การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด

The Study of Production Processes for Productivity Improvement: A Case Study of Bottle Washing Industry

พิทธพนธ์ พิทักษ์

Phithaphon Phithak

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Industrial and Systems Engineering Prince of Songkla University

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด

ผู้เขียน นายพิทธพนธ์ พิทักษ์

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……..
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

……
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพรรณ ไชยประพัทธ์)

……
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ รัตนวิไล)

คณะกรรมการสอบ

…….....……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมชาย ชูโฉม)

……....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

……...……....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพรรณ ไชยประพัทธ์)

……...…….....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภโชค วิริยโกศล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

……..
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด
ผู้เขียน	นาย พิทธพนธ์ พิทักษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง(อุตสาหกรรมล้างขวด) ซึ่งขอบเขตของงานวิจัยนี้ครอบคลุมตั้งแต่ ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ แยกผลิตภัณฑ์ การล้างทำความสะอาด จนกระทั่งบรรจุพร้อมส่งให้ลูกค้าต่อไป ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย (1) การศึกษาเบื้องต้นในข้อมูลต่างๆของโรงงาน (2) วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและเสนอแนวทางแก้ปัญหาและปรับปรุงงาน (3) ทดลองปฏิบัติงานตามแนวทางที่นำเสนอ (4) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน ก่อน-หลังปรับปรุง (5) สรุปผล ซึ่งการปรับปรุงงานในงานวิจัยนี้ ได้เน้นหนักไปที่การปรับปรุงเครื่องจักรใหม่และออกแบบวิธีการทำงานใหม่ ผลการศึกษาพบว่า อัตราผลิตภาพรวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.0 อัตราผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 58.5 อัตราผลิตภาพวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.38 อัตราผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.50 ซึ่งแนวทางการปรับปรุงงานที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมล้างขวดอื่นๆ เพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพโดยรวมได้

Thesis Title	The Study of Production for Productivity Improvement: A Case Study of Bottle Washing Industry.
Author	Mr. Phitthaphon Phithak
Major Program	Industrial and Systems Engineering
Academic Year	2008

ABSTRACT

The objective of this research was to improve the total productivity of a selected factory, a case study of bottle washing. The scope of this research contained raw material purchasing, raw material grouping, cleaning, and packaging for customers. The research methodology was performed as follows: (1) Pilot study of production information and general working ploblems in the factory, (2) Data analysis and propose to solve the working problems as well as work improvement, (3) Implementation, (4) Analysis of the rusults for method and machines, (5) Conclusions. In this research, the improved works was specific on new work methods and also new machine. This study found that the total productivity, the labor productivity, the material productivity, and the energy productivity were increased by 36%, 58.5%, 0.38%, and 8.50%, respectively. The research techniques obtained from this study could be applied for all other bottle washing factories for productivity improvement.

สารบัญ

หน้า

สารบัญ..... (6)

รายการตาราง……... (9)

รายการภาพประกอบ……... (11)

บทที่

1 บทนำ……... 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา……... 1

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..... 9

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย…… 15

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย……..... 15

1.5 ขอบเขตการวิจัย……..... 15

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย…… 16

2.1 เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ…… 16

2.2 การค้นหาประเด็นการปรับปรุง…….. 18

2.2.1 อัตราผลิตภาพ……. 18

2.2.2. ต้นทุน…… 19

2.3 การวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน……. 20

2.4 การกำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน…….. 23

2.5 การทำการทดลอง……... 24

2.5.1 การออกแบบการทดลอง……. 25

2.5.2 การทดสอบสมมติฐาน…… 25

2.5.3 การทดสอบสมมติฐานผลต่างของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มประชากร……... 27

2.6 การประเมินและเลือกวิธีการแก้ปัญหา……... 28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีการวิจัย……	30
	3.1 การค้นหาประเด็นการปรับปรุง……..	30
	3.1.1 อัตราผลิตภาพ…….	30
	3.1.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงาน…….	32
	3.1.3 การเลือกงาน……...	34
	3.2 วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน……...	34
	3.3 การกำหนดแนวทางการปรับปรุงและปรับปรุงการทำงาน…….	34
	3.4 ทำการทดลอง…….	35
	3.5 การประเมินวิธีการทำงานด้วยวิธีทางเศรษฐศาสตร์……...	35
	3.6 เสนอวิธีการทำงานใหม่……..	36
	3.7 สรุปผลการวิจัย……...	36
4	ผลการวิจัย……...	38
	4.1 การค้นหาประเด็นการปรับปรุง……..	38
	4.1.1 อัตราผลิตภาพ…….	38
	4.1.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงาน…….	45
	4.1.3 การเลือกงาน……...	49
	4.2 ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิต……..	50
	4.2.1 สถานีงานแยกขวด……..	50
	4.2.2 สถานีงานล้างขวด……...	66
	4.3 เสนอวิธีการทำงานใหม่……..	103
	4.3.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)…….	103
	4.3.2 ผลการปฏิบัติงานหลังปรับปรุง……...	104
5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ……	112
	5.1 สรุปผลการวิจัย……...	112
	5.2 ข้อเสนอแนะ……...	114
บรรณานุกรม……...		115
ภาคผนวก…….....		119

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ก	120
ภาคผนวก ข	126
ภาคผนวก ค	128
ภาคผนวก ง	131
ภาคผนวก จ	135
ภาคผนวก ฉ	138
ประวัติผู้เขียน	143

รายการตาราง

ตาราง	ชื่อตาราง	หน้า
2.1	เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการและกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป.....	17
2.2	เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H และหลักเกณฑ์ ECRS เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของขั้นตอนการทำงาน.....	24
2.3	ผลของการตัดสินใจ.....	27
3.1	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยและผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	37
4.1	แสดงค่าแรงรายขวดซึ่งกำหนดโดยเจ้าของสถานประกอบการ.....	45
4.2	การแจกแจงต้นทุนของกระสอบบรรจุลงสู่ผลิตภัณฑ์.....	46
4.3	การแจกแจงต้นทุนของวัตถุดิบ (ขวด) ลงสู่ผลิตภัณฑ์.....	46
4.4	จำนวนผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลา 4 เดือนก่อนปรับปรุง.....	47
4.5	ผลการวิเคราะห์ต้นทุนผันแปร ซึ่งไม่สามารถแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์.....	47
4.6	ต้นทุนผันแปรของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด.....	48
4.7	การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนลำเลียงวัตถุดิบ (ขวด) จากสถานที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงานแยกขวด.....	54
4.8	การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนการแยกประเภทขวดที่ต้องการนำไปใส่ในกระสอบที่จัดเตรียมไว้.....	55
4.9	การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนนำกระสอบซึ่งใส่ขวดที่เลือกแล้วไปเก็บในสถานที่ที่กำหนดไว้.....	56
4.10	ผลการเปรียบเทียบ ผลของนโยบายรับซื้อขวดที่แยกแล้วกับรับซื้อขวดที่ยังไม่แยกประเภท.....	59
4.11	เปรียบเทียบการทำงานในสถานีงานแยกขวดก่อนปรับปรุงงานกับหลังปรับปรุงงานในประเด็นต่างๆ.....	63
4.12	ผลการเก็บข้อมูลอัตราการผลิต ณ สถานีงานแยกขวดก่อนและหลังปรับปรุง.....	65
4.13	คำถาม 5W1H ในขั้นตอนลำเลียงขวดจากสถานที่จัดเก็บขวดที่แยกประเภทมายังสถานีงานล้างขวด.....	71
4.14	คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการแช่ขวด.....	72
4.15	คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดภายนอกขวด.....	73

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	ชื่อตาราง	หน้า
4.16	คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการนำขวดใส่ในเข่งเพื่อรอล้างภายในขวด…….	74
4.17	คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการเลื่อนเข่งไปยังเครื่องล้างขวด……	75
4.18	คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดภายในขวด…….	76
4.19	คำถาม 5W1H ในขั้นตอนขวดถูกแช่ในบ่อเพื่อล้างน้ำสะอาด……..	77
4.20	คำถาม 5W1H ขั้นตอนการนำขวดจากบ่อใส่เข่ง……..	78
4.21	คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการทำให้ขวดแห้ง……...	79
4.22	คำถาม 5W1H ในขั้นตอนเลื่อนเข่งไปยังสถานีงานบรรจุ……	80
4.23	อันตรายของโซดาไฟต่อสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน……	90
4.24	คุณสมบัติของสารประกอบที่ได้จากน้ำหมักชีวภาพ……	91
4.25	เปรียบเทียบการทำงานในสถานีงานล้างขวดก่อนปรับปรุงงานกับหลังปรับปรุงงานในประเด็นต่างๆ.....	98
4.26	ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดโซดา……..	100
4.27	ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดเบียร์ช้าง…….	100
4.28	ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดเบียร์สิงห์……	101
4.29	ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดไวตามิลค์……...	101
4.30	ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดแบน……...	101
4.31	ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดขาว…….	102
4.32	ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดฉลาม……..	102
4.33	สรุปผลการทดสอบสมมติฐานของขวดแต่ละชนิด……..	103
4.34	รายจ่ายจากการประมาณการในแต่ละปี……...	103
4.35	รายได้จากการประมาณการของผลิตภัณฑ์ในแต่ละปี……..	104
ก-1	ข้อมูลการวัดดัชนีผลิตภาพรวม (Total Productivity Index) ก่อนและหลังปรับปรุง…….....	121
ก-2	ข้อมูลการวัดดัชนีผลิตภาพในแต่ละปัจจัยการผลิต (Partial Productivity Index) ก่อนและหลังปรับปรุง…….	122
ก-3	อัตราผลิตภาพในแต่ละผลิตภัณฑ์ (ก่อนปรับปรุง)……...	124
ก-4	อัตราผลิตภาพในแต่ละผลิตภัณฑ์ (หลังปรับปรุง).....	125

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	ชื่อตาราง	หน้า
ข	แสดงข้อมูลอัตราการผลิตในแต่ละสถานีงาน (ก่อนปรับปรุง).....	127

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	ชื่อรูปภาพ	หน้า
1.1	ปริมาณขยะมูลฝอยของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2536-พ.ศ.2545……	1
1.2	สัดส่วนการผลิตขวดแก้วในอุตสาหกรรมต่างๆ พ.ศ.2541…….	2
1.3	กลไก/ขั้นตอนการเรียกคืนขวดแก้วนำกลับมาใช้ใหม่……...	4
1.4	ตัวอย่างขวดที่แยกเป็นประเภทซึ่งล้างเสร็จแล้ว…….	5
1.5	เครื่องมือช่วยทำงานในโรงงาน……..	5
1.6	แผนภูมิกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา (ก่อนปรับปรุง)…….	6
1.7	แผนผังการทำงานภายในโรงงาน (ก่อนปรับปรุง)…….	7
2.1	สัญลักษณ์แผนภูมิ 5 สัญลักษณ์…….	22
2.2	แสดงการแบ่งกลุ่มสัญลักษณ์แผนภูมิกระบวนการผลิตเป็น 2 กลุ่ม……...	22
2.3	พื้นที่การทดสอบสมมติฐาน……...	26
4.1	ดัชนีผลิตภาพรวม (ก่อนปรับปรุง)…….	39
4.2	ดัชนีการเพิ่มผลผลิตในแต่ละปัจจัยการผลิต……..	39
4.3	แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดเบียร์ช้าง (ก่อนปรับปรุง)……..	41
4.4	แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดเบียร์สิงห์ (ก่อนปรับปรุง) ……..	42
4.5	แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดแบน (ก่อนปรับปรุง)…	42
4.6	แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดขาว (ก่อนปรับปรุง)….	43
4.7	แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดไวตามิลค์ (ก่อนปรับปรุง) ……..	43
4.8	แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดฉลาม (ก่อนปรับปรุง)..	44
4.9	แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดโซดา (ก่อนปรับปรุง)...	44
4.10	ต้นทุนผันแปรซึ่งสามารถลดได้ด้วยนโยบายการจัดการของโรงงานและสามารถลดได้ด้วยการปรับปรุงการทำงาน……	47
4.11	แผนภูมิแท่งแสดงอัตราการผลิตในแต่ละสถานีการทำงานก่อนปรับปรุง..	49
4.12	แผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภทคน ในสถานีงานแยกขวด (ก่อนปรับปรุง) ……..	51

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	ชื่อรูปภาพ	หน้า
4.13	สถานที่จัดเก็บขวดที่รับซื้อมาและสถานีงานแยกขวด (ก่อนปรับปรุง)…..	52
4.14	สถานีงานแยกขวด (ก่อนปรับปรุง)……	52
4.15	บริเวณจัดเก็บขวดซึ่งแยกประเภทแล้ว……...	53
4.16	บริเวณเก็บขวดที่รับซื้อมา ก่อนและหลังปรับปรุง…….	60
4.17	สัดส่วนของขวดชนิดต่างๆและเศษแก้วสีต่างๆ…….	61
4.18	การปรับปรุงงานในสถานีงานแยกขวด……..	61
4.19	เปรียบแผนภูมิกระบวนผลิต ประเภท คน ก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน ขั้นตอนการแยกขวด……..	64
4.20	แผนภูมิกระบวนการผลิตประเภทวัสดุ (ขวด) ในสถานีงานล้างขวดก่อนปรับปรุง……	66
4.21	ความสะอาดของขวดก่อนล้าง……	67
4.22	การแช่ขวดในบ่อซีเมนต์……	67
4.23	การทำความสะอาดภายนอกขวด (ก่อนปรับปรุง)……..	68
4.24	การทำความสะอาดภายในขวด (ก่อนปรับปรุง)…….	69
4.25	ความสะอาดของขวดหลังล้างทำความสะอาด……...	69
4.26	ลักษณะของแปรงล้างขวดที่แข็งและมีขนาดใหญ่กว่าปากขวด…….	81
4.27	ผู้ปฏิบัติงานออกแรงดันขวดเพื่อให้แปรงล้างขวดเข้าไปในขวด……	81
4.28	ผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดภายในขวด…….	82
4.29	ลักษณะของแปรงล้างขวดที่งอตัว……..	83
4.30	ผู้ปฏิบัติงานดึงขวดออกจากแปรงล้างขวด…….	83
4.31	เครื่องล้างขวดก่อนปรับปรุง……..	84
4.32	เครื่องล้างขวดระบบอัตโนมัติ……	86
4.33	ความสะอาดของขวดก่อนล้างทำความสะอาด……...	87
4.34	ส่วนประกอบของเครื่องล้างขวดหลังปรับปรุง……..	88
4.35	การใช้งานเครื่องล้างขวดหลังปรับปรุง……..	89
4.36	การปรับปรุงงานขั้นตอนแช่ขวด……	91
4.37	ผู้ปฏิบัติงานนำขวดขึ้นจากบ่อ……	92

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	ชื่อรูปภาพ	หน้า
4.38	น้ำผสมสารทำความสะอาดอยู่ภายในขวด…….	92
4.39	ผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดภายนอกขวด……..	93
4.40	ขวดถูกล้างน้ำสะอาดในถังที่จัดเตรียมไว้……...	93
4.41	ผู้ปฏิบัติงานกดปุ่มควบคุม เพื่อให้น้ำฉีดออกมา…….	94
4.42	ผู้ปฏิบัติงานขยับขวดเพื่อให้แรงฉีดน้ำทำความสะอาดขวด……...	94
4.43	น้ำไหลออกจากขวด……...	95
4.44	ผู้ปฏิบัติงานนำขวดซึ่งล้างเสร็จแล้วใส่เข่ง…….	95
4.45	ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ก่อนและหลังปรับปรุง……	96
4.46	แผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภทวัสดุ (ขวด) ขั้นตอนการล้างขวดหลังปรับปรุง…….	99
4.47	แผนภูมิกระบวนการผลิตประเภท วัสดุ ก่อนและหลังปรับปรุง…….	105
4.48	ดัชนีผลิตภาพรวม ก่อนและหลังปรับปรุงงาน……...	107
4.49	ดัชนีการเพิ่มผลผลิตในแต่ละปัจจัยการผลิต ก่อนและหลังปรับปรุงงาน...	107
4.50	อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดเบียร์สิงห์ ก่อนและหลังปรับปรุง……..	108
4.51	อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดเบียร์ช้าง ก่อนและหลังปรับปรุง……...	108
4.52	อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดแบน ก่อนและหลังปรับปรุง…….	109
4.53	อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดขาว ก่อนและหลังปรับปรุง……...	109
4.54	อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดไวตามิลค์ ก่อนและหลังปรับปรุง…….	110
4.55	อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดฉลาม ก่อนและหลังปรับปรุง……	110
4.56	อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดโซดา ก่อนและหลังปรับปรุง……	111
4.57	เปรียบเทียบ Gross Margin ก่อนและหลังปรับปรุงการทำงาน……...	111
ค-1	รายละเอียดที่วางถังสำหรับใส่ขวด……	129
ค-2	รายละเอียดโครงเหล็กเพื่อใส่เศษแก้ว……	130
ง-1	การทำน้ำหมักชีวภาพ……	134
จ-1	แสดงรายละเอียดของเครื่องล้างขวดที่ปรับปรุงใหม่……..	136
ฉ-1	ผลการทดสอบสมมติฐานการปรับปรุงงานในสถานีงานแยกขวด…….	139
ฉ-2	ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดโซดา (หลังปรับปรุง)……	139

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

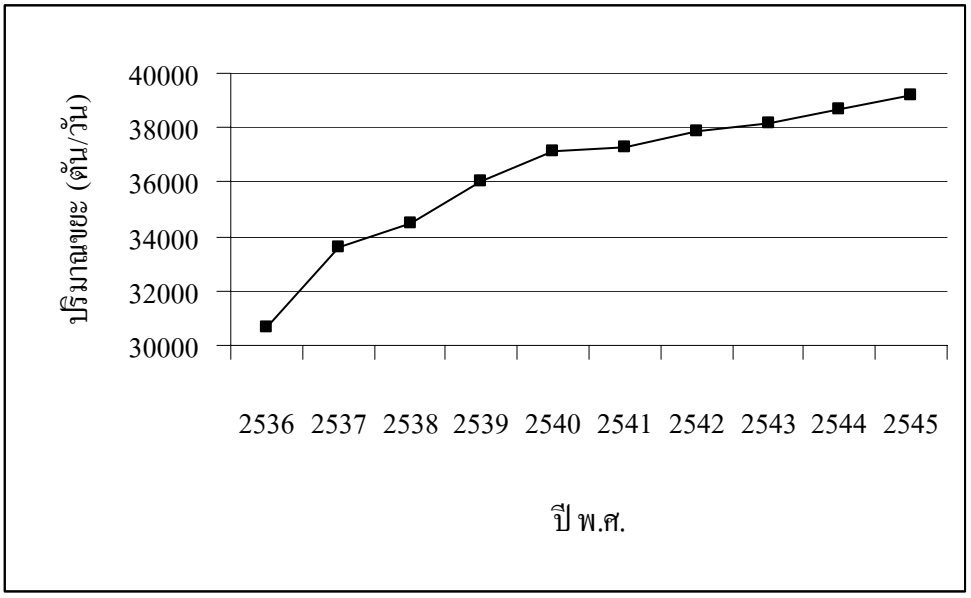
ภาพประกอบ	ชื่อรูปภาพ	หน้า
ฉ-3	ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดเบียร์ช้าง (หลังปรับปรุง)……	140
ฉ-4	ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดเบียร์สิงห์ (หลังปรับปรุง)……...	140
ฉ-5	ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดไวตามิลค์ (หลังปรับปรุง)……..	141
ฉ-6	ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดแบน (หลังปรับปรุง)……..	141
ฉ-7	ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดขาว (หลังปรับปรุง)……	142
ฉ-8	ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดฉลาม (หลังปรับปรุง)…….	142

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันจำนวนประชากรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ปริมาณการอุปโภคและบริโภคมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นด้วย ปัญหาที่ตามมา คือ ปัญหาขยะที่เพิ่มมากขึ้น ดังภาพประกอบ 1.1 ขยะเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหามากมาย (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) เช่น กลิ่นเหม็น โรคติดต่อ และปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) เป็นต้น

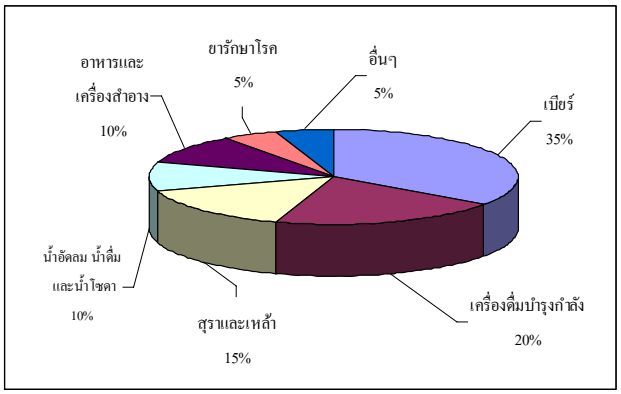


ภาพประกอบ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 – พ.ศ. 2545
(ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

จากปัญหาข้างต้น จึงมีความพยายามที่จะลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น ภายใต้แนวความคิด การนำสิ่งที่เป็นขยะกลับมาใช้ซ้ำหรือนำไปผ่านกระบวนการเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ อันเป็นการขยายเวลาการใช้ผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานยิ่งขึ้น ซึ่งขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่

แบ่งได้ 4 ประเภท คือ (1) กระดาษ เช่นกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษแข็ง กระดาษลัง เป็นต้น (2) โลหะและอลูมิเนียม ได้แก่ กระป๋องซึ่งทำจากโลหะหรืออลูมิเนียม (3) แก้ว ได้แก่ ขวดแก้วชนิดต่างๆ (4) พลาสติกประเภทเทอร์-โมพลาสติก เช่น พีอีที พีวีซี พีเอส เป็นต้น

แก้วเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ปัจจุบันแก้วเป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้บรรจุสินค้า โดยเฉพาะขวดแก้ว ซึ่งมีรูปแบบและขนาดที่หลากหลาย อันเนื่องมาจากการแข่งขันทางการตลาดและความต้องการของผู้บริโภค จากสถิติของบรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรม ระบุว่าในปี 2541 ปริมาณการบริโภคขวดแก้วของประเทศไทยมีจำนวนทั้งสิ้น 823,056 ตัน โดยแบ่งเป็นประเภทอุตสาหกรรมต่างๆดังภาพประกอบที่ 1.2



ภาพประกอบที่ 1.2 สัดส่วนการผลิตขวดแก้วในอุตสาหกรรมต่างๆ พ.ศ.2541
(ที่มา บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรม, 2541)

วัตถุดิบสำหรับผลิตขวดแก้ว นำมาจากทรัพยากรธรรมชาติ ประกอบด้วย ทราย หินฟันม้า หินปูน โซดาแอช การผลิตขวดแก้ว 1 ตัน ใช้วัตถุดิบประมาณ 1.2 ตัน วัตถุดิบเหล่านี้สามารถจัดหาได้ภายในประเทศ ยกเว้น โซดาแอช ที่จะต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ เป็นผลให้มีความผันผวนทั้งในด้านราคาและปริมาณ นอกจากนี้ ในการผลิตแก้ว ต้องใช้พลังงานในรูปของน้ำมันเตาในปริมาณสูง เนื่องจากว่า วัตถุดิบที่ใช้มีจุดหลอมเหลวสูง ประมาณ 1,450 – 1,600 องศาเซลเซียส

ดังนั้น เพื่อเป็นการลดการใช้วัตถุดิบและพลังงานในการผลิต จึงมีการนำแก้วกลับมาใช้ประโยชน์ ใน 3 แนวทาง คือ (1) ลดปริมาณการใช้ โดยผู้บริโภคนำขวดแก้วที่ใช้งานแล้วมาใช้ซ้ำ (2) ใช้ซ้ำโดยผู้ผลิต โดยผ่านกลไกการเรียกบรรจุภัณฑ์คืนจากผู้บริโภค โดยผ่านระบบมัดจำ หรือ ผู้ผลิตรับซื้อขวดจากร้านขายของเก่า เพื่อนำไปบรรจุสินค้าใหม่ (3) การรีไซเคิล เป็นการนำ

เศษแก้วมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ซึ่งจะช่วยลดพลังงาน เนื่องจากว่า เศษแก้วมีจุดหลอมเหลวประมาณ 900 องศาเซลเซียส

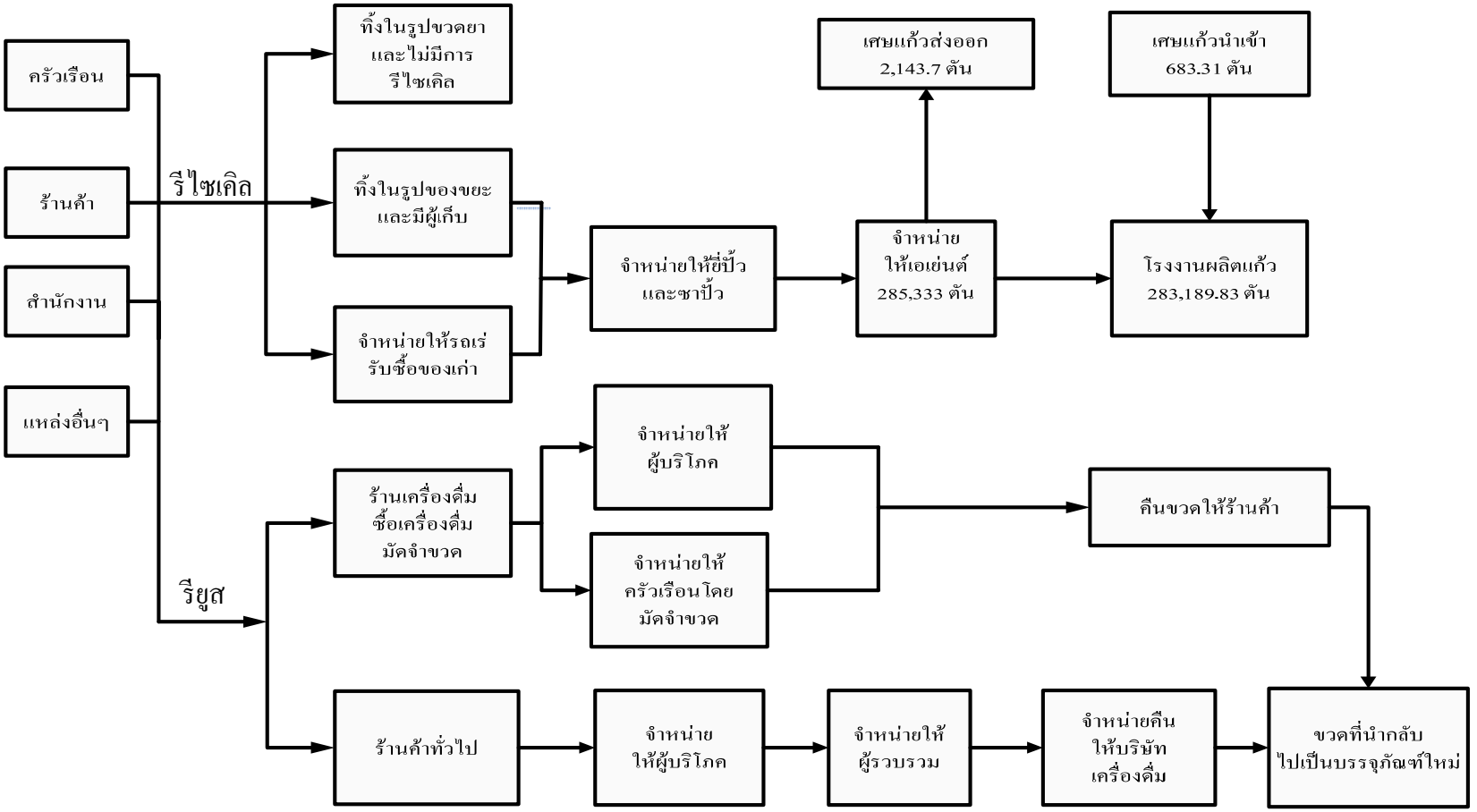
ในปี พ.ศ. 2541 ประเทศไทยมีปริมาณบรรจุภัณฑ์แก้วเกิดขึ้น 827,088.5 ตัน ซึ่งมีการนำไปรีไซเคิล 283,189.8 ตัน และนำกลับไปใช้ซ้ำ 155,916.6 ตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวดังภาพประกอบที่ 1.3

กลไกดังกล่าว นอกจากจะเป็นการลดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติแล้ว ยังก่อให้เกิดผลดีในทางเศรษฐกิจและสังคม คือ ก่อให้เกิดอาชีพที่หลากหลาย เช่น อาชีพขุดคุ้ยและแยกขยะ อาชีพขับขี่สามล้อเพื่อรวบรวมขยะจากครัวเรือน อาชีพผู้คัดแยกของเสีย อาชีพพ่อค้าคนกลาง อาชีพผู้ผลิตและแปรรูปสินค้าจากเศษวัสดุหรือของเสียนำกลับมาใช้ใหม่ อาชีพผู้จำหน่าย เป็นต้น

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาในโรงงานแห่งหนึ่งซึ่งอยู่ในกลไกของขั้นตอนการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ โรงงานแห่งนี้ตั้งอยู่ใน อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ผลิตภัณฑ์ของโรงงานแห่งนี้สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) เศษแก้ว ขวดที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดจะนำมาตีเป็นเศษแก้วขายให้กับโรงงานเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่โดยวิธีการรีไซเคิล (Recycle) ในการตีเป็นเศษแก้วขายนั้น จะแยกประเภทโดยใช้สีของขวดแก้วเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งได้ 3 สี คือ สีชา สีเขียว สีขาว (2) ขวดที่แยกเป็นประเภทซึ่งล้างเสร็จแล้ว ขวดที่รับซื้อมาจากพ่อค้าจะถูกแยกออกเป็นประเภทต่างๆ ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า เช่น ขวดเบียร์ ขวดขาว ขวดแบน ขวดเครื่องดื่มชูกำลังขนาดต่างๆ เป็นต้น จากนั้นขวดเหล่านี้จะผ่านกระบวนการล้างและบรรจุลงกระสอบเพื่อส่งมอบให้กับลูกค้าต่อไป ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แสดงในภาพประกอบ 1.4

กระบวนการผลิตในโรงงานแห่งนี้แบ่งได้ 3 สถานีงาน คือ สถานีงานแยกขวด สถานีงานล้างขวด สถานีงานบรรจุขวดลงกระสอบ ซึ่งในแต่ละสถานีงานจะใช้แรงงานคนเป็นหลัก โดยเครื่องมือช่วยทำงานที่สำคัญ คือ เครื่องล้างขวดและรถเข็น ดังภาพประกอบที่ 1.5 แผนภูมิกระบวนการผลิตภายในโรงงานและแผนผังการทำงานแสดงในภาพประกอบ 1.6 และ 1.7 ตามลำดับ

โรงงานแห่งนี้ใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่เป็นคนในท้องถิ่น ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานแห่งนี้แบ่งได้ 2 ประเภท คือ (1) ผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับค่าตอบแทนตามปริมาณงาน ผู้ปฏิบัติงานประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นคนในท้องถิ่น ซึ่งมีอาชีพหลัก คือ เกษตรกรรม จะใช้เวลาว่างหลังจากประกอบอาชีพหลักมาทำงานในโรงงานแห่งนี้ ซึ่งหน้าที่หลักจะอยู่ในส่วนกระบวนการล้างขวด เนื่องจากว่าค่าตอบแทนในการทำงานจะคิดตามจำนวนขวดที่ล้างได้ในแต่ละวัน จำนวนผู้ปฏิบัติงานประเภทนี้เฉลี่ยวันละ 6 คน (2) ผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับค่าตอบแทนรายวัน



ภาพประกอบ 1.3 กลไก/ขั้นตอนการเรียกคืนขวดแก้วนำกลับมาใช้ใหม่

(ที่มา กรมควบคุมมลพิษ (2541:2-32))

(a)

(b)

(c)

ภาพประกอบ 1.4 ตัวอย่างขวดที่แยกเป็นประเภทซึ่งล้างเสร็จแล้ว

(a) ขวดโซดา

(b) ขวดเบียร์

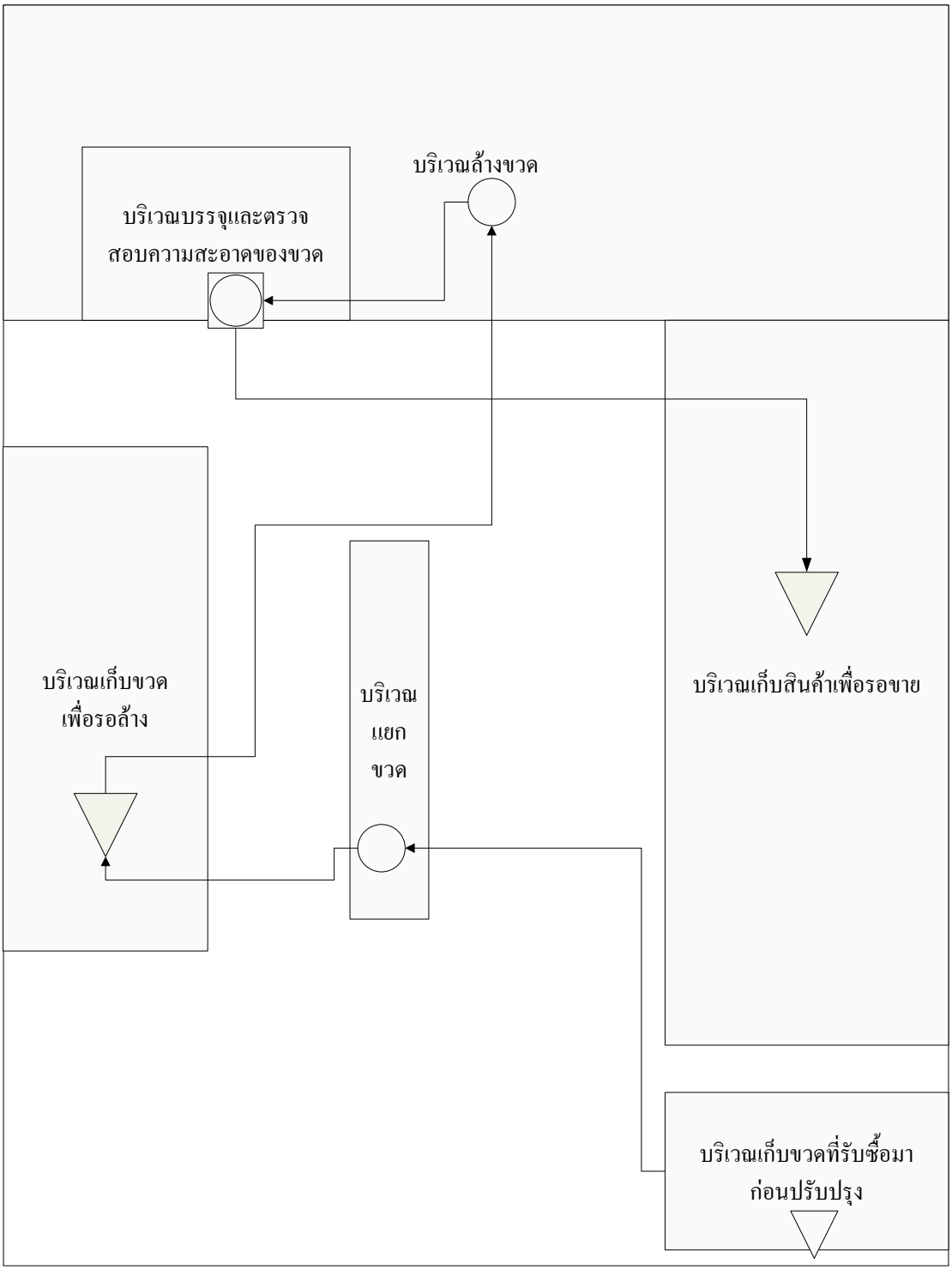
(c) ขวดเครื่องดื่มชูกำลัง

ภาพประกอบ 1.5 เครื่องมือช่วยทำงานในโรงงาน

ขั้นตอนการทำงาน	สัญลักษณ์	ก่อนปรับปรุง	
		ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
1.ขวดถูกลำเลียงไปยังสถานีงานแยกขวด		188.5	15
2.ขวดถูกแยกออกตามประเภท		1,784	70
3.ขวดถูกลำเลียงไปยังที่เก็บขวด ตามประเภทที่แยกไว้		200	20
4.ขวดที่แยกประเภทแล้วถูกลำเลียงไปยังสถานีงานล้างขวด		80	10
5.ขวดถูกล้างทำความสะอาด		10.4	248
6.ขวดถูกลำเลียงไปยังสถานีงานบรรจุขวด		7	5
7.ขวดถูกตรวจสอบความสะอาดและบรรจุลงกระสอบ		0	60
8.ขวดถูกลำเลียงไปยังที่เก็บขวด		300	30
รวม	8	2,569.9	458

ภาพประกอบ 1.6 แผนภูมิกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา (ก่อนปรับปรุง)

หน้าที่หลักของผู้ปฏิบัติงานประเภทนี้ คือ แยกขวดเป็นประเภทต่างๆ ลำเลียงขวดไปยังสถานีงานต่างๆ บรรจุขวดลงกระสอบ ผู้ปฏิบัติงานเหล่านี้ได้รับค่าตอบแทนรายวัน จำนวนผู้ปฏิบัติงานประเภทนี้เฉลี่ยวันละ 4 คน



ภาพประกอบ 1.7 แผนผังการทำงานภายในโรงงาน (ก่อนปรับปรุง)

กลุ่มลูกค้าของโรงงานแห่งนี้เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่นำขวดแก้วมาใช้บรรจุสินค้า ซึ่งการลงทุนเพื่อผลิตขวดแก้วตามที่ตนต้องการต้องใช้เงินลงทุนสูง ดังนั้นการนำขวดแก้วที่มีอยู่มาใช้ซ้ำ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะลดต้นทุนของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้ ลูกค้าของโรงงานแห่งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ซึ่งประกอบกิจการประเภทอาหาร เครื่องดื่ม ยารักษาโรคในจังหวัดสงขลาและพื้นที่ใกล้เคียง กลุ่มลูกค้ากลุ่มนี้จะรับซื้อขวดที่ใช้ในกิจการของตนเท่านั้น (2) กลุ่มนายหน้า ลูกค้ากลุ่มนี้จะรับซื้อขวดหลากหลายชนิดในปริมาณมาก เพื่อส่งขายให้กับลูกค้าของตนต่อไป

จากข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา นำมาวิเคราะห์สถานการณ์ของโรงงานด้วยกระบวนการวิเคราะห์ SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats) ได้ผลดังนี้

1) จุดแข็ง (Strengths) ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยภายในของโรงงาน ได้แก่

ก ขั้นตอนการผลิตไม่ซับซ้อน ไม่ต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานประสบการณ์สูง ทำให้ต้นทุนต่ำ

ข เป็นที่ยอมรับของลูกค้าในด้านคุณภาพ

ค วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในจังหวัดสงขลาเป็นลูกค้าประจำ

ง มีขวดหลากหลายรูปแบบ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

2) จุดอ่อน (Weaknesses) ซึ่งเกิดจากปัจจัยภายในของโรงงาน เป็นปัญหาที่ต้องแก้ไข ได้แก่

ก ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่มีอาชีพหลัก คือ เกษตรกรรม ใช้เวลาว่างจากการประกอบอาชีพหลักมาทำงานในโรงงาน ทำให้จำนวนผู้ปฏิบัติงานไม่แน่นอน

ข ใช้แรงงานคนเป็นหลักกำลังการผลิตไม่สูงเท่าเครื่องจักร ทำให้บางครั้งสูญเสียโอกาสในการขายสินค้า

ค การจัดการใช้ประสบการณ์เป็นหลัก ขาดการเก็บข้อมูลของโรงงานที่เป็นระบบ ทำให้ขาดการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง

ง เงินทุนมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถลงทุนนำเทคโนโลยีทันสมัยมาใช้ได้

3) โอกาส (Opportunities) ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยภายนอกซึ่งสามารถเอื้อประโยชน์ให้กับโรงงาน ได้แก่

ก วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมไม่มีเงินลงทุนผลิตขวดแก้วเอง ทำให้ต้องซื้อขวดที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิต

ข พื้นที่ตั้งอยู่ในเขตเศรษฐกิจของภาคใต้ ส่งผลให้มีลูกค้าที่หลากหลาย

4) อุปสรรค (Threats) ซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอก โรงงานต้องปรับกลยุทธ์เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อกำจัดอุปสรรคที่เกิดขึ้น ได้แก่

ก สภาวะทางเศรษฐกิจที่หดตัว ทำให้ความต้องการของลูกค้าลดลง

ข ต้องแข่งขันด้านราคารับซื้อวัตถุดิบ (ขวดแก้ว) กับผู้ประกอบการรับซื้อของเก่าในพื้นที่เดียวกัน

ค ต้องแข่งขันด้านราคาขายผลิตภัณฑ์กับผู้ประกอบการรายอื่น

ผลจากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันด้วยกระบวนการ SWOT พบว่า การจัดการการเพิ่มผลผลิต (Productivity Management) เป็นแนวทางที่จะสามารถกำจัดจุดอ่อนและอุปสรรคที่โรงงานกำลังเผชิญได้ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและอัตราผลิตภาพ (Productivity) ของโรงงานให้เพิ่มสูงขึ้น

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

องค์กรที่จะอยู่รอดได้ในโลกแห่งการแข่งขันทางธุรกิจ คือ องค์กรที่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานอย่างต่อเนื่อง เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการที่นิยมนำมาใช้เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน คือ เทคนิคการวัดอัตราผลิตภาพและการศึกษาการทำงาน เทคนิคทั้งสองนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังตัวอย่างจากงานวิจัยต่อไปนี้

นิมิต หาญพิทักษ์พงศ์ (2539) ได้ทำการวิจัยเพื่อการเพิ่มผลผลิตของตัวเก็บประจุ การดำเนินการวิจัย เริ่มจากศึกษาวิธีการทำงานในปัจจุบัน โดยใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ คือ การศึกษาการทำงาน (Work Study) พบว่า ก่อนปรับปรุงการทำงาน การวางผังโรงงานไม่เหมาะสมและการใช้อุปกรณ์ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดงานส่วนเกินและเสียเวลาในการเคลื่อนย้าย จากนั้นได้จึงทำการปรับปรุงงานในจุดที่เกิดปัญหา และใช้วิธีการออกแบบการทดลอง เพื่อยืนยันว่าการปรับปรุงงานไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพ ผลของการปรับปรุงงาน พบว่า ผลผลิตในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น 44%

รวิศ รัชตะวรรณ (2541) ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต สายการผลิตกระสุนปืนเล็ก ขนาด 5.56 มม. โดยได้เสนอ 2 แนวทาง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตที่เหมาะสม แนวทางแรก คือ การเพิ่มเครื่องจักรใหม่จากเดิมที่มีอยู่ในสถานีงาน ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำและทำให้เกิดคอขวด พบว่า เพิ่มอัตราการผลิตได้ 36 ล้านนัดต่อปี ค่าใช้จ่าย 444,672,500 บาท แนวทางที่ 2 คือ ปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพ โดยวิเคราะห์ถึงสาเหตุและผลของการสูญเสีย

ผลผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน และใช้เครื่องมือในการควบคุมคุณภาพ เช่น แผนภูมิควบคุม พบว่า สามารถลดของเสียลงได้จาก 3.38% เหลือ 0.81% ทำให้สามารถประหยัดงบประมาณได้ปีละ 4,097,811 บาท จากแนวทางทั้งสอง พบว่า โรงงานซึ่งมีงบประมาณจำกัดควรใช้การปรับปรุงคุณภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน จะสามารถเพิ่มผลผลิตและลดค่าใช้จ่ายลงได้

H.B. Marrit และคณะ (2000) ได้ทำการสำรวจผลการปฏิบัติงานของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Sme) ในประเทศอังกฤษ ซึ่งนำระบบคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยใช้แบบสอบถาม พบว่า หลังจากที่นำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ 50% ของกิจการที่สำรวจ สามารถลดการใช้แรงงานได้ ขณะเดียวกัน 58% ของกิจการที่สำรวจ มีอัตราผลิตภาพสูงขึ้นอย่างชัดเจน และ 25% ของกิจการที่สำรวจ มีเวลาส่งมอบที่ลดลง ส่งผลให้ลูกค้ามีความพอใจ นอกจากนี้ผลการสำรวจ พบว่า วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีการวัดผลการปฏิบัติงานสม่ำเสมอ จึงเป็นช่องทางหนึ่งที่ทำให้องค์กรมีผลการปฏิบัติงานที่ดีขึ้น

อัญชลี จินดาฤกษ์ (2545) ได้ทำการวิจัยเพื่อเพิ่มผลิตภาพแรงงานภายในโรงงานผลิตเบเกอรี่ โดยประยุกต์วิชาด้านวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อเพิ่มผลิตภาพแรงงานในโรงงานดังกล่าว การวิจัยได้เริ่มจากศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล พบว่า ปัญหาผลิตภาพแรงงานต่ำ เกิดจากความไม่สมดุลของขั้นตอนการผลิต ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดเวลาว่างจากการรองานการปรับปรุง เริ่มจากสร้างเวลามาตรฐานในแต่ละหน่วยผลิตขึ้นมา จากนั้นได้จัดสมดุลสายการผลิต จัดกำลังคนที่มีอยู่ให้เข้ากับงานและปรับแผนการผลิต เพื่อนำไปใช้งานตามกลุ่มปริมาณการผลิต ผลจากการปรับปรุงแก้ไข พบว่า สามารถเพิ่มผลิตภาพแรงงานโดยรวมของโรงงาน 20.38%

ยุทธชัย บรรเทิงจิตร และ นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร (2545) ได้ทำการศึกษา การลดเวลาการทำงานในสำนักทะเบียนเครื่องจักรกลาง กรณีศึกษา การจดทะเบียนกรรมสิทธิ์เครื่องจักร ผลการศึกษา พบว่า ความล่าช้าของขั้นตอนการทำงานมีสาเหตุหลัก คือ (1) วิธีการทำงานที่ซับซ้อน (2) พนักงานทำงานล่าช้า (3) เครื่องจักรไม่ทันสมัย (4) เอกสารไม่สมบูรณ์ กิจกรรมกลุ่มย่อยถูกนำมาใช้เพื่อหาวิธีลดเวลาการทำงาน โดยใช้หลักการ ECRS ซึ่งประกอบด้วย (1) Eliminate คือ กำจัดงานที่ไม่จำเป็นออกไป (2) Combine คือ รวมงานที่สามารถทำพร้อมกันได้ (3) Rearrange คือ สับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานถ้าสามารถทำได้ (4) Simplify คือ ปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น เป็นแนวทางการปรับปรุง ผลการศึกษา พบว่า จากเดิมขั้นตอนงานจดทะเบียนกรรมสิทธิ์เครื่องจักร 15 ขั้นตอน สามารถลดเหลือเพียง 12 ขั้นตอน และ ระยะเวลาดำเนินการงานจดทะเบียนเครื่องจักรเฉลี่ย 85 วัน/เรื่อง ลดลงเฉลี่ย 42.2%

วัชนะชัย จูมผา (2546) ได้ทำการศึกษา กระบวนการผลิตและหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา กระบวนการผลิตอุปกรณ์การแพทย์ โดยวิธีการศึกษาการทำงานและซักถาม

ปัญหาที่พบเห็น เพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์ พบว่า มีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในสายการผลิต ซึ่งมีสาเหตุมาจากความไม่สมดุลของสายการประกอบ ข้อจำกัดทางเทคโนโลยีการผลิต และการวางแผนการผลิตที่ยังอาศัยประสบการณ์เป็นหลัก จึงได้เสนอแนวทางการเพิ่มผลผลิต โดยการปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ปรับปรุงวิธีการทำงาน รวมทั้งปรับปรุงระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผลการศึกษา พบว่า สามารถลดจำนวนขั้นตอนและเวลาในการผลิตที่ไม่จำเป็นได้ถึง 14.81% และ 6.20% ตามลำดับ

นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร (2547) ทำการศึกษา การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา หจก.รวมการช่าง จำกัด ผลการศึกษากระบวนการผลิตก่อนปรับปรุง พบว่า ขั้นตอนการทำงานบางขั้นตอน มีการใช้เวลาที่ไม่มีความจำเป็น เช่น การเคลื่อนย้าย การเตรียมงานเข้าเครื่องจักร การหยิบและวางชิ้นงาน เป็นต้น ซึ่งมีสาเหตุมาจาก 4 ปัจจัยหลัก คือ (1) ปัจจัยจากคนงาน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญในการทำงานกับเครื่องจักรที่ตนประจำอยู่ จึงไม่ตระหนักถึงกฎบังคับเพื่อป้องกันความปลอดภัย (2) อุปกรณ์ช่วยผลิต อยู่ในสภาพที่ไม่ปลอดภัย และตำแหน่งการจัดวางไม่เหมาะสม (3) วิธีการทำงาน ไม่สะดวก ทำให้ต้องใช้เวลาฟุ่มเฟือยมาก (4) วัสดุหรือวัตถุดิบ คือ ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบก่อนเข้ากระบวนการผลิต และการไหลของวัสดุไม่มีความเหมาะสม การปรับปรุง ได้มีการจัดวางตำแหน่งของเครื่องจักรให้เหมาะสม ออกแบบอุปกรณ์ช่วยทำงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้สะดวก และทำป้ายแสดงกฎการทำงานเพื่อความปลอดภัย ประกอบกับการควบคุมอย่างเคร่งครัดโดยหัวหน้างาน ผลการปรับปรุง ส่งผลให้การผลิตเครื่องบดกาแฟและชงกาแฟเพิ่มขึ้น 840 ชิ้นต่อปี และสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ 5%

สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร (2547) ได้ทำการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิคส์ด้วยการปรับปรุงขั้นตอนการผลิต การศึกษาขั้นตอนการผลิตวงจรแผ่นอิเล็กทรอนิคส์ พบว่า มีขั้นตอนหลัก 10 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตอนการตัดแผ่นงาน (2) ขั้นตอนการอบแผ่นงาน (3) ขั้นตอนการเจาะรู (4) ขั้นตอนการชุบทองแดงในรู (5) ขั้นตอนการถ่ายลายวงจร (6) ขั้นตอนการพิมพ์สีเคลือบลายวงจร (7) ขั้นตอนการเคลือบผิวด้วยตะกั่ว (8) ขั้นตอนการ Punch/Route (9) ขั้นตอนการตรวจเช็คแผ่นวงจรไฟฟ้า (Print Circuit Board: PCB) (10) ขั้นตอนการตรวจสอบขั้นสุดท้าย จาก 10 ขั้นตอนดังกล่าว พบว่า ขั้นตอนที่ 2 มีอัตราการผลิตต่ำที่สุด ซึ่งขั้นตอนดังกล่าว มีวัตถุประสงค์ เพื่อไล่ความชื้นของแผ่นงาน ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการยืดหดของแผ่นงาน ระหว่างที่ผ่านกระบวนการทางเคมีและความร้อน การปรับปรุงงาน เริ่มจากเก็บข้อมูลร้องเรียนจากลูกค้า เรื่องการยืดหดของแผ่นวงจร พบว่า ไม่เคยมีการร้องเรียนมาก่อน จากนั้นได้ออกแบบการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบการอบหรือไม่อบแผ่นงานจะมีผลต่อการยืดหดของแผ่นงานอย่างไร ผลการทดลอง พบว่า การอบหรือไม่อบ ให้ผลการยืดหดของแผ่นงานไม่แตกต่างกัน ดังนั้น

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต จึงตัดขั้นตอนที่ 2 การอบแผ่นงานออกจากกระบวนการผลิต พบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้น 100% และลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากขั้นตอนดังกล่าวได้ 30,122.73 บาทต่อเดือน

Mohan P.Rao และคณะ (2003) ทำการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินผลอัตราผลิตภาพในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้การวัดอัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน ซึ่งประกอบด้วย อัตราผลิตภาพของวัตถุดิบ อัตราผลิตภาพของพลังงาน อัตราผลิตภาพของแรงงาน อัตราผลิตภาพของเงินลงทุน อัตราผลิตภาพของค่าใช้จ่ายอื่น พบว่า การวัดอัตราภาพเฉพาะส่วน จะช่วยให้โรงงานอุตสาหกรรมทราบถึงปัจจัยการผลิตที่กำลังประสบปัญหา ส่งผลให้ผู้รับผิดชอบสามารถแก้ปัญหาได้ทันท่วงที

Giancarlo Barbiroli (2003) ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาการวัดอัตราผลิตภาพของทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งผู้วิจัยได้วัดจากอัตราการใช้ประโยชน์ของสินค้า การศึกษาเริ่มจากศึกษาคุณลักษณะของสินค้าที่ผู้บริโภคต้องการ เช่น ความคงทน รูปลักษณ์ที่สวยงาม ซ่อมและบำรุงรักษาง่าย มีความปลอดภัยในการใช้งาน เป็นต้น จากนั้นจึงได้พัฒนาการดัชนีการใช้ประโยชน์ของสินค้า (Fruition Rate Index: FRI) โดยคำนวณจาก ผลคูณของความพึงพอใจของสินค้าซึ่งประเมินโดยผู้บริโภค กับ อัตราส่วนของการใช้ประโยชน์ของสินค้าต่อศักยภาพของสินค้า และอายุการใช้งานของสินค้า ถ้า FRI มีค่าเท่ากับ 1 หรือมากกว่า แสดงให้เห็นว่าสินค้าชนิดนั้นมีการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ ซึ่งหมายถึงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงด้วย

Jaehyun Choi และคณะ (2006) ได้ทำการวิจัยเพื่อวัดอัตราผลิตภาพการทำถนนในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อต้องการหาปัจจัยที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานต่ำลง โดยทำการศึกษาใน 4 เส้นทาง คือ SR-20 (Palatka, Putnam County) , SR-20 (Hawthorne, Alachua County), I-10 (Pensacola, Escambia County), and SR-102 (Jacksonville, Duval County) ผลการวิจัย พบว่า ในเส้นทางกรณีศึกษาทั้ง 4 เส้นทาง เวลาสูญเปล่า 40%-62% มีสาเหตุมาจากการจัดการ ได้แก่ เครื่องจักรเสียและการขาดแคลนวัตถุดิบ เวลาสูญเปล่า 21%-48% มาจากการจัดลำดับการทำงาน เวลาสูญเปล่า 6%-17% มาจากสภาพอากาศ ได้แก่ ฝนตก

Somnath Gangopadhyay และคณะ (2006) ทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตแกนทรายในประเทศอินเดีย ซึ่งใช้แรงงานเป็นหลัก ผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสกับสารเคมีขณะปฏิบัติงาน อาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในอนาคตได้ แผนภูมิกระบวนการผลิตถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์กระบวนการทำงาน พบว่า กระบวนการผลิตแกนทราย โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ ผู้ปฏิบัติงานมีการเคลื่อนที่ 925 เซนติเมตรและใช้เวลาทำงาน 282 วินาที ต่อรอบการทำงาน การปรับปรุงทำโดยตัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นออก พบว่า ระยะทางการ

เคลื่อนที่ของผู้ปฏิบัติงานลดลงเหลือ 725 เซนติเมตรและเวลาการทำงานลดลงเหลือ 260 วินาที อัตราผลิตภาพหลังจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น 9%

วรญา มาประชา (2549) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการพิมพ์ในการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ โดยเริ่มจากศึกษาขั้นตอนการผลิต พบว่า การผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ประเภทกระดาษเริ่มจากตัดกระดาษแล้วนำไปผ่านกระบวนการพิมพ์ออฟเซต และนำไปประกบกระดาษลูกฟูก จึงเสร็จกระบวนการ เมื่อเก็บข้อมูลของเสียในแต่ละแผนก พบว่า ในแผนกพิมพ์เป็นแผนกที่มีของเสียมากที่สุด โดยมีสาเหตุมาจากปัจจัยการผลิต 4 ปัจจัยหลัก คือ (1) ปัจจัยจากคนงาน (2) อุปกรณ์ช่วยผลิต (3) วิธีการทำงาน (4) วัตถุดิบ ดังนั้นจึงดำเนินการแก้ปัญหา โดยการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการทำงาน สร้างมาตรฐานการทำงาน จัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงาน หลังการดำเนินการแก้ปัญหา พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นเท่ากับ 96.08%

เบญจมาภรณ์ พีรนันทปัญญา (2549) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิผลของระบบขุดดินในเหมืองแม่เมาะ จ.ลำปาง โดยมีวัตถุประสงค์ ให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 10% หรือ 1,670 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงทำงาน แนวทางการปรับปรุง ใช้การวิเคราะห์กระบวนการผลิต (Process Analysis) จากแผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) จากนั้น ทำการลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น รวมถึงปรับปรุงกระบวนการทำงานจุดที่ทำให้เกิดล่าช้า โดยใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา ผลการปรับปรุง พบว่า ระบบขุดดินของเหมืองแม่เหมาะเพิ่มขึ้นมากกว่า 10% ตามวัตถุประสงค์

Paul H.P Yeow และ Rabinda Nath Sen (2006) ได้ทำการปรับปรุงการทำงานในการประกอบวงจรไฟฟ้าด้วยมือ ในโรงงานแห่งหนึ่ง ณ ประเทศมาเลเซีย จากการสังเกตวิธีการทำงานก่อนปรับปรุง พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำงาน เช่น การเอื้อมหยิบวัสดุ วัสดุตกหล่นขณะทำงาน การประกอบวงจรผิดพลาด เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้ มีสาเหตุมาจากการจัดวางผังการทำงานที่ไม่เหมาะสม จึงปรับปรุง ด้วยการจัดวางผังชิ้นส่วนของวงจรไฟฟ้าใหม่ โดยยึดหลักการยศาสตร์และเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานสะดวกขึ้น พบว่า สามารถเพิ่มรายได้ปีละ US$ 4,223,736 และ สามารถลดต้นทุนของเสียได้ปีละ US$ 956,136

Reuben Escorpizo (2007) ได้สำรวจเอกสารการวัดอัตราผลิตภาพ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานที่อาจทำให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูก ผลการสำรวจพบว่าปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลิตภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ประกอบด้วย (1) สภาพการทำงานที่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน (2) แรงจูงใจในการทำงาน ความยากง่ายของงาน (3) ความเหมาะสมของกิจกรรมหลังเลิกงาน การวัดอัตราผลิตภาพโดยทั่วไปจะใช้วิธีการสังเกต เช่น จำนวน

ผลผลิต/จำนวนผู้ปฏิบัติงาน จำนวนผลผลิต/เวลาที่ใช้ในการทำงาน เป็นต้น แต่สำหรับงานที่อาจทำให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูก ควรมีการสอบถามอาการของผู้ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง จะทำให้โรงงานทราบถึง (1) ข้อมูลการขาดงานของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการบาดเจ็บเนื่องจากการทำงาน (2) ประสิทธิภาพการทำงานที่ลดลง เพราะมีอาการบาดเจ็บเนื่องจากการทำงาน ข้อมูลทั้ง 2 จะช่วยให้โรงงานกำหนดมาตรการป้องกันได้ทันท่วงที

M.T.Lilly และคณะ (2007) ทำการวิเคราะห์อัตราผลิตภาพของบริษัทปิโตรเลียมในประเทศไนจีเรีย โดยที่มาของการวิจัยครั้งนี้มีสาเหตุมาจาก อัตราผลิตภาพของประเทศไนจีเรียลดต่ำลง ขณะเดียวกันปัญหาอาชญากรรมและปัญหาคนว่างงานในประเทศเพิ่มสูงขึ้น ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์อัตราผลิตภาพ โดยนำบริษัทปิโตรเลียมแห่งหนึ่งในประเทศไนจีเรียเป็นกรณีศึกษา ซึ่งวิธีการวัดอัตราผลิตภาพใช้การวัดแบบองค์รวม (Total Productivity) เพื่อวิเคราะห์ในภาพรวม และใช้วิธีการวัดแบบเฉพาะส่วน (Partial Productivity) เพื่อวิเคราะห์ในแต่ละปัจจัยการผลิต ผลการวิจัย พบว่า ในช่วงปี พ.ศ.2546-พ.ศ.2548 อัตราผลิตภาพโดยรวมของบริษัทกรณีศึกษาลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาผลิตภาพเฉพาะส่วน พบว่า อัตราผลิตภาพของแรงงานและอัตราผลิตภาพพลังงานลดต่ำลงเฉลี่ย 16% และ 9% ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุ พบว่า อัตราผลิตภาพทั้งสองปัจจัยลดลง เพราะ การลงทุนภายในประเทศลดลง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการนำพลังงานทางเลือกมาใช้

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า เทคนิคการวัดอัตราผลิตภาพและการศึกษาการทำงานมีการประยุกต์ใช้อย่างหลากหลาย โดยใช้การวัดอัตราผลิตภาพแบบองค์รวม (Total Productivity) เพื่อวัดประสิทธิภาพโดยรวมขององค์กร และใช้การวัดผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) เพื่อวัดประสิทธิภาพในแต่ละปัจจัยการผลิต ผลการวัดอัตราผลิตภาพทำให้โรงงานทราบถึงประเด็นการปรับปรุง เช่น ลดของเสีย ลดเวลาการทำงาน เพิ่มผลิตภาพแรงงาน เป็นต้น โดยสาเหตุของปัญหามาจาก 4 ปัจจัย คือ (1) ผู้ปฏิบัติงาน (2) อุปกรณ์ช่วยผลิต (3) วิธีการทำงาน (4) วัสดุหรือวัตถุดิบ วิธีการปรับปรุงงาน ทำโดยเทคนิคการศึกษาการทำงานและหลักเกณฑ์ ECRS ซึ่งประกอบด้วย (1) Eliminate คือ กำจัดงานที่ไม่จำเป็นออกไป (2) Combine คือ รวมงานที่สามารถทำพร้อมกันได้ (3) Rearrange คือ สับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานถ้าสามารถทำได้ (4) Simplify คือ ปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น และขั้นตอนสุดท้ายของการปรับปรุงงาน คือ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานและค่าใช้จ่ายหลังจากปรับปรุงงานแล้วเทียบกับก่อนปรับปรุงงาน นอกจากนี้ คุณภาพของผลผลิตที่เกิดขึ้นหลังจากปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ถูกทดสอบด้วยเครื่องมือทางสถิติ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นถึงระดับคุณภาพที่ไม่เปลี่ยนแปลง

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 ประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อปรับปรุงกระบวนการล้างขวดนำกลับมาใช้ใหม่

1.3.2 เพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพโดยรวมของโรงงานให้เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่า 10%

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 อัตราผลิตภาพของโรงงานเพิ่มขึ้น

1.4.2 วิธีการปฏิบัติงานและเครื่องมือที่ทำให้อัตราการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

1.4.3 สามารถลดค่าใช้จ่ายของโรงงานลงได้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการล้างขวด ในขั้นตอนการแยกขวดและล้างขวดตั้งแต่เริ่มจนจบกระบวนการในโรงงานกรณีศึกษา

1.5.2 นำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ เช่น แผนภูมิกระบวนการผลิต เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H การออกแบบการทดลอง เป็นต้น มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2.1 เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ

ในสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน องค์กรควรมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามการปรับปรุงควรดำเนินการอย่างเป็นระบบเพื่อประสิทธิภาพสูงสุด วิธีการทางวิศวกรรมอุตสาหการ เป็นกระบวนการหนึ่งที่จะให้ผลลัพธ์ที่ดีได้

เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานในระบบอุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มผลผลิต หรือเพิ่มประสิทธิภาพ ภายใต้ต้นทุนต่ำสุด และค่าใช้จ่ายต่ำสุด เทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา การศึกษาการทำงานเพื่อกำจัดการสูญเสียเวลาทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ การศึกษาวางผังการทำงานเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความคล่องตัวขณะทำงานร่วมกับเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การทำงาน

เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ เริ่มจากการค้นหาประเด็นของการปรับปรุง โดยพิจารณาจากข้อมูลในอดีต เช่น ผลิตภาพของโรงงาน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาการส่งมอบ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปสู่การกำหนดหัวข้อปัญหา เช่น เพิ่มผลิตภาพของโรงงาน ลดของเสียที่เกิดขึ้น ลดเวลาการส่งมอบ เป็นต้น ลำดับต่อมา คือ วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน เพื่อทราบถึงปัญหาที่แท้จริง โดยใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ เช่น แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) แผนภาพแสดงการไหล (Flow Diagram) แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ จะนำไปสู่การปรับปรุงงานต่อไป

การปรับปรุงประสิทธิภาพทำงาน เป็นการแก้ปัญหาที่ต้องการความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้น เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ จึงใช้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ดังตารางที่ 2.1

ตาราง 2.1 เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการและกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการที่นำมาใช้
1.ค้นหาประเด็นของการปรับปรุง	ข้อมูลในอดีตขององค์ประกอบ 4 อย่างของการผลิต (คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการทำงาน) เช่น อัตราผลิตภาพ (Productivity) คุณภาพ (Quality) ต้นทุน (Cost) การส่งมอบ (Delivery) ความปลอดภัย (Safety) ฯลฯ
2.วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน	แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) แผนภาพแสดงการไหล (Flow Diagram) แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) แผนภูมิไซโม (Simo Chart) ฯลฯ
3.กำหนดแนวทางการปรับปรุง	เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H การระดมสมอง (Brainstorming) หลักเกณฑ์ ECRS ฯลฯ
4.ทำการทดลอง	วิธีการสถิติ การทดสอบ 2 Sample t test การวิเคราะห์ ANOVA ฯลฯ
5.ประเมินและเลือกวิธีการแก้ปัญหา	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์
6.เปลี่ยนวิธีการทำงาน	

2.2 การค้นหาประเด็นการปรับปรุง

การทราบถึงปัญหาขององค์กร จะช่วยให้การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเกิดประโยชน์สูงสุด ข้อมูลในอดีตจะช่วยให้องค์กรทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นได้ เช่น อัตราผลิตภาพของโรงงาน ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของปัจจัยการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้ทราบถึงความพึงพอใจของลูกค้า ต้นทุนขององค์กร ทำให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้องค์กรกำหนดประเด็นการปรับปรุงได้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ นำข้อมูลอัตราผลิตภาพของโรงงานและต้นทุนของโรงงาน มาพิจารณาเพื่อกำหนดประเด็นการปรับปรุง

2.2.1 อัตราผลิตภาพ (Productivity) คือ อัตราส่วนของผลผลิตจริงต่อทรัพยากรที่ใช้จริง (Sumanth,1979) อัตราผลิตภาพ มีองค์ประกอบหลัก คือ ผลผลิต (Output) และ ปัจจัยการผลิต (Input) ในการวัดอัตราผลิตภาพ นั้นจะอยู่ในรูปของอัตราส่วน ดังสมการที่ (2.1)

$$\text{อัตราผลิตภาพ} = \frac{Output}{Input} \qquad (2.1)$$

จากสมการ 2.1 สามารถแบ่งอัตราผลิตภาพเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (วันชัย ริจิรวนิช,2539)

1) อัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Factor Productivity) คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่ใช้ เช่น อัตราผลิตภาพของวัตถุดิบ (Material Productivity) อัตราผลิตภาพของแรงงาน (Labor Productivity) อัตราผลิตภาพของพลังงาน (Energy Productivity) อัตราผลิตภาพของค่าใช้จ่าย (Expense Productivity) อัตราผลิตภาพเงินลงทุน (Capital Productivity) เป็นต้น

2) อัตราผลิตภาพแบบองค์รวม (Total Productivity) คือ อัตราส่วนของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ทั้งสิ้น

3) อัตราผลิตภาพองค์ประกอบรวม (Total Factor Productivity) คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิตสุทธิต่อผลรวมของทรัพยากรด้านเงินทุนและแรงงาน ผลผลิตสุทธิอธิบายจากผลผลิตรวมลบด้วยค่าวัสดุและค่าบริการที่ต้องซื้อ

อัตราผลิตภาพ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับปัจจัยการผลิตในช่วงระยะเวลาที่ทำการวัด ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวัดอัตราผลิตภาพแบบองค์รวมและการวัดผลิตภาพเฉพาะส่วน โดยใช้ความสัมพันธ์ของผลิตและปัจจัยการผลิตในรูปของจำนวนเงิน จึงวิเคราะห์ต้นทุนของโรงงาน เพื่อจะนำไปสู่การลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นและอัตราผลิตภาพที่สูงขึ้น

ดัชนีการเพิ่มผลผลิต (Productivity Index) คือ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอัตราผลิตภาพในแต่ละเดือน ซึ่งจะให้โรงงานทราบถึงอัตราผลิตภาพในเดือนที่ทำการวิเคราะห์ เมื่อ

เทียบกับอัตราผลิตภาพในเดือนแรกที่ทำการเก็บข้อมูล การคำนวณดัชนีการเพิ่มผลผลิต ดังสมการ (2.2)

$$\text{ดัชนีการเพิ่มผลผลิต} = \frac{\text{อัตราผลิตภาพเดือนที่วิเคราะห์}}{\text{อัตราผลิตภาพในเดือนฐาน}} \quad (2.2)$$

2.2.2 ต้นทุน (Cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการผลิตหรือบริการ (ไพบูลย์ แย้มเผื่อน, 2542) โดยทั่วไปต้นทุนแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) คือ ต้นทุนที่คิดสำหรับทรัพย์สินที่ให้บริการหรือผลิตผลได้ โดยต้นทุนไม่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนที่ให้บริการหรือผลิตได้ เช่น ตัวอาคาร จะเป็นต้นทุนคงที่ไม่ว่าโรงงานจะผลิตสินค้าจำนวนเท่าใด

2) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) คือ ต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น เช่น ค่าวัตถุดิบ จะใช้มากขึ้นเมื่อมีการผลิตในจำนวนมาก

การเกิดของต้นทุน เพราะมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้พฤติกรรมของต้นทุนแปรเปลี่ยนไป องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของต้นทุน มีดังนี้ (วันชัย ริจิรวนิช,2547)

1) การผันแปรของต้นทุนกับปริมาณการผลิต ต้นทุนบางชนิดจะแปรผันตามพฤติกรรมการผลิต โดยปกติแล้วปริมาณการผลิตที่มากขึ้นหมายถึงวัสดุและแรงงานที่มากขึ้น อย่างไรก็ตามต้นทุนไม่จำเป็นต้องสูงขึ้นตามสัดส่วนปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น เพราะ อัตราการสูญเสียและความเสียหายของเครื่องจักรที่มีปริมาณการผลิตสูงขึ้น จะเพิ่มในสัดส่วนที่มากกว่าอัตราในระดับการผลิตปกติ

2) ลักษณะการใช้จ่ายของต้นทุน ต้นทุนมีลักษณะการใช้จ่ายซึ่งบางอย่างก็แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าแรงที่จ่ายเป็นรายชิ้นหรือค่าวัสดุต่อหน่วย บางอย่างมีการใช้จ่ายในลักษณะที่มิได้แปรตามปริมาณการผลิตเลย เช่น ภาษี เบี้ยประกันภัย ซึ่งการจ่ายภาษีจะคิดตามรายได้ในแต่ละปี ส่วนเบี้ยประกันภัยจะเป็นไปตามจำนวนเงินที่ถือประกัน

3) การกำหนดปริมาณการผลิตเต็มตามสมรรถภาพ โดยทั่วไปผู้ผลิตมุ่งหวังจะควบคุมรายจ่ายโดยเอาปริมาณการผลิตเป็นเกณฑ์ ปริมาณการผลิตน้อยค่าใช้จ่ายน้อย แต่โดยที่รายจ่ายมิได้แปรผันตามปริมาณการผลิตเสมอไป การควบคุมค่าใช้จ่ายโดยยึดถือปริมาณการผลิตเป็นหลักจึงไม่ค่อยถูกต้องนัก อย่างไรก็ตามการกำหนดปริมาณการผลิตเต็มตามสมรรถภาพโดยอาศัยแรงงาน จะมีผลทำให้ต้นทุนมีพฤติกรรมเป็นต้นทุนผันแปร แต่ถ้าอาศัยเครื่องจักรกลจะมีผลทำให้ต้นทุนเป็นต้นทุนคงที่

4) นโยบายของฝ่ายบริหาร การตัดสินใจของฝ่ายบริหารในการกำหนดลักษณะการใช้จ่ายของต้นทุนมีผลต่อการแสดงพฤติกรรมของต้นทุน เช่น การกำหนดค่าแรงเป็นรายเดือนหรือรายชิ้น ค่าใช้จ่ายการขายจะจ่ายตามปริมาณขายหรือจ่ายในจำนวนแน่นอน ค่าโฆษณา ค่าใช้จ่ายสำหรับวิจัย หรือค่าใช้จ่ายสำหรับฝึกงาน โดยมากจะกำหนดลักษณะการใช้จ่ายแบบตั้งเป็นงบประมาณ จึงเป็นการกำหนดให้เป็นต้นทุนชนิดคงที่

5) การควบคุมรายจ่าย การกำหนดวิธีการควบคุมรายจ่ายมีผลต่อพฤติกรรมของต้นทุนด้วย เช่น การควบคุมต้นทุนแรงงานโดยวิธีการของการควบคุมรายจ่าย จะมีผลทำให้ต้นทุนมีลักษณะเป็นต้นทุนคงที่หรือต้นทุนผันแปรได้ การควบคุมต้นทุน โดยกำหนดจำนวนแน่นอนสำหรับรายจ่ายการผลิตอย่างหนึ่ง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิต ต้นทุนจะสูงหรือต่ำกว่าต้นทุนที่ควบคุม

6) การเปลี่ยนแปลงต้นทุนของผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงต้นทุน เป็นสาเหตุของการตัดสินใจของฝ่ายบริหารในการกำหนดพฤติกรรมของต้นทุน เช่น ค่าแรงซึ่งสูงขึ้นจะเป็นสาเหตุให้ฝ่ายบริหารมีนโยบายติดตั้งเครื่องจักรอัตโนมัติแทนแรงงาน หรือการลดราคาของวัสดุมีผลทำให้ฝ่ายบริหารตัดรายจ่ายด้านการควบคุม และยอมให้ค่าใช้จ่ายสูญหายและเสียชำรุดเพิ่มมากขึ้น ต้นทุนของผลิตภัณฑ์จะมีส่วนของต้นทุนคงที่ลดลงและส่วนของต้นทุนผันแปรเพิ่มขึ้น

2.3 การวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน

เมื่อทราบประเด็นที่จะปรับปรุงแล้ว ลำดับต่อมา คือ การวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นการหาข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาอย่างลึกซึ้ง (อิสรา ธีระวัฒน์สกุล, 2542) ซึ่งจะต้องครอบคลุมหัวข้อต่อไปนี้

1) ศึกษาข้อจำกัดของปัญหา รายละเอียด และเงื่อนไขต่างๆ

2) อธิบายวิธีการทำงานในปัจจุบัน โดยอาจใช้เครื่องมือต่อไปนี้

2.1) แผนภูมิกระบวนการผลิต

2.2) แผนภาพแสดงการไหล

2.4) แผนภูมิคนและเครื่องจักร

2.4) แผนภูมิไซโม

3) กำหนดว่ากิจกรรมใดบ้างที่คนสามารถทำได้ดีกว่า หรือเครื่องจักรทำได้ดีกว่าหรือควรทำร่วมกัน

4) กลับไปตรวจสอบปัญหาใหม่อีกครั้ง

5) กลับตรวจสอบเกณฑ์สำหรับตัดสินที่ตั้งไว้ใหม่

ในการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิเคราะห์ต้องมีข้อมูลอย่างเพียงพอในทุกๆด้าน เช่น ปริมาณการผลิต จำนวนคนงานที่ต้องการ เป็นต้น ผู้วิเคราะห์ควรรู้ระยะเวลาที่มีในการแก้ปัญหา ถ้าเป็นปัญหาด้านการผลิต จะต้องทราบระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการ จนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

แผนภูมิกระบวนการผลิต คือ แผนภูมิที่ใช้ในการบันทึกกระบวนการผลิต แสดงขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ โดยเริ่มที่วัตถุดิบเข้ามาสู่โรงงาน แล้วติดตามบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับวัตถุดิบนั้นไปเรื่อยๆทุกขั้นตอน เช่น ถูกลำเลียงไปยังสถานีงาน ถูกตรวจสอบ ถูกล้างทำความสะอาด จนกระทั่งออกมาเป็นผลิตภัณฑ์

การบันทึกข้อมูลจะใช้สัญลักษณ์แผนภูมิ 5 สัญลักษณ์ ซึ่งครอบคลุมกระบวนการที่ปรากฏทั่วไปในโรงงานหรือสำนักงาน ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 2.1

เมื่อทำการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการผลิต โดยใช้แผนภูมิ 5สัญลักษณ์ พบว่าสัญลักษณ์ทั้งหมดจะแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เพิ่มมูลค่าและไม่เพิ่มมูลค่า ดังภาพประกอบที่ 2.2

การเขียนแผนภูมิกระบวนการผลิต สามารถแบ่งเป็นขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) เลือกกิจกรรมการทำงานที่ต้องการศึกษา โดยกำหนดเจาะจงลงไปว่า ต้องการศึกษากระบวนการของคนหรือวัสดุ

2) กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกระบวนการผลิตที่จะศึกษา โดยจะต้องควบคุมกิจกรรมทั้งหมดที่ต้องการศึกษา

3) เขียนแผนภูมิกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วย Heading, Description และ Summary

4) แสดงผลของจำนวนกิจกรรมต่างๆ คือ จำนวนขั้นตอนการปฏิบัติงาน จำนวนขั้นตอนการขนส่ง จำนวนครั้งของความล่าช้า จำนวนครั้งการตรวจสอบ และจำนวนครั้งในการพักหรือเก็บ รวมถึงระยะทางขนส่งใส่ไว้ในตาราง

กระบวนการ	สัญลักษณ์	ความหมาย
การปฏิบัติงาน (Operation)		กิจกรรมที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงในทางกายภาพ หรือ ทางเคมี กิจกรรมที่แยก หรือ ประกอบ กิจกรรมที่จัดและเตรียมวัสดุสำหรับขั้นตอนในการผลิต รวมถึงขั้นตอนการรับข่าวสาร การคำนวณ และการวางแผน
การขนส่ง (Transportation)		กิจกรรมที่ทำให้วัสดุเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ยกเว้นการเคลื่อนย้ายกรณีที่อยู่ในขั้นตอนการผลิตและการเคลื่อนย้ายโดยขนงานภายในสถานีงานระหว่างการตรวจสอบ
การตรวจสอบ (Inspections)		กิจกรรมที่เกี่ยวกับการตรวจสอบเปรียบเทียบ ชนิด คุณภาพ ปริมาณของวัสดุ
การรอคอย (Delays)		กิจกรรมที่มีการหยุดรอ หรือ พัก ก่อนที่จะมีการทำงานขั้นต่อไป
การพัก (Storages)		กิจกรรมที่วัสดุถูกเก็บ พัก หรือ ถูกควบคุมเอาไว้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ถ้าต้องการ

ภาพประกอบ 2.1 สัญลักษณ์แผนภูมิ 5 สัญลักษณ์
(ที่มา ดัดแปลงจาก อิสรา ธีระวัฒน์สกุล (2542 : 8-3))

	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
เพิ่มมูลค่า		ไม่สามารถกำจัดได้ / แต่สามารถรวมกันได้
		สามารถกำจัดได้โดยการปรับปรุง
ไม่เพิ่มมูลค่า		ต้องกำจัดออก

ภาพประกอบ 2.2 แสดงการแบ่งกลุ่มสัญลักษณ์แผนภูมิกระบวนการผลิตเป็น 2 กลุ่ม
(ที่มา ดัดแปลงจาก รังสรรค์ เลิศในสัตย์ (2550 : 95))

2.4. การกำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

จากการแบ่งกลุ่มของสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภูมิกระบวนการผลิต พบว่า ควรที่จะปรับปรุงหรือกำจัดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าก่อน จากนั้นจึงปรับปรุงกิจกรรมที่เพิ่มมูลค่าแต่สามารถกำจัดได้ เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการที่จะทำให้เกิดมุมมองในการปรับปรุง เช่น หลักเกณฑ์ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify) เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H (What, Where, When, Who, Why, How) หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว หลัก 5ส (สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ สร้างนิสัย) เป็นต้น มาใช้เพื่อค้นหาวิธีการปรับปรุงวิธีการทำงาน

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H ร่วมกับหลักการ ECRS มาใช้ในการปรับปรุง

5W1H เป็นแนวทางในการตรวจพิจารณาปัญหาอย่างรอบคอบ ไม่ว่าปัญหานั้นจะเป็นงานวิเคราะห์ทั้งระบบหรือบางส่วนของระบบ 5W1H ประกอบด้วย

1) What ถามถึงวัตถุประสงค์ของงาน โดยมีความหมาย (Why) คือ ทำอะไรอยู่ ทำไมทำอยู่อย่างนั้น ทำไมสิ่งนั้นจึงจำเป็น

2) When ถามถึงลำดับขั้นตอนการทำงาน โดยมีความหมาย (Why) คือ ทำเมื่อไร ทำไมต้องทำตอนนั้น

3) Where ถามถึงสถานที่ทำงาน โดยมีความหมาย (Why) คือ ทำที่ไหน ทำไมต้องทำที่นั่น

4) Who ถามถึงคนหรือเครื่องจักร โดยมีความหมาย (Why) คือ ใครหรือเครื่องไหนทำงานนั้นอยู่ ทำไมต้องคนหรือเครื่องจักรนั้น

5) How ถามถึงวิธีการทำงาน โดยมีความหมาย (Why) คือ ใช้วิธีการอะไรทำงาน ทำไมต้องวิธีการนั้น

เมื่อทราบแนวทางการในการตรวจพิจารณาปัญหาอย่างรอบคอบจากคำถาม 5W1H แล้ว หลักเกณฑ์ ECRS ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงงาน ซึ่งหลักเกณฑ์ ECRS ประกอบด้วย

1) Eliminate (E) คือ กำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไป

2) Combine (C) คือ รวมขั้นตอนบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน

3) Rearrange (R) คือ สลับหรือจัดลำดับขั้นตอนในการทำงานใหม่

4) Simplify (S) คือ ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้ง่ายขึ้น

เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H และหลักเกณฑ์ ECRS ถูกนำมาใช้ตรวจสอบสัญลักษณ์ 5 สัญลักษณ์ ซึ่งได้บันทึกไว้ในแผนภูมิกระบวนการผลิต เพื่อพิจารณาขั้นตอนของงานที่

ทำอยู่เหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสม ก็ควรหาแนวทางในการปรับปรุง แต่ถ้าเหมาะสมอยู่แล้วก็จะค้นหาว่ามีวิธีการอื่นสำหรับขั้นตอนนั้นๆที่ดีกว่าหรือไม่ ถ้ามีจะทำอย่างไร กระบวนการพิจารณาตรวจสอบนี้ จะช่วยให้เห็นแนวทางการปรับปรุงการทำงาน ดังตารางที่ 2.2

ตาราง 2.2 เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H และหลักเกณฑ์ ECRS เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของขั้นตอนการทำงาน

5W1H	ประเภท	ความหมาย (Why)	ประเด็นพิจารณา	หลักเกณฑ์ ECRS
What	วัตถุประสงค์	-ทำอะไรอยู่ -ทำไมทำอยู่อย่างนั้น -ทำไมสิ่งนั้นจึงจำเป็น	-เลิกเสียได้หรือไม่ -สามารถที่จะบรรลุเป้าหมายด้วยวิธีอื่นหรือไม่	กำจัดส่วนที่ไม่จำเป็นทิ้ง (E)
When	ลำดับขั้นตอน	-ทำเมื่อไร -ทำไมต้องทำตอนนั้น	เวลาอื่นไม่ได้หรือ	การผสมองค์ประกอบของงาน (C) หรือโยกย้ายสับเปลี่ยน (R)
Where	สถานที่	-ทำที่ไหน -ทำไมต้องทำที่นั่น	ทำที่อื่นไม่ได้หรือ	
Who	คนหรือเครื่องจักร	-ใครหรือเครื่องจักร -ทำงานนั้นอยู่ -ทำไมต้องคนหรือเครื่องจักรนั้น	คนอื่นหรือเครื่องอื่นไม่ได้หรือ	
How	วิธีปฏิบัติงาน	ใช้วิธีการอะไรทำงาน ทำไมต้องเป็นวิธีนั้น	จะลดแรงงานหรือเวลางานลงได้หรือไม่	ดัดแปลงให้ง่ายขึ้น (S)

2.5 การทำการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ นำการออกแบบการทดลองและวิธีการทดสอบสมมติฐาน มาใช้ทดสอบวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วยหรือไม่

2.5.1 การออกแบบการทดลอง (Experimental Design) หมายถึง กระบวนการในการวางแผนการทดลอง เพื่อจะได้มาซึ่งข้อมูลที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้วิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติ ซึ่งจะทำให้สามารถหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ (ปารเมศ ชุติมา, 2545) ด้วยเหตุนี้ จึงใช้การออกแบบการทดลอง (Experimental Design) มาทดสอบประสิทธิภาพวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วเทียบกับก่อนปรับปรุง

การออกแบบการทดลอง (Experimental Design) มีหลักพื้นฐาน 3 ประการ เพื่อช่วยให้ผลการทดลองมีความถูกต้อง เที่ยงตรงและแม่นยำ ดังนี้

1) การทดลองซ้ำ (Replication) คือ การทดลองภายใต้เงื่อนไขเดียวกันมากกว่า 1 ครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มขึ้น และเมื่อทำซ้ำมากเท่าไร ผลการทดลองก็จะมีความแม่นยำเที่ยงตรงมากขึ้น

2) การสุ่ม (Randomization) คือ การจัดลำดับการทดลอง ลำดับการวัด ลำดับการเลือกวัสดุ การสุ่มจะช่วยกระจายความผิดพลาดในการทดลองที่สามารถหลีกเลี่ยงได้ไปสู่ทุกการทดลองด้วยโอกาสเท่าๆกัน

3) การควบคุม (Control) คือ เทคนิคที่เพิ่มความเที่ยงตรงในการทดลอง เพื่อป้องกันการรบกวนจากปัจจัยภายนอก เช่น การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการทำงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ควรให้ผู้ทำการทดลองเป็นผู้ปฏิบัติงานคนเดียวกันเพื่อไม่ให้เกิดความแตกต่างของทักษะการทำงาน ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของวิธีการทำงาน

2.5.2 การทดสอบสมมติฐาน (Test of Hypothesis) คือ วิธีการหนึ่งของสถิติเชิงอนุมานที่ใช้ศึกษาถึงข้อเท็จจริงของประชากรในทางสถิติ สมมติฐานที่จะทดสอบ เรียกว่าสมมติฐานเพื่อการทดสอบหรือสมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) แทนด้วย H_0 สมมติฐานที่แย้งกับสมมติฐานหลัก และนำมาทดสอบ H_0 ด้วย เรียกว่าสมมติฐานแย้งหรือสมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis) ซึ่งแทนด้วย H_1 (ชัชวาล เรืองประพันธ์, 2539)

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ θ เมื่อ θ_0 คือ ค่าของพารามิเตอร์ที่จะพิจารณาใน H_0 และ H_1 ซึ่งขัดแย้งกันเสมอ หาก H_0 เป็นจริงแล้ว H_1 จะไม่เป็นจริง ในทางกลับกัน หาก H_0 ไม่เป็นจริงแล้ว H_1 จะเป็นจริงเสมอ แต่การขัดแย้งกันนี้มี 3 แบบ คือ

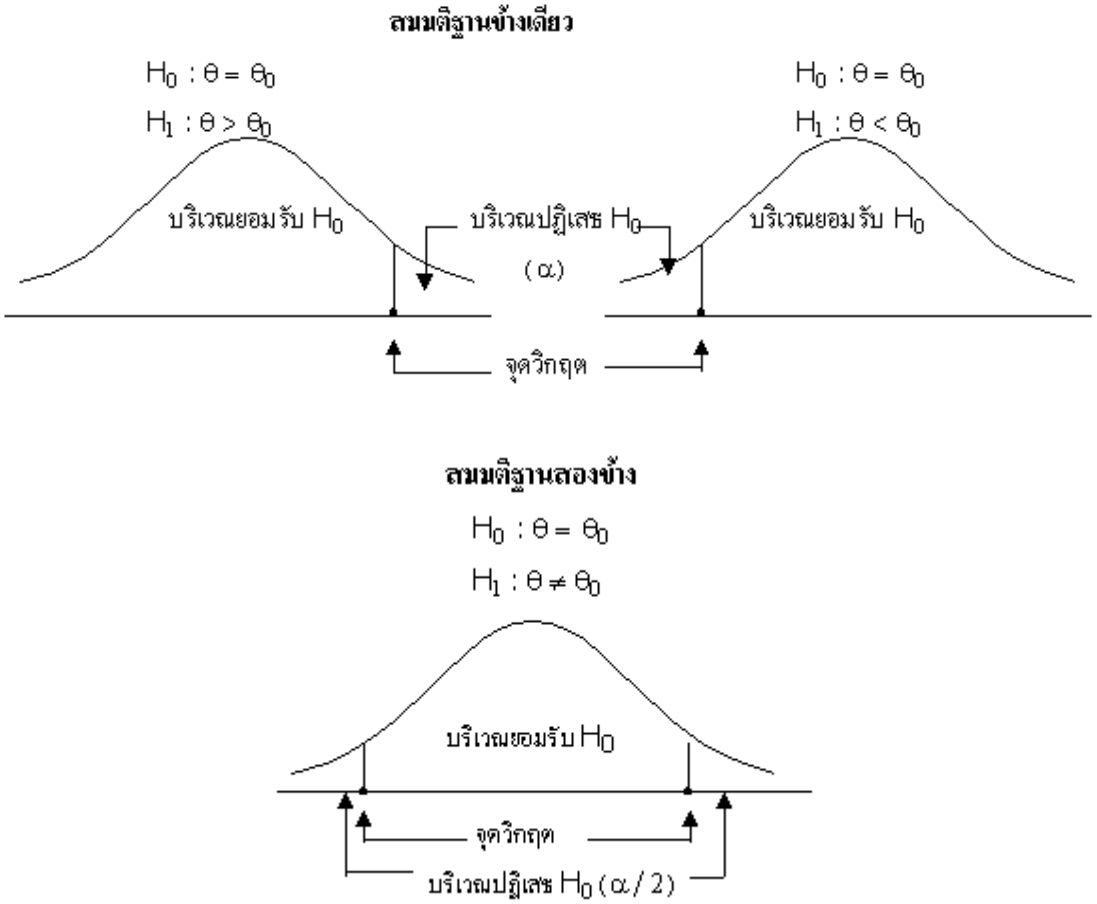
1) $H_0 : \theta = \theta_0$ $\quad H_1 : \theta < \theta_0$

2) $H_0 : \theta = \theta_0$ $\quad H_1 : \theta > \theta_0$

3) $H_0 : \theta = \theta_0$ $\quad H_1 : \theta \neq \theta_0$

การทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น จะใช้ตัวสถิติทดสอบ (Test Statistic) ซึ่งอาจเป็น Z-test, T-test หรือ F-test เป็นต้น การทดสอบต้องหาหลักฐานจากตัวอย่างที่สุ่มมาได้ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการยอมรับสมมติฐานใดสมมติฐานหนึ่ง ดังนั้น จึงมีการแบ่งการแจกแจงของสถิติทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ บริเวณยอมรับสมมติฐานและบริเวณปฏิเสธสมมติฐาน ซึ่งค่าที่แบ่งบริเวณทั้งสองเรียกว่า ค่าวิกฤต (Critical Value)

บริเวณยอมรับ (Acceptance Region) คือ บริเวณที่ทำให้เกิดการยอมรับ H_0 หรือปฏิเสธ H_1 ส่วนบริเวณปฏิเสธ (Rejection Region) หรือบริเวณวิกฤต คือ บริเวณที่ทำให้เกิดการปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_1 ดังภาพประกอบ 2.3



ภาพประกอบ 2.3 พื้นที่การทดสอบสมมติฐาน

(ที่มา www.rmu.ac.th)

การยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งความคลาดเคลื่อนในทางสถิตินั้นมี 2 ชนิด คือ

1) ความคลาดเคลื่อนในการตัดสินใจปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (Type I Error) แทนด้วย α

2) ความคลาดเคลื่อนในการตัดสินใจยอมรับ H_0 เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 (Type II Error) แทนด้วย β

การทดสอบสมมติฐานนิยมกำหนดค่า α = 0.05 ซึ่งผลของการตัดสินใจสรุปได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลของการตัดสินใจ

การตัดสินใจ	ข้อเท็จจริงของ H_0	
	H_0 เป็นจริง	H_0 ไม่เป็นจริง
ปฏิเสธ H_0	α	ตัดสินใจถูกต้อง
ยอมรับ H_0	ตัดสินใจถูกต้อง	β

การใช้ค่าวิกฤตเป็นเกณฑ์ตัดสิน เพื่อยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 มักมีปัญหา กรณีค่าวิกฤติกับค่าสถิติที่คำนวณได้ มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น จึงใช้ค่า P-Value เป็นเกณฑ์ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 ทั้งนี้เพื่อให้การสรุปผลมีสารสนเทศมากขึ้น ตลอดจนสอดคล้องกับผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ที่มีการใช้อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

ค่า P-Value คือ ค่าความน่าจะเป็นน้อยที่สุดที่จะปฏิเสธ H_0 ได้ เกณฑ์ตัดสิน เพื่อยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 โดยใช้ค่า P-Value คือ ถ้าค่า P-Value น้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ หมายถึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรือ ถ้าค่า P-Value มากกว่า α ที่กำหนดไว้ หมายถึงยอมรับสมมติฐาน H_0 ค่า P-Value ซึ่งนำมาใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินนั้น หาได้จากสถิติทดสอบ เช่น Z-test, T-test หรือ F-test

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ สถิติซึ่งนำมาใช้เป็นสถิติทดสอบ คือ T-test โดยทดสอบสมมติฐานผลต่างของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มประชากร

2.5.3 การทดสอบสมมติฐานผลต่างของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มประชากร โดยใช้ T-test สามารถแบ่งได้ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n_x และ n_y มาจาก 2 กลุ่มประชากรซึ่งอิสระต่อกัน ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติและมีค่าเฉลี่ย μ_x และ μ_y ความแปรปรวน σ_X^2 และ σ_Y^2 ซึ่งไม่ทราบค่า แต่ทราบว่า $\sigma_X^2 = \sigma_Y^2$ โดย n_x และ $n_y < 30$ ตัวสถิติที่ใช้สำหรับทดสอบ H_0 คือ

$$t=\frac{(\bar{x}-\bar{y})-(\mu_x-\mu_y)}{s_p\sqrt{\frac{1}{n_x}-\frac{1}{n_y}}} \tag{2.3}$$

โดยมีองศาอิสระ = n_x+n_y-2 เมื่อ

$$s_p^2=\frac{(n_x-1)s_x^2+(n_y-1)s_y^2}{n_x+n_y-2} \tag{2.4}$$

กรณีที่ 2 เมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n_x และ n_y มาจาก 2 กลุ่มประชากรซึ่งอิสระต่อกัน ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติและมีค่าเฉลี่ย μ_x และ μ_y ความแปรปรวน σ_X^2 และ σ_Y^2 ซึ่งไม่ทราบค่า แต่ทราบว่า $\sigma_X^2 \neq \sigma_Y^2$ โดย n_x และ $n_y < 30$ ตัวสถิติที่ใช้สำหรับทดสอบ H_0 คือ

$$t=\frac{(\bar{x}-\bar{y})-(\overline{\mu_x}-\overline{\mu_y})}{\sqrt{\frac{s_x^2}{n_x}+\frac{s_y^2}{n_y}}} \tag{2.5}$$

เป็นตัวสถิติแบบ t ที่มีองศาความอิสระ (ν) โดยที่

$$\nu = \frac{\left(\frac{s_x^2}{n_x}+\frac{s_y^2}{n_y}\right)^2}{\frac{\left(s_x^2/n_x\right)^2}{n_x-1}-\frac{\left(s_y^2/n_y\right)^2}{n_y-1}} \tag{2.6}$$

2.6 การประเมินและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

เมื่อได้วิธีการทำงานซึ่งสามารถลดเวลาในการทำงานได้แล้ว การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ถูกนำมาใช้เพื่อตัดสินใจในการลงทุน ซึ่งวิธีการประเมินทางเลือกต่างๆในทาง

เศรษฐศาสตร์มีหลายวิธี เช่น วิธีการหามูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Present Worth, PW) วิธีหาค่ามูลค่าเทียบเท่าอนาคต (Future Worth, FW) วิธีหามูลค่าเทียบเท่ารายปี (Annual Worth, AW) วิธีหาระยะเวลาคืนทุน (Payback of Period) เป็นต้น สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ได้นำวิธีหาระยะเวลาคืนทุนมาใช้ เพื่อการตัดสินใจในการลงทุน

วิธีหาระยะเวลาคืนทุน หมายถึง ระยะเวลาที่กระแสเงินสดรับสุทธิจากการลงทุนเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ โดยจะต้องแปลงมูลค่าเงินให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน การคำนวณเพื่อหาระยะเวลาคืนทุนมีดังนี้

$$0 = -I + A(P/A, i\%, n) - A(P/A, i\%, n) + F(P/F, i\%, n) \quad (2.7)$$

เมื่อ

-I คือ เงินที่ใช้ในการลงทุนเริ่มต้น

i คือ อัตราดอกเบี้ย

A(P/A, i%, n) คือ รายรับในแต่ละปีซึ่งแปลงให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน

-A(P/A, i%, n) คือ รายจ่ายในแต่ละปีซึ่งแปลงให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน

F(P/F, i%, n) คือ มูลค่าซากเมื่อสิ้นสุดการใช้งานซึ่งแปลงให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน

การคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนจะใช้ในโครงการที่มีความเสี่ยง โดยแนวคิดของวิธีการนี้ต้องการได้รับเงินลงทุนให้เร็วที่สุด นั่นคือ ค่าของงวดเวลาได้ทุนคืนต่ำสุดที่เท่าไร เป็นสิ่งที่ช่วยให้ตัดสินใจยอมรับโครงการมากขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

จากสภาพแวดล้อมทางธุรกิจในปัจจุบัน การแข่งขันทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ จากการศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 พบว่า โรงงานแห่งนี้บริหารโดยใช้ประสบการณ์เป็นหลัก ขาดการปรับปรุงงาน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการอยู่รอดของโรงงานในระยะยาวได้ ดังนั้นการปรับปรุงงานด้วยกระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ จึงมีความเหมาะสมกับโรงงานแห่งนี้

3.1 การค้นหาประเด็นของการปรับปรุง

การทราบถึงปัญหาของโรงงาน จะช่วยให้การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้น จึงต้องค้นหาประเด็นการปรับปรุงโดยใช้ข้อมูลของโรงงาน ดังนี้

3.1.1 อัตราผลิตภาพ

โลกธุรกิจในยุคปัจจุบันมีการแข่งขันกันอย่างสูง อัตราผลิตภาพ เป็นเครื่องมือชี้วัดอย่างหนึ่ง ซึ่งจะทำให้โรงงานทราบถึงสภาวะการดำเนินงานในปัจจุบัน ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำการวัดอัตราผลิตภาพรวม (Total Productivity Measurement: TPM) ตามแนวคิดของ David J Sumanth (2541) มาใช้ เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของโรงงานในภาพรวม โดยสมการที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ TPM =

$$\frac{\text{ผลผลิต (Output)}}{\text{แรงงาน (Labor)} + \text{วัตถุดิบ (Material)} + \text{พลังงาน (Energy)} + \text{เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous)}} \qquad (3.1)$$

จากสมการ (3.1) การเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้

1) ผลผลิต คือ รายได้ของโรงงานที่ได้มาจากขายขวดที่ล้างแล้วกับเศษแก้ว

2) ปัจจัยด้านแรงงาน (Labor) คือ ค่าแรงที่โรงงานจ่ายให้กับผู้ปฏิบัติงานในแต่ละเดือน

3) ปัจจัยด้านวัตถุดิบ (Material) คือ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการซื้อวัตถุดิบ (ขวด) ในแต่ละเดือน

4) ปัจจัยด้านพลังงาน (Energy) คือ ค่าไฟฟ้าที่โรงงานต้องเสียไปในแต่ละเดือน

5) ปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous) คือ ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดที่ใช้ในการผลิต ประกอบด้วย ผงซักฟอก กระสอบที่ใช้ในการบรรจุขวด เชือกฟาง แปรงล้างขวด เป็นต้น

การวัดอัตราผลิตภาพรวมทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพโดยรวมของโรงงาน มิได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในแต่ละปัจจัยการผลิต ดังนั้น เพื่อให้โรงงานสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพได้ในแต่ละปัจจัยการผลิต จึงนำการวัดอัตราการผลิตแบบเฉพาะส่วนมาใช้ โดยให้อยู่ในรูปของมูลค่า ดังนี้

$$\text{อัตราผลิตภาพของวัตถุดิบ} = \frac{\text{มูลค่าการผลิต}}{\text{มูลค่าวัตถุดิบที่ใช้}} \tag{3.2}$$

$$\text{อัตราผลิตภาพของโสหุ้ย} = \frac{\text{มูลค่าการผลิต}}{\text{มูลค่าโสหุ้ยที่ใ}} \tag{3.3}$$

$$\text{อัตราผลิตภาพของพลังงาน} = \frac{\text{มูลค่าการผลิต}}{\text{มูลค่าพลังงานที่ใช้}} \tag{3.4}$$

$$\text{อัตราผลิตภาพแรงงาน} = \frac{\text{มูลค่าการผลิต}}{\text{ค่าแรงที่ใช้}} \tag{3.5}$$

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ของโรงงานแห่งนี้มีขวดหลากหลายชนิด เวลาที่ใช้ในการทำงานไม่เท่ากัน ดังนั้น เพื่อให้การวิเคราะห์อัตราผลิตภาพแรงงานมีความแม่นยำยิ่งขึ้น จึงวัดอัตราผลิตภาพในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยใช้สมการ (3.6) เพื่อประกอบการวิเคราะห์

$$\text{อัตราผลิตภาพของผลิตภัณฑ์} = \frac{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์(ขวด)}}{\text{จำนวนแรงงาน(คน - วัน)}} \tag{3.6}$$

หลังจากวัดอัตราผลิตภาพในแต่ละเดือนดังที่กล่าวมาแล้ว เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลิตภาพ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของโรงงาน สมการ (2.2) จึงถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ดัชนีการเพิ่มผลผลิต โดยการวิจัยครั้งนี้เลือกเดือนที่ 1 เป็นเดือนฐาน ด้วยเหตุผลต่อไปนี้

1) เป็นเดือนแรกที่สามารถรวบรวมข้อมูลของโรงงานเพื่อวัดอัตราผลิตภาพของโรงงาน

2) เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเป็นคนในพื้นที่ มีอาชีพรับจ้างกรีดยางพาราเป็นหลัก ซึ่งช่วงก่อนเดือนที่ 1 ของการเก็บข้อมูล ราคายางพารามีราคาสูง ส่งผลให้ครอบครัวมีรายได้สูงตามไปด้วย ทำให้ผู้ปฏิบัติงานที่มาทำงานมีเพียงแม่บ้านเท่านั้น ตั้งแต่เดือนที่ 1 เป็นต้นมาเศรษฐกิจโลกอยู่ในภาวะถดถอย ส่งผลให้ราคายางพาราตกต่ำ รายได้ภายในครอบครัวลดลง ทำให้พ่อบ้านและคนในครอบครัวคนอื่นๆมาปฏิบัติงานในโรงงานแห่งนี้ เพื่อหารายได้เสริมมาจุนเจือครอบครัว ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติมีการหมุนเวียนกันมากขึ้น เช่น โดยปกติแม่บ้านจะมาทำงานในโรงงานหลังจากเศรษฐกิจถดถอย ราคายางพาราตกต่ำ พ่อบ้านหรือคนในครอบครัวจะมาทำงานหมุนเวียนสลับกัน

3.1.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงาน

จากข้อมูลการวัดอัตราผลิตภาพ พบว่า ข้อมูลที่ใช้เพื่อคำนวณอัตราผลิตภาพ เป็นต้นทุนการดำเนินงานเกือบทั้งสิ้น ดังนั้น เพื่อให้ทราบถึงต้นทุนต่อหน่วยเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการลดต้นทุนและเพิ่มอัตราผลิตภาพ จึงใช้วิธีการวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงานด้วยเหตุผลดังกล่าว

การวิเคราะห์ต้นทุนดำเนินการของสถานประกอบการ แบ่งได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) เก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนซึ่งใช้ดำเนินการผลิต สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

ก ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ต้นทุนค่าแรงรายวัน

ข ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงต่อขวด ค่าซื้อขวด ค่าผงซักฟอก ค่ากระสอบสำหรับใช้บรรจุขวด ค่าไฟฟ้า ค่าแปรงล้างขวด

2) วิเคราะห์ต้นทุนผันแปรลงสู่ผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรลงสู่ผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ (1) ต้นทุนผันแปรซึ่งสามารถแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้ ได้แก่ ค่าแรงต่อขวด ต้นทุนวัตถุดิบ(ขวด) และต้นทุนกระสอบสำหรับบรรจุขวด (2) ต้นทุนผันแปร

ซึ่งไม่สามารถแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้ ได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าผงซักฟอก ค่าแปรงล้างขวด การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรทั้ง 2 ประเภท มีวิธีการคำนวณดังนี้

2.1) การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรซึ่งสามารถแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้ มีวิธีการคำนวณดังนี้

ก ค่าแรงต่อขวด คือ ค่าแรงที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ โดยคำนวณจากจำนวนขวดที่ล้างได้ ค่าแรงต่อขวดจะถูกกำหนดโดยเจ้าของโรงงาน

ข ต้นทุนวัตถุดิบ(ขวด) ในช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล ราคาขวดเฉลี่ยอยู่ที่กิโลกรัมละ 0.70 บาท ในหนึ่งกระสอบที่รับซื้อมาจะมีขวดปะปนอยู่หลากหลายชนิด ดังนั้น การจำแนกต้นทุนลงสู่ผลิตภัณฑ์ จะเริ่มจากชั่งน้ำหนักขวดแต่ละชนิด จากนั้นนำมาเทียบหาต้นทุนของขวดชนิดนั้น 1 กิโลกรัมที่ราคา 0.70 บาท เช่น ขวดเบียร์สิงห์ 1ขวด มีน้ำหนัก 391.28 กรัม ถ้าต้องการซื้อขวดเบียร์สิงห์น้ำหนัก 1 กิโลกรัม(1,000 กรัม) จากพ่อค้า จะต้องซื้อในราคา 0.70 บาท ดังนั้น ถ้าต้องการซื้อขวดเบียร์สิงห์ 1 ขวด ซึ่งมีน้ำหนัก 391.28 กรัม จะต้องซื้อในราคา $\frac{0.70 \text{ x } 391.29}{1,000}$ = 0.27 บาท ดังนั้น ขวดเบียร์สิงห์ 1 ขวด มีต้นทุน 0.27 บาท/ขวด

ค ค่ากระสอบสำหรับบรรจุขวด คำนวณจากค่าเฉลี่ยของราคากระสอบต่อจำนวนขวดแต่ละชนิดที่บรรจุลงในกระสอบ เช่น กระสอบสำหรับบรรจุขวดเบียร์สิงห์ ราคาใบละ 4.50 บาท สามารถบรรจุได้ 100 ขวด ดังนั้นขวดเบียร์สิงห์ 1 ขวด มีต้นทุนของกระสอบสำหรับบรรจุ $\frac{4.50}{100}$ =0.045 บาท

2.2) ต้นทุนผันแปรซึ่งไม่สามารถแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้ เริ่มจากรวบรวมค่าไฟฟ้า ค่าผงซักฟอก ค่าแปรงล้างขวด และจำนวนขวดที่ล้างได้ในช่วงระยะเวลา 4 เดือน วิธีการคำนวณเพื่อแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์มีดังนี้

ก ค่าไฟฟ้า ซึ่งได้จากใบเสร็จรับเงินที่โรงงานได้จ่ายไป นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยต่อจำนวนขวดในช่วงระยะเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล

ข ค่าผงซักฟอก คำนวณจากค่าเฉลี่ยของค่าผงซักฟอกต่อจำนวนขวดในช่วงระยะเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล

ค ค่าแปรงล้างขวด คำนวณจากค่าเฉลี่ยของค่าแปรงล้างขวดต่อจำนวนขวดในช่วงระยะเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล

3) รวมต้นทุนผันแปรทั้งสองประเภท

4) พิจารณาต้นทุนผันแปรซึ่งสามารถลดได้ด้วยการปรับปรุงวิธีการทำงาน และคำนวณหา Gross Margin ก่อนปรับปรุงการทำงาน

3.1.3 การเลือกงาน

เพื่อให้การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเกิดประโยชน์สูงสุด สถานีงานที่มีความจำเป็นเร่งด่วน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ หมายถึง สถานีงานที่มีอัตราการผลิตต่ำ ก่อให้เกิดคอขวด (Bottle Neck) ในกระบวนการทำงาน ควรได้รับการปรับปรุงก่อน เพื่อให้กระบวนการทำงานมีความราบเรียบมากขึ้น การวิจัยครั้งนี้นำอัตราการผลิต (ขวด/ชั่วโมง-คน) ในแต่ละสถานีงานทำงานมาพิจารณาลำดับความสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน

ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาประเด็นการปรับปรุง คือ (1) ปัจจัยการผลิตซึ่งโรงงานกำลังประสบปัญหา (2) ต้นทุนการดำเนินการที่สามารถลดลงได้จากการปรับปรุงงาน (3) สถานีงานที่จะได้รับการปรับปรุง

3.2 วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน

ข้อเท็จจริงของปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทราบ เพื่อการแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพ แผนภูมิกระบวนการผลิตถูกนำมาใช้เพื่อบันทึกข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต สำหรับการวิจัยครั้งนี้ นำแผนภูมิกระบวนการผลิตมาบันทึกขั้นตอนการทำงานที่ต้องการปรับปรุง

แผนภูมิกระบวนการผลิต เป็นเครื่องมือบันทึกการทำงาน ตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนเสร็จสิ้นกระบวนการ เช่น ลำเลียงวัตถุดิบ แยกประเภทขวด ล้างขวด ตรวจสอบความสะอาดของขวด เป็นต้น แผนภูมิกระบวนการผลิตถูกบันทึกด้วยสัญลักษณ์ 5 สัญลักษณ์ ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

ผลของการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการผลิต จะช่วยให้เห็นขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ชัดเจน และจะช่วยให้การปรับปรุงวิธีการทำงานทำได้ง่ายขึ้นด้วย

3.3. การกำหนดแนวทางการปรับปรุงและปรับปรุงการทำงาน

เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H และหลักเกณฑ์ ECRS ซึ่งกล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ถูกนำมาใช้ตรวจสอบสัญลักษณ์ 5 สัญลักษณ์ ซึ่งได้บันทึกไว้ในแผนภูมิกระบวนการผลิต เพื่อพิจารณาขั้นตอนของงานที่ทำอยู่เหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสม ก็ควรหาแนวทางในการปรับปรุง แต่ถ้าเหมาะสมอยู่แล้วก็จะค้นหาว่ามีวิธีการอื่นสำหรับขั้นตอนนั้นๆที่ดีกว่าหรือไม่ ถ้ามีจะทำ

อย่างไร กระบวนการพิจารณาตรวจสอบนี้จะช่วยให้เห็นแนวทางการปรับปรุงการทำงาน จากนั้นนำแนวทางการปรับปรุงที่ผ่านกระบวนการพิจารณาตรวจสอบแล้ว นำมาใช้ปรับปรุงงาน

3.4. การทดลอง

เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่าวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว สามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ วิธีการทางสถิติได้ถูกนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยตั้งสมมติฐาน คือ

H_0 :อัตราการผลิตที่ได้จากการปรับปรุงวิธีการทำงานเท่ากับอัตราการผลิตที่ได้จากวิธีการทำงานแบบเดิม

H_1 :อัตราการผลิตที่ได้จากการปรับปรุงวิธีการทำงานมากกว่าอัตราการผลิตที่ได้จากวิธีการทำงานแบบเดิม

ตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองที่กำหนดไว้ คือ วิธีการทำงานก่อนและหลังปรับปรุง ตัวแปรตาม คือ อัตราการผลิต (ขวด/ชั่วโมง-คน)

ปัจจัยที่ควบคุมเพื่อให้การทดลองอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยการทดลองได้ควบคุมปัจจัย ดังต่อไปนี้

-ผู้ปฏิบัติงานเป็นคนคนเดียวกัน

-ทำการทดลองในเวลาใกล้เคียงกัน คือ ช่วงเวลาทำงาน 8.00 – 17.00 น.

นำวิธีการทำงานที่ปรับปรุงใหม่มาทำการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน เครื่องมือทางสถิติที่นำมาใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ T-test แบบ 2 กลุ่มตัวอย่าง สำหรับการวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อทดสอบสมมติฐานจะใช้โปรแกรม Minitab®

3.5 การประเมินวิธีการทำงานด้วยวิธีทางเศรษฐศาสตร์

นำวิธีการทำงานที่สามารถทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นมาวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุน ซึ่งข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย เงินลงทุนเริ่มต้น รายได้จากการประมาณการของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในแต่ละปี รายจ่ายจากการประมาณการของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในแต่ละปี มูลค่าซากเมื่อสิ้นสุดในการใช้งาน นำมาคำนวณโดยใช้สมการ (2.7)

3.6 การเสนอวิธีการทำงานใหม่

นำวิธีการทำงาน เครื่องมือ และแผนผังสถานีงาน ที่สามารถลดเวลาในการทำงาน มาใช้ในการปฏิบัติงานเป็นเวลา 4 เดือน วัดผลการปฏิบัติงานด้วยการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลิตภาพ

3.7 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยทั้งหมด เปรียบเทียบวิธีการทำงาน ก่อนและหลังปรับปรุง ในประเด็นต่อไปนี้ (1) แรงงาน (2) อุปกรณ์การทำงาน (3) วิธีการทำงาน (4) วัตถุดิบ

วิธีการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ นำกระบวนการแก้ปัญหาและเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ มาใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยและผลที่คาดว่าจะได้รับ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เทคนิคทางวิศวกรรม-อุตสาหการที่ใช้	ผลลัพธ์
1.ค้นหาประเด็นของการปรับปรุง	-อัตราผลิตภาพ -ดัชนีการเพิ่มผลผลิต -การวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงาน -การเลือกงาน	-ทราบถึงปัจจัยการผลิตที่โรงงานกำลังประสบปัญหา -ต้นทุนการดำเนินงานซึ่งลดได้โดยการปรับปรุงงาน -สถานีงานที่ต้องทำการปรับปรุง
2.วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน	-แผนภูมิกระบวนการผลิต	-แผนภูมิกระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงงาน
3.การกำหนดแนวทางการปรับปรุงและปรับปรุงการทำงาน	-เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H -หลักเกณฑ์ ECRS -การวิเคราะห์ท่าทางการทำงาน	-แนวทางการปรับปรุงงาน -แผนภูมิกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงงาน -วิธีการทำงาน,เครื่องมือ,สถานีการทำงาน ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตได้
4.ทำการทดลอง	-การออกแบบการทดลอง -เครื่องมือทดสอบทางสถิติ t-test	-ผลการทดสอบสมมติฐานตามที่กำหนดไว้
5.การประเมินวิธีการทำงาน	-วิธีการทางเศรษฐศาสตร์	-ระยะเวลาการคืนทุน
6.เสนอวิธีการทำงานใหม่	-อัตราผลิตภาพ	-อัตราผลิตภาพหลังการปรับปรุงงาน
7.สรุปผลการดำเนินการวิจัย	-ดัชนีการเพิ่มผลผลิต	-ผลการเปรียบเทียบ อัตราผลิตภาพก่อนและหลังปรับปรุง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

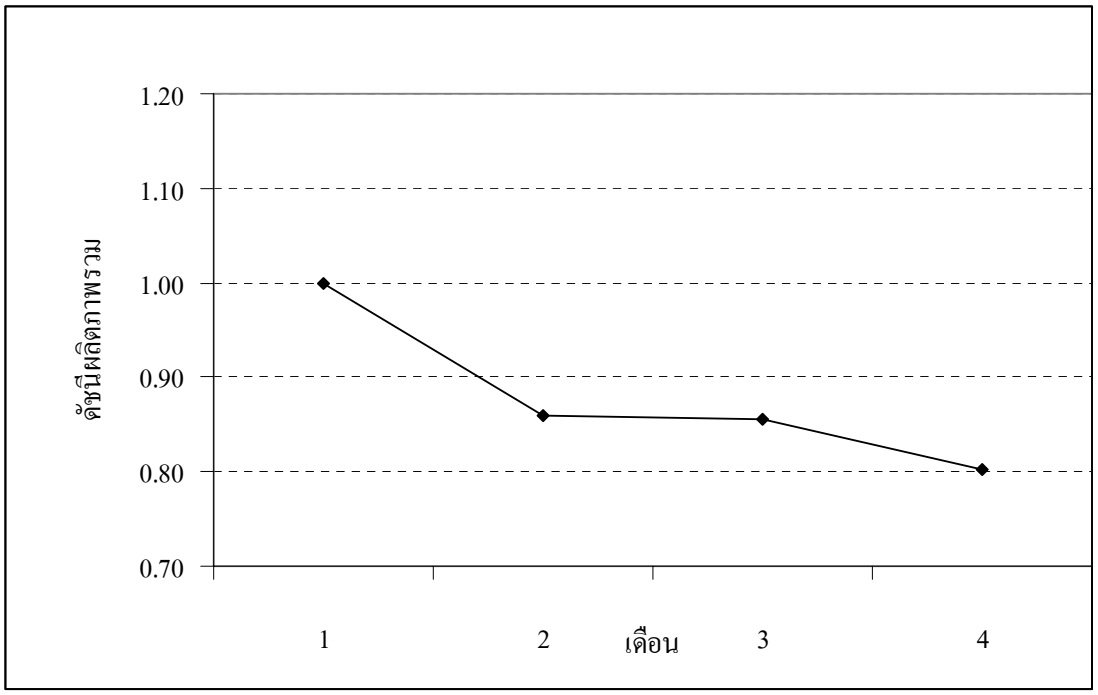
การศึกษาวิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนการวิจัยที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ลำดับการดำเนินการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอน แสดงดังลำดับต่อไปนี้

4.1 การค้นหาประเด็นการปรับปรุง

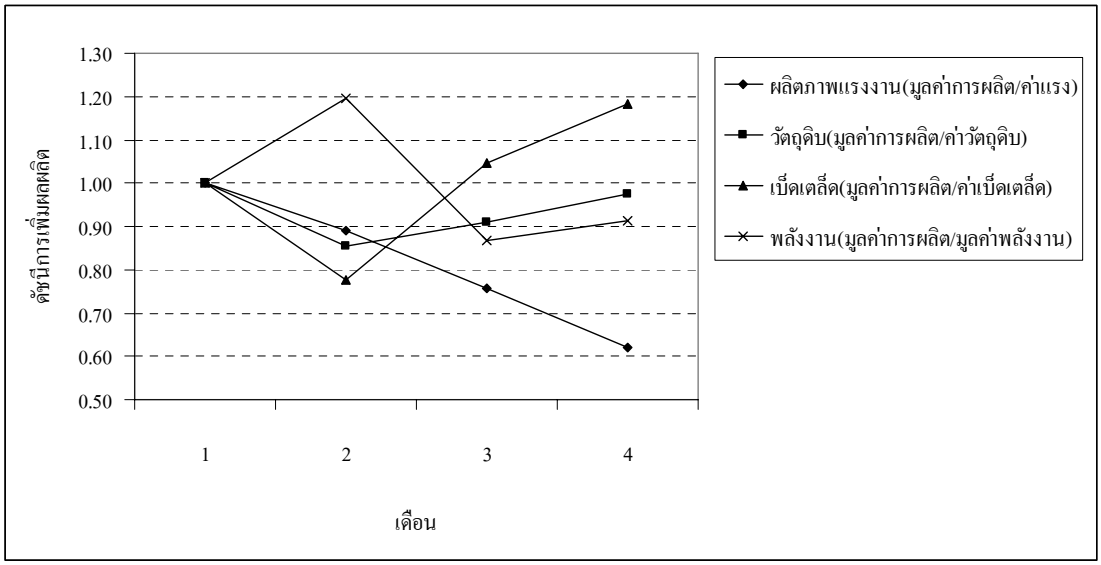
การค้นหาประเด็นการปรับปรุง จะใช้ข้อมูลในอดีตของโรงงาน เป็นระยะเวลา 4 เดือน ข้อมูลที่ใช้ได้แก่ อัตราผลิตภาพ ต้นทุนการดำเนินงาน อัตราการผลิต (ขวด/ชั่วโมง-คน) ในแต่ละสถานีงาน ผลการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

4.1.1 อัตราผลิตภาพ

ข้อมูลอัตราผลิตภาพ ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานก่อนปรับปรุง การวิจัยครั้งนี้นำการวัดอัตราผลิตภาพรวมมาใช้ เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของโรงงานในภาพรวมโดยใช้สมการ (3.1) ซึ่งดัชนีอัตราผลิตภาพรวมแสดงในภาพประกอบที่ 4.1 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ผลการวิเคราะห์ พบว่า ดัชนีผลิตภาพมีแนวโน้มลดต่ำลงตั้งแต่เดือนฐานเป็นต้นมา จากสมการที่ (3.1) แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพโดยรวมของปัจจัยการผลิตภายในโรงงานลดลงเมื่อเทียบกับเดือนฐาน ดังนั้น เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของดัชนีผลิตภาพโดยรวมที่ลดต่ำลง จึงใช้การวัดผลิตภาพแบบแยกส่วนในแต่ละปัจจัยการผลิตโดยใช้สมการ (3.2) (3.3) (3.4) (3.5) ซึ่งดัชนีผลิตภาพในแต่ละปัจจัยการผลิตแสดงในภาพประกอบ 4.2 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ผลการวิเคราะห์และสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง พบว่า อัตราผลิตภาพของแต่ละปัจจัยการผลิต มีดังนี้



ภาพประกอบ 4.1 ดัชนีผลิตภาพรวม (ก่อนปรับปรุง)



ภาพประกอบ 4.2 ดัชนีการเพิ่มผลผลิตในแต่ละปัจจัยการผลิต

1) อัตราผลิตภาพของวัตถุดิบ เป็นอัตราส่วนระหว่างรายได้ที่มาจากการขายผลิตภัณฑ์ต่อต้นทุนของวัตถุดิบที่รับซื้อมา จากภาพที่ 4.2 พบว่า ในเดือนที่ 2 ดัชนีการเพิ่มผลผลิต

ลดลงเมื่อเทียบกับเดือนที่ 1 จากนั้นมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 3 และ 4 เมื่อสืบสวนถึงสาเหตุการลดลงของดัชนีการเพิ่มผลผลิต ในเดือนที่ 2 พบว่า ต้นทุนของวัตถุดิบ (ขวด) มีการปรับตัวเพิ่มขึ้น แต่ขณะเดียวกันราคาขายของผลิตภัณฑ์มิได้ปรับตัวขึ้นตาม เพราะ ได้ทำการตกลงราคาขายล่วงหน้าไว้กับลูกค้าก่อนแล้ว ต่อมาในเดือนที่ 3 และ 4 โรงงานได้ทำการตกลงราคาขายกับลูกค้าในการซื้อขายครั้งต่อไปใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับต้นทุนวัตถุดิบ (ขวด) ที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ดัชนีการเพิ่มผลผลิตในเดือนที่ 3 และ 4 ปรับตัวสูงขึ้น

2) อัตราผลิตภาพของค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด เป็นอัตราส่วนระหว่างรายได้ซึ่งมาจากการขายผลิตภัณฑ์ต่อค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดที่ได้ใช้ไป ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด ประกอบด้วย ผงซักฟอก กระสอบสำหรับบรรจุขวด แปรงล้างขวด ค่าเชือกฟาง จากภาพประกอบ 4.2 จะเห็นได้ว่ามีการปรับตัวสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าโรงงานมีการควบคุมค่าใช้จ่ายเหล่านี้ได้เป็นอย่างดี

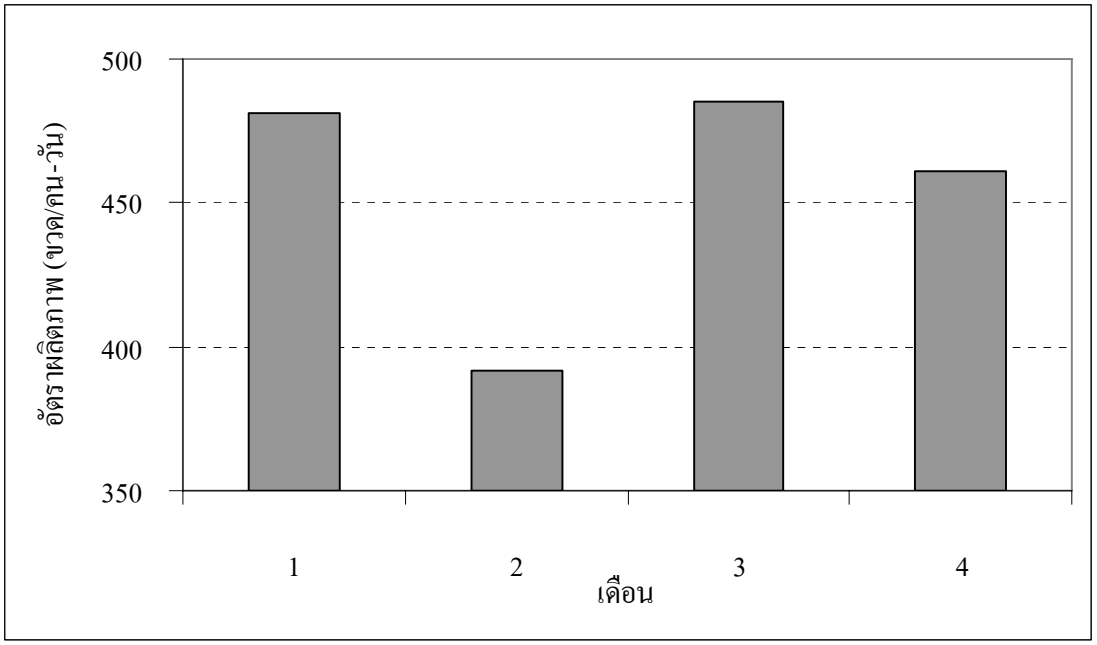
3) อัตราผลิตภาพของพลังงาน เป็นอัตราส่วนระหว่างรายได้ซึ่งมาจากการขายผลิตภัณฑ์ต่อค่าไฟฟ้าที่ใช้ไป จากการสังเกต พบว่า อุปกรณ์ช่วยทำงานในโรงงานแห่งนี้ ซึ่งต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามีเพียงเครื่องล้างขวดเท่านั้น ดังนั้น ความชำนาญในการใช้เครื่องล้างขวดจะส่งผลต่ออัตราผลิตภาพพลังงาน จากภาพประกอบที่ 4.2 พบว่า ในเดือนที่ 2 ดัชนีการเพิ่มผลผลิตของพลังงานสูงกว่าเดือนฐาน แต่ในเดือนที่ 3 และ 4 ต่ำกว่าเดือนฐาน

4) อัตราผลิตภาพของแรงงาน เป็นอัตราส่วนระหว่างรายได้ที่มาจากการขายผลิตภัณฑ์ต่อค่าแรงทั้งหมด จากภาพประกอบที่ 4.2 พบว่า ตั้งแต่เดือนที่ 2 มีการปรับตัวลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง พบว่า ผู้ปฏิบัติงานในสถานีงานล้างขวด เป็นคนในท้องถิ่นจะมาปฏิบัติงานเมื่อมีเวลาว่างจากการประกอบอาชีพหลัก คือ อาชีพเกษตรกรรม ส่งผลให้จำนวนผู้ปฏิบัติงานมีจำนวนไม่แน่นอน

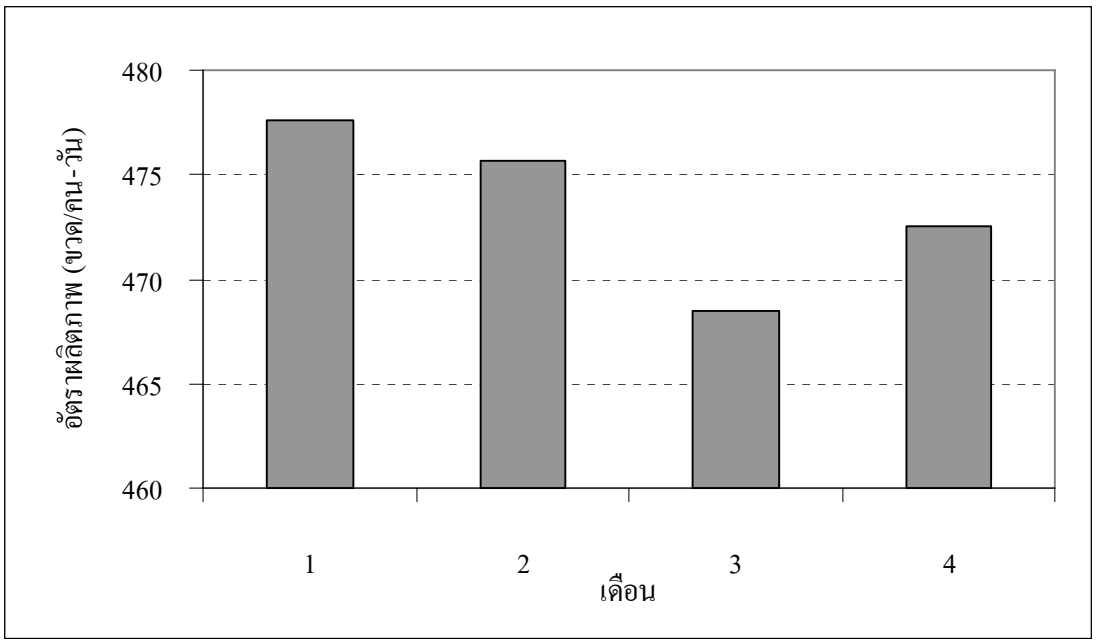
เมื่อวิเคราะห์อัตราผลิตภาพแรงงานในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยใช้สมการ (3.6) ดังภาพประกอบที่ 4.3-4.9 พบว่า อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดไวตามิลค์ ขวดฉลาม และขวดโซดามีแนวโน้มลดต่ำลง เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุ พบว่า ในช่วงเดือนที่ 1-4 มีผู้ปฏิบัติงานเข้ามาทำงานใหม่ ซึ่งการทำงานในขั้นตอนการล้างขวดต้องอาศัยความชำนาญ โดยเฉพาะการล้างทำความสะอาดภายในขวด ดังนั้น เพื่อเป็นการฝึกให้เกิดความชำนาญ เจ้าของโรงงานจึงให้ล้างขวดขนาดเล็กก่อน เมื่อสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่า หลังจากทำงานแล้วจะมีอาการปวดเมื่อยบริเวณแขนทั้งสองข้างและบางวันจะมีอาการแสบร้อนที่มือ ส่งผลให้ต้องหยุดงานในวันถัดไป แต่เพื่อไม่ให้ขาดรายได้จากการทำงาน คนในครอบครัวจึงมาทำงานแทน สาเหตุดังกล่าวทำให้อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดทั้ง 3 ประเภทมีแนวโน้มต่ำลง

ผลการวิเคราะห์อัตราผลิตภาพของขวดเบียร์สิงห์ ขวดเบียร์ช้าง ขวดขาวและขวดแบน พบว่า อัตราผลิตภาพแรงงานของผลิตภัณฑ์ทั้งสี่ชนิดใกล้เคียงกับเดือนฐาน เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุ พบว่า ขวดทั้ง 4 ประเภทมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับ 3 ประเภทแรกที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งในช่วงเดือนที่ 1-4 ขวดทั้ง 4 ประเภทล้างโดยผู้ปฏิบัติงานซึ่งมีความชำนาญในการล้างขวด เมื่อสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน พบว่า หลังจากทำงานแล้วมีอาการปวดเมื่อยบริเวณแขนทั้งสองข้าง บางวันมีอาการแสบร้อนที่มือ ส่งผลให้ต้องหยุดงานในวันถัดไป สาเหตุดังกล่าวทำให้อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดทั้ง 4 ประเภทใกล้เคียงกับเดือนฐาน

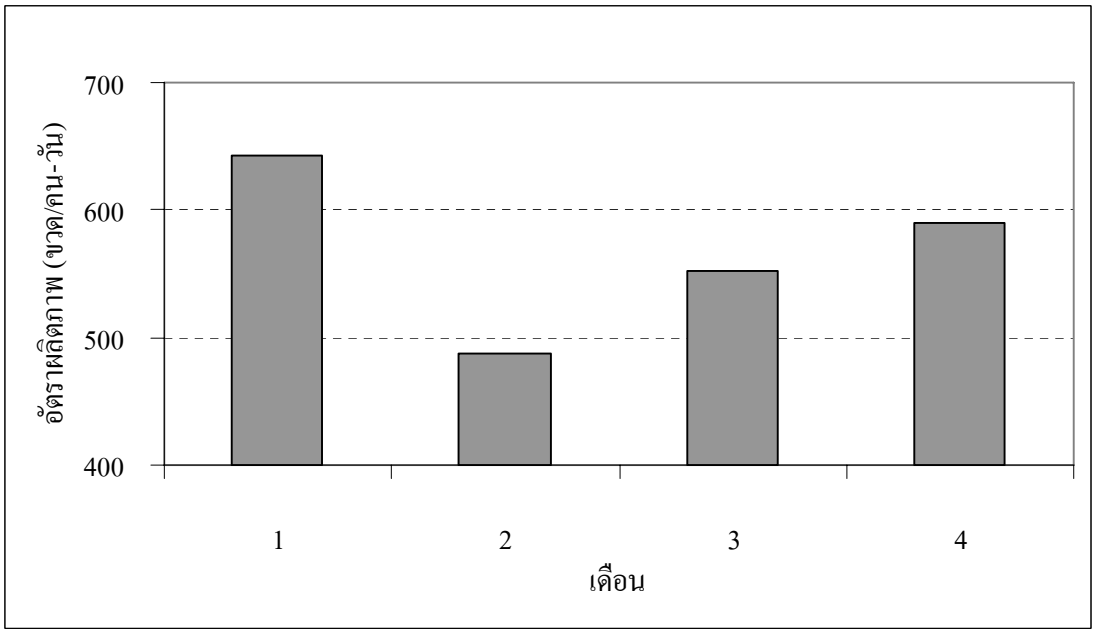
ผลการวิเคราะห์อัตราผลิตภาพแรงงาน พบว่า สาเหตุที่ทำให้อัตราผลิตภาพแรงงานลดต่ำลงมี 2 สาเหตุ คือ (1) ผู้ปฏิบัติงานต้องหยุดงาน เพราะ มีอาการปวดเมื่อยบริเวณแขนและแสบร้อนที่มือ (2) ผู้ปฏิบัติงานซึ่งมาทำงานใหม่ ไม่มีความชำนาญในการใช้เครื่องล้างขวด



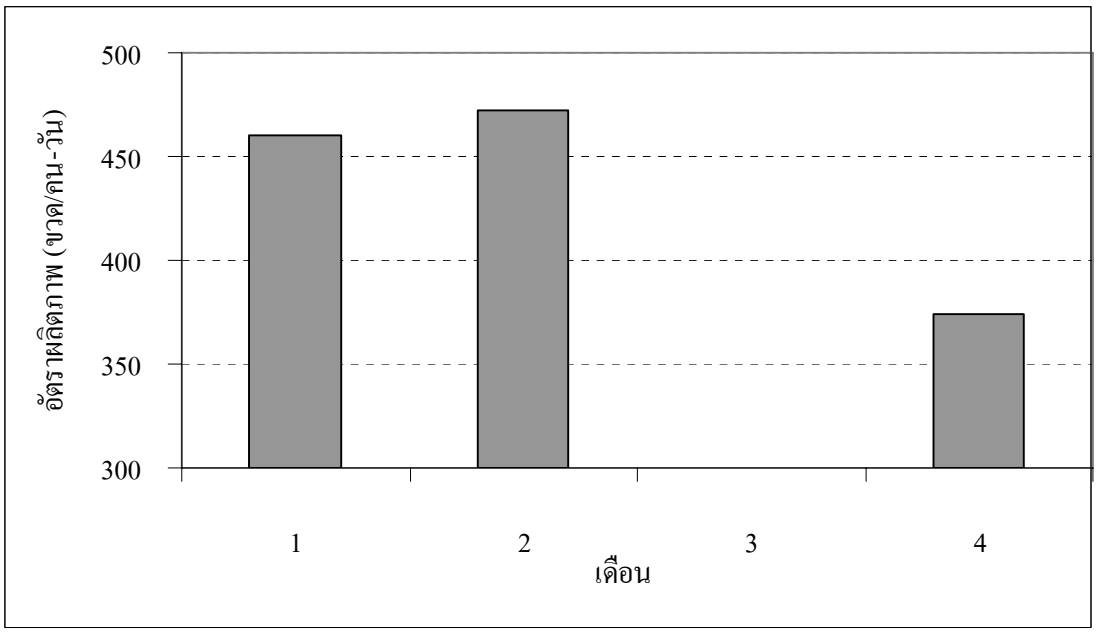
ภาพประกอบที่ 4.3 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดเบียร์ช้าง (ก่อนปรับปรุง)



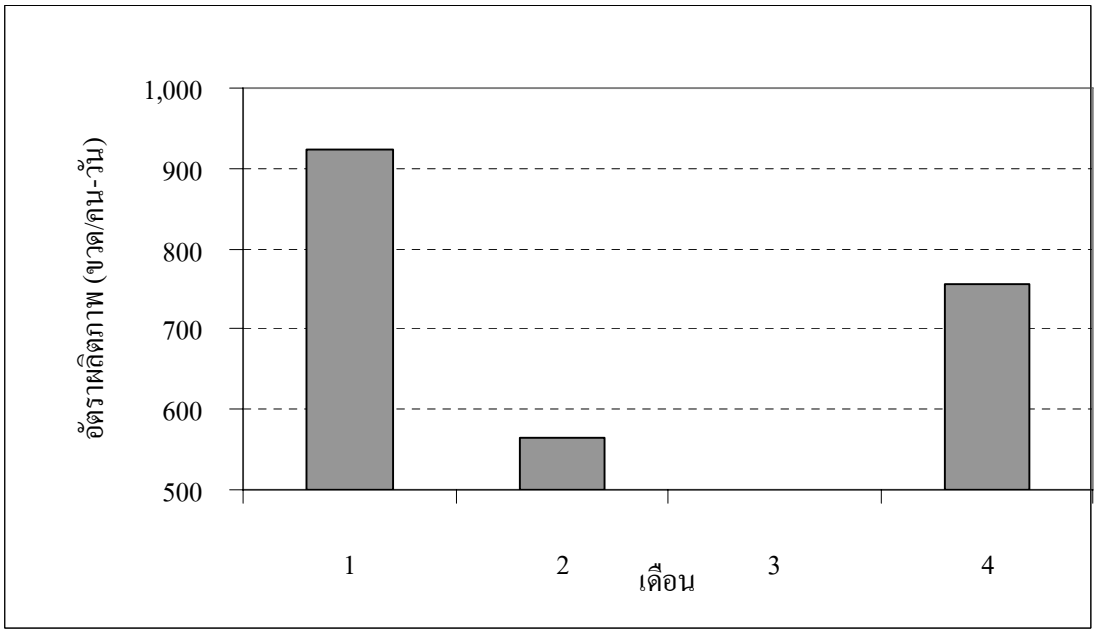
ภาพประกอบที่ 4.4 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดเบียร์สิงห์ (ก่อนปรับปรุง)



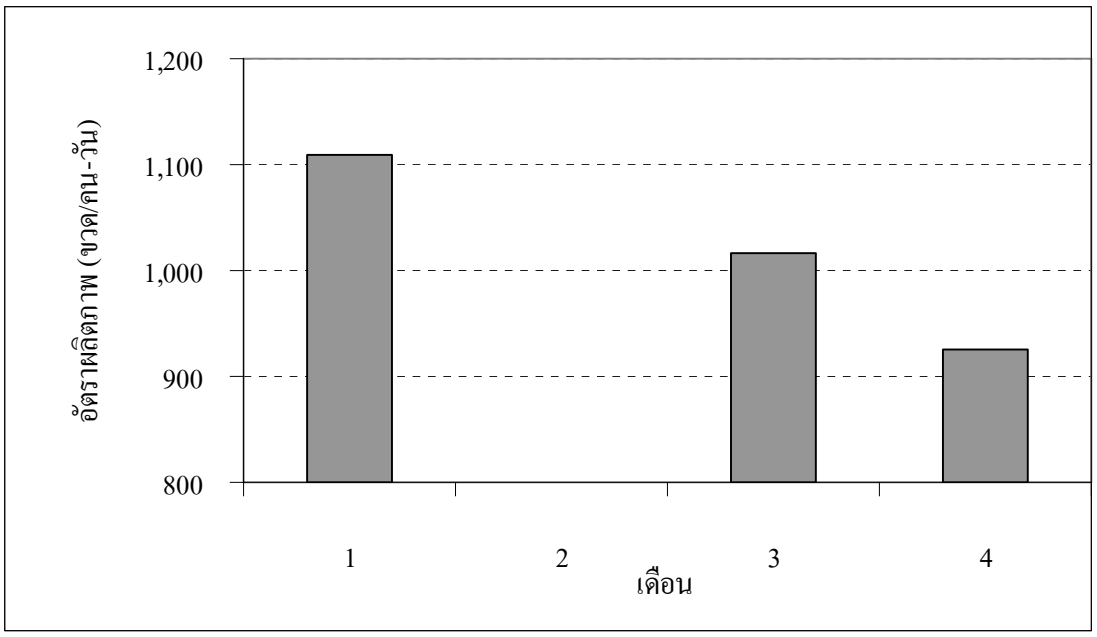
ภาพประกอบที่ 4.5 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดแบน (ก่อนปรับปรุง)



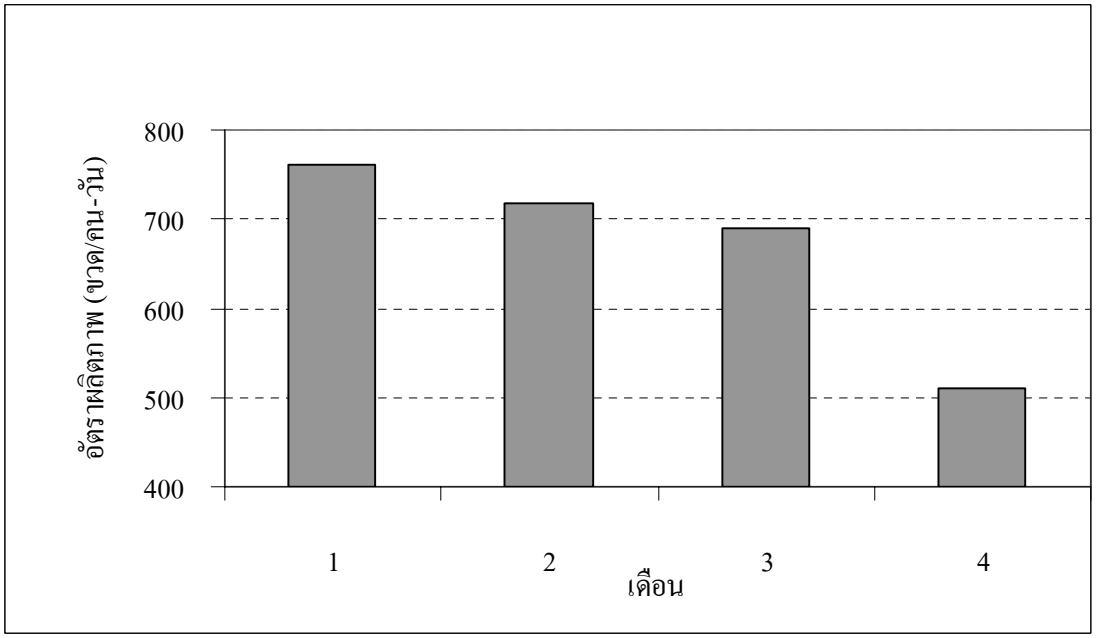
ภาพประกอบที่ 4.6 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดขาว (ก่อนปรับปรุง)
*หมายเหตุ เดือนที่ 3 ไม่มีการล้างขวดขาว



ภาพประกอบที่ 4.7 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดไวตามิลค์ (ก่อนปรับปรุง)
*หมายเหตุ เดือนที่ 3 ไม่มีการล้างขวดไวตามิลค์



ภาพประกอบที่ 4.8 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดฉลาม (ก่อนปรับปรุง)
*หมายเหตุ เดือนที่ 2 ไม่มีการล้างขวดฉลาม



ภาพประกอบที่ 4.9 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราผลิตภาพแรงงานของขวดโซดา (ก่อนปรับปรุง)

จากการวิเคราะห์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า อัตราผลิตภาพรวมมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราผลิตภาพแรงงาน ดังนั้น โรงงานแห่งนี้ควรมีการปรับปรุงการทำงานในส่วนของแรงงาน เพื่อให้อัตราผลิตภาพของแรงงานเพิ่มสูงขึ้น ขณะเดียวกันก็ควรลดต้นทุนการดำเนินงานเพื่อให้อัตราผลิตภาพส่วนอื่นๆเพิ่มขึ้นด้วย

4.1.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงาน

ดัชนีการเพิ่มผลผลิต นอกจากจะเพิ่มขึ้นด้วยการปรับปรุงการทำงานแล้ว การลดต้นทุนการดำเนินงานเป็นอีกมุมมองหนึ่ง เนื่องจากว่า อัตราผลิตภาพในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้นำต้นทุนการดำเนินงานมาใช้ เพื่อวัดอัตราผลิตภาพของแต่ละปัจจัยการผลิต ดังนั้น เพื่อให้โรงงานได้ทราบถึงต้นทุนการดำเนินงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งจะนำไปสู่การลดต้นทุนควบคู่ไปกับการเพิ่มผลผลิต จึงได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงานขึ้น ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงานได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ต้นทุนผันแปร ซึ่งสามารถแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้ ประกอบด้วย ค่าแรงต่อขวด ค่ากระสอบบรรจุขวด ค่าวัตถุดิบ (ขวด) ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.1 – 4.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าแรงรายขวดซึ่งกำหนดโดยเจ้าของสถานประกอบการ

ชนิดขวด	ค่าแรงต่อขวด (บาท)
ขวดเบียร์สิงห์	0.20
ขวดเบียร์ช้าง	0.20
ขวดแบน	0.25
ขวดขาว	0.25
ขวดไวตามิลค์	0.15
ขวดฉลาม	0.15
ขวดโซดา	0.15

ตารางที่ 4.2 การแจกแจงต้นทุนของกระสอบบรรจุลงสู่ผลิตภัณฑ์

ชนิดขวด	ราคากระสอบ 1 ใบ (บาท)	จำนวนขวดที่บรรจุ (ขวด)	ต้นทุน (บาท/ขวด)
ขวดเบียร์สิงห์	4.50	100	0.05
ขวดเบียร์ช้าง	4.50	100	0.05
ขวดแบน	4.50	80	0.06
ขวดขาว*	1.50	12	0.13
ขวดไวตามิลค์	4.50	100	0.05
ขวดฉลาม	4.50	140	0.03
ขวดโซดา	4.50	100	0.05

*ขวดขาว บรรจุใส่ลังกระดาษ

ตารางที่ 4.3 การแจกแจงต้นทุนของวัตถุดิบ (ขวด) ลงสู่ผลิตภัณฑ์

ชนิดขวด	น้ำหนัก 1ขวด (กรัม)	น้ำหนักขวด1 kg ราคา 70 สตางค์	ต้นทุน (บาท/ขวด)
ขวดเบียร์สิงห์	391.3	0.7	0.27
ขวดเบียร์ช้าง	460.9	0.7	0.32
ขวดแบน	316.2	0.7	0.22
ขวดขาว	418.7	0.7	0.29
ขวดไวตามิลค์	190.2	0.7	0.13
ขวดฉลาม	126.4	0.7	0.09
ขวดโซดา	323.2	0.7	0.23

2) ต้นทุนผันแปรซึ่งไม่สามารถแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้ ประกอบด้วย ค่าแปรงล้างขวด ค่าผงซักฟอก ค่าไฟฟ้า และค่าเชือกฟาง การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรประเภทนี้คำนวณจากค่าเฉลี่ยของต้นทุนผันแปรข้างต้นต่อจำนวนขวดในช่วงระยะเวลา 4 เดือน จำนวนผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลา 4 เดือนแสดงในตารางที่ 4.4 และผลการวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรซึ่งไม่สามารถแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้แสดงในตารางที่ 4.5

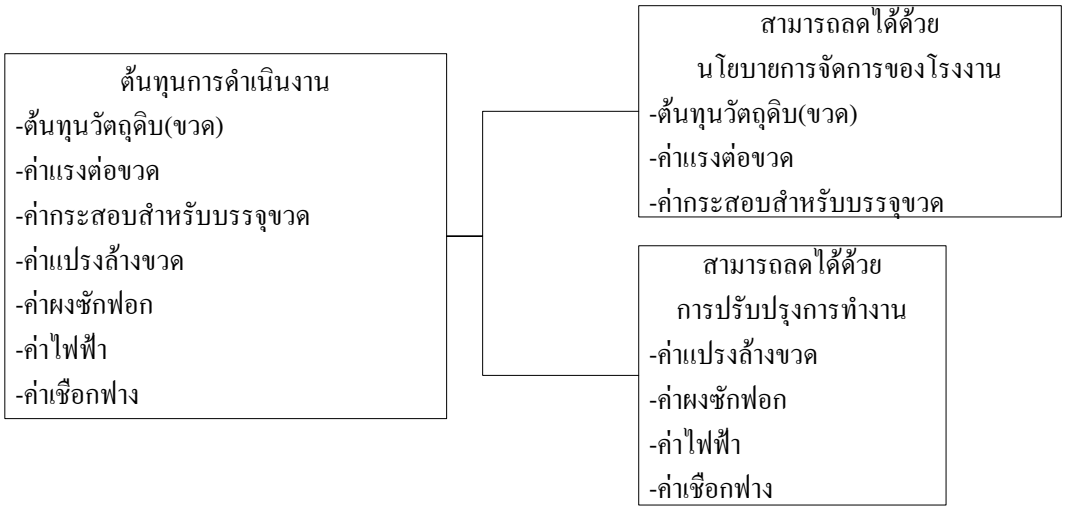
ตารางที่ 4.4 จำนวนผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลา 4 เดือนก่อนปรับปรุง

	เดือน				รวม
	1	2	3	4	
จำนวนผลิตภัณฑ์(ขวด)	71,743	125,866	53,300	39,902	290,831

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนผันแปร ซึ่งไม่สามารถแจกแจงลงสู่ผลิตภัณฑ์

	เดือน				รวม	ต้นทุน (บาท/ขวด)
	1	2	3	4		
ค่าแปรงล้างขวด (บาท)	7,175	12,588	5,330	3,990	29,083	0.001
ค่าผงซักฟอก (บาท)	1,218	2,135	904	676	4,933	0.017
ค่าเชือกฟาง (บาท)	500	1,000	300	200	2,500	0.009
ค่าไฟฟ้า (บาท)	1,074	1,884	796	596	4,350	0.015

3).นำต้นทุนผันแปรทั้งสองประเภทมารวมกัน ได้ผลสรุปดังตารางที่ 4.6 เมื่อพิจารณาแนวทางการลดต้นทุน พบว่า ต้นทุนวัตถุดิบ(ขวด)และค่าแรงต่อขวด สามารถลดได้ด้วยนโยบายการจัดการของโรงงาน สำหรับค่ากระสอบสำหรับบรรจุขวด ค่าแปรงล้างขวด ค่าผงซักฟอก ค่าไฟฟ้า ค่าเชือกฟาง สามารถลดต้นทุนได้ด้วยการปรับปรุงงานทำงานในสถานีงานต่างๆ ดังภาพประกอบที่ 4.10



ภาพประกอบ 4.10 ต้นทุนผันแปรซึ่งสามารถลดได้ด้วยนโยบายการจัดการของโรงงานและสามารถลดได้ด้วยการปรับปรุงการทำงาน

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนผันแปรของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

ชนิดขวด	วัตถุดิบ(ขวด) บ/ขวด	ค่าแรงรายขวด บ/ขวด	ค่ากระสอบ บ/ขวด	ค่าแปรงล้างขวด บ/ขวด	ค่าผงซักฟอก บ/ขวด	ค่าเชือกฟาง บ/ขวด	ค่าไฟฟ้า บ/ขวด	ต้นทุนผันแปรรวม บ/ขวด
ขวดเบียร์สิงห์	0.27	0.20	0.05	0.001	0.017	0.009	0.015	0.562
ขวดเบียร์ช้าง	0.32	0.20	0.05	0.001	0.017	0.009	0.015	0.612
ขวดแบน	0.22	0.25	0.06	0.001	0.017	0.009	0.015	0.572
ขวดขาว	0.29	0.25	0.13	0.001	0.017	0.009	0.015	0.712
ขวดไวตามิลค์	0.13	0.15	0.05	0.001	0.017	0.009	0.015	0.372
ขวดฉลาม	0.09	0.15	0.03	0.001	0.017	0.009	0.015	0.312
ขวดโซดา	0.23	0.15	0.05	0.001	0.017	0.009	0.015	0.472
เศษแก้ว*	0.7**	0	0	0	0	0.009	0	0.709**

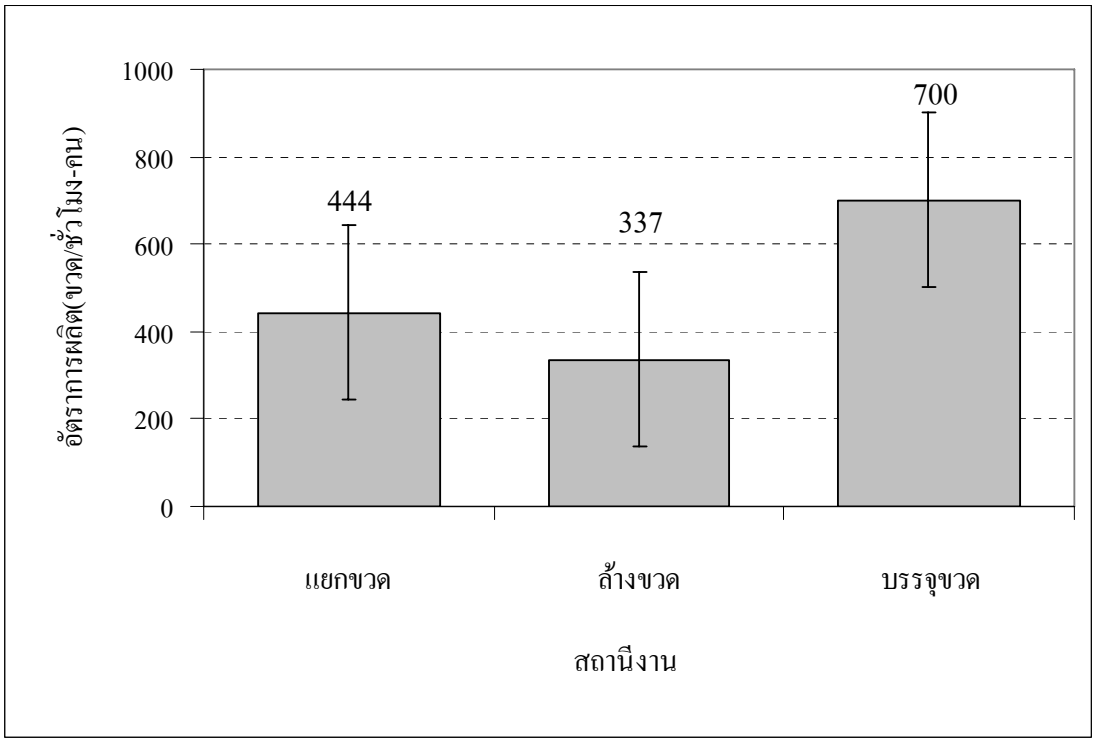
*เศษแก้วจะมีการซื้อขายกันเป็นกิโลกรัม

** มีหน่วยเป็น บาท/กิโลกรัม

4.1.3 การเลือกงาน

จากผลการวิเคราะห์ดัชนีการเพิ่มผลผลิต พบว่า ดัชนีการเพิ่มผลผลิตของแรงงานมีแนวโน้มที่จะลดต่ำลง ดังนั้น ควรมีการปรับปรุง เพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพในปัจจัยดังกล่าว

จากข้อมูลทั่วไปของโรงงาน ซึ่งกล่าวมาแล้วในบทที่ 1 พบว่า กระบวนการทำงานของโรงงานแห่งนี้ ประกอบด้วย 3 สถานีการทำงาน คือ สถานีงานแยกขวด สถานีงานล้างทำความสะอาดขวด และสถานีงานบรรจุขวดลงกระสอบ ดังนั้น เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรเลือกสถานีงานที่มีความจำเป็นเร่งด่วนมาปรับปรุงก่อน การเลือกสถานีงานเพื่อปรับปรุงใช้วิธีการวัดอัตราการผลิต (ขวด/ชั่วโมง-คน) ในแต่ละสถานีการทำงาน เพื่อพิจารณาถึงความจำเป็นเร่งด่วน ผลการวัดอัตราการผลิตแสดงในภาพประกอบ 4.11 โดยรายละเอียดของข้อมูลแสดงในภาคผนวก ข



ภาพประกอบ 4.11 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราการผลิตในแต่ละสถานีการทำงานก่อนปรับปรุง

จากภาพประกอบ 4.11 พบว่า อัตราการผลิตในสถานีงานล้างทำความสะอาดขวดมีอัตราการผลิตต่ำที่สุด รองลงมาคือสถานีงานแยกขวดและสถานีงานบรรจุขวดลงกระสอบ ดังนั้น

ในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกงานในสถานีงานล้างทำความสะอาดขวดและงานในสถานีงานแยกขวดมาศึกษา เพื่อปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การค้นหาประเด็นการปรับปรุง พบว่า โรงงานแห่งนี้มีปัญหาอัตราผลิตภาพแรงงานลดต่ำลง ดังนั้น ควรมีการปรับปรุงงานในส่วนของแรงงาน เพื่อให้อัตราผลิตภาพแรงงานเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การปรับปรุงงาน ควรคำนึงถึงต้นทุนของค่าผงซักฟอก ค่าแปรงล้างขวด ค่าไฟฟ้า เพราะ ต้นทุนเหล่านี้สามารถลดได้ด้วยการปรับปรุงงาน ซึ่งสถานีงานที่ควรปรับปรุงเร่งด่วน คือ สถานีงานแยกขวดและสถานีงานล้างขวด

4.2 ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากการค้นหาประเด็นการปรับปรุง พบว่า สถานีงานที่ควรปรับปรุงเร่งด่วน คือ สถานีงานแยกขวดและสถานีงานล้างขวด การปรับปรุงในสถานีงานทั้งสอง มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้ (1) วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของสถานีงาน (2) กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน (3) ทำการปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนดไว้ (4) ทำการทดลองวิธีการทำงาน เครื่องมือ สถานีการทำงานซึ่งได้ปรับปรุงแล้ว

การศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิต มีดังนี้

4.2.1 สถานีงานแยกขวด

4.2.1.1 วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของสถานีงาน

สถานีงานแยกขวด เป็นสถานีงานแรกในกระบวนการล้างขวดเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ จุดประสงค์ของการทำงานในสถานีงานนี้ คือ แยกขวดออกเป็นประเภทต่างๆ ตามที่ต้องการ การวิเคราะห์กระบวนการทำงาน เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เริ่มจากบันทึกวิธีการทำงาน ด้วยแผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภท คน โดยแสดงในภาพประกอบที่ 4.12 จากนั้นนำแผนภูมิดังกล่าวมาวิเคราะห์ ได้ผลดังนี้

ขั้นตอนการทำงาน	สัญลักษณ์	ก่อนปรับปรุง	
		ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
1.ลำเลียงวัตถุดิบ (ขวด) จากสถานที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงานแยกขวด	⇨	188.5	15
2.แยกประเภทขวดที่ต้องการนำไปใส่ในกระสอบที่จัดเตรียมไว้	○	1,784	70
3.นำกระสอบซึ่งใส่ขวดที่เลือกแล้วไปเก็บในสถานที่ที่กำหนดไว้	⇨	200	20
รวม	3	2,172	105

ภาพประกอบ 4.12 แผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภทคน ในสถานีงานแยกขวด (ก่อนปรับปรุง)

1) น้ำหนักกระสอบที่ต้องลำเลียง จากสถานที่จัดเก็บขวด (ภาพประกอบ 4.13(a)) มายังสถานีงานแยกขวด (ภาพประกอบ 4.13 (b)) มีน้ำหนักประมาณ 30 – 40 กิโลกรัม โดยระยะทางระหว่างสถานที่จัดเก็บขวดกับสถานีงานแยกขวดประมาณ 18.85 เมตร ประกอบกับการลำเลียงมีเพียงรถเข็น (ภาพประกอบ 4.13 (c)) ซึ่งบรรจุได้เพียงครั้งละ 2 กระสอบเท่านั้น แต่ละรอบการทำงานจะต้องลำเลียงประมาณ 10 กระสอบ ด้วยเหตุดังกล่าว ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ระยะทางลำเลียงประมาณ 188.5 เมตร ใช้เวลาในการลำเลียงประมาณ 15 นาที

2) กระสอบซึ่งลำเลียงมาจากสถานที่จัดเก็บขวด เมื่อเทออกมาแล้วจะมีขวดหลากหลายชนิด ดังภาพประกอบ 4.14 (a) ผู้ปฏิบัติงานต้องแยกขวดเป็นประเภทต่างๆ เพื่อนำไปใส่ในกระสอบที่จัดเตรียมไว้ ผู้ปฏิบัติงานจะเคลื่อนที่บริเวณโต๊ะทำงานเพื่อเลือกขวดที่ต้องการครั้งละประมาณ 4 ขวด จากนั้นจะนำไปใส่ในกระสอบที่จัดเตรียมไว้ ระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนที่ประมาณ 1,784 เมตร และใช้เวลาทำงานเฉลี่ย 70 นาที เมื่อสังเกตในขณะทำงาน พบว่า กระสอบซึ่งจัดเตรียมไว้สำหรับใส่ขวดที่แยกประเภทแล้ว ไม่มีการจัดวางตำแหน่งที่แน่นอน ดังภาพประกอบ 4.14 (B) ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงาน ต้องใช้เวลาในการมองหากระสอบ เพื่อจะนำขวดซึ่งตนเลือกแล้วไปใส่กระสอบใบนั้น จำนวนขวดที่ต้องแยกประเภท มีประมาณ 800 ขวด/ครั้ง

(a)

(b)

(c)

ภาพประกอบ 4.13 สถานที่จัดเก็บขวดที่รับซื้อมาและสถานีงานแยกขวด (ก่อนปรับปรุง)

(a) สถานที่จัดเก็บขวดที่รับซื้อมา (b) สถานีงานแยกขวด

(c) รถเข็นซึ่งเป็นอุปกรณ์ช่วยในการลำเลียงจากสถานที่จัดเก็บขวดไปยังสถานีงานแยกขวด

(a)

(b)

ภาพประกอบ 4.14 สถานีงานแยกขวด (ก่อนปรับปรุง)

(a) ขวดที่รับซื้อมามีหลากหลายชนิด

(b) กระสอบสำหรับใส่ขวดที่แยกประเภทแล้วไม่มีการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอน

3) หลังจากแยกประเภทขวดเสร็จแล้ว ขวดประเภทใดที่จะล้าง จะถูกลำเลียงไปยังสถานีงานล้างขวดโดยทันที ส่วนที่เหลือจะถูกนำไปเก็บในจุดที่กำหนดไว้ ดังภาพประกอบ 4.15 เพื่อรอการล้างต่อไป ระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนที่ โดยประมาณ 200 เมตร และใช้เวลาทำงานเฉลี่ย 20 นาที

ภาพประกอบ 4.15 บริเวณจัดเก็บขวดซึ่งแยกประเภทแล้ว

4.2.1.2 การกำหนดแนวทางการปรับปรุงงาน

ผลการวิเคราะห์กระบวนการทำงาน พบว่า ขั้นตอนการทำงาน ควรมีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น การกำหนดแนวทางการปรับปรุงงาน ได้นำเทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสม ตามลำดับขั้นตอนการทำงาน ซึ่งแสดงในแผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภทคน ในสถานีงานแยกขวด (ภาพประกอบ 4.12) ประกอบกับ การสังเกตวิธีการทำงาน เพื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และนำหลักเกณฑ์ ECRS มาปรับปรุง ผลการกำหนดแนวทางการปรับปรุงงาน สำหรับกระบวนการแยกขวด แสดงดังตารางที่ 4.7 – 4.9

ตารางที่ 4.7 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนลำเลียงวัตถุดิบ (ขวด) จากสถานที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงานแยกขวด

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	ลำเลียงขวด	น้ำหนักกระสอบที่ต้องลำเลียงมีน้ำหนักประมาณ 30-40 กิโลกรัม ลำเลียงครั้งละ 10 กระสอบ ระยะทางประมาณ 188.5 เมตร ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงทำงานมาก	1.สามารถตัดขั้นตอนการทำงานนี้ออกไป ด้วยการจัดสถานที่จัดเก็บขวดกับสถานีงานแยกขวดให้อยู่ ณ จุดเดียวกัน 2. การย้ายสถานที่จัดเก็บขวดให้ใกล้กับสถานีงานแยกขวดมากขึ้น สามารถลดระยะทางการลำเลียงได้ 3.การลำเลียงจะสะดวกมากขึ้น ถ้ามีอุปกรณ์ทันสมัย
	(Why) ทำไมต้องทำ	ขวดยังไม่ได้อยู่ที่สถานีงานแยกขวด		
สถานที่	(Where) สถานที่	ระหว่างสถานที่จัดเก็บขวดกับสถานีงานแยกขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	ขวดที่ซื้อมาจะเก็บในสถานที่จัดเก็บขวด ส่วนงานแยกขวดทำในสถานีงานแยกขวด		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	เมื่อต้องการแยกขวด		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	ในสถานีงานแยกขวดยังไม่มีขวดอยู่ในสถานีงาน		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	ใช้คนลำเลียงโดยมีรถเข็นเป็นอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน		
	(Why) ทำไม	ไม่มีอุปกรณ์ที่ทันสมัย		

ตารางที่ 4.8 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนการแยกประเภทขวดที่ต้องการนำไปใส่ในกระสอบที่จัดเตรียมไว้

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	แยกขวดเป็นประเภทต่างๆ	การจัดเตรียมกระสอบเพื่อใส่ขวดที่แยกประเภทแล้วไม่มีการจัดวางตำแหน่งที่แน่นอน ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมองหากระสอบดังกล่าวทุกครั้งเมื่อนำขวดไปใส่	1.สามารถตัดขั้นตอนการทำงานนี้ออกไป ด้วยการรับซื้อขวดซึ่งแยกประเภทแล้วจากพ่อค้า 2.การมองหากระสอบจะถูกกำจัดออกไป ถ้ากระสอบมีการจัดวางตำแหน่งที่แน่นอน
	(Why) ทำไมต้องทำ	ขวดที่รับซื้อมามีหลากหลายชนิดรวมกัน		
สถานที่	(Where) สถานที่	สถานีงานแยกขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	มีโต๊ะทำงานซึ่งใช้เป็นประจำ		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	เมื่อมีขวดอยู่ในสถานีงาน		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	ต้องมีขวดจึงจะสามารถทำงานได้		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	ใช้คนเลือกขวดที่ต้องการ		
	(Why) ทำไม	คนสามารถจำแนกชนิดของขวดที่ต้องการได้แม่นยำ		

ตารางที่ 4.9 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนนำกระสอบซึ่งใส่ขวดที่เลือกแล้วไปเก็บในสถานที่ที่กำหนดไว้

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What)ทำอะไร	ลำเลียงขวดที่แยกประเภทแล้วเก็บไว้ด้วยกัน	ผู้ปฏิบัติงานใช้เวลาประมาณ 20 นาที เพื่อลำเลียงกระสอบซึ่งบรรจุขวดที่แยกประเภทแล้วไปยังสถานที่ที่กำหนดไว้เพราะโรงงานไม่มีอุปกรณ์การลำเลียงทันสมัย	นำอุปกรณ์การลำเลียงทันสมัยมาใช้ในโรงงานจะลดเวลาการทำงานลงได้
	(Why) ทำไมต้องทำ	ต้องการเก็บขวดที่เป็นประเภทเดียวกันไว้ด้วยกันเพื่อสะดวกเมื่อต้องการนำมาล้าง		
สถานที่	(Where) สถานที่	จากสถานีงานแยกขวดไปยังสถานที่จัดเก็บขวดแต่ละประเภทตามที่กำหนดไว้		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	มีการเก็บขวดประเภทต่างๆไว้ก่อนแล้ว		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	หลังจากแยกขวดเสร็จแล้ว		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	ต้องการเก็บขวดที่เป็นประเภทเดียวกันไว้ด้วยกัน		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	ใช้คนลำเลียง		
	(Why) ทำไม	ไม่มีอุปกรณ์ที่ทันสมัย		

จากตารางที่ 4.7 – 4.9 สามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไขปัญหาได้ดังนี้

1) โรงงานไม่มีอุปกรณ์การลำเลียงทันสมัย ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงมาก สำหรับลำเลียงกระสอบ แนวทางแก้ไขปัญหา มีดังนี้

1.1) การลำเลียงจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ถ้ามีการนำอุปกรณ์การลำเลียงทันสมัยมาใช้ เช่น สายพานลำเลียง

1.2) ลดระยะทางการลำเลียง โดยกำหนดสถานที่จัดเก็บขวด ให้ใกล้กับสถานีงานแยกขวดมากยิ่งขึ้น หรือรวมสถานที่จัดเก็บขวดกับสถานีงานแยกขวดเข้าด้วยกัน

2) ในสถานีงานแยกขวด ไม่มีการกำหนดตำแหน่งวางกระสอบ เพื่อใส่ขวดที่เลือกแล้ว ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องมองหาตำแหน่งกระสอบ เพื่อใส่ขวดที่ตนเลือกแล้วทุกครั้ง แนวทางแก้ไขปัญหา คือ ควรกำหนดตำแหน่งการวางกระสอบ ของขวดชนิดต่างๆ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถจดจำได้

3) พื้นที่การทำงานภายในสถานีงานแยกขวด ควรให้อยู่ในระยะพื้นที่การทำงาน (Working Area) ของผู้ปฏิบัติงาน

4) ถ้าโรงงานเปลี่ยนแปลงนโยบายการจัดซื้อ จากแต่เดิม ซื้อขวดทุกชนิดที่รวมอยู่ในกระสอบเดียวกัน เปลี่ยนเป็น รับซื้อเฉพาะขวดที่ต้องการเท่านั้น งานแยกขวดจะถูกตัดออกไปทันที

4.2.1.3 การปรับปรุงงาน

จากแนวทางการปรับปรุงการทำงาน พบว่า ขั้นตอนการแยกขวดจะถูกตัดออกไป ถ้าโรงงานเปลี่ยนแปลงนโยบายการจัดซื้อวัตถุดิบ(ขวด) โดยแต่เดิมรับซื้อขวดทุกชนิด ซึ่งรวมอยู่ในกระสอบเดียวกัน เปลี่ยนเป็นรับซื้อเฉพาะขวดที่ต้องการ ซึ่งกระบวนการรับซื้อเฉพาะขวดที่ต้องการ เริ่มจากโรงงานสั่งซื้อขวดที่ต้องการกับพ่อค้า ซึ่งจะต้องระบุชนิดและปริมาณขวดที่ต้องการ จากนั้นพ่อค้าจะไปรวบรวมขวดที่โรงงานต้องการจากแหล่งต่างๆ เช่น กองขยะเทศบาล ครัวเรือน ร้านอาหาร เป็นต้น เมื่อได้ชนิดและปริมาณขวดที่ต้องการ พ่อค้าจะนำส่งโรงงาน โดยขายในราคาที่ตลาดกำหนด

การตัดสินใจเพื่อเปลี่ยนแปลงนโยบายการจัดซื้อวัตถุดิบ (ขวด) ของโรงงาน ผู้วิจัยได้ทำการระดมสมองกับผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้ผลสรุปในประเด็นต่างๆ ดังนี้

ต้นทุนของวัตถุดิบ กรณีรับซื้อเฉพาะขวดที่ต้องการจะมีต้นทุนสูงกว่ารับซื้อขวดที่ยังไม่แยกประเภท เพราะ ขวดบางประเภทมีปริมาณน้อยแต่เป็นที่ต้องการของตลาด ทำให้เกิดการแข่งขันด้านราคารับซื้อกับโรงงานอื่นที่มีความต้องการขวดเช่นเดียวกัน

การจัดหาวัตถุดิบ โรงงานไม่มีความมั่นใจว่า พ่อค้าจะหาขวดได้ตามปริมาณที่ต้องการ เพราะ โรงงานอื่นซึ่งประกอบธุรกิจเดียวกันในพื้นที่ใกล้เคียง ได้ใช้นโยบายดังกล่าว กำลังประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบ

ผลกระทบด้านอื่นๆ โรงงานจะสามารถควบคุมสินค้าคงคลังของวัตถุดิบได้ เพราะจะรับซื้อขวดเมื่อต้องการเท่านั้น แต่ขณะเดียวกัน โรงงานจะสูญเสียโอกาสการขายเศษแก้ว

ผลการเปรียบเทียบประเด็น ต้นทุน การจัดซื้อ และผลกระทบอื่นๆ ของนโยบายรับซื้อเฉพาะขวดที่ต้องการกับรับซื้อขวดที่ยังไม่แยกประเภท ได้ผลดังตารางที่ 4.10 ผลของการตัดสินใจ คือ โรงงานใช้นโยบายรับซื้อขวดที่ยังไม่แยกประเภท เพราะ ไม่ต้องการรับความเสี่ยงของปริมาณขวดที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

ผลการตัดสินใจใช้นโยบายรับซื้อขวดที่ยังไม่แยกประเภท ส่งผลให้ต้องปรับปรุงงานในขั้นตอนการแยกขวด โดยใช้แนวทางการปรับปรุงงานในหัวข้อ 4.2.1.2 มาปรับปรุง ซึ่งมีผลการปรับปรุงตามลำดับ ดังนี้

1) ลดระยะทางการลำเลียงวัตถุดิบ (ขวด) จากสถานที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงานแยกขวดออกไป โดยเปลี่ยนวิธีการทำงาน จากแต่เดิม สถานที่จัดเก็บขวดเป็นสถานที่ซื้อ-ขายขวด หลังจากซื้อ-ขายเสร็จจะนำขวดไปเก็บในสถานที่ดังกล่าว เปลี่ยนเป็นซื้อ-ขายขวดในสถานีงานแยกขวด หลังจากซื้อขายเสร็จจะนำขวดเทลงบนโต๊ะทำงานทันที แต่ถ้าโต๊ะทำงานไม่สามารถรองรับจำนวนขวดได้เพียงพอ ให้วางไว้ใกล้กับโต๊ะทำงานเพื่อลดระยะทางในการลำเลียง ดังแผนผังการทำงานแสดงในภาพประกอบ 4.16

2) ปรับปรุงขั้นตอนแยกประเภทขวดที่ต้องการนำไปใส่ในกระสอบที่จัดเตรียมไว้ให้ง่ายขึ้น จากแต่เดิม ไม่มีการกำหนดตำแหน่งการวางกระสอบ เพื่อใส่ขวดที่ผู้ปฏิบัติงานเลือกมาจากโต๊ะทำงาน เปลี่ยนเป็นกำหนดตำแหน่งการวางกระสอบดังกล่าว

การปรับปรุง เริ่มจากเก็บข้อมูลสัดส่วนของขวดประเภทต่างๆ ซึ่งแสดงในภาพประกอบที่ 4.17 จากนั้นทำการออกแบบอุปกรณ์ช่วยทำงาน ประกอบด้วย โครงเหล็กเพื่อวางถังสำหรับใส่ขวดและโครงเหล็กเพื่อวางกระสอบสำหรับใส่เศษแก้ว อุปกรณ์ดังกล่าวแสดงในภาพประกอบ 4.18 (a) และ 4.18 (b) รายละเอียดของอุปกรณ์ดังกล่าวแสดงในภาคผนวก ค และปรับปรุงโต๊ะที่ใช้ในการทำงานโดยเสริมพื้นเอียงในบริเวณที่มือไม่สามารถเอื้อมถึง

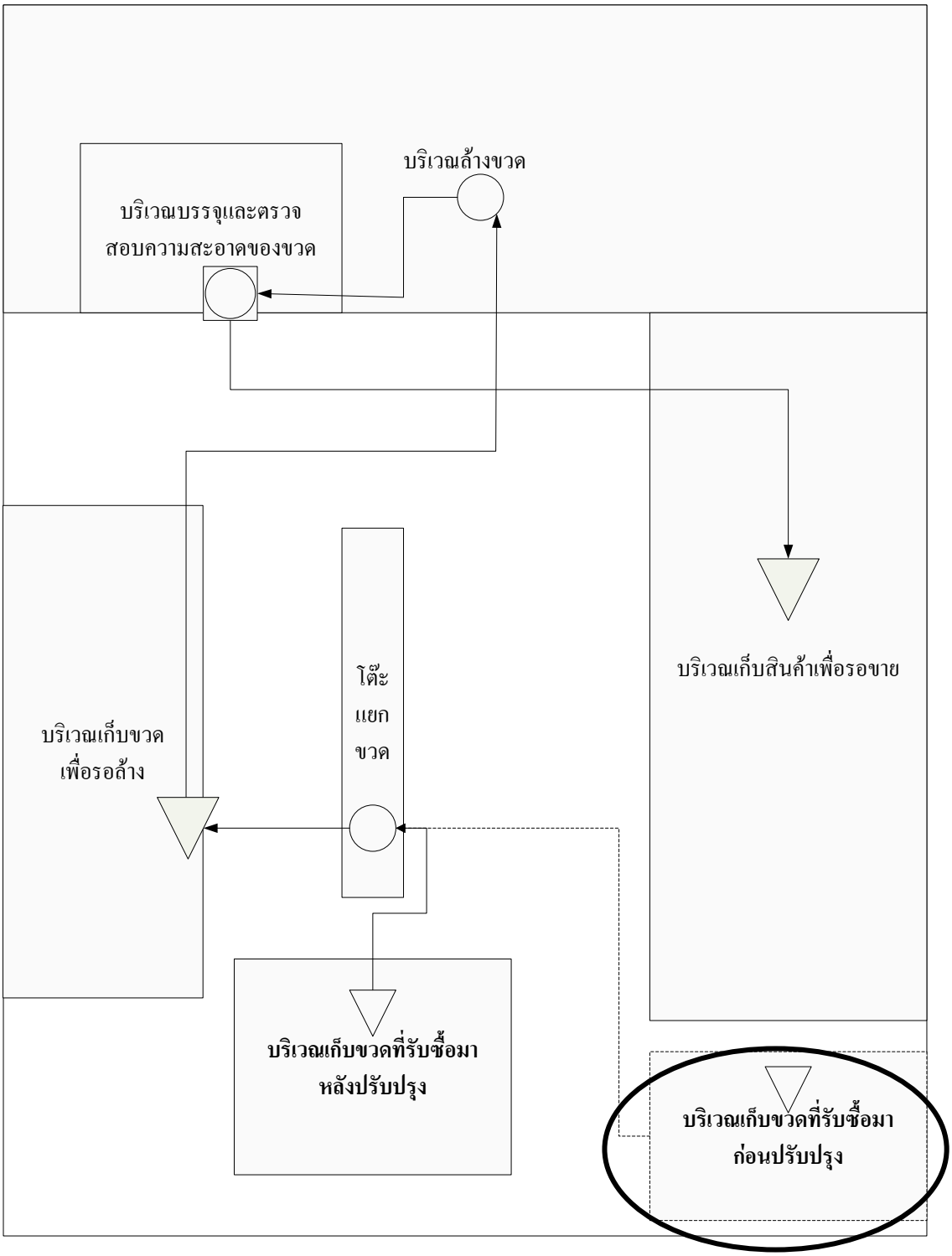
ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบ ผลของนโยบายรับซื้อขวดที่แยกแล้วกับรับซื้อขวดที่ยังไม่แยกประเภท

ประเด็นเปรียบเทียบ	รับซื้อเฉพาะขวดที่ต้องการ	รับซื้อขวดที่ยังไม่แยกประเภท
ต้นทุน		
ขวดเบียร์สิงห์ (บาท/ขวด)	0.90	0.27
ขวดเบียร์ช้าง (บาท/ขวด)	0.90	0.32
ขวดแบน (บาท/ขวด)	0.58	0.22
ขวดขาว (บาท/ขวด)	2.50	0.29
ขวดไวตามิลค์ (บาท/ขวด)	0.80	0.13
ขวดฉลาม (บาท/กิโลกรัม)	2.75	0.70
ขวดโซดา (บาท/กิโลกรัม)	2.75	0.70
การจัดหาวัตถุดิบ	1.ต้องสั่งจองกับพ่อค้าล่วงหน้า 2.ความเสี่ยงในเรื่องของปริมาณขวดที่ต้องการ อาจขาดตลาดได้	1.สามารถรับซื้อได้ทุกวัน 2.มีปริมาณการสะสมอย่างสม่ำเสมอ
ผลกระทบด้านอื่นๆ	1.สามารถควบคุมสินค้าคงคลังของวัตถุดิบ (ขวด) ได้ 2.ไม่มีผลิตภัณฑ์ชนิดเศษแก้ว	1.ไม่สามารถควบคุมสินค้าคงคลังของวัตถุดิบ (ขวด) ได้ 2.มีผลิตภัณฑ์ชนิดเศษแก้ว

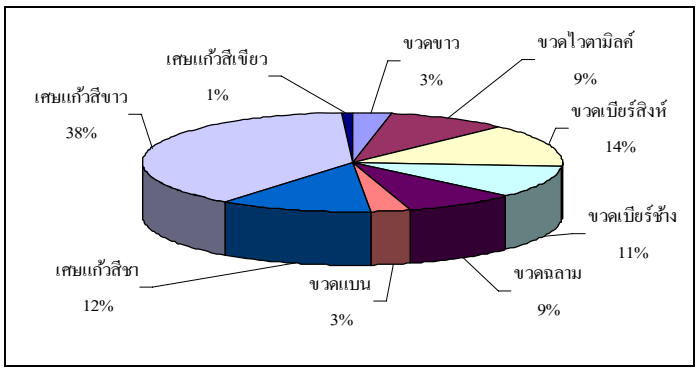
(ต้นทุนของขวดที่ต้องการจากการสัมภาษณ์พ่อค้า)

(ต้นทุนของขวดที่ยังไม่แยกประเภท จากตารางที่ 4.3)

การกำหนดตำแหน่งของกระสอบที่ใส่ขวดแต่ละประเภท ยึดหลักที่ว่า ขวดที่มีปริมาณสัดส่วนมากให้อยู่ใกล้ตัวผู้ปฏิบัติงาน ส่วนขวดที่มีปริมาณสัดส่วนน้อยให้อยู่ไกลตัวผู้ปฏิบัติงานออกไป แต่ขวดที่มีปริมาณสัดส่วนน้อยจะใส่ในถังที่จัดไว้ เมื่อเต็มถังแล้วจะนำไปเทลงในกระสอบซึ่งอยู่ไกลตัวผู้ปฏิบัติงาน แผนผังสถานีการทำงานที่ถูกปรับปรุงแล้วแสดงในภาพประกอบ 4.18 (d)



ภาพประกอบ 4.16 บริเวณเก็บขวดที่รับซื้อมา ก่อนและหลังปรับปรุง

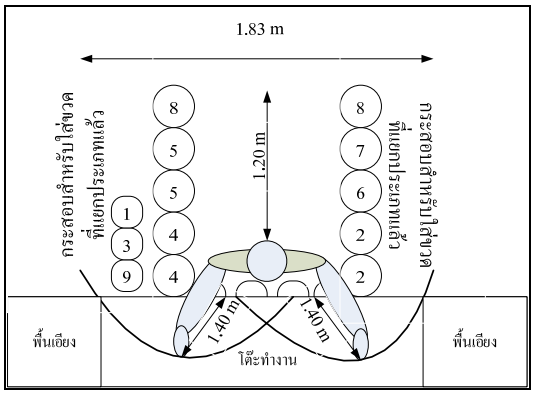


ภาพประกอบ 4.17 สัดส่วนของขวดชนิดต่างๆและเศษแก้วสีต่างๆ

(a)

(b)

(c)



(d)

ภาพประกอบ 4.18 การปรับปรุงงานในสถานีงานแยกขวด

(a) โครงเหล็กเพื่อวางภาชนะสำหรับใส่ขวดที่มีปริมาณสัดส่วนน้อย

(b) โครงเหล็กเพื่อใส่เศษแก้ว

(c) ภาพถ่ายสถานีการทำงานหลังปรับปรุง

(d) การวางแผนผังโดยนำสัดส่วนของขวดมาพิจารณา ตามหมายเลขดังนี้ (1) เศษแก้วสีขาว (2) ขวดเบียร์สิงห์ (3) เศษแก้วสีชา (4) ขวดเบียร์ช้าง (5) ขวดขาว (6) ขวดฉลาม (7) ขวดไวตามิลค์ (8) ขวดแบน (9) เศษแก้วสีเขียว

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างในประเด็นต่างๆ หลังจากปรับปรุงงานแสดงในตารางที่ 4.11 มีดังนี้

1) อุปกรณ์ช่วยทำงาน ก่อนปรับปรุง รถเข็นเป็นอุปกรณ์ช่วยทำงาน เพื่อใช้ในการลำเลียงกระสอบ การปรับปรุง ได้เพิ่มโครงเหล็กเพื่อใส่เศษแก้วและโครงเหล็กเพื่อวางภาชนะเป็นอุปกรณ์ช่วยทำงานนอกเหนือจากรถเข็น

2) วิธีการทำงาน ก่อนปรับปรุง ผู้ปฏิบัติงานลำเลียงวัตถุดิบ (ขวด) จากสถานที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงานแยกขวด โดยใช้รถเข็น ประกอบกับกระสอบมีน้ำหนักมาก ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงมาก เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ โดยการซื้อ-ขายขวดจากพ่อค้าดำเนินการ ณ สถานีงานแยกขวด หลังจากซื้อ-ขายเสร็จแล้ว จึงเทขวดลงบนโต๊ะทำงานในสถานีงานแยกขวดทันที ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาการลำเลียงกระสอบซึ่งมีน้ำหนักมาก นอกจากนี้ในสถานีงานแยกขวด ก่อนปรับปรุง ตำแหน่งกระสอบซึ่งจัดเตรียมไว้สำหรับใส่ขวดที่แยกประเภทแล้ว ไม่มีการจัดวางในตำแหน่งที่แน่นอน ผู้ปฏิบัติงานต้องมองหากระสอบสำหรับใส่ขวดที่ตนเลือกมาจากโต๊ะทำงานทุกครั้ง ซึ่งเป็นเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ดังนั้น การปรับปรุง โดยกำหนดตำแหน่งของกระสอบสำหรับใส่ขวดแต่ละประเภทอย่างชัดเจน เพื่อกำจัดเวลาสูญเปล่าออกไปจากการทำงาน

3) ผู้ปฏิบัติงาน ก่อนปรับปรุง ต้องออกแรงเพื่อลำเลียงกระสอบมากและการทำงานในสถานีงานแยกขวดไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร หลังการปรับปรุง ผู้ปฏิบัติงานออกแรงลำเลียงกระสอบน้อยลงและการทำงานในสถานีงานแยกขวดมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

หลังจากปรับปรุงวิธีการทำงานแล้วนำแผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภท คน เพื่อวิเคราะห์กระบวนการทำงานหลังปรับปรุงการทำงาน ดังภาพประกอบที่ 4.19 พบว่า การแยกประเภทขวดจำนวน 10 กระสอบ ระยะทางในการเคลื่อนที่ลดลง 65.08% และ เวลาในการทำงานลดลง 19.13%

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบการทำงานในสถานีงานแยกขวดก่อนปรับปรุงงานกับหลังปรับปรุงงานในประเด็นต่างๆ

ประเด็นเปรียบเทียบ	ก่อนปรับปรุงงาน	หลังปรับปรุงงาน
อุปกรณ์ช่วยผลิต	รถเข็น	รถเข็น, โครงเหล็กเพื่อวางภาชนะ, โครงเหล็กเพื่อใส่เศษแก้ว
วิธีการทำงาน		
1.ลำเลียงวัตถุดิบ (ขวด) จากสถานที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงานแยกขวด	ผู้ปฏิบัติงานลำเลียงวัตถุดิบ (ขวด) จากสถานที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงานแยกขวด โดยใช้รถเข็น	รับซื้อขวดจากพ่อค้า ณ สถานีงานแยกขวด หลังจากซื้อ-ขายเสร็จแล้ว จึงเทขวดลงบนโต๊ะทำงานในสถานีงานแยกขวด
2.แยกประเภทขวดที่ต้องการนำไปใส่ในกระสอบที่จัดเตรียมไว้	กระสอบซึ่งจัดเตรียมไว้สำหรับใส่ขวดที่แยกประเภทแล้ว ไม่มีการจัดวางในตำแหน่งที่แน่นอน	กระสอบซึ่งจัดเตรียมไว้สำหรับใส่ขวดที่แยกประเภทแล้ว มีการจัดวางในตำแหน่งที่แน่นอน
3.นำกระสอบซึ่งใส่ขวดที่เลือกแล้วไปเก็บในสถานที่ที่กำหนดไว้	ผู้ปฏิบัติงานลำเลียงวัตถุดิบไปยังสถานที่ที่กำหนดไว้ โดยใช้รถเข็น	คงวิธีการทำงานแบบเดิมไว้
การไหลของวัสดุ	ลำเลียงครั้งละ 4 กระสอบ	คงแบบเดิมไว้
ผู้ปฏิบัติงาน	ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงมากเพื่อลำเลียงกระสอบ	ผู้ปฏิบัติงานออกแรงน้อยลง เพราะ ระยะทางลำเลียงน้อยลง

ขั้นตอนการทำงาน	สัญลักษณ์	ระยะทาง (เมตร)		เวลา (นาที)	
		ก่อน ปรับปรุง	หลัง ปรับปรุง	ก่อน ปรับปรุง	หลัง ปรับปรุง
1.ลำเลียงวัตถุดิบ (ขวด) จากสถานที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงานแยกขวด	⇨	188.5	78.5	15	8
2.แยกประเภทขวดที่ต้องการนำไปใส่ในกระสอบที่จัดเตรียมไว้	○	1,784	480	80	65
3.นำกระสอบซึ่งใส่ขวดที่เลือกแล้วไปเก็บในสถานที่ที่กำหนดไว้	⇨	200	200	20	20
รวม		2,172	758.5	115	93

	ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
ก่อนปรับปรุงการทำงาน	3	2,172	115
หลังปรับปรุงการทำงาน	3	758.5	93
ผลต่าง	0	1,413.5	22
ลดลง (%)	0	65.08	19.13

ภาพประกอบ 4.19 เปรียบแผนภูมิกระบวนผลิต ประเภท คน ก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน ขั้นตอนการแยกขวด

4.2.1.4 การทดลอง

ผลการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภท คน หลังปรับปรุงวิธีการทำงาน ดังภาพประกอบ 4.19 คาดว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้น ดังนั้นวิธีการทางสถิติจึงถูกนำมาใช้ โดยเปรียบเทียบอัตราการผลิต (ขวด/ชั่วโมง-คน) เป็นระยะเวลา 15 วัน โดยทดสอบสมมติฐานการทดลอง คือ

H_0 :อัตราการผลิตที่ได้จากการปรับปรุงวิธีการทำงานเท่ากับอัตราการผลิตที่ได้จากวิธีการทำงานแบบเดิม

H_1:อัตราการผลิตที่ได้จากการปรับปรุงวิธีการทำงานมากกว่าอัตราการผลิตที่ได้จากวิธีทำงานแบบเดิม

การทดสอบสมมติฐานใช้ t – test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการเก็บข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.12

การทดสอบสมมติฐานได้ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Minitab® ซึ่งแสดงในภาคผนวก ฉ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ค่า P-Value มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่า อัตราการผลิตที่ได้จากการปรับปรุงสถานที่ทำงานแบบใหม่มากกว่าอัตราผลิตที่ได้จากสถานที่ทำงานแบบเดิมที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % หรือที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.12 ผลการเก็บข้อมูลอัตราการผลิต ณ สถานีงานแยกขวดก่อนและหลังปรับปรุง

วันที่	ก่อนปรับปรุง สถานีการทำงาน (ขวด/ชั่วโมง-คน)	หลังปรับปรุง สถานีการทำงาน (ขวด/ชั่วโมง-คน)
1	457	459
2	400	625
3	408	710
4	460	578
5	488	577
6	420	568
7	455	563
8	470	585
9	430	575
10	415	557
11	478	560
12	438	574
13	473	583
14	421	610
15	440	520
เฉลี่ย (ขวด/ชั่วโมง-คน)	442.4	575.3

4.2.2 สถานีงานล้างขวด

จากข้อมูลอัตราการผลิต พบว่า ในโรงงานแห่งนี้สถานีงานล้างขวดเป็นสถานีงานหนึ่งที่ควรได้รับการปรับปรุงอย่างเร่งด่วน การปรับปรุงงานในสถานีงานดังกล่าว มีดังนี้

4.2.2.1 วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของสถานีงาน

จุดประสงค์หลักของสถานีการทำงานนี้ คือ ล้างทำความสะอาดขวด การวิเคราะห์กระบวนการทำงานใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภท วัสดุ (ขวด) แสดงในภาพประกอบ 4.20

ขั้นตอนการทำงาน	สัญลักษณ์	ระยะทาง(เมตร)	เวลา (นาที/บ่อ)
1.ลำเลียงขวดจากสถานที่จัดเก็บขวดที่แยกประเภทมายังสถานีงานล้างขวด	⇨	80	10
2. ขวดถูกแช่ในบ่อ	○	0	20
3. ขวดถูกล้างทำความสะอาดภายนอก	○	0	120
4. ขวดถูกใส่เข่งรอล้างภายในขวด	D	0	
5. เลื่อนเข่งไปยังเครื่องล้างขวด	⇨	10.4	3
6. ทำความสะอาดภายในขวด	○	0	55
7. ขวดถูกแช่ในบ่อเพื่อล้างน้ำสะอาด	○	0	
8. นำขวดจากบ่อใส่เข่ง	⇨	0	5
9. ทำให้ขวดแห้ง	○	0	30
10.เลื่อนเข่งไปยังสถานีงานบรรจุ	⇨	7	5
รวม	10	97.4	248

ภาพประกอบ 4.20 แผนภูมิกระบวนการผลิตประเภทวัสดุ (ขวด) ในสถานีงานล้างขวดก่อนปรับปรุง

ผลการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการผลิตและการสังเกตวิธีการทำงาน มีดังนี้

1) การลำเลียงขวดจากสถานที่จัดเก็บขวดที่แยกประเภทแล้วมายังสถานีงานล้างขวดจะใช้รถเข็นเป็นอุปกรณ์ช่วยลำเลียง ระยะทางในการลำเลียงเฉลี่ย 80 เมตร/บ่อ โดยใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 10 นาที/บ่อ ความสะอาดของขวดก่อนล้างทำความสะอาดแสดงในภาพประกอบ 4.21

ภาพประกอบ 4.21 ความสะอาดของขวดก่อนล้าง

2) ขวดถูกแช่ในบ่อซีเมนต์ ซึ่งมีน้ำผสมกับผงซักฟอก ดังภาพประกอบ 4.22 ระยะเวลาการแช่ขวดในบ่อซีเมนต์ไม่มีระยะเวลาที่แน่นอน จากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน พบว่า ถ้ายิ่งแช่ขวดนานการล้างทำความสะอาดขวดก็สะดวกขึ้น โดยเฉลี่ยผู้ปฏิบัติงานจะใช้เวลาในการแช่ขวดประมาณ 20 นาที ก่อนล้างทำความสะอาด

ภาพประกอบ 4.22 การแช่ขวดในบ่อซีเมนต์

3) ผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดภายนอกขวด เพื่อให้คราบสกปรกและฉลากที่ติดอยู่ภายนอกขวดหลุดออก หลังจากล้างทำความสะอาดภายนอกขวดเสร็จแล้วผู้ปฏิบัติงานจะนำขวดใส่ในเข่ง เพื่อรอทำความสะอาดภายในขวดต่อไป ดังภาพประกอบ 4.23 จากการสัมภาษณ์เพื่อเติมได้ข้อมูลว่า ระหว่างทำงานจะมีการเปลี่ยนน้ำภายในบ่อ เพื่อลดคราบโคลนที่ละลายในน้ำ หากไม่เปลี่ยนจะทำให้เห็นคราบหลงเหลือหลังจากขวดแห้งแล้ว เวลาเฉลี่ยในการล้าง 1 บ่อ ประมาณ 120 นาที

ภาพประกอบ 4.23 การทำความสะอาดภายนอกขวด (ก่อนปรับปรุง)

4) เมื่อขวดถูกล้างทำความสะอาดภายนอกเสร็จแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะเลื่อนเข่งไปยังเครื่องล้างขวด ระยะทางการเคลื่อนที่ประมาณ 10.4 เมตร/บ่อ เวลาเฉลี่ย 3 นาที

5) ขวดจะถูกทำความสะอาดภายใน โดยเครื่องล้างขวด ซึ่งแปรงล้างขวดจะหมุนด้วยมอเตอร์ ขณะเดียวกันผู้ปฏิบัติงานจะนำปากขวดไปจ่อที่แปรงล้างขวด แล้วดันขวดเพื่อให้แปรงล้างขวดเข้าไปทำความสะอาดภายในขวด ผู้ปฏิบัติงานจะขยับขวดขึ้น-ลง เพื่อให้แปรงล้างทำความสะอาดภายในขวด จากนั้นจึงดึงขวดออกแล้วนำไปแช่ในน้ำสะอาด ดังภาพประกอบ 4.24 ขั้นตอนการทำความสะอาดภายในขวดใช้เวลาเฉลี่ย 45 นาที/บ่อ

ภาพประกอบ 4.24 การทำความสะอาดภายในขวด (ก่อนปรับปรุง)

6) นำขวดออกจากบ่อเพื่อนำไปใส่ในเข่งที่จัดเตรียมไว้ ใช้เวลาเฉลี่ย 5 นาที/บ่อ

7) ทิ้งไว้ให้ขวดแห้งเพื่อให้เห็นคราบสกปรกที่ยังคงเหลืออยู่ได้ชัดเจนขึ้น ใช้เวลาเฉลี่ย 30 นาที ความสะอาดของขวดหลังจากล้างทำความสะอาด แสดงในภาพประกอบ 4.25

ภาพประกอบ 4.25 ความสะอาดของขวดหลังล้างทำความสะอาด

8) ขวดถูกลำเลียงไปยังสถานีงานบรรจุขวดลงกระสอบ ระยะทางเฉลี่ย 14 เมตร ใช้เวลาเฉลี่ย 5 นาที ในขั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานด้วยความระมัดระวัง มิให้ขวดแตกขณะเคลื่อนที่

4.2.2.2 การกำหนดแนวทางการปรับปรุงงาน

การกำหนดแนวทางการปรับปรุงงาน ใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนการทำงาน ประกอบกับการสังเกตวิธีการทำงาน เพื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และนำหลักเกณฑ์ ECRS มาปรับปรุง ผลการกำหนดแนวทางการปรับปรุงงานสำหรับกระบวนการล้างขวด แสดงดังตารางที่ 4.13-4.22

ตารางที่ 4.13 คำถาม 5W1H ในขั้นตอนลำเลียงขวดจากสถานที่จัดเก็บขวดที่แยกประเภทมายังสถานีงานล้างขวด

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	ลำเลียงขวดมายังสถานีงานล้างขวด	ผู้ปฏิบัติงานใช้เวลาประมาณ 10 นาที/บ่อ เพื่อลำเลียงขวดจากสถานที่จัดเก็บขวดที่แยกประเภทแล้วมายังสถานีงานแยกขวดเพราะโรงงานไม่มีอุปกรณ์ลำเลียงทันสมัย	นำอุปกรณ์การลำเลียงทันสมัยมาใช้ในโรงงานจะลดเวลาการทำงานลงได้
	(Why) ทำไมต้องทำ	ขวดยังไม่อยู่ ณ สถานีงานล้างขวด		
สถานที่	(Where) สถานที่	จากสถานที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงานล้างขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	ขวดถูกจัดเก็บอยู่ที่สถานที่จัดเก็บขวดซึ่งแยกประเภทแล้ว		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	เมื่อผู้ปฏิบัติงานต้องการล้างขวด		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	นำขวดที่แยกประเภทแล้วมาล้างทำความสะอาด		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	ใช้แรงงานคนลำเลียง		
	(Why) ทำไม	ไม่มีอุปกรณ์ที่ทันสมัย		

ตารางที่ 4.14 คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการแช่ขวด

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	แช่ขวดในบ่อซีเมนต์	ผู้ปฏิบัติงานมักแช่ขวดก่อนปฏิบัติงานในแต่ละวัน ทำให้เกิดเวลาสูญเปล่าประมาณ 20 นาที	ควรลดเวลาการแช่ขวดก่อนปฏิบัติงานในแต่ละวันลง เพื่อลดเวลาสูญเปล่าที่เกิดขึ้น
	(Why) ทำไมต้องทำ	เพื่อให้ฉลากเปื่อย		
สถานที่	(Where) สถานที่	บ่อซีเมนต์ภายในสถานีงานล้างขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	มีน้ำผสมผงซักฟอกอยู่ในบ่อซีเมนต์		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	ก่อนล้างทำความสะอาดภายนอกขวด		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	จะช่วยให้ฉลากข้างขวดหลุดออกง่าย		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	นำขวดไปแช่ในบ่อซีเมนต์ที่มีน้ำผสมผงซักฟอก		
	(Why) ทำไม	ต้องการให้ขวดเปียก		

ตารางที่ 4.15 คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดภายนอกขวด

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	ล้างทำความสะอาดภายนอกขวด	1.หลังจากแช่น้ำ 20 นาที ขวดยังมีฉลากติดอยู่ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงขัดเพื่อให้ฉลากหลุดออก 2.คราบสกปรกจากขวดจะผสมกับน้ำในบ่อ เป็นผลให้ขวดมีคราบเกิดขึ้นหลังจากล้างเสร็จแล้ว ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องเปลี่ยนน้ำประมาณ 3 ครั้ง/บ่อ	1.แช่ขวดในน้ำให้นานขึ้น เพื่อให้ฉลากหลุดออก 2.ลดปริมาณการใช้น้ำ โดยจัดเตรียมน้ำสะอาดใส่ถัง เพื่อล้างขวดหลังจากทำความสะอาดภายนอกขวดเสร็จแล้ว
	(Why) ทำไมต้องทำ	ต้องการขจัดคราบสกปรกและฉลากข้างขวด		
สถานที่	(Where) สถานที่	บ่อซีเมนต์ภายในสถานีงานล้างขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	ขวดถูกแช่อยู่ที่นั่น		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	หลังจากแช่ขวดแล้วประมาณ 20 นาที		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	ฉลากจะเปื่อยง่ายต่อการทำความสะอาด		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	ใช้แรงงานขัดบริเวณรอบขวด		
	(Why) ทำไม	คราบสกปรกและฉลากติดอยู่ภายนอก		

ตารางที่ 4.16 คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการนำขวดใส่ในเข่งเพื่อรอล้างภายในขวด

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	นำขวดใส่ในเข่งรอล้างภายในขวด	เป็นเวลาที่สูญเสียไปเนื่องจากการรอ	ถ้าผู้ปฏิบัติงานสามารถล้างทำความสะอาดภายนอกและภายในขวดในเวลาเดียวกันได้ จะไม่มีการรอเกิดขึ้น
	(Why) ทำไมต้องทำ	มีผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียวต่อหน่วยการทำงาน		
สถานที่	(Where) สถานที่	สถานีงานล้างขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	ขวดจะถูกล้างในสถานีงานล้างขวด		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	หลังจากล้างทำความสะอาดภายนอกขวดแต่ละขวดเสร็จ		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	ไม่สามารถทำงานต่อเนื่องในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดภายในขวดได้		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	วางขวดไว้ในเข่ง		
	(Why) ทำไม	เพื่อความสะดวกในการลำเลียงไปยังงานถัดไป		

ตารางที่ 4.17 คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการเลื่อนเข่งไปยังเครื่องล้างขวด

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	เลื่อนเข่งไปยังเครื่องล้างขวด	เป็นเวลาที่สูญเสียไปเนื่องจากการเคลื่อนย้าย	ถ้าผู้ปฏิบัติงานสามารถล้างทำความสะอาดภายนอกและภายในขวดในเวลาเดียวกันได้ ขั้นตอนนี้จะถูกกำจัดออกไป
	(Why) ทำไมต้องทำ	เพื่อให้ขวดใกล้กับเครื่องล้างขวด		
สถานที่	(Where) สถานที่	จากบ่อซีเมนต์ไปยังเครื่องล้างขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	ต้องการให้ขวดอยู่ใกล้เครื่องล้างขวด		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	เมื่อต้องการล้างทำความสะอาดภายในขวด		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	เข่งซึ่งบรรจุขวดที่ล้างทำความสะอาดภายนอกขวดแล้วอยู่ห่างจากเครื่องล้างขวด		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	ใช้แรงงานลาก		
	(Why) ทำไม	สะดวก เพราะ ระยะทางไม่มากนัก		

ตารางที่ 4.18 คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดภายในขวด

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	ล้างทำความสะอาดภายในขวด	1.ขนแปรงล้างขวดลักษณะแข็งและใหญ่กว่าปากขวด ต้องออกแรงดันขวด เพื่อให้ขนแปรงสามารถเข้าไปทำความสะอาดภายในขวดและต้องออกแรงดึงขวดเพื่อให้ขนแปรงออกมา ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานบางคนมีอาการปวดเมื่อยบริเวณแขนหลังจากการทำงานเสร็จ 2.เมื่อล้างไปแล้วประมาณ 100 ขวด แปรงล้างขวดจะเกิดการงอตัว เพราะผู้ปฏิบัติงานต้องขยับขวดขึ้น-ลง เพื่อทำความสะอาดภายใน เป็นผลให้ต้องเล็งปากขวดให้ตรงกับแปรงขณะดันขวด	1.นำแปรงล้างขวดที่ขนแปรงมีลักษณะอ่อนมาใช้ 2.นำอุปกรณ์อื่นมาใช้ เพื่อทดแทนแปรงล้างขวด
	(Why) ทำไมต้องทำ	ต้องการทำความสะอาดภายในขวด		
สถานที่	(Where) สถานที่	จุดที่ตั้งเครื่องล้างขวดในสถานีงานล้างขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	ต้องใช้เครื่องล้างขวดเป็นอุปกรณ์ช่วยทำงาน		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	ทำหลังจากล้างทำความสะอาดภายนอกขวด		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	เมื่อทำความสะอาดภายนอกเสร็จผู้ปฏิบัติงานจะใส่น้ำในขวดเพื่อช่วยทำความสะอาดในขั้นตอนล้างทำความสะอาดภายในขวด		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	นำขวดเข้าไปใส่ในแปรงที่กำลังหมุนอยู่		
	(Why) ทำไม	ให้แปรงช่วยทำความสะอาดภายในขวด		

ตารางที่ 4.19 คำถาม 5W1H ในขั้นตอนขวดถูกแช่ในบ่อเพื่อล้างน้ำสะอาด

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	นำขวดแช่ในน้ำสะอาด	ไม่พบปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานนี้	ขั้นตอนนี้สามารถตัดออกไปได้ ถ้ารวมอยู่ในขั้นตอนทำความสะอาดภายในขวด โดยให้มีน้ำสะอาดเข้าไปในขวดขณะทำความสะอาดภายในและไหลออกมาเมื่อทำความสะอาดเสร็จ
	(Why) ทำไมต้องทำ	ต้องการให้ผงซักฟอกที่อยู่ภายในขวดออก		
สถานที่	(Where) สถานที่	บ่อซีเมนต์ในสถานีงานล้างขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	มีการจัดเตรียมน้ำสะอาดไว้ในบ่อแล้ว		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	หลังจากล้างทำความสะอาดภายในขวดแล้ว		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	จะมีผงซักฟอกตกค้างภายในขวด		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	นำขวดลงไปแช่ในน้ำสะอาด		
	(Why) ทำไม	ผงซักฟอกจะออกมาเพราะน้ำเข้าไปแทนที่		

ตารางที่ 4.20 คำถาม 5W1H ขั้นตอนการนำขวดจากบ่อใส่เข่ง

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	นำขวดจากบ่อซีเมนต์ใส่ในเข่ง	เป็นเวลาที่ต้องสูญเสียไปเนื่องจากการเคลื่อนย้าย	ขั้นตอนนี้สามารถตัดออกไปได้ถ้ารวมอยู่ในขั้นตอนทำความสะอาดภายในขวด โดยให้มีน้ำสะอาดเข้าไปในขวดขณะทำความสะอาดภายในและไหลออกมาเมื่อทำความสะอาดเสร็จ
	(Why) ทำไมต้องทำ	ต้องการเทน้ำภายในขวดออกและเพื่อสะดวกในการลำเลียง		
สถานที่	(Where) สถานที่	บริเวณบ่อซีเมนต์		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	ขวดถูกแช่น้ำสะอาดในบ่อซีเมนต์		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	หลังจากแช่น้ำสะอาดแล้ว		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	ผงซักฟอกออกจากภายในขวดแล้วและต้องการลำเลียงไปสถานีงานถัดไป		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	ผู้ปฏิบัติงานจะหยิบขวดออกมาจากบ่อแล้วนำไปใส่ในเข่งที่ได้จัดเตรียมไว้		
	(Why) ทำไม	ระยะทางไม่ไกลและป้องกันขวดแตก		

ตารางที่ 4.21 คำถาม 5W1H ในขั้นตอนการทำให้ขวดแห้ง

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	ทำให้ขวดแห้ง	ไม่พบปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้	ขั้นตอนนี้จะสามารถตัดออกไปได้ ถ้าขวดล้างสะอาดทุกใบ
	(Why) ทำไมต้องทำ	เพื่อให้เห็นคราบสกปรกที่ค้างอยู่ได้ง่ายขึ้น		
สถานที่	(Where) สถานที่	สถานีงานล้างขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	ขวดถูกล้างในสถานีงานดังกล่าว		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	ขณะอยู่ในเข่งต่อจากขั้นตอนก่อนหน้า		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	ขวดถูกล้างทำความสะอาดทุกขั้นตอนแล้ว		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	ตั้งไว้ในเข่งขวดที่เปียกจะแห้งไปเอง		
	(Why) ทำไม	น้ำจะระเหยไปกับอากาศ		

ตารางที่ 4.22 คำถาม 5W1H ในขั้นตอนเลื่อนเข่งไปยังสถานีงานบรรจุ

หัวข้อ	5W 1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไขปัญหา
วัตถุประสงค์	(What) ทำอะไร	ลำเลียงขวดไปยังสถานีงานบรรจุ	1.เป็นเวลาที่สูญเสียไปเนื่องจากการเคลื่อนย้าย 2.มีขวดแตกบางครั้งขณะเคลื่อนย้าย คราวละ 3-4 ขวด	ลดระยะทางการเคลื่อนย้าย
	(Why) ทำไมต้องทำ	ต้องการนำขวดไปบรรจุลงกระสอบ		
สถานที่	(Where) สถานที่	จากสถานีงานล้างขวดไปยังสถานีงานบรรจุขวด		
	(Why) ทำไมต้องทำที่นั่น	มีผู้ปฏิบัติงานอยู่ที่นั่น		
ลำดับ	(When) ทำเมื่อไร	หลังจากที่ขวดแห้งแล้ว		
	(Why) ทำไมถึงทำเมื่อนั้น	จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสถานีงานบรรจุขวดสามารถตรวจสอบคราบสกปรกที่หลงเหลือได้ชัดเจน		
วิธีการ	(How) ทำอย่างไร	ใช้แรงงานลาก		
	(Why) ทำไม	ระยะทางไม่ไกลมากนัก		

ผลจากการพิจารณาความเหมาะสมของขั้นตอนการทำงานและสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน พบว่า ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดภายในขวด (ตารางที่ 4.18) ผู้ปฏิบัติงานมีอาการปวดเมื่อยบริเวณแขนหลังจากปฏิบัติงานเสร็จ ต้องใช้เวลาพักประมาณ 1 วัน อาการดังกล่าวจึงหายไป เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานได้ผลดังนี้

1) เนื่องจากขนแปรงมีลักษณะแข็งและใหญ่กว่าปากขวด ดังภาพประกอบที่ 4.26 ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงดันขวด เพื่อให้แปรงล้างขวดเข้าไปทำความสะอาดภายในขวด ดังภาพประกอบที่ 4.27 ดังนั้น แนวทางการปรับปรุง คือ นำแปรงล้างขวดชนิดที่มีลักษณะอ่อนหรือเล็กกว่าปากขวดมาใช้ เพื่อลดภาระกล้ามเนื้อบริเวณแขนส่วนบนของผู้ปฏิบัติงาน

ภาพประกอบ 4.26 ลักษณะของแปรงล้างขวดที่แข็งและมีขนาดใหญ่กว่าปากขวด

ภาพประกอบ 4.27 ผู้ปฏิบัติงานออกแรงดันขวดเพื่อให้แปรงล้างขวดเข้าไปในขวด

2) เมื่อแปรงล้างขวดเข้าไปในขวดแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะขยับขวดขึ้น-ลง เพื่อให้แปรงล้างขวดทำความสะอาดขวดได้อย่างทั่วถึง ดังภาพประกอบที่ 4.28 จากการสังเกตท่าทางการทำงานท่านี้ พบว่า บริเวณแขนส่วนล่างไม่มีที่รองแขน ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณดังกล่าวไม่มีการผ่อนคลาย ก่อให้เกิดอาการปวดเมื่อย นอกจากนี้ ข้อมือของผู้ปฏิบัติงานมีการหักงอขึ้น-ลง ซ้ำๆกันเป็นเวลานาน ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า เอ็นและเยื่อหุ้มเอ็นอักเสบ (Tenosynovitis) ขึ้นมาได้ ดังนั้น แนวทางการปรับปรุงควรให้ข้อมืออยู่ในลักษณะแนวตรงมากที่สุดและเสริมที่พักแขน เพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อขณะปฏิบัติงาน

(a)

(b)

(c)

ภาพประกอบ 4.28 ผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดภายในขวด

(a) ผู้ปฏิบัติงานล้างทำความสะอาดภายในขวด

(b) ผู้ปฏิบัติงานหักข้อมือขึ้น เพื่อทำความสะอาดภายในขวด

(c) ผู้ปฏิบัติงานหักข้อมือลง เพื่อทำความสะอาดภายในขวด

หลังจากผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดภายในขวดประมาณ 100 ขวด แปรงล้างขวดจะมีลักษณะงอ ดังภาพประกอบที่ 4.29 จากนั้นแปรงล้างขวดจะหมุนในลักษณะควง ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้เวลานำปากขวดไปจ่อที่แปรงล้างขวด ก่อนที่จะดันเข้าเพื่อให้แปรงเข้าไปภายในขวด แนวทางการปรับปรุงเพื่อลดเวลานำปากขวดไปจ่อที่แปรงล้างขวด คือ นำแปรงล้างขวดชนิดอื่นมาใช้หรือนำอุปกรณ์อื่นมาใช้ทดแทนแปรงล้างขวด

ภาพประกอบ 4.29 ลักษณะของแปรงล้างขวดที่งอตัว

3) หลังจากทำความสะอาดภายในขวดเสร็จแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะนำแปรงออกจากขวด โดยการดึงขวดออก ดังภาพประกอบที่ 4.30 จากการสังเกตท่าทางการทำงานท่านี้ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องออกแรงดึง เพราะ แปรงล้างขวดมีลักษณะแข็งและใหญ่กว่าปากขวดมาก ดังนั้น แนวทางการปรับปรุง คือ ควรนำแปรงล้างขวดชนิดที่มีลักษณะอ่อนหรือเล็กกว่าปากขวดมาใช้ เพื่อลดภาระกล้ามเนื้อบริเวณแขนของผู้ปฏิบัติงาน

ภาพประกอบ 4.30 ผู้ปฏิบัติงานดึงขวดออกจากแปรงล้างขวด

จากตารางที่ 4.13 – 4.22 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไขปัญหา ดังต่อไปนี้

1) ผู้ปฏิบัติงานมีอาการแสบร้อนที่มือหลังจากปฏิบัติงาน ซึ่งมีสาเหตุจากการสัมผัสกับผงซักฟอกเป็นเวลานาน แนวทางการปรับปรุง คือ นำสารทำความสะอาดชนิดอื่นมาใช้ทดแทนผงซักฟอก

2) ภายในสถานีงานมีการจัดวางตำแหน่งไม่เหมาะสม ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องมีการเคลื่อนที่โดยไม่จำเป็น แนวทางการปรับปรุง คือ จัดวางแผนผังการทำงานในสถานีงานใหม่ให้อยู่ในระยะทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

3) เครื่องล้างขวดที่ใช้ขณะก่อนปรับปรุงไม่มีความปลอดภัย นอกจากนี้ยังส่งผลให้ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานไม่เหมาะสม แนวทางการปรับปรุง คือ ออกแบบเครื่องล้างขวดใหม่ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานในท่าทางที่เหมาะสมและปลอดภัย

4.2.2.3 การปรับปรุงงาน

จากแนวทางการปรับปรุงงาน สามารถแบ่งการปรับปรุงงานในสถานีงานล้างขวดเป็น 2 ส่วน คือ (1) ออกแบบเครื่องล้างขวดให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน (2) เปลี่ยนสารทำความสะอาด เพื่อทดแทนผงซักฟอก การปรับปรุงงานทั้ง 2 ส่วน มีดังนี้

เครื่องล้างขวด คือ อุปกรณ์ช่วยทำงานที่มีความสำคัญสำหรับโรงงานแห่งนี้ แต่เครื่องล้างขวดที่ใช้ขณะก่อนปรับปรุง แสดงในภาพประกอบที่ 4.31 ยังไม่มีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานเท่าที่ควร นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งใช้เครื่องล้างขวดขณะก่อนปรับปรุง พบว่า ท่าทางการทำงานไม่เหมาะสม ดังนั้น การปรับปรุงเครื่องล้างขวดให้มีความปลอดภัยและออกแบบท่าทางการทำงานให้เหมาะสม ควรดำเนินการควบคู่กัน

ภาพประกอบที่ 4.31 เครื่องล้างขวดก่อนปรับปรุง

การทำงานของเครื่องล้างขวดระบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้กันอยู่ทั่วไปในอุตสาหกรรมอาหาร (Clean Washington Center, 1998) แสดงในภาพประกอบ 4.32 มี 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1) ขั้นตอนการแช่ขวด ขวดจะถูกแช่ด้วย caustic soda (โซดาไฟ) ความเข้มข้น 2-3% ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 15 นาที ซึ่งขั้นตอนนี้ มีจุดประสงค์ เพื่อทำให้ฉลากข้างขวดหลุดออก

2) บริเวณภายนอกขวดถูกฉีดด้วยโซดาไฟ ความเข้มข้น 2-3% ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อให้ฉลากและคราบสกปรกบริเวณข้างขวดหลุดออก ดังภาพประกอบที่ 4.32 (c)

3) บริเวณภายในขวดถูกฉีดด้วยโซดาไฟ 2-3 % ที่อุณหภูมิ 80องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกภายในขวด ดังภาพประกอบที่ 4.32 (d)

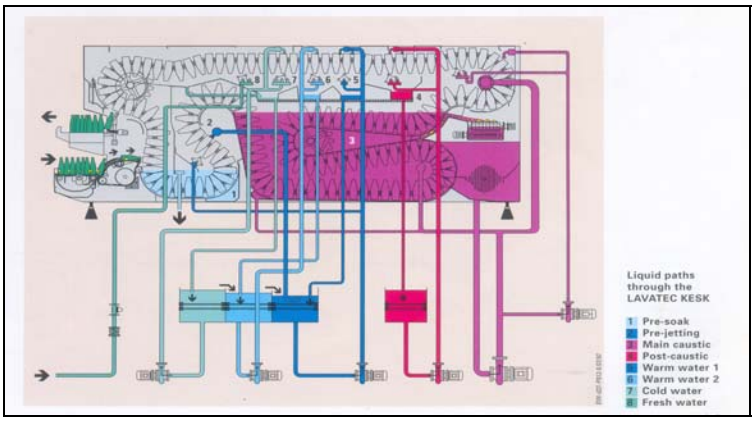
4) ขวดถูกล้างด้วยน้ำอุ่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพื่อล้างสารเคมีที่หลงเหลือภายในขวด

5) ขวดถูกล้างด้วยน้ำสะอาด

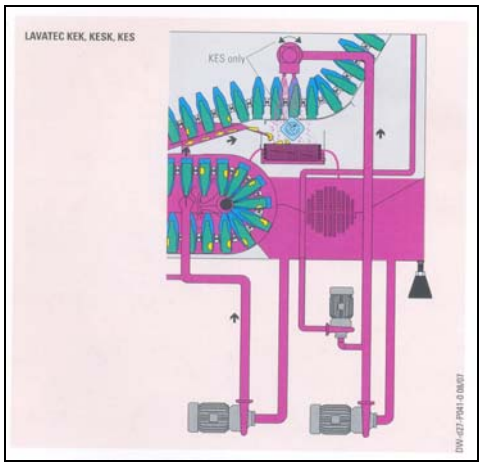
ถึงอย่างไรก็ตาม เครื่องล้างขวดระบบอัตโนมัติ มีราคาสูงและมีขนาดใหญ่มาก ไม่เหมาะกับโรงงานกรณีศึกษา ดังนั้น จึงนำเพียงหลักการทำงานมาประยุกต์ใช้ เพื่อปรับปรุงการทำงานในสถานีงานล้างขวด

การออกแบบเครื่องล้างขวดใหม่ เริ่มจากพิจารณาคราบสกปรกของขวดก่อนล้างทำความสะอาด พบว่า ขวดส่วนใหญ่จะมีคราบสกปรกบริเวณภายนอกขวด ดังภาพประกอบที่ 4.33(a) คราบสกปรกจะเป็นคราบโคลนและฉลากข้างขวด ส่วนภายในขวดจะสะอาด ดังภาพประกอบที่ 4.33 (b) เพราะ ขวดเหล่านี้ก่อนที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ จะผ่านการบรรจุเครื่องดื่มมาก่อน

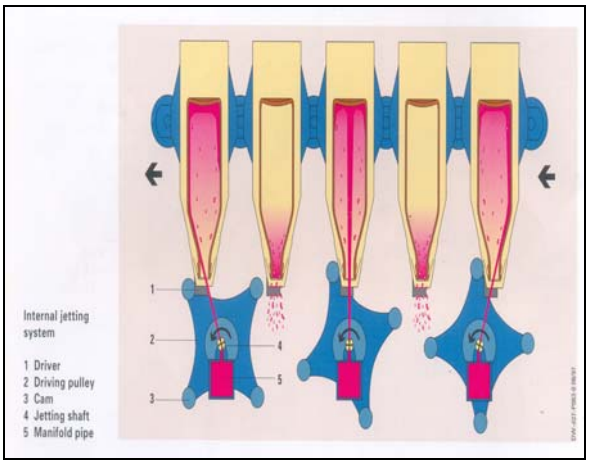
(a)



(b)



(c)



(d)

ภาพประกอบ 4.32 เครื่องล้างขวดระบบอัตโนมัติ

(a) ลักษณะภายนอกของเครื่องล้างขวดระบบอัตโนมัติ

(b) การทำงานภายในเครื่องล้างขวดระบบอัตโนมัติ

(c) การทำความสะอาดภายนอกขวดของเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ

(d) การทำความสะอาดภายในขวดของเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ

ที่มา บริษัท Krones Bottle Washing Technology

(a) (b)

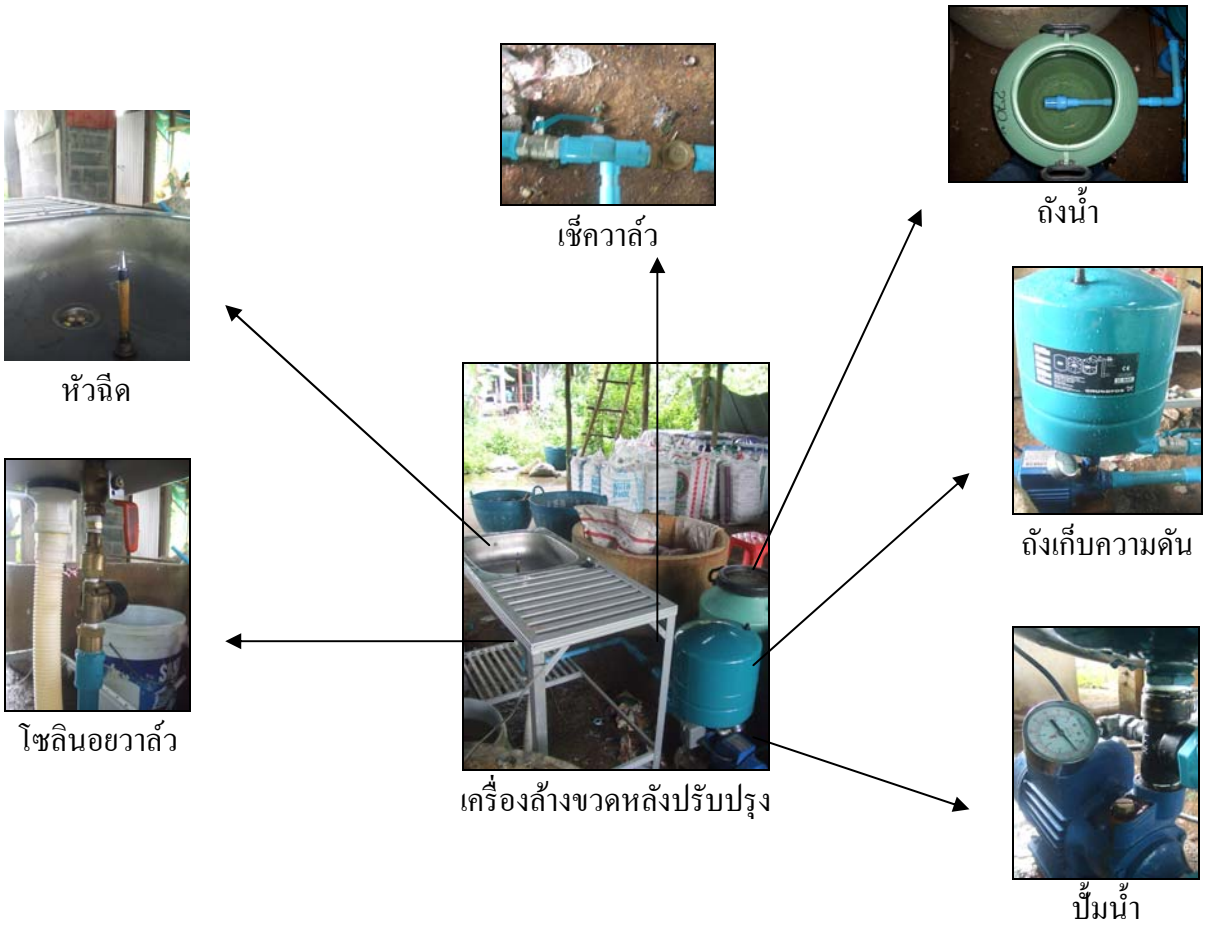
ภาพประกอบ 4.33 ความสะอาดของขวดก่อนล้างทำความสะอาด

(a) ลักษณะของความสะอาดภายนอกขวด

(b) ลักษณะของความภายในขวด

จากหลักการทำงานของเครื่องล้างขวดระบบอัตโนมัติ พบว่า ขั้นตอนการทำความสะอาดภายนอกขวดและภายในขวด มีการใช้แรงกล คือ แรงฉีดน้ำผสมโซดาไฟ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ จึงนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้สำหรับปรับปรุงเครื่องล้างขวดใหม่ ซึ่งเครื่องล้างขวดหลังปรับปรุง แสดงดังภาพประกอบ 4.34 ซึ่งมีส่วนประกอบ ดังนี้ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ)

1) ถังเก็บน้ำ ทำหน้าที่กักเก็บน้ำ เพื่อใช้ฉีดเข้าไปในขวด
2) ปั๊มน้ำ ทำหน้าที่สูบน้ำจากถังน้ำเข้าสู่ถังเก็บความดัน
3) ถังเก็บความดัน ทำหน้าที่รักษาระดับความดัน
4) โซลินอยวาล์ว ทำหน้าที่ควบคุมการฉีดน้ำเข้าขวด
5) อ่างล้างจาน
6) เช็ควาล์ว ทำหน้าที่ป้องกันการไหลกลับของน้ำในท่อ
7) หัวฉีด ทำหน้าที่ฉีดน้ำเข้าไปทำความสะอาดภายในขวด



ภาพประกอบ 4.34 ส่วนประกอบของเครื่องล้างขวดหลังปรับปรุง

หลักการทำงานของเครื่องล้างขวดที่ออกแบบใหม่ จะใช้แรงฉีดน้ำทำความสะอาดภายในขวด ส่วนภายนอกขวดจะใช้แรงงานคน เพราะ แรงฉีดน้ำไม่สามารถทำให้คราบโคลนที่ติดอยู่ข้างขวดหลุดออกไปได้

การทำงานของเครื่องล้างขวดที่ออกแบบใหม่ เริ่มจากผู้ปฏิบัติงานกดปุ่มที่อ่างล้างจาน ดังภาพประกอบ 4.35 (a) โซลินอยวาล์วจะทำงาน จากนั้นปั๊มน้ำจะสูบน้ำจากถังน้ำผ่านถังเก็บความดัน แล้วไหลผ่านไปตามท่อพีวีซี โดยมีเช็ควาล์วเป็นตัวควบคุมไม่ให้น้ำไหลย้อนกลับ น้ำจะไหลตามท่อจนถึงหัวฉีด น้ำจะพุ่งออกจากหัวฉีดด้วยความแรงเข้าไปในขวด เพราะ หัวฉีดมีขนาดเล็กกว่าท่อส่งน้ำมาก ผู้ปฏิบัติงานต้องขยับขวดซ้าย-ขวา เพื่อให้น้ำฉีดเข้าไปในขวดได้อย่างทั่วถึง

(a)

(b) (c) (d)

ภาพประกอบ 4.35 การใช้งานเครื่องล้างขวดหลังปรับปรุง

(a) ผู้ปฏิบัติงานกดปุ่มที่อ่างล้างจาน

(b) ขวดตั้งตรงเพื่อให้แรงฉีดน้ำทำความสะอาดบริเวณก้นขวด

(c) ผู้ปฏิบัติงานเอียงขวดทางขวา เพื่อให้แรงฉีดน้ำทำความสะอาดบริเวณข้างขวด

(d) ผู้ปฏิบัติงานเอียงขวดทางซ้าย เพื่อให้แรงฉีดน้ำทำความสะอาดบริเวณข้างขวด

การนำสารทำความสะอาดชนิดอื่นเพื่อทดแทนผงซักฟอก ต้องมีส่วนประกอบคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ซักล้างทั่วไป จึงจะทำให้ประสิทธิภาพการทำความสะอาดไม่ด้อยลง ซึ่งผลิตภัณฑ์ซักล้างทั่วไปจะมีองค์ประกอบหลัก คือ สารลดแรงตึงผิว (surfactant) ซึ่งจะทำหน้าที่จับตัวกับสิ่งสกปรกแล้วทำให้คราบไขมันหลุดออก

โซดาไฟความเข้มข้น 2-3% เป็นสารทำความที่นำมาใช้ควบคู่กับเครื่องล้างขวดระบบอัตโนมัติดังที่ได้กล่าวมาแล้ว โซดาไฟ เป็นสารละลายประเภทด่าง มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน ดังตารางที่ 4.23 แต่เครื่องล้างขวดที่ออกแบบใหม่ ยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ดังนั้น โซดาไฟจึงไม่ถูกนำมาใช้ทดแทนผงซักฟอกในงานวิจัยครั้งนี้

ตารางที่ 4.23 อันตรายของโซดาไฟต่อสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน

สัมผัสทางหายใจ	การหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคือง และทำให้เกิดการทำลายต่อทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้เกิดอาการจาม ปวดคอ หรือน้ำมูกไหล ปอดอักเสบอย่างรุนแรง หายใจติดขัด หายใจถี่เร็ว
สัมผัสทางผิวหนัง	การสัมผัสถูกผิวหนัง จะก่อให้เกิดการระคายเคืองรุนแรง เป็นแผลไหม้ และเกิดเป็นแผลพุพองได้
กินหรือกลืนเข้าไป	การกินหรือกลืนเข้าไป ทำให้แสบไหม้บริเวณปาก คอ กระเพาะอาหาร ทำให้เป็นแผลเป็น เลือดออกในกระเพาะอาหาร อาเจียน ท้องร่วง ความดันเลือดต่ำลง อาจทำให้เสียชีวิตได้
สัมผัสถูกตา	การสัมผัสถูกตา จะมีฤทธิ์กัดก่อน ทำให้เกิดการระคายเคืองรุนแรง เป็นแผลแสบไหม้ อาจทำให้มองไม่เห็นถึงขั้นตาบอดได้
ความผิดปกติอื่นๆ	การสัมผัสสารนี้ติดต่อเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อ เพราะสารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อนเนื้อเยื่อ

(ที่มา กรมควบคุมมลพิษ, 2544)

จากการสืบค้นข้อมูล พบว่า มีการนำน้ำหมักชีวภาพมาเป็นสารทำความสะอาดเพื่อใช้ทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์ ซึ่งน้ำหมักชีวภาพ คือ ผลผลิตที่ได้จากการหมักซากพืช ซากสัตว์ กับกากน้ำตาล ผลผลิตที่ได้ประกอบด้วย กรดซิตริค กรดอะซิติค และเอทานอล ซึ่งสารทั้ง 3 ชนิดนี้ มีคุณสมบัติเหมือนกับสารลดแรงตึงผิว โดยแสดงในตารางที่ 4.24 ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ จึงนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ทดแทนผงซักฟอก

ตารางที่ 4.24 คุณสมบัติของสารประกอบที่ได้จากน้ำหมักชีวภาพ

ชื่อสารประกอบ	สูตรทางเคมี	คุณสมบัติ
กรดซิตริค	$C_6H_8O_7$	รวมกับน้ำกระด้างเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำความสะอาด
กรดอะซิติค	CH_3COOH	เป็นกรดอินทรีย์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำความสะอาด
เอทานอล	$C_6H_{12}O_6$	เป็นตัวละลายน้ำที่ดีมีส่วนช่วยในการละลายไขมัน

ที่มา http://en.wikipedia.org

จากแผนภูมิกระบวนการผลิต (ภาพประกอบ 4.20) พบว่า ก่อนการปรับปรุงงานขวดถูกแช่ในบ่อซีเมนต์ ก่อนปฏิบัติงาน 20 นาที/บ่อ ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องรอ ดังนั้น การปรับปรุงจึงกำหนดเวลาแช่ขวดใหม่ เป็นช่วงเวลาหลังจากเลิกงานในวันก่อนหน้า เพื่อกำจัดเวลารอออกไป นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานล้างทำความสะอาดขวดสะดวกขึ้นด้วย ระยะเวลาแช่ขวดก่อนและหลังปรับปรุง แสดงในภาพประกอบที่ 4.36

	เวลาเลิกงานวันก่อนหน้า	วันปฏิบัติงาน
ก่อนปรับปรุง		แช่ขวด 20 นาที ←→ ปฏิบัติงาน ←→
หลังปรับปรุง	แช่ขวด ←→	ปฏิบัติงาน ←→

ภาพประกอบที่ 4.36 การปรับปรุงงานขั้นตอนแช่ขวด

ก่อนปรับปรุงการทำงาน กระบวนการล้างขวดของโรงงานแห่งนี้ ใช้ระบบการผลิตแบบ Lot Production หมายถึง การผลิตที่จะทำการผลิตจนเสร็จในขั้นตอนแรกก่อน แล้วทำการผลิตในขั้นตอนต่อไป ซึ่งให้วัสดุ (ขวด) ต้องมีการรอเกิดขึ้นหลังจากล้างทำความสะอาดภายนอกขวดเสร็จแล้ว ซึ่งเวลารอที่เกิดขึ้นไม่ก่อให้เกิดคุณค่า เพื่อขจัดเวลาดังกล่าว จึงนำแนวคิดการผลิตแบบไหลทีละชิ้น (One Piece Production) ซึ่งหมายถึง ผลิตตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนจบขั้นตอนสุดท้ายภายในเวลาเดียวกัน มาใช้ในการปรับปรุงงาน กล่าวคือ เมื่อผู้ปฏิบัติงานล้างทำความสะอาดภายนอกขวดเสร็จแล้ว ทำความสะอาดภายในขวดเลย ไม่ต้องใส่เข่งเพื่อรอ เหมือนก่อนการปรับปรุง

ผลการปรับปรุงงานสถานีงานล้างขวด สรุปเป็นขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

1) หลังจากปฏิบัติงานในวันก่อนหน้าเสร็จ ผู้ปฏิบัติงานจะทำการลำเลียงขวดจากสถานที่จัดเก็บขวดที่แยกประเภทแล้วมายังสถานีงานล้างขวด จากนั้นผู้ปฏิบัติงานจะทำการแช่ขวดในบ่อซีเมนต์ ผลการปรับปรุง ทำให้ขวดถูกแช่น้ำผสมสารทำความสะอาดนานขึ้นและผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดภายขวดง่ายยิ่งขึ้น

2) ในวันปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานสามารถล้างขวดได้ทันที โดยไม่ต้องแช่ขวด เพราะ ได้แช่ในวันก่อนหน้าแล้ว ผู้ปฏิบัติงานนำขวดขึ้นมาจากบ่อ ดังภาพประกอบ 4.37 โดยให้มีน้ำผสมสารทำความสะอาดอยู่ภายในขวดประมาณครึ่งขวด ดังภาพประกอบที่ 4.38

ภาพประกอบ 4.37 ผู้ปฏิบัติงานนำขวดขึ้นจากบ่อ

ภาพประกอบ 4.38 น้ำผสมสารทำความสะอาดอยู่ภายในขวด

3) ผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดภายนอกขวด ดังภาพประกอบ 4.39 จากนั้นขวดจะถูกล้างน้ำสะอาดในถังที่จัดเตรียมไว้ ดังภาพประกอบที่ 4.40

ภาพประกอบ 4.39 ผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดภายนอกขวด

ภาพประกอบ 4.40 ขวดถูกล้างน้ำสะอาดในถังที่จัดเตรียมไว้

4) ผู้ปฏิบัติงานนำขวดมาจ่อที่หัวฉีด จากนั้นกดปุ่มควบคุมน้ำ เพื่อให้น้ำฉีดออกมา ดังภาพประกอบ 4.41 ผู้ปฏิบัติงานขยับขวด เพื่อให้น้ำฉีดเข้าภายในขวดได้อย่างทั่วถึง น้ำผสมสารทำความสะอาดจะทำความสะอาดภายในขวด ดังภาพประกอบ 4.42 จากนั้นจึงไหลออก

น้ำสะอาดจะเข้าไปแทนที่แล้วทำความสะอาดอีกครั้ง เพื่อล้างสารทำความสะอาด จากนั้นจะไหลออกมา ดังภาพประกอบ 4.43

ภาพประกอบ 4.41 ผู้ปฏิบัติงานกดปุ่มควบคุม เพื่อให้น้ำฉีดออกมา

ภาพประกอบ 4.42 ผู้ปฏิบัติงานขยับขวดเพื่อให้แรงฉีดน้ำทำความสะอาดขวด

ภาพประกอบ 4.43 น้ำไหลออกจากขวด

5) หลังจากผู้ปฏิบัติงานล้างทำความสะอาดภายในขวดเสร็จ จะนำขวดใส่ในเข่ง เพื่อรอการบรรจุต่อไป ดังภาพประกอบ 4.44 จากนั้นผู้ปฏิบัติงานจะหยิบขวดต่อไปเพื่อทำความสะอาด

ภาพประกอบ 4.44 ผู้ปฏิบัติงานนำขวดซึ่งล้างเสร็จแล้วใส่เข่ง

หลังจากทำการปรับปรุงการทำงาน พบว่า ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน มีการเปลี่ยนแปลงในท่าทางที่เหมาะสม ดังภาพประกอบที่ 4.45 ดังนี้

1) ก่อนการปรับปรุงงาน แปรงล้างขวดเป็นอุปกรณ์ช่วยทำงาน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงดันขวดเพื่อให้แปรงล้างขวดเข้าไปในขวดและดึงขวดออกมา การปรับปรุงได้ใช้แรงฉีดน้ำมาทดแทนแปรงล้างขวด ทำให้ผู้ปฏิบัติงานออกแรงน้อยลง

2) ก่อนการปรับปรุง ไม่มีที่รองแขนผู้ปฏิบัติงานขณะทำงาน ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณดังกล่าวไม่มีการผ่อนคลายขณะทำงาน การปรับปรุงได้นำอ่างล้างจานมาใช้ ซึ่งขอบอ่างล้างจานสามารถใช้เป็นที่รองแขนขณะทำงานได้ ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณแขนมีการผ่อนคลายขณะทำงาน

3) ก่อนการปรับปรุง ผู้ปฏิบัติงานต้องหักข้อมือขึ้น-ลง เพื่อให้แปรงล้างขวดทำความสะอาดขวดได้ทั่วถึง ซึ่งเสี่ยงกับการเกิดอาการที่เรียกว่า เอ็นและเยื่อหุ้มเอ็นอักเสบ (Tenosynovitis) หลังปรับปรุง ผู้ปฏิบัติงานต้องขยับซ้าย-ขวา เพื่อให้แรงฉีดน้ำทำความสะอาดขวดได้ทั่วถึง ซึ่งข้อมือของผู้ปฏิบัติงานอยู่ในแนวตรง สามารถลดความเสี่ยงของการเกิดอาการ เอ็นและเยื่อหุ้มเอ็นอักเสบ (Tenosynovitis) ได้

ภาพประกอบ 4.45 ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ก่อนและหลังปรับปรุง

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างในประเด็นต่างๆ หลังจากปรับปรุงงานแสดงในตารางที่ 4.25 มีดังนี้

1) อุปกรณ์ช่วยผลิต ก่อนการปรับปรุง ประกอบด้วย ผงซักฟอก แปรงล้างขวด เครื่องล้างขวด ซึ่งส่งผลต่อผู้ปฏิบัติงาน คือ มีอาการผิดปกติหลังจากการทำงาน ได้แก่ อาการแสบร้อนที่มือและปวดเมื่อยบริเวณแขน บางครั้งต้องหยุดงานเพื่อให้อาการดังกล่าวหายไป การปรับปรุง

ได้ทำการออกแบบเครื่องล้างขวดใหม่ ซึ่งมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อแก้ไขอาการดังกล่าว นอกจากนี้ ก่อนการปรับปรุง ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดภายนอกขวด ผู้ปฏิบัติงานจะมีการเปลี่ยนน้ำภายในบ่อซีเมนต์ เพราะ มีโคลนจากขวดผสมในน้ำ ทำให้ล้างไม่สะอาด ปรับปรุงโดย จัดถังใส่น้ำสะอาดไว้ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานล้างขวดหลังจากทำความสะอาดภายนอกขวดเสร็จ ซึ่งสามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้

2) วิธีการทำงาน ก่อนการปรับปรุง ขั้นตอนการแช่ขวดในบ่อซีเมนต์ ผู้ปฏิบัติงานจะแช่ก่อนปฏิบัติงานเป็นเวลาประมาณ 20 นาที เพื่อเป็นการตัดเวลาดังกล่าวออกไป และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาด การปรับปรุงได้เปลี่ยนเวลาการแช่ขวด โดยให้ผู้ปฏิบัติงานแช่ขวดหลังเลิกงานในวันก่อนหน้า เพื่อให้ระยะเวลาการแช่ขวดนานขึ้น ผู้ปฏิบัติงานสามารถล้างขวดได้ง่ายขึ้นและลดเวลาการรอปฏิบัติงานขณะแช่ขวด นอกจากนี้ การไหลของวัสดุก่อนปรับปรุงเป็นแบบ Lot Production ซึ่งทำให้วัตถุดิบ (ขวด) มีการรอก่อนจะถึงขั้นตอนต่อไป เพื่อลดการรอดังกล่าว จึงนำการไหลของวัสดุแบบ One Piece Production มาปรับปรุง พบว่าสามารถลดการรอได้ นอกจากนี้ พบว่า การเคลื่อนที่ของผู้ปฏิบัติงานลดลงด้วย

3) ผู้ปฏิบัติงาน ก่อนการปรับปรุง มีอาการแสบมือและปวดเมื่อย เพราะ อุปกรณ์ช่วยทำงานไม่มีความเหมาะสม หลังการปรับปรุง อาการดังกล่าวของผู้ปฏิบัติงานหายไป

หลังจากปรับปรุงวิธีการทำงานแล้วนำแผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภทวัสดุ มาวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ดังภาพประกอบที่ 4.46 พบว่า การล้างขวด 1 บ่อ ระยะทางในการเคลื่อนที่ลดลง 10.67 % และ เวลาในการทำงานลดลง 29.43 %

ตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบการทำงานในสถานีงานล้างขวดก่อนปรับปรุงงานกับหลังปรับปรุงงานในประเด็นต่างๆ

ประเด็นเปรียบเทียบ	ก่อนปรับปรุงงาน	หลังปรับปรุงงาน
อุปกรณ์ช่วยผลิต	ผงซักฟอก แปรงล้างขวด เครื่องล้างขวด	น้ำหมักชีวภาพ ถัง เครื่องล้างขวด
การไหลของวัสดุ	Lot Production	One Piece Production
วิธีการทำงาน		
1.ลำเลียงขวดจากสถานที่จัดเก็บขวดที่แยกประเภทแล้วมายังสถานีงานล้างขวด	ผู้ปฏิบัติงานลำเลียงด้วยรถเข็น	คงเดิมไว้
2. ขวดถูกแช่ในบ่อ	ก่อนปฏิบัติงานในวันเดียวกัน เวลาที่ใช้แช่ขวดประมาณ 20 นาที	หลังจากเลิกงานในวันก่อนหน้าเวลาที่ใช้แช่ขวดประมาณ 16 ชั่วโมง
3. ขวดถูกล้างทำความสะอาดภายนอก	ใช้แรงงานคนทำความสะอาด	ยังคงเดิมไว้
4. ขวดถูกใส่เข่งรอล้างภายในขวด	เมื่อล้างภายนอกขวดเสร็จ จะนำขวดใส่เข่งเพื่อรอล้างภายในขวด	ตัดออกไป
5. เลื่อนเข่งไปยังเครื่องล้างขวด	ใช้แรงงานคน	ตัดออกไป
6. ทำความสะอาดภายในขวด	แปรงล้างขวดทำความสะอาดภายในขวด	แรงฉีดน้ำทำความสะอาดภายในขวด
7. ขวดถูกแช่ในบ่อเพื่อล้างน้ำสะอาด	นำขวดซึ่งทำความสะอาดภายในเสร็จแช่ในบ่อเพื่อล้างผงซักฟอก	ตัดออกไป
8. นำขวดจากบ่อใส่เข่ง	หลังจากแช่ขวดในน้ำสะอาดเสร็จผู้ปฏิบัติงานนำขวดขึ้นจากบ่อเพื่อใส่เข่ง	หลังจากล้างทำความสะอาดภายในขวดเสร็จแล้วจึงนำขวดใส่เข่ง
9. ทำให้ขวดแห้ง	ใช้วิธีการผึ่งลม	คงวิธีการเดิมไว้
10.เลื่อนเข่งไปยังสถานีงานบรรจุ	ใช้แรงงานคน	คงวิธีการเดิมไว้
ผู้ปฏิบัติงาน	บริเวณต้นแขนผู้ปฏิบัติงานมีอาการเมื่อยล้า มือผู้ปฏิบัติงานมีอาการแสบร้อน	อาการเมื่อยล้าบริเวณแขนและแสบร้อนที่มือหายไป

ขั้นตอนการทำงาน	สัญลักษณ์	ระยะทาง (เมตร)	เวลา(นาที/บ่อ)
1.ลำเลียงขวดจากสถานที่จัดเก็บขวดที่แยกประเภทมายังสถานีงานล้างขวด	⇨	80	10
2.ขวดถูกแช่ในบ่อ	◯	0	0
3.ขวดถูกล้างทำความสะอาดภายนอก	◯	0	150
4.ขวดถูกล้างน้ำสะอาดในถังที่จัดเตรียมไว้	◯	0	
5.ขวดถูกล้างทำความสะอาดภายใน	◯	0	
6.นำขวดไปใส่ในเข่ง	⇨	0	
7.ทำให้ขวดแห้ง	◯	0	10
8.เลื่อนเข่งไปสถานีงานบรรจุ	⇨	7	5
รวม	8	87	175

(a)

	ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
ก่อนปรับปรุงการทำงาน	10	97.4	248
หลังปรับปรุงการทำงาน	8	87	175
ผลต่าง	2	10.4	73
ลดลง (%)	20	10.67	29.43

(b)

ภาพประกอบ 4.46 (a) แผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภทวัสดุ (ขวด) ขั้นตอนการล้างขวดหลังปรับปรุง
(b) ผลการเปรียบเทียบแผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภทวัสดุ (ขวด) ก่อนและหลังปรับปรุง ขั้นตอนการล้างขวด

4.2.2.4 การทดลอง

จากการปรับปรุงแผนผังสถานีการทำงานและวิธีการทำงานคาดว่า ประสิทธิภาพในการทำงานจะเพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงได้ทำการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยมีสมมติฐาน คือ

H_0:อัตราการผลิตที่ได้จากการปรับปรุงวิธีการทำงานเท่ากับอัตราการผลิตที่ได้จากวิธีการทำงานแบบเดิม

H_1:อัตราการผลิตที่ได้จากการปรับปรุงวิธีการทำงานมากกว่าอัตราการผลิตที่ได้จากวิธีการทำงานแบบเดิม

การทดลองได้เก็บข้อมูลอัตราการผลิต (ขวด/ชั่วโมง-คน) ก่อนและหลังปรับปรุงสถานีการทำงาน เพื่อรักษาคุณภาพเดิมไว้ การเก็บข้อมูลจึงนับเฉพาะขวดที่สะอาด ผ่านเกณฑ์การตรวจที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเท่านั้น ดังนั้นจึงแยกชนิดของขวดเพื่อให้ทราบถึงชนิดขวดที่สามารถใช้ระบบฉีดน้ำทำความสะอาดได้ ผลการเก็บข้อมูลของขวดแต่ละชนิด แสดงในตารางที่ 4.26-4.32

ตารางที่ 4.26 ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดโซดา

ชนิดขวด	ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		จำนวน	อัตราการผลิต	จำนวน	อัตราการผลิต
		(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)	(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)
ขวดโซดา	1	756	94.50	846	105.75
	2	770	96.25	855	106.88
	3	760	95.00	864	108.00
	4	754	94.25	870	108.75

*หมายเหตุ น้ำหนักขวดโซดาประมาณ 323.22 กรัม

ตารางที่ 4.27 ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดเบียร์ช้าง

ชนิดขวด	ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		จำนวน	อัตราการผลิต	จำนวน	อัตราการผลิต
		(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)	(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)
เบียร์ช้าง	1	456	57.00	535	66.88
	2	460	57.50	548	68.50
	3	462	57.75	553	69.13
	4	461	57.63	560	70.00

*หมายเหตุ น้ำหนักขวดเบียร์ช้างประมาณ 460.95 กรัม

ตารางที่ 4.28 ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดเบียร์สิงห์

ชนิดขวด	ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		จำนวน	อัตราการผลิต	จำนวน	อัตราการผลิต
		(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)	(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)
เบียร์สิงห์	1	460	57.5	541	67.63
	2	465	58.13	547	68.38
	3	458	57.25	550	68.75
	4	466	58.25	563	70.38

*หมายเหตุ น้ำหนักขวดเบียร์สิงห์ประมาณ 391.28 กรัม

ตารางที่ 4.29 ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดไวตามิลค์

ชนิดขวด	ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		จำนวน	อัตราการผลิต	จำนวน	อัตราการผลิต
		(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)	(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)
ขวดไวตามิลค์	1	750	93.75	743	92.88
	2	760	95.00	732	91.50
	3	758	94.75	752	94.00
	4	763	95.38	762	95.25

*หมายเหตุ น้ำหนักขวดไวตามิลค์ประมาณ 190.20 กรัม

ตารางที่ 4.30 ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดแบน

ชนิดขวด	ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		จำนวน	อัตราการผลิต	จำนวน	อัตราการผลิต
		(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)	(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)
ขวดแบน	1	635	79.38	715	89.38
	2	639	79.88	720	90.00
	3	642	80.25	729	91.13
	4	644	80.50	735	91.88

*หมายเหตุ น้ำหนักขวดแบนประมาณ 316.17 กรัม

ตารางที่ 4.31 ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดขาว

ชนิดขวด	ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		จำนวน	อัตราการผลิต	จำนวน	อัตราการผลิต
		(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)	(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)
ขวดขาว	1	461	57.63	543	67.88
	2	458	57.25	553	69.13
	3	466	58.25	557	69.63
	4	456	57.00	563	70.38

*หมายเหตุ น้ำหนักขวดขาวประมาณ 418.71 กรัม

ตารางที่ 4.32 ผลการเก็บข้อมูลเมื่อล้างขวดฉลาม

ชนิดขวด	ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		จำนวน	อัตราการผลิต	จำนวน	อัตราการผลิต
		(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)	(ขวด)	(ขวด/ชั่วโมง-คน)
ขวดฉลาม	1	1110	138.75	1200	150.00
	2	1105	138.13	1214	151.75
	3	1115	139.38	1223	152.88
	4	1120	140.00	1239	154.88

*หมายเหตุ น้ำหนักขวดฉลามประมาณ 126.35 กรัม

การทดสอบสมมติฐานใช้ t – test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การทดสอบสมมติฐานในขวดแต่ละชนิดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงในตารางที่ 4.33 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ) พบว่า สามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้ในขวดทุกชนิดยกเว้นขวดไวตามิลค์ ทั้งนี้เนื่องจากขวดชนิดดังกล่าวใช้บรรจุนมมาก่อนที่จะนำมาล้างทำความสะอาด ทำให้มีคราบโปรตีนซึ่งแรงฉีดน้ำไม่สามารถทำความสะอาดได้

ตารางที่ 4.33 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานของขวดแต่ละชนิด

ชนิดขวด	T-Value	P-value	ระดับนัยสำคัญ	ผลการทดสอบสมมติฐาน
เบียร์สิงห์	17.50	0.000	0.05	Reject
เบียร์ช้าง	16.43	0.002	0.05	Reject
ขวดแบน	17.34	0.000	0.05	Reject
ขวดขาว	19.81	0.000	0.05	Reject
ขวดไวตามิลค์	1.51	0.897	0.05	Accept
ขวดฉลาม	12.11	0.001	0.05	Reject
ขวดโซดา	15.58	0.000	0.05	Reject

4.3 เสนอวิธีการทำงานใหม่

4.3.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

จากผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การปรับปรุงวิธีการทำงานสามารถทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นได้ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาระยะเวลาการคืนทุน เป็นสิ่งที่ช่วยให้ตัดสินใจยอมรับวิธีการทำงานใหม่มากยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย เงินลงทุนเริ่มต้นในการปรับปรุงงาน 20,000 บาท รายจ่ายจากการประมาณการในแต่ละปี แสดงในตารางที่ 4.34 รายได้จากการประมาณการของผลิตภัณฑ์ในแต่ละปี แสดงในตารางที่ 4.35 มูลค่าซากเมื่อสิ้นสุดในการใช้งาน 5 ปี 3,000 บาท อัตราผลตอบแทนต่ำสุด 2.5 % การคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนใช้สมการ (2.7) ดังนี้

$$0 = -20{,}000 + 427{,}185(P/A, 2.5\%, n) - 335{,}530(P/A, 2.5\%, n) + 3{,}000(P/F, 2.5\%, 5)$$

ตารางที่ 4.34 รายจ่ายจากการประมาณการในแต่ละปี

รายจ่าย	มูลค่า (บาท)
ค่าวัตถุดิบ	94,928
ค่าจ้างแรงงาน	195,570
ค่าไฟฟ้า	12,525
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	32,507
รวม	335,530

ตารางที่ 4.35 รายได้จากการประมาณการของผลิตภัณฑ์ในแต่ละปี

ผลิตภัณฑ์	มูลค่า (บาท)
ขวดเบียร์สิงห์	38,119
ขวดเบียร์ช้าง	73,395
ขวดแบน	61,677
ขวดขาว	94,284
ขวดไวตามิลค์	27,921
ขวดฉลาม	57,449
ขวดโซดา	74,340
รวม	427,185

เนื่องจากโครงการตั้งเป้าหมายไว้ 5 ปี ผลการคำนวณ พบว่า ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.24 ปี หรือ ประมาณ 2.8 เดือน ดังนั้น โครงการนี้มีความน่าสนใจลงทุน

4.3.2 ผลการปฏิบัติงานหลังปรับปรุง

ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การปรับปรุงการทำงานในสถานีงานแยกขวดและสถานีงานล้างขวด สามารถเพิ่มผลผลิตได้ เมื่อวิเคราะห์กระบวนการทำงานด้วยแผนภูมิกระบวนการผลิต ประเภทวัสดุ (ขวด) ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 4.47 พบว่า การล้างขวดจำนวน 800 ขวด ระยะทางการเคลื่อนที่ของวัสดุ (ขวด) ลดลงโดยเฉลี่ย 1,424.4 เมตร หรือ 55.42% ระยะเวลาในการทำงาน ลดลงโดยเฉลี่ย 95 นาที หรือ 20.74% ดังนั้น จึงนำวิธีการทำงานซึ่งปรับปรุงแล้วมาทดลองใช้ในโรงงานเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลการเก็บข้อมูลดัชนีผลิตภาพรวม ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 4.48 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) พบว่า ก่อนปรับปรุงดัชนีผลิตภาพรวม 4 เดือน เฉลี่ย 0.88 หลังปรับปรุงดัชนีผลิตภาพรวม เฉลี่ย 1.20 หรือเพิ่มสูงขึ้น 36% เมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุง ผลการวิเคราะห์อัตราผลิตภาพในแต่ละปัจจัยการผลิตมีดังนี้

1) อัตราผลิตภาพวัตถุดิบ ก่อนปรับปรุงในเดือนที่ 1-4 เฉลี่ย 2.58 หลังปรับปรุงในเดือนที่ 5-8 เฉลี่ย 2.59 หรือเพิ่มขึ้น 0.38% เมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุง การเพิ่มขึ้นของอัตราผลิตภาพวัตถุดิบมีสาเหตุมาจากความผันผวนของราคาวัตถุดิบที่เกิดขึ้น ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ปรับปรุงในอัตราผลิตภาพวัตถุดิบ เพราะ เป็นนโยบายการจัดการของโรงงาน แต่ถึงอย่างไรก็ตามในเดือนที่

5-8 โรงงานมีการปรับเปลี่ยนราคาขายให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน ส่งผลให้ดัชนีการเพิ่มผลิตของวัตถุดิบเพิ่มขึ้นดังภาพประกอบ 4.49 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

ขั้นตอนการทำงาน	สัญลักษณ์	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
1.ขวดถูกลำเลียงไปยังสถานีงานแยกขวด	⇨	188.5	15	78.5	8
2.ขวดถูกแยกออกตามประเภท	○	1,784	70	480	65
3.ขวดถูกลำเลียงไปยังที่เก็บขวด ตามประเภทที่แยกไว้	⇨	200	20	200	20
4.ขวดที่แยกประเภทแล้วถูกลำเลียงไปยังสถานีงานล้างขวด	⇨	80	10	80	10
5.ขวดถูกล้างทำความสะอาด	○	10.4	248	0	165
6.ขวดถูกลำเลียงไปยังสถานีงานบรรจุขวด	⇨	7	5	7	5
7.ขวดถูกตรวจสอบความสะอาดและบรรจุลงกระสอบ	▣	0	60	0	60
8.ขวดถูกลำเลียงไปยังที่เก็บขวด	⇨	300	30	300	30
รวม	8	2,569.9	458	1,145.5	363

	ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
ก่อนปรับปรุงการทำงาน	8	2,569.9	458
หลังปรับปรุงการทำงาน	8	1,145.5	363
ผลต่าง	0	1,424.4	95
ลดลง (%)	0	55.42	20.74

ภาพประกอบที่ 4.47 แผนภูมิกระบวนการผลิตประเภท วัสดุ ก่อนและหลังปรับปรุง

2) อัตราผลิตภาพค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด ในการวิจัยครั้งนี้มีการเปลี่ยนสารทำความสะอาด จากผงซักฟอกเป็นน้ำหมักชีวภาพและใช้ระบบฉีดน้ำแทนแปรงล้างขวด ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดจึงลดลง เพราะ น้ำหมักชีวภาพมีราคาต่ำกว่าผงซักฟอกและไม่มีค่าแปรงล้างขวด ดังนั้น อัตราผลิตภาพเบ็ดเตล็ด เพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ย 5.3 เป็น 10.56 หรือเพิ่มขึ้น 95.92% เมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุง การเปลี่ยนแปลงของดัชนีการเพิ่มผลผลิตเบ็ดเตล็ดแสดงในภาพประกอบ 4.49 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

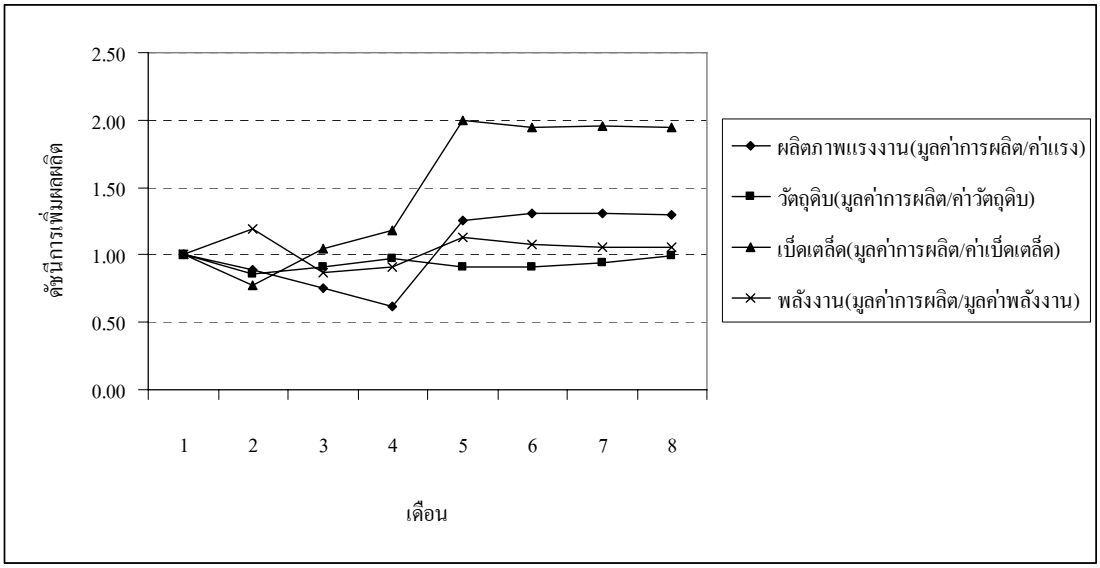
3) อัตราผลิตภาพพลังงาน การปรับปรุงการทำงานส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้ง่ายขึ้น ดังนั้นอัตราผลิตภาพพลังงานจึงเพิ่มสูงขึ้นตามด้วย จากเดิมก่อนปรับปรุงอัตราผลิตภาพพลังงานเฉลี่ย 38 หลังปรับปรุงเฉลี่ย 41.23 หรือเพิ่มขึ้น 8.50% ดัชนีการเพิ่มผลผลิตพลังงานแสดงในภาพประกอบ 4.49 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

4) อัตราผลิตภาพแรงงาน การวิจัยครั้งนี้มีการปรับปรุงวิธีการทำงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้ง่ายขึ้น อาการปวดเมื่อยและอาการแสบร้อนที่มือของผู้ปฏิบัติงานในสถานีงานล้างขวดหายไป ทำให้อัตราผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นจากเดิม ก่อนปรับปรุงเฉลี่ย 1.89 หลังปรับปรุงเฉลี่ย 2.99 หรือเพิ่มขึ้น 58.48% ดัชนีการเพิ่มผลผลิตของแรงงานแสดงในภาพประกอบที่ 4.49 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) เมื่อพิจารณาอัตราผลิตภาพแรงงานในแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 4.50 – 4.56 พบว่า ขวดเบียร์สิงห์ ขวดเบียร์ช้าง ขวดแบน ขวดขาว ขวดฉลามและขวดโซดา ซึ่งใช้ระบบฉีดน้ำในการทำความสะอาด มีอัตราผลิตภาพโดยเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุง ส่วนขวดไวตามิลค์ซึ่งระบบฉีดน้ำไม่สามารถทำความสะอาดได้ โรงงานจึงใช้วิธีการทำงานแบบเดิม พบว่า อัตราผลิตภาพแรงงานต่ำกว่าเดือนที่ 1 ซึ่งเป็นเดือนฐาน

นอกจากอัตราผลิตภาพรวมและอัตราผลิตภาพในแต่ละปัจจัยเพิ่มขึ้นแล้ว ผลกำไรเบื้องต้น (Gross Margin) ซึ่งหมายถึงผลต่างของราคาขายกับต้นทุนผันแปรในแต่ละผลิตภัณฑ์ หลังปรับปรุงการทำงานเพิ่มสูงขึ้นในทุกชนิดขวดที่ล้างทำความสะอาด ดังภาพประกอบ 4.57

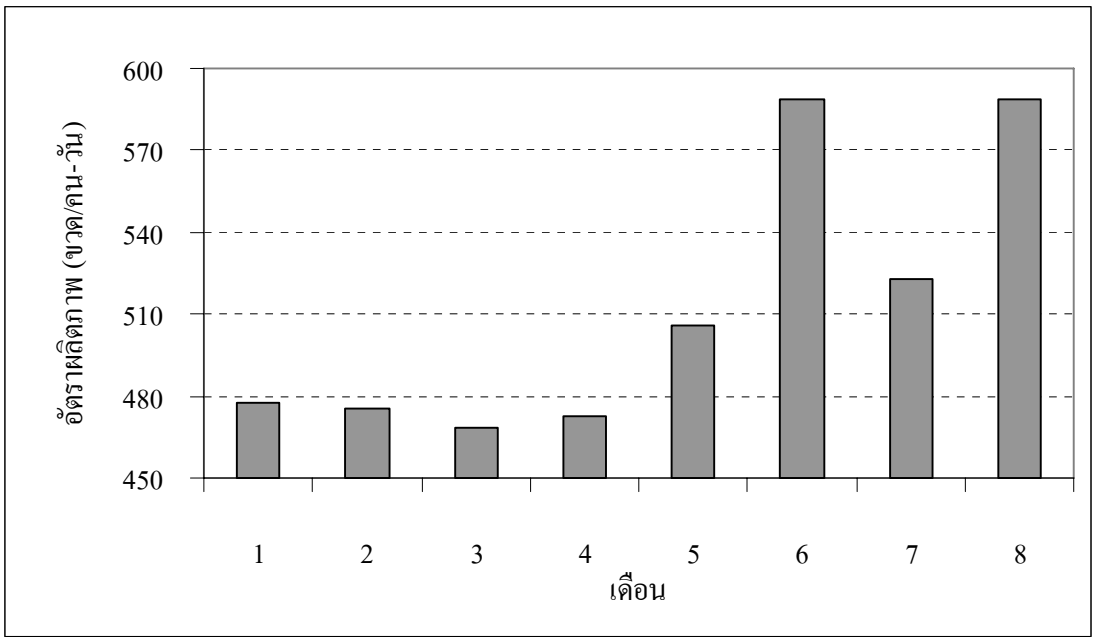
ภาพประกอบ 4.48 ดัชนีผลิตภาพรวม ก่อนและหลังปรับปรุงงาน

*หมายเหตุ เดือนที่ 1-4 ก่อนปรับปรุง เดือนที่ 5-8 หลังปรับปรุง



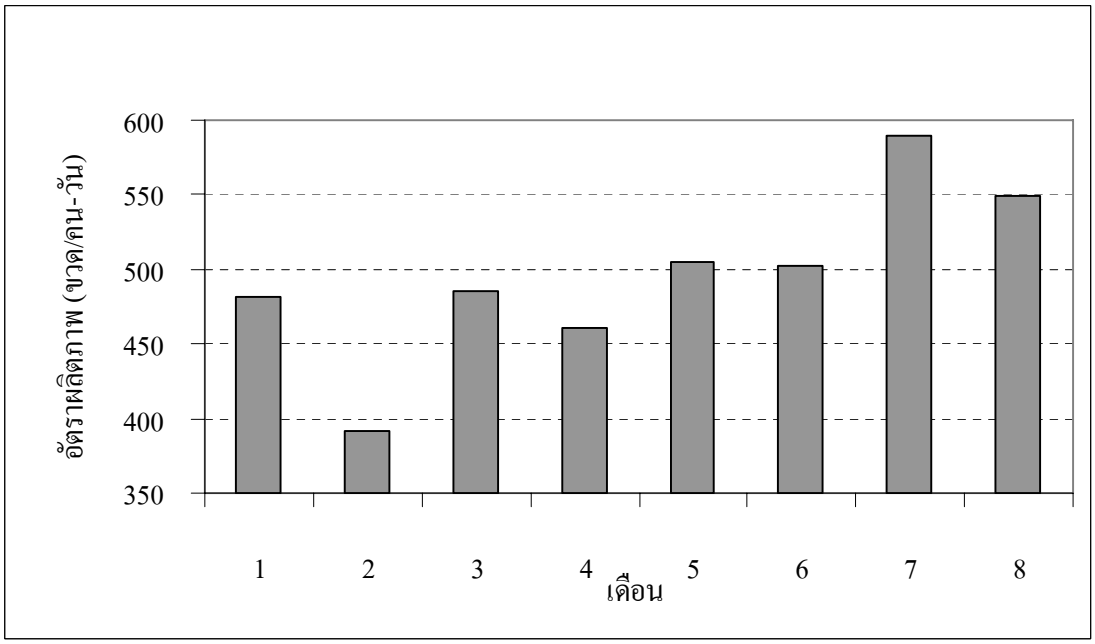
ภาพประกอบ 4.49 ดัชนีการเพิ่มผลผลิตในแต่ละปัจจัยการผลิต ก่อนและหลังปรับปรุงงาน

*หมายเหตุ เดือนที่ 1-4 ก่อนปรับปรุง เดือนที่ 5-8 หลังปรับปรุง



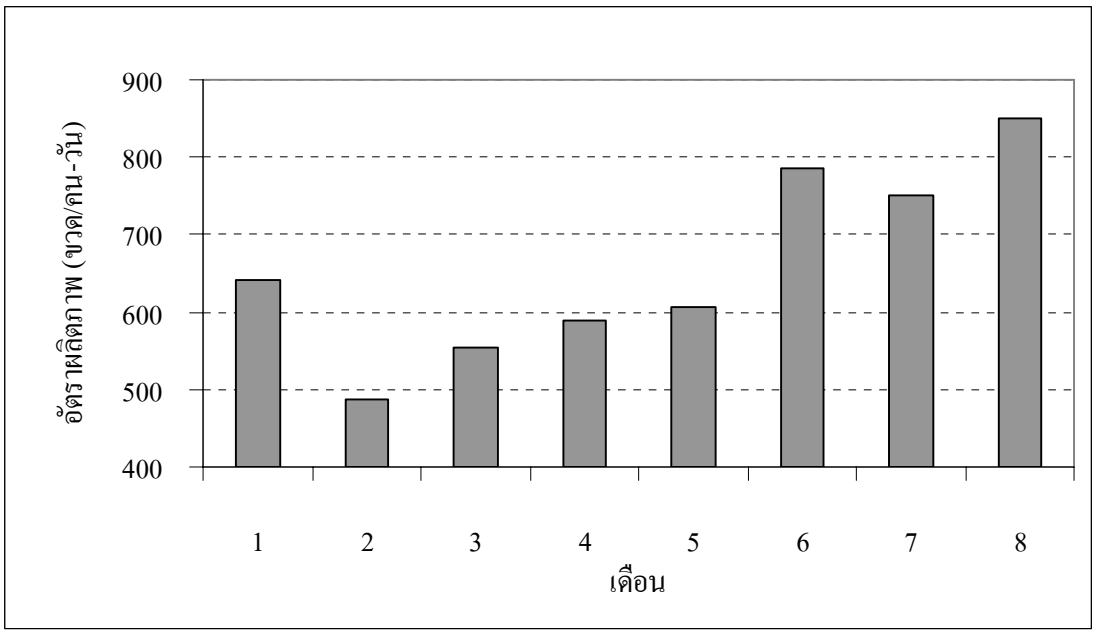
ภาพประกอบที่ 4.50 อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดเบียร์สิงห์ ก่อนและหลังปรับปรุง

*หมายเหตุ เดือนที่ 1-4 ก่อนปรับปรุง เดือนที่ 5-8 หลังปรับปรุง



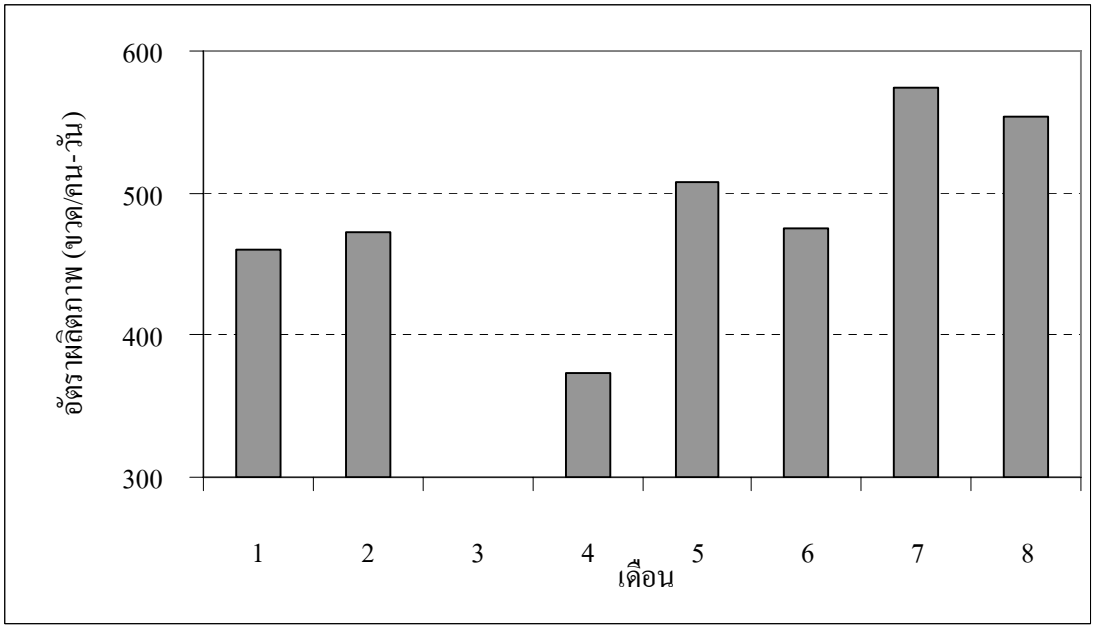
ภาพประกอบที่ 4.51 อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดเบียร์ช้าง ก่อนและหลังปรับปรุง

*หมายเหตุ เดือนที่ 1-4 ก่อนปรับปรุง เดือนที่ 5-8 หลังปรับปรุง



ภาพประกอบที่ 4.52 อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดแบน ก่อนและหลังปรับปรุง

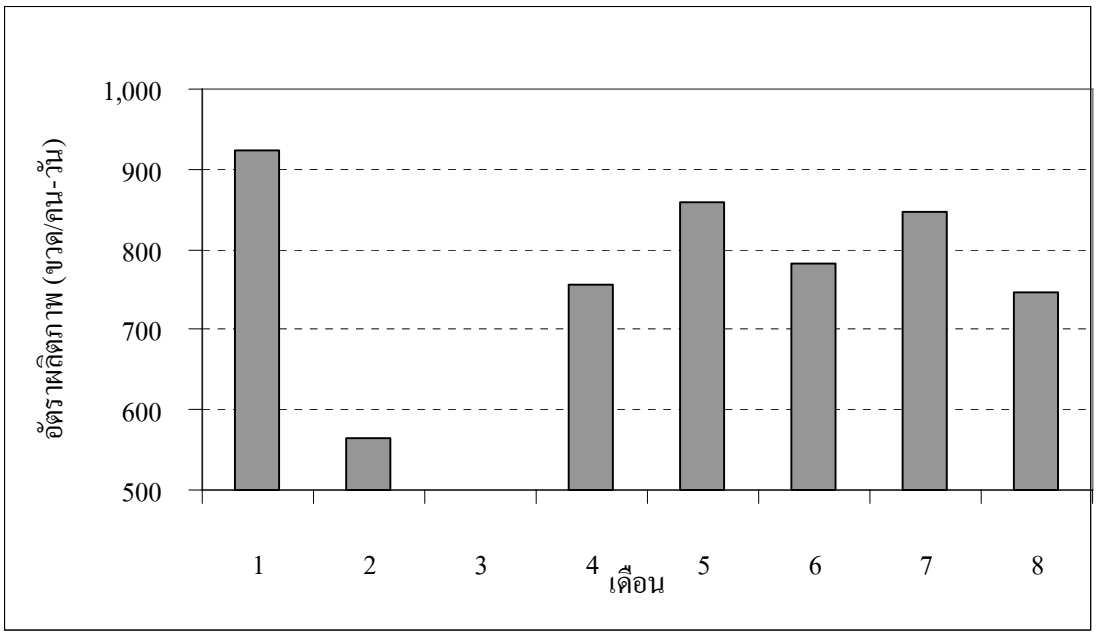
*หมายเหตุ เดือนที่ 1-4 ก่อนปรับปรุง เดือนที่ 5-8 หลังปรับปรุง



ภาพประกอบที่ 4.53 อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดขาว ก่อนและหลังปรับปรุง

*หมายเหตุ เดือนที่ 1-4 ก่อนปรับปรุง เดือนที่ 5-8 หลังปรับปรุง

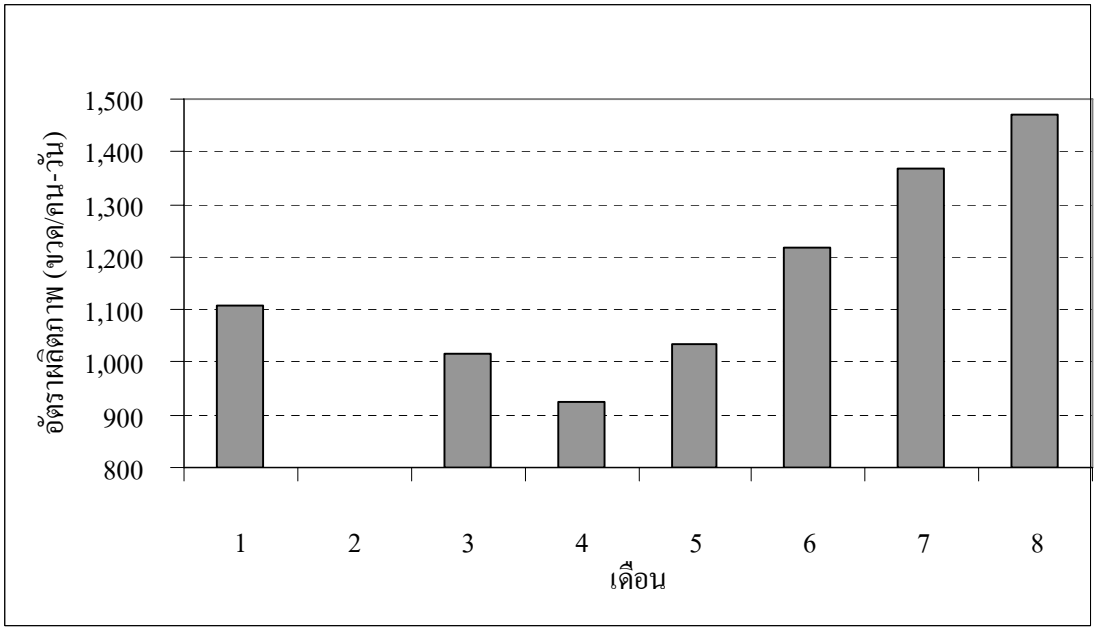
เดือนที่ 3 ไม่มีการล้างขวดขาว



ภาพประกอบที่ 4.54 อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดไวตามิลค์ ก่อนและหลังปรับปรุง

*หมายเหตุ เดือนที่ 1-4 ก่อนปรับปรุง เดือนที่ 5-8 หลังปรับปรุง

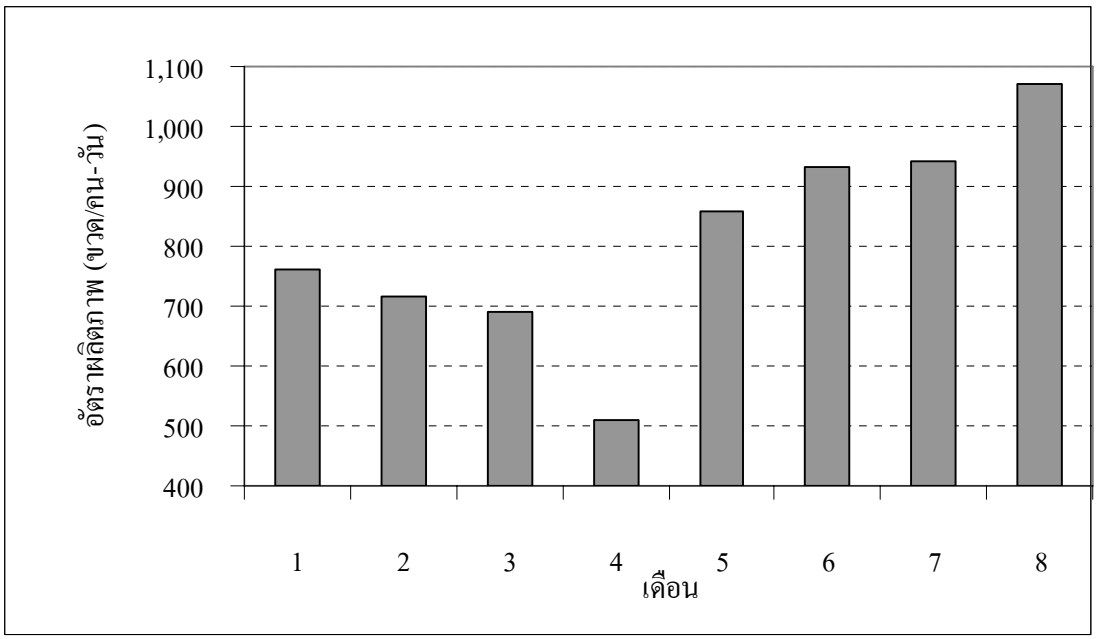
เดือนที่ 3 ไม่มีการล้างขวดไวตามิลค์



ภาพประกอบที่ 4.55 อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดฉลาม ก่อนและหลังปรับปรุง

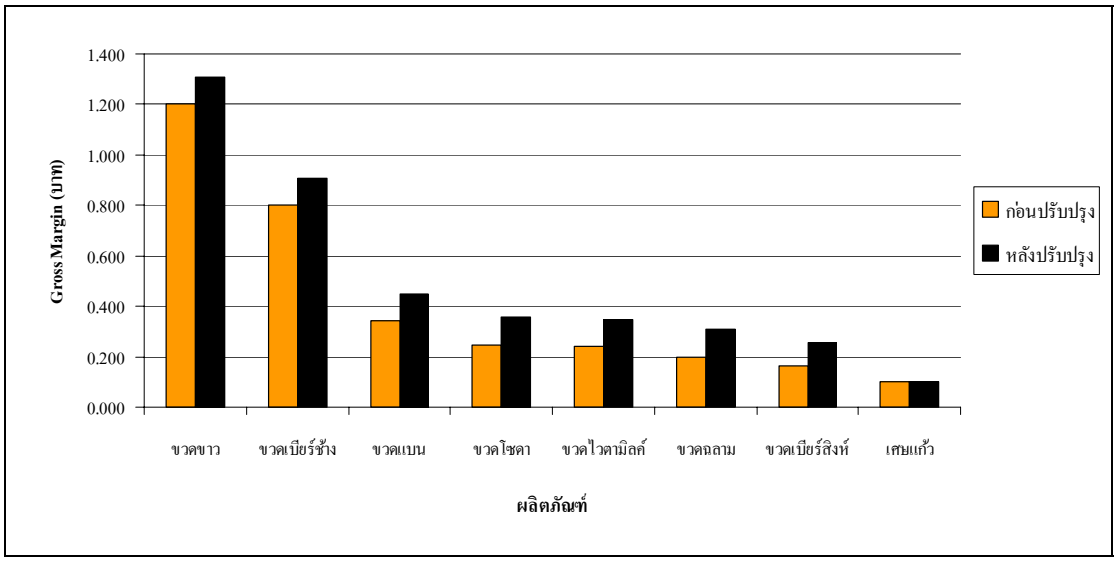
*หมายเหตุ เดือนที่ 1-4 ก่อนปรับปรุง เดือนที่ 5-8 หลังปรับปรุง

เดือนที่ 2 ไม่มีการล้างขวดฉลาม



ภาพประกอบที่ 4.56 อัตราผลิตภาพแรงงานของขวดโซดา ก่อนและหลังปรับปรุง

*หมายเหตุ เดือนที่ 1-4 ก่อนปรับปรุง เดือนที่ 5-8 หลังปรับปรุง



ภาพประกอบที่ 4.57 เปรียบเทียบ Gross Margin ก่อนและหลังปรับปรุงการทำงาน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในโรงงานกรณีศึกษา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทั่วไปร่วมกับเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้วิธีการทำงานที่สามารถเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และรักษาคุณภาพเดิมไว้

โรงงานกรณีศึกษา ประกอบกิจการล้างขวดแก้วและขายเศษแก้วให้กับโรงงานอุตสาหกรรม ลูกค้าส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดใกล้เคียง กระบวนการผลิตประกอบด้วย 3 สถานีงาน คือ (1) สถานีงานแยกขวด เพื่อแยกขวดตามชนิดที่ต้องการสำหรับชนิดที่ไม่ต้องการจะตีเป็นเศษแก้ว (2) สถานีงานล้างขวด เพื่อล้างทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายในขวด (3) สถานีงานบรรจุขวดลงกระสอบ สถานีงานนี้จะมีการตรวจความสะอาดของขวดและบรรจุขวดลงกระสอบ

การค้นหาประเด็นการปรับปรุง ได้ใช้ข้อมูล อัตราผลิตภาพโดยรวมและอัตราผลิตภาพในแต่ละปัจจัยการผลิต ประกอบด้วย อัตราผลิตภาพแรงงาน อัตราผลิตภาพวัตถุดิบ อัตราผลิตภาพค่าใช้จ่ายโสหุ้ย อัตราผลิตภาพพลังงาน ในช่วงระยะเวลา 4 เดือน ก่อนปรับปรุง พบว่า อัตราผลิตภาพโดยรวมมีแนวโน้มลดต่ำลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราผลิตภาพแรงงานแรงงาน ดังนั้น ควรมีการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพแรงงาน นอกจากนี้ จากข้อมูลการวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงาน พบว่า ค่าแปรงล้างขวด ค่าผงซักฟอก และค่าไฟฟ้า สามารถลดได้ด้วยการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยสถานีงานที่มีความจำเป็น ควรได้รับการปรับปรุง คือ สถานีงานแยกขวดและสถานีงานล้างขวด ดังนั้น ประเด็นการปรับปรุงงาน คือ เพิ่มอัตราผลิตภาพแรงงานในสถานีงานแยกขวดและล้างขวด โดยคำนึงถึงการลดต้นทุนของแปรงล้างขวด ผงซักฟอก และค่าไฟฟ้าร่วมด้วย

การปรับปรุงงานในสถานีงานแยกขวดและล้างขวด มีขั้นตอนตามลำดับ คือ (1) วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของสถานีงาน (2) กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน (3) ทำการปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนดไว้ (4) ทำการทดลองวิธีการทำงาน, เครื่องมือ, สถานีการทำงาน ซึ่งได้ปรับปรุงแล้ว

ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันในสถานีงานแยกขวดก่อนปรับปรุง พบว่า การทำงานแยกขวดประมาณ 10 กระสอบ ก่อนปรับปรุง ผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนที่เฉลี่ย 2,172 เมตร ใช้เวลาในการทำงาน 105 นาที ปัญหาที่พบมี 2 ปัญหา คือ (1) ปัญหาการขนย้ายกระสอบจากจุดที่จัดเก็บขวดมายังสถานีงาน เพราะ ไม่มีอุปกรณ์การลำเลียงที่ทันสมัย ซึ่งปรับปรุงโดยเปลี่ยนจุดที่จัดเก็บขวดให้ใกล้กับสถานีงานมากขึ้น (2) ปัญหาการสูญเสียเวลาเนื่องจากผู้ปฏิบัติงานต้องมองหาตำแหน่งกระสอบ เพื่อใส่ขวดที่ตนเลือกแล้วทุกครั้ง เพราะ ไม่มีการกำหนดตำแหน่งของกระสอบสำหรับใส่ขวดที่ผู้ปฏิบัติงานเลือกมาจากโต๊ะทำงาน การปรับปรุงทำโดยกำหนดตำแหน่งการวางของกระสอบให้ชัดเจน โดยพิจารณาจากปริมาณสัดส่วนของขวดชนิดต่างๆ โดยยึดหลักขวดที่มีปริมาณสัดส่วนมากจะอยู่ใกล้ผู้ปฏิบัติงาน ส่วนขวดที่มีปริมาณสัดส่วนน้อยจะอยู่ไกลผู้ปฏิบัติงานออกไป

ผลการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการผลิตหลังปรับปรุง พบว่า การทำงานแยกขวดประมาณ 10 กระสอบ ระยะทางการเคลื่อนที่ของผู้ปฏิบัติงานลดลงจาก 2,172 เมตร เหลือ 758.5 เมตร หรือลดลง 65.08% และเวลาการทำงานลดลงจาก 115 นาที เหลือ 93 นาที หรือลดลง 19.13% ซึ่งคาดว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้น จึงทำการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งหมายความว่าอัตราการผลิตที่ได้จากการปรับปรุงเพิ่มขึ้น

ผลการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการผลิตในสถานีงานล้างขวดก่อนปรับปรุง พบว่า การล้างขวด 1 บ่อซีเมนต์ มีขั้นตอนการทำงาน 10 ขั้นตอน ผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนที่เฉลี่ย 97.4 เมตร ใช้เวลาทำงานเฉลี่ย 248 นาที ปัญหาที่พบมี 3 ปัญหา คือ (1) ปัญหาอาการแสบร้อนที่มือของผู้ปฏิบัติงาน เพราะ ผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสกับผงซักฟอกเป็นเวลานาน วันละ 8 ชั่วโมง ซึ่งปรับปรุงโดยนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้เป็นสารทำความสะอาดทดแทนผงซักฟอก (2) ปัญหาผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนที่โดยไม่จำเป็น เพราะ ภายในสถานีงานมีการจัดวางตำแหน่งไม่เหมาะสม ปรับปรุงโดยจัดวางแผนผังการทำงานให้อยู่ในระยะทำงานของผู้ปฏิบัติงานและเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานจาก Lot Production เป็น One Piece Production (3) ปัญหาอาการปวดเมื่อยบริเวณแขนของผู้ปฏิบัติงาน เพราะ เครื่องล้างขวดก่อนปรับปรุงใช้แปรงล้างขวด ซึ่งขนแปรงมีลักษณะแข็งและมีขนาดใหญ่กว่าปากขวด ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงดันขวดเพื่อให้แปรงล้างขวดเข้าไปทำความสะอาดภายใน และออกแรงดึงเพื่อให้แปรงล้างขวดออกจากขวด นอกจากนี้เมื่อล้างได้ประมาณ 100 ขวด แปรงล้างขวดจะมีลักษณะงอทำให้ไม่สะดวกขณะทำงาน การใช้แรงฉีดน้ำทดแทนแปรงล้างขวดถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหา

ผลการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการผลิตในสถานีงานล้างขวดหลังปรับปรุง พบว่า การล้างขวด 1 บ่อซีเมนต์ ขั้นตอนการทำงานลดลงจาก 10 ขั้นตอน เหลือ 8 ขั้นตอน

ผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนที่ลดลงจาก 97.4 เมตร เหลือ 87 เมตร หรือลดลง 10.67% และเวลาการทำงานลดลงจาก 248 นาที เหลือ 175 นาที หรือลดลง 29.43% จากแผนภูมิกระบวนการผลิต คาดว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้นและรักษาคุณภาพเดิมไว้ จึงทำการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในทุกผลิตภัณฑ์ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ขวดขาว ขวดเบียร์ช้าง ขวดแบน ขวดโซดา ขวดฉลามขวดเบียร์สิงห์ สามารถใช้แรงฉีดน้ำทำความสะอาดได้ ยกเว้น ขวดไวตามิลค์แรงฉีดน้ำไม่สามารถทำความสะอาดได้ เพราะขวดชนิดนี้ใช้บรรจุนมก่อนที่จะนำมาล้าง ทำให้มีคราบโปรตีนซึ่งแรงฉีดน้ำไม่สามารถทำความสะอาดได้ เมื่อวิเคราะห์ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องล้างขวดที่ได้ทำการปรับปรุง พบว่า ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.24 ปี หรือ ประมาณ 2.8 เดือน

นำวิธีการทำงาน ซึ่งผ่านการทดสอบสมมติฐานทั้ง 2 สถานีงาน มาทดลองใช้ในโรงงานกรณีศึกษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า ดัชนีผลิตภาพรวมเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น 36% เมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุง ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งดัชนีการเพิ่มผลผลิตในแต่ละปัจจัยการผลิตเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงมีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ ดัชนีการเพิ่มผลผลิตวัตถุดิบเพิ่มขึ้น 0.38% ดัชนีการเพิ่มผลผลิตค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดเพิ่มขึ้น 95.92% ดัชนีการเพิ่มผลผลิตของพลังงานเพิ่มขึ้น 8.52% ดัชนีการเพิ่มผลผลิตของแรงงานเพิ่ม 58.48% นอกจากนี้ผลกำไรขั้นต้น (Gross Margin) เพิ่มขึ้นในทุกประเภทขวดที่ล้างทำความสะอาด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 วิธีการวัดอัตราผลิตภาพแบบองค์รวมและการวัดอัตราผลิตภาพเฉพาะส่วนซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ได้ในธุรกิจที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

5.2.2 ถ้านำต้นทุนมาวิเคราะห์อัตราผลิตภาพ ควรมีการวิเคราะห์ต้นทุนเหล่านั้นควบคู่กันไปด้วย เพราะ ทำให้โรงงานได้เห็นถึงแนวทางการลดต้นทุนและการเพิ่มอัตราผลิตภาพของโรงงานควบคู่กัน

5.2.3 สำหรับการทำวิจัยต่อไปในส่วนของเครื่องล้างขวดที่ใช้ระบบฉีดน้ำ ควรทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาแรงดันน้ำที่เหมาะสม

บรรณานุกรม

1. D. S. Sink. 1985. *Productivity management planning measurement and evaluation control and improvement.* United state of America : John wiley & son,inc,
2. D. J. Sumanth. 1998 *Total productivity management a systemic and quantitative approach to compete in quality price and time*. Boca Raton Florida : CRC Press LLC
3. D. C. Montgomery. 2005. *Design and analysis of experiments* 6th ed. New York: John Wiley & Son,Inc,
4. G. Barbiroli. 2005 .*The utilization rate and value of goods as strategic factors in resource productivity development*, Journal of Cleaner Production vol 14, 723-726
5. H. B. Marrit, A. Gunasekaran, and R. j. Grieve. 2000 .*Performance measurement in the implementation of CIM in small and medium enterprises: an empirical analysis*, International Journal of Production Research vol 38, 4403-4411
6. J. Choi and R. Edward Minchin. 2006 .*Workflow management and productivity control for asphalt pavement operations*, Canadian Journal of Civil Engineering vol 33, 1039-1049
7. M. P. Rao, D. M. Miller, and B. Lin. 2005 .*PET: An expert system for productivity analysis*, Expert System with Application vol 29, 300-309
8. M. T. Lilly, U. E. Obiajulu, S.O.T. Ogaji, and S. D. Probert. 2007 .*Total-productivity analysis of a Nigerian petroleum-product marketing company*, Applied Energy vol 84, 1150-1173
9. Paul H.P. Yeow and Rabindra NathSen. 2006 .*Productivity and quality improvement revenue increment and rejection cost reduction in the manual component insertion lines through the application of ergonomic*, International Journal of Industrial Ergonomics vol. 36, 367-377
10. R. Escorpizo. 2007 .*Understanding work productivity and its application to work – related musculoskeletal disorders*, International Journal of Industrial Ergonomics, N.p.
11. S. Gangopadhyay, T. Das, and G. Ghoshal. 2006 .*Work organization in sand core manufacturing for health and productivity*, International Journal of Industrial Ergonomics vol. 36, 915-920

12. The clean washington center. 1993. Bottlewashing Feasibility Study (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.p2pay.org/ref/24/23789.pdf วันที่สืบค้น[8/10/50]

13. กรมควบคุมมลพิษ. 2546. ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ปี พ.ศ.2536 - พ.ศ. 2546 (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_wastethai.htm วันที่สืบค้น [15/8/49]

14. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2543 .แนวทางการป้องกันปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในการผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด_(ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.fda.moph.go.th วันที่สืบค้น [15/10/50]

7 กรมควบคุมมลพิษ. 2545 .รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการพัฒนาระบบจัดการขยะบรรจุภัณฑ์และวัสดุเหลือใช้ในเชิงธุรกิจ พ.ศ. 2545 กรุงเทพฯ

8 โรงพยาบาลชัยภูมิ. 2550 .โครงการล้างชุดอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์หน่วยจ่ายกลางด้วยเทคนิคจุลินทรีย์ประสิทธิภาพ(E.M) (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.chivavithee.net วันที่สืบค้น [15/10/50]

9 ชวนพิศ อรุณรังสิกุล และคณะ. 2547 .คุณภาพน้ำหมักชีวภาพและองค์ประกอบ.การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร, หน้า 481-488, กรุงเทพฯ

10 ชัชวาล เรืองประพันธ์. 2539 .*สถิติพื้นฐาน พร้อมตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MINITAB SPSS/PC และSAS* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คังนานาวิทยา

11 เด่นนภา ลาดนาเลา และ สุธัมมา กาบินพงศ์. 2546 .การศึกษาปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพ 3 ชนิด และศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม

12 ดวงพร คันธโชติ, วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, และ ณรงค์ฤทธิ์ อัศวเรืองพิภพ. 2547 .ลักษณะของน้ำหมักชีวภาพจากพืชในภาคใต้ของประเทศไทย. *วารสารสงขลานครินทร์* ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 27: 601-615.

13 ธนา นนทพุทธ. 2544 .*หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การจัดการมูลฝอย*.กรุงเทพฯ : แมกซ์มีเดีย.

14 นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร. 2547 .“การประยุกต์ใช้เทคนิคการศึกษางานเพื่อเพิ่มผลผลิต: กรณีศึกษา หจก. รวมการช่าง จำกัด” นำเสนอใน การประชุมวิชาการ40ปี คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ เรื่อง นวัตกรรมทางวิศวกรรมสำหรับการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน" ระหว่างวันที่ 23-24 มกราคม 2547 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ,

15 น.ต. สุทธิ์ ศรีบูรพา. 2540 .*เออร์กอนอมิกส์ วิศวกรรมมนุษยปัจจัย* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

16 นิมิต หาญพิทักษ์พงศ์. 2539 .การเพิ่มผลผลิตของการผลิตตัวเก็บประจุ กรณีศึกษา โรงงาน ABB Capacitor LTD. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

17 บรรจง จันทมาศ. 2548 .*การพัฒนางานด้วยระบบบริหารคุณภาพและเพิ่มผลผลิต*. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. (สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)).

18 เบญจมาภรณ์ พีรนันทปัญญา. 2549 .การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบขุดขนดินที่เหมืองแม่เมาะ โดยใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

19 ไพบูลย์ แย้มเผื่อน. 2542 .*เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม*. กรุงเทพฯ :ซีเอ็ดยูเคชั่น

20 ปารเมศ ชุติมา. 2545 .*การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม*. กรุงเทพ :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

21 พันตรี รวิศ รัชตะวรรณ. 2541 .การวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต สายการผลิตกระสุนปืนเล็ก ขนาด 5.56 มม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

22 มณีรัตน์ สุตันตั้งใจ. 2545 .“การจัดการของเสียจากการแปรรูปแตงไทย กรณีศึกษา การทำน้ำหมักชีวภาพ” รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

23 รังสรรค์ เลิศในสัตย์. 2550 .*คู่มือ การบริหารการผลิตอย่างมืออาชีพ สำหรับนักบริหารการผลิตยุคใหม่*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. (สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น))

24 วัชนะชัย จูมผา. 2546 .การศึกษากระบวนการผลิตและหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา กระบวนการผลิตอุปกรณ์การแพทย์ วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

25 วิจิตร ตัณฑสุทธิ์. 2537 .*การศึกษาการทำงาน*. กรุงเทพ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

26 วันชัย ริจิรวนิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า. 2547 .*เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

27 วันชัย ริจิรวนิช. 2539 .*การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม เทคนิคและกรณีศึกษา* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

28 วรญา มาประชา. 2549 .การพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการพิมพ์ในการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ประเภทกระดาษ กรณีศึกษา โรงงานผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ประเภทกระดาษ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

29 สมเกียรติ โฆมานะสิน. 2540 .การเพิ่มผลผลิตด้วยการปรับปรุงกระบวนการผลิต. รายงานการค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น

30 อิสรา ธีระวัฒน์สกุล. 2542 *.การศึกษาความเคลื่อนไหวและเวลา MOTION AND TIME STUDY* ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

31 อัญชลี จินดาฤกษ์. 2545 .การเพิ่มผลผลิตในโรงงานเบเกอรี่. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวก ก-1 ข้อมูลการวัดดัชนีผลิตภาพรวม (Total Productivity Index) ก่อนและหลังปรับปรุง

	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล	ข้อมูล
ผลผลิต (Output) (บาท)	62,466	86,167	48,021	41,674	42,137	43,325	42,950	43,550
มูลค่าปัจจัยการผลิตทั้งหมด (Input) (บาท)	62,865	100,987	56,481	52,253	36,092	36,765	35,832	35,604
อัตราผลิตภาพรวม (Output/Input)	0.99	0.85	0.85	0.80	1.17	1.18	1.20	1.22
ดัชนีผลิตภาพรวม	1.00	0.86	0.86	0.80	1.17	1.19	1.21	1.23

*หมายเหตุ เดือนที่ 1 – 4 เป็นข้อมูลก่อนปรับปรุงการทำงาน

เดือนที่ 5 - 8 เป็นข้อมูลหลังปรับปรุงการทำงาน

ตารางผนวก ก-2 ข้อมูลการวัดดัชนีผลิตภาพในแต่ละปัจจัยการผลิต (Partial Productivity Index) ก่อนและหลังปรับปรุง

	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
	ข้อมูล (บาท)	อัตราผลิตภาพ	ดัชนีการเพิ่มผลผลิต	ข้อมูล (บาท)	อัตราผลิตภาพ	ดัชนีการเพิ่มผลผลิต	ข้อมูล (บาท)	อัตราผลิตภาพ	ดัชนีการเพิ่มผลผลิต	ข้อมูล (บาท)	อัตราผลิตภาพ	ดัชนีการเพิ่มผลผลิต
ผลผลิต (Output)	62,466.00			86,166.70			48,021.00			41,674.00		
ปัจจัยการผลิต (Input)												
แรงงาน (มูลค่าการผลิต/ค่าแรง)	27,038.00	2.31	1.00	41,933.00	2.05	0.89	27,434.00	1.75	0.76	29,052.00	1.43	0.62
วัตถุดิบ (มูลค่าการผลิต/ค่าวัตถุดิบ)	22,581.00	2.77	1.00	36,523.00	2.36	0.85	19,077.00	2.52	0.91	15,459.00	2.70	0.97
เบ็ดเตล็ด (มูลค่าการผลิต/ค่าเบ็ดเตล็ด)	11,612.00	5.38	1.00	20,646.00	4.17	0.78	8,524.00	5.63	1.05	6,546.00	6.37	1.18
พลังงาน (มูลค่าการผลิต/มูลค่าพลังงาน)	1,634.00	38.23	1.00	1,885.00	45.71	1.20	1,446.00	33.21	0.87	1,196.00	34.84	0.91

* หมายเหตุ เดือนที่ 1 – 4 เป็นข้อมูลก่อนปรับปรุงการทำงาน

เดือนที่ 5 - 8 เป็นข้อมูลหลังปรับปรุงการทำงาน

ตารางผนวก ก-2 ข้อมูลการวัดดัชนีผลิตภาพในแต่ละปัจจัยการผลิต (Partial Productivity Index) ก่อนและหลังปรับปรุง (ต่อ)

	เดือนที่ 5			เดือนที่ 6			เดือนที่ 7			เดือนที่ 8		
	ข้อมูล (บาท)	อัตราผลิตภาพ	ดัชนีการเพิ่มผลผลิต	ข้อมูล (บาท)	อัตราผลิตภาพ	ดัชนีการเพิ่มผลผลิต	ข้อมูล (บาท)	อัตราผลิตภาพ	ดัชนีการเพิ่มผลผลิต	ข้อมูล (บาท)	อัตราผลิตภาพ	ดัชนีการเพิ่มผลผลิต
ผลผลิต (Output)	42,137.00			43,325.00			42,950.00			43,550.00		
ปัจจัยการผลิต (Input)												
แรงงาน (มูลค่าการผลิต/ค่าแรง)	14,470.00	2.91	1.26	14,350.00	3.02	1.31	14,192.00	3.03	1.31	14,480.00	3.01	1.30
วัตถุดิบ (มูลค่าการผลิต/ค่าวัตถุดิบ)	16,719.00	2.52	0.91	17,230.00	2.51	0.91	16,500.00	2.60	0.94	15,894.00	2.74	0.99
เบ็ดเตล็ด (มูลค่าการผลิต/ค่าเบ็ดเตล็ด)	3,923.00	10.74	2.00	4,130.00	10.49	1.95	4,080.00	10.53	1.96	4,150.00	10.49	1.95
พลังงาน (มูลค่าการผลิต/มูลค่าพลังงาน)	980.00	43.00	1.12	1,055.00	41.07	1.07	1,060.00	40.52	1.06	1,080.00	40.32	1.05

* หมายเหตุ เดือนที่ 1 – 4 เป็นข้อมูลก่อนปรับปรุงการทำงาน

เดือนที่ 5 - 8 เป็นข้อมูลหลังปรับปรุงการทำงาน

ตารางผนวก ก-3 อัตราผลิตภาพในแต่ละผลิตภัณฑ์ (ก่อนปรับปรุง)

ผลผลิต (Output)	เดือนที่ 1		เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4	
	ข้อมูล	อัตราผลิตภาพ (ขวด/คน-วัน)	ข้อมูล	อัตราผลิตภาพ (ขวด/คน-วัน)	ข้อมูล	อัตราผลิตภาพ (ขวด/คน-วัน)	ข้อมูล	อัตราผลิตภาพ (ขวด/คน-วัน)
ขวดเบียร์สิงห์ (ขวด)	17,670		12,843.00		15,459		16,540	
ขวดเบียร์ช้าง (ขวด)	7,703		5,486.00		7,282		5,168	
ขวดแบน (ขวด)	3,805		2,434.00		3,318		1,768	
ขวดขาว (ขวด)	2,503		3,306.00		0		2,242	
ขวดไวตามิลค์ (ขวด)	4,621		1,129.00		0		4,603	
ขวดฉลาม (ขวด)	13,960		0.00		9,144		7,404	
ขวดโซดา (ขวด)	21,349		100,448.00		17,920		2,045	
ปัจจัยการผลิต (Input)								
ขวดเบียร์สิงห์ (คน-วัน)	37	478	27	476	33	468	35	473
ขวดเบียร์ช้าง (คน-วัน)	16	481	14	392	15	485	11	461
ขวดแบน (คน-วัน)	6	642	5	487	6	553	3	589
ขวดขาว (คน-วัน)	5	460	7	472	0	0	6	374
ขวดไวตามิลค์ (คน-วัน)	5	924	2	565	0	0	6	757
ขวดฉลาม (คน-วัน)	13	1,109	0	0	9	1,016	8	926
ขวดโซดา (คน-วัน)	28	761	140	717	26	689	4	511

ตารางผนวก ก-4 อัตราผลิตภาพในแต่ละผลิตภัณฑ์ (หลังปรับปรุง)

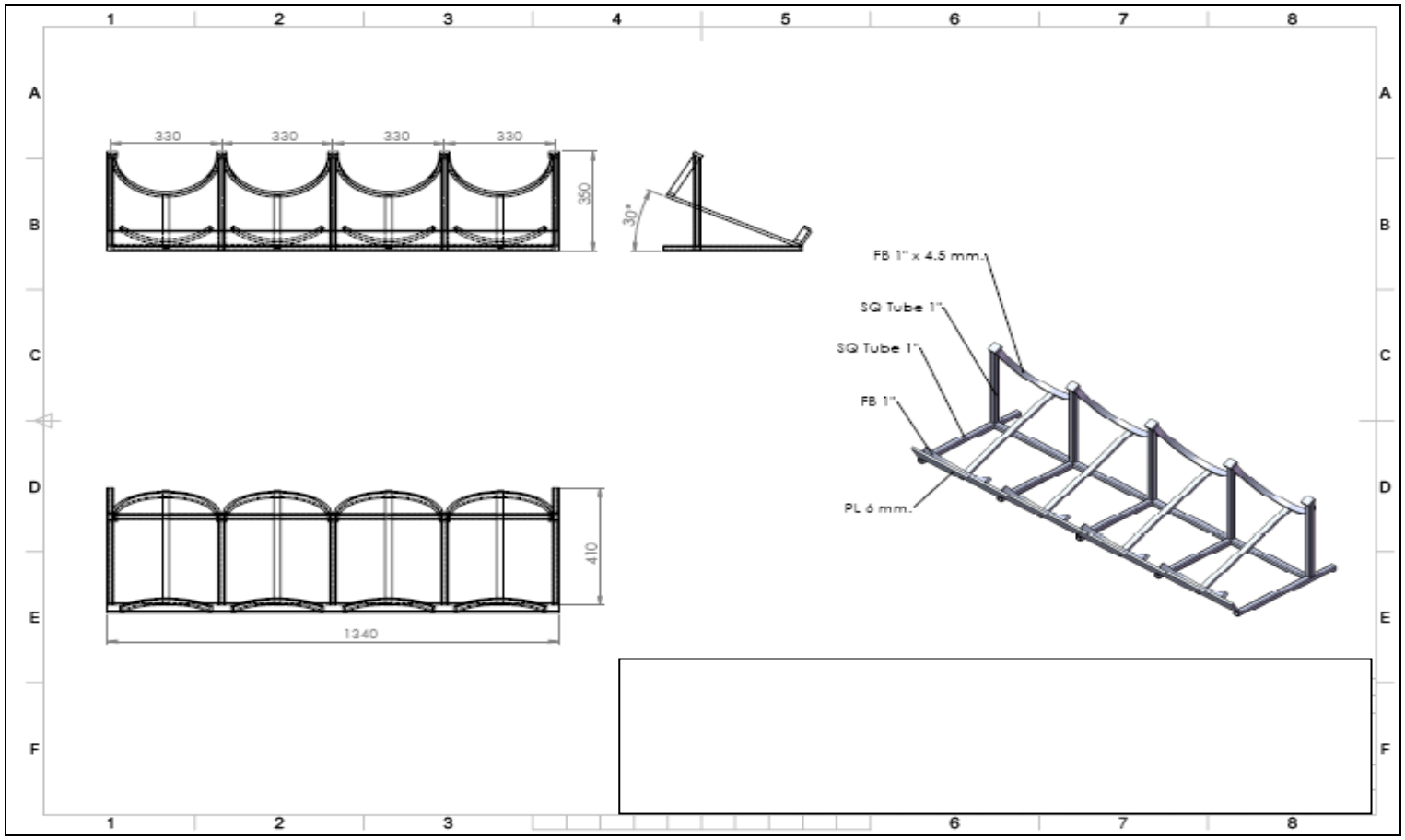
ผลผลิต (Output)	เดือนที่ 5		เดือนที่ 6		เดือนที่ 7		เดือนที่ 8	
	ข้อมูล	อัตราผลิตภาพ (ขวด/คน-วัน)	ข้อมูล	อัตราผลิตภาพ (ขวด/คน-วัน)	ข้อมูล	อัตราผลิตภาพ (ขวด/คน-วัน)	ข้อมูล	อัตราผลิตภาพ (ขวด/คน-วัน)
ขวดเบียร์สิงห์ (ขวด)	4050		3530		4183		4120	
ขวดเบียร์ช้าง (ขวด)	4035		4015		4125		4135	
ขวดแบน (ขวด)	5459		5500		4500		5100	
ขวดขาว (ขวด)	4057		3800		4015		3842	
ขวดไวตามิลค์ (ขวด)	6020		3125		4235		5234	
ขวดฉลาม (ขวด)	9326		10578		9575		8820	
ขวดโซดา (ขวด)	6475		8400		7535		8565	
ปัจจัยการผลิต (Input)								
ขวดเบียร์สิงห์ (คน-วัน)	8	506	6	588	8	523	7	589
ขวดเบียร์ช้าง (คน-วัน)	8	504	8	502	7	589	8	549
ขวดแบน (คน-วัน)	9	607	7	786	6	750	6	850
ขวดขาว (คน-วัน)	8	507	8	475	7	574	7	554
ขวดไวตามิลค์ (คน-วัน)	7	860	4	781	5	847	7	747
ขวดฉลาม (คน-วัน)	9	1,036	9	1,219	7	1,368	6	1,470
ขวดโซดา (คน-วัน)	8	858	9	933	8	942	8	1,071

ภาคผนวก ข

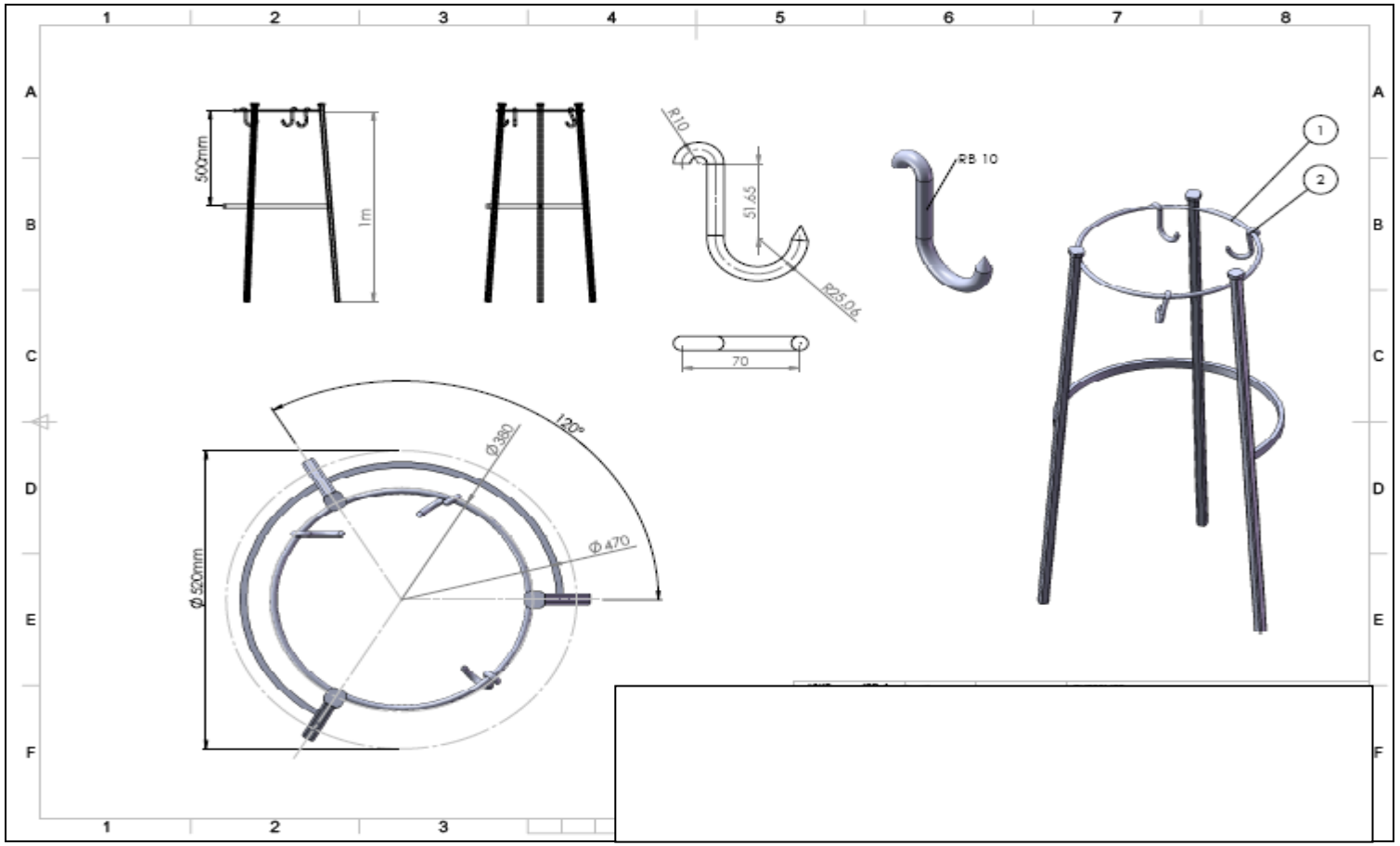
ตารางผนวก ข แสดงข้อมูลอัตราการผลิตในแต่ละสถานีงาน (ก่อนปรับปรุง)

	สถานีงาน		
	แยกขวด	ล้างขวด	บรรจุขวด
ครั้งที่	จำนวนขวด (ขวด/ชั่วโมง-คน)	จำนวนขวด(ขวด/ชั่วโมง-คน)	จำนวนขวด(ขวด/ชั่วโมง-คน)
1	457	240	708
2	400	290	705
3	408	394	698
4	460	228	705
5	488	210	710
6	420	571	660
7	455	364	680
8	470	466	690
9	430	250	730
10	415	300	670
11	478	395	720
12	438	230	730
13	473	400	695
14	421	250	680
15	440	460	725
ค่าเฉลี่ย	443.53	336.53	700.4

ภาคผนวก ค



ภาพประกอบ ค-1 รายละเอียดที่วางถังสำหรับใส่ขวด



ภาพประกอบ ค-2 รายละเอียดโครงเหล็กเพื่อใส่เศษแก้ว

ภาคผนวก ง

ภาคผนวก ง ขั้นตอนและวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพ

1.เตรียมวัสดุอุปกรณ์ แสดงในภาพประกอบภาคผนวก ง-1 (a)

1.1 จัดหาถังพลาสติกพร้อมฝาปิดขนาดใดก็ได้แต่ต้องเป็นพลาสติกล้วนๆเท่านั้น

1.2 ถุงกระสอบ ถุงหัวหอมที่เป็นรูเล็กๆเพื่อใช้ใส่วัสดุ

1.3 กากน้ำตาล

1.4 น้ำสะอาดตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าเป็นน้ำประปาต้องเป็นน้ำที่ค้างคืนไว้แล้วอย่างน้อย 1 คืน เพื่อให้คลอรีนระเหยเจือจาง

1.5 ก้อนหินหรืออิฐ เพื่อใช้ใส่ในกระสอบถ่วงวัสดุจม

1.6 เศษวัสดุที่เป็นพืชผัก ผลไม้

2.อัตราส่วน

1:3:30

1 คือ กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม

3 คือ เศษวัสดุ พืช ผัก ผลไม้หรือน้ำหมักวัสดุ 3 กิโลกรัม

30 คือ จำนวนน้ำสะอาดที่ใช้จำนวน 30 ลิตร

การใช้อัตราส่วนดังกล่าว หากถังมีขนาดใหญ่ก็สามารถเพิ่มขึ้นได้โดยใช้อัตราส่วนในการหมักนี้เป็นบรรทัดฐานในการหมัก

3.วิธีทำ

3.1 เตรียมน้ำสะอาดตามอัตราส่วนที่ต้องการใส่ในถังที่เตรียมไว้หากเป็นน้ำประปาใส่ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน เพื่อให้คลอรีนระเหยเจือจาง

3.2 เทกากน้ำตาลลงในภาชนะพลาสติกทำการตวงหรือชั่งตามต้องการตามอัตราส่วน

3.3 นำเศษอาหาร เศษผักผลไม้หรือเปลือกผลไม้ที่มีอยู่นำใส่ถุงปุ๋ย ถุงหัวหอม แล้วนำไปแช่ในน้ำที่ผสมกับกากน้ำตาลเตรียมไว้กดให้จมน้ำ โดยใช้ก้อนหินอิฐ หรือวัสดุถ่วง ถ้าเศษผักหรือเปลือกผลไม้ชิ้นใหญ่ให้สับหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนใส่ถุงจะช่วยให้การย่อยดีขึ้น ดังภาพประกอบ ง-1 (b)

3.4 ปิดฝาทิ้งไว้ในที่ร่ม อย่าให้โดนแดดและน้ำฝน

3.5 น้ำหมักที่ทิ้งไว้ทุก 7 วัน ให้เปิดฝาออกเพื่อให้อากาศเข้า ฝาที่เปิดต้องระวังไม่ให้ไอน้ำที่อยู่ใต้ฝาหยดลงไปในน้ำหมักเพราะจะทำให้น้ำหมักเสียหายคุณภาพเสื่อมได้

3.6 เศษพืชผักผลไม้ที่นำมาใช้จะต้องสดหากมีส่วนเน่า อยู่บ้างก็ได้แต่จะเปลืองกากน้ำตาลและการหมักจะไม่เป็นตามที่ระยะกำหนด

3.7 หมักไว้จนสังเกตเห็นว่าเกิดฝ้าสีควันบุหรี่หรือสีขาวเข้มแสดงว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว ดังภาพประกอบ ง-1 (d)

3.8 ถ้าไม่เป็นฝ้าสีขาวหรือสีควันบุหรี่แสดงว่ายังไม่เป็นน้ำหมักชีวภาพที่สมบูรณ์ต้องเพิ่มกากน้ำตาลหรือพืชผักลงไป

3.9 กากน้ำตาลที่มีคุณภาพจะต้องเหนียวแบบตังเม

3.10 ห้ามใช้น้ำหมักชีวภาพกับภาชนะโลหะ ก๊อกน้ำก็ต้องเป็นพลาสติก

3.11 เศษผักที่เหลือหลังจากเอาน้ำหมักชีวภาพไปใช้แล้ว นำไปผสมดินอัตราส่วน 1:1 ปิดฝาเต้นท์คลุมไว้ 1 สัปดาห์ เพื่อทำเป็นดินปลูกต้นไม้

3.12 เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ ที่มีเพิ่มทุกวันสามารถใช้เติมไปในถุงปุ๋ยได้ ถ้าหากน้ำหมักชีวภาพไม่มากพอให้เติมน้ำ กากน้ำตาลตามสัดส่วนแต่อย่าใส่จนเต็มถัง น้ำที่หมักไว้ตั้งแต่ 15 วันขึ้นไปจะเริ่มมีฝ้ามีควันบุหรี่ หรือ สีขาวเข้ม ถ้าฝ้าเป็นสีดำแสดงว่าอาหารของน้ำหมักชีวภาพหมดให้เติมกากน้ำตาลเพิ่ม

4.การเก็บรักษาน้ำหมักชีวภาพ

4.1 ควรทำการหมักและเก็บรักษาน้ำหมักชีวภาพในที่ร่ม ไม่ให้ถูกแสงแดดโดยตรงและห้ามเก็บไว้ในที่เย็นเพราะความเย็นอาจจะทำให้เชื้อจุนลินทรีย์ตายได้

4.2 ภาชนะที่หมักต้องเป็นพลาสติกที่มีฝาปิดมิดชิด เพื่อป้องกันแมลงวางไข่

4.3 ควรเปิดคลายฝาเพื่อระบายอากาศหากพบว่า ภาชนะเริ่มบวม ซึ่งอาจทำให้ภาชนะแตกได้

4.4 น้ำหมักชีวภาพที่ผสมแล้ว ควรใช้ให้หมดภายใน 7 วัน เพราะหากทิ้งไว้เป็นเวลานานอาจเสื่อมคุณภาพได้

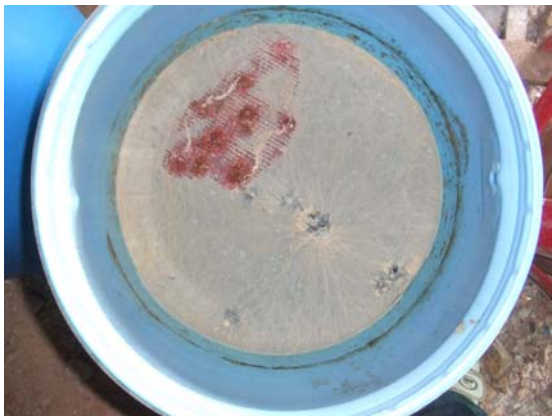
4.5 น้ำหมักชีวภาพมีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี หากเสื่อมคุณภาพแล้ว จะมีกลิ่นเหม็นไม่สามารถนำไปใช้ในการเกษตรได้ แต่สามารถนำไปผสมกับน้ำรดทำลายวัชพืชเพื่อยับยั้งการเจริญพันธุ์ได้

4.6 หากถังหมักไม่มีฝาปิดมิดชิด ให้ใช้กระสอบตาข่ายใส่เศษวัสดุ แล้วใช้อิฐทับอย่าให้ลอย เพราะจะทำให้วัสดุที่โผล่ขึ้นมาเน่าเหม็นได้

(a)

(b)

(c)



(d)

ภาพประกอบ ง-1 การทำน้ำหมักชีวภาพ

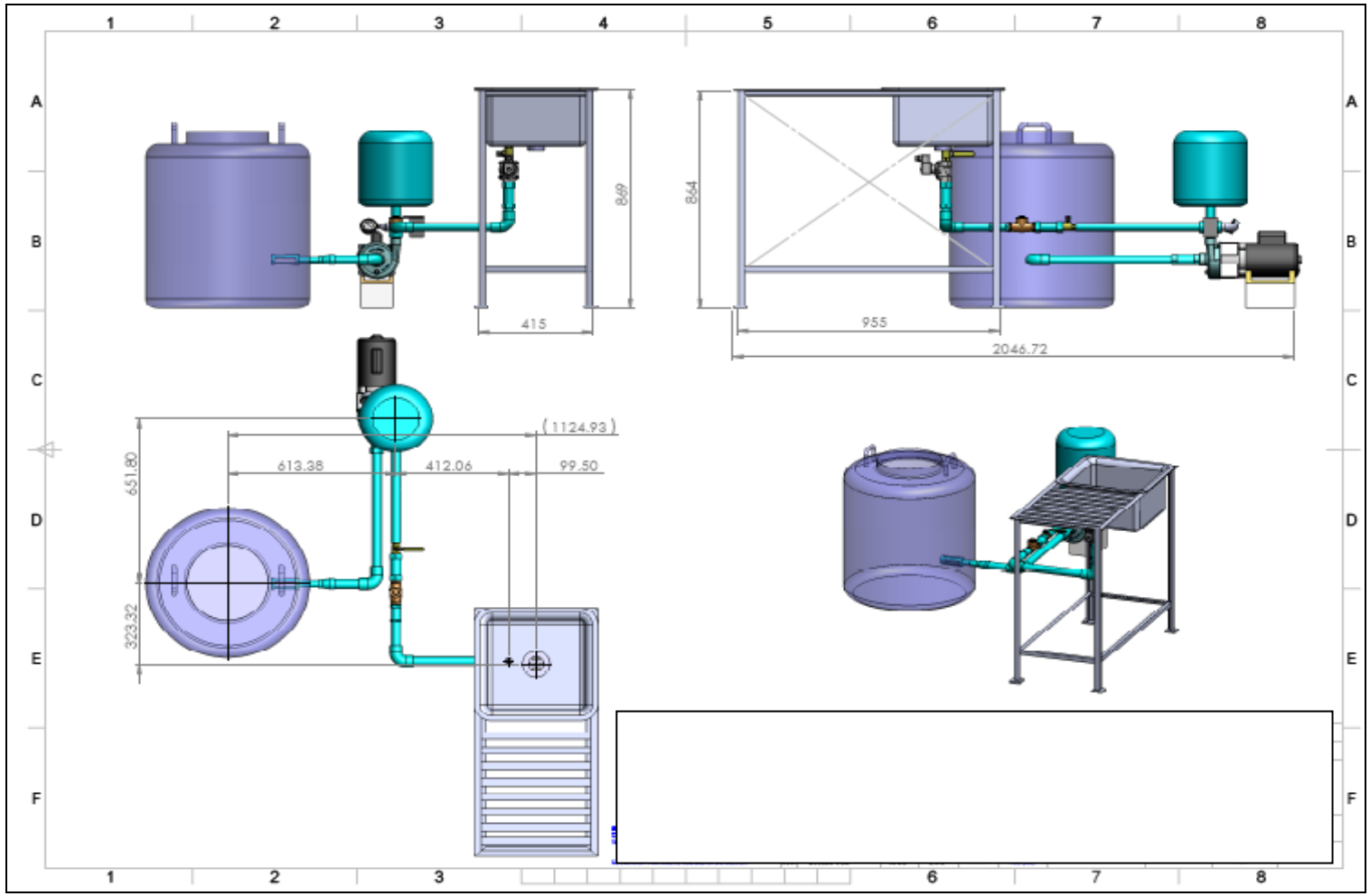
(a) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

(b) นำเศษวัสดุที่นำมาหมักใส่ในกระสอบ

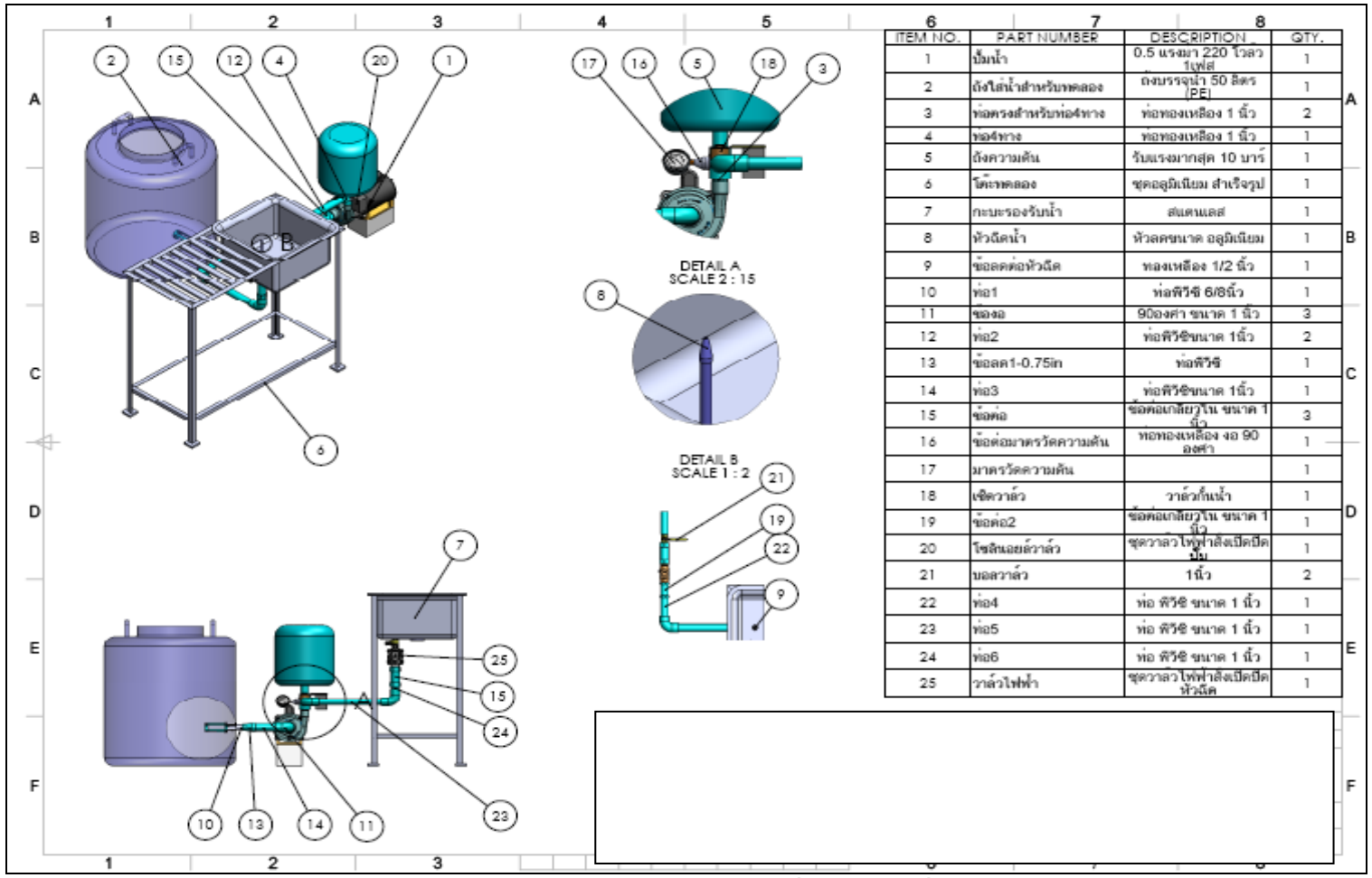
(c) กากน้ำตาลที่ผสมกับน้ำสะอาดก่อนจะนำวัสดุที่จะนำมาหมักใส่ลงไป

(d) ลักษณะของน้ำหมักชีวภาพหลังจากที่หมักประมาณ 30 วัน

ภาคผนวก จ



ภาพประกอบ จ-1 แสดงรายละเอียดของเครื่องล้างขวดที่ปรับปรุงใหม่



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	ปั๊มน้ำ	0.5 แรงม้า 220 โวลว 1เฟส	1
2	ถังใส่น้ำสำหรับทดลอง	ถังบรรจุน้ำ 50 ลิตร (PE)	1
3	ท่อตรงสำหรับท่อ4ทาง	ท่อทองเหลือง 1 นิ้ว	2
4	ท่อ4ทาง	ท่อทองเหลือง 1 นิ้ว	1
5	ถังความดัน	รับแรงมากสุด 10 บาร์	1
6	โต๊ะทดลอง	ชุดอลูมิเนียม สำเร็จรูป	1
7	กะบะรองรับน้ำ	สเตนเลส	1
8	หัวฉีดน้ำ	หัวลดขนาด อลูมิเนียม	1
9	ข้อลดต่อหัวฉีด	ทองเหลือง 1/2 นิ้ว	1
10	ท่อ1	ท่อพีวีซี 6/8นิ้ว	1
11	ข้องอ	90องศา ขนาด 1 นิ้ว	3
12	ท่อ2	ท่อพีวีซีขนาด 1นิ้ว	2
13	ข้อลด1-0.75in	ท่อพีวีซี	1
14	ท่อ3	ท่อพีวีซีขนาด 1นิ้ว	1
15	ข้อต่อ	ข้อต่อเกลียวใน ขนาด 1 นิ้ว	3
16	ข้อต่อมาตรวัดความดัน	ท่อทองเหลือง งอ 90 องศา	1
17	มาตรวัดความดัน		1
18	เซ็ตวาล์ว	วาล์วกั้นน้ำ	1
19	ข้อต่อ2	ข้อต่อเกลียวใน ขนาด 1 นิ้ว	1
20	โซลินอยด์วาล์ว	ชุดวาล์วไฟฟ้าสิ่งเปิดปิดน้ำ	1
21	บอลวาล์ว	1นิ้ว	2
22	ท่อ4	ท่อ พีวีซี ขนาด 1 นิ้ว	1
23	ท่อ5	ท่อ พีวีซี ขนาด 1 นิ้ว	1
24	ท่อ6	ท่อ พีวีซี ขนาด 1 นิ้ว	1
25	วาล์วไฟฟ้า	ชุดวาล์วไฟฟ้าสิ่งเปิดปิดหัวฉีด	1

ภาพประกอบ จ-1 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของเครื่องล้างขวดที่ปรับปรุงใหม่

ภาคผนวก ฉ

Two-Sample T-Test and CI: ก่อนปรับปรุงงาน, หลังปรับปรุงงาน

Two-sample T ก่อนปรับปรุงงาน vs หลังปรับปรุงงาน

	N	Mean	St Dev	SE Mean
ก่อนปรับปรุงสถานที่ทำงาน	15	443.5	27.5	7.1
หลังปรับปรุงสถานที่ทำงาน	15	576.3	53	14

Difference = mu หลังปรับปรุงงาน - mu ก่อนปรับปรุงงาน

Estimate for difference: 132.7

95% upper bound for difference: 106.2

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 8.61 P-Value = 0.000 DF = 21

ภาพประกอบ ฉ-1 ผลการทดสอบสมมติฐานการปรับปรุงงานในสถานีงานแยกขวด

Two-Sample T-Test and CI: ก่อนปรับปรุงงาน,หลังปรับปรุงงาน

Two-sample T for **ก่อนปรับปรุงงาน** vs **หลังปรับปรุงทำงาน**

	N	Mean	StDev	SE Mean
อัตราการผลิตหลังปรับปรุงการทำงาน	4	107.35	1.31	0.66
อัตราการผลิตก่อนปรับปรุงการทำงาน	4	95.00	0.890	0.44

Difference = mu **หลังปรับปรุงการทำงาน** - mu **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

Estimate for difference: 12.345

95% lower bound for difference: 10.747

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 15.58 P-Value = 0.000 DF = 4

ภาพประกอบ ฉ-2 ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดโซดา (หลังปรับปรุง)

Two-Sample T-Test and CI: ปรับปรุงการทำงาน,ก่อนปรับปรุงการทำงาน

Two-sample T for **หลังปรับปรุงการทำงาน** vs **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

	N	Mean	StDev	SE Mean
อัตราการผลิตหลังปรับปรุงการทำงาน	4	68.63	1.32	0.66
อัตราการผลิตก่อนปรับปรุงการทำงาน	4	57.47	033	0.16

Difference = mu **หลังปรับปรุงการทำงาน** - mu **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

Estimate for difference: 11.157

95% lower bound for difference: 9.560

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 16.43 P-Value = 0.002 DF = 3

ภาพประกอบ ฉ-3 ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดเบียร์ช้าง (หลังปรับปรุง)

Two-Sample T-Test and CI: หลังปรับปรุงการทำงาน, ก่อนปรับปรุงการทำงาน

Two-sample T for **หลังปรับปรุงการทำงาน** vs **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

	N	Mean	StDev	SE Mean
อัตราการผลิตหลังปรับปรุงการทำงาน	4	68.79	1.16	0.58
อัตราการผลิตก่อนปรับปรุงการทำงาน	4	57.783	0.484	0.24

Difference = mu **หลังปรับปรุงการทำงาน** - mu **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

Estimate for difference: 11.002

95% lower bound for difference: 9.662

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 17.50 P-Value = 0.000 DF = 4

ภาพประกอบ ฉ-4 ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดเบียร์สิงห์ (หลังปรับปรุง)

Two-Sample T-Test and CI: หลังปรับปรุงการทำงาน, ก่อนปรับปรุงการทำงาน

Two-sample T for **หลังปรับปรุงการทำงาน** vs **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

	N	Mean	StDev	SE Mean
อัตราการผลิตหลังปรับปรุงการทำงาน	4	93.41	1.60	0.80
อัตราการผลิตก่อนปรับปรุงการทำงาน	4	94.720	0.697	0.35

Difference = mu **หลังปรับปรุงการทำงาน** - mu **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

Estimate for difference: -1.313

95% lower bound for difference: -3.171

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = -1.51 P-Value = 0.897 DF = 4

ภาพประกอบ ฉ-5 ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดไวตามิลค์ (หลังปรับปรุง)

Two-Sample T-Test and CI: หลังปรับปรุงการทำงาน, ก่อนปรับปรุงการทำงาน

Two-sample T for **หลังปรับปรุงการทำงาน** vs **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

	N	Mean	StDev	SE Mean
อัตราการผลิตหลังปรับปรุงการทำงาน	4	90.60	1.12	0.56
อัตราการผลิตก่อนปรับปรุงการทำงาน	4	80.003	0.487	0.24

Difference = mu **หลังปรับปรุงการทำงาน** - mu **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

Estimate for difference: 10.595

95% lower bound for difference: 9.292

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 17.34 P-Value = 0.000 DF = 4

ภาพประกอบ ฉ-6 ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดแบน (หลังปรับปรุง)

Two-Sample T-Test and CI: หลังปรับปรุงการทำงาน, ก่อนปรับปรุงการทำงาน

Two-sample T for **หลังปรับปรุงการทำงาน** vs **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

	N	Mean	StDev	SE Mean
อัตราการผลิตหลังปรับปรุงการทำงาน	4	69.26	1.05	0.53
อัตราการผลิตก่อนปรับปรุงการทำงาน	4	57.53	0.54	0.27

Difference = mu **หลังปรับปรุงการทำงาน** - mu **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

Estimate for difference: 11.72

95% lower bound for difference: 10.461

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 19.81 P-Value = 0.000 DF = 4

ภาพประกอบ ฉ-7 ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดขาว (หลังปรับปรุง)

Two-Sample T-Test and CI: หลังปรับปรุงการทำงาน, ก่อนปรับปรุงการทำงาน

Two-sample T for **หลังปรับปรุงการทำงาน** vs **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

	N	Mean	StDev	SE Mean
อัตราการผลิตหลังปรับปรุงการทำงาน	4	152.38	2.05	1.0
อัตราการผลิตก่อนปรับปรุงการทำงาน	4	139.07	0.81	0.40

Difference = mu **หลังปรับปรุงการทำงาน** - mu **ก่อนปรับปรุงการทำงาน**

Estimate for difference: 13.31

95% lower bound for difference: 10.72

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 12.11 P-Value = 0.001 DF = 3

ภาพประกอบ ฉ-8 ผลการทดสอบสมมติฐานเมื่อล้างขวดฉลาม (หลังปรับปรุง)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายพิทธพนธ์ พิทักษ์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4812047

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนยกเว้นค่าเล่าเรียน จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ทุนผู้ช่วยสอน จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

พิทธพนธ์ พิทักษ์ และ องุ่น สังขพงศ์ . 2550. การเพิ่มประสิทธิภาพในโรงงานล้างขวด. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ. ภูเก็ต, ประเทศไทย, 24-26 ต.ค. 2550. หน้า 359-364.