
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	278.32	112	311.71
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	32.27	112	36.15
3	นำไปวางรอยย่นไปพันขอบ	27.48	101	27.76
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	40.11	107	42.91
6	ทำการพันขอบ	612.43	123	753.29
7	ทำการย้ายไปประกบ	34.05	107	36.43
9	ทำการประกบด้วยการยิงแม็กลวด	219.78	117	257.14
10	ทำการอัดตัวกล่อง	14.99	112	16.79
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	4.55	107	4.86
รวมเวลา		1263.97		1487.04

ตาราง 4.23 แสดงข้อมูลเวลาปกติของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ก่อนปรับปรุง

งานย่อยที่	ขั้นตอนย่อย	เวลาเฉลี่ย (Selected Time) (วินาที)	ประสิทธิภาพในการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	เวลาปกติของแต่ละงานย่อย (วินาที)
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	73.28	109	79.88
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	16.24	109	17.70
3	นำไปวางรอยย่นไปพันขอบ	48.54	101	49.02
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	21.57	107	23.07
6	ทำการพันขอบ	536.47	117	627.67
7	ทำการย้ายไปประกบ	18.15	107	19.42
9	ทำการประกบด้วยการยิงแม็กลวด	62.12	113	70.19
10	ทำการอัดตัวกล่อง	15.03	112	16.83
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	3.37	107	3.61
รวมเวลา		794.76		907.39

ตาราง 4.24 แสดงข้อมูลเวลาปกติของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร
ก่อนปรับปรุง

งานย่อยที่	ขั้นตอนย่อย	เวลาเฉลี่ย (Selected Time) (วินาที)	ประสิทธิภาพในการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	เวลาปกติของแต่ละงานย่อย (วินาที)
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	36.26	109	39.53
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	13.52	109	14.74
3	นำไปวางรอยย่นไปพันขอบ	13.90	101	14.04
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	21.39	107	22.89
6	ทำการพันขอบ	308.54	117	361.00
7	ทำการย้ายไปประกอบ	18.98	107	20.31
9	ทำการประกอบด้วยการยิงเม็กลวด	62.26	113	70.35
10	ทำการอัดตัวกล่อง	14.95	112	16.75
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	3.38	107	3.61
รวมเวลา		493.19		563.21

จากการคำนวณเวลาปกติรวมของขั้นตอนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส มีเวลาปกติรวม 1487.04 วินาที สำหรับกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เวลาปกติรวม 907.39 วินาที สำหรับกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร และเวลาปกติรวม 563.21 วินาที สำหรับกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร

4.2.3 จากการศึกษากระบวนการผลิต ผู้วิจัยได้ทำการประมาณเวลาลดหย่อนของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส ซึ่งจะมีหลักการในการประเมินดังนี้

การหาเวลามาตรฐานจะต้องบวกเวลาลดหย่อนให้กับเวลาปกติด้วย ซึ่งแบ่งออกได้เป็น

1) ความลดหย่อนล่าช้า (Delay Allowance) สามารถแบ่งออกได้อีก 2 แบบ คือ
ก) แบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable Delays) เกิดได้ทุกขณะ และไม่สามารถคาดเดาได้ เช่น เครื่องจักรเสีย วัสดุเสื่อมสภาพ พนักงานไม่พร้อมจับพลัน หรืออุปสรรคบางอย่าง เป็นต้น

ข) แบบหลีกเลี่ยงได้ (Avoidable Delays) เกิดจากการทำงาน เช่น การปรับเครื่องจักร, การทำความสะอาด หรือการเปลี่ยนเครื่องมือ เป็นต้น สามารถหลีกเลี่ยงได้หากมีการจัดลำดับการทำงานที่ดี หรือมีอุปกรณ์พิเศษมาช่วยในการทำงาน

2) ความลดหย่อนส่วนตัว (Personal Allowance) เกิดจากความต้องการของพนักงาน เช่น ต้องการหยุดพัก การไปห้องน้ำ การดื่มน้ำ ต้องพิจารณาสภาพการทำงานประกอบ โดยทั่วไปแล้วเวลาลดหย่อนส่วนตัวจะคิดให้ประมาณร้อยละ 2 - 5 ต่อการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือประมาณ 10-24 นาที ในงานที่ค่อนข้างหนัก หรืองานในที่ร้อนอาจจะเพิ่มให้มากกว่าร้อยละ 5 ก็ได้

3) ความลดหย่อนเนื่องจากความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) เวลาลดหย่อนประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน, ความแข็งแรงของพนักงาน, ระยะเวลาในการทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน เมื่อทำงานหนัก หรือทำงานภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีความร้อนสูง ความชื้น ฝุ่นละออง และเสียงอีกทีก็ ทำให้ร่างกายต้องการพักผ่อน เพื่อให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติ โดยปกติแล้วจะมีค่าพื้นฐานในการทำงานอยู่ที่ร้อยละ 4 และส่วนอื่น ๆ จะถูกแสดงดังตาราง 4.25

ตาราง 4.25 เวลาเพื่อส่วนอื่น ๆ ของความลดหย่อนเนื่องจากความเมื่อยล้า

Allowance			Men (เปอร์เซ็นต์)	Women (เปอร์เซ็นต์)
Standing Allowance			2	4
Weight Allowance :				
Weight Encountered :	5		0	1
	10		1	2
	20		3	4
	40		9	13
	50		13	20 (max)
	70		22	-
Bad Light :			2	2
Heat & Humidity				
Cooling Power (Kata Thermometer)	12 or More		0	
	10		3	
	8		10	
	6		21	
Fine or Exacting Work			2	2
Noise Level :				
Intermittent, loud			2	2
Intermittent, very loud			5	5
Mental strain :				
Fairly complex			1	1
Very complex			8	8
Monotony :				
Medium			1	1
High			4	4

หลังจากทำการประเมินแล้วจะได้ค่าเวลาลดหย่อนเป็นร้อยละ โดยผู้วิจัยได้ทำการประเมินร่วมกับหัวหน้างาน ซึ่งแสดงไว้ดังตาราง 4.26

ตาราง 4.26 การหาเวลาลดหย่อนในกระบวนการผลิตกล่องเก็บและกล่องแม่เทอร์ส

งานย่อยที่	ขั้นตอนย่อย	6X8 (เปอร์เซ็นต์)	8X10 (เปอร์เซ็นต์)	10X12 (เปอร์เซ็นต์)
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	21	21	21
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	21	21	21
3	นำไปวางรอยย่นไปพันขอบ	18	18	18
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	10	10	10
6	ทำการพันขอบ	17	17	17
7	ทำการย้ายไปประกอบ	10	10	10
9	ทำการประกอบด้วยการยิงแม่กลวด	18	18	18
10	ทำการอัดตัวกล่อง	19	19	19
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	10	10	10

หลังจากทำการคำนวณเวลาปกติออกมาแล้ว จะนำเวลาปกติจากตาราง 4.22 4.23 และ 4.24 ไปทำการคำนวณเป็นเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส ซึ่งตัวอย่างการคำนวณหาเวลามาตรฐาน มีดังนี้

ตัวอย่าง การคำนวณเวลามาตรฐานของขั้นตอนตรวจสอบความยาวลวดถักกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\text{เวลาลดหย่อน} &= 21 \text{ เปอร์เซนต์} \\ \text{เวลามาตรฐาน} &= \text{เวลาปกติ} \times (1 + \text{เวลาลดหย่อน}) \\ &= 311.71 \times (1 + 0.21) \\ &= 377.17 \text{ วินาที} = 6.29 \text{ นาที}\end{aligned}$$

ซึ่งผลการคำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส มีรายละเอียดแสดงดังตาราง 4.27 4.28 และ 4.29

ตาราง 4.27 แสดงข้อมูลเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ก่อนทำการปรับปรุง

งานย่อยที่	ขั้นตอนย่อย	เวลาปกติของแต่ละงานย่อย (วินาที)	เวลาลดหย่อน (เปอร์เซ็นต์)	เวลามาตรฐาน (นาที)
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	311.71	21	6.29
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	36.15	21	0.73
3	นำไปวางรอยย่นไปพันขอบ	27.76	18	0.55
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	42.91	10	0.79
6	ทำการพันขอบ	753.29	17	14.69
7	ทำการย้ายไปประกบ	36.43	10	0.67
9	ทำการประกบด้วยการอิงแม่กลวด	257.14	18	5.06
10	ทำการอัดตัวกล่อง	16.79	19	0.33
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	4.86	10	0.09
รวมเวลา		1487.04		29.18

ตาราง 4.28 แสดงข้อมูลเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ก่อนทำการปรับปรุง

งานย่อยที่	ขั้นตอนย่อย	เวลาปกติของแต่ละงานย่อย (วินาที)	เวลาลดหย่อน (เปอร์เซ็นต์)	เวลามาตรฐาน (นาที)
1	ตรวจสอบความยาวของลวดถัก	79.88	21	1.61
2	ทำการตัดลวดถักเมื่อถึงระยะ	17.70	21	0.36
3	นำไปวางรอยย่นไปพันขอบ	49.02	18	0.96
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	23.07	10	0.42
6	ทำการพันขอบ	627.67	17	12.24
7	ทำการย้ายไปประกบ	19.42	10	0.36
9	ทำการประกบด้วยการอิงแม่กลวด	70.19	18	1.38
10	ทำการอัดตัวกล่อง	16.83	19	0.33
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	3.61	10	0.07
รวมเวลา		907.39		17.73

ตาราง 4.29 แสดงข้อมูลเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร
ก่อนทำการปรับปรุง

งานย่อยที่	ขั้นตอนย่อย	เวลาปกติของแต่ละงานย่อย (วินาที)	เวลาลดหย่อน (เปอร์เซ็นต์)	เวลามาตรฐาน (นาที)
1	ตรวจสอบความยาวของลวดดัก	39.53	21	0.80
2	ทำการตัดลวดดักเมื่อถึงระยะ	14.74	21	0.30
3	นำไปวางรอยย่นไปพันขอบ	14.04	18	0.28
5	ทำการย้ายไปพันขอบ	22.89	10	0.42
6	ทำการพันขอบ	361.00	17	7.04
7	ทำการย้ายไปประกอบ	20.31	10	0.37
9	ทำการประกอบด้วยการยิงเม็กลวด	70.35	18	1.38
10	ทำการอัดตัวกล่อง	16.75	19	0.33
11	ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	3.61	10	0.07
รวมเวลา		563.21		10.98

จากการคำนวณเวลามาตรฐานรวมของขั้นตอนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส มีเวลามาตรฐานรวม 29.18 นาที สำหรับกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เวลามาตรฐานรวม 17.73 นาที สำหรับกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร และเวลามาตรฐานรวม 10.98 นาที สำหรับกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร

4.3 การสร้างแบบจำลองสายการผลิตก่อนการปรับปรุง

4.3.1 การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Input Analyzer ในการนำข้อมูลของช่วงเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิตมาใช้ในโปรแกรมอาร์เอนา (Arena) ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จะใช้เวลาจริงที่ได้จากการจับเวลานำมาหาการกระจายตัวของเวลาในแต่ละกระบวนการ เพราะเวลาจริงที่ได้จากการจับเวลานั้นเป็นเวลาที่เกิดขึ้นจริงในสายการผลิตซึ่งจะส่งผลต่อผลลัพธ์ที่ได้หลังจากทำการสร้างแบบจำลอง จึงจำเป็นต้องใช้เวลาจริงที่ไม่ผ่านการคำนวณใด ๆ มาก่อนหน้า เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาใกล้เคียงค่าความเป็นจริงมากที่สุด มีความสำคัญอย่างมากที่ผู้วิเคราะห์ต้องเลือกรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลที่ต้องการ ในส่วนของโครงการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการใช้โปรแกรม Input Analyzer เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล อย่างไรก็ตามการใช้คำสั่ง Fit all นั้นยังไม่สามารถทำให้ทราบว่าข้อมูลเหล่านั้นสามารถนำมาหาค่าการแจกแจงได้หรือไม่ จนกว่าจะได้ทำการทดสอบโดยค่า P-value ที่ได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม Input Analyzer โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้กับข้อมูลเชิงคุณภาพ หรือข้อมูลเชิงปริมาณที่แบ่งเป็นช่วง และข้อมูลไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงแบบปกติ โดยตัวเลขที่นำมาวิเคราะห์ในทดสอบไคสแควร์เป็นความถี่ของแต่ละระดับของตัวแปรที่ต้องการศึกษา ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบความถูกต้องของการกระจายตัวในช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หรือที่ค่า P-Value มากกว่า 0.05 จึงจะสรุปได้ว่าข้อมูลชุดนั้นสามารถนำมาใช้ในแบบจำลองสถานการณ์ได้ ดังตาราง 4.30 4.31 4.32 และ 4.33

ตาราง 4.30 รูปแบบการแจกแจงของเวลาในแต่ละกระบวนการของกล่องแมทเทรส 6X8
เซนติเมตร

กระบวนการ	รูปแบบการแจกแจง	P-Value
ตัวกล่องจากเครื่องถัก	$206 + 223 * \text{BETA}(0.973, 0.776)$	0.175
ฝากล่องจากเครื่องถัก	$12 + \text{EXPO}(10.4)$	0.29
ขนย้ายตัวกล่องไปพันขอบ	$363 + 55 * \text{BETA}(0.785, 1.04)$	0.117
ขนย้ายฝากล่องไปพันขอบ	$363 + 56 * \text{BETA}(0.843, 0.955)$	0.677
พันขอบตัวกล่อง	$1.14\text{e}+003 + 57 * \text{BETA}(0.683, 0.775)$	0.338
พันขอบฝากล่อง	$842 + 58 * \text{BETA}(0.735, 0.811)$	0.263
ขนย้ายตัวกล่องไปประกอบ	$\text{TRIA}(300, 342, 360)$	0.34
ขนย้ายฝากล่องไปประกอบ	$301 + 55 * \text{BETA}(0.628, 0.71)$	0.58
ประกอบกล่อง	$\text{UNIF}(210, 230)$	> 0.75
ทำการตัวอัดกล่อง	$14 + 2 * \text{BETA}(0.992, 1.02)$	> 0.75
ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	$4.02 + 0.98 * \text{BETA}(1.31, 1.13)$	0.555

ตาราง 4.31 รูปแบบการแจกแจงของเวลาในแต่ละกระบวนการของกล่องเกเบี่ยน 8X10
เซนติเมตร

กระบวนการ	รูปแบบการแจกแจง	P-Value
ตัวกล่องจากเครื่องถัก	$\text{TRIA}(78, 93.6, 130)$	0.0807
ฝากล่องจากเครื่องถัก	$\text{TRIA}(10.2, 13.2, 14.4)$	0.405
ขนย้ายตัวกล่องไปพันขอบ	$360 + 55 * \text{BETA}(1.59, 0.747)$	0.313
ขนย้ายฝากล่องไปพันขอบ	$361 + 58 * \text{BETA}(0.644, 0.759)$	0.293
พันขอบตัวกล่อง	$903 + 55 * \text{BETA}(1.86, 1.22)$	0.23
พันขอบฝากล่อง	$963 + 57 * \text{BETA}(0.821, 0.89)$	0.74
ขนย้ายตัวกล่องไปประกอบ	$302 + 57 * \text{BETA}(0.744, 0.801)$	0.676
ขนย้ายฝากล่องไปประกอบ	$300 + 57 * \text{BETA}(0.922, 0.814)$	0.294
ประกอบกล่อง	$58 + 8 * \text{BETA}(0.89, 0.84)$	> 0.75
ทำการตัวอัดกล่อง	$14 + 2 * \text{BETA}(0.94, 0.891)$	0.152
ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	$\text{TRIA}(3, 3.3, 3.69)$	0.451

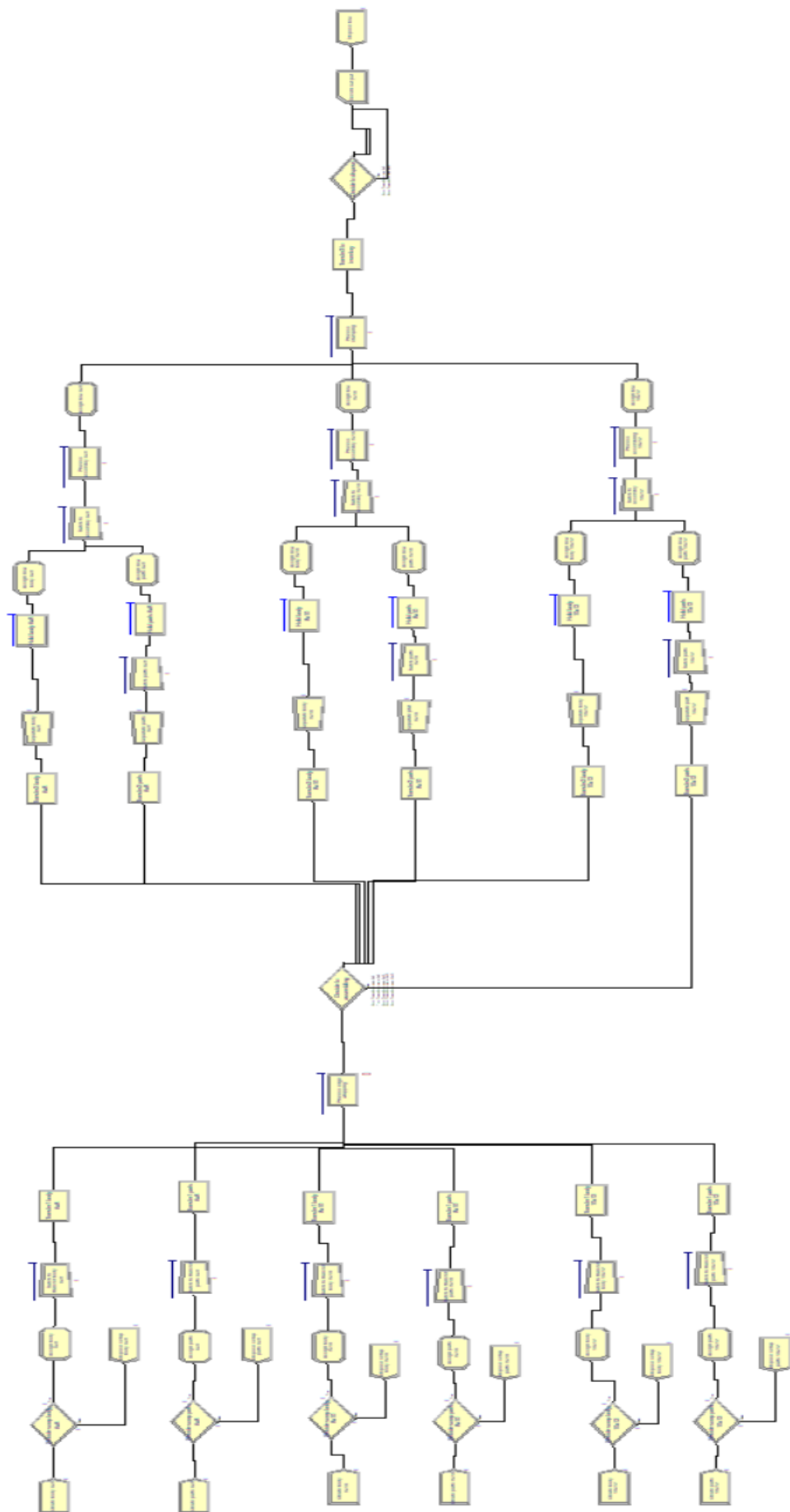
ตาราง 4.32 รูปแบบการแจกแจงของเวลาในแต่ละกระบวนการของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร

กระบวนการ	รูปแบบการแจกแจง	P-Value
ตัวกล่องจากเครื่องถัก	$50 + \text{EXPO}(12.2)$	0.577
ฝากล่องจากเครื่องถัก	$\text{TRIA}(11, 13, 15)$	0.311
ขนย้ายตัวกล่องไปพันขอบ	$362 + 58 * \text{BETA}(0.7, 0.931)$	0.63
ขนย้ายฝากล่องไปพันขอบ	$364 + 56 * \text{BETA}(1.06, 1.17)$	0.186
พันขอบตัวกล่อง	$840 + 58 * \text{BETA}(0.755, 0.801)$	0.628
พันขอบฝากล่อง	$843 + 57 * \text{BETA}(1.1, 0.929)$	0.532
ขนย้ายตัวกล่องไปประกอบ	$330 + 29 * \text{BETA}(0.888, 0.911)$	0.525
ขนย้ายฝากล่องไปประกอบ	$331 + 29 * \text{BETA}(1.14, 1.19)$	0.58
ประกอบกล่อง	$58 + 8.83 * \text{BETA}(1.18, 1.27)$	0.0673
ทำการตัวอัดกล่อง	$14 + 2 * \text{BETA}(0.907, 0.993)$	0.612
ย้ายผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่คลังสินค้า	$3 + 0.8 * \text{BETA}(1.34, 1.52)$	0.242

ตาราง 4.33 รูปแบบการแจกแจงของการวางกองชิ้นงานก่อนย้ายไปพันขอบของชิ้นส่วนแต่ละประเภท

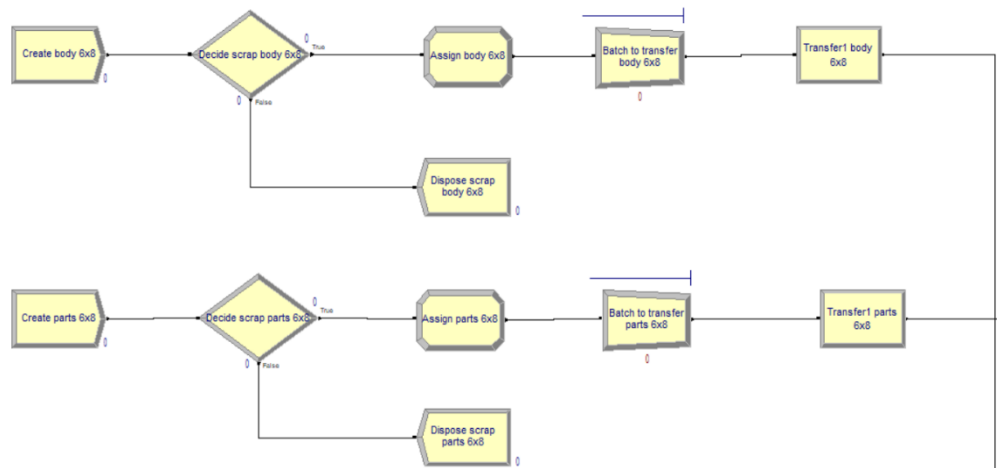
ประเภทชิ้นงาน	รูปแบบการแจกแจง	P-Value
ตัวกล่อง 6X8	$24.5 + 11 * \text{BETA}(0.987, 1.16)$	0.593
ตัวกล่อง 8X10	$34.5 + 9 * \text{BETA}(0.969, 0.927)$	0.452
ตัวกล่อง 10X12	$34.5 + 9 * \text{BETA}(1.06, 1.07)$	0.0504
ฝากล่อง 6X8	$93.5 + 11 * \text{BETA}(1.3, 1.44)$	0.438
ฝากล่อง 8X10	$\text{UNIF}(95.5, 107)$	0.495
ฝากล่อง 10X12	$97.5 + 8 * \text{BETA}(1.14, 1.18)$	0.107

4.3.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของสายการผลิตก่อนทำการปรับปรุง ทำการสร้างแบบจำลองของสายการผลิตในปัจจุบันโดยทำการนำข้อมูลรูปแบบการกระจายตัวจากโปรแกรม Input Analyzer ทั้งรูปแบบการกระจายตัวของเวลาในแต่ละกระบวนการรวมถึง รูปแบบการกระจายตัวของงานที่ทำการวางกองรอการขนย้ายไปพันขอบ และทำการใส่ค่าปัจจัยด้านจำนวนคนงานที่ใช้ในการผลิตจริงเพื่อทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ให้มีความถูกต้อง ดังภาพ 4.13



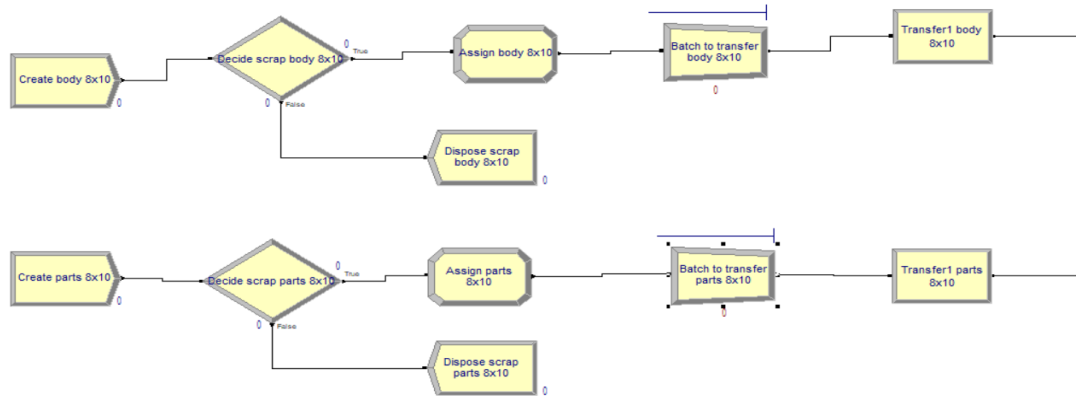
ภาพ 4.13 แบบจำลองสถานการณ์สภาวะปัจจุบันของสายการผลิตกล่องเบียร์และกล่องแมทเทรส

ทำการสร้างวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการที่มาจากเครื่องถักกลองแมทเทรส 6X8 โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ชั้นส่วนคือตัวกลองจะใช้เป็น Create body 6X8 ซึ่งเป็นตัวด้านบนมี Entity per Arrivals ที่ทำการผลิตมาทีละ 1 ชิ้น ส่วน Create parts 6X8 ด้านล่างนั้นจะเป็นส่วนชั้นส่วนฝาของกลอง โดยมี Entity per Arrivals ที่ทำการผลิตมาทีละ 1 ชิ้น จากนั้นชั้นส่วนทั้ง 2 ประเภทนี้จะผ่านเข้าสู่ Decide Module เพื่อทำการแยกของดี และของเสียออกจากกัน ต่อมาชั้นส่วนจะผ่านเข้าสู่ Assign Module เพื่อทำการกำหนดค่าเวลาที่จะใช้ในกระบวนการพันขอบของแต่ละชั้นส่วนที่แตกต่างกัน จากนั้นตัวกลองจะถูกวางกองรอไว้ก่อนที่จะทำการขนย้ายไปพันขอบจึงใช้เป็น Batch Module ซึ่งจำนวนในการวางรอของชั้นส่วนในแต่ละประเภทนั้นจะแตกต่างกันออกไป โดยในส่วนตัวนั้นจะกองรออยู่ที่ประมาณ 30 ชิ้น และในชั้นส่วนฝายจะกองรออยู่ที่ประมาณ 100 ชิ้น จึงจะทำการขนย้ายไปพันของ โดยใช้ Delay Module เป็นเวลาในการขนย้ายของชั้นส่วนแต่ละประเภทที่แตกต่างกันออกไป ดังภาพ 4.14



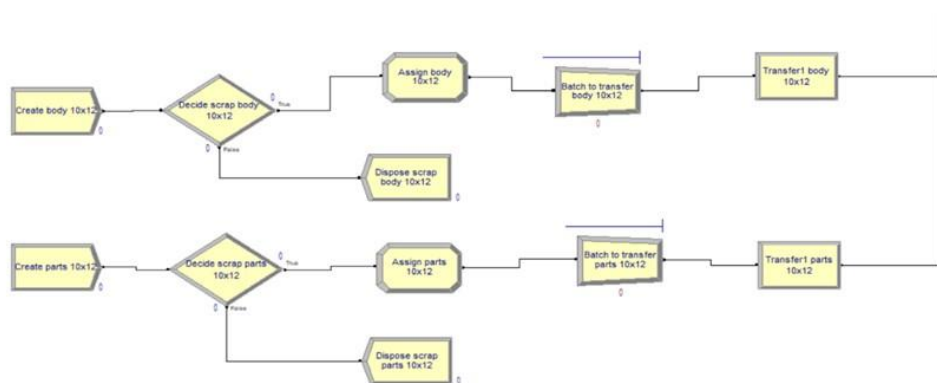
ภาพ 4.14 แบบจำลองสถานการณ์ของการผลิตชิ้นส่วนของกลองแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

ทำการสร้างวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการที่มาจากเครื่องถักกลองเกเบี่ยน 8X10 โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ชั้นส่วนคือตัวกลองจะใช้เป็น Create body 8x10 ซึ่งเป็นตัวด้านบนมี Entity per Arrivals ที่ทำการผลิตมาทีละ 1 ชิ้น ส่วน Create parts 8x10 ด้านล่างนั้นจะเป็นส่วนชั้นส่วนฝาของกลอง โดยมี Entity per Arrivals ที่ทำการผลิตมาทีละ 1 ชิ้น จากนั้นชั้นส่วนทั้ง 2 ประเภทนี้จะผ่านเข้าสู่ Decide Module เพื่อทำการแยกของดี และของเสียออกจากกัน ต่อมาชั้นส่วนจะผ่านเข้าสู่ Assign Module เพื่อทำการกำหนดค่าเวลาที่จะใช้ในกระบวนการพันขอบของแต่ละชั้นส่วนที่แตกต่างกัน จากนั้นตัวกลองจะถูกวางกองรอไว้ก่อนที่จะทำการขนย้ายไปพันขอบจึงใช้เป็น Batch Module ซึ่งจำนวนในการวางรอของชั้นส่วนในแต่ละประเภทนั้นจะแตกต่างกันออกไป โดยในส่วนตัวนั้นจะกองรออยู่ที่ประมาณ 40 ชิ้น และในชั้นส่วนฝายจะกองรออยู่ที่ประมาณ 100 ชิ้น จึงจะทำการขนย้ายไปพันของ โดยใช้ Delay Module เป็นเวลาในการขนย้ายของชั้นส่วนแต่ละประเภทที่แตกต่างกันออกไป ดังภาพ 4.15



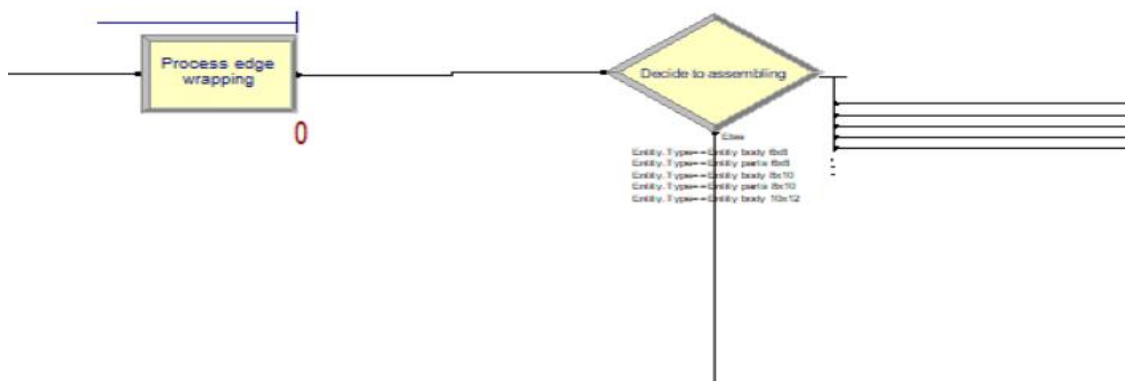
ภาพ 4.15 แบบจำลองสถานการณ์ของการผลิตชิ้นส่วนของกล่องเกเบี้ยน 8X10 เซนติเมตร

ทำการสร้างวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการที่มาจากเครื่องถักกล่องเกเบี้ยน 10X12 โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ชั้นส่วนคือตัวกล่องจะใช้เป็น Create body 10X12 ซึ่งเป็นตัวด้านบนมี Entity per Arrivals ที่ทำการผลิตมาทีละ 1 ชั้น ส่วน Create parts 10X12 ด้านล่างนั้นจะเป็นส่วนชั้นส่วนฝาของกล่อง โดยมี Entity per Arrivals ที่ทำการผลิตมาทีละ 1 ชั้น จากนั้นชั้นส่วนทั้ง 2 ประเภตินี้จะผ่านเข้าสู่ Decide Module เพื่อทำการแยกของดี และของเสียออกจากกัน ต่อมาชิ้นส่วนจะผ่านเข้าสู่ Assign Module เพื่อทำการกำหนดค่าเวลาที่จะใช้ในกระบวนการพันขอบของแต่ละชั้นส่วนที่แตกต่างกัน จากนั้นตัวกล่องจะถูกวางกองรอไว้ก่อนที่จะทำการขนย้ายไปพันขอบจึงใช้เป็น Batch Module ซึ่งจำนวนในการวางรอของชิ้นส่วนในแต่ละประเภตินั้นจะแตกต่างกันออกไป โดยในส่วนตัวนั้นจะกองรออยู่ที่ประมาณ 40 ชั้น และในชั้นส่วนฝาก็จะกองรออยู่ที่ประมาณ 100 ชั้น จึงจะทำการขนย้ายไปพันของ โดยใช้ Delay Module เป็นเวลาในการขนย้ายของชิ้นส่วนแต่ละประเภที่ที่แตกต่างกันออกไป ดังภาพ 4.16



ภาพ 4.16 แบบจำลองสถานการณ์ของการผลิตชิ้นส่วนของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร

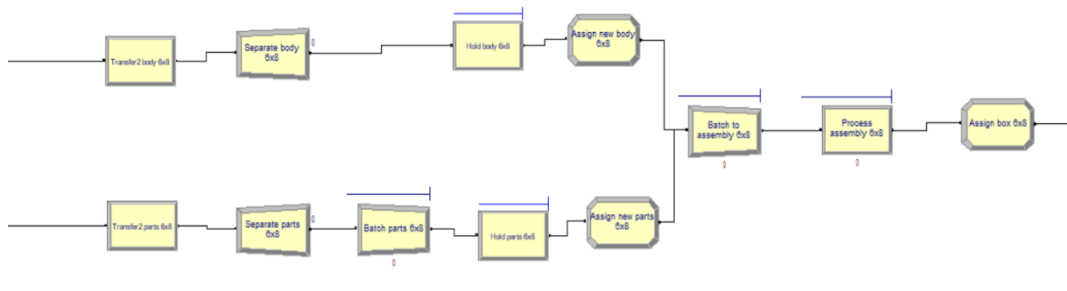
ชิ้นส่วนทั้งหมด 6 ประเภทที่ถูกขนย้ายมาจะผ่านกระบวนการพันขอบ โดยใช้ Process Module โดยเวลาของการพันขอบของชิ้นส่วนแต่ละประเภทนั้นจะถูกกำหนดโดย Module Assign ก่อนหน้า ซึ่งการตั้งค่า Action ของกระบวนการพันขอบจะทำการตั้งค่า Seize Delay Release คือ มีการรับงานเข้ามาจากนั้นจะทำงาน และเมื่อทำงานเสร็จจะปล่อยงานไปยังกระบวนการถัดไป Resource ของกระบวนการพันขอบจะมี Capacity เท่ากับ 23 เนื่องจากคนงานของกระบวนการพันขอบทั้งหมดมี 46 คนแต่จับคู่กันทำโต๊ะละ 2 คน ต่อมาชิ้นงานที่ทำการพันขอบเสร็จจะผ่าน Decide Module ถัดมาเพื่อทำการแยกประเภทของชิ้นส่วนและเข้าสู่กระบวนการถัดไป ดังภาพ 4.17



ภาพ 4.17 แบบจำลองสถานการณ์ของการพันขอบชิ้นส่วนแต่ละประเภท

หลังจากที่ชิ้นส่วนทำการถูกแยกประเภทมาแล้ว จะถูกขนย้ายโดยผ่าน Delay Module ซึ่งมีเวลาแตกต่างกันทั้งตัว และฝากล่องหลังจากนั้นชิ้นส่วนทั้ง 2 ประเภทนี้จะผ่านเข้าสู่ Separate Module เพื่อทำการแยก Batch ก่อนหน้าให้ออกมาเป็นรายชิ้น แต่ชิ้นส่วนฝานั้นจะไหลเข้าสู่ Batch Module ก่อนเนื่องจากเงื่อนไขในการประกอบกล่องเมตรส 6X8 นั้นจำเป็นจะต้องใช้ชิ้นส่วนฝาดำเนิน 7 ชิ้น ต่อกล่อง 1 ชิ้นจึงทำการตั้งค่า Batch size เป็น 7 และทำการรวมแบบ Any Entity คือ รวมชิ้นงานเหมือนกันเข้าด้วยกัน จากนั้น ชิ้นส่วนทั้ง 2 ประเภทนี้จะผ่านเข้าสู่ Hold Module เพื่อทำการจับคู่ โดยจะทำการเลือก Type ของชิ้นส่วนทั้ง 2 ประเภทเป็น Scan for condition โดยจะทำการตั้งเงื่อนไขเป็น $NQ(\text{Hold body } 6 \times 8.\text{Queue}) \geq 1 \ \&\& \ NQ(\text{Hold parts } 6 \times 8.\text{Queue}) \geq 1$ เหมือนกันทั้งชิ้นส่วนตัว และฝา ซึ่งหมายความว่า จะทำการปล่อยชิ้นส่วนของไปทีละ 1 ตัว ก็ต่อเมื่อจำนวนชิ้นส่วนที่เป็นแถวคอยอยู่ในขณะนั้นทั้งของตัวเอง และอีกประเภทหนึ่งเท่ากับ 1 หรือมากกว่า จึงจะทำการปล่อยชิ้นงานออกไป ต่อมาชิ้นส่วนแต่ละประเภทจะผ่าน Assign Module เพื่อทำการกำหนดเงื่อนไขของการประกอบชิ้นส่วนที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โดยหลักการของการตั้งเงื่อนไขคือทำการนับหมายเลขชิ้นส่วนไว้ที่เหมือนกันทั้งส่วนของตัว และฝากล่อง อีกทั้งยังต้องทำการกำหนดเลขของแต่ละชิ้นส่วนไว้ โดยเมื่อชิ้นส่วนถูกกำหนดหมายเลขแล้วจะผ่านเข้าสู่ Batch Module เพื่อทำการรวมชิ้นงานให้เป็นกล่องเมตรสจากนั้นจึงไหลเข้ากระบวนการประกอบ โดยการแจกแจงของเวลาจะคิดเป็นการประกอบต่อกล่องคือชิ้นส่วนตัว 1 ชิ้น และชิ้นส่วนฝา 7 ชิ้นจากนั้นมีการตั้งค่า Action ของ

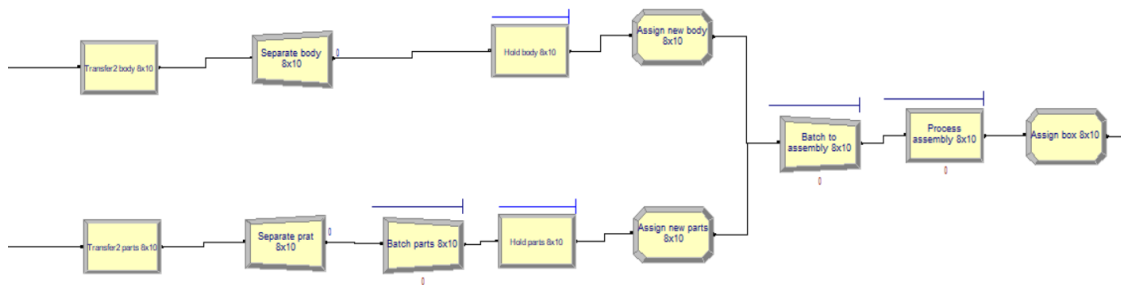
กระบวนการประกอบจะทำการตั้งค่า Seize Delay Release คือมีการรับงานเข้ามาจากนั้นจะทำงาน และเมื่อทำงานเสร็จจะปล่อยงานไปยังกระบวนการถัดไป Resource ของกระบวนการประกอบจะมี Capacity เท่ากับ 1 เพราะใช้คน 1 ชุดในการประกอบจากนั้นเมื่อทำการประกอบเสร็จ ชิ้นงานจะผ่าน Assign Module อีกครั้งเพื่อทำการกำหนด Entity type ใหม่คือกล่องแม่ทเรส 6X8 อีกทั้งยังทำการกำหนดเวลาของแต่ละกระบวนการถัดไปด้วยเช่นกัน ดังภาพ 4.18



ภาพ 4.18 แบบจำลองสถานการณ์ของการประกอบกล่องแม่ทเรส 6X8 เซนติเมตร

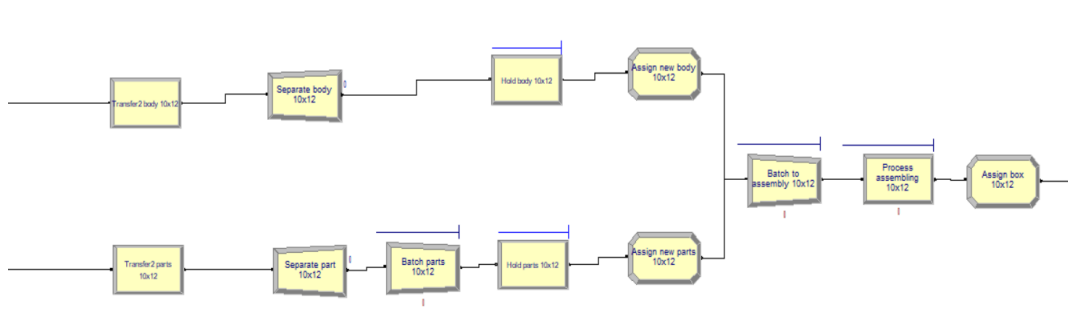
หลังจากที่ชิ้นส่วนทำการถูกแยกประเภทมาแล้ว จะถูกขนย้ายโดยผ่าน Delay Module ซึ่งมีเวลาแตกต่างกันทั้งตัว และฝากล่องหลังจากนั้นชิ้นส่วนทั้ง 2 ประเภทนี้จะผ่านเข้าสู่ Separate Module เพื่อทำการแยก Batch ก่อนหน้าให้ออกมาเป็นรายชิ้น แต่ชิ้นส่วนฝานั้นจะไหลเข้าสู่ Batch Module ก่อนเนื่องจากเงื่อนไขในการประกอบกล่องเกเบี่ยน 8X10 นั้นจำเป็นจะต้องใช้ชิ้นส่วนฝาดำเนิน 3 ชิ้น ต่อกล่อง 1 ชิ้นจึงทำการตั้งค่า Batch size เป็น 3 และทำการรวมแบบ Any Entity คือรวมชิ้นงานเหมือนกันเข้าด้วยกัน จากนั้น ชิ้นส่วนทั้ง 2 ประเภทนี้จะผ่านเข้าสู่ Hold Module เพื่อทำการจับคู่ โดยจะทำการเลือก Type ของชิ้นส่วนทั้ง 2 ประเภทเป็น Scan for condition โดยจะทำการตั้งเงื่อนไขเป็น $NQ(\text{Hold body } 8 \times 10.\text{Queue}) \geq 1 \ \&\& \ NQ(\text{Hold parts } 8 \times 10.\text{Queue}) \geq 1$ เหมือนกันทั้งชิ้นส่วนตัว และฝา ซึ่งหมายความว่า จะทำการปล่อยชิ้นส่วนของไปทีละ 1 ตัว ก็ต่อเมื่อจำนวนชิ้นส่วนที่เป็นแถวคอยอยู่ในขณะนั้นทั้งของตัวเอง และอีกประเภทหนึ่งเท่ากับ 1 หรือมากกว่า จึงจะทำการปล่อยชิ้นงานออกไป ต่อมาชิ้นส่วนแต่ละประเภทจะผ่าน Assign Module เพื่อทำการกำหนดเงื่อนไขของการประกอบชิ้นส่วนที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โดยหลักการของการตั้งเงื่อนไขคือทำการนับหมายเลขชิ้นส่วนไว้ที่เหมือนกันทั้งส่วนของตัว และฝากล่อง อีกทั้งยังต้องทำการกำหนดเลขของแต่ละชิ้นส่วนไว้ โดยเมื่อชิ้นส่วนถูกกำหนดหมายเลขแล้วจะผ่านเข้าสู่ Batch Module เพื่อทำการรวมชิ้นงานให้เป็นกล่องแม่ทเรสจากนั้นจึงไหลเข้ากระบวนการประกอบ โดยการแจกแจงของเวลาจะคิดเป็นการประกอบต่อกล่องคือชิ้นส่วนตัว 1 ชิ้น และชิ้นส่วนฝา 3 ชิ้นจากนั้นมีการตั้งค่า Action ของกระบวนการประกอบจะทำการตั้งค่า Seize Delay Release คือมีการรับงานเข้ามาจากนั้นจะทำงาน และเมื่อทำงานเสร็จจะปล่อยงานไปยังกระบวนการถัดไป Resource ของกระบวนการประกอบจะมี Capacity เท่ากับ 1 เพราะใช้คน 1 ชุดในการประกอบจากนั้นเมื่อทำการประกอบเสร็จ ชิ้นงานจะ

ผ่าน Assign Module อีกครั้งเพื่อทำการกำหนด Entity type ใหม่คือกล่องเกเบี้ยน 8X10 อีกทั้งยังทำการกำหนดเวลาของแต่ละกระบวนการถัดไปด้วยเช่นกัน ดังภาพ 4.19



ภาพ 4.19 แบบจำลองสถานการณ์ของการประกอบกล่องเกเบี้ยน 8X10 เซนติเมตร

หลังจากที่ชิ้นส่วนทำการถูกแยกประเภทมาแล้ว จะถูกขนย้ายโดยผ่าน Delay Module ซึ่งมีเวลาแตกต่างกันทั้งตัว และฝากล่องหลังจากนั้นชิ้นส่วนทั้ง 2 ประเภทนี้จะผ่านเข้าสู่ Separate Module เพื่อทำการแยก Batch ก่อนหน้าให้ออกมาเป็นรายชิ้น แต่ชิ้นส่วนฝานั้นจะไหลเข้าสู่ Batch Module ก่อนเนื่องจากเงื่อนไขในการประกอบกล่องเกเบี้ยน 10X12 นั้นจำเป็นจะต้องใช้ชิ้นส่วนฝาก่อนจำนวน 3 ชิ้น ต่อกล่อง 1 ชิ้นจึงทำการตั้งค่า Batch size เป็น 3 และทำการรวมแบบ Any Entity คือรวมชิ้นงานเหมือนกันเข้าด้วยกัน จากนั้น ชิ้นส่วนทั้ง 2 ประเภทนี้จะผ่านเข้าสู่ Hold Module เพื่อทำการจับคู่ โดยจะทำการเลือก Type ของชิ้นส่วนทั้ง 2 ประเภทเป็น Scan for condition โดยจะทำการตั้งเงื่อนไขเป็น $NQ(\text{Hold body } 10X12.\text{Queue}) \geq 1 \ \&\& \ NQ(\text{Hold parts } 10X12.\text{Queue}) \geq 1$ เหมือนกันทั้ง 2 ประเภท ซึ่งหมายความว่า จะทำการปล่อยชิ้นส่วนของไปทีละ 1 ตัว ก็ต่อเมื่อจำนวนชิ้นส่วนที่เป็นแถวคอยอยู่ในขณะนั้นทั้งของตัวเอง และอีกประเภทหนึ่งเท่ากับ 1 หรือมากกว่า จึงจะทำการปล่อยชิ้นงานออกไป ต่อมาชิ้นส่วนแต่ละประเภทจะผ่าน Assign Module เพื่อทำการกำหนดเงื่อนไขของการประกอบชิ้นส่วนที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โดยหลักการของการตั้งเงื่อนไขคือทำการนับหมายเลขชิ้นส่วนไว้ที่เหมือนกันทั้งส่วนของตัว และฝากล่อง อีกทั้งยังต้องทำการกำหนดเลขของแต่ละชิ้นส่วนไว้ โดยเมื่อชิ้นส่วนถูกกำหนดหมายเลขแล้วจะผ่านเข้าสู่ Batch Module เพื่อทำการรวมชิ้นงานให้เป็นกล่องแม่ทหรสจากนั้นจึงไหลเข้ากระบวนการประกอบ โดยการแจกแจงของเวลาจะคิดเป็นการประกอบต่อกล่องคือชิ้นส่วนตัว 1 ชิ้น และชิ้นส่วนฝา 3 ชิ้นจากนั้นมีการตั้งค่า Action ของกระบวนการประกอบจะทำการตั้งค่า Seize Delay Release คือมีการรับงานเข้ามาจากนั้นจะทำงาน และเมื่อทำงานเสร็จจะปล่อยงานไปยังกระบวนการถัดไป Resource ของกระบวนการประกอบจะมี Capacity เท่ากับ 1 เพราะใช้คน 1 ชุดในการประกอบจากนั้นเมื่อทำการประกอบเสร็จ ชิ้นงานจะผ่าน Assign Module อีกครั้งเพื่อทำการกำหนด Entity type ใหม่คือกล่องเกเบี้ยน 10X12 อีกทั้งยังทำการกำหนดเวลาของแต่ละกระบวนการถัดไปด้วยเช่นกัน ดังภาพ 4.20



ภาพ 4.20 แบบจำลองสถานการณ์ของการประกอบกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร

หลังจากที่กล่องทั้ง 3 ประเภทประกอบเสร็จจะผ่านเข้าสู่กระบวนการอัดตัวกล่อง โดยใช้ Process Module ซึ่งเวลาที่แตกต่างกันของการอัดจะถูกกำหนดไว้ใน Assign Module ก่อนหน้าแล้ว ซึ่ง Action ของการกระบวนการอัดกล่องจะทำการตั้งแบบ Seize Delay Release คือมีการรับงานเข้ามาจากนั้นจะทำงาน และเมื่อทำงานเสร็จจะปล่อยงานไปยังกระบวนการถัดไป Resource ของกระบวนการประกอบจะมี Capacity เท่ากับ 2 เนื่องจากมีเครื่องอัดกล่องจำนวน 2 เครื่องหลังจากนั้นจะผ่าน Delay Module เพื่อทำการขนย้ายกล่องไปยังคลังสินค้าในเวลาที่แตกต่างกันจากนั้น Entity จะผ่าน Decide Module เพื่อทำการแยกประเภทกล่อง และตามด้วย Record Module เพื่อทำการบันทึก Out put ของกล่องทั้ง 3 ประเภทที่ออกมาได้ แล้วจึงจบด้วย Dispose Module ดังภาพ 4.21 โดยค่าระดับปัจจัยที่ใช้ในแบบจำลองสถานการณ์ แสดงดังตาราง 4.34



ภาพ 4.21 แบบจำลองสถานการณ์ของการอัดตัวกล่องของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ประเภท

ตาราง 4.34 ค่าระดับปัจจัยที่ใช้ก่อนทำการปรับปรุง

ที่	ปัจจัย	ค่าปัจจัย
1	จำนวนพนักงานพันชอบ	46 คน
2	จำนวนพนักงานประกอบ	4 คน
3	เครื่องอัดตัวกล่อง	2 เครื่อง

4.3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นการตรวจสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้น ว่าแบบจำลองนั้นมีความถูกต้องและสามารถใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นแทนระบบการทำงานจริงได้ อีกทั้งยังเป็นการป้องกันข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้สร้างขึ้น สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้โดยเปรียบเทียบระหว่างการจำลองสถานการณ์โดยการรันซ้ำเท่ากับ 10 รอบ ซึ่งแต่ละรอบจะทำการทดสอบเพียง 1 วัน โดยมีการตั้งค่า Replication Length เท่ากับ 8 ชั่วโมง เนื่องจากภายในหนึ่งวันพนักงานทำงานทั้งหมด 8 ชั่วโมง อีกทั้งยังทำการตั้งค่า Hours Per Day เท่ากับ 8 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน และทำการตั้ง Base Time Units ไว้เป็นหน่วยวินาทีเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสถานการณ์มีหน่วยออกมาเป็นวินาที โดยเวลาจริงจากที่เก็บข้อมูลได้ผลดังตาราง 4.35 และ 4.36

ตาราง 4.35 แสดงเวลาจริงของแต่ละกระบวนการประกอบจากสายการผลิต

ครั้งที่	เวลา (วินาที)		
	การประกอบกล่อง ขนาด 6X8	การประกอบกล่อง ขนาด 8X10	การประกอบกล่อง ขนาด 10X12
1	210.35	60.01	60.48
2	220.50	60.54	63.91
3	227.71	63.94	65.92
4	214.02	65.69	60.73
5	210.25	61.78	58.60
6	223.80	62.51	60.60
7	225.79	59.41	59.09
8	223.80	58.64	65.49
9	212.20	64.01	59.24
10	212.41	61.27	63.05
11	221.89	58.73	62.82
12	221.18	62.13	65.18
13	225.27	59.32	64.14
14	218.94	60.98	63.27
15	214.44	64.56	62.27
16	227.09	63.17	64.33
17	216.71	59.05	59.22
18	218.68	60.17	63.57
19	216.50	60.56	62.68
20	212.69	60.36	62.18
21	210.58	65.90	58.97
22	227.22	61.57	63.25
23	215.53	61.87	66.08
24	228.59	64.89	63.67
25	229.91	63.90	59.16
26	219.02	58.27	64.44
27	227.17	64.13	64.51
28	219.32	65.31	59.61
29	219.56	65.31	62.54
30	222.28	65.53	58.79
ค่าเฉลี่ย	219.8	62.12	62.26
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.009	2.42	2.377

ตาราง 4.36 การเปรียบเทียบเวลาในการผลิตจริงเทียบกับเวลาที่ได้จากการจำลอง

กระบวนการผลิต	เวลาผลิตจริง (วินาที)	ช่วงเวลาจากการจำลอง (วินาที)
การประกอบกล่องขนาด 6X8	219.8	218.9 - 220.68
การประกอบกล่องขนาด 8X10	62.12	62.0143 - 62.1943
การประกอบกล่องขนาด 10X12	62.26	62.1593 - 62.2793

จากค่าเวลาจากการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมอารีน่า (Arena) ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของเวลาจากการจำลองสถานการณ์ โดยใช้การทดสอบแบบ T-Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0 : ค่าเฉลี่ยจากเวลาในการจำลอง เท่ากับค่าเฉลี่ยของเวลาในการผลิตจริง

H_1 : ค่าเฉลี่ยจากเวลาในการจำลอง ไม่เท่ากับค่าเฉลี่ยของเวลาในการผลิตจริง

โดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมมินิแท็บ 18 (Minitab 18) และทำการพิจารณาค่า P-value ว่ามีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือไม่ หากมากกว่าถือว่ายอมรับสมมติฐานว่าค่าเฉลี่ยจากเวลาในการจำลอง เท่ากับค่าเฉลี่ยของเวลาในการผลิตจริง โดยตัวอย่างแสดงการทดสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมมินิแท็บ 18 (Minitab 18) แสดงได้ดังภาพ 4.22

One-Sample T: C1

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ
30	219.78	6.01	1.10	(217.54, 222.02)

μ : mean of C1

Test

Null hypothesis $H_0: \mu = 219.79$

Alternative hypothesis $H_1: \mu \neq 219.79$

T-Value	P-Value
-0.01	0.993

ภาพ 4.22 ผลการทดสอบสมมติฐานของพนักงานประกอบกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

จากภาพ 4.22 เป็นการทดสอบสมมติฐานของของค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์กับค่าเฉลี่ยเวลาในการผลิตจริง พบว่ามีค่า P-Value เท่ากับ 0.993 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่ 0.05 จึงสรุปผลการทดสอบสมมติฐานได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการผลิตจริง สำหรับค่า P-Value ของกระบวนการอื่น ๆ แสดงดังตาราง 4.37

ตาราง 4.37 ค่า P-Value ของการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยจากการจำลองสถานการณ์

กระบวนการ	การประกอบกล่อง ขนาด 6X8	การประกอบกล่อง ขนาด 8X10	การประกอบกล่อง ขนาด 10X12
P-Value	0.993	0.977	0.925

จากตาราง 4.37 จะเห็นว่าทุกกระบวนการมีค่า P-Value มากกว่า 0.05 ดังนั้นทุกกระบวนการจึงมีค่าเฉลี่ยของเวลาในการจำลองสถานการณ์ เท่ากับเวลาเฉลี่ยในการผลิตจริงเนื่องจากยอมรับสมมติฐานหลัก โดยถัดมาจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ ในแต่ละวันระหว่างกระบวนการผลิตจริงกับที่จำลองสถานการณ์ได้ โดยข้อมูลจำนวนของที่ผลิตได้ในแต่ละวันถูกแสดงดังตาราง 4.38

ตาราง 4.38 แสดงจำนวนกล่องที่ผลิตได้ต่อวันของกล่องทั้ง 3 ประเภทจากสายการผลิต

ครั้งที่	จำนวนกล่องที่ผลิต ได้ต่อวัน
1	662
2	718
3	654
4	650
5	673
6	697
7	682
8	703
9	678
10	660
11	710
12	701
13	662
14	674
15	671
16	649
17	714
18	704
19	661
20	694
21	652
22	678
23	698
24	647
25	711
26	663
27	654
28	672
29	662
30	689
ค่าเฉลี่ย	678.06
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	22.13

User Specified				
Counter				
Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Record out put	676.60	2.72	669.00	681.00

ภาพ 4.23 แสดงจำนวนกล่องทั้ง 3 ประเภทที่สามารถผลิตได้ในแต่ละวันจากโปรแกรมอารีน่า (Arena)

จากภาพ 4.23 พบว่าค่าช่วง Half width คือ 2.72 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.402 จากผลลัพธ์เฉลี่ยต่อวันคือ 677 กล่อง ซึ่งถือว่าเป็นช่วงที่แคบ และผู้วิจัยทำการยอมรับช่วงของผลลัพธ์ นี้ซึ่งหมายความว่า การรันทดสอบเป็นจำนวน 10 รอบนั้นเหมาะสมแล้ว โดยทำการเปรียบเทียบจำนวนกล่องที่ผลิตได้จริงต่อวันกับจำนวนกล่องที่ผลิตได้จากการจำลองสถานการณ์ต่อวัน ดังตาราง 4.39

ตาราง 4.39 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนกล่องที่ผลิตได้จริงต่อวันกับจำนวนกล่องที่ผลิตได้จากการจำลองสถานการณ์ต่อวัน

จำนวนกล่องจริงที่ผลิตได้ต่อวัน	จำนวนกล่องจากการจำลองที่ผลิตได้ต่อวัน
678.06	676.6

จากค่าจำนวนกล่องที่ผลิตได้ในแต่ละวันจากการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมอารีน่า (Arena) ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของจำนวนกล่องที่ผลิตได้ในแต่ละวันจากการจำลอง สถานการณ์ โดยใช้การทดสอบแบบ T-Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0 : ค่าเฉลี่ยของจำนวนกล่องที่ผลิตได้ในแต่ละวันจากการจำลอง เท่ากับค่าเฉลี่ยของจำนวนกล่องที่ผลิตได้จริงในแต่ละวัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยของจำนวนกล่องที่ผลิตได้ในแต่ละวันจากการจำลอง ไม่เท่ากับค่าเฉลี่ยของจำนวนกล่องที่ผลิตได้จริงในแต่ละวัน

โดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมมินิแท็บ 18 (Minitab 18) และทำการพิจารณาค่า P- Value ว่ามีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือไม่หากมากกว่าถือว่ายอมรับสมมติฐานว่าค่าเฉลี่ยจากเวลาในการจำลอง เท่ากับค่าเฉลี่ยของเวลาในการผลิตจริง โดยตัวอย่างแสดงการทดสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรม Minitab 18 แสดงได้ดังภาพ 4.25

One-Sample T: C1

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ
30	678.06	22.13	4.04	(669.80, 686.32)

μ : mean of C1

Test

Null hypothesis $H_0: \mu = 676.6$
Alternative hypothesis $H_a: \mu \neq 676.6$

T-Value	P-Value
0.36	0.720

ภาพ 4.24 ผลการทดสอบสมมติฐานของจำนวนกล่องที่ผลิตได้ในแต่ละวัน

จากภาพ 4.24 เป็นการทดสอบสมมติฐานของของค่าเฉลี่ยของจำนวนกล่องที่ผลิตได้ในแต่ละวันจากการจำลองสถานการณ์ กับค่าเฉลี่ยของจำนวนกล่องที่ผลิตได้จริงในแต่ละวัน พบว่ามีค่า P-Value เท่ากับ 0.720 ซึ่งมากกว่าค่านัยสำคัญที่ 0.05 จึงสรุปผลการทดสอบสมมติฐานได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นค่าเฉลี่ยของจำนวนกล่องที่ผลิตได้ในแต่ละวันจากการจำลองเท่ากับค่าเฉลี่ยของจำนวนกล่องที่ผลิตได้จริงในแต่ละวัน

4.3.4 การวิเคราะห์ผลลัพธ์จากแบบจำลองของสายการผลิตในปัจจุบัน โดยผลลัพธ์เวลาของกระบวนการพันขอบจากแบบจำลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 921.81 วินาที กระบวนการประกอบกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 219.79 วินาที กระบวนการประกอบกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.1043 วินาที กระบวนการประกอบกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.2193 วินาที และกระบวนการอัดตัวกล่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.9852 วินาที ดังภาพ 4.25

Process

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Process assembling 10x12	62.2193	0.06	62.0773	62.3489	58.0045	66.8296
Process assembly 6x8	219.79	0.89	218.13	222.01	210.03	229.99
Process assembly 8x10	62.1043	0.09	61.8711	62.3239	58.0004	65.9983
Process edge wrapping	921.81	1.56	917.34	924.81	840.22	1196.00
Process stamping	14.9852	0.01	14.9583	15.0178	14.0001	15.9999

ภาพ 4.25 แสดงผลลัพธ์ของเวลาในแต่ละกระบวนการ

จากแบบจำลองสายการผลิตในปัจจุบันพบว่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในกระบวนการพันขอบ มีค่าเท่ากับร้อยละ 10.10 กระบวนการประกอบกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 42.89 กระบวนการประกอบกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 48.92 กระบวนการประกอบกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 85.24 และกระบวนการอัดตัวกล่อง มีค่าเท่ากับร้อยละ 17.61 ดังภาพ 4.26

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Resource assembling 10x12	0.8524	0.01	0.8363	0.8626	0.00	1.0000
Resource assembly 6x8	0.4289	0.01	0.4090	0.4522	0.00	1.0000
Resource assembly 8x10	0.4892	0.00	0.4834	0.4952	0.00	1.0000
Resource edge wrapping	0.1010	0.00	0.0993	0.1025	0.00	0.2609
Resource stamping	0.1761	0.00	0.1737	0.1773	0.00	1.0000

ภาพ 4.26 แสดงผลลัพธ์ประสิทธิภาพการทำงานของคนงานและเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ

เมื่อผู้วิจัยต้องการพิจารณาที่จะทำการลดงานระหว่างผลิตในแต่ละกระบวนการซึ่งกระบวนการของสายการผลิตนั้นมี 3 กระบวนการได้แก่ กระบวนการพันขอบ กระบวนการประกอบ และกระบวนการอัดตัวกล่องจึงทำการพิจารณา Queue ของแต่ละกระบวนการ โดยผลของแบบจำลองสถานการณ์โปรแกรมอาร์เน้า (Arena) ของสายการผลิตในปัจจุบัน

พบว่างานระหว่างผลิตก่อนหน้ากระบวนการประกอบ และกระบวนการอัดตัวกล่องนั้นไม่มีแต่จะมีงานระหว่างผลิตเกิดขึ้นที่กระบวนการประกอบ โดยเมื่อทำการรวมชิ้นส่วนที่มาทำการรอก่อนการประกอบทั้งสิ้นจะพบว่ามีงานระหว่างผลิตเฉลี่ยที่รออยู่ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 511 ชิ้นโดยจะหามาจาก Hold body และ Hold part รวมกันเท่ากับ 350 ชิ้นรวมกับ Queue ของ Process assembly ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ประเภทที่ทำการแปลงจากกล่องเป็นชิ้นส่วนแล้วเท่ากับ 153 ชิ้น ดังภาพ 4.27

Queue

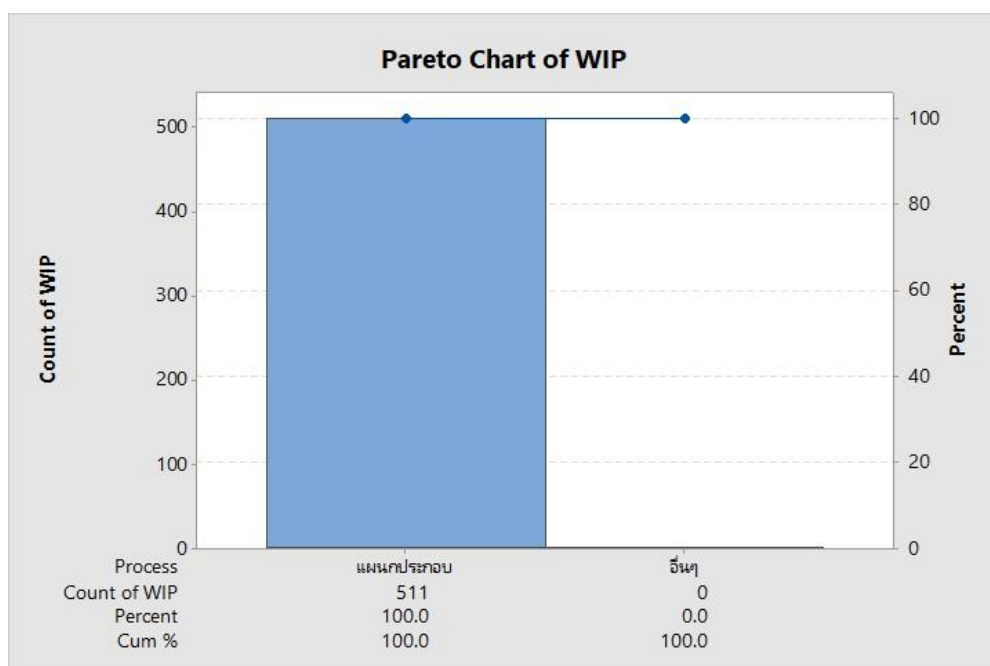
Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Batch parts 10x12.Queue	0.9531	0.07	0.7587	1.1264	0.00	3.0000
Batch parts 6x8.Queue	2.1404	0.48	1.0629	3.2037	0.00	7.0000
Batch parts 8x10.Queue	0.8966	0.06	0.7638	0.9849	0.00	3.0000
Batch to assembly 10x12.Queue	0.8633	0.00	0.8576	0.8700	0.00	2.0000
Batch to assembly 6x8.Queue	0.8761	0.02	0.8293	0.9298	0.00	2.0000
Batch to assembly 8x10.Queue	2.8116	0.03	2.7381	2.8705	0.00	7.0000
Batch to transfer body 10x12.Queue	19.2785	0.16	18.8483	19.5959	0.00	41.0000
Batch to transfer body 6x8.Queue	14.1865	0.29	13.6394	14.7504	0.00	31.0000
Batch to transfer body 8x10.Queue	19.0237	0.11	18.8883	19.3139	0.00	41.0000
Batch to transfer parts 10x12.Queue	48.9580	0.14	48.5481	49.3087	0.00	100.00
Batch to transfer parts 6x8.Queue	49.3170	0.38	48.5820	49.9798	0.00	101.00
Batch to transfer parts 8x10.Queue	48.8507	0.18	48.4242	49.1676	0.00	100.00
Hold body 10x12.Queue	0.0978	0.02	0.06808694	0.1638	0.00	41.0000
Hold body 6x8.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.0000
Hold body 8x10.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.0000
Hold parts 10x12.Queue	102.33	2.16	97.8333	106.78	0.00	243.00
Hold parts 6x8.Queue	45.6459	1.16	43.1830	48.0990	0.00	101.00
Hold parts 8x10.Queue	201.79	1.11	198.89	203.69	0.00	432.00
Process assembling 10x12.Queue	17.5627	1.04	15.8552	20.5948	0.00	50.0000
Process assembly 6x8.Queue	5.8216	0.24	5.3231	6.4354	0.00	29.0000
Process assembly 8x10.Queue	9.0102	0.10	8.8051	9.2606	0.00	39.0000
Process edge wrapping.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Process stamping.Queue	0.00148550	0.00	0.00030687	0.00307879	0.00	1.0000

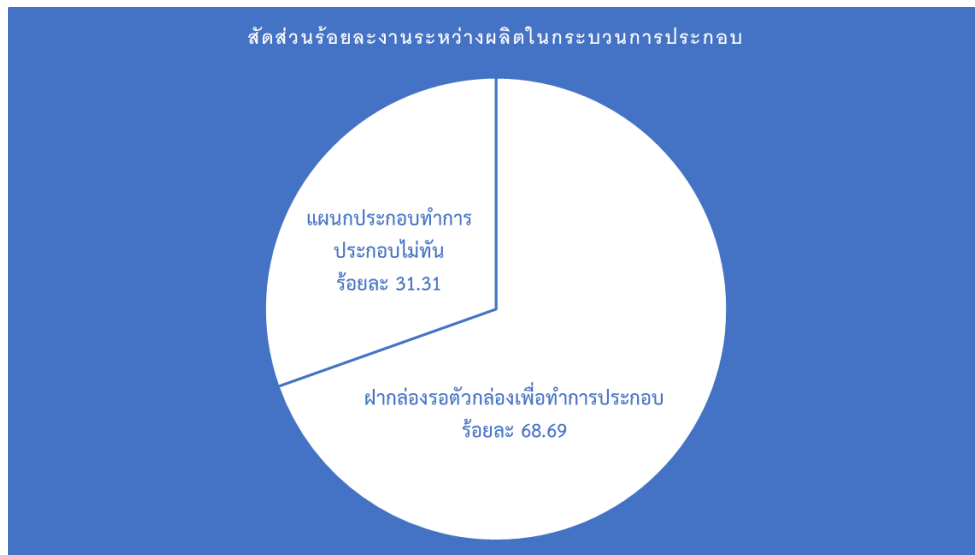
ภาพ 4.27 แสดงผลลัพธ์ของ Queue ในแต่ละกระบวนการ

4.4 การวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุง

จากการสร้างแบบจำลองของสายการผลิตในปัจจุบันขึ้นมาแล้วทำการวิเคราะห์โดยใช้ปริมาณงานระหว่างผลิตของแต่ละกระบวนการมาสร้างเป็นแผนภูมิพาเรโต พบว่าปริมาณงานระหว่างผลิตที่มากที่สุดนั้นเกิดขึ้นที่กระบวนการประกอบเป็นหลัก ส่วนกระบวนการพับขอบที่ไม่มีงานระหว่างผลิตเลยเป็นผลมาจากการที่รื้อเครื่องถักทำการถักทั้งตัวกล่องและตัวฝากล่องออกมาวางกองรอไว้ให้ถึงจำนวนที่กำหนดก่อนแล้วจึงทำการขนย้ายมาทำการพับขอบอีกทั้งเวลาในการพับขอบต่อชิ้นนั้นน้อยมาก และกระบวนการพับขอบมีจำนวนคนงานมากถึง 46 คนจึงสามารถพับขอบเสร็จทันเวลา ส่วนกระบวนการอัดตัวกล่องนั้นจะต้องทำการรอให้ครบจำนวนที่มากกว่าก่อนจึงจะทำการอัดพร้อมกันทีเดียว ซึ่งจะต้องรอกระบวนการการพับขอบครบจำนวนมาก ๆ แล้วทำการอัดทีเดียว ดังภาพ 4.28 โดยเมื่อทำการวิเคราะห์จำนวนงานระหว่างผลิตที่รอการประกอบนั้นพบว่าหลัก ๆ มี 2 สาเหตุหลักสาเหตุแรกนั้นมาจากการที่เวลาในการผลิตต่อรอบของฝานั้นไววกว่าการผลิตตัวมากทำให้มีฝากล่องมากกองรอตัวกล่องเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากซึ่งสัมพันธ์กับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมอารีนา (Arena) โดยมีจำนวนฝากล่องเฉลี่ย 351 ชิ้น จากทั้งหมด 511 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 68.69 ส่วนอีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากตัวกระบวนการของแผนกประกอบเอง ซึ่งทำการประกอบไม่ทัน จึงทำให้เกิดชิ้นงานตัวกล่องและฝากล่องมากกองรอก่อนเข้าแผนกประกอบเป็นจำนวน 160 ชิ้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 31.31 ดังภาพ 4.29



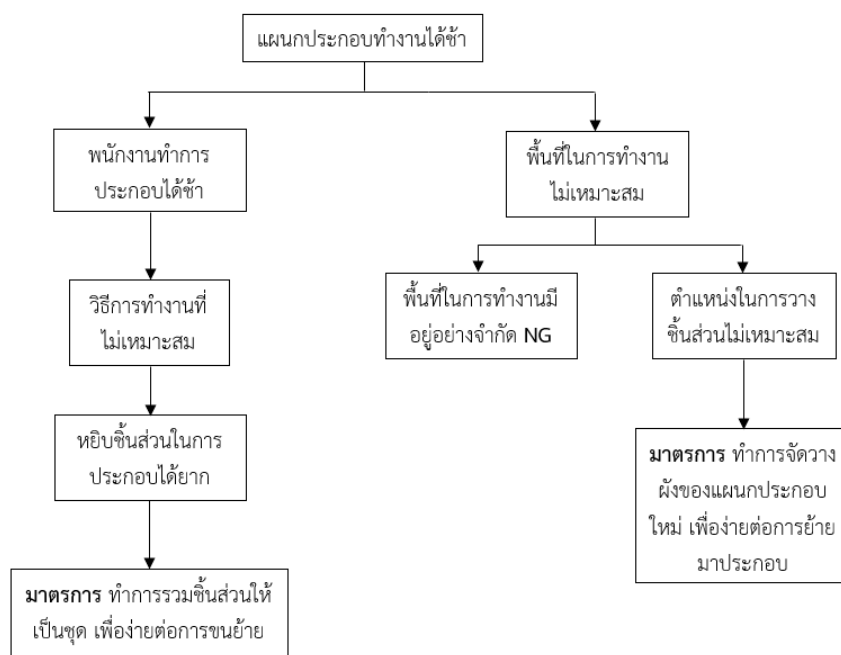
ภาพ 4.28 แผนภูมิแสดงปริมาณงานระหว่างผลิตในแต่ละกระบวนการ (Pareto Chart of Work In Process)



ภาพ 4.29 แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนงานระหว่างผลิตในแต่ละกระบวนการประกอบ

4.5 ออกแบบวิธีการปรับปรุง

4.5.1 ทำการออกแบบวิธีการปรับปรุง โดยจะทำการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดงานระหว่างผลิตมากในกระบวนการที่จะทำการปรับปรุงแก้ไข โดยใช้ Why Why Analysis มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งจากปัญหาแผนประกอบทำการประกอบไม่ทัน และฝากล่องรอตัวกล่องเพื่อทำการประกอบ จะทำการวิเคราะห์ได้ดังภาพ 4.30 และ 4.31 ตามลำดับ



ภาพ 4.30 WhyWhyChart ของปัญหาแผนประกอบทำงานได้ช้า

จากภาพ 4.30 ซึ่งสามารถบอกได้ว่า ปัญหาแผนกประกอบทำงานได้ช้า เกิดจากสองสาเหตุหลัก ๆ คือ พนักงานทำการประกอบได้ช้า และพื้นที่ในการทำงานไม่เหมาะสม ซึ่งพนักงานทำการประกอบได้ช้า จะเกิดจากวิธีการทำงานไม่เหมาะสม และวิธีการทำงานไม่เหมาะสม ก็เกิดจากการหยิบชิ้นส่วนประกอบได้ยาก จะได้มาตรการ คือ ทำการรวมชิ้นส่วนให้เป็นชุด เพื่อง่ายต่อการขนย้าย และสาเหตุ พื้นที่ในการทำงานไม่เหมาะสม เกิดจาก พื้นที่ในการทำงานมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งไม่สามารถหามาตรการแก้ไขได้ และเกิดจากตำแหน่งในการวางชิ้นงานไม่เหมาะสม ซึ่งสามารถหามาตรการออกมาได้ คือ ทำการจัดวางผังของแผนกประกอบใหม่ เพื่อง่ายต่อการย้ายมาประกอบ



ภาพ 4.31 WhyWhyChart ของปัญหาฝากล่องรอตัวกล่อง เพื่อทำการประกอบ

จากภาพ 4.31 ซึ่งสามารถบอกได้ว่า ปัญหาฝากล่องรอตัวกล่อง เพื่อทำการประกอบ เกิดจากสาเหตุ ชิ้นส่วนในการประกอบผลิตได้ช้า โดยจะเกิดจากเครื่องจักรทำการผลิตได้ช้า เกิดจากมีการขัดข้องของเครื่องจักร ซึ่งไม่สามารถหามาตรการป้องกันได้ และชิ้นส่วนในการประกอบผลิตได้ช้า ยังเกิดจากผลิตชิ้นตัวกล่องได้ช้ากว่าชิ้นฝา ซึ่งจะสามารถหามาตรการออกมาได้ คือ ทำ Kanban เพื่อให้อัตราการผลิตของตัวฝา และตัวกล่องใกล้เคียงกันมากขึ้น

4.5.2 ทำการออกแบบวิธีการแก้ไข โดยอาศัยหลักการของอีซีอาร์เอส (ECRS) มาทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการที่ทำให้เกิดงานระหว่างผลิตขึ้นเป็นจำนวนมาก เพื่อให้งานระหว่างผลิตนั้นลดลง และสามารถทำการประกอบได้เร็วมากขึ้น โดยใช้การทำให้ง่ายไปปรับใช้ในส่วนของการเตรียมชิ้นส่วนฝา โดยจะทำการรวมเป็นชุดให้ได้จำนวนพอดีที่ใช้กับกล่อง 1 กล่อง ของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยรวมเป็นชุด ชุดละ 3 ชิ้น สำหรับกล่องเกเบี่ยน 8X10 และ 10X12 เซนติเมตร และทำการรวมเป็นชุด ชุดละ 7 ชิ้น สำหรับกล่องเมทเทรส 6X8 เซนติเมตร โดยวิธีนี้จะทำให้เวลาในการหยิบชิ้นส่วนฝาลดลง เพราะสามารถทำการนับได้ง่ายมากขึ้น และทำการปรับปรุงการวางผังของแผนก

ประกอบใหม่ โดยทำการย้ายจุดวางฝาของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ซึ่งจะทำการย้ายโดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการวางผังโรงงาน คือ หลักการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในระยะที่สั้นที่สุด โดยจะทำการย้ายจุดวางฝาของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ไปในหลาย ๆ ตำแหน่ง แล้วทำการเปรียบเทียบระยะทางโดยรวม ของแต่ละตำแหน่ง แล้วเลือกตำแหน่งที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุด โดยขั้นตอนการทำงานในแผนประกอบของแต่ละผลิตภัณฑ์ก่อนปรับปรุง จะอธิบายโดยใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) โดยจะแสดงดังภาพ 4.32 4.33 และ 4.34

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)									
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องเมทเทรส 6X8 เซนติเมตร				กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ลดลง
แผนก : ประกอบชิ้นงาน				ปฏิบัติการ	○	62			
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☒ วิธีที่ปรับปรุง ☐				เคลื่อนย้าย	⇒	36			
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :				ล่าช้า/รอคอย	D	0			
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย				ตรวจสอบ	□	0			
วันที่ : 13/01/63				การเก็บรักษา	▽	0			
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้	สัญลักษณ์				
1	หยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		10.67		●	⇒	D	□	▽
2	เดินนำสวดัดกลับไปวาง	10	15.24		○	⇒	D	□	▽
3	วางสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		10.21		●	⇒	D	□	▽
4	เดินกลับมาหยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง	8	13.34		○	⇒	D	□	▽
5	หยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		9.54		●	⇒	D	□	▽
6	เดินนำสวดัดกลับไปวาง	8	12.67		○	⇒	D	□	▽
7	วางสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		11.57		●	⇒	D	□	▽
8	เดินกลับมาหยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง	6	10.89		○	⇒	D	□	▽
9	หยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		13.54		●	⇒	D	□	▽
10	เดินนำสวดัดกลับไปวาง	9	14.54		○	⇒	D	□	▽
11	วางสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		12.48		●	⇒	D	□	▽
12	เดินกลับมาหยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง	6	10.64		○	⇒	D	□	▽
13	หยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		11.64		●	⇒	D	□	▽
14	เดินนำสวดัดกลับไปวาง	6	9.78		○	⇒	D	□	▽
15	วางสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		13.87		●	⇒	D	□	▽
16	เดินกลับมาหยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง	3	6.78		○	⇒	D	□	▽
17	หยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		11.24		●	⇒	D	□	▽
18	เดินนำสวดัดกลับไปวาง	2	4.67		○	⇒	D	□	▽
19	วางสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		12.67		●	⇒	D	□	▽
20	เดินกลับมาหยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง	2	4.45		○	⇒	D	□	▽
21	หยิบสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		13.26		●	⇒	D	□	▽
22	เดินนำสวดัดกลับไปวาง	5	8.54		○	⇒	D	□	▽
23	วางสวดัดที่เป็นตัวกล่อง		13.37		●	⇒	D	□	▽
24	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	3	5.56		○	⇒	D	□	▽
25	นับและหยิบตัวฝา		23.45		●	⇒	D	□	▽
26	เดินนำตัวฝาไปวาง	22	30.78		○	⇒	D	□	▽
27	วางตัวฝา		55.32		●	⇒	D	□	▽
28	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	20	26.78		○	⇒	D	□	▽
29	นับและหยิบตัวฝา		26.78		●	⇒	D	□	▽
30	เดินนำตัวฝาไปวาง	16	25.61		○	⇒	D	□	▽
31	วางตัวฝา		57.89		●	⇒	D	□	▽
32	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	15	22.57		○	⇒	D	□	▽
33	นับและหยิบตัวฝา		25.67		●	⇒	D	□	▽
34	เดินนำตัวฝาไปวาง	10	15.45		○	⇒	D	□	▽
35	วางตัวฝา		55.24		●	⇒	D	□	▽
36	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	6	10.34		○	⇒	D	□	▽
37	นับและหยิบตัวฝา		26.34		●	⇒	D	□	▽
38	เดินนำตัวฝาไปวาง	15	22.24		○	⇒	D	□	▽
39	วางตัวฝา		54.79		●	⇒	D	□	▽
40	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	10	17.62		○	⇒	D	□	▽

ภาพ 4.32 แผนภูมิการไหลแผนประกอบของกล่องเมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)											
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องแม่ทเรส 6X8 เซนติเมตร					กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ลดลง	
แผนก : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	62				
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☒ วิธีที่ปรับปรุง ☐					เคลื่อนย้าย	⇒	36				
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	D	0				
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0				
วันที่ : 13/01/63					การเก็บรักษา	▽	0				
41	นับและหยิบตัวผ่า			25.31		●	⇒	D	□	▽	
42	เดินนำตัวผ่าไปวาง			15	21.11	○	⇒	D	□	▽	
43	วางตัวผ่า				52.34	●	⇒	D	□	▽	
44	เดินกลับมากหยิบตัวผ่า			10	17.68	○	⇒	D	□	▽	
45	นับและหยิบตัวผ่า				23.54	●	⇒	D	□	▽	
46	เดินนำตัวผ่าไปวาง			6	10.55	○	⇒	D	□	▽	
47	วางตัวผ่า				60.18	●	⇒	D	□	▽	
48	เดินไปหยิบตัวอิงเม็ก			7	12.36	○	⇒	D	□	▽	
49	หยิบตัวอิงเม็ก				5.79	●	⇒	D	□	▽	
50	เดินกลับมายังเม็ก			21	30.98	○	⇒	D	□	▽	
51	ทำการอิงเม็กตัวที่ 1				42.31	●	⇒	D	□	▽	
52	ทำการอิงเม็กตัวที่ 2				42.11	●	⇒	D	□	▽	
53	ทำการอิงเม็กตัวที่ 3				44.32	●	⇒	D	□	▽	
54	ทำการอิงเม็กตัวที่ 4				43.65	●	⇒	D	□	▽	
55	ทำการอิงเม็กตัวที่ 5				49.37	●	⇒	D	□	▽	
56	ทำการอิงเม็กตัวที่ 6				48.64	●	⇒	D	□	▽	
57	ทำการอิงเม็กตัวที่ 7				46.11	●	⇒	D	□	▽	
58	ทำการอิงเม็กตัวที่ 8				48.37	●	⇒	D	□	▽	
59	ทำการอิงเม็กตัวที่ 9				47.68	●	⇒	D	□	▽	
60	ทำการอิงเม็กตัวที่ 10				45.33	●	⇒	D	□	▽	
61	ทำการอิงเม็กตัวที่ 11				52.36	●	⇒	D	□	▽	
62	ทำการอิงเม็กตัวที่ 12				55.11	●	⇒	D	□	▽	
63	วางที่ยิงเม็ก				7.46	●	⇒	D	□	▽	
64	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 1				61.37	●	⇒	D	□	▽	
65	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 2				68.39	●	⇒	D	□	▽	
66	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 3				62.36	●	⇒	D	□	▽	
67	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 4				61.34	●	⇒	D	□	▽	
68	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 5				63.87	●	⇒	D	□	▽	
69	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 6				66.37	●	⇒	D	□	▽	
70	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 7				61.35	●	⇒	D	□	▽	
71	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 8				65.87	●	⇒	D	□	▽	
72	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 9				63.33	●	⇒	D	□	▽	
73	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 10				67.31	●	⇒	D	□	▽	
74	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 11				62.47	●	⇒	D	□	▽	
75	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 12				61.34	●	⇒	D	□	▽	
76	หยิบตัวที่พับแล้วมากรองรวมกัน กองที่ 1				10.67	●	⇒	D	□	▽	
77	หยิบตัวที่พับแล้วมากรองรวมกัน กองที่ 2				13.67	●	⇒	D	□	▽	
78	หยิบตัวที่พับแล้วมากรองรวมกัน กองที่ 3				11.34	●	⇒	D	□	▽	
79	หยิบตัวที่พับแล้วมากรองรวมกัน กองที่ 4				11.24	●	⇒	D	□	▽	
80	หยิบตัวที่พับแล้วมากรองรวมกัน กองที่ 5				16.37	●	⇒	D	□	▽	
81	หยิบตัวที่พับแล้วมากรองรวมกัน กองที่ 6				12.64	●	⇒	D	□	▽	
82	หยิบกองที่พับแล้ว				9.21	●	⇒	D	□	▽	
83	เดินนำมาวาง			6	6.84	○	⇒	D	□	▽	
84	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			4	7.64	○	⇒	D	□	▽	
85	หยิบกองที่พับแล้ว				8.74	●	⇒	D	□	▽	
86	เดินนำมาวาง			4	7.58	○	⇒	D	□	▽	
87	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			6	9.41	○	⇒	D	□	▽	
88	หยิบกองที่พับแล้ว				10.46	●	⇒	D	□	▽	
89	เดินนำมาวาง			6	8.74	○	⇒	D	□	▽	
90	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			6	9.41	○	⇒	D	□	▽	
91	หยิบกองที่พับแล้ว				8.11	●	⇒	D	□	▽	
92	เดินนำมาวาง			6	9.66	○	⇒	D	□	▽	
93	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			7	10.47	○	⇒	D	□	▽	
94	หยิบกองที่พับแล้ว				11.87	●	⇒	D	□	▽	
95	เดินนำมาวาง			7	11.24	○	⇒	D	□	▽	
96	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			9	13.64	○	⇒	D	□	▽	
97	หยิบกองที่พับแล้ว				12.11	●	⇒	D	□	▽	
98	เดินนำมาวาง			9	12.31	○	⇒	D	□	▽	
สรุป											
ระยะทางรวม (เมตร)	เวลารวม (วินาที)	จำนวนที่ผลิต	จำนวนพนักงานรวม (คน)	เวลาการทำงาน (นาที)		หมายเหตุ					
				ปฏิบัติการ	เคลื่อนย้าย						ล่าช้า/รอคอย
312	2614.93	12	4	62	36	0					

ภาพ 4.32 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องแม่ทเรส 6X8 เซนติเมตร (ต่อ)

จากภาพ 4.32 เป็นการแสดงแผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า มีขั้นตอนปฏิบัติการอยู่ที่ 62 ขั้นตอน และขั้นตอนการเคลื่อนย้าย 36 ขั้นตอน มีระยะทางรวม 312 เมตร ใช้เวลาทั้งหมด 2614.93 วินาที ผลิตได้จำนวน 12 กล่อง มีพนักงานรวม 4 คน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)											
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องเบาะ 8X10 เซนติเมตร					กิจกรรม		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ลดลง
แผนก : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	66				
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☒ วิธีที่ปรับปรุง ☐					เคลื่อนย้าย	⇒	24				
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	D	0				
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0				
วันที่ : 13/01/63					การเก็บรักษา	▽	0				
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม		ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้		สัญลักษณ์				
1	หยิบลวดดักที่เป็นตัวกล่อง			20.23			●	⇒	D	□	▽
2	เดินนำลวดดักไปวาง		10	12.51			○	⇒	D	□	▽
3	วางลวดดักที่เป็นตัวกล่อง			30.25			●	⇒	D	□	▽
4	เดินกลับมาหยิบลวดดักที่เป็นตัวกล่อง		6	6.24			○	⇒	D	□	▽
5	หยิบลวดดักที่เป็นตัวกล่อง			16.75			●	⇒	D	□	▽
6	เดินนำลวดดักไปวาง		5	5.47			○	⇒	D	□	▽
7	วางลวดดักที่เป็นตัวกล่อง			24.84			●	⇒	D	□	▽
8	เดินกลับมาหยิบลวดดักที่เป็นตัวกล่อง		2	2.61			○	⇒	D	□	▽
9	หยิบลวดดักที่เป็นตัวกล่อง			21.58			●	⇒	D	□	▽
10	เดินนำลวดดักไปวาง		10	14.27			○	⇒	D	□	▽
11	วางลวดดักที่เป็นตัวกล่อง			28.57			●	⇒	D	□	▽
12	เดินกลับมาหยิบลวดดักที่เป็นตัวกล่อง		6	8.21			○	⇒	D	□	▽
13	หยิบลวดดักที่เป็นตัวกล่อง			15.47			●	⇒	D	□	▽
14	เดินนำลวดดักไปวาง		5	8.24			○	⇒	D	□	▽
15	วางลวดดักที่เป็นตัวกล่อง			22.33			●	⇒	D	□	▽
16	เดินกลับมาหยิบตัวผ้า		10	15.21			○	⇒	D	□	▽
17	นับและหยิบตัวผ้า			20.38			●	⇒	D	□	▽
18	เดินนำตัวผ้าไปวาง		9	10.38			○	⇒	D	□	▽
19	วางตัวผ้า			17.21			●	⇒	D	□	▽
20	เดินกลับมาหยิบตัวผ้า		5	6.57			○	⇒	D	□	▽
21	นับและหยิบตัวผ้า			15.89			●	⇒	D	□	▽
22	เดินนำตัวผ้าไปวาง		4	5.98			○	⇒	D	□	▽
23	วางตัวผ้า			13.37			●	⇒	D	□	▽
24	เดินกลับมาหยิบตัวผ้า		5	6.28			○	⇒	D	□	▽
25	นับและหยิบตัวผ้า			19.69			●	⇒	D	□	▽
26	เดินนำตัวผ้าไปวาง		10	14.68			○	⇒	D	□	▽
27	วางตัวผ้า			18.45			●	⇒	D	□	▽
28	เดินกลับมาหยิบตัวผ้า		9	12.73			○	⇒	D	□	▽
29	นับและหยิบตัวผ้า			15.34			●	⇒	D	□	▽
30	เดินนำตัวผ้าไปวาง		8	12.27			○	⇒	D	□	▽
31	วางตัวผ้า			13.67			●	⇒	D	□	▽
32	เดินไปหยิบตัวอิงแน็ก		3	5.23			○	⇒	D	□	▽
33	หยิบตัวอิงแน็ก			2.35			●	⇒	D	□	▽
34	เดินกลับมาอิงแน็ก		3	5.65			○	⇒	D	□	▽
35	ทำการอิงแน็กตัวที่ 1			30.65			●	⇒	D	□	▽
36	ทำการอิงแน็กตัวที่ 2			25.68			●	⇒	D	□	▽
37	ทำการอิงแน็กตัวที่ 3			26.87			●	⇒	D	□	▽
38	ทำการอิงแน็กตัวที่ 4			28.34			●	⇒	D	□	▽
39	ทำการอิงแน็กตัวที่ 5			29.45			●	⇒	D	□	▽
40	ทำการอิงแน็กตัวที่ 6			27.89			●	⇒	D	□	▽
41	ทำการอิงแน็กตัวที่ 7			18.68			●	⇒	D	□	▽
42	ทำการอิงแน็กตัวที่ 8			17.25			●	⇒	D	□	▽
43	ทำการอิงแน็กตัวที่ 9			16.58			●	⇒	D	□	▽
44	ทำการอิงแน็กตัวที่ 10			19.31			●	⇒	D	□	▽
45	ทำการอิงแน็กตัวที่ 11			17.12			●	⇒	D	□	▽

ภาพ 4.33 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเบาะ 8X10 เซนติเมตร

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)												
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร						กิจกรรม		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ลดลง		
แผนก : ประกอบชิ้นงาน						ปฏิบัติการ	○	66				
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☒ วิธีที่ปรับปรุง ☐						เคลื่อนย้าย	⇒	24				
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :						ล่าช้า/รอคอย	D	0				
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย						ตรวจสอบ	□	0				
วันที่ : 13/01/63						การเก็บรักษา	▽	0				
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม			ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้		สัญลักษณ์				
46	ทำการยิงเม็กตัวที่ 12				17.21			●	⇒	D	□	▽
47	ทำการยิงเม็กตัวที่ 13				22.96			●	⇒	D	□	▽
48	ทำการยิงเม็กตัวที่ 14				17.67			●	⇒	D	□	▽
49	ทำการยิงเม็กตัวที่ 15				19.18			●	⇒	D	□	▽
50	ทำการยิงเม็กตัวที่ 16				22.37			●	⇒	D	□	▽
51	ทำการยิงเม็กตัวที่ 17				22.69			●	⇒	D	□	▽
52	ทำการยิงเม็กตัวที่ 18				17.28			●	⇒	D	□	▽
53	ทำการยิงเม็กตัวที่ 19				18.26			●	⇒	D	□	▽
54	ทำการยิงเม็กตัวที่ 20				16.48			●	⇒	D	□	▽
55	วางที่ยิงเม็ก				5.32			●	⇒	D	□	▽
56	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 1				10.25			●	⇒	D	□	▽
57	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 2				9.58			●	⇒	D	□	▽
58	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 3				9.21			●	⇒	D	□	▽
59	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 4				8.65			●	⇒	D	□	▽
60	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 5				7.24			●	⇒	D	□	▽
61	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 6				9.58			●	⇒	D	□	▽
62	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 7				8.21			●	⇒	D	□	▽
63	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 8				9.68			●	⇒	D	□	▽
64	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 9				9.41			●	⇒	D	□	▽
65	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 10				9.32			●	⇒	D	□	▽
66	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 11				8.25			●	⇒	D	□	▽
67	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 12				8.64			●	⇒	D	□	▽
68	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 13				8.89			●	⇒	D	□	▽
69	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 14				5.36			●	⇒	D	□	▽
70	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 15				6.54			●	⇒	D	□	▽
71	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 16				5.71			●	⇒	D	□	▽
72	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 17				7.37			●	⇒	D	□	▽
73	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 18				8.47			●	⇒	D	□	▽
74	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 19				7.67			●	⇒	D	□	▽
75	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 20				8.36			●	⇒	D	□	▽
76	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 1				20.57			●	⇒	D	□	▽
77	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 2				14.58			●	⇒	D	□	▽
78	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 3				20.64			●	⇒	D	□	▽
79	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 4				12.37			●	⇒	D	□	▽
80	หยิบกองที่พับแล้ว				10.27			●	⇒	D	□	▽
81	เดินนำมาวาง			7	20.87			○	➡	D	□	▽
82	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			12	22.34			○	➡	D	□	▽
83	หยิบกองที่พับแล้ว				9.57			●	⇒	D	□	▽
84	เดินนำมาวาง			12	20.31			○	➡	D	□	▽
85	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			4	6.41			○	➡	D	□	▽
86	หยิบกองที่พับแล้ว				10.57			●	⇒	D	□	▽
87	เดินนำมาวาง			4	6.24			○	➡	D	□	▽
88	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			7	8.31			○	➡	D	□	▽
89	หยิบกองที่พับแล้ว				10.97			●	⇒	D	□	▽
90	เดินนำมาวาง			7	8.37			○	➡	D	□	▽
สรุป												
ระยะทาง รวม (เมตร)	เวลารวม (วินาที)	จำนวนที่ ผลิต	จำนวน พนักงาน รวม (คน)	เวลาการทำงาน (นาที)			หมายเหตุ					
				ปฏิบัติการ	เคลื่อนย้าย	ล่าช้า/รอคอย						
163	1265.71	20	4	66	24	0						

ภาพ 4.33 แผนภูมิการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร (ต่อ)

จากภาพ 4.33 เป็นการแสดงแผนภูมิการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า มีขั้นตอนปฏิบัติการอยู่ที่ 66 ขั้นตอน และขั้นตอนการเคลื่อนย้าย 24 ขั้นตอน มีระยะทางรวม 163 เมตร ใช้เวลาทั้งหมด 1265.71 วินาที ผลิตได้จำนวน 20 กล่อง มีพนักงานรวม 4 คน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)									
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร					กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ลดลง	
แผน : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	66		
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☒ วิธีที่ปรับปรุง ☐					เคลื่อนย้าย	⇒	24		
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	D	0		
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0		
วันที่ : 13/01/63					การเก็บรักษา	▽	0		
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้	สัญลักษณ์				
1	หยิบลวดถักที่เป็นตัวกล่อง		20.74		●	⇒	D	□	▽
2	เดินนำลวดถักไปวาง	10	13.68		○	⇒	D	□	▽
3	วางลวดถักที่เป็นตัวกล่อง		33.58		●	⇒	D	□	▽
4	เดินกลับมาหยิบลวดถักที่เป็นตัวกล่อง	7	6.15		○	⇒	D	□	▽
5	หยิบลวดถักที่เป็นตัวกล่อง		15.74		●	⇒	D	□	▽
6	เดินนำลวดถักไปวาง	5	6.34		○	⇒	D	□	▽
7	วางลวดถักที่เป็นตัวกล่อง		25.21		●	⇒	D	□	▽
8	เดินกลับมาหยิบลวดถักที่เป็นตัวกล่อง	2	2.84		○	⇒	D	□	▽
9	หยิบลวดถักที่เป็นตัวกล่อง		19.57		●	⇒	D	□	▽
10	เดินนำลวดถักไปวาง	10	13.98		○	⇒	D	□	▽
11	วางลวดถักที่เป็นตัวกล่อง		28.98		●	⇒	D	□	▽
12	เดินกลับมาหยิบลวดถักที่เป็นตัวกล่อง	7	8.64		○	⇒	D	□	▽
13	หยิบลวดถักที่เป็นตัวกล่อง		15.47		●	⇒	D	□	▽
14	เดินนำลวดถักไปวาง	5	8.64		○	⇒	D	□	▽
15	วางลวดถักที่เป็นตัวกล่อง		22.33		●	⇒	D	□	▽
16	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	14	18.15		○	⇒	D	□	▽
17	นับและหยิบตัวฝา		20.87		●	⇒	D	□	▽
18	เดินนำตัวฝาไปวาง	21	22.68		○	⇒	D	□	▽
19	วางตัวฝา		15.26		●	⇒	D	□	▽
20	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	17	20.32		○	⇒	D	□	▽
21	นับและหยิบตัวฝา		13.26		●	⇒	D	□	▽
22	เดินนำตัวฝาไปวาง	16	13.96		○	⇒	D	□	▽
23	วางตัวฝา		13.37		●	⇒	D	□	▽
24	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	13	12.69		○	⇒	D	□	▽
25	นับและหยิบตัวฝา		18.65		●	⇒	D	□	▽
26	เดินนำตัวฝาไปวาง	26	24.96		○	⇒	D	□	▽
27	วางตัวฝา		16.98		●	⇒	D	□	▽
28	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	24	22.68		○	⇒	D	□	▽
29	นับและหยิบตัวฝา		14.63		●	⇒	D	□	▽
30	เดินนำตัวฝาไปวาง	22	20.61		○	⇒	D	□	▽
31	วางตัวฝา		13.67		●	⇒	D	□	▽
32	เดินไปหยิบตัวอิงแน็ก	3	5.31		○	⇒	D	□	▽
33	หยิบตัวอิงแน็ก		2.14		●	⇒	D	□	▽
34	เดินกลับมาอิงแน็ก	3	2.89		○	⇒	D	□	▽
35	ทำการอิงแน็กตัวที่ 1		18.94		●	⇒	D	□	▽
36	ทำการอิงแน็กตัวที่ 2		19.64		●	⇒	D	□	▽
37	ทำการอิงแน็กตัวที่ 3		19.89		●	⇒	D	□	▽
38	ทำการอิงแน็กตัวที่ 4		17.98		●	⇒	D	□	▽
39	ทำการอิงแน็กตัวที่ 5		18.64		●	⇒	D	□	▽
40	ทำการอิงแน็กตัวที่ 6		18.64		●	⇒	D	□	▽
41	ทำการอิงแน็กตัวที่ 7		17.67		●	⇒	D	□	▽
42	ทำการอิงแน็กตัวที่ 8		17.25		●	⇒	D	□	▽
43	ทำการอิงแน็กตัวที่ 9		17.68		●	⇒	D	□	▽
44	ทำการอิงแน็กตัวที่ 10		19.26		●	⇒	D	□	▽
45	ทำการอิงแน็กตัวที่ 11		17.64		●	⇒	D	□	▽
46	ทำการอิงแน็กตัวที่ 12		17.21		●	⇒	D	□	▽
47	ทำการอิงแน็กตัวที่ 13		18.94		●	⇒	D	□	▽
48	ทำการอิงแน็กตัวที่ 14		17.64		●	⇒	D	□	▽
49	ทำการอิงแน็กตัวที่ 15		19.34		●	⇒	D	□	▽
50	ทำการอิงแน็กตัวที่ 16		19.23		●	⇒	D	□	▽
51	ทำการอิงแน็กตัวที่ 17		18.67		●	⇒	D	□	▽
52	ทำการอิงแน็กตัวที่ 18		17.28		●	⇒	D	□	▽
53	ทำการอิงแน็กตัวที่ 19		18.26		●	⇒	D	□	▽
54	ทำการอิงแน็กตัวที่ 20		16.87		●	⇒	D	□	▽
55	วางที่ยิงแน็ก		3.54		●	⇒	D	□	▽

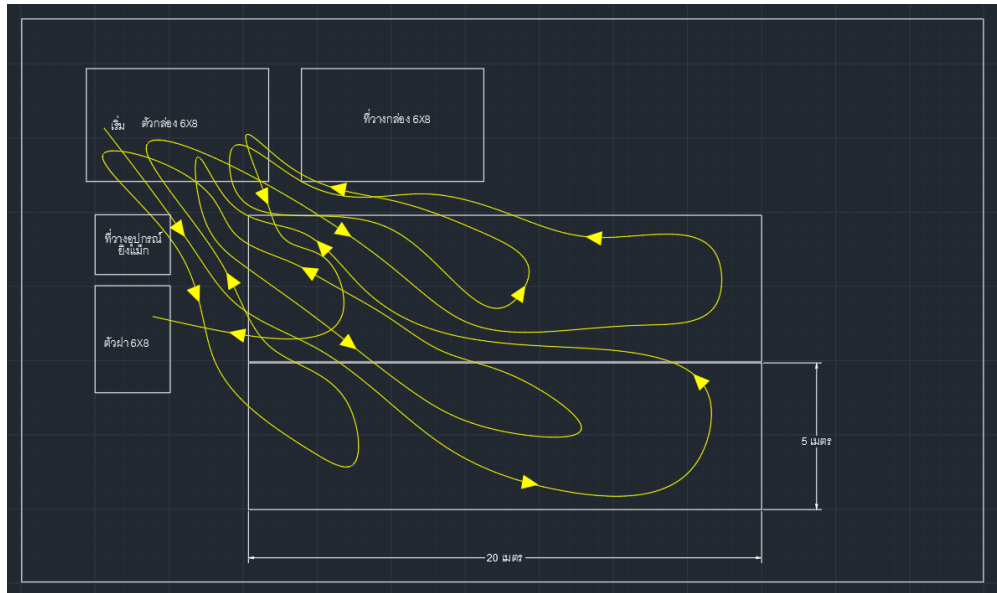
ภาพ 4.34 แผนภูมิการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)												
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร					กิจกรรม		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ลดลง	
แผนก : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	66					
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☒ วิธีที่ปรับปรุง ☐					เคลื่อนย้าย	⇒	24					
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	□	0					
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0					
วันที่ : 13/01/63					การเก็บรักษา	▽	0					
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม			ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้		สัญลักษณ์				
56	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 1				9.46			●	⇒	D	□	▽
57	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 2				8.64			●	⇒	D	□	▽
58	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 3				9.34			●	⇒	D	□	▽
59	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 4				8.75			●	⇒	D	□	▽
60	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 5				7.34			●	⇒	D	□	▽
61	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 6				8.67			●	⇒	D	□	▽
62	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 7				8.34			●	⇒	D	□	▽
63	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 8				7.98			●	⇒	D	□	▽
64	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 9				8.67			●	⇒	D	□	▽
65	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 10				9.21			●	⇒	D	□	▽
66	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 11				8.25			●	⇒	D	□	▽
67	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 12				7.68			●	⇒	D	□	▽
68	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 13				8.89			●	⇒	D	□	▽
69	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 14				7.64			●	⇒	D	□	▽
70	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 15				8.43			●	⇒	D	□	▽
71	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 16				6.32			●	⇒	D	□	▽
72	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 17				8.34			●	⇒	D	□	▽
73	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 18				7.95			●	⇒	D	□	▽
74	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 19				7.72			●	⇒	D	□	▽
75	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 20				8.37			●	⇒	D	□	▽
76	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 1				20.24			●	⇒	D	□	▽
77	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 2				13.68			●	⇒	D	□	▽
78	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 3				19.64			●	⇒	D	□	▽
79	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 4				12.37			●	⇒	D	□	▽
80	หยิบกองที่พับแล้ว				10.34			●	⇒	D	□	▽
81	เดินนำมาวาง			7	12.35			○	⇒	D	□	▽
82	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			11	12.36			○	⇒	D	□	▽
83	หยิบกองที่พับแล้ว				9.67			●	⇒	D	□	▽
84	เดินนำมาวาง			13	16.64			○	⇒	D	□	▽
85	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			4	6.78			○	⇒	D	□	▽
86	หยิบกองที่พับแล้ว				9.78			●	⇒	D	□	▽
87	เดินนำมาวาง			4	6.96			○	⇒	D	□	▽
88	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			7	8.23			○	⇒	D	□	▽
89	หยิบกองที่พับแล้ว				9.68			●	⇒	D	□	▽
90	เดินนำมาวาง			8	9.87			○	⇒	D	□	▽
สรุป												
ระยะทางรวม (เมตร)	เวลารวม (วินาที)	จำนวนที่ผลิต	จำนวนพนักงานรวม (คน)	เวลาการทำงาน (นาที)		หมายเหตุ						
				ปฏิบัติการ	เคลื่อนย้าย							ล่าช้า/รอคอย
259	1249.76	20	4	66	24	0						

ภาพ 4.34 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร (ต่อ)

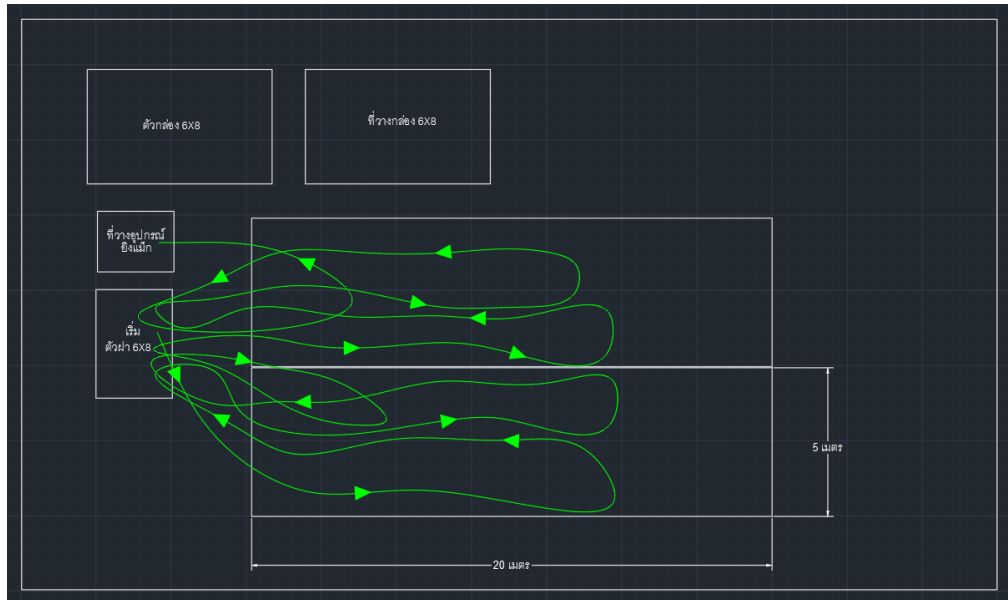
จากภาพ 4.34 เป็นการแสดงแผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า มีขั้นตอนปฏิบัติการอยู่ที่ 66 ขั้นตอน และขั้นตอนการเคลื่อนย้าย 24 ขั้นตอน มีระยะทางรวม 259 เมตร ใช้เวลาทั้งหมด 1249.76 วินาที ผลิตได้จำนวน 20 กล่อง มีพนักงานรวม 4 คน

และยังแสดงแผนผังการไหลแผนกประกอบของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เห็นภาพการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะแสดงดังภาพ 4.35 4.36 4.37 4.38 4.39 4.40 4.41 4.42 4.43 4.44 4.45 4.46 4.47 และ 4.48



ภาพ 4.35 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ส่วน 1

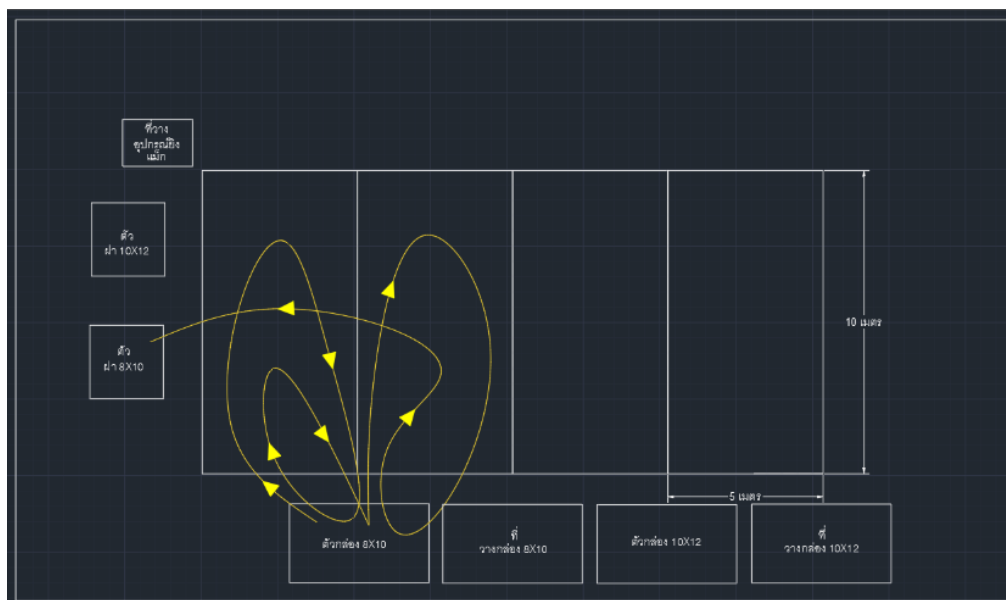
จากภาพ 4.35 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการหยิบตัวกล่องครั้งแรก โดยมีการเดินวนจำนวน 6 รอบ เนื่องจากตัวกล่องของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร มีขนาดใหญ่จึงทำการหยิบขึ้นส่วนนี้หลายรอบ จนถึงขั้นตอนการเดินไปหยิบตัวฝาครั้งแรก



ภาพ 4.36 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ส่วน 2

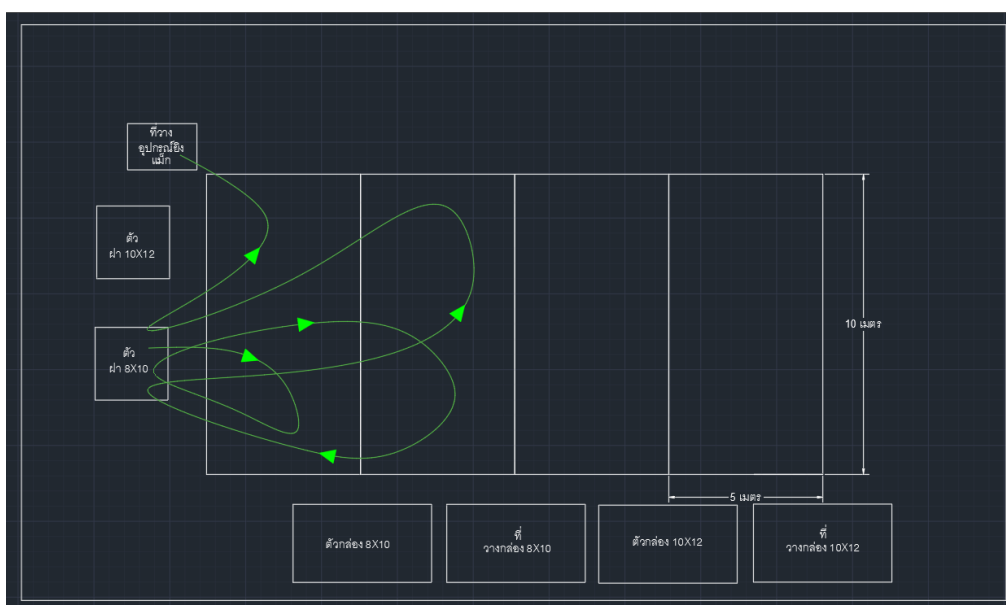
จากภาพ 4.36 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการหยิบตัวฝาครั้งแรก โดยมีการเดินวนจำนวน 6 รอบ เนื่องจากตัวฝาของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร มีน้ำหนักมาก จึงทำการหยิบขึ้นส่วนนี้หลายรอบ จนถึงขั้นตอนการเดินไปหยิบอุปกรณ์ยิงแม่เหล็ก

จากภาพ 4.38 เป็นภาพแผนผังการไหล โดยรวมทุกขั้นตอนทำงานในแผนประกอบของ
กล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ตั้งแต่กระบวนการหยิบตัวกล่องครั้งแรกจนถึงกระบวนการนำกล่อง
มาเก็บที่ที่ว่างกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ครั้งสุดท้าย



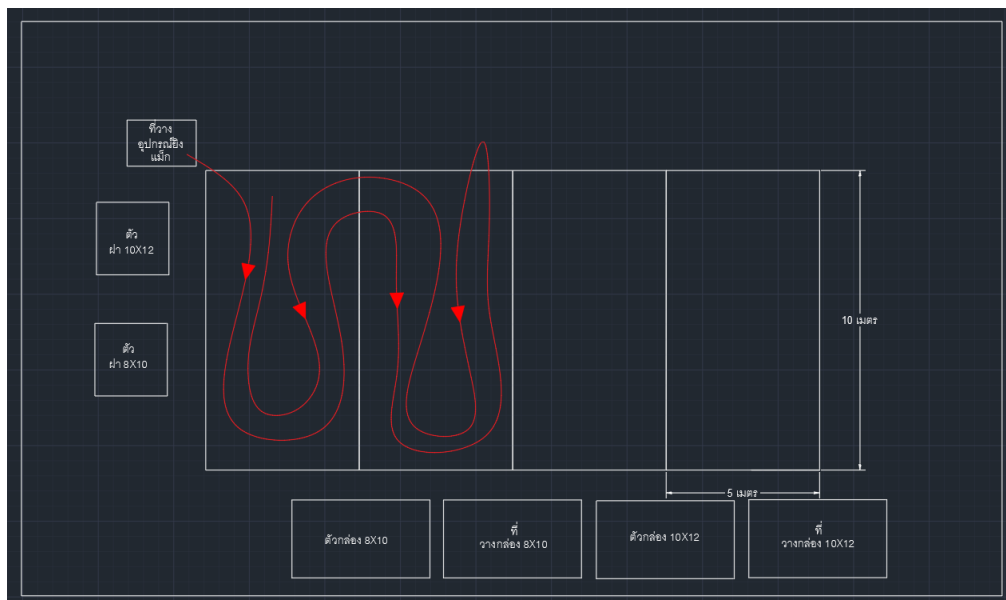
ภาพ 4.39 แผนผังการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ส่วน 1

จากภาพ 4.39 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการหยิบตัวกล่องครั้งแรก โดยม
ีการเดินวนจำนวน 4 รอบ เนื่องจากตัวกล่องของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร มีขนาดไม่ใหญ่มาก
จึงทำการหยิบได้หลายชิ้น จนถึงขั้นตอนการเดินไปหยิบตัวฝาครั้งแรก



ภาพ 4.40 แผนผังการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ส่วน 2

จากภาพ 4.40 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการหยิบตัวฝาครั้งแรก โดยมีการเดินวนจำนวน 4 รอบ เนื่องจากตัวฝาของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร มีน้ำหนักน้อย จึงทำการหยิบขึ้นส่วนนี้ได้หลายชิ้น จนถึงขั้นตอนการเดินไปหยิบอุปกรณ์ยังแม็ก



ภาพ 4.41 แผนผังการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ส่วน 3

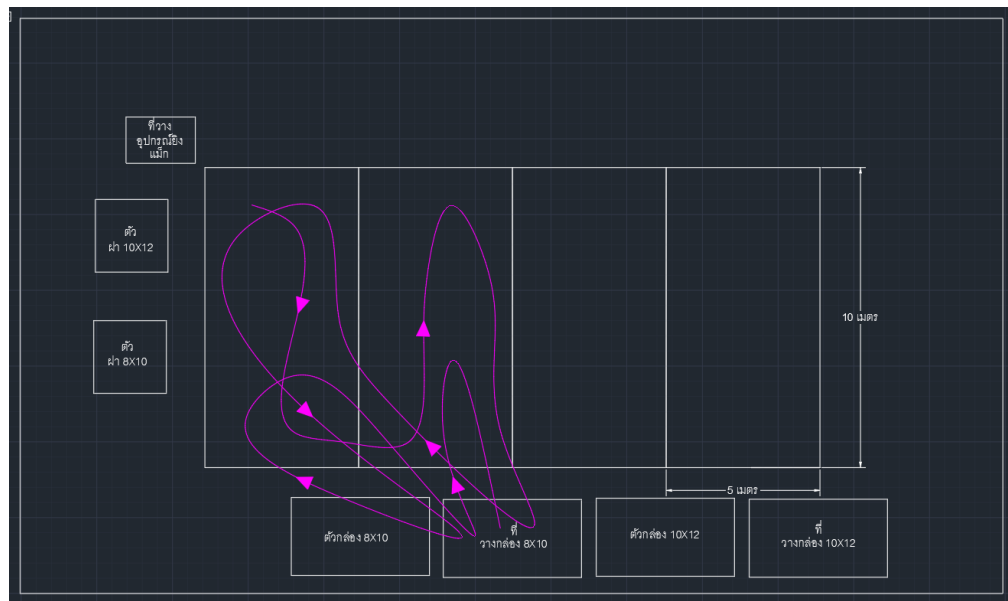
จากภาพ 4.41 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการเดินกลับมายังแม็กที่กล่องตัวที่ 1 และทำการยิงไปเรื่อย ๆ จนครบ 20 กล่อง แล้วจะทำการวางอุปกรณ์ยังแม็ก จากนั้นจะกลับมาพับกล่อง เพื่อเตรียมขนย้าย โดยจะทำการพับทั้ง 20 กล่อง แล้วก็นำมารวมกันเป็น 4 กอง กองละเท่า ๆ กัน

จากภาพ 4.42 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการรวมกล่องที่พับแล้วเป็นกองทั้งหมด 4 กอง กองละเท่า ๆ กัน และทำการย้ายไปเก็บไว้ที่ที่วางกล่องจนครบ

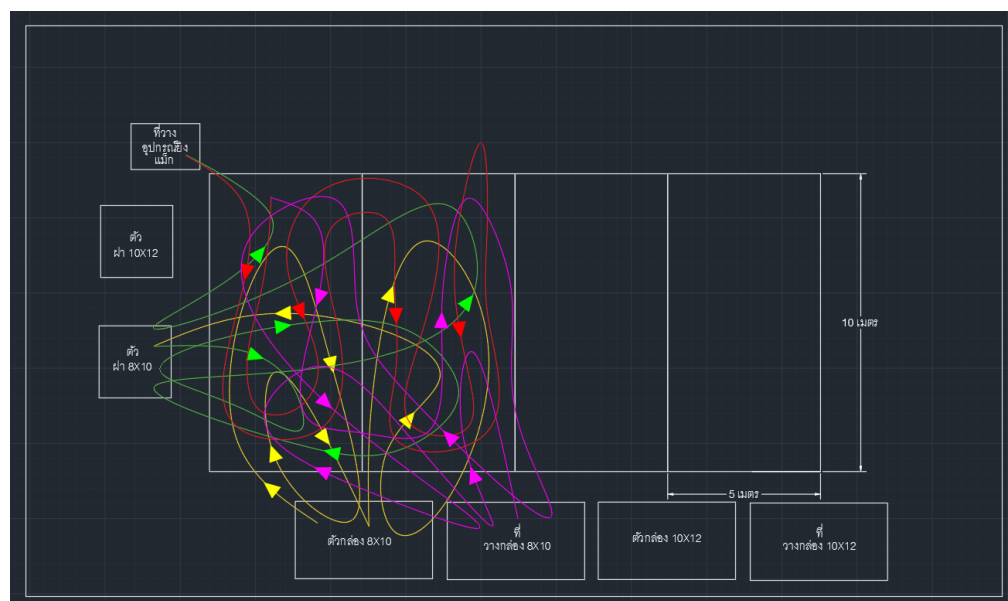
จากภาพ 4.43 เป็นภาพแผนผังการไหล โดยรวมทุกขั้นตอนทำงานในแผนประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ตั้งแต่กระบวนการหยิบตัวกล่องครั้งแรกจนถึงกระบวนการนำกล่องมาเก็บที่ที่วางกล่องครั้งสุดท้าย

จากภาพ 4.44 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการหยิบตัวกล่องครั้งแรก โดยมีการเดินวนจำนวน 4 รอบ เนื่องจากตัวกล่องของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร มีขนาดใหญ่่มาก จึงทำการหยิบได้หลายชิ้น จนถึงขั้นตอนการเดินไปหยิบตัวฝาครั้งแรก

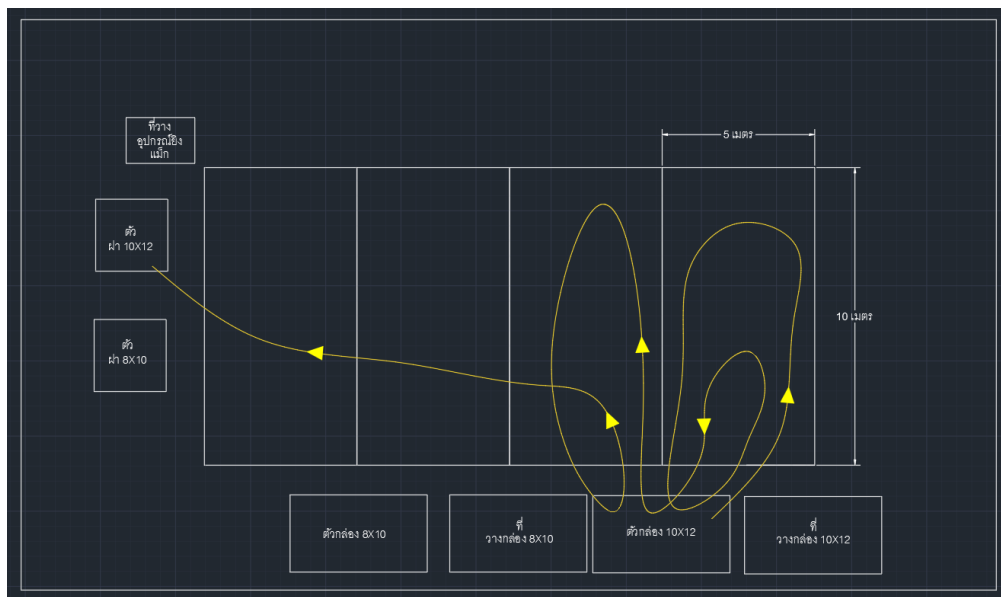
จากภาพ 4.45 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการหยิบตัวฝาครั้งแรก โดยมีการเดินวนจำนวน 4 รอบ เนื่องจากตัวฝาของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร มีน้ำหนักน้อย จึงทำการหยิบขึ้นส่วนนี้ได้หลายชิ้น จนถึงขั้นตอนการเดินไปหยิบอุปกรณ์ยังแม็ก



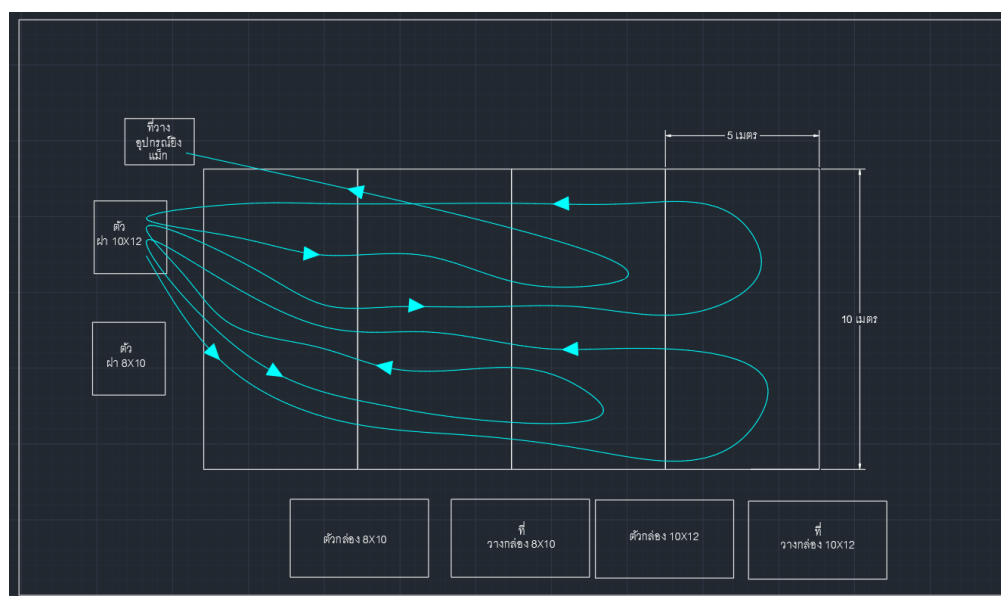
ภาพ 4.42 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ส่วน 4



ภาพ 4.43 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร รวมทุกส่วน



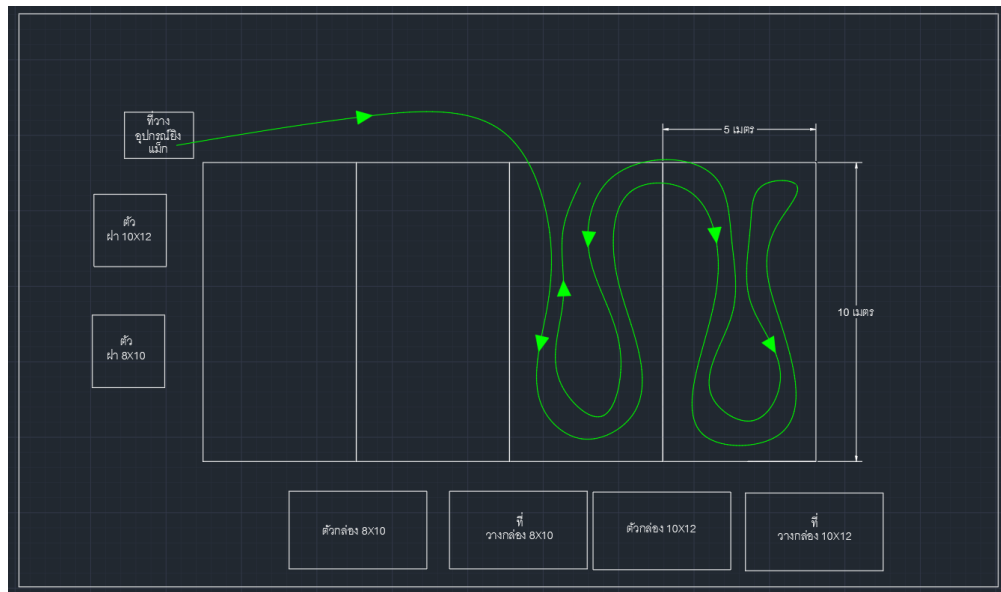
ภาพ 4.44 แผนผังการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร ส่วน 1



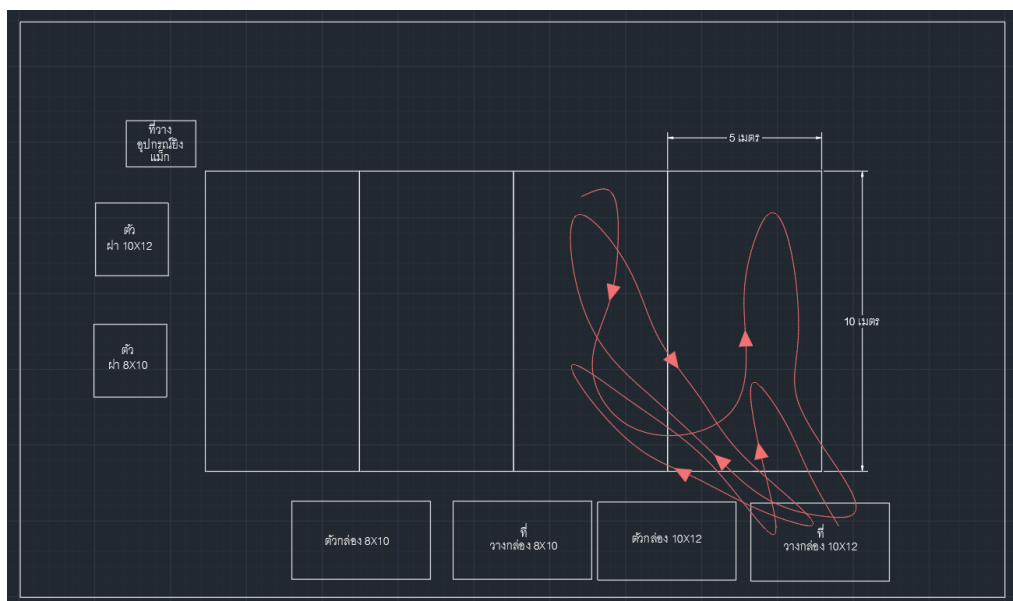
ภาพ 4.45 แผนผังการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร ส่วน 2

จากภาพ 4.46 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการเดินกลับมายิงแม่เหล็กที่กล่องตัวที่ 1 และทำการยิงไปเรื่อย ๆ จนครบ 20 กล่อง แล้วจะทำการวางอุปกรณ์ยิงแม่เหล็ก จากนั้นจะกลับมาพับกล่อง เพื่อเตรียมขนย้าย โดยจะทำการพับทั้ง 20 กล่อง แล้วก็นำมารวมกันเป็น 4 กอง กองละเท่า ๆ กัน

จากภาพ 4.47 เป็นภาพแผนผังการไหล ในส่วนของขั้นตอนการรวมกล่องที่พับแล้วเป็นกองทั้งหมด 4 กอง กองละเท่า ๆ กัน และทำการย้ายไปเก็บไว้ที่ที่วางกล่องจนครบ

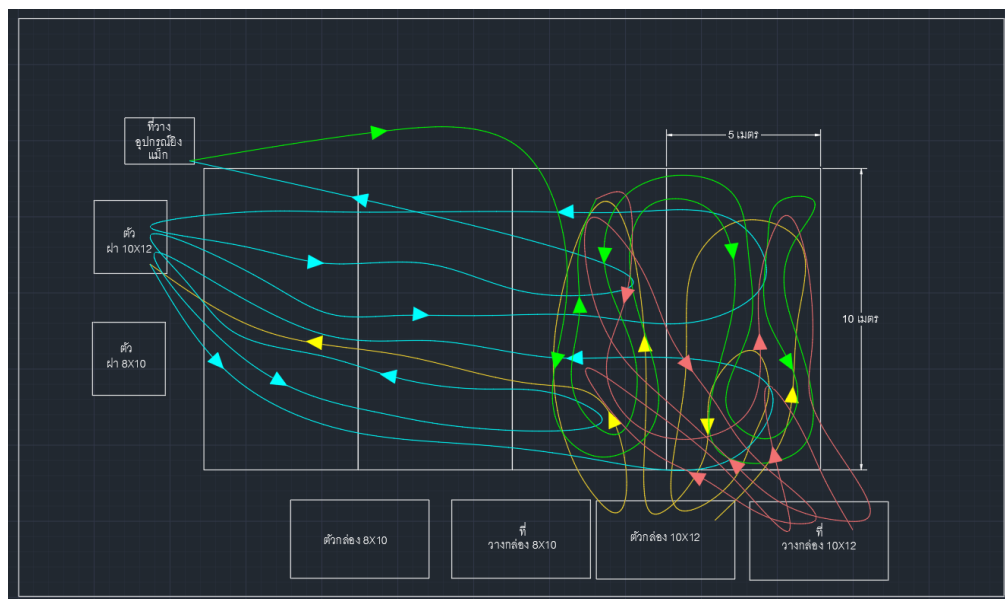


ภาพ 4.46 แผนผังการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ส่วน 3



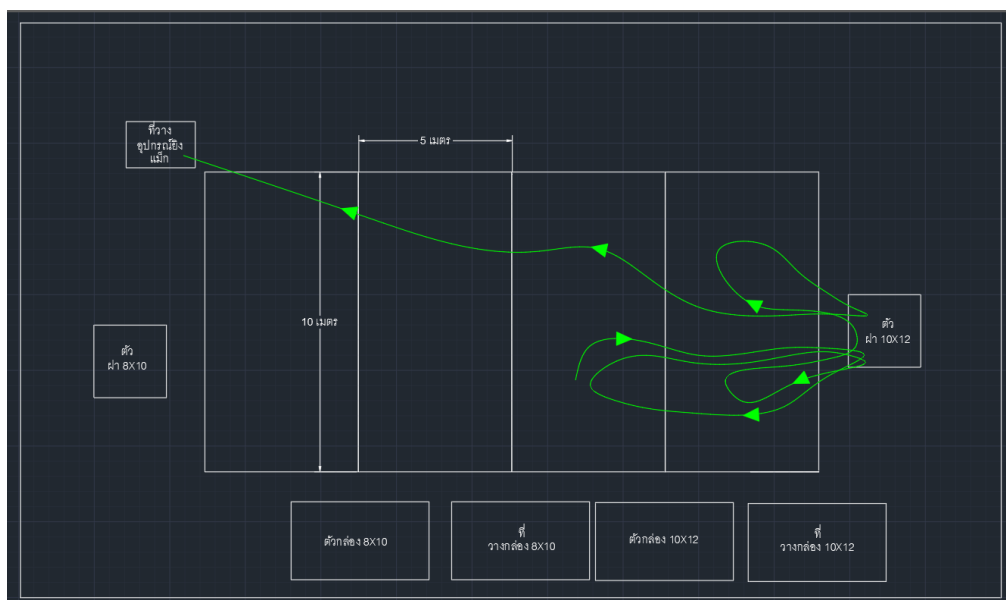
ภาพ 4.47 แผนผังการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ส่วน 4

จากภาพ 4.48 เป็นภาพแผนผังการไหล โดยรวมทุกขั้นตอนทำงานในแผนประกอบของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ตั้งแต่กระบวนการหยิบตัวกล่องครั้งแรกจนถึงกระบวนการนำกล่องมาเก็บในที่วางกล่องครั้งสุดท้าย



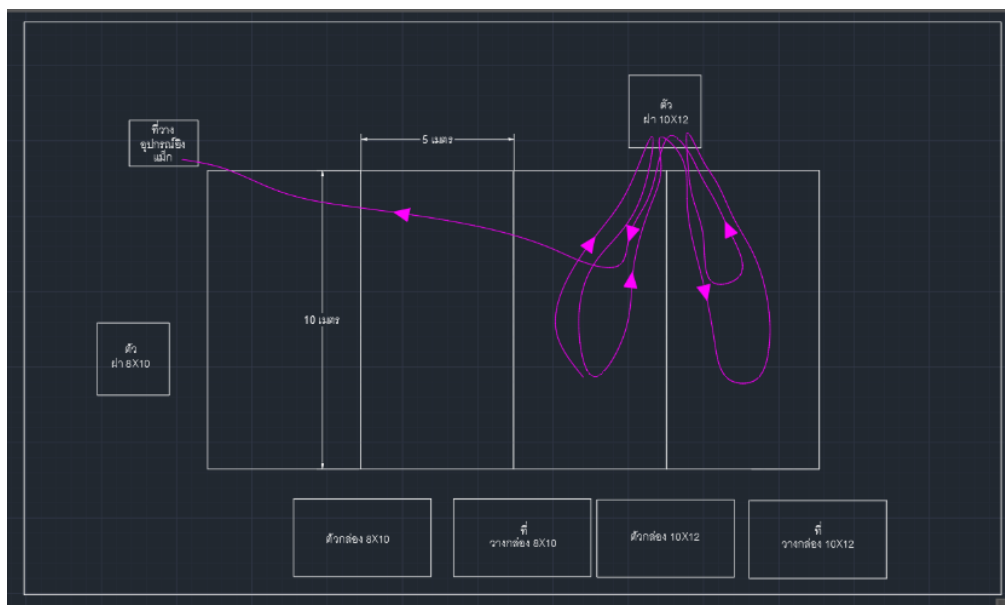
ภาพ 4.48 แผนผังการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร รวมทุกส่วน

ทำการปรับปรุงผังโรงงานใหม่ โดยทำการย้ายตำแหน่งของตัวฝา 10X12 เซนติเมตร ไปตำแหน่งอื่น ๆ อีก 2 ตำแหน่ง โดยจะทำการรวมระยะทางของแต่ละตำแหน่ง เพื่อหาตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุด โดยจะแสดงผังที่มีการทำงานในตำแหน่งตัวฝากล่อง 10X12 เซนติเมตร เท่านั้น โดยผังจะแสดงดังภาพ 4.49 และ 4.50



ภาพ 4.49 แผนผังการไหลแผนประกอบของกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร ที่ทำการย้ายไปในตำแหน่งที่ 1

จากภาพ 4.49 เป็นภาพแผนผังการไหลของแผนประกอบ ในขั้นตอนที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำงานในตำแหน่งที่ตัวฝาวางอยู่ ซึ่งสามารถรวมระยะทางทั้งหมดได้ 71 เมตร



ภาพ 4.50 แผนผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ที่ทำการย้ายไปในตำแหน่งที่ 2

จากภาพ 4.50 เป็นภาพแผนผังการไหลของแผนกประกอบ ในขั้นตอนที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำงานในตำแหน่งที่ตู้วางอยู่ ซึ่งสามารถรวมระยะทางทั้งหมดได้ 73 เมตร

ทำการเปรียบเทียบผลของผังโรงงานแบบเดิม กับผังโรงงานแบบใหม่ทั้ง 2 ตำแหน่ง ซึ่งผังโรงงานแบบเดิมจะได้ระยะทางรวม 156 เมตร ผังโรงงานแบบใหม่ตำแหน่งที่ 1 ได้ระยะทางรวม 71 เมตร และผังโรงงานใหม่ตำแหน่งที่ 2 ได้ระยะทางรวมอยู่ที่ 73 เมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าผังโรงงานใหม่ตำแหน่งที่ 1 ได้ระยะทางรวมที่สั้นที่สุด จึงทำการปรับปรุงผังโรงงานใหม่ โดยย้ายที่วางตู้ 10X12 เซนติเมตร มาไว้ที่ตำแหน่งที่ 1 ซึ่งจะได้ผังการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร แบบใหม่ ซึ่งแสดงดังภาพ 4.51

ทำการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยอาศัยหลักการของอีซีอาร์เอส (ECRS) มาทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการที่ทำให้เกิดงานระหว่างผลิตขึ้นเป็นจำนวนมาก เพื่อให้งานระหว่างผลิตนั้นลดลง และสามารถทำการประกอบได้เร็วมากขึ้น โดยใช้การทำให้ง่ายไปปรับใช้ในส่วนของการเตรียมชิ้นส่วนฝา โดยจะทำการรวมเป็นชุดให้ได้จำนวนพอดีที่ใช้กับกล่อง 1 กล่อง ของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยรวมเป็นชุด ชุดละ 3 ชิ้น สำหรับกล่องเกเบียน 8X10 และ 10X12 เซนติเมตร และทำการรวมเป็นชุด ชุดละ 7 ชิ้น สำหรับกล่องเมทเธอส 6X8 เซนติเมตร โดยวิธีนี้จะทำให้เวลาในการหยิบชิ้นส่วนลดลง เพราะสามารถทำการนับได้ง่ายมากขึ้น

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)									
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องแม่ทเธรส 6X8 เซนติเมตร					กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
แผนก : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	62	62	0
วิธีการทำงาน : ☐ วิธีเดิม ☒ วิธีที่ปรับปรุง					เคลื่อนย้าย	⇒	36	36	0
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	D	0	0	0
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0	0	0
วันที่ : 13/02/63					การเก็บรักษา	▽	0	0	0
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้	สัญลักษณ์				
1	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		10.36		●	⇒	D	□	▽
2	เดินนำสวดักไปวาง	10	15.32		○	⇒	D	□	▽
3	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง		10.32		●	⇒	D	□	▽
4	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง	8	13.23		○	⇒	D	□	▽
5	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		9.36		●	⇒	D	□	▽
6	เดินนำสวดักไปวาง	8	11.36		○	⇒	D	□	▽
7	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง		11.28		●	⇒	D	□	▽
8	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง	6	10.98		○	⇒	D	□	▽
9	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		13.68		●	⇒	D	□	▽
10	เดินนำสวดักไปวาง	9	14.36		○	⇒	D	□	▽
11	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง		12.37		●	⇒	D	□	▽
12	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง	6	10.66		○	⇒	D	□	▽
13	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		11.67		●	⇒	D	□	▽
14	เดินนำสวดักไปวาง	6	9.89		○	⇒	D	□	▽
15	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง		13.87		●	⇒	D	□	▽
16	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง	3	6.78		○	⇒	D	□	▽
17	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		11.36		●	⇒	D	□	▽
18	เดินนำสวดักไปวาง	3	4.89		○	⇒	D	□	▽
19	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง		12.37		●	⇒	D	□	▽
20	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง	2	4.28		○	⇒	D	□	▽
21	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		13.67		●	⇒	D	□	▽
22	เดินนำสวดักไปวาง	5	8.55		○	⇒	D	□	▽
23	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง		13.42		●	⇒	D	□	▽
24	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	3	5.72		○	⇒	D	□	▽
25	นับและหยิบตัวฝา		10.41		●	⇒	D	□	▽
26	เดินนำตัวฝาไปวาง	21	30.46		○	⇒	D	□	▽
27	วางตัวฝา		55.61		●	⇒	D	□	▽
28	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	19	26.43		○	⇒	D	□	▽
29	นับและหยิบตัวฝา		13.67		●	⇒	D	□	▽
30	เดินนำตัวฝาไปวาง	16	25.31		○	⇒	D	□	▽
31	วางตัวฝา		57.44		●	⇒	D	□	▽
32	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	15	22.89		○	⇒	D	□	▽
33	นับและหยิบตัวฝา		15.22		●	⇒	D	□	▽
34	เดินนำตัวฝาไปวาง	10	15.34		○	⇒	D	□	▽
35	วางตัวฝา		55.14		●	⇒	D	□	▽
36	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	6	10.36		○	⇒	D	□	▽
37	นับและหยิบตัวฝา		16.84		●	⇒	D	□	▽
38	เดินนำตัวฝาไปวาง	15	23.45		○	⇒	D	□	▽
39	วางตัวฝา		54.87		●	⇒	D	□	▽
40	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	10	17.34		○	⇒	D	□	▽
41	นับและหยิบตัวฝา		25.31		●	⇒	D	□	▽
42	เดินนำตัวฝาไปวาง	15	21.11		○	⇒	D	□	▽
43	วางตัวฝา		52.34		●	⇒	D	□	▽
44	เดินกลับมาหยิบตัวฝา	10	17.68		○	⇒	D	□	▽
45	นับและหยิบตัวฝา		23.54		●	⇒	D	□	▽
46	เดินนำตัวฝาไปวาง	6	10.55		○	⇒	D	□	▽
47	วางตัวฝา		60.18		●	⇒	D	□	▽
48	เดินไปหยิบตัวอิงแม็ก	7	12.36		○	⇒	D	□	▽
49	หยิบตัวอิงแม็ก		5.79		●	⇒	D	□	▽
50	เดินกลับมาอิงแม็ก	21	30.98		○	⇒	D	□	▽

ภาพ 4.52 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องแม่ทเธรส 6X8 เซนติเมตร หลังทำการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)										
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร					กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ลดลง
แผนก : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	62	62	0	
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☐ วิธีที่ปรับปรุง ☒					เคลื่อนย้าย	⇒	36	36	0	
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	D	0	0	0	
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0	0	0	
วันที่ : 13/02/63					การเก็บรักษา	▽	0	0	0	
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม			ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้	สัญลักษณ์			
51	ทำการยิงเม็กตัวที่ 1				42.31		●	⇒	D	□
52	ทำการยิงเม็กตัวที่ 2				42.11		●	⇒	D	□
53	ทำการยิงเม็กตัวที่ 3				44.32		●	⇒	D	□
54	ทำการยิงเม็กตัวที่ 4				43.65		●	⇒	D	□
55	ทำการยิงเม็กตัวที่ 5				49.37		●	⇒	D	□
56	ทำการยิงเม็กตัวที่ 6				48.64		●	⇒	D	□
57	ทำการยิงเม็กตัวที่ 7				46.11		●	⇒	D	□
58	ทำการยิงเม็กตัวที่ 8				48.37		●	⇒	D	□
59	ทำการยิงเม็กตัวที่ 9				47.68		●	⇒	D	□
60	ทำการยิงเม็กตัวที่ 10				45.33		●	⇒	D	□
61	ทำการยิงเม็กตัวที่ 11				52.36		●	⇒	D	□
62	ทำการยิงเม็กตัวที่ 12				55.11		●	⇒	D	□
63	วางที่ยิงเม็ก				7.46		●	⇒	D	□
64	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 1				61.37		●	⇒	D	□
65	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 2				68.39		●	⇒	D	□
66	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 3				62.36		●	⇒	D	□
67	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 4				61.34		●	⇒	D	□
68	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 5				63.87		●	⇒	D	□
69	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 6				66.37		●	⇒	D	□
70	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 7				61.35		●	⇒	D	□
71	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 8				65.87		●	⇒	D	□
72	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 9				63.33		●	⇒	D	□
73	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 10				67.31		●	⇒	D	□
74	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 11				62.47		●	⇒	D	□
75	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 12				61.34		●	⇒	D	□
76	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 1				10.67		●	⇒	D	□
77	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 2				13.67		●	⇒	D	□
78	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 3				11.34		●	⇒	D	□
79	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 4				11.24		●	⇒	D	□
80	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 5				16.37		●	⇒	D	□
81	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 6				12.64		●	⇒	D	□
82	หยิบกองที่พับแล้ว				9.21		●	⇒	D	□
83	เดินนำมาวาง			6	6.84		○	⇒	D	□
84	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			4	7.64		○	⇒	D	□
85	หยิบกองที่พับแล้ว				8.74		●	⇒	D	□
86	เดินนำมาวาง			4	7.58		○	⇒	D	□
87	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			6	9.41		○	⇒	D	□
88	หยิบกองที่พับแล้ว				10.46		●	⇒	D	□
89	เดินนำมาวาง			6	8.74		○	⇒	D	□
90	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			6	9.41		○	⇒	D	□
91	หยิบกองที่พับแล้ว				8.11		●	⇒	D	□
92	เดินนำมาวาง			6	9.66		○	⇒	D	□
93	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			7	10.47		○	⇒	D	□
94	หยิบกองที่พับแล้ว				11.87		●	⇒	D	□
95	เดินนำมาวาง			7	11.24		○	⇒	D	□
96	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			9	13.64		○	⇒	D	□
97	หยิบกองที่พับแล้ว				12.11		●	⇒	D	□
98	เดินนำมาวาง			9	12.31		○	⇒	D	□
สรุป										
ระยะทาง รวม (เมตร)	เวลารวม (วินาที)	จำนวนที่ ผลิต	จำนวน พนักงาน รวม (คน)	เวลาการทำงาน (นาที)			หมายเหตุ			
				ปฏิบัติการ	เคลื่อนย้าย	ล่าช้า/รอ คอย				
310	2551.93	12	4	62	36	0				

ภาพ 4.52 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร หลังทำการปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)											
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร					กิจกรรม		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ลดลง
แผนก : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	66		66		0
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☐ วิธีที่ปรับปรุง ☒					เคลื่อนย้าย	➡	24		24		0
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	D	0		0		0
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0		0		0
วันที่ : 13/02/63					การเก็บรักษา	▽	0		0		0
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม		ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้		สัญลักษณ์				
1	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง			15.27			●	➡	D	□	▽
2	เดินนำสวดักไปวาง		10	12.53			○	➡	D	□	▽
3	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง			13.68			●	➡	D	□	▽
4	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		6	6.03			○	➡	D	□	▽
5	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง			11.37			●	➡	D	□	▽
6	เดินนำสวดักไปวาง		5	5.46			○	➡	D	□	▽
7	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง			14.35			●	➡	D	□	▽
8	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		2	2.61			○	➡	D	□	▽
9	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง			15.58			●	➡	D	□	▽
10	เดินนำสวดักไปวาง		10	14.27			○	➡	D	□	▽
11	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง			18.67			●	➡	D	□	▽
12	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		6	8.31			○	➡	D	□	▽
13	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง			12.67			●	➡	D	□	▽
14	เดินนำสวดักไปวาง		5	7.86			○	➡	D	□	▽
15	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง			12.39			●	➡	D	□	▽
16	เดินกลับมาหยิบตัวฝา		10	12.37			○	➡	D	□	▽
17	นับและหยิบตัวฝา			10.68			●	➡	D	□	▽
18	เดินนำตัวฝาไปวาง		9	10.38			○	➡	D	□	▽
19	วางตัวฝา			17.21			●	➡	D	□	▽
20	เดินกลับมาหยิบตัวฝา		5	6.57			○	➡	D	□	▽
21	นับและหยิบตัวฝา			8.67			●	➡	D	□	▽
22	เดินนำตัวฝาไปวาง		4	5.98			○	➡	D	□	▽
23	วางตัวฝา			13.37			●	➡	D	□	▽
24	เดินกลับมาหยิบตัวฝา		5	6.28			○	➡	D	□	▽
25	นับและหยิบตัวฝา			9.67			●	➡	D	□	▽
26	เดินนำตัวฝาไปวาง		10	14.68			○	➡	D	□	▽
27	วางตัวฝา			18.45			●	➡	D	□	▽
28	เดินกลับมาหยิบตัวฝา		9	12.73			○	➡	D	□	▽
29	นับและหยิบตัวฝา			7.68			●	➡	D	□	▽
30	เดินนำตัวฝาไปวาง		8	11.34			○	➡	D	□	▽
31	วางตัวฝา			13.67			●	➡	D	□	▽
32	เดินไปหยิบตัวอิงแม็ก		3	5.23			○	➡	D	□	▽
33	หยิบตัวอิงแม็ก			2.67			●	➡	D	□	▽
34	เดินกลับมาอิงแม็ก		3	5.65			○	➡	D	□	▽
35	ทำการอิงแม็กตัวที่ 1			15.27			●	➡	D	□	▽
36	ทำการอิงแม็กตัวที่ 2			15.68			●	➡	D	□	▽
37	ทำการอิงแม็กตัวที่ 3			17.38			●	➡	D	□	▽
38	ทำการอิงแม็กตัวที่ 4			17.67			●	➡	D	□	▽
39	ทำการอิงแม็กตัวที่ 5			19.34			●	➡	D	□	▽
40	ทำการอิงแม็กตัวที่ 6			17.62			●	➡	D	□	▽
41	ทำการอิงแม็กตัวที่ 7			18.68			●	➡	D	□	▽
42	ทำการอิงแม็กตัวที่ 8			17.25			●	➡	D	□	▽
43	ทำการอิงแม็กตัวที่ 9			16.58			●	➡	D	□	▽
44	ทำการอิงแม็กตัวที่ 10			19.31			●	➡	D	□	▽
45	ทำการอิงแม็กตัวที่ 11			17.12			●	➡	D	□	▽

ภาพ 4.53 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร หลังทำการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)											
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร					กิจกรรม		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ลดลง
แผนก : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	66		66		0
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☐ วิธีที่ปรับปรุง ☒					เคลื่อนย้าย	⇒	24		24		0
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	D	0		0		0
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0		0		0
วันที่ : 13/02/63					การเก็บรักษา	▽	0		0		0
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม			ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้	สัญลักษณ์				
46	ทำการยิงเม็กตัวที่ 12				17.21		●	⇒	D	□	▽
47	ทำการยิงเม็กตัวที่ 13				15.36		●	⇒	D	□	▽
48	ทำการยิงเม็กตัวที่ 14				17.67		●	⇒	D	□	▽
49	ทำการยิงเม็กตัวที่ 15				19.18		●	⇒	D	□	▽
50	ทำการยิงเม็กตัวที่ 16				16.32		●	⇒	D	□	▽
51	ทำการยิงเม็กตัวที่ 17				16.37		●	⇒	D	□	▽
52	ทำการยิงเม็กตัวที่ 18				17.28		●	⇒	D	□	▽
53	ทำการยิงเม็กตัวที่ 19				18.26		●	⇒	D	□	▽
54	ทำการยิงเม็กตัวที่ 20				16.48		●	⇒	D	□	▽
55	วางที่ยิงเม็ก				6.37		●	⇒	D	□	▽
56	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 1				5.26		●	⇒	D	□	▽
57	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 2				5.37		●	⇒	D	□	▽
58	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 3				5.67		●	⇒	D	□	▽
59	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 4				8.65		●	⇒	D	□	▽
60	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 5				7.24		●	⇒	D	□	▽
61	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 6				9.58		●	⇒	D	□	▽
62	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 7				8.21		●	⇒	D	□	▽
63	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 8				9.68		●	⇒	D	□	▽
64	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 9				9.41		●	⇒	D	□	▽
65	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 10				9.32		●	⇒	D	□	▽
66	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 11				8.25		●	⇒	D	□	▽
67	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 12				8.64		●	⇒	D	□	▽
68	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 13				8.89		●	⇒	D	□	▽
69	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 14				5.36		●	⇒	D	□	▽
70	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 15				6.54		●	⇒	D	□	▽
71	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 16				5.71		●	⇒	D	□	▽
72	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 17				7.37		●	⇒	D	□	▽
73	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 18				8.47		●	⇒	D	□	▽
74	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 19				7.67		●	⇒	D	□	▽
75	พับตัวที่ยิงเม็กแล้วตัวที่ 20				8.36		●	⇒	D	□	▽
76	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 1				17.96		●	⇒	D	□	▽
77	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 2				14.37		●	⇒	D	□	▽
78	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 3				16.57		●	⇒	D	□	▽
79	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 4				12.76		●	⇒	D	□	▽
80	หยิบกองที่พับแล้ว				10.27		●	⇒	D	□	▽
81	เดินนำมาวาง			6	8.97		○	⇒	D	□	▽
82	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			11	15.17		○	⇒	D	□	▽
83	หยิบกองที่พับแล้ว				8.37		●	⇒	D	□	▽
84	เดินนำมาวาง			11	15.27		○	⇒	D	□	▽
85	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			4	6.27		○	⇒	D	□	▽
86	หยิบกองที่พับแล้ว				10.34		●	⇒	D	□	▽
87	เดินนำมาวาง			4	6.37		○	⇒	D	□	▽
88	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว			7	8.18		○	⇒	D	□	▽
89	หยิบกองที่พับแล้ว				10.23		●	⇒	D	□	▽
90	เดินนำมาวาง			7	8.28		○	⇒	D	□	▽
สรุป											
ระยะทางรวม (เมตร)	เวลารวม (วินาที)	จำนวนที่ผลิต	จำนวนพนักงานรวม (คน)	เวลาการทำงาน (นาที)			หมายเหตุ				
				ปฏิบัติการ	เคลื่อนย้าย	ล่าช้า/รอคอย					
160	1039.76	20	4	66	24	0					

ภาพ 4.53 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร หลังทำการปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)											
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร					กิจกรรม		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ลดลง
แผนก : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	66		66		0
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☐ วิธีที่ปรับปรุง ☒					เคลื่อนย้าย	➡	24		24		0
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	D	0		0		0
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0		0		0
วันที่ : 13/02/63					การเก็บรักษา	▽	0		0		0
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม		ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้	สัญลักษณ์					
1	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง			15.37		●	➡	D	□	▽	
2	เดินนำสวดักไปวาง		10	11.38		○	➡	D	□	▽	
3	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง			23.67		●	➡	D	□	▽	
4	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		7	6.34		○	➡	D	□	▽	
5	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง			13.31		●	➡	D	□	▽	
6	เดินนำสวดักไปวาง		5	6.72		○	➡	D	□	▽	
7	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง			22.37		●	➡	D	□	▽	
8	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		2	2.67		○	➡	D	□	▽	
9	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง			12.34		●	➡	D	□	▽	
10	เดินนำสวดักไปวาง		10	12.35		○	➡	D	□	▽	
11	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง			20.36		●	➡	D	□	▽	
12	เดินกลับมาหยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง		7	8.31		○	➡	D	□	▽	
13	หยิบสวดักที่เป็นตัวกล่อง			13.67		●	➡	D	□	▽	
14	เดินนำสวดักไปวาง		5	6.37		○	➡	D	□	▽	
15	วางสวดักที่เป็นตัวกล่อง			20.67		●	➡	D	□	▽	
16	เดินกลับมาหยิบตัวฝา		9	11.34		○	➡	D	□	▽	
17	นับและหยิบตัวฝา			8.34		●	➡	D	□	▽	
18	เดินนำตัวฝาไปวาง		9	12.35		○	➡	D	□	▽	
19	วางตัวฝา			15.34		●	➡	D	□	▽	
20	เดินกลับมาหยิบตัวฝา		8	9.37		○	➡	D	□	▽	
21	นับและหยิบตัวฝา			8.36		●	➡	D	□	▽	
22	เดินนำตัวฝาไปวาง		5	7.36		○	➡	D	□	▽	
23	วางตัวฝา			12.67		●	➡	D	□	▽	
24	เดินกลับมาหยิบตัวฝา		5	6.37		○	➡	D	□	▽	
25	นับและหยิบตัวฝา			9.36		●	➡	D	□	▽	
26	เดินนำตัวฝาไปวาง		6	7.39		○	➡	D	□	▽	
27	วางตัวฝา			13.37		●	➡	D	□	▽	
28	เดินกลับมาหยิบตัวฝา		5	7.34		○	➡	D	□	▽	
29	นับและหยิบตัวฝา			6.38		●	➡	D	□	▽	
30	เดินนำตัวฝาไปวาง		9	11.36		○	➡	D	□	▽	
31	วางตัวฝา			11.37		●	➡	D	□	▽	
32	เดินไปหยิบตัวอิงแม็ก		15	18.69		○	➡	D	□	▽	
33	หยิบตัวอิงแม็ก			2.14		●	➡	D	□	▽	
34	เดินกลับมาอิงแม็ก		3	3.64		○	➡	D	□	▽	
35	ทำการอิงแม็กตัวที่ 1			16.38		●	➡	D	□	▽	
36	ทำการอิงแม็กตัวที่ 2			15.23		●	➡	D	□	▽	
37	ทำการอิงแม็กตัวที่ 3			16.34		●	➡	D	□	▽	
38	ทำการอิงแม็กตัวที่ 4			15.56		●	➡	D	□	▽	
39	ทำการอิงแม็กตัวที่ 5			14.38		●	➡	D	□	▽	
40	ทำการอิงแม็กตัวที่ 6			16.38		●	➡	D	□	▽	
41	ทำการอิงแม็กตัวที่ 7			15.27		●	➡	D	□	▽	
42	ทำการอิงแม็กตัวที่ 8			13.96		●	➡	D	□	▽	
43	ทำการอิงแม็กตัวที่ 9			14.65		●	➡	D	□	▽	
44	ทำการอิงแม็กตัวที่ 10			15.69		●	➡	D	□	▽	
45	ทำการอิงแม็กตัวที่ 11			14.65		●	➡	D	□	▽	

ภาพ 4.54 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร หลังทำการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)											
กิจกรรม/ขั้นตอน : การประกอบกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร					กิจกรรม		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		
แผนก : ประกอบชิ้นงาน					ปฏิบัติการ	○	66		66		
วิธีการทำงาน : วิธีเดิม ☐ วิธีที่ปรับปรุง ☒					เคลื่อนย้าย	⇒	24		24		
ขั้นตอนที่สามารถพัฒนาได้ในกระบวนการนี้ :					ล่าช้า/รอคอย	D	0		0		
ผู้จัดทำ : ผู้วิจัย					ตรวจสอบ	□	0		0		
วันที่ : 13/02/63					การเก็บรักษา	▽	0		0		
ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม				ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้		สัญลักษณ์		
46	ทำการยิงแม็กตัวที่ 12					14.36			●	⇒	D □ ▽
47	ทำการยิงแม็กตัวที่ 13					16.37			●	⇒	D □ ▽
48	ทำการยิงแม็กตัวที่ 14					14.62			●	⇒	D □ ▽
49	ทำการยิงแม็กตัวที่ 15					15.32			●	⇒	D □ ▽
50	ทำการยิงแม็กตัวที่ 16					16.11			●	⇒	D □ ▽
51	ทำการยิงแม็กตัวที่ 17					15.32			●	⇒	D □ ▽
52	ทำการยิงแม็กตัวที่ 18					14.33			●	⇒	D □ ▽
53	ทำการยิงแม็กตัวที่ 19					15.22			●	⇒	D □ ▽
54	ทำการยิงแม็กตัวที่ 20					14.31			●	⇒	D □ ▽
55	วางที่ยิงแม็ก					3.21			●	⇒	D □ ▽
56	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 1					7.32			●	⇒	D □ ▽
57	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 2					6.34			●	⇒	D □ ▽
58	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 3					7.64			●	⇒	D □ ▽
59	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 4					6.31			●	⇒	D □ ▽
60	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 5					5.22			●	⇒	D □ ▽
61	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 6					5.31			●	⇒	D □ ▽
62	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 7					6.36			●	⇒	D □ ▽
63	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 8					5.23			●	⇒	D □ ▽
64	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 9					6.41			●	⇒	D □ ▽
65	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 10					6.36			●	⇒	D □ ▽
66	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 11					6.12			●	⇒	D □ ▽
67	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 12					5.33			●	⇒	D □ ▽
68	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 13					6.37			●	⇒	D □ ▽
69	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 14					5.21			●	⇒	D □ ▽
70	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 15					8.43			●	⇒	D □ ▽
71	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 16					6.32			●	⇒	D □ ▽
72	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 17					6.34			●	⇒	D □ ▽
73	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 18					5.33			●	⇒	D □ ▽
74	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 19					5.14			●	⇒	D □ ▽
75	พับตัวที่ยิงแม็กแล้วตัวที่ 20					6.31			●	⇒	D □ ▽
76	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 1					12.36			●	⇒	D □ ▽
77	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 2					9.36			●	⇒	D □ ▽
78	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 3					12.31			●	⇒	D □ ▽
79	หยิบตัวที่พับแล้วมากองรวมกัน กองที่ 4					9.22			●	⇒	D □ ▽
80	หยิบกองที่พับแล้ว					10.34			●	⇒	D □ ▽
81	เดินนำมาวาง				7	10.35			○	➡	D □ ▽
82	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว				11	12.33			○	➡	D □ ▽
83	หยิบกองที่พับแล้ว					9.31			●	⇒	D □ ▽
84	เดินนำมาวาง				13	15.36			○	➡	D □ ▽
85	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว				4	6.33			○	➡	D □ ▽
86	หยิบกองที่พับแล้ว					9.36			●	⇒	D □ ▽
87	เดินนำมาวาง				4	6.27			○	➡	D □ ▽
88	เดินไปหยิบกองที่พับแล้ว				7	8.64			○	➡	D □ ▽
89	หยิบกองที่พับแล้ว					9.67			●	⇒	D □ ▽
90	เดินนำมาวาง				8	9.36			○	➡	D □ ▽
สรุป											
ระยะทางรวม (เมตร)	เวลารวม (วินาที)	จำนวนที่ผลิต	จำนวนพนักงานรวม (คน)	เวลาการทำงาน (นาที)			หมายเหตุ				
				ปฏิบัติการ	เคลื่อนย้าย	ล่าช้า/รอคอย					
174	960.07	20	4	66	24	0					

ภาพ 4.54 แผนภูมิการไหลแผนกประกอบของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร หลังทำการปรับปรุง (ต่อ)

4.5.3 ทำการออกแบบวิธีการแก้ไข โดยการจัดทำระบบการผลิตแบบลีน ในส่วนของการลดงานระหว่างผลิตที่เกิดการผลิตก่อนกระบวนการประกอบ ซึ่งพบว่ามีจำนวนฝาที่เกิดการกองรอเป็นจำนวนมากเนื่องจากสามารถผลิตได้เร็วกว่าตัวอีกทั้งทางบริษัทไม่ได้ทำการผลิตตามความต้องการของลูกค้าแต่เลือกที่จะทำการผลิตเพื่อไว้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำระบบการผลิตแบบดึงตามความต้องการของลูกค้ามาปรับใช้ โดยทำการคำนวณจำนวนคัมบังที่เหมาะสมในการผลิตเพื่อให้จำนวนงานระหว่างผลิตไม่มากจนเกินไป และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ โดย Number of Kanban จะเท่ากับ $\frac{\text{Daily Demand} \times (\text{Manufacturing Cycle Time} + \text{Safety Stock})}{\text{Container Size}}$ คูณด้วยผลรวมของ Manufacturing Cycle Time กับ Safety Stock ทหารด้วย Container Size ซึ่ง Manufacturing Cycle Time จะเป็นรอบเวลาที่สามารถทำการผลิตได้ของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยทำการคิดเทียบกับ Daily Demand ว่าใช้เวลาในการผลิตนานเท่าใดภายใน 1 วัน ถัดมาเป็น Safety Stock คือจำนวนของคงคลังสำรอง ซึ่งจะถูกกำหนดโดยบริษัทเองว่าจะตั้งไว้กี่ชิ้นหลังจากนั้นมาคิดเทียบเป็นจำนวนวันที่หลัง และสุดท้ายเป็น Container Size คือกล่องที่สามารถทำการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปโดยจะทำการขนย้ายไปได้ทีละ 100 ชิ้น ในทุกผลิตภัณฑ์ จำนวนคัมบัง คือใบซึ่งเป็นบัตรที่จะติดไว้กับ Container Size แต่ละอันยกตัวอย่างเช่น ฝาของผลิตภัณฑ์ 6X8 เซนติเมตร มีใบคัมบัง 7 ใบ หมายความว่าต้องมีของที่ทำการผลิตรอไว้ทั้งหมด 7 Container โดยแต่ละ Container มีจำนวน 100 ชิ้น รวมเป็น 700 ชิ้น เป็นต้น ระบบการผลิตโดยใช้ระบบคัมบังนี้สามารถลดจำนวนงานระหว่างผลิตลงได้เนื่องจากจะทำการผลิตในปริมาณที่จำเป็นเท่านั้นหรือจะทำการผลิตก็ต่อเมื่อมีความต้องการจากลูกค้าเข้ามาเท่านั้นรวมกับ Safety Stock ซึ่งแต่เดิมนั้นบริษัททำการผลิตโดยไม่คำนึงถึงความต้องการของลูกค้าอีกทั้งในบางวันจะทำการผลิตเพื่อโดยไม่ได้ทำการคำนวณอีกด้วยทำให้มีงานระหว่างผลิตที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก

ตาราง 4.40 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณจำนวนคัมบัง

Product	Number of kanban	Daily demand	Manufacturing cycle time	Safety stock	Container size
6X8	6.57	348	0.89	1	100
8X10	9.61	654	0.97	0.5	100
10X12	16.28	1131	0.94	0.5	100

โดยทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ไว้ดังตาราง 4.40 ซึ่งสมการการคำนวณจำนวนคัมบังจะแสดงดังสมการ 1

$$\text{Number of Kanban} = \frac{\text{Daily Demand} \times (\text{Manufacturing Cycle Time} + \text{Safety Stock})}{\text{Container Size}} \quad (5.1)$$

ซึ่งจะแสดงตัวอย่างการคำนวณจำนวนคัมบังของฝาของผลิตภัณฑ์ 6X8 เซนติเมตร ดังนี้

$$\text{Number of Kanban} = \frac{348 \text{ ชิ้นต่อวัน} \times (0.89 \text{ วัน} + 1 \text{ วัน})}{100 \text{ ชิ้นต่อใบ}}$$

Number of Kanban = 6.57 ใบ หรือ ประมาณ 7 ใบ

โดยผลจากการคำนวณทำให้ได้จำนวนคัมบังของฝาของผลิตภัณฑ์ 6X8 เซนติเมตร เป็น 6.57 หรือประมาณ 7 ใบ ฝาของผลิตภัณฑ์ 8X10 เซนติเมตร เป็น 9.61 หรือประมาณ 10 ใบ และฝาของผลิตภัณฑ์ 10X12 เซนติเมตร เป็น 16.28 หรือประมาณ 17 ใบ เพื่อเป็นจำนวนที่จะทำการกำหนดการผลิตตามความต้องการของลูกค้า โดยค่าความต้องการที่นำมาใช้คำนวณจำนวนคัมบังนั้น จะหาจากความต้องการรายเดือนย้อนหลัง 36 เดือน หรือ 3 ปี ดังตาราง 4.41 โดยจะทำการหาค่าเฉลี่ยของความ ต้องการในแต่ละเดือนของแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งกล่องแมทรส 6X8 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 8,352 กล่องต่อเดือน กล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 15,696 กล่องต่อเดือน และกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 27,144 กล่องต่อเดือน ซึ่งในแต่ละเดือนพนักงานจะทำงาน 24 วัน จึงสามารถทำการหาค่าความต้องการรายวันของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้เท่ากับ 348 กล่องต่อวัน 654 กล่องต่อวัน และ 1,131 กล่องต่อวัน ตามลำดับ

จากนั้นจะนำค่าความต้องการรายเดือนย้อนหลัง 3 ปี มาหารรูปแบบการกระจายตัวเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์หลังจากทำการปรับปรุงแล้ว ด้วยโปรแกรม Input Analyzer โดยจะยอมรับรูปแบบการกระจายตัวนั้นเมื่อมีค่า P-Value มากกว่า 0.05 ที่การทดสอบแบบไคสแควร์ ซึ่งได้ผลดังตาราง 4.42

4.6 ทดสอบวิธีการปรับปรุง

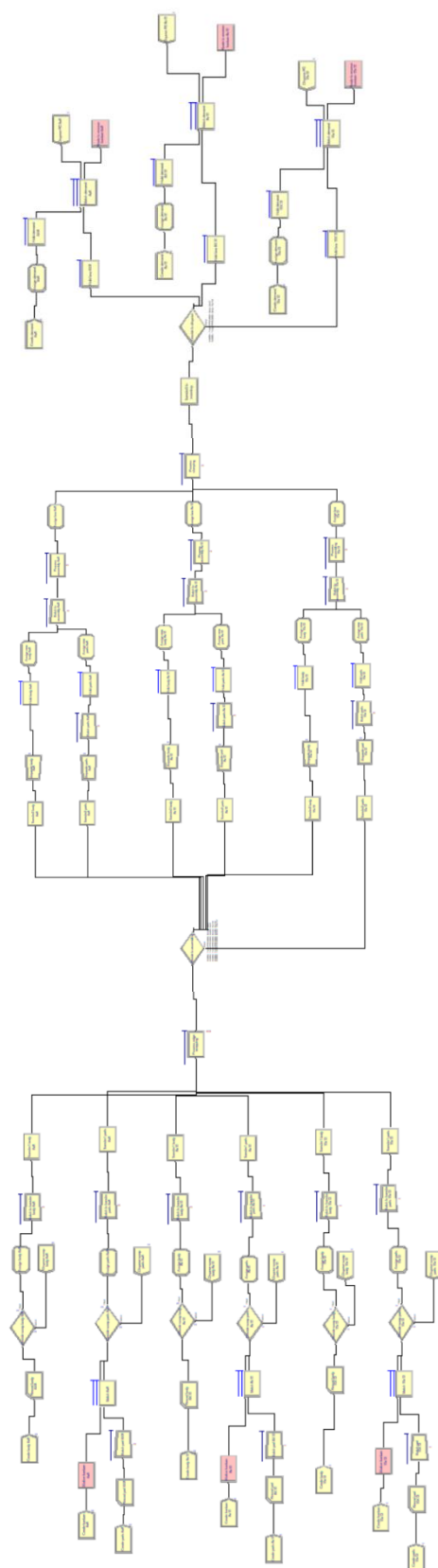
ทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของสายการผลิตโดยนำแนวทางการปรับปรุงทั้ง 3 แนวทางมาปรับใช้กับแบบจำลองสถานการณ์ แสดงดังภาพ 4.55

ตาราง 4.41 ความต้องการรายเดือนของแต่ละผลิตภัณฑ์ย้อนหลัง 36 เดือน

ผลิตภัณฑ์	ความต้องการรายเดือน (เงิน)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6X8	7604	8604	8704	6836	9089	7034	7159	9629	6609	9538	7092	8415	6908	7286	7117	7007	7897	6550
8X10	16050	15477	18257	19489	17355	12638	17138	12553	14089	18587	12498	16675	17640	13941	13638	16648	14752	13264
10X12	28138	27874	30166	24133	25908	25508	29325	26393	27120	30803	28353	28195	28104	27442	24156	25001	29725	28461
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
6X8	9605	7784	9208	8556	7913	8292	10410	7151	9925	9320	9233	8725	8975	9153	10205	8557	9777	9004
8X10	16515	17383	13765	17499	13477	14292	14264	16455	13110	18014	14239	16886	17800	15625	18496	13814	18920	13426
10X12	24452	25276	24334	29736	30002	30151	26719	25336	28588	26878	26805	25150	25616	25883	25427	27692	29885	24616

ตาราง 4.42 แสดงรูปแบบการกระจายตัวของความต้องการในแต่ละผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	รูปแบบการแจกแจง	P-Value
กล่องเมตรส 6X8	6.55e+003 + 3.86e+003 * BETA(0.906, 1.03)	0.184
กล่องเกเบี้ยน 8X10	1.25e+004 + 6.99e+003 * BETA(0.808, 0.965)	0.239
กล่องเกเบี้ยน 10X12	2.41e+004 + 6.67e+003 * BETA(0.781, 0.946)	0.344



ภาพ 4.55 แสดงแบบจำลองสถานการณ์สายการผลิตหลังทำการปรับปรุง

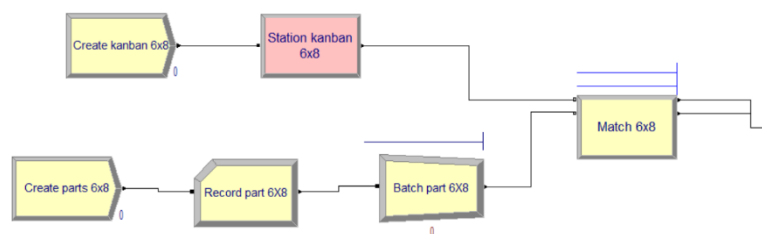
ในส่วนของแนวทางการปรับปรุงที่ 1 เริ่มจากการนำเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปของแผนประกอบทั้ง 3 ผลลัพธ์มาทำการหารูปแบบการกระจายตัวใหม่ด้วยโปรแกรม Input analyzer เพื่อนำรูปแบบการกระจายตัวที่ได้ไปปรับใช้กับแบบจำลองต่อไป โดยรูปแบบการจำลองที่ได้แสดงดังตาราง 4.43

ตาราง 4.43 แสดงรูปแบบการกระจายตัวของแผนประกอบหลังทำการปรับปรุง

ผลิตภัณฑ์	รูปแบบการแจกแจง	P-Value
กล่องแมทเทรส 6X8	$204 + 20 * \text{BETA}(0.853, 0.927)$	0.444
กล่องเกเบี่ยน 8X10	$48 + 5 * \text{BETA}(0.753, 0.863)$	0.26
กล่องเกเบี่ยน 10X12	$46 + 4 * \text{BETA}(0.977, 0.827)$	0.538

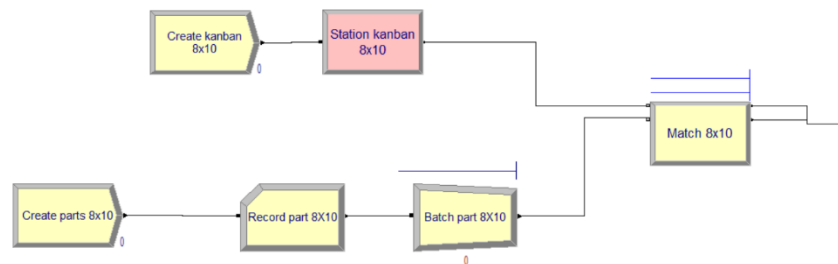
โดยจะทำการยอมรับรูปแบบการกระจายตัวที่มีค่า P-Value มากกว่า 0.05 ที่การทดสอบไคสแควร์เช่นเดิม โดยจะทำการใส่รูปแบบการกระจายตัวใหม่นี้ใน Module Process Assembly ของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ และนำรูปแบบการกระจายตัวที่ได้นี้ไปใส่ใน 3 Module ได้แก่ Process Assembly 6X8 Process Assembly 8X10 และ Process Assembly 10X12

โดยในส่วนของแนวทางในการปรับปรุงที่ 2 คือการนำระบบการผลิตแบบดึง โดยใช้คัมบังมาปรับเข้ากับแบบจำลอง



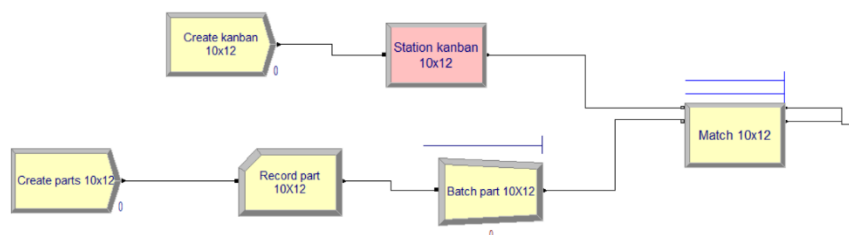
ภาพ 4.56 แสดงแบบจำลองโดยใช้การผลิตโดยใช้คัมบัง (Kanban) มาปรับปรุงของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร

จากภาพ 4.56 เริ่มจากส่วนของ Module ที่เพิ่มขึ้นมาเป็น Module Create Kanban 6X8 เพื่อทำการผลิตบัตร Kanban ออกมาเท่ากับจำนวนที่คำนวณได้คือ 7 ใบ และทำการพักบัตรเหล่านั้นที่ Module Station Kanban 6X8 นอกจากนี้ยังมีการเพิ่ม Module Batch Part 6X8 ขึ้นมาเพื่อทำการรวมฝาของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ให้ได้เท่ากับจำนวนของ Container size ที่ทำการกำหนดไว้ใน การคำนวณคัมบังก่อนหน้านี้ โดยจะทำการ Match ระหว่างบัตรกับตัวฝาที่ทำการผลิตได้ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตถัดไป



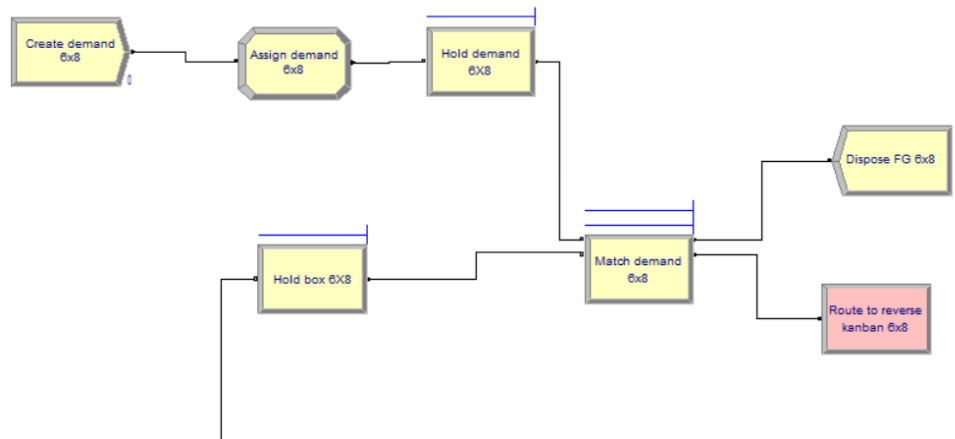
ภาพ 4.57 แสดงแบบจำลองโดยใช้การผลิตโดยใช้ Kanban มาปรับปรุงของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร

จากภาพ 4.57 เริ่มจากส่วนของ Module ที่เพิ่มขึ้นมาเป็น Module Create Kanban 8X10 เพื่อทำการผลิตบัตร Kanban ออกมาเท่ากับจำนวนที่คำนวณได้คือ 10 ใบ และทำการพักบัตรเหล่านั้นที่ Module Station Kanban 8X10 นอกจากนี้ยังมีการเพิ่ม Module Batch Part 8X10 ขึ้นมาเพื่อทำการรวมฝาของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ให้ได้เท่ากับจำนวนของ Container Size ที่ทำการกำหนดไว้ใน การคำนวณคัมบังก่อนหน้าโดยจะทำการ Match ระหว่างบัตรกับตัวฝาที่ทำการผลิตได้ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตถัดไป



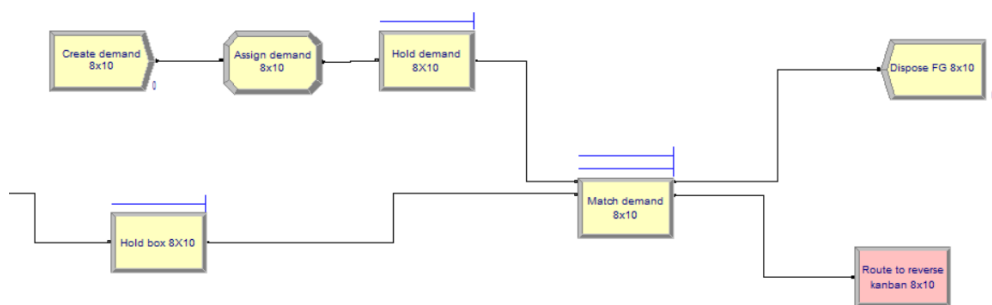
ภาพ 4.58 แสดงแบบจำลองโดยใช้การผลิตโดยใช้ Kanban มาปรับปรุงของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร

จากภาพ 4.58 เริ่มจากส่วนของ Module ที่เพิ่มขึ้นมาเป็น Module Create Kanban 10X12 เพื่อทำการผลิตบัตร Kanban ออกมาเท่ากับจำนวนที่คำนวณได้คือ 17 ใบ และทำการพักบัตรเหล่านั้นที่ Module Station Kanban 10X12 นอกจากนี้ยังมีการเพิ่ม Module Batch part 10X12 ขึ้นมาเพื่อทำการรวมฝาของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ให้ได้เท่ากับจำนวนของ Container Size ที่ทำการกำหนดไว้ใน การคำนวณคัมบังก่อนหน้า โดยจะทำการ Match ระหว่างบัตรกับตัวฝาที่ทำการผลิตได้ ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตถัดไป



ภาพ 4.59 แสดงแบบจำลองโดยคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าของกล่องแม่เทรต 6X8 เซนติเมตร

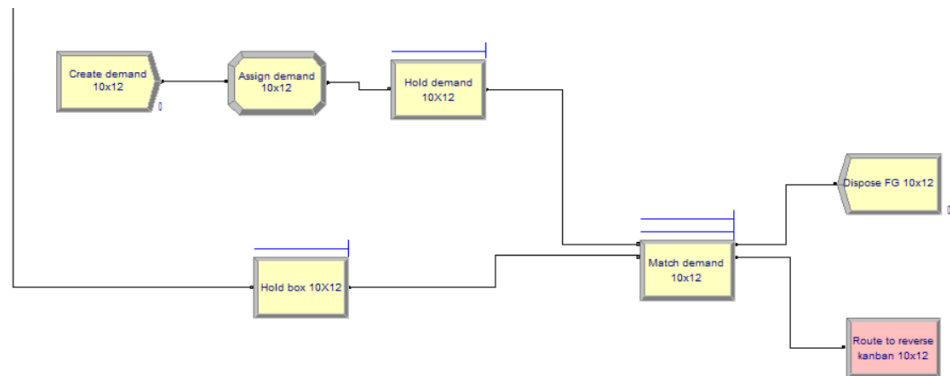
จากภาพ 4.59 โดยหลังจากที่ทำการผลิตตัวกล่องได้จะทำการ Hold ไว้ที่ Hold box 6X8 เพื่อรอคำสั่งซื้อจากลูกค้าจากนั้นจะทำการเพิ่มความต้องการของลูกค้า โดยใช้ Module Create และทำการ Assign ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าโดยใช้รูปแบบการกระจายตัวที่ได้จากโปรแกรม Input Analyzer นอกจากนั้นจะทำการ Hold ไว้เช่นกันเพื่อทำการรอให้ความต้องการของลูกค้าตรงกับปริมาณของกล่องแม่เทรต 6X8 เซนติเมตร ที่ทำการ Hold ไว้เช่นเดียวกัน แล้วจึงใช้ Module Match เพื่อทำการจับคู่ความต้องการกับตัวกล่องแม่เทรต 6X8 เซนติเมตร และจะทำการ Dispose ออกมาเป็นกล่องแม่เทรต 6X8 เซนติเมตร ส่วนบัตรคัมบังจะถูกส่งกลับไปยัง Module Station Kanban 6X8 เพื่อทำการสั่งการผลิตต่อไป



ภาพ 4.60 แสดงแบบจำลองโดยคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร

จากภาพ 4.60 โดยหลังจากที่ทำการผลิตตัวกล่องได้จะทำการ Hold ไว้ที่ Hold box 8X10 เพื่อรอคำสั่งซื้อจากลูกค้าจากนั้นจะทำการเพิ่มความต้องการของลูกค้า โดยใช้ Module Create และทำการ Assign ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าโดยใช้รูปแบบการกระจายตัวที่ได้จากโปรแกรม Input Analyzer นอกจากนั้นจะทำการ Hold ไว้เช่นกันเพื่อทำการรอให้ความต้องการของลูกค้าตรงกับ

กับปริมาณของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ที่ทำการ Hold ไว้เช่นเดียวกัน แล้วจึงใช้ Module Match เพื่อทำการจับคู่ความต้องการกับตัวกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร และจะทำการ Dispose ออกมาเป็นกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร ส่วนบัตรคัมบังจะถูกส่งกลับไปยัง Module Station Kanban 8X10 เพื่อทำการสั่งการผลิตต่อไป



ภาพ 4.61 แสดงแบบจำลองโดยคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร

จากภาพ 4.61 โดยหลังจากที่ทำการผลิตตัวกล่องได้จะทำการ Hold ไว้ที่ Hold Box 10X12 เพื่อรอคำสั่งซื้อจากลูกค้าจากนั้นจะทำการเพิ่มความต้องการของลูกค้า โดยใช้ Module Create และทำการ Assign ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าโดยใช้รูปแบบการกระจายตัวที่ได้จากโปรแกรม Input Analyzer นอกจากนั้นจะทำการ Hold ไว้เช่นกันเพื่อทำการรอให้ความต้องการของลูกค้าตรงกับปริมาณของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ที่ทำการ Hold ไว้เช่นเดียวกัน แล้วจึงใช้ Module Match เพื่อทำการจับคู่ความต้องการกับตัวกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร และจะทำการ Dispose ออกมาเป็นกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร ส่วนบัตรคัมบังจะถูกส่งกลับไปยัง Module Station Kanban 10X12 เพื่อทำการสั่งการผลิตต่อไป

4.7 ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์แบบจำลองเดิมกับแบบจำลองใหม่

ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ในส่วนของจำนวนกล่องของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ที่สามารถทำการผลิตได้ในแต่ละวันโดย ผลลัพธ์จากแบบจำลองเดิมนั้นมีช่วงของผลลัพธ์เท่ากับ 673.88 ถึง 679.32 กล่อง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนผลลัพธ์ของแบบจำลองหลังทำการปรับปรุงนั้นมีช่วงของผลลัพธ์เท่ากับ 679.42 ถึง 684.98 กล่อง ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จะพบว่างช่วงของความเชื่อมั่นนั้นไม่ซ้อนทับกันซึ่งหมายความว่าผลลัพธ์ของการผลิตกล่องของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 แบบนั้นมีความแตกต่างกัน ดังภาพ 4.62

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Record body 10X12	463.90	2.91	458.00	470.00
Record body 6X8	88.2000	1.34	86.0000	91.0000
Record body 8X10	286.50	1.48	283.00	289.00
Record out put	682.20	2.78	677.00	689.00
Record part 10X12	1392.00	0.00	1392.00	1392.00
Record part 6X8	616.00	0.00	616.00	616.00
Record part 8X10	861.00	0.00	861.00	861.00

ภาพ 4.62 แสดงผลลัพธ์ของจำนวนกล่องที่ผลิตได้ต่อวันหลังจากทำการปรับปรุง

โดยผลลัพธ์ของจำนวนกล่องที่สามารถผลิตได้ในแต่ละวันเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 677 กล่อง เป็น 683 กล่อง และเวลาของกระบวนการพันขอบจากแบบจำลองหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 911.75 วินาที กระบวนการประกอบกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 213.35 วินาที กระบวนการประกอบกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.34 วินาที กระบวนการประกอบกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.18 วินาที และกระบวนการอัดตัวกล่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.00 วินาที ดังภาพ 4.63

Process

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Process assembling 10x12	48.1797	0.05	48.0639	48.2938	46.0006	49.9999
Process assembly 6x8	213.35	0.49	211.95	214.35	204.04	224.00
Process assembly 8x10	50.3357	0.08	50.1881	50.5390	48.0006	52.9992
Process edge wrapping	911.75	1.84	908.60	915.56	840.37	1196.49
Process stamping	14.9974	0.02	14.9634	15.0344	14.0000	16.0000

ภาพ 4.63 แสดงผลลัพธ์ของเวลาในแต่ละกระบวนการหลังการปรับปรุง

โดยพบว่าเวลาในกระบวนการประกอบของทั้ง 3 กระบวนการนั้นลดลง เริ่มจากกระบวนการประกอบของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ลดลงจาก 219.79 วินาที เหลือ 213.35 วินาที ลดลงเท่ากับ 6.44 วินาที กระบวนการประกอบของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร ลดลงจาก 62.10 วินาที เหลือ 50.34 วินาที ลดลงเท่ากับ 11.77 วินาที กระบวนการประกอบของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ลดลงจาก 62.22 วินาที เหลือ 48.18 วินาที เท่ากับว่าลดลง 14.04 วินาที

จากแบบจำลองสายการผลิตหลังการปรับปรุงพบว่ามีประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในกระบวนการพันขอบ มีค่าเท่ากับร้อยละ 6.67 กระบวนการประกอบกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 40.97 กระบวนการประกอบกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 39.54 กระบวนการประกอบกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 67.22 และกระบวนการอัดตัวกล่อง มีค่าเท่ากับร้อยละ 17.77 ดังภาพ 4.64

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Resource assembling 10x12	0.6722	0.01	0.6607	0.6852	0.00	1.0000
Resource assembly 6x8	0.4097	0.01	0.3974	0.4224	0.00	1.0000
Resource assembly 8x10	0.3954	0.00	0.3910	0.4010	0.00	1.0000
Resource edge wrapping	0.06662985	0.00	0.06558829	0.06757981	0.00	0.2174
Resource stamping	0.1777	0.00	0.1761	0.1798	0.00	1.0000

ภาพ 4.64 แสดงผลลัพธ์ประสิทธิภาพการทำงานของคนงานและเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ

ทำการเปรียบเทียบช่วงผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงแบบจำลอง โดยเริ่มจากจำนวนฝาที่เป็นงานระหว่างผลิตของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 29.90 ถึง 31.42 ขึ้น ซึ่งผลลัพธ์เดิมมีค่าเท่ากับ 44.49 ถึง 46.81 ขึ้น ถัดมาเป็นจำนวนฝาที่เป็นงานระหว่างผลิตของกล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 87.20 ถึง 89.02 ขึ้น ซึ่งผลลัพธ์เดิมมีค่าเท่ากับ 200.68 ถึง 202.9 ขึ้น และสุดท้ายเป็นจำนวนฝาที่เป็นงานระหว่างผลิตของกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 77.76 ถึง 81.46 ขึ้น ซึ่งผลลัพธ์เดิมมีค่าเท่ากับ 100.17 ถึง 104.49 ขึ้น พบว่าจำนวนปริมาณงานระหว่างผลิตของฝาของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ที่ทำการรอขึ้นส่วนตัวนั้นให้ผลลัพธ์ที่มีความแตกต่างไปจากผลลัพธ์ของแบบจำลองก่อนทำการปรับปรุงที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังภาพ 4.65

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Batch parts 10x12.Queue	0.7865	0.15	0.6049	1.2677	0.00	3.0000
Batch parts 6x8.Queue	2.2326	0.71	0.9046	3.7537	0.00	7.0000
Batch parts 8x10.Queue	0.8162	0.35	0.2264	1.4732	0.00	3.0000
Batch to assembly 10x12.Queue	0.8633	0.00	0.8576	0.8700	0.00	2.0000
Batch to assembly 6x8.Queue	0.8954	0.03	0.8490	0.9466	0.00	2.0000
Batch to assembly 8x10.Queue	2.8102	0.03	2.7537	2.8825	0.00	7.0000
Batch to transfer body 10x12.Queue	19.3324	0.13	19.0709	19.6214	0.00	41.0000
Batch to transfer body 6x8.Queue	14.1039	0.28	13.4979	14.6128	0.00	31.0000
Batch to transfer body 8x10.Queue	18.9120	0.19	18.6430	19.4452	0.00	41.0000
Batch to transfer parts 10x12.Queue	35.2862	0.58	33.6473	36.5073	0.00	100.00
Batch to transfer parts 6x8.Queue	33.8086	1.08	31.9693	36.9653	0.00	101.00
Batch to transfer parts 8x10.Queue	61.1234	1.16	58.9492	63.0428	0.00	100.00
Hold body 10x12.Queue	0.0978	0.02	0.06808694	0.1617	0.00	41.0000
Hold body 6x8.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.0000
Hold body 8x10.Queue	0.00011054	0.00	0.00	0.00110538	0.00	41.0000
Hold parts 10x12.Queue	79.6070	1.85	74.9503	83.5269	0.00	192.00
Hold parts 6x8.Queue	30.6619	0.76	29.1125	32.2002	0.00	58.0000
Hold parts 8x10.Queue	88.1112	0.91	86.4570	90.5573	0.00	188.00
Process assembling 10x12.Queue	12.8428	0.14	12.5885	13.1761	0.00	40.0000
Process assembly 6x8.Queue	5.4595	0.17	5.1642	5.8288	0.00	29.0000
Process assembly 8x10.Queue	7.2559	0.10	7.1116	7.4666	0.00	39.0000
Process edge wrapping.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Process stamping.Queue	0.00108833	0.00	0.00051345	0.00166422	0.00	1.0000

ภาพ 4.65 แสดงผลในส่วนองงานระหว่างผลิตที่เป็นฝาซึ่งทำการรอขึ้นส่วนตัวของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์

ถัดมาเป็นการเปรียบเทียบช่วงผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงแบบจำลอง ในส่วนของจำนวนกล่องที่แผนกประกอบทำงานเข้าจนเกิดเป็นงานระหว่างผลิตของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร มีค่า

เท่ากับ 5.29 ถึง 5.63 กล่อง ซึ่งผลลัพธ์เดิมมีค่าเท่ากับ 5.58 ถึง 6.06 กล่อง พบว่าช่วงของความเชื่อมั่นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีการซ้อนทับกัน ซึ่งหมายความว่าในส่วนของการจำนวนกล่องที่แผนประกอบทำงานซ้ำจนเกิดเป็นงานระหว่างผลิตของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร หลังจากทำการปรับปรุงแล้วนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง ถัดมาเป็นจำนวนฝาที่เป็นงานระหว่างผลิตของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 7.16 ถึง 7.36 กล่อง ซึ่งผลลัพธ์เดิมมีค่าเท่ากับ 8.91 ถึง 9.11 กล่อง และสุดท้ายเป็นจำนวนฝาที่เป็นงานระหว่างผลิตของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 12.70 ถึง 12.98 กล่อง ซึ่งผลลัพธ์เดิมมีค่าเท่ากับ 16.52 ถึง 18.60 กล่อง พบว่าจำนวนปริมาณงานระหว่างผลิตในส่วนของการจำนวนกล่องที่แผนประกอบทำงานซ้ำจนเกิดเป็นงานระหว่างผลิตของกล่องเกเบี่ยน 8X10 และ 10X12 เซนติเมตร นั้นให้ผลลัพธ์ที่มีความแตกต่างไปจากผลลัพธ์ของแบบจำลองก่อนทำการปรับปรุงที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังภาพ 4.66

Queue						
Other						
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Batch parts 10x12.Queue	0.7865	0.15	0.6049	1.2677	0.00	3.0000
Batch parts 6x8.Queue	2.2326	0.71	0.9046	3.7537	0.00	7.0000
Batch parts 8x10.Queue	0.8162	0.35	0.2264	1.4732	0.00	3.0000
Batch to assembly 10x12.Queue	0.8633	0.00	0.8576	0.8700	0.00	2.0000
Batch to assembly 6x8.Queue	0.8954	0.03	0.8490	0.9466	0.00	2.0000
Batch to assembly 8x10.Queue	2.8102	0.03	2.7537	2.8825	0.00	7.0000
Batch to transfer body 10x12.Queue	19.3324	0.13	19.0709	19.6214	0.00	41.0000
Batch to transfer body 6x8.Queue	14.1039	0.28	13.4979	14.6128	0.00	31.0000
Batch to transfer body 8x10.Queue	18.9120	0.19	18.6430	19.4452	0.00	41.0000
Batch to transfer parts 10x12.Queue	35.2862	0.58	33.6473	36.5073	0.00	100.00
Batch to transfer parts 6x8.Queue	33.8086	1.08	31.9693	36.9653	0.00	101.00
Batch to transfer parts 8x10.Queue	61.1234	1.16	58.9492	63.0428	0.00	100.00
Hold body 10x12.Queue	0.0978	0.02	0.06808694	0.1617	0.00	41.0000
Hold body 6x8.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.0000
Hold body 8x10.Queue	0.00011054	0.00	0.00	0.00110538	0.00	41.0000
Hold parts 10x12.Queue	79.6070	1.85	74.9503	83.5269	0.00	192.00
Hold parts 6x8.Queue	30.6619	0.76	29.1125	32.2002	0.00	58.0000
Hold parts 8x10.Queue	88.1112	0.91	86.4570	90.5573	0.00	188.00
Process assembling 10x12.Queue	12.8428	0.14	12.5885	13.1761	0.00	40.0000
Process assembly 6x8.Queue	5.4595	0.17	5.1642	5.8288	0.00	29.0000
Process assembly 8x10.Queue	7.2559	0.10	7.1116	7.4666	0.00	39.0000
Process edge wrapping.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Process stamping.Queue	0.00108833	0.00	0.00051345	0.00166422	0.00	1.0000

ภาพ 4.66 แสดงผลในส่วนของการงานระหว่างผลิตที่แผนประกอบทำงานซ้ำของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์

จากแบบจำลองสายการผลิตหลังการปรับปรุงพบว่าจำนวนงานระหว่างผลิตของฝาที่ทำการรอตตัวกล่องเพื่อทำการประกอบนั้นมีผลลัพธ์ดังนี้ จำนวนงานระหว่างผลิตของฝาเกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เท่ากับ 30.66 ชิ้น หรือประมาณ 31 ชิ้น จากเดิม 46 ชิ้น ลดลงเท่ากับ 15 ชิ้น จำนวนงานระหว่างผลิตของฝาเกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร เท่ากับ 88.11 ชิ้น หรือประมาณ 89 ชิ้น จากเดิม 202 ชิ้น ลดลงเท่ากับ 113 ชิ้น จำนวนงานระหว่างผลิตของฝาเกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร เท่ากับ 79.61 ชิ้น หรือประมาณ 80 ชิ้น จากเดิม 103 ชิ้น ลดลงเท่ากับ 23 ชิ้น ในส่วนของจำนวนงานระหว่างผลิตที่เป็นกล่องของแผนประกอบที่ทำงานไม่ทันนั้นมีผลลัพธ์ดังนี้ จำนวนงานระหว่างผลิตของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เท่ากับ 5.46 กล่อง หรือประมาณ 6 กล่อง พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง จำนวนงานระหว่างผลิตของกล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร เท่ากับ 7.26 กล่อง หรือ

ประมาณ 8 กล่อง จากเดิม 10 กล่อง ลดลงเท่ากับ 2 กล่อง โดยแบ่งเป็นตัวกล่อง 2 ชั้น และฝากล่อง 6 ชั้น จำนวนงานระหว่างผลิตของฝากล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร เท่ากับ 12.84 กล่อง หรือ ประมาณ 13 กล่องจากเดิม 18 กล่อง ลดลงเท่ากับ 5 กล่อง แบ่งเป็นตัวกล่อง 5 ชั้น และฝากล่อง 15 ชั้น ดังภาพ 4.67

Queue						
Other						
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Batch parts 10x12.Queue	0.7865	0.15	0.6049	1.2677	0.00	3.0000
Batch parts 6x8.Queue	2.2326	0.71	0.9046	3.7537	0.00	7.0000
Batch parts 8x10.Queue	0.8162	0.35	0.2264	1.4732	0.00	3.0000
Batch to assembly 10x12.Queue	0.8633	0.00	0.8576	0.8700	0.00	2.0000
Batch to assembly 6x8.Queue	0.8954	0.03	0.8490	0.9466	0.00	2.0000
Batch to assembly 8x10.Queue	2.8102	0.03	2.7537	2.8825	0.00	7.0000
Batch to transfer body 10x12.Queue	19.3324	0.13	19.0709	19.6214	0.00	41.0000
Batch to transfer body 6x8.Queue	14.1039	0.28	13.4979	14.6128	0.00	31.0000
Batch to transfer body 8x10.Queue	18.9120	0.19	18.6430	19.4452	0.00	41.0000
Batch to transfer parts 10x12.Queue	35.2862	0.58	33.6473	36.5073	0.00	100.00
Batch to transfer parts 6x8.Queue	33.8086	1.08	31.9693	36.9653	0.00	101.00
Batch to transfer parts 8x10.Queue	61.1234	1.16	58.9492	63.0428	0.00	100.00
Hold body 10x12.Queue	0.0978	0.02	0.06808694	0.1617	0.00	41.0000
Hold body 6x8.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.0000
Hold body 8x10.Queue	0.00011054	0.00	0.00	0.00110538	0.00	41.0000
Hold parts 10x12.Queue	79.6070	1.85	74.9503	83.5269	0.00	192.00
Hold parts 6x8.Queue	30.6619	0.76	29.1125	32.2002	0.00	58.0000
Hold parts 8x10.Queue	88.1112	0.91	86.4570	90.5573	0.00	188.00
Process assembling 10x12.Queue	12.8428	0.14	12.5885	13.1761	0.00	40.0000
Process assembly 6x8.Queue	5.4595	0.17	5.1642	5.8288	0.00	29.0000
Process assembly 8x10.Queue	7.2559	0.10	7.1116	7.4666	0.00	39.0000
Process edge wrapping.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Process stamping.Queue	0.00108833	0.00	0.00051345	0.00166422	0.00	1.0000

ภาพ 4.67 แสดงผลลัพธ์ของ Queue ในแต่ละกระบวนการ

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส ได้นำข้อมูลต่าง ๆ มาจัดทำเวลามาตรฐานและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของสายการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรสในปัจจุบัน นอกจากนั้นยังได้พบปัญหาเรื่องจำนวนงานระหว่างผลิตที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในสายการผลิตกล่องเกเบียนและกล่องแมทเทรส ผู้วิจัยได้ทำการคิดหาวิธีการแก้ไข โดยใช้หลักการต่าง ๆ มาทำการปรับปรุงแก้ไข และนำผลที่ได้จากการปรับปรุงมาทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์หลังการปรับปรุง เพื่อนำมาเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ก่อนปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุง ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลที่ได้จากการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะในการทำโครงการ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

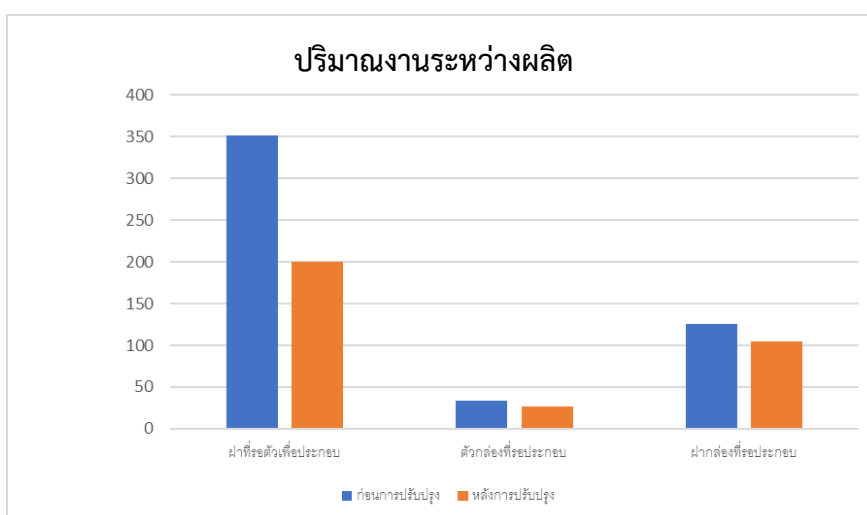
ผู้วิจัยจะเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิต และเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลของตัวผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา ข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละกระบวนการ โดยทำการจับเวลาแบบ Snap Back ทั้งหมด 30 รอบ โดยเลือกพนักงานที่สามารถเป็นตัวแทนการทำงานของพนักงานทั้งหมดได้ในแต่ละขั้นตอนของแต่ละผลิตภัณฑ์ แล้วนำเวลาที่ได้มาหาค่าเวลาเฉลี่ย หาค่าประสิทธิภาพในการทำงาน หาค่าเวลาปกติ หาลดหย่อนในการทำงานแต่ละขั้นตอน ซึ่งทำการประเมินโดยผู้วิจัยและผู้ควบคุมงาน และจัดทำเป็นเวลามาตรฐาน ซึ่งเวลามาตรฐานรวมของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร จะอยู่ที่ 29.18 นาทีต่อกล่อง กล่องเกเบียน 8X10 เซนติเมตร เวลามาตรฐานรวมจะอยู่ที่ 17.73 นาทีต่อกล่อง และกล่องเกเบียน 10X12 เซนติเมตร เวลามาตรฐานรวม 10.98 นาทีต่อกล่อง หลังจากนั้นได้ทำการสร้างแบบจำลองสายการผลิตก่อนการปรับปรุง เริ่มจากการเก็บข้อมูลเวลาจริงมาจากทุกกระบวนการ โดยจะทำการเก็บมาทั้งหมด 30 ค่า จากนั้นทำการหารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Input Analyzer เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของสายการผลิตในปัจจุบัน จากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จากสายผลิตในปัจจุบัน และทำการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์โดยการเปรียบจำนวนกล่องที่ผลิตได้ต่อวันของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์รวมทั้งเวลาในการทำงานของแผนกประกอบ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์พบว่า

จำนวนกล่องโดยเฉลี่ยที่ทำการผลิตได้ในแต่ละวันรวมทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 677 กล่อง และจำนวนงานระหว่างผลิตในส่วนที่เป็นชิ้นส่วนฝาที่ทำการรอชิ้นส่วนตัวนั้นของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เท่ากับ 46 ชิ้น กล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร เท่ากับ 202 ชิ้น และกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร เท่ากับ 103 ชิ้น ถัดมาเป็นส่วนของจำนวนงานระหว่างผลิตที่แผนกประกอบทำงานซ้ำของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เท่ากับ 48 ชิ้น กล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร เท่ากับ 40 ชิ้น และกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร เท่ากับ 72 ชิ้น โดยหากรวมจำนวนงานระหว่างผลิตทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับ 511 ชิ้นและนำผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง มาทำการวิเคราะห์หาจุดปรับปรุง โดยใช้แผนภูมิพาเรโต ซึ่งทำให้ทราบจุดที่ทำให้เกิดปัญหา คือ แผนกประกอบ ซึ่งทำให้เกิดงานระหว่างผลิต 511 ชิ้น หลังจากนั้นทำการหาสาเหตุของการเกิดปัญหา โดยใช้ Why Why Analysis มาทำการวิเคราะห์ โดยจะทำให้ทราบว่าเกิดจากสาเหตุ คือ ข้อแรก แผนกประกอบทำงานได้ช้า จะสามารถหามาตรการได้ 2 มาตรการ คือ จะทำการรวมชิ้นส่วนให้เป็นชุดเพื่อต่อการขนย้าย และทำการจัดวางผังของแผนกประกอบใหม่เพื่อต่อการย้ายมาประกอบ ในส่วนข้อสอง ฝากล่องรถตัวกล่องเพื่อทำการประกอบ โดยจะได้มาตรการ ทำคัมบัง (Kanban) เพื่อให้อัตราการผลิตของตัวฝา และตัวกล่องใกล้เคียงกันมากขึ้น จากนั้นทำการออกแบบวิธีการปรับปรุงสายการผลิต โดยใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) มาใช้กับ มาตรการ การรวมชิ้นส่วนให้เป็นชุด โดยจะทำการรวมตัวฝาของแต่ละผลิตภัณฑ์ให้เท่ากับจำนวนที่ใช้ต่อหนึ่งกล่องของแต่ละผลิตภัณฑ์ รวมเป็นชุด ชุดละ 3 ชิ้น สำหรับกล่องเกเบี่ยน 8X10 และ 10X12 เซนติเมตร และทำการรวมเป็นชุด ชุดละ 7 ชิ้น สำหรับกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการนับและขนย้าย การจัดผังโรงงานใหม่ จะนำมาใช้กับมาตรการการจัดวางผังของแผนกประกอบใหม่ โดยจะอาศัยหลักการพื้นฐานของการวางผังโรงงาน คือ หลักการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในระยะที่สั้นที่สุด มาปรับปรุงการวางจุดวางฝาของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร โดยทำการย้ายไปในหลาย ๆ จุด และเลือกจุดที่ทำให้เกิดระยะทางสั้นที่สุด เมื่อทำการปรับปรุงแล้วจะมีระยะทางรวมลดลงจากเดิมอยู่ที่ 156 เมตร ลดลงเหลือเพียง 71 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางรวมที่คิดเฉพาะขั้นตอนที่มีการทำงานในจุดวางฝาของกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ซึ่งหลังจากการปรับปรุง โดยใช้หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) และการจัดวางผังโรงงานใหม่แล้ว ทำให้เวลาในแผนกประกอบของแต่ละผลิตภัณฑ์ลดลง โดยกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ใช้เวลาในการผลิตกล่อง 12 กล่อง ลดลงจากเดิมใช้เวลาทั้งหมด 2614.93 วินาที ลดลงเหลือ 2551.93 วินาที กล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร ใช้เวลาในการผลิตกล่อง 20 กล่อง ลดลงจากเดิมใช้เวลาทั้งหมด 1265.71 วินาที เวลาทั้งหมดลดลงเหลือ 1039.76 วินาที และกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร ใช้เวลาในการผลิตกล่อง 20 กล่อง เดิมใช้เวลาทั้งหมด 1249.76 วินาที มีระยะทางรวม 259 เมตร หลังทำการปรับปรุงแล้วเวลาทั้งหมดลดลงเหลือ 960.07 วินาที ระยะทางรวมลดลงเหลือ 174 เมตร และใช้การคำนวณจำนวนคัมบัง มาใช้กับมาตรการ การทำ Kanban เพื่อให้อัตราการผลิตของตัวฝา และตัวกล่องใกล้เคียงกันมากขึ้น เป็นมาตรการในการลดจำนวนฝาที่เป็นงานระหว่างผลิตที่ทำการรอชิ้นส่วนตัวในการประกอบ จากทำการเก็บข้อมูลในส่วนของความต้องการของลูกค้าซึ่งได้ข้อมูลมาเป็นความต้องการย้อนหลัง 3 ปี จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนความต้องการให้กลายเป็นความต้องการรายวันโดยการใช้ค่าเฉลี่ย จากนั้นนำมาคำนวณจำนวนคัมบังที่เหมาะสม พบว่าจำนวนคัมบังที่เหมาะสมของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เท่ากับ 7 ใบ กล่องเก

เบี่ยน 8X10 เซนติเมตร เท่ากับ 10 ใบ และกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร เท่ากับ 17 ใบ หลังจาก นั้นจะนำค่าที่ได้จากการปรับปรุงมาทำการทดสอบ โดยทำการสร้างแบบจำลองหลังจากทำการ ปรับปรุงสายการผลิต นำผลที่ได้จากการทำการปรับปรุงไปทำการสร้างแบบจำลองสายการผลิต โดย ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์พบว่า มีจำนวนกล่องโดยเฉลี่ยที่ทำการผลิตได้ในแต่ละวัน รวมทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 683 กล่อง และจำนวนงานระหว่างผลิตในส่วนที่เป็นชิ้นส่วนฝาที่ทำการ รื้อชิ้นส่วนตัวนั้นของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เท่ากับ 31 ชิ้น กล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร เท่ากับ 89 ชิ้น และกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร เท่ากับ 80 ชิ้น ถัดมาเป็นส่วนของจำนวนงาน ระหว่างผลิตที่แผนกประกอบทำงานซ้ำของกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เท่ากับ 48 ชิ้น กล่องเก เบี่ยน 8X10 เซนติเมตร เท่ากับ 32 ชิ้น และกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร เท่ากับ 52 ชิ้น โดยหาก รวมจำนวนงานระหว่างผลิตทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับ 332 ชิ้น

5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน

ผลที่ได้จากการดำเนินงาน แสดงให้เห็นถึงปริมาณงานระหว่างผลิตของฝาที่รื้อตัวกล่อง เพื่อ ทำการประกอบ โดยก่อนการปรับปรุงมีจำนวนเท่ากับ 351 ชิ้น หลังทำการปรับปรุงลดลงเหลือ 200 ชิ้น ซึ่งลดลงเท่ากับ 151 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 43.02 ในส่วนของตัวกล่องที่รื้อประกอบนั้นก่อนทำการ ปรับปรุงมีจำนวน 34 ชิ้น หลังทำการปรับปรุงลดลงเหลือ 27 ชิ้น ลดลงเท่ากับ 7 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 18.92 ในส่วนของฝากล่องที่รื้อประกอบนั้นก่อนทำการปรับปรุงมีจำนวน 126 ชิ้น หลังทำการปรับปรุง ลดลงเหลือ 105 ชิ้น ลดลงเท่ากับ 21 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 16.67 โดยหากทำการรวมชิ้นงานทั้งหมด ก่อนปรับปรุงจะมีปริมาณงานระหว่างผลิตเท่ากับ 511 ชิ้น ลดลงเหลือ 332 ชิ้น ลดลงเท่ากับ 179 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 35.03 โดยจะทำการเปรียบเทียบให้เห็นภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยใช้แผนภูมิแท่ง ซึ่ง แสดงดังภาพ 5.1



ภาพ 5.1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณงานระหว่างผลิตก่อนการปรับปรุงกับหลังปรับปรุง ในแต่ละส่วน

กล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร เดิมมีงานระหว่างผลิต 46 ชิ้น ลดลงเหลือ 31 ชิ้น ลดได้ 15 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 32.61 กล่องเกเบี่ยน 8X10 เซนติเมตร เดิมมีงานระหว่างผลิต 242 ลดลงเหลือ 121 ชิ้น ลดลงได้ 121 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 50 และกล่องเกเบี่ยน 10X12 เซนติเมตร เดิมมีงานระหว่างผลิต 175 ชิ้น ลดลงเหลือ 132 ชิ้น ลดลงได้ 43 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 24.57 ซึ่งผลจากการลดปริมาณงานระหว่างผลิต จะทำให้จำนวนงานระหว่างผลิตลดลง ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษางานระหว่างผลิตได้ มีพื้นที่ในการใช้งานมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ได้มากขึ้น และยังสามารถทำการผลิตให้ได้จำนวนตามที่ลูกค้าต้องการ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เหมือนเดิม

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมอารีนา (Arena) นั้นเป็นเพียงการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นจากแนวทางการปรับปรุงต่าง ๆ ในอนาคต ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้เท่านั้น เมื่อจะมีการปรับปรุงกระบวนการจะต้องมีการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่าง ๆ หรือปัจจัยร่วมอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นหากเกิดการปรับปรุงร่วมด้วย ซึ่งในการวิเคราะห์จากโปรแกรมจำลองสถานการณ์จะต้องคำนึงเสมอว่าผลลัพธ์ที่ได้ นั้นเป็นเพียงผลลัพธ์ที่เกิดในอุดมคติเท่านั้น ซึ่งความถูกต้องที่อาจมีความแตกต่างจากความเป็นจริง ถ้าหากต้องการให้ผลมีความแม่นยำมากขึ้น อาจต้องทำการศึกษา โดยละเอียดมากกว่านี้

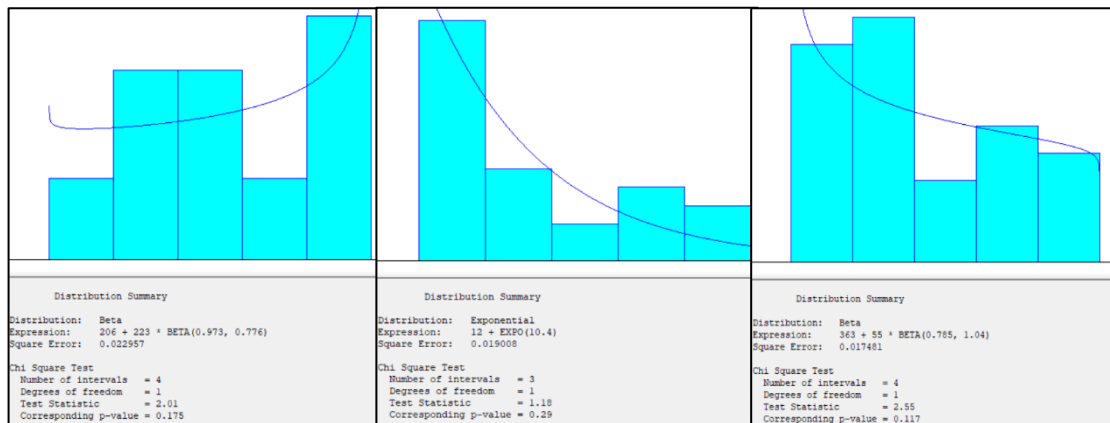
บรรณานุกรม

- ชรินทร์ คำมูล และมนตรี ชนสมบัติ. การประยุกต์ใช้เทคนิคเส้นและการวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลวัสดุในกระบวนการผลิตอาหาร : กรณีศึกษา บริษัท อาหารสากล จำกัด (มหาชน) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2555
- ชูดานันท์ ยกโต และธนวรรณ มุสิกะวัน. การปรับปรุงและหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2559
- ณัฐชยา คงอุดมเกียรติ และเจริญชัย โขมพัตราภรณ์. (2555). การลดปริมาณวัตถุดิบคงคลังโดยระบบการผลิตแบบดึงและการจำลองสถานการณ์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา file:///C:/Users/PC/Downloads/77376-Article%20Text-185423-1-10-20170215.pdf (25 มกราคม 2563)
- ธีทัต ตรีศิริโชติ. (2557). การกำหนดค่าเพื่อและการคำนวณเวลามาตรฐาน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.slideshare.net/TeeTre/1738124871?fbclid=IwAR23xLoCyHlqF1ETwkf7NXvrFlaTaoGYga1MnOdGVwHHQL_DiPWxypqAnkl (2 ธันวาคม 2562)
- พัชรภรณ์ สงวนโชคฉนิชัย. การปรับปรุงความสมดุลของสายการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ : กรณีศึกษา บริษัทเตลด้า อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2559
- พิชญ. (2554). หลักการการจำลองสถานการณ์ (Simulation). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.fivedots.coe.psu.ac.th> (4 กันยายน 2562)
- เอกรินทร์ ศรีประโมทย์ และสุวิวัฒน์ สืบสานกุล. (2556). การจำลองสถานการณ์การผลิตแบบดึงด้วยชุดประกอบเลโก้. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา file:///C:/Users/PC/Downloads/paper%2051059046%20simulation%20pull%20production%20system.pdf (26 Jun. 2020)
- Kanban Calculation. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.resourcesystemsconsulting.com/2006/07/07/kanban-calculation/> (26 Jun. 2020)

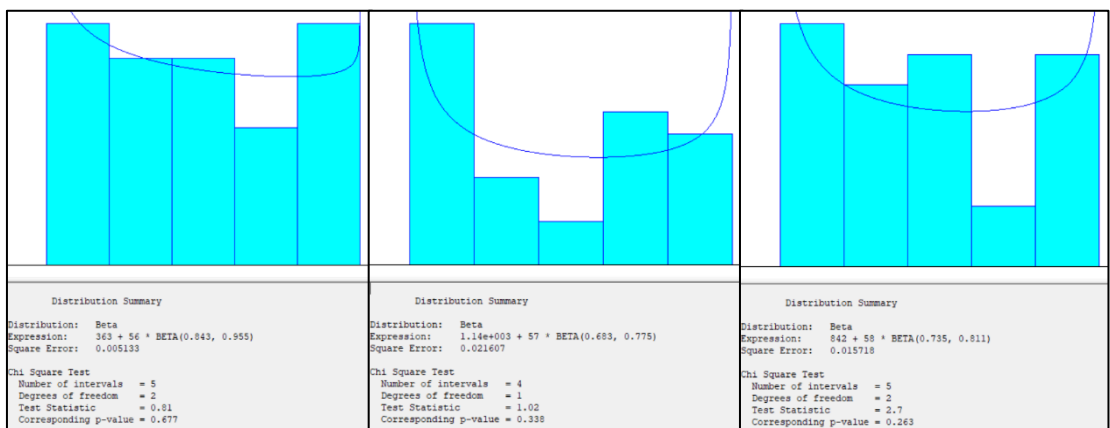
ภาคผนวก ก

การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยโปรแกรม Input Analyzer

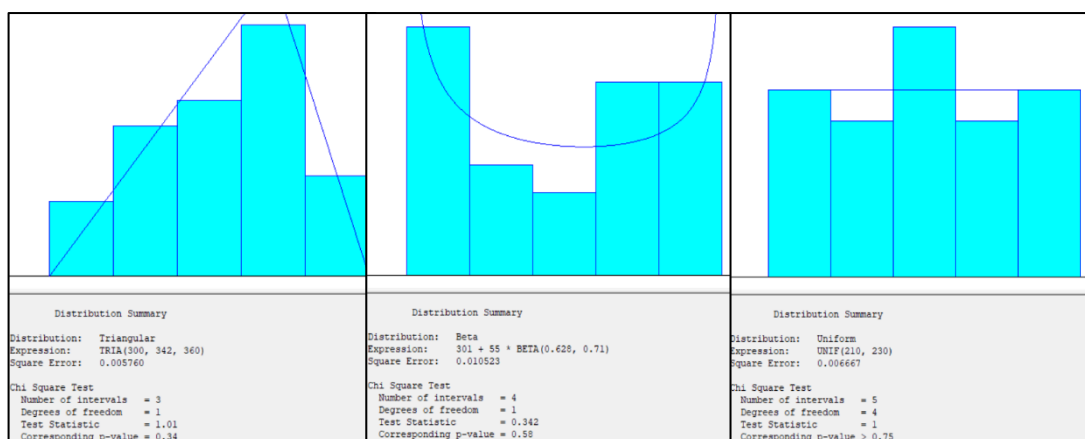
การกระจายตัวของข้อมูลกล่องแมทเทรส 6X8 เซนติเมตร ดังภาพ ก-1 ถึง ก-5



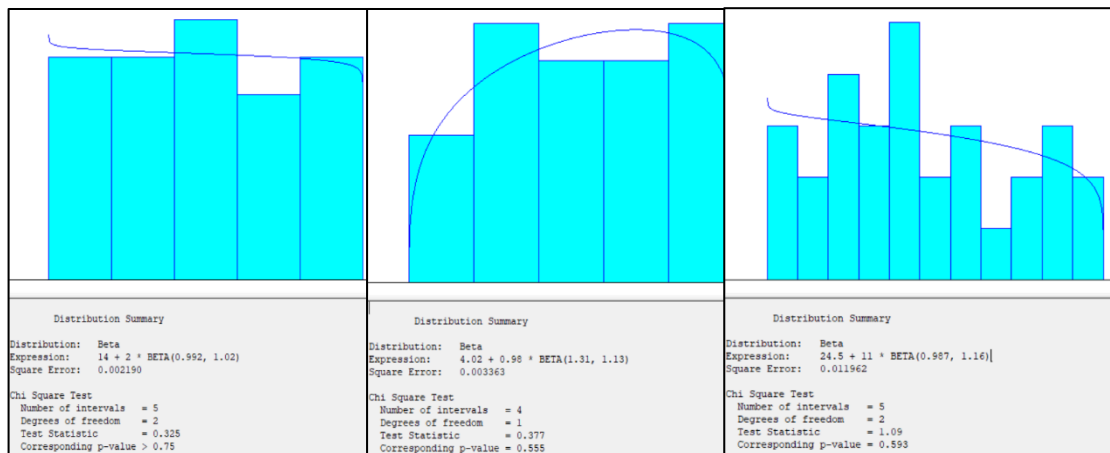
ภาพ ก-1 การกระจายตัวของกระบวนการ ตัวกล่องจากเครื่องถัก ฝากล่องจากเครื่องถัก และขนย้ายตัวกล่องไปพับขอบ



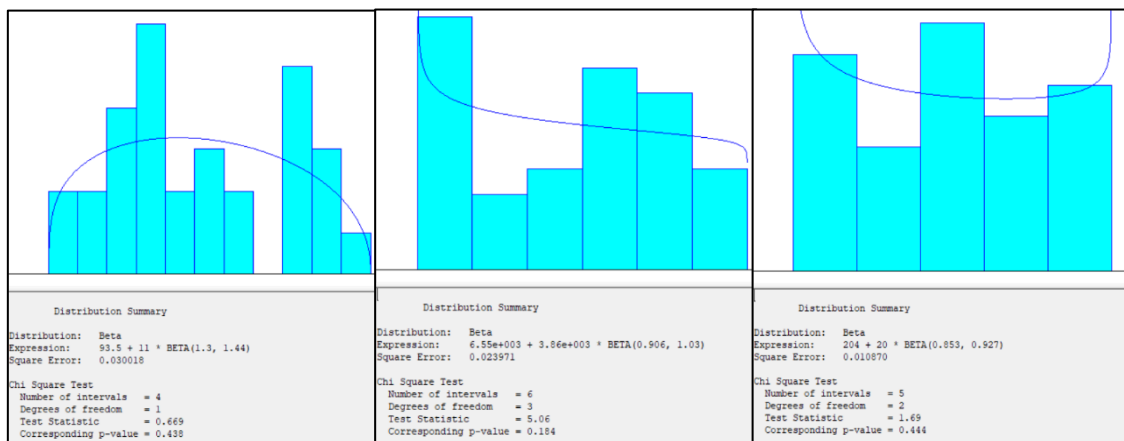
ภาพ ก-2 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายฝากล่องไปพับขอบ พับขอบตัวกล่อง และพับขอบฝากล่อง



ภาพ ก-3 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายตัวกล่องไปประกอบ ขนย้ายฝากล่องไปประกอบ และประกอบกล่อง

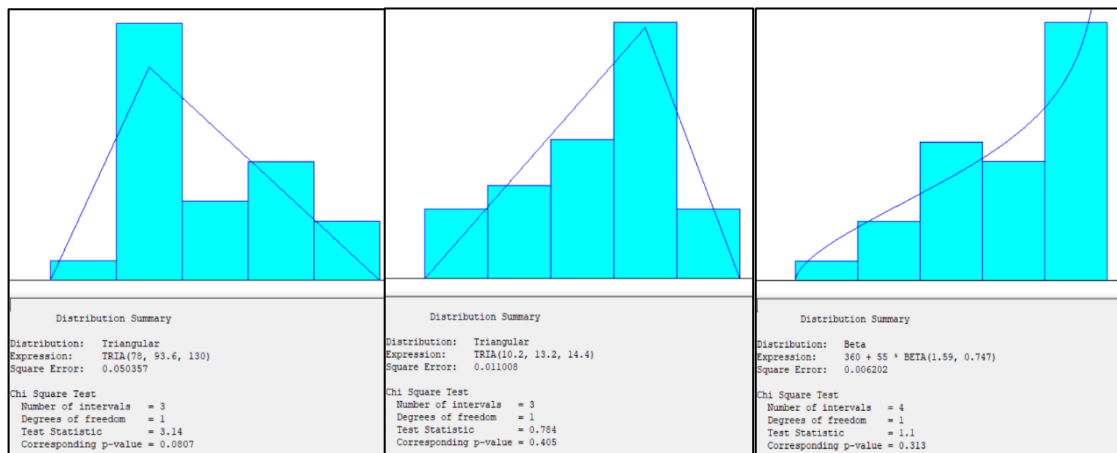


ภาพ ก-4 การกระจายตัวของกระบวนการ ทำการตัวอัดกลอง ย้ายไปเก็บที่คลังสินค้า และกองตัวรอนไปพันขอบ

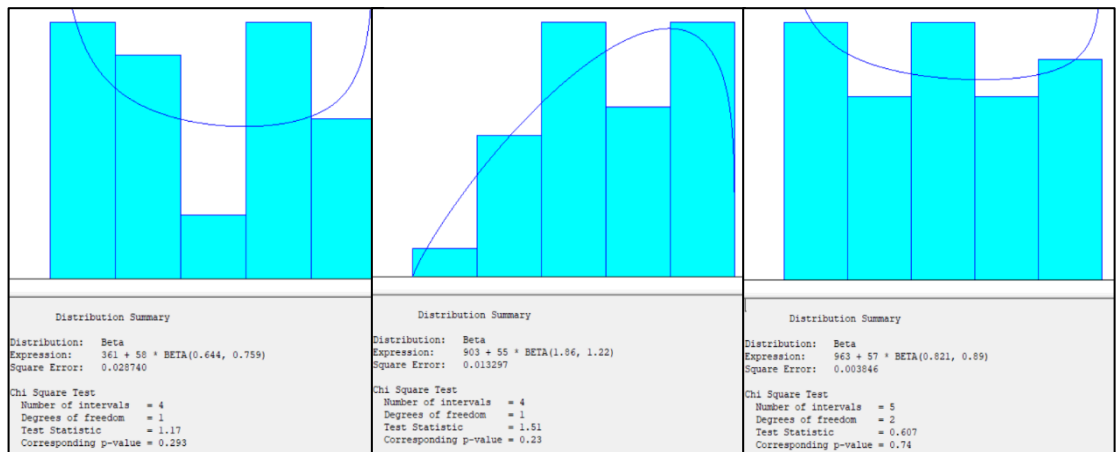


ภาพ ก-5 การกระจายตัวของกระบวนการ กองฝารอนไปพันขอบ ความต้องการย้อนหลัง และประกอบกล่องหลังปรับปรุง

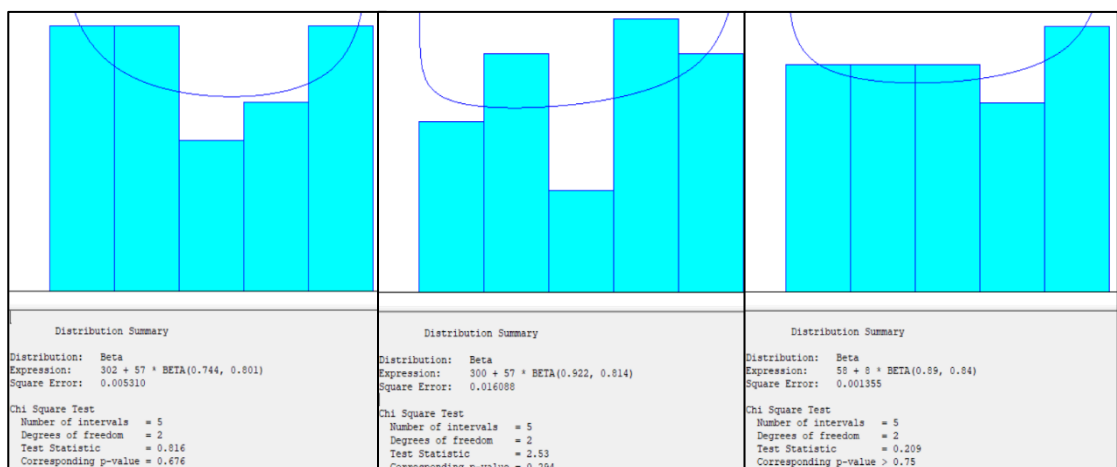
การกระจายตัวของข้อมูลกล่องเกเบี้ยน 8X10 เซนติเมตร ดังภาพ ก-6 และ ก-10



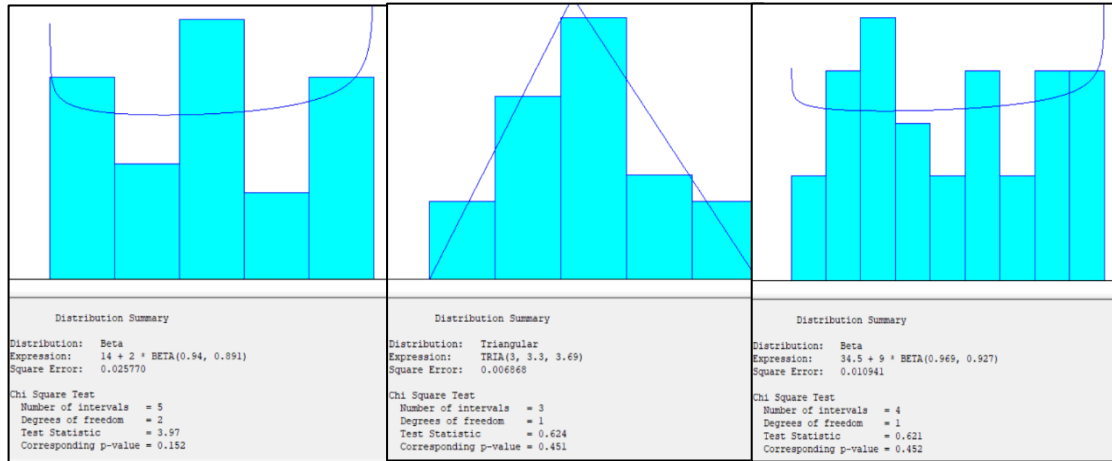
ภาพ ก-6 การกระจายตัวของกระบวนการ ตัวกล่องจากเครื่องถัก ฝากล่องจากเครื่องถัก และขนย้ายตัวกล่องไปพันขอบ



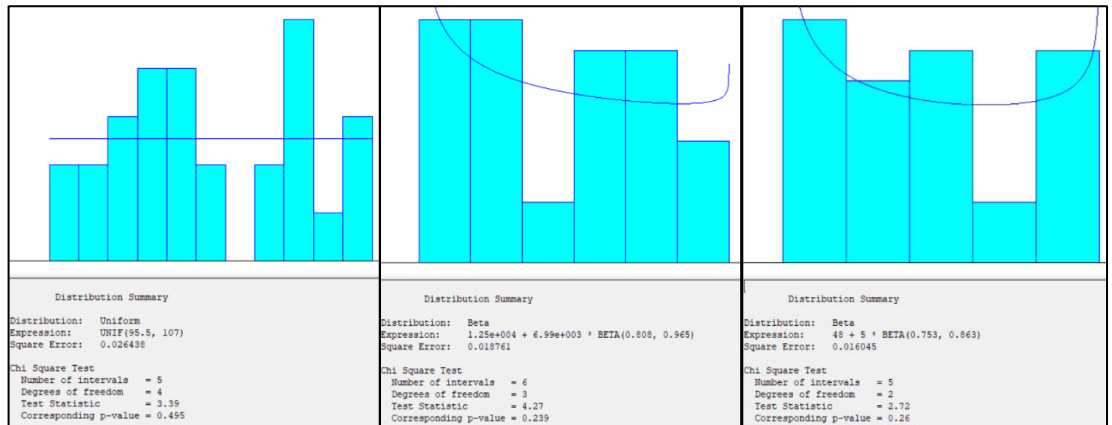
ภาพ ก-7 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายฝากล่องไปพันขอบ พันขอบตัวกล่อง และพันขอบฝากล่อง



ภาพ ก-8 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายตัวกล่องไปประกอบ ขนย้ายฝากล่องไปประกอบ และประกอบกล่อง

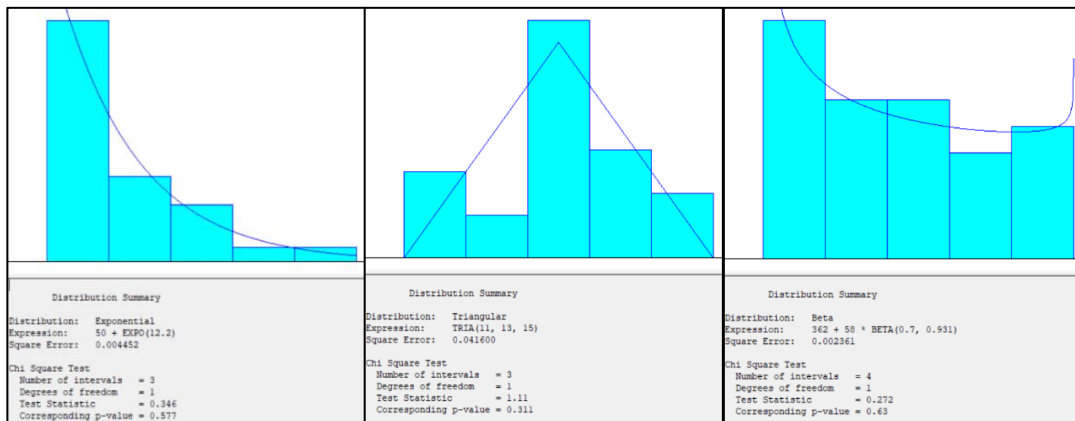


ภาพ ก-9 การกระจายตัวของกระบวนการ ทำการตัวอัดกลอง ย้ายไปเก็บที่คลังสินค้า และกองตัวรอนไปพันขอบ

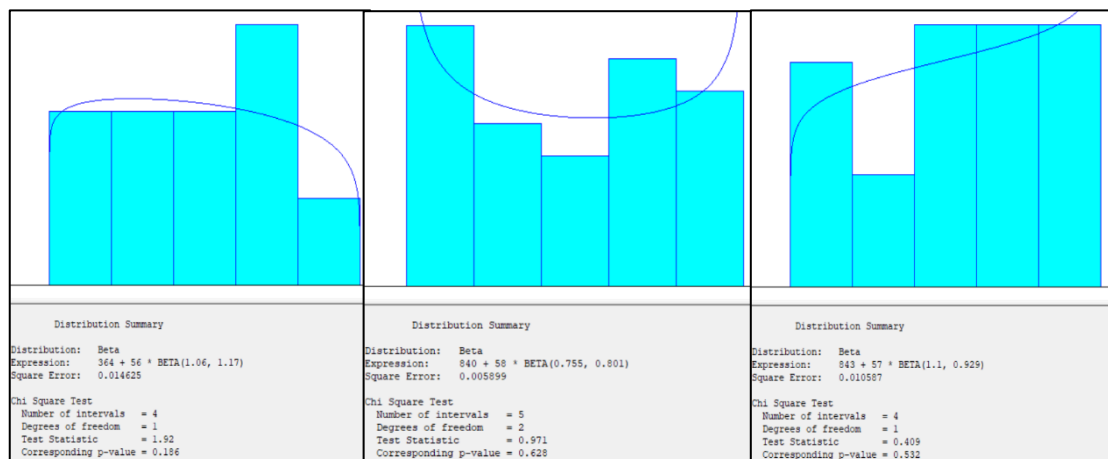


ภาพ ก-10 การกระจายตัวของกระบวนการ กองฝารอนไปพันขอบ ความต้องการย้อนหลัง และประกอบกล่องหลังปรับปรุง

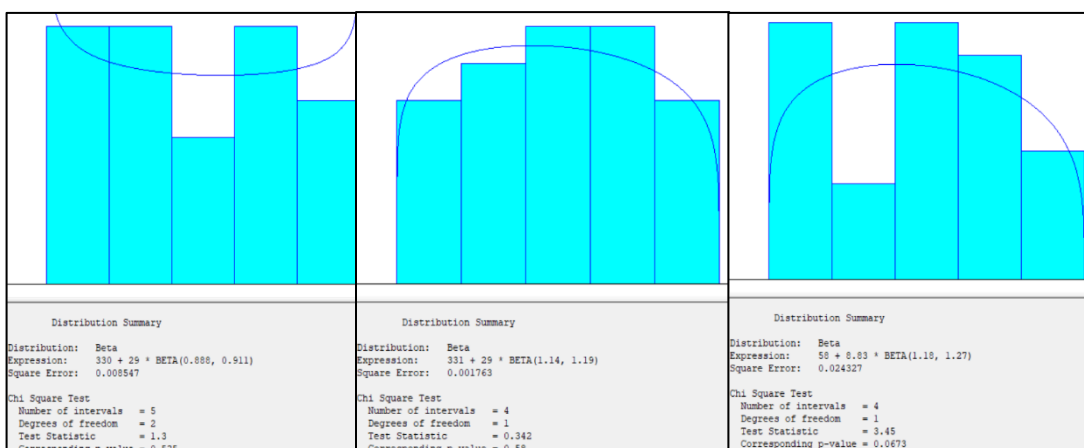
การกระจายตัวของข้อมูลกล่องเกเบี้ยน 10X12 เซนติเมตร ดังภาพ ก-11 และ ก-15



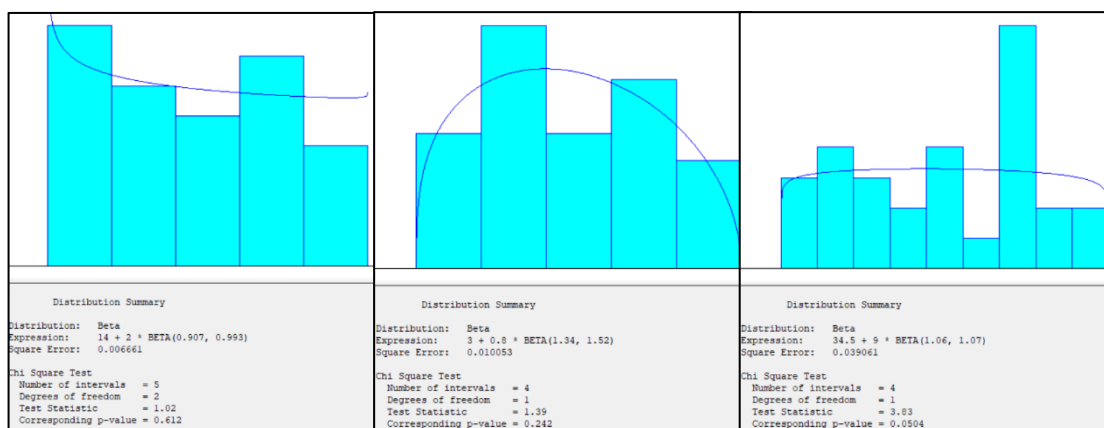
ภาพ ก-11 การกระจายตัวของกระบวนการ ตัวกล่องจากเครื่องถัก ฝากล่องจากเครื่องถัก และขนย้ายตัวกล่องไปพันขอบ



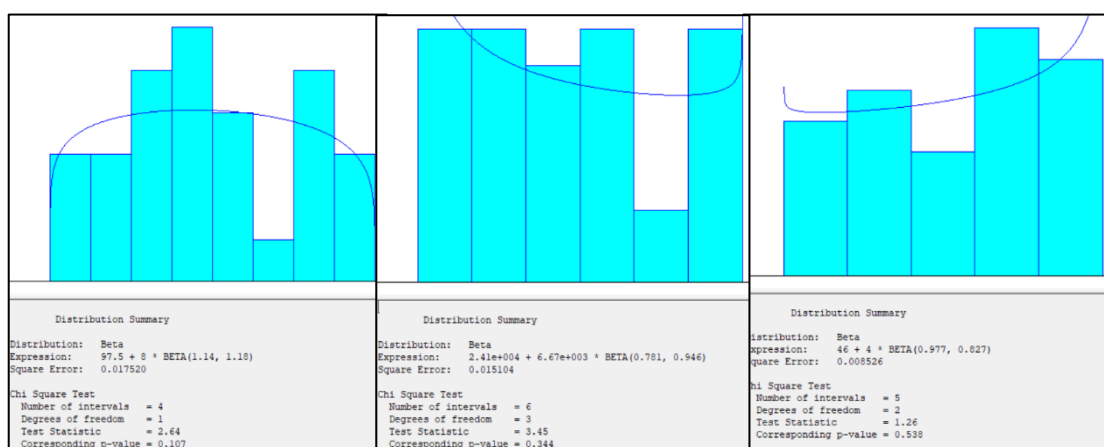
ภาพ ก-12 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายฝากล่องไปพันขอบ พันขอบตัวกล่อง และพันขอบฝากล่อง



ภาพ ก-13 การกระจายตัวของกระบวนการ ขนย้ายตัวกล่องไปประกอบ ขนย้ายฝากล่องไปประกอบ และประกอบกล่อง



ภาพ ก-14 การกระจายตัวของกระบวนการ ทำการตัวคัดกรอง ย้ายไปเก็บที่คลังสินค้าและกองตัวรอนไปพันขอบ



ภาพ ก-15 การกระจายตัวของกระบวนการ กองฝารอนไปพันขอบ ความต้องการย้อนหลัง และประกอบกล่องหลังปรับปรุง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล : นายธัญชนิต ปิ่นเกตุ
รหัสนักศึกษา : 590610291
วันเดือนปีเกิด : 6 มีนาคม พ.ศ. 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน : 224/33 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
เบอร์โทรศัพท์ : 0921414591
ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก



ชื่อ สกุล : นายนครินทร์ ทองประไพพัคตร์
รหัสนักศึกษา : 590610295
วันเดือนปีเกิด : 14 ธันวาคม พ.ศ. 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน : 337 หมู่ที่ 5 ต.เชียงทอง อ.วังเจ้า จ.ตาก 63180
เบอร์โทรศัพท์ : 0951759989
ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนตากพิทยาคม จังหวัดตาก

