

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางพาราและลดต้นทุนด้านพลังงาน
: กรณีศึกษาโรงงานแปรรูปยางพารา

ขจรศักดิ์ ทองอะไพพงษ์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2554

Rubber production efficiency improvement and energy cost reduction

: A case study of a rubber factory



Khachonsak Tongapipong

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

Department of Integrated Supply Chain Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2011

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากคณาจารย์ภาควิชา การจัดการ ไซ้อุปทานแบบบูรณาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.รัชพล มงคลิก อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เป็นอย่างสูง ซึ่งคอยให้คำปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ขอขอบพระคุณ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ และ รศ.ชัยพร วงศ์พิศาล ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่า เพื่อมาทำหน้าที่คณะกรรมการสอบ สารนิพนธ์ให้กับผู้วิจัย

ขอขอบคุณบริษัท สินแดนไทยการยาง จำกัด ที่ให้ความร่วมมือในด้านข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่อย่างสูง ที่คอยให้กำลังใจและคอยสนับสนุนในทุกเรื่องอย่างดีเสมอมา และขอขอบคุณสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับตัวข้าพเจ้าทุกๆ คนที่มีส่วนช่วยเป็นแรงผลักดันให้สามารถทำงานวิจัยในครั้งนี้ลุล่วงได้ด้วยดี

ขจรศักดิ์ ทองอะไพพงษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....	4
1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย.....	5
1.7 นิยามศัพท์.....	5
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 นิยามและขอบเขตของการศึกษา.....	6
2.2 การวิเคราะห์วิธีการ (Methods Analysis)	11
2.3 การวิเคราะห์กระบวนการ	19
2.4 การวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ.....	28
2.5 ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และผลิตภาพ.....	37
2.6 การจัดการโซ่อุปทานแบบกรีน (Green Supply Chain Management).....	39
2.7 ต้นทุนและความสูญเสีย	41
2.8 การเผาไหม้	43
2.9 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	46
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการการผลิตยางพารา.....	49
3.3 สรุปเวลา ระยะทาง และขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตยางพารา	77
3.4 ศึกษาการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตยางพารา	78
3.5 ศึกษาวิธีการทำงานของโรงอบยางพารา	82
3.6 ปัญหาที่พบของกระบวนการการผลิตยางพารา.....	87
บทที่	
4. ผลการศึกษา.....	88
4.1 แสดงผลการปรับปรุงวิธีการทำงานของการผลิตยางพารา.....	88
4.2 สรุปเวลา ระยะทาง และขั้นตอนของกระบวนการผลิตยางพาราหลังการปรับปรุง....	98
4.3 เปรียบเทียบระยะทางในการทำงานระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง	98
4.4 เปรียบเทียบเวลาในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง.....	99
4.5 เปรียบเทียบจำนวนขั้นตอนในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง	99
4.6 การปรับปรุงโรงอบยางพาราเพื่อลดใช้พลังงานในกระบวนการอบยางพารา	100
4.7 สรุปผลก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงทั้งหมด	106
5. สรุปผลการศึกษา.....	108
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	108
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	113
บรรณานุกรม.....	114
ประวัติผู้เขียน	117

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของการศึกษางาน	7
2.2 แผนผังการออกแบบวิธีการทำงาน	10
2.3 แสดงตัวอย่างแผนภูมิกระบวนการผลิตของการทอผ้าดิบ	20
2.4 แสดงสัญลักษณ์มาตรฐานในแผนภูมิการไหลของขบวนการผลิต	22
2.5 เครื่องหมาย Process Chart สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานต่างๆ.....	23
2.6 ตัวอย่างแบบฟอร์มการวิเคราะห์แผนภูมิการไหล.....	25
2.7 ตัวอย่างการวิเคราะห์ Flow Process Chart และ Flow Diagram ก่อนปรับปรุง	26
2.8 ตัวอย่างการวิเคราะห์ Flow Process Chart และ Flow Diagram หลังปรับปรุง.....	27
2.9 การขนถ่ายวัสดุกับองค์ประกอบที่สำคัญ.....	31
2.11 แสดงวิธีการต่างๆ ที่อาจจะใช้ขนถ่ายสิ่งของชนิดเดียวกัน	35
2.12 แสดงให้เห็นถึงวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือวัสดุ	40
2.13 วิธีการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการตามหลักของ Green Supply Chain	41
3.1 แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตยางพารา.....	49
3.2 แสดงแผนผังพื้นที่แต่ละส่วนของโรงงาน	50
3.3 แสดงขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน.....	51
3.4 แสดงขั้นตอนชั่งน้ำยางพาราสด.....	55
3.5 แสดงขั้นตอนเทน้ำยางพาราลงบ่อรวม	55
3.6 แสดงขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพารา.....	56
3.7 ตะก่งสำหรับใสน้ำยางพารา.....	57
3.8 การใสน้ำยางพาราลงตะก่ง	57
3.9 การตักฟองยางพาราออกจากตะก่ง.....	58
3.10 ยางพาราที่ถูกดึงแผ่นเสียบออกแล้ว.....	58
3.11 ยางพาราที่ออกจากตะก่งเพื่อที่จะนำไปรีด	59
3.12 การรีดยางพาราที่ออกจากตะก่งแล้ว	59
3.13 การตากยางพาราที่ผ่านการรีดแล้ว.....	60
3.14 การนำยางพาราออกตากแดด.....	60
3.15 ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ.....	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.16 การนำขางพาราเข้าโรงอบ.....	63
3.17 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิในโรงอบ	63
3.18 ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์	64
3.19 การนำขางพาราออกจากเกะตาก	65
3.20 เศษขางพาราที่ผ่านการคัดตั้งแล้ว.....	65
3.21 ขางพาราที่ถูกคัดแยกประเภทแล้ว	66
3.22 การชั่งขางพารา.....	66
3.23 การบรรจุขางพาราลงถังและเข้าเครื่องอัด	67
3.24 ขางพาราที่บรรจุภัณฑ์แล้ว	67
3.25 ขางพาราที่อยู่ในคลังเก็บสินค้า	68
3.26 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการนำขางพาราเข้ามาในโรงงาน	70
3.27 แสดง Flow Diagram นำขางพาราเข้ามาในโรงงาน.....	71
3.28 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนแปรรูปขางพารา.....	72
3.29 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนแปรรูปขางพารา.....	73
3.30 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนนำขางแผ่นเข้าโรงอบ	74
3.31 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนนำขางแผ่นเข้าโรงอบ	75
3.32 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์	76
3.33 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์.....	77
3.34 แสดงสัดส่วนต้นทุนของพลังงานแต่ละประเภทในกระบวนการผลิตขางพารา.....	80
3.35 สาเหตุของการสิ้นเปลืองไม้ฟืนในการอบขางพารา.....	81
3.36 แสดงรูปแบบและผังของโรงอบขางพารา.....	82
3.37 ลักษณะของโรงอบขางพารา.....	83
3.38 ลักษณะของโรงอบขางพารา.....	84
4.1 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการนำขางพาราเข้ามาในโรงงาน	89
4.2 แสดง Flow Diagram นำขางพาราเข้ามาในโรงงาน.....	90
4.3 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการแปรรูปขางพาราหลังการปรับปรุง.....	91
4.4 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนแปรรูปขางพาราหลังการปรับปรุง	92

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.5 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบหลังการปรับปรุง	94
4.6 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ หลังการปรับปรุง.....	95
4.7 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุง...	96
4.8 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุง	97
4.9 รูปแบบและผังของโรงอบยางพาราหลังการปรับปรุง	100
4.10 บริเวณหน้าเตาอบที่ทำการใส่ไม้ฟัน.....	101
4.11 ท่อ 8 นิ้วที่ต่อจากด้านนอกเข้าไป	102
4.12 ส่วนที่ทำการปรับปรุง (D) ที่ก่ออิฐปิดไม่ให้ควันเข้า.....	102
4.13 ท่อ 4 นิ้ว ที่เชื่อมระหว่างส่วน (D) ไปด้านบนโรงอบ	103
4.14 บริเวณด้านบนโรงอบที่เจาะให้ความร้อนจากท่อ (E) เข้ามาโดยตรง	103
5.1 แผนภูมิแสดงเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพาราก่อนและหลังการปรับปรุง...	109
5.2 แผนภูมิแสดงจำนวนขั้นตอนการนำยางแผ่นเข้าโรงอบก่อนและหลังทำการปรับปรุง.	109
5.3 แผนภูมิแสดงระยะทางในการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ก่อนและหลังทำการปรับปรุง ...	110
5.4 แผนภูมิแสดงจำนวนขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ก่อนและหลังทำการปรับปรุง	110
5.5 แผนภูมิแสดงเวลาในการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ก่อนและหลังทำการปรับปรุง.....	111
5.6 แผนภูมิแสดงจำนวนไม้ฟันที่ใช้ก่อนและหลังทำการปรับปรุง.....	112
5.7 แผนภูมิแสดงต้นทุนไม้ฟันที่ใช้ก่อนและหลังทำการปรับปรุง.....	112

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของประเทศต่างๆ ปี พ.ศ. 2548-2552	2
1.2 แผนการดำเนินงานวิจัย.....	5
3.1 แสดงสัดส่วนการผสมน้ำสะอาดต่อน้ำยางพาราในการทำยางพาราแผ่น	54
3.2 แสดงเวลาและระยะทางของกระบวนการผลิตยางพารา.....	77
3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนในกลุ่มย่อยของอุตสาหกรรมยางพารา.....	78
3.4 แสดงโครงสร้างต้นทุนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของโรงงานการศึกษา.....	79
3.5 แสดงจำนวนไม้พืนที่ใช้ในการอบยางพาราของ โรงอบ.....	85
4.1 แสดงระยะทาง เวลาและขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง.....	98
4.2 เปรียบเทียบระยะทางในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง.....	98
4.3 เปรียบเทียบเวลาทางในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง.....	99
4.4 เปรียบเทียบขั้นตอนในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง.....	99
4.5 แสดงจำนวนไม้พืนที่ใช้ในการอบยางพาราของ โรงอบหลังปรับปรุง	105
4.6 แสดงจำนวนผลผลิตที่ได้ในการอบยางพาราของ โรงอบ.....	106
4.7 แสดงสรุปผลก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงทั้งหมด	106
5.1 แสดงค่าเฉลี่ยรวมที่ลดลงของทั้งกระบวนการทำงาน.....	111

หัวข้อสารนิพนธ์	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางพาราและลดต้นทุนด้านพลังงาน
ชื่อผู้เขียน	: กรณีศึกษา โรงงานแปรรูปยางพารา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ขจรศักดิ์ ทองอะไพพงษ์
สาขาวิชา	ผศ. ดร. ชัชพล มงคลิก
ปีการศึกษา	การจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ
	2553

บทคัดย่อ

โรงงานแปรรูปยางพาราที่ทำการศึกษาค้นคว้าพบว่ามีปัญหาของการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพและนอกจากนี้ยังพบว่าขั้นตอนของกระบวนการอบยางพารานั้นไม่สามารถทำงานได้ดีพอ เนื่องจากความร้อนจากเตาเผาไม่สามารถที่จะกระจายเข้าสู่ห้องอบได้โดยตรง ผู้วิจัยจึงได้ทำการสำรวจและสังเกตแต่ละกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอน โดยได้นำเทคนิคแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต flow process chart มาใช้ศึกษากระบวนการทำงานเพื่อทำการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ผลของการปรับปรุงมีดังนี้ ขั้นตอนแรกการนำน้ำยางเข้ามาในโรงงาน ขั้นตอนที่สองการแปรรูปน้ำยางพารา สามารถลดเวลาในการทำงานลงทั้งสิ้น 900 นาทีหรือ 62.03% ขั้นตอนที่สามารถนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบ สามารถลดขั้นตอนการดำเนินงานลงทั้งสิ้น 1 ขั้นตอนหรือ 25% และขั้นตอนสุดท้ายการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ สามารถลดระยะทางระหว่างโรงอบยางพาราถึงคลังเก็บสินค้าลงทั้งสิ้นเป็นระยะทาง 40 เมตรหรือ 29.41% ขั้นตอนการทำงานลดลงทั้งสิ้น 1 ขั้นตอนหรือ 7.14% และลดเวลาในการทำงานลงทั้งสิ้น 1 นาทีหรือ 5.55% สรุปค่าเฉลี่ยผลของการปรับปรุงตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4 สามารถลดระยะทางลงได้ทั้งสิ้น 9% เวลาที่ใช้ลดลงทั้งสิ้น 13.8% และขั้นตอนในการทำงานลดลงทั้งสิ้น 5.26% ในส่วนของผลการปรับปรุง โรงอบยางพาราสามารถลดปริมาณการใช้ไม้ฟืนลง 554 กิโลกรัมหรือ 15.81% และต้นทุนการใช้ไม้ฟืนสามารถลดลง 332 บาทหรือ 15.79 ต่อการอบแต่ละครั้ง

Thematic Paper Title	Rubber Production Efficiency Improvement and Energy Cost Reduction: A Case Study of a Rubber Factory.
Author	Khachonsak Tongapaipong
Thematic Paper Advisor	Asst.Prof. Dr. Chatpon Mongkalig
Department	Integrated Supply Chain Management
Academic Year	2010

ABSTRACT

Rubber factory has faced many problems. There are some inefficient and unsuitable operations in the rubber factory. Moreover, it is found that, heat from the rubber oven is not enough to distribute into rubber drying chamber. The best problem solutions are determined by observing each process of the factory. Flow process charts are used to solve the problem and improve production processes. There are four steps of the flow process chart to solve the problem. First of all, the rubber latex is supplied to the factory. Secondly, the rubber sheet is produced by rubber latex. The processing time in the second operation decreases by 900 minutes or 62.03%. Then, the rubbers sheet is dried in the rubber drying chamber. In this operation, working steps are reduced by 1 step or 25%. The packaging of rubber sheet is the final operation. The distance between the oven and packaging station decreases by 40 meters or 29.41%. The working steps in packaging operation decreased by 1 step or 7.14% and the processing time decreases by 1 minute or 5.26%. In conclusion, from the flow process chart analysis, the distance is reduced by 9%, the processing time decreases by 13.8% and the working steps are reduced by 5.26%. According to the achievement of rubber drying chamber improvement, it is found that, the new steps consume less fuel than the classical steps by 554 kg. or 15.81%. The energy cost is reduced THB 332 per drying or 15.79%.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ยางพาราถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอันดับต้นๆ ของโลก ผลผลิตจากยางพาราได้ถูกนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของอุตสาหกรรมต่างๆ หลายประเภท เช่น ยางรถยนต์ เครื่องมือทางการแพทย์ ผลิตภัณฑ์ฟองน้ำ สายพาน เป็นต้น เนื่องจากยางพารามีคุณสมบัติพิเศษกว่าวัสดุธรรมชาติอื่นๆ คือ ยางพาราสามารถยืดหยุ่นหรือแข็งถึงขนาดใช้แทนโลหะบางชนิดก็ได้ สามารถเก็บน้ำได้ อัดลมไว้ได้ ไม้ร่วง และยังเป็นฉนวนไฟฟ้าอีกด้วย จะเห็นได้ว่ายางพาราใช้ทำประโยชน์ได้หลายประการ ความต้องการใช้ยางพาราจึงมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในรอบ 15 ปีที่ผ่านมา สัดส่วนการใช้ยางธรรมชาติของโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากร้อยละ 38.8 ในปี 2537 มาเป็นร้อยละ 39.2, 41.3, 43.3 และ 44.6 ในปี 2540, 2544, 2549 และ 2552 ตามลำดับ ขณะที่สัดส่วนการใช้ยางสังเคราะห์ลดลงจากร้อยละ 61.2 ในปี 2537 มาเป็นร้อยละ 60.8, 58.7, 56.7, และ 55.4 ในปี 2540, 2544, 2549 และ 2552 ตามลำดับ เห็นได้ว่าปริมาณและสัดส่วนการใช้ยางธรรมชาติในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของอุตสาหกรรม

ในขณะเดียวกันรอบ 5 ปีที่ผ่านมา ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ตั้งแต่ปี 2548 จนถึงปี 2551 แต่ลดลงในปี 2552 โดยมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.83 ต่อปี แต่เป็นการขยายตัวในทิศทางที่ลดลงจากร้อยละ 11.2 ในปี 2548 มาเป็นร้อยละ 2.35 ในปี 2551 และมีอัตราการผลิตที่ลดลงในปี 2552 ร้อยละ -4.28 กล่าวคือปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของโลกได้ลดลงจาก 10.031 ล้านตันในปี 2551 มาเป็น 9.602 ล้านตันในปี 2552 (ดังจะแสดงในตารางที่ 1) การลดลงของผลผลิตยางพาราดังกล่าว เนื่องจากได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อนและฝนตกชุกในแหล่งปลูกยางของประเทศผู้ผลิตยางหลัก ส่งผลให้สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการให้ผลผลิตของต้นยางจึงทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้น้อยลง เช่นเดียวกับปริมาณการผลิตยางสังเคราะห์ที่ลดลงจากการปรับตัวสูงขึ้นของราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก

ส่วนการใช้ยางของโลกมีปริมาณ 21.425 ล้านตัน เป็นยางธรรมชาติ 9.547 ล้านตันและยางสังเคราะห์ 11.878 ล้านตัน การใช้ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือปริมาณใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2548

ตารางที่ 1.1 ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของประเทศต่างๆ ปี พ.ศ. 2548-2552

หน่วย : ,000 ตัน					
ประเทศ	2548	2549	2550	2551	2552
ไทย	2,937	3,137	3,056	3,090	3,164
อินโดนีเซีย	2,271	2,637	2,755	2,751	2,535
มาเลเซีย	1,126	1,284	1,200	1,072	856
อินเดีย	772	853	811	881	817
เวียดนาม	482	555	606	660	724
จีน	510	533	590	560	630
โกตดิวัวร์	165	178	183	194	206
ศรีลังกา	104	109	118	129	133
ไลบีเรีย	111	101	106	81	77
ฟิลิปปินส์	79	75	93	95	87
อื่นๆ	347	329	283	518	451
รวม	8,904	9,791	9,801	10,031	9,602
อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	11.02	9.96	0.10	2.35	-4.28

ที่มา: International Rubber Study Group (2010)

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าประเทศผู้ผลิตยางธรรมชาติมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย มีปริมาณการผลิต คิดเป็นร้อยละ 67.72 ของปริมาณการผลิตทั้งหมดของโลก ประกอบด้วยไทย ร้อยละ 32.63 อินโดนีเซีย ร้อยละ 26.19 และมาเลเซีย ร้อยละ 8.48

จะเห็นว่าประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติมากที่สุด โดยมีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปีและในส่วนของจำนวนพื้นที่ปลูกยางของไทยก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี 2549 ซึ่งมีพื้นที่ 14,338,046 ไร่ เพิ่มขึ้นในปี 2551 ที่มีพื้นที่ปลูกยางทั้งสิ้น 16,889,686 ไร่ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จึงนับได้ว่ายางพาราเป็นหนึ่งในสินค้าเกษตรอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทย โดยอุตสาหกรรมยางพาราของไทยเริ่มขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. 2443 จนกระทั่ง พ.ศ. 2534 ประเทศไทยสามารถผลิตยางพาราได้มากที่สุดของโลกจนถึงปัจจุบัน

จากการที่ประเทศไทยมีสภาพพื้นที่และสภาพอากาศที่เหมาะสมกับการปลูกยางพาราจึงสามารถผลิตน้ำยางดิบได้เป็นจำนวนมาก ทำให้ประเทศไทยมีอุตสาหกรรมต่อเนื่องเกี่ยวกับยางพาราเกิดขึ้นมากมาย เช่น โรงงานผลิตยางแผ่น โรงงานผลิตยางแท่ง โรงงานผลิตยางรถยนต์ เป็นต้น และเนื่องจากการที่มีอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับยางพารามากมายทำให้ต้องใช้วัตถุดิบและปัจจัยในการผลิตในกระบวนการต่างๆ สูงขึ้นตามไปด้วย หากมองมิติด้านพลังงานที่ใช้เป็นปัจจัยหนึ่งในการผลิตของอุตสาหกรรมยางพาราและผลิตภัณฑ์ยางพาราถือว่ามีการใช้พลังงานในปริมาณค่อนข้างสูง เนื่องจากการผลิตและแปรรูปยางพารามีการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนเป็นหลัก ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มระดับการใช้พลังงานมากขึ้นตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมยางพารา ในทางกลับกันปริมาณของพลังงานต่างมีแนวโน้มที่จะลดลงอาจมีผลทำให้ราคาของพลังงานสูงขึ้นตามไปด้วย ในปัจจุบันอุตสาหกรรมยางพารามีการแข่งขันกันสูงทำให้จำเป็นต้องหาวิธีในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนในการผลิต

จากการศึกษาโรงงานแปรรูปยางพารากรณีศึกษาพบว่า กระบวนการในการผลิตไม่สามารถดำเนินได้อย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการรอกงาน และงานบางงานมีความซ้ำซ้อนกันทางผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์กระบวนการทำงานโดยการประยุกต์ใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) มาศึกษากระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการเพื่อทำการปรับปรุงให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ทางโรงงานยังได้ตระหนักถึงความสำคัญพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ที่นับวันก็จะลดน้อยลง ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ถึงสัดส่วนการใช้พลังงานเชื้อเพลิง วิเคราะห์สัดส่วนต้นทุนของพลังงานเชื้อเพลิงและหาวิธีการปรับปรุงเพื่อลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งจะทำให้สามารถลดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ปัญหาในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิตยางพารา
2. เพื่อนำเทคนิคแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) มาใช้ในการศึกษาวิธีการทำงานและปรับปรุงกระบวนการผลิตยางพารา
3. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในกระบวนการอบยางพารา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้เพื่อศึกษากระบวนการผลิตยางพารา โดยทำการศึกษา บริษัท สิ้นแดนไทย จำกัด อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี ผู้ศึกษาได้ใช้เทคนิคแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) มาใช้ในการศึกษาวิธีการทำงานและปรับปรุงกระบวนการผลิตยางพารา นอกจากนี้ยังศึกษาและหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในกระบวนการอบยางพารา โดยทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดระยะทางในการทำงานลง 5% ลดเวลาในการทำงานลง 5% ลดขั้นตอนการทำงานที่เกินความจำเป็นและลดการใช้พลังงานในกระบวนการอบยางพาราเพื่อลดต้นทุนการใช้พลังงานลง 5%

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบปัญหาที่เกิดภายในกระบวนการการผลิตยางพารา สามารถการแก้ไขนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราให้ดีขึ้น
2. สามารถลดการใช้พลังงานนำไปสู่การลดต้นทุนการใช้พลังงานในกระบวนการอบยางพาราลงได้

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษากระบวนการผลิตยางพาราของ บริษัทสิ้นแดนไทย จำกัด
3. วิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น
4. วางแผนและหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
5. ประยุกต์ใช้วิธีการต่างๆ และประเมินผล
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานวิจัย

ลำดับ	ขั้นตอนการวิจัย	ระยะเวลา (เดือน)								หมายเหตุ	
		2553						2554			
		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.		ก.พ.
1	ศึกษาเอกสารแลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	↔									
2	ศึกษาข้อมูลของโรงงาน		↔								
3	วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น		↔								
4	วางแผนและหาวิธีการแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต				↔						
5	ประยุกต์ใช้วิธีการต่างๆ และประเมินผล						↔				
6	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ								↔		

1.7 นิยามศัพท์

น้ำยางพารา	หมายถึง	น้ำยางที่ได้จากการกรีดยาง ซึ่งเป็นของเหลว มีสีขาวจนถึงสีขาวปนเหลืองข้นและข้น
ยางแผ่น	หมายถึง	การนำน้ำยางพาราที่ได้จากการกรีดมาผสมกับน้ำกรดเพื่อให้ยางแข็งตัว แล้วนำไปเข้าเครื่องรีดเพื่อให้ได้เป็นยางแผ่น
น้ำกรด หรือ กรดฟอร์มิค	หมายถึง	น้ำยาเคมีเพื่อทำให้น้ำยางแข็งตัว มีคุณสมบัติ ดังนี้ คือ ยางแผ่นแข็งตัวสม่ำเสมอ สามารถระเหยได้ไม่ตกค้างในแผ่นยาง ไม่ทำให้แผ่นยางเหนียวเหนอะ
ตะกอก	หมายถึง	ภาชนะที่ใส่น้ำยางเพื่อผสมกับกรด เพื่อให้ยางจับตัวเป็นก้อน
เก้ะ	หมายถึง	ราวสำหรับตากยาง

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิธีการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางพาราในโรงงานผลิตยางพารา ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิด ทฤษฎี ในประเด็นสำคัญจำแนกออกได้ดังนี้

- 2.1 นิยามและขอบเขตของการศึกษา
- 2.2 การวิเคราะห์วิธีการ
- 2.3 การวิเคราะห์กระบวนการ
- 2.4 การวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ
- 2.5 ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และผลิตภาพ
- 2.6 การจัดการโซ่อุปทานแบบกรีน (Green Supply Chain Management)
- 2.7 ต้นทุนและความสูญเสีย
- 2.8 การเผาไหม้
- 2.9 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามและขอบเขตของการศึกษา

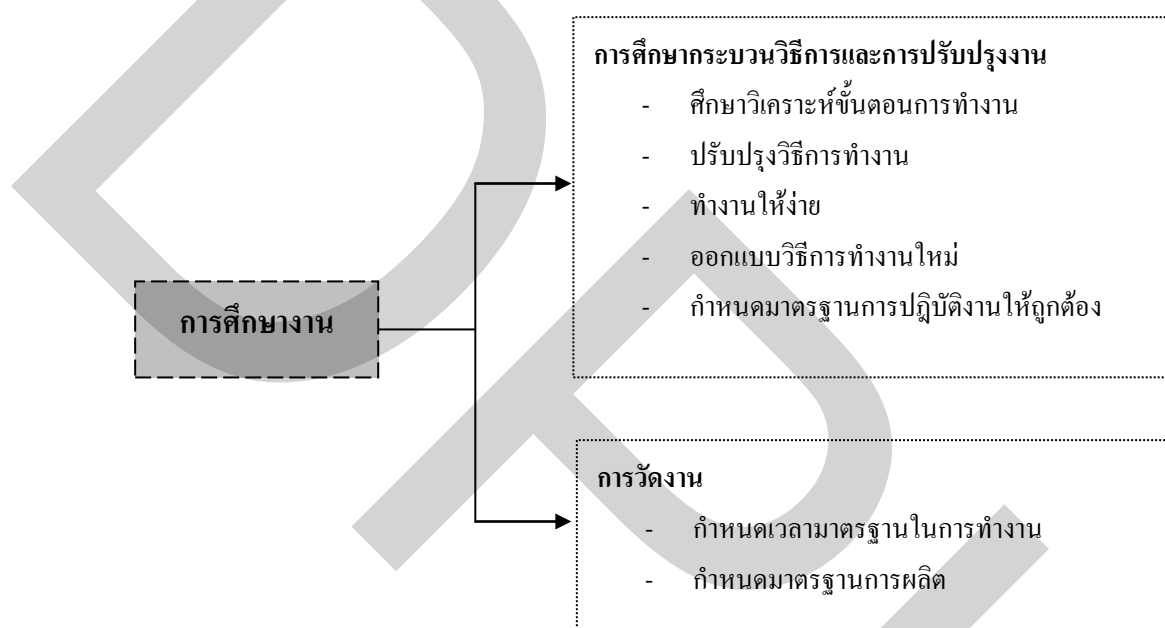
2.1.1 นิยาม

การศึกษาและการปรับปรุงงานเป็นวิทยาการในกลุ่มของวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่มีมานานและใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการธุรกิจและอุตสาหกรรม ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือในการเพิ่มผลผลิตที่สำคัญอันหนึ่ง หลักการของการปรับปรุงงานนี้ประสบความสำเร็จในอุตสาหกรรมการผลิตมากจนต่อมาได้มีการขยายและปรับใช้ไปสู่ธุรกิจการบริการและงานในสำนักงาน ซึ่งต้องใช้นักงานในการทำงานเป็นจำนวนมาก

การศึกษายาน (Work Study) หรือที่รู้จักกันในชื่อเดิมว่า การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) นี้ อาจถูกเรียกแทนด้วยชื่ออื่นๆ ซึ่งมีความหมายในลักษณะเดียวกัน เช่น Methods Engineering, Work Design หรือ Jobs/Methods Design แต่ไม่ว่าจะถูกเรียกด้วยชื่ออะไร ต่างก็มีความหมายอย่างเดียวกันคือหมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์ห้ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงานซึ่งดีที่สุดและเร็วที่สุดในการ

ปฏิบัติงานนั้นๆ ทั้งนี้ รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน สภาพของการทำงาน เครื่องมือต่างๆ และการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีการที่ถูกต้อง การหาเวลามาตรฐานของงานและการบริหารแผนการจ่ายเงินจูงใจระบบต่างๆ

การศึกษางาน (Work Study) โดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ส่วนคือ การศึกษาวิธีการเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงงาน (Method Study) กับ การวัดงาน (Work Measurement)



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของการศึกษางาน

การศึกษาวลักริเริ่มขึ้นในราวปี ค.ศ. 1900 โดย Frederick W. Taylor ใช้ในการหาเวลามาตรฐานของงาน ส่วนการศึกษางานคิดค้นขึ้นโดย Frank B. Gilbreth ซึ่งใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงาน แม้ว่าทั้งสองส่วนนี้จะถือกำเนิดในระยะเวลาใกล้เคียงกัน แต่ก็ไม่ได้เอามาสัมพันธ์กันเลยจนกระทั่งในราวปี ค.ศ. 1930 เมื่อการศึกษาวลักริเคลื่อนไหวและการศึกษางานถูกนำมาใช้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมกันและกัน

การศึกษาวลักริเคลื่อนไหวนี้บางครั้งอาจถูกเรียกว่า Methods Design หรือ Methods Analysis ซึ่งหมายความถึง การวิเคราะห์ขั้นตอนของการเคลื่อนไหวในการปฏิบัติงาน รวมทั้งเครื่องมือ เครื่องจักร และการวางผังในการปฏิบัติงานนั้นๆ

ส่วนการศึกษาวลักริอาจมีชื่อเรียกอย่างอื่นเช่นกัน คือ Time Study ซึ่งหมายถึง วิธีการในการคำนวณหาเวลาในการปฏิบัติงาน โดยอาศัยเครื่องมือจับเวลา รวมถึงการปรับเวลาโดยการให้

ค่าเผื่อต่างๆ และการให้อัตราความเร็วมาตรฐานตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้ภายใต้สภาพเงื่อนไขที่เหมาะสม

2.1.2 ขอบเขตของการศึกษา

จากนิยามของการศึกษางานดังกล่าวข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การศึกษางานเป็นศาสตร์ที่ใช้ศึกษากระบวนการทำงานอย่างมีระบบเพื่อสนองวัตถุประสงค์ดังนี้

1. พัฒนาวิธีการและระบบที่ดีที่สุดในการทำงาน หรืออีกนัยหนึ่ง คือ การออกแบบวิธีการทำงาน (Work Methods Design) เพื่อนำเอาแรงงาน เครื่องจักรและวัตถุดิบ การใช้เครื่องจักรขั้นตอนในการผลิตและขนส่ง ดังนั้นในการออกแบบวิธีการทำงาน จึงต้องเริ่มต้นตั้งแต่การศึกษาวัตถุประสงค์ ไปจนถึงกระบวนการผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูป เพื่อนำมาพัฒนาวิธีการที่ดีที่สุดในการทำงาน ในขั้นนี้จะใช้วิธีการแก้ปัญหาทั่วไปมาใช้ (General Problem Solving Process)

2. การจัดตั้งวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน เมื่อได้พัฒนาวิธีการทำงานที่เหมาะสมที่สุดแล้ว ขั้นต่อไปก็คือการนำเอาวิธีการนั้นมาใช้ โดยปกติจะแตกออกเป็นงานย่อยๆ ซึ่งอธิบายรายละเอียดต่างๆ ในการทำงาน เช่น การเคลื่อนไหวของมือ ขนาดและรูปร่างของวัสดุ เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบ เป็นต้น รวมทั้งการกำหนดสภาพเงื่อนไขในการทำงาน เพื่อให้ได้มาตรฐานงานที่ตั้งไว้

3. การหาเวลามาตรฐาน หรือที่เรียกว่า Work Measurement คือ การคำนวณหาเวลาในการทำงานมาตรฐานสำหรับพนักงานที่ได้รับการฝึกมาดีแล้ว ทำงานที่กำหนดด้วยความเร็วปกติภายใต้สภาพเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เวลาที่ได้นี้จะเป็มาตรฐานในการทำงานนั้นๆ ซึ่งจะใช้ประโยชน์ในการจัดตารางการผลิต การวางแผนการผลิต การประเมินต้นทุน การควบคุมต้นทุนแรงงานและอื่นๆ

การหาเวลามาตรฐาน อาจกระทำได้หลายวิธีคือ

3.1 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

3.2 การวิเคราะห์จากตารางมาตรฐาน (Predetermined-Motion Time Systems)

3.3 การสุ่มตัวอย่างงาน (Work Sampling)

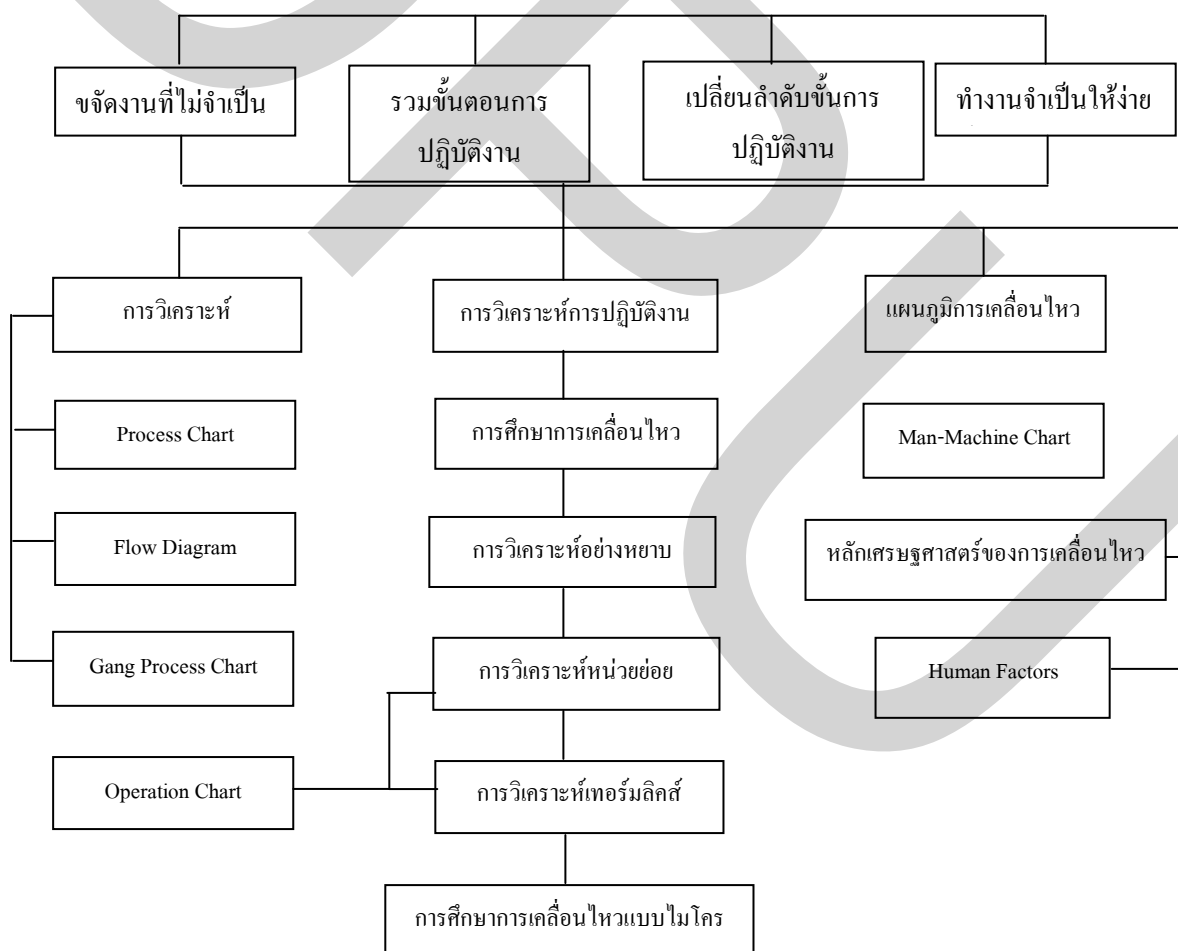
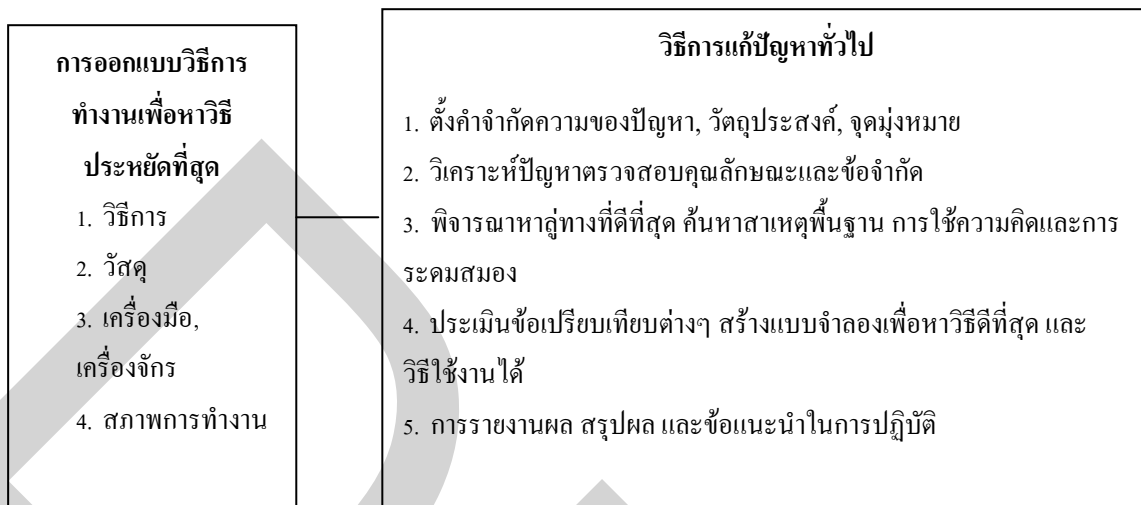
3.4 การใช้ข้อมูลเวลาพื้นฐาน (Elemental Time Data)

ทั้ง 4 วิธีนี้ มีขั้นตอนในการศึกษาที่แตกต่างกัน แต่วิธีที่นิยมใช้มากที่สุด คือ การใช้ นาฬิกาจับเวลาหรือการศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) ซึ่งได้เวลาจากการวิเคราะห์งานจริง จากนั้นปรับค่าที่ได้ด้วยตัวคูณอัตราความเร็ว และค่าเผื่อในการทำงานเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานสำหรับงานนั้น

4) การฝึกพนักงาน การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีจะใช้ไม่ได้ผลเลย ถ้าพนักงานไม่รู้จักวิธีใช้ ดังนั้นการศึกษากการเคลื่อนไหวและเวลา จึงเน้นถึงการนำเอาวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วมาใช้งาน และการฝึกพนักงานให้ทำงานด้วยวิธีมาตรฐานจนได้เวลาตามที่กำหนดไว้โดยอาศัยแผนภูมิต่างๆ ที่ได้จากการออกแบบวิธีการทำงาน การสาธิตด้วยภาพยนตร์และการจูงใจให้พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น

2.1.3 การนำไปใช้

ศาสตร์ในการศึกษาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงงาน ในระยะแรกถูกจำกัดอยู่เฉพาะในหมู่ผู้ประกอบการวิชาชีพวิศวกรรมอุตสาหกรรมเท่านั้น แต่ต่อมาได้รับการเผยแพร่ไปสู่ผู้ปฏิบัติงานอื่นๆ ในอุตสาหกรรม ได้แก่ ผู้จัดการ หัวหน้างาน และกิจกรรมกลุ่มย่อย (Quality Control Circles) การศึกษางานนอกจากจะถูกใช้เพื่อการศึกษาประสิทธิภาพของแรงงานทางตรงของโรงงานแล้วยังได้ขยายขอบเขตไปยังกระบวนการอื่นๆ เช่น การซ่อมบำรุง งานตรวจรับสินค้า งานในสำนักงาน เป็นต้น หลักการของการศึกษาวิเคราะห์และการปรับปรุงงานจึงสามารถนำมาใช้ลดต้นทุนการผลิตได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม หลักการเดียวกันนี้ สามารถนำไปใช้ศึกษาการทำงานในสำนักงานและการให้บริการอย่างอื่น เช่น ธนาคาร ที่ทำการไปรษณีย์ โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต การขนถ่ายสินค้า เป็นต้น เพื่อลดขั้นตอนการทำงานและลดต้นทุนทางด้านธุรการลงไป ธุรกิจเหล่านี้ต่างก็ได้รับประโยชน์จากการนำหลักวิชาของ Work Study มาใช้ในการทำงาน (รัชต์วารณ กาญจนปัญญาคม, 2550 : 21-25)



ภาพที่ 2.2 แผนผังการออกแบบวิธีการทำงาน

2.2 การวิเคราะห์วิธีการ (Methods Analysis)

2.2.1 นิยาม

การศึกษาวิธีการทำงาน (Methods Study) หมายถึง กระบวนการที่ใช้การศึกษาและบันทึกวิธีการทำงานเดิม หรือที่จะเสนอแนะขึ้นใหม่อย่างมีขั้นตอนและตรวจตราอย่างมีระบบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การศึกษาวิธีการทำงานมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน โดยการหาวิธีการทำงานที่ดีกว่า
2. ลดการใช้วัตถุดิบหรือลดของเสียลง
3. ปรับปรุงการวางผังโรงงานให้ดีขึ้น
4. ปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในโรงงานให้ถูกสุขลักษณะ
5. หาวิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม
6. เพื่อใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ได้เต็มกำลังการผลิต
7. ลดความเมื่อยล้าและอันตรายอันอาจเกิดกับตัวพนักงาน

2.2.2 ขั้นตอนของการศึกษา

แนวทางการศึกษาวิธีการทำงานแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนด้วยกันคือ การเลือก การบันทึก การวิเคราะห์ การพัฒนา การกำหนดมาตรฐาน การนำไปใช้ และการบำรุงรักษา รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. เลือกงานที่จะศึกษา งานที่เลือกมาศึกษาเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานนั้น ควรจะมีสิ่งบอกเหตุว่าสมควรที่จะได้รับการปรับปรุงดังนี้

1.1. งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนค่าใช้จ่าย เช่น งานที่มีการใช้วัสดุอย่างสิ้นเปลืองโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มเท่าที่ควร งานที่มีการเสียเวลารอคอยในกระบวนการผลิตและทำให้เกิดต้นทุนแห่งการสูญเสีย งานที่มีการเคลื่อนย้ายบ่อยครั้งระยะทางในการเคลื่อนย้ายยาวไกล ใช้แรงงานคนมากกว่าใช้อุปกรณ์ทุ่นแรงหรืออุปกรณ์การเคลื่อนย้ายไม่เหมาะสม เป็นต้น

1.2. งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น เมื่อมีการกำหนดวิธีการทำงานใหม่โดยใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยีสูง จำเป็นที่จะต้องศึกษาวิธีการทำงานเพื่อให้รองรับเทคโนโลยีใหม่ได้ หรือเครื่องจักรเดิมมีความด้อยประสิทธิภาพและมีความจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องให้สูงขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีมาช่วย

1.3. งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับพนักงาน สิ่งบอกเหตุว่างานนั้นสมควรจะได้มีการศึกษาวิธีการทำงาน คือ การที่พนักงานขาดงานบ่อย หรือมีอัตราการลาออกสูง บ่อยครั้งเป็นผลมาจากลักษณะของงานที่มีความเครียดสูง นำเมื่อหน้าการทำงานซ้ำซากจำเจ การศึกษาเพื่อปรับปรุงงาน

ให้เหมาะสมตามหลักเศรษฐศาสตร์แห่งการเคลื่อนไหว จะช่วยให้พนักงานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในการศึกษางานใดๆ หากจำเป็นต้องเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ ก็ควรพิจารณาถึงปฏิกิริยาของพนักงานที่เกี่ยวข้องด้วยว่าจะมีแรงต่อต้านมากน้อยเท่าใด ควรเลือกงานที่เมื่อเกิดการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานแล้วมีปฏิกิริยาต่อต้านน้อยที่สุด

ตัวอย่างของงานบางลักษณะที่ควรนำมาศึกษา

- งานที่เสร็จไม่ทันกำหนด
- มีอุบัติเหตุบ่อย
- มีข้อผิดพลาดเป็นประจำ
- วัสดุถูกเคลื่อนย้ายเป็นระยะทางไกล
- พนักงานต้องเดินมาก
- มีจุดคอขวดหรือคอขวด (Bottleneck) ในสายการผลิต
- มีการทำงานซ้ำซากในงานที่ต้องใช้คนจำนวนมาก
- มีเศษเหลือของวัสดุสูง หรืองานที่ต้องแก้ไขมาก
- คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอ
- เป็นงานหนักหรืองานที่มีความเครียดสูง
- ต้นทุนค่าใช้จ่ายเกิดจากค่าแรงงานล่วงเวลา (Over time) สูง
- พนักงานต้องเอื้อมมือมากหรือมีท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกหลักการยศาสตร์
- พนักงานมีความไม่พอใจในสภาพแวดล้อมการทำงาน
- โรงงานอื่นที่มีสภาพคล้ายคลึงกันมีประสิทธิภาพสูงกว่า

2. การบันทึกวิธีการทำงาน คือการบันทึกขั้นตอนการทำงานจริงที่ทำอยู่ปัจจุบัน ซึ่งการบันทึกต้องง่ายสำหรับการอ่าน สามารถเข้าใจวิธีการทำงานได้ทันที ควรใช้แผนภูมิและไดอะแกรม ที่มีแบบฟอร์มเป็นมาตรฐานสากลที่ใช้กันทั่วไป แผนภูมิและไดอะแกรมเหล่านี้จะเป็นรากฐานสำหรับการวิเคราะห์ เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า

3. การวิเคราะห์ เป็นกระบวนการพิจารณารายละเอียดของข้อมูลที่บันทึกไว้ โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม ซึ่งการตั้งคำถามมีอยู่สองลักษณะด้วยกันคือ คำถามปิด (Close-ended Question) และคำถามเปิด (Open-ended Question) สำหรับการพิจารณาตรวจสอบกระบวนการที่มีมาตรฐานอยู่เดิม ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามสำเร็จรูป (Checklist) ที่ตั้งไว้อย่างเป็นระบบและต่อเนื่องกัน เช่น ขั้นตอนการตรวจสอบการตั้งเครื่องประจำวัน ขั้นตอนของการขนย้ายวัสดุชิ้นส่วน ขั้นตอนการตรวจนับ เป็นต้น (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550 : 75-78)

4. การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า จากขั้นตอนการวิเคราะห์โดยการตั้งคำถามจะนำไปสู่การปรับปรุงงานโดยอาศัย 4 หลักการเรียกสั้นๆ ว่า ERCS ดังนี้

4.1 ขจัดงานที่ไม่จำเป็น (Eliminate All Unnecessary Work)

หลักการของการขจัดงานที่ไม่จำเป็นนี้ เกิดขึ้นเนื่องจากการวิเคราะห์งานโดยการตั้งคำถามแล้ว พบว่าไม่มีความจำเป็นต้องทำอีกต่อไปเนื่องจากวัตถุประสงค์ได้เปลี่ยนไปจากเดิม หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมของการทำงานต่างๆ จนทำให้วัตถุประสงค์เดิมของงานไม่มีความจำเป็นอีกต่อไป เช่น การเก็บวัสดุคองไว้ตรงประตูภายในโรงงาน ได้ทำมาตั้งแต่เมื่อโกดังเก็บสินค้ายังไม่เสร็จสมบูรณ์และได้ผ่านกระบวนการวิเคราะห์งานอย่างเป็นทางการและเป็นระบบและการตั้งคำถามแล้ว ก็สามารถตัดขั้นตอนของการขนย้ายวัสดุที่ต้องขนลงจากรถบรรทุกเพื่อกองตรงประตูโรงงาน มาเป็นการส่งวัสดุเข้าสู่คลังสินค้าโดยตรง และสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสายการผลิตได้ทันที

แม้เทคนิคของการตัดงาน (Eliminate) จะเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการปรับปรุงงาน แต่ไม่อาจกระทำอย่างผลิผลตามได้ เพราะงานทุกงานที่เกิดขึ้นมักจะมีวัตถุประสงค์กำกับด้วยเสมอ เพียงแต่วัตถุประสงค์นั้นยังคงไว้เมื่อกาลเวลาและภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไปหรือไม่แนวทางในการขจัดงานที่ไม่จำเป็นให้พิจารณาดังนี้

4.1.1 เลือกรงานที่มีปัญหาเรื่องต้นทุนสูง ซึ่งถ้าสามารถขจัดงานนี้ได้จะทำให้ลดต้นทุนค่าแรงทางตรง วัสดุคอง และค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การผลิตได้ ดังนั้น หากใช้เทคนิคการตั้งคำถามแล้ว ปรากฏว่าคำตอบคือเป็นงานที่ไม่จำเป็นอีกต่อไป ก็สมควรตัดทิ้งซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้มาก

4.1.2 กรณีที่คำตอบว่างานนั้นยังคงเป็นงานที่มีความจำเป็นอยู่ เพราะมีวัตถุประสงค์และเหตุผลแน่นอนในการสร้างมูลค่า ให้แยกแยะวัตถุประสงค์ให้เห็นเด่นชัดว่าทำงานนั้นเพื่อประโยชน์ใด ครอบคลุมขอบข่ายใดบ้าง เพื่อจัดทำเป็นมาตรฐานและป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการขจัดงานนั้น

4.1.3 ในกรณีที่วัตถุประสงค์ของงานนั้นไม่ชัดเจนว่าคืออะไร ให้พิจารณาโดยการตั้งคำถามว่าจะเกิดอะไรขึ้นหากขจัดงานนั้นออกไป ถ้าคำตอบออกมาว่าการไม่ทำงานนั้นเลยจะก่อให้เกิดผลดีกว่าการยังคงทำงานนั้นอยู่ ก็ควรตัดการทำงานนั้นออกทันที อย่างไรก็ตาม ควรทำการวิเคราะห์ผลได้ผลเสียทั้งทางตรงและทางอ้อม อันเกิดจากการตัดวัตถุประสงค์ของงานนั้นว่าสำคัญเพียงใด อาจก่อให้เกิดผลเสียตามมาหรือไม่ ปริมาณงานและจำนวนเงิน หรือผลตอบแทนที่ได้รับจากการตัดงาน วัตถุประสงค์ของงานและวิธีการทำงานนั้นออกไปมีความคุ้มค่าเพียงใด

สิ่งสำคัญที่สุดในการพิจารณา คือ หากค้นหาวัตถุประสงค์ของงานไม่พบหรือยังไม่ชัดเจนให้ตั้งคำถามว่า “ทำไม” “ทำไม” และ “ทำไม” ต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้รับคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ถ้าวัตถุประสงค์ของงานนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่สามารถจะละเลยได้ การตั้งคำถามว่า “ทำไม” จะส่งผลให้ได้คำตอบในท้ายที่สุดถึงความจำเป็นของงานนั้น แม้ขจัดงานนั้นออกไปทั้งหมดยังไม่ได้ก็ยังสามารถตั้งคำถามเพื่อลดขั้นตอนงานหรือการเตรียมงานบางส่วนออกไปได้

แนวทางเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นทั้ง 3 ข้อดังกล่าว อาจกระทำโดยวิธีการระดมความคิดของคณะทำงานที่ประกอบด้วย วิศวกร หัวหน้างานหรือ Supervisor ที่ชำนาญงานร่วมกับพนักงาน จะช่วยชี้ให้เห็นถึงทุกแง่มุมของความเป็นไปได้ในการขจัดงานและลดต้นทุนในการทำงาน

ประโยชน์ของการขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก มีดังนี้

- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงวิธีการทำงาน
- ไม่เสียเวลาในขั้นตอนของการปรับปรุงวิธีการทำงาน การทดลองและติดตั้งวิธีการทำงานใหม่
- ไม่จำเป็นต้องมีการฝึกหัดพนักงานสำหรับวิธีการทำงานใหม่
- ปัญหาเรื่องคนงานคัดค้านมีน้อยกว่าการปรับเปลี่ยนวิธีการ
- เป็นวิธีการปรับปรุงงานที่ง่ายที่สุด

4.2 รวมขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน (Combine Operations or Elements)

ในกระบวนการผลิต โดยทั่วไปจะประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อยๆ หลายขั้นตอนด้วยกัน หลักการดังกล่าวเกิดขึ้นในกระบวนการออกแบบวิธีการทำงานเพื่อให้งานในแต่ละสถานี มีขั้นตอนที่เหมาะสมสำหรับการแบ่งงานตามความชำนาญของคนงาน แต่บางครั้งการแตกขั้นตอนการปฏิบัติงานออกมาจนเกินความจำเป็นทำให้เกิดปัญหาอื่นตามมา เช่น ปริมาณงานที่ไม่สมดุลกันในสายการผลิตและขั้นตอนการปฏิบัติงาน การมีงานค้างหรืองานคอยในระหว่างสายการผลิตสูงเพราะการวางแผนการผลิตไม่เหมาะสม มีงานล่าช้าอันเกิดจากความแตกต่างในทักษะของพนักงานในขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ นอกจากนี้ การเติบโตของสายการผลิตและการปรับเปลี่ยนของสายการผลิตก่อให้เกิดงานซ้ำซ้อนเกิดขึ้น ดังนั้นหลักการของการรวมงานจึงเกิดขึ้นเพื่อช่วยลดการทำงานและการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นให้น้อยลง

การรวมงานอาจเกิดขึ้นได้หลายระดับดังนี้

- การรวมการเคลื่อนไหว เช่น การหยิบจับตั้งแต่ 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน
- การรวมกิจกรรมตั้งแต่ 2 ขั้นตอนเข้าด้วยกัน
- การรวมงานของสถานีงานตั้งแต่ 2 สถานีเข้าด้วยกัน
- การรวมชิ้นส่วนงานเข้าด้วยกัน

4.3 การสลับสับเปลี่ยนลำดับการปฏิบัติงาน (Change the Sequence of Operations)

ในการผลิตสินค้าใหม่มักเริ่มต้นการผลิตในปริมาณน้อยและค่อยๆ ขยายปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นจนเต็มประสิทธิภาพ เมื่อสายการผลิตมีปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงานแบบเดิมอาจไม่มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสภาพแวดล้อมการทำงานที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เส้นทางเคลื่อนย้ายของงานที่ต้องย้อนกลับไปกลับมาเนื่องจากมีจำนวนเครื่องจักรเพิ่มขึ้น จำนวนผลิตเพิ่มขึ้นกว่าเดิม เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาในเรื่องการเคลื่อนย้ายวัสดุ เนื่องจากระยะทางที่ยาวไกล การตรวจสอบด้วยวิธีการตั้งคำถามอย่างละเอียดเพื่อดูว่า จะสามารถสลับสับเปลี่ยนลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงานใหม่ได้หรือไม่ เพื่อให้งานง่ายและรวดเร็วขึ้น การใช้แผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ บันทึกการทำงานจะช่วยชี้ให้เห็นว่ามีการเสียเวลาและรอกอยในขั้นตอนใด และสมควรจะเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างไร เพื่อลดการเคลื่อนย้ายวัสดุ และทำให้การไหลของงานเป็นไปอย่างรวดเร็ว

4.4 ทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify the Necessary Operations)

ในการวิเคราะห์โดยการตั้งคำถามเพื่อปรับปรุงงาน จะเริ่มตั้งแต่จุดงานที่ไม่จำเป็นรวมขั้นตอนการปฏิบัติงาน และสลับสับเปลี่ยนลำดับการปฏิบัติงานแล้ว ทำที่สุดจะเหลือแต่งานที่จำเป็นต้องทำ แต่กระนั้น โอกาสในการปรับปรุงงานนั้นคือการพิจารณาหาวิธีการทำงานอื่นที่ง่ายกว่าและสะดวกรวดเร็วกว่า การตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การทำงานให้ง่ายขึ้น ควรเริ่มต้นจากคำถามในทุกเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานนั้น เช่น วิธีการทำงาน วัสดุที่ใช้ เครื่องมือ สภาพแวดล้อมในการทำงาน การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยตั้งสมมติฐานว่างานที่กำลังวิเคราะห์ห้อยู่กันยังไม่สมบูรณ์ คำถามที่ตั้งจะต้องขึ้นด้วย “อะไร, ที่ไหน, เมื่อใด, ใคร, อย่างไร และทำไม”

การได้มาซึ่งวิธีการที่ง่ายขึ้น จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ของนักวิเคราะห์อย่างยิ่ง และเป็นการต่อยอดความคิดโดยการนำรูปแบบของการปรับปรุงงานในอุตสาหกรรมอื่นๆ มาปรับใช้ อาจเป็นการรวมแนวคิดในการลดขั้นตอนการทำงานโดยหลักการ ECRS มารวมกัน เช่น การใช้เอกสารใบตรวจสอบงาน (Check Sheet) การออกแบบอุปกรณ์จับยึด การออกแบบอุปกรณ์เพื่อลดความผิดพลาดของสายตา การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีมาช่วยเสริมให้การทำงานเร็วขึ้น เป็นต้น

5. การกำหนดเป็นมาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์วิธีการทำงานโดยการตั้งคำถามอย่างครบถ้วนและเป็นระบบต่อเนื่องแล้ว คำตอบสำหรับพัฒนาไปสู่วิธีการทำงานที่ดีว่าจะค่อยๆ ปรากฏชัดเจนขึ้นในขั้นนี้จึงเป็นการบันทึกวิธีการทำงานที่เสนอแนะลงบนแผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ พร้อมกับตรวจสอบไปด้วยในตัวเองว่ามีสิ่งใดหลุดรอดไปจากการพิจารณาบ้าง เปรียบเทียบจำนวนครั้งของขั้นตอนการปฏิบัติงาน ระยะทางการเคลื่อนย้าย เวลาที่ประหยัดได้ของวิธีการทำงานที่

เสนอแนะเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมเพื่อจัดทำรายงานขออนุมัติใช้วิธีการใหม่ต่อผู้บริหาร โดยกร
รายงานควรประกอบด้วย

5.1 คู่มือในการทำงาน เป็นการกำหนดรายละเอียดของวิธีการที่เสนอเพื่อปรับปรุง
ลงในเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standard Operation Sheet) ระบุรายละเอียดของ

5.1.1 เครื่องมือ เครื่องใช้ สภาพโดยทั่วไปของการปฏิบัติงาน

5.1.2 แผนผังของสถานที่ทำงาน

5.1.3 ขั้นตอนการทำงาน

5.2 คำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบกับวิธีการทำงานเดิมและวิธีการใหม่ที่
เสนอแนะได้แก่ ค่าวัสดุแรงงาน ค่าต้นทุนอุปกรณ์การผลิต ความประหยัดที่คาดว่าจะได้รับ

5.3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่จะต้องกระทำเพื่อสนับสนุนวิธีการทำงานใหม่ให้สามารถ
ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. การนำไปใช้ ในการนำวิธีการทำงานใหม่ไปใช้ควรคำนึงถึงปัญหาอุปสรรคต่างๆ ที่
อาจจะเกิดขึ้นได้ เช่น การยอมรับของพนักงาน การยอมรับของหัวหน้างานและแม้แต่จากผู้บริหาร
เอง กลไกการสนับสนุนสายการผลิตต่างๆ และการเปลี่ยนแปลงที่อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพ
การผลิต เป็นต้น ปัญหาอุปสรรคที่พบมากที่สุดมักเกิดขึ้นจากความรู้สึกของผู้เกี่ยวข้อง อย่าลืมว่าแม้
วิธีการทำงานจะถูกออกแบบมาดีเท่าใด แต่ถ้าขาดความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง วิธีใดๆ ก็ไม่
อาจเป็นวิธีการที่ดีได้ จึงควรสร้างการยอมรับการเปลี่ยนแปลงจากทุกฝ่ายตามลำดับ ตั้งแต่ฝ่าย
บริหาร ผู้ควบคุมกระบวนการ พนักงานหรือตัวแทน หลังจากเมื่อทุกฝ่ายยอมรับในหลักการแล้ว
จำเป็นต้องมีการฝึกพนักงานให้ปฏิบัติงานตามวิธีการที่เสนอแนะ ในการนี้อาจใช้รูปภาพ ภาพนิ่ง
ภาพยนตร์ แผนผังประกอบการบรรยายและทดลองปฏิบัติการเพื่อให้พนักงานเกิดความคุ้นเคย บาง
โรงงานอาจมีห้องทดลองเพื่อให้พนักงานได้ฝึกงานตามวิธีใหม่ เมื่อฝึกคนงานเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มนำ
วิธีการนั้นไปใช้ในสายการผลิตจริงต่อไป

7. การบำรุงรักษา เมื่อได้นำวิธีการใหม่ไปใช้งานแล้ว วิศวกรและผู้ควบคุมควรติดตาม
ดูแลความก้าวหน้าของงาน จนกว่าจะแน่ใจว่าพนักงานสามารถทำงานได้ตามวิธีที่เสนอแนะและ
ก่อให้เกิดความมีประสิทธิภาพขึ้นจริง การติดตามอย่างใกล้ชิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเริ่มต้นมี
ความสำคัญมาก เพราะมักจะมีปัจจัยตัวแปรเล็กๆ น้อยๆ ที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิดเสมอ เช่น อุปกรณ์
ที่ออกแบบไว้จับยึดได้ไม่มั่นคง สายพานไม่มีความเร็วพอ ชิ้นส่วนมาส่งไม่ทันกับความเร็วที่
เปลี่ยนไป เป็นต้น การปล่อยปะละเลย จะทำให้เกิดอุปสรรคในการทำงาน และสร้างความเบื่อหน่าย
ให้กับพนักงาน ส่งผลให้ล้มเลิกการใช้วิธีการใหม่ไปได้ การติดตามแก้ไขในเบื้องต้นจะช่วยทำให้
ปัญหาเหล่านี้หมดไปได้ นอกจากนี้ ควรคำนึงถึงระยะเวลาในการเรียนรู้ของพนักงาน ซึ่งส่งผลต่อ

ผลิตภาพการผลิตที่เกิดขึ้นด้วย การดำรงรักษารวมความไปถึงการติดตามวิเคราะห์ห้วิธีการทำงานใหม่อย่างสม่ำเสมอเป็นระยะ เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีกว่าเดิมอย่างต่อเนื่อง

2.2.3 การวัดผลการปรับปรุงงาน

ในการปรับปรุงงานนั้น ส่วนสำคัญที่ละเลยไม่ได้ คือ การรายงานผลการปรับปรุงที่สามารถนำเสนอในเชิงรูปธรรม แม้การปรับปรุงงานจะเริ่มขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการเพิ่มผลผลิตและการปรับปรุงผลิตภาพ แต่ยังมีด้านอื่นๆ ที่สามารถใช้เป็นตัววัดผลในการปรับปรุงงานได้ ตัววัดผลที่สำคัญๆ มีดังนี้

1. ผลผลิต
2. ผลิตภาพ
3. เวลามาตรฐาน
4. คุณภาพ
5. ปริมาณงานที่อยู่ในกระบวนการ
6. วัสดุคิบ
7. เอกสาร
8. ระยะเวลาการรอคอยของงาน/ลูกค้า

2.2.4 ระดับการปรับปรุงงาน

ขั้นตอนการศึกษาข้างต้น อาจใช้ปรับปรุงงานต่างๆ ดังนี้

1. ปรับปรุงการวางผังโรงงาน
2. ปรับปรุงกระบวนการให้บริการแก่ลูกค้า
3. ลดระยะทางในการเดินและการเคลื่อนย้าย
4. ลดเวลาการรอคอย
5. นำเครื่องทุ่นแรงมาใช้
6. ออกแบบฟอร์มใช้งาน
7. ปรับปรุงสภาพการทำงาน
8. ลดความเมื่อยล้าของพนักงาน
9. ลดความผิดพลาดในขั้นตอนการทำงาน
10. ลดการทำงานซ้ำซ้อน
11. รวมขั้นตอนการทำงาน
12. ออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อลดขั้นตอนงาน
13. ปรับปรุงการใช้วัสดุ

ในหัวข้อของการปรับปรุงงานทั้งหลายจะพบว่าสามารถจำแนกการปรับปรุงงานออกเป็น 5 ระดับคือ

ระดับของกิจกรรม (Job Level) เป็นการปรับปรุงที่เกี่ยวกับลักษณะ ทำทาง วิธีการทำงานของพนักงาน

ระดับของสถานงาน (Equipment on a job Level) เป็นการปรับปรุงการจัดวางชิ้นส่วน ออกแบบอุปกรณ์และเครื่องมือในการทำงาน ณ สถานงาน

ระดับของกระบวนการ (Process Level) เป็นการปรับปรุงที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหรือลำดับขั้นตอนการผลิต

ระดับของผลิตภัณฑ์ (Product Design Level) เป็นการปรับปรุงที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

ระดับของวัตถุดิบ (Input/Raw Material Level) เป็นการปรับปรุงที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนคุณลักษณะของวัตถุดิบ รูปแบบการส่งมอบวัตถุดิบ ประเภทเครื่องจักรที่ใช้ เทคโนโลยีที่ใช้ ซึ่งถือว่าการเปลี่ยนแปลงในระดับตัวป้อนเข้าของระบบการผลิต (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550 : 85-98)

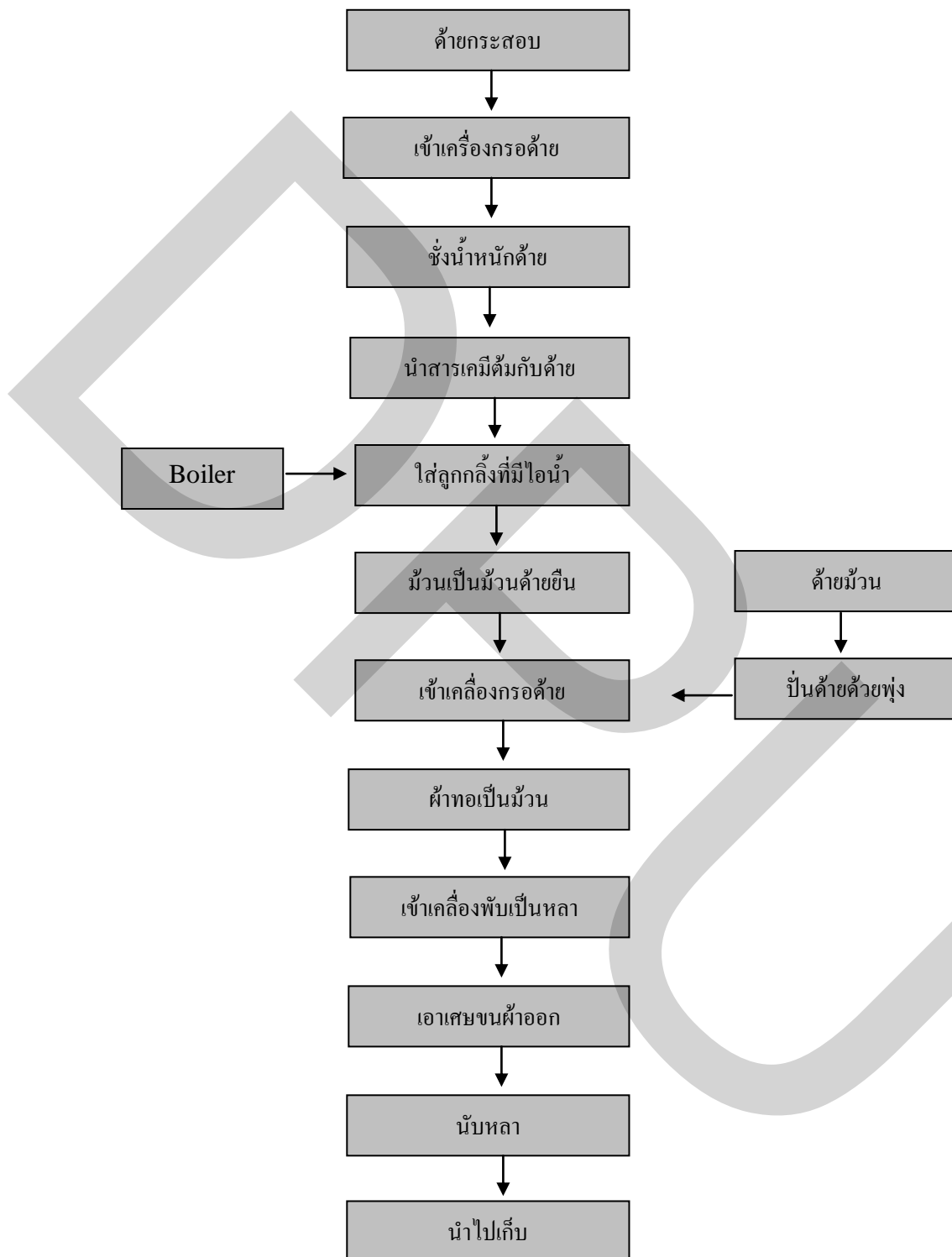
2.3 การวิเคราะห์กระบวนการ

2.3.1 แผนภูมิกระบวนการ (Process Charts)

แผนภูมิเป็นเครื่องมือขึ้นสำคัญที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลได้อย่างละเอียด กระชับ พร้อมรายละเอียดที่สำคัญๆ เพื่อประโยชน์ในการนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดีขึ้น แผนภูมิแต่ละใบถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ต้นจนจบ แผนภูมิส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นตารางหรือแผนภาพที่มีรูปแบบเป็นมาตรฐานสากล ประกอบด้วยสัญลักษณ์ คำบรรยายและลายเส้นเพื่อบอกรายละเอียดของขั้นของกระบวนการผลิต รูปแบบดังกล่าวถือว่าเป็นตัวกลางในการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดของผู้เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิโดยทั่วไปมักเริ่มต้นด้วยรายละเอียดของงานที่จะวิเคราะห์ ระบุขอบข่ายของการวิเคราะห์ มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่ชัดเจน แผนภูมิแต่ละใบถูกออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้งานแตกต่างกัน แม้บางครั้งจะสามารถปรับใช้กับงานในรูปแบบอื่นๆ ได้ แต่อาจจะไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับแผนภูมิที่ออกแบบมาโดยเฉพาะงาน ดังนั้นผู้ใช้งานจึงควรเข้าใจข้อดีและข้อจำกัดของแผนภูมิแต่ละประเภทเพื่อการเลือกใช้ให้ถูกต้อง

2.3.2 แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Operation Process Charts)

เป็นแผนภูมิที่แสดงขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่วัตถุดิบเคลื่อนเข้าสู่สายการผลิตจนเสร็จสิ้น เป็นผลิตภัณฑ์ โดยบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ที่ต้องดำเนินการบนวัตถุดิบนั้น เช่น การขนส่ง การตรวจสอบ การทำงานบนเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วน จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์หรือเป็นชิ้นส่วนประกอบ แผนภูมิกระบวนการทำงานอาจเป็นการบันทึกขั้นตอนการผลิตของสินค้าชนิดเดียวภายในแผนกหนึ่ง หรือของสินค้าหลายๆ ชนิดภายในแผนกต่างๆ พร้อมๆ กันก็ได้ การแสดงรายละเอียดอาจเป็นในรูปแบบของ Flow Chart ที่แสดงโดยกล่องที่ระบุคำบรรยายภายในกล่อง หรือแสดงเป็นแผนภาพก็ได้ และเนื่องจากแผนภูมิกระบวนการทำงานนี้ส่วนใหญ่มักใช้แสดงขั้นตอนการผลิต ดังนั้นจึงมักถูกเรียกว่าแผนภูมิกระบวนการผลิต (Production Process Chart)



ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างแผนภูมิกระบวนการผลิตของการทอผ้าดิบ

จากการศึกษาแผนภูมิดังกล่าว จะช่วยให้เห็นภาพของขั้นตอนการปฏิบัติได้ชัดเจนยิ่งขึ้น มากกว่าการอ่านคำบรรยายเพียงอย่างเดียว และจะช่วยให้สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานได้ง่าย ทราบถึงผลกระทบที่อาจมีต่อส่วนอื่นๆ ของขั้นตอนการผลิต ยิ่งกว่านั้นยังสามารถนำเอาขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของแผนภูมิกระบวนการ มาทำการวิเคราะห์ถึงรายละเอียดปลีกย่อยลึกลงไปอีก

แนวทางการวิเคราะห์

1. ศึกษากระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบและกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกระบวนการให้ชัดเจน

2. ระบุกระบวนการทำงานหลักที่ต้องทำโดยเรียงลำดับขั้นตอนของการทำงาน

3. ระบุจุดที่มีการนำชิ้นส่วนมาประกอบ

4. ระบุชื่อผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนที่ได้ ณ จุดสิ้นสุดของกระบวนการ

ประโยชน์ใช้งานของแผนภูมิกระบวนการผลิต

แผนภูมิกระบวนการผลิต เป็นแผนภูมิที่รวมขั้นตอนการผลิตทั้งหมดไว้บนกระดาษแผ่นเดียวจึงยังไม่มีรายละเอียดมากพอที่จะใช้ประโยชน์เพื่อการวิเคราะห์ปรับปรุงกระบวนการได้ แต่กระนั้นแผนภูมิใบนี้ก็มีการใช้กันมากที่สุดในหนึ่ง ความสำคัญของแผนภูมิใบนี้คือ

1. เป็นแผนภูมิเริ่มต้นของการวิเคราะห์แผนภูมิทุกประเภท

2. บอกภาพรวมของกระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นจนจบ






3. ใช้สื่อสารกับบุคคลภายนอกที่ต้องการให้เข้าใจกระบวนการผลิตในภาพรวม

4. ใช้เพื่อประกอบในการบรรยายภาพรวมของกระบวนการ และเพื่อประโยชน์ของการประชาสัมพันธ์


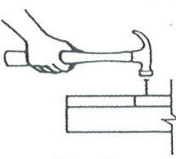
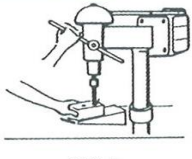
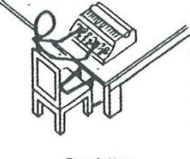

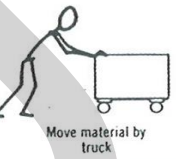



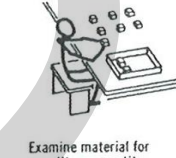
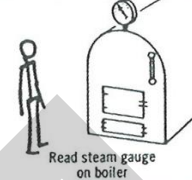






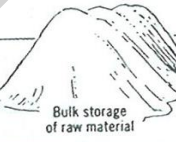

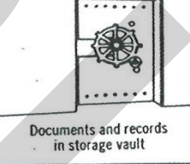
2.3.3 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Charts)

แผนภูมิกระบวนการไหลเป็นแผนภูมิอีกใบหนึ่งที่มีการใช้มากที่สุด แผนภูมินี้ใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหล (Flow) ของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พลังงาน และอุปกรณ์ ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมๆ กับกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยแสดงเป็นสัญลักษณ์และคำบรรยายประกอบลงในแผนภูมิมาตรฐาน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต ใช้สัญลักษณ์มาตรฐานที่ใช้กันโดยทั่วไป 5 ตัว ซึ่งกำหนดโดย The American Society of Mechanical Engineers (ASME) ในสหรัฐอเมริกา มีดังนี้

การกระทำ	สัญลักษณ์	ตัวอย่าง
การปฏิบัติงาน (Operation)		-การจดบันทึก -การพิมพ์ติด -การเจาะงาน -การสั่งงาน
การเคลื่อนย้าย (Transportation)		-นำงานไปยังหน่วยงานถัดไป -ชิ้นงานเคลื่อนไปตามสายพาน -การนำสินค้าไปส่งให้ลูกค้า -เดินหาอุปกรณ์
การรอคอย (Delay)		-รอการอนุมัติ -รองานจากหน่วยงานอื่น -รอให้ชิ้นงานแห้ง -รอการสั่งการ
การตรวจสอบ (Inspection)		-การวัดขนาด การนับ -การตรวจสอบความถูกต้อง -การพิจารณาอนุมัติ -การเฝ้าระวัง สิ่งเกิดการณ์
การเก็บพักถาวร (Storage)		-เอกสารอยู่ในตู้เก็บ -ติดวันหยุดต้องรอรับทำการต่อไป -สินค้าอยู่ในคลัง

ภาพที่ 2.4 แสดงสัญลักษณ์มาตรฐานในแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

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

ภาพที่ 2.5 เครื่องหมาย Process Chart สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานต่างๆ

แนวทางการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหล

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ให้ชัดเจน เช่น ต้องการศึกษาเพื่อลดปริมาณการเคลื่อนย้าย หรือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น
2. ชี้แจงกระบวนการที่ต้องการศึกษาพร้อมทั้งรายละเอียดของกระบวนการ ได้แก่ ชื่อกระบวนการ ชื่อผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ผลิต เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกระบวนการที่ต้องการวิเคราะห์
3. กำหนดว่าเป็นการวิเคราะห์การไหลของเรื่องใดเรื่องหนึ่งดังนี้
 - 3.1 ผลิตภัณฑ์: การทำงานบนตัวผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ชิ้นส่วน วัตถุดิบเข้าสู่สายการผลิตจนประกอบเสร็จเป็นผลิตภัณฑ์

3.2 พนักงาน: การปฏิบัติงานของพนักงานคนหนึ่งในการทำงาน เคลื่อนย้ายสิ่งของ และการเดิน

3.3 เครื่องมือหรืออุปกรณ์: การโยกย้ายของเครื่องมือหรือการใช้งานของอุปกรณ์

4. เริ่มวิเคราะห์จากจุดเริ่มต้นของการไหล บนที่ทำงานตามที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้สัญลักษณ์กำกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดทุกขั้นตอน พร้อมทั้งคำบรรยายสั้นๆ ถึงลักษณะงานที่เกิดขึ้น หากมีขั้นตอนใดที่มีการทำกิจกรรมเกิดขึ้นพร้อมกัน ให้ใช้สัญลักษณ์ควบ

5. เก็บข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เช่น ระยะทางที่เคลื่อนไป ปริมาณในการขนย้าย ระยะเวลาในการรอคอย เป็นต้น

6. โยงเส้นระหว่างสัญลักษณ์จากบนลงล่าง

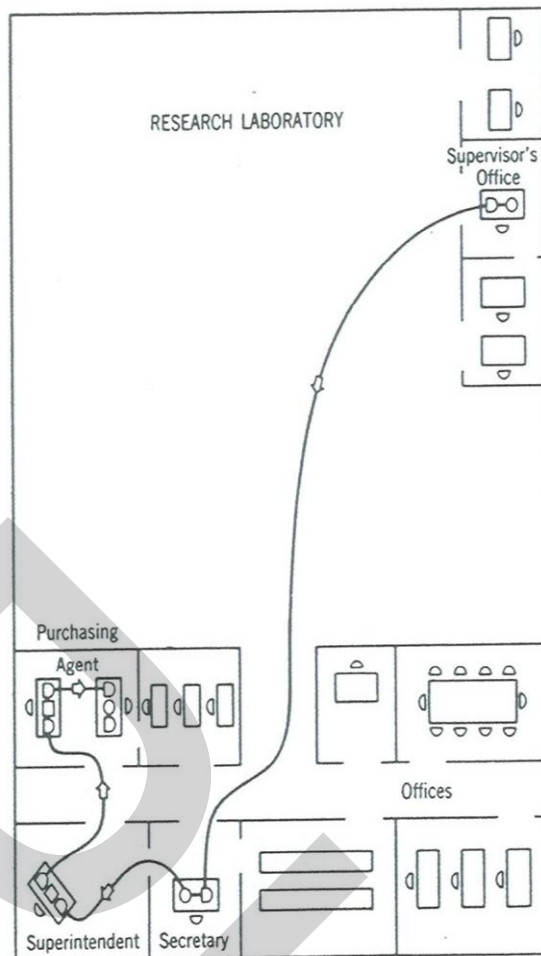
7. สรุปขั้นตอนการปฏิบัติงานลงในตารางสรุปผล

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ									
Flow Process Chart									
แผนภูมิหมายเลข _____ สถานที่ _____ ของ _____			สรุปผล						
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน			Activity		ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง		
กิจกรรม : วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง สถานที่ : พนักงาน เวลา บันทึกโดย วันที่ อนุมัติโดย วันที่			ปฏิบัติงาน <input type="radio"/>						
			เคลื่อนย้าย <input type="checkbox"/>						
			ล่าช้า <input type="radio"/>						
			ตรวจสอบ <input type="checkbox"/>						
			เก็บ <input type="checkbox"/>						
ระยะเวลา			เวลา						
ต้นทุน:			ค่าแรง						
			ค่าวัสดุ						
รวม									
คำอธิบาย	ปริมาณ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
รวม				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

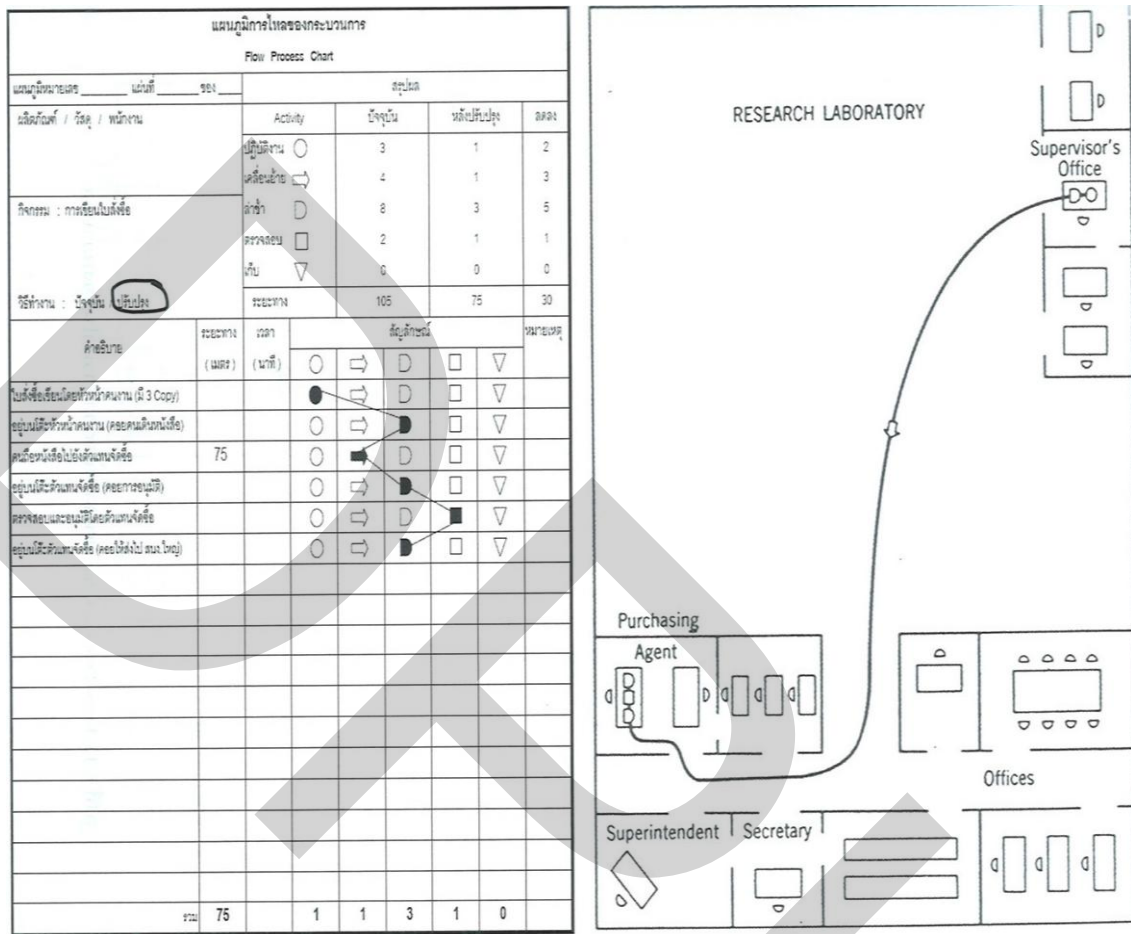
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างแบบฟอร์มการวิเคราะห์แผนภูมิการไหล

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ
Flow Process Chart

แผนภูมิหมายเลข _____	หน้าที่ _____ ของ _____	สรุปผล						
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / หน่วยงาน	Activity	ปัจจุบัน	ที่ปรับปรุง	ลดลง				
	ปฏิบัติงาน ○	3						
	เคลื่อนย้าย ⇨	4						
	รอช้า D	8						
	ตรวจสอบ □	2						
กิจกรรม : การเขียนใบสั่งซื้อ	เก็บ ▽	0						
ชื่อทำงาน : ปัจจุบัน	ระยะเวลา	105						
คำอธิบาย	ระยะเวลา (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์			หมายเหตุ		
ใบสั่งซื้อเขียนโดยหัวหน้างาน (จำนวน 1 ใบ)			●	⇨	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวหน้างาน (คอยคนเดินหนังสือ)			○	⇨	●	□	▽	
คนเดินหนังสือนำใบวางขบวนดีพนักงานพิมพ์ดีด	65		○	⇨	●	□	▽	
อยู่บนโต๊ะพนักงานพิมพ์ดีด (คอยให้พิมพ์)			○	⇨	●	□	▽	
พิมพ์ใบสั่งซื้อ			●	⇨	D	□	▽	
พนักงานเดินถือใบสั่งซื้อที่พิมพ์แล้วไม่ไปตรวจ	15		○	⇨	●	□	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวหน้าแผนก (คอยการอนุมัติ)			○	⇨	●	□	▽	
ตรวจสอบและอนุมัติโดยหัวหน้าแผนก			○	⇨	D	■	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวหน้าแผนก (คอยคนเดินหนังสือ)			○	⇨	●	□	▽	
ไปยังแผนกจัดซื้อ	20		○	⇨	●	□	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวหน้าฝ่ายจัดซื้อ (คอยการอนุมัติ)			○	⇨	●	□	▽	
ตรวจสอบและอนุมัติ			○	⇨	D	■	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวหน้าฝ่ายจัดซื้อ (คอยคนเดินหนังสือ)			○	⇨	●	□	▽	
ไปยังโต๊ะพนักงานพิมพ์ดีด	5		○	⇨	●	□	▽	
อยู่บนโต๊ะพนักงานพิมพ์ดีด (คอยให้พิมพ์)			○	⇨	●	□	▽	
พิมพ์ใบสั่งซื้อ			●	⇨	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะพนักงานพิมพ์ดีด (คอยให้ส่งไป แผนกใบงู)			○	⇨	●	□	▽	
รวม	105		3	4	8	2	0	



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการวิเคราะห์ Flow Process Chart และ Flow Diagram ก่อนปรับปรุง



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการวิเคราะห์ Flow Process Chart และ Flow Diagram หลังปรับปรุง

ในการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหล ควรมีการวิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนย้ายลงในแผนการไหล (Flow Diagram) เพื่อดูความถูกต้องจึงจะเห็นภาพสมบูรณ์ยิ่งขึ้น การเขียนแผนการไหล คือ การจำลองสถานที่หรือผังของบริเวณที่ทำงานพร้อมตำแหน่งของแผนงานหรือเครื่องจักรสำคัญๆ ลงในภาพและแสดงเส้นทางการเคลื่อนย้ายพร้อมสัญลักษณ์ลงบนผัง

ข้อควรระวัง

1. ไม่ควรวิเคราะห์แผนภูมิการไหลของชิ้นส่วนปะปนกับแผนภูมิเคลื่อนที่ของพนักงานเพราะพนักงานและชิ้นส่วนอาจไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกัน
2. พึงระวังในการแยกกิจกรรมการปฏิบัติงานที่ต่างวัตถุประสงค์ออกจากกัน
3. บันทึกรายละเอียดของงานลงบนแผนภูมิก่อนเริ่มดำเนินการวิเคราะห์เสมอประโยชน์ใช้งานของแผนภูมิกระบวนการไหล

แผนภูมิกระบวนการไหลเป็นแผนภูมิที่มีความสำคัญมากที่สุดเป็นการวิเคราะห์รายละเอียดของการทำงานตั้งแต่ต้นจนจบที่ใช้สัญลักษณ์มาตรฐานเข้ามาเกี่ยวข้อง มีรายละเอียดของข้อมูลมากพอที่จะใช้วิเคราะห์กระบวนการทำงาน ประโยชน์ใช้งานของแผนภูมิใบนี้คือ

1. เป็นแผนภูมิที่จำแนกกิจกรรมต่างๆ ออกจากกันเป็น 5 ประเภท โดยเริ่มจากกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่ม ได้แก่ การปฏิบัติงาน ไปจนถึงกิจกรรมที่ไม่ก่อมูลค่าได้แก่การรอคอยและการเก็บ
2. แยกแยะกิจกรรมของพนักงานออกจากกิจกรรมที่ทำบนผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถมองเห็นจุดเน้นในการวิเคราะห์ได้อย่างชัดเจน
3. เมื่อใช้ควบคู่กับแผนภาพการไหล จะช่วยชี้ชัดให้เห็นการรอคอยและระยะทางการเคลื่อนย้าย
4. สามารถใช้แผนภูมิเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบแสดงผลก่อนและหลังการปรับปรุง

(รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550 : 103-114)

2.4 การวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ

2.4.1 แนวคิดในการวางผังโรงงาน

การศึกษาวิธีการทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตนั้น สมควรที่จะเข้าใจรูปแบบของการวางผังโรงงาน อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ เพื่อนำไปสู่การเลือกใช้รูปแบบของผังที่ถูกต้องและเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

ประเภทของผังโรงงานแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. ผังโรงงานแบบที่ตั้งคงที่ (Fixed Location Layout) เป็นการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมาก ที่ทำให้การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์นั้นๆ เป็นไปได้ยากหรือไม่สะดวก เช่น เครื่องบิน เรือบรรทุกสินค้า หม้อแปลงขนาดใหญ่ สิ่งก่อสร้างต่างๆ ลักษณะของการทำงานคือผลิตภัณฑ์จะตั้งอยู่กับที่ โดยมีอุปกรณ์การผลิต ได้แก่ เครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ และชิ้นส่วน ถูกเคลื่อนย้ายเข้าไปตามลำดับของการทำงาน

2. การวางผังโดยกระบวนการผลิต (Process Layout) เป็นลักษณะการวางผังที่เน้นกระบวนการผลิต กล่าวคือ นำเอาเครื่องจักรหรือหน่วยงานผลิตที่มีหน้าที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน รวมกลุ่มทำงานในสถานที่เดียวกันเป็นแผนกๆ เช่น การวางผังในโรงงานผลิตเสื้อสำเร็จรูป แบ่งออกเป็นแผนกตัด แผนกเย็บ เป็นต้น การวางผังในลักษณะนี้จึงเน้นการทำงานที่เป็นกลุ่มเป็นก้อนหรือที่เรียกว่า Job Shop คือมีใบสั่งงานกำกับการทำงาน เมื่อเสร็จงานจากแผนกหนึ่งจึงเคลื่อนย้ายไปสู่แผนกอื่นๆ ต่อไป

3. การวางผังโดยผลิตภัณฑ์ (Product Layout) เป็นลักษณะการวางผังที่เน้นการผลิตผลิตภัณฑ์ในปริมาณสูง ดังนั้นเครื่องจักรเครื่องมือในการผลิตจะเรียงตามขั้นตอนการผลิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่วัตถุดิบป้อนเข้าจนเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป สายการผลิตจะถูกออกแบบมา เพื่อให้การป้อนของชิ้นส่วนและวัตถุดิบเป็นไปอย่างต่อเนื่องและไม่ขาดตอน ชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์มักต้องเคลื่อนย้ายไปบนสายพานเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการผลิต เหมาะสำหรับการผลิตสินค้าแบบต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก เช่น การผลิตรถยนต์ อาหาร เครื่องใช้ไฟฟ้า รองเท้ากีฬา เป็นต้น การวางผังในลักษณะนี้บางครั้งเรียกว่า Flow Shop หรือ Assembly Line

4. การวางผังแบบผสม (Hybrid/Combination Layout) เป็นการวางผังที่เป็นการผสมของรูปแบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งจะพบว่า การวางผังในโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทในปัจจุบันจะเป็นการผสมผสานกันในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้มีความคล่องตัวสูงสุด โดยอาจเป็นการจัดพนักงานให้ทำงานเป็นกลุ่ม โดยให้กระจายความรับผิดชอบ อาจตัดการทำงานออกเป็นกลุ่มผลิตเพื่อผลิตเพียงบางส่วนของผลิตภัณฑ์ก็ได้ เช่น การผลิตอุปกรณ์บางส่วนของวิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการวางผังโรงงานในการพัฒนาวิธีการทำงาน

การวางผังโรงงานที่ดีและการเลือกอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุที่เหมาะสมย่อมก่อให้เกิดการไหลของงานที่มีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์ของการวางผังโรงงานมีดังนี้

1. เพื่ออำนวยความสะดวกแก่กระบวนการผลิต เป็นการจัดวางเครื่องจักร เครื่องมือ และสถานที่ทำงาน ให้วัสดุสามารถไหลได้อย่างไม่ติดขัดและเป็นเส้นตรง จัดการลำช้าทุกอย่างรวมทั้งการขนถ่ายวัสดุ การเก็บวัสดุที่อยู่ในกระบวนการผลิต การวางแผนการไหลของงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ต้องสามารถมองเห็นได้ง่ายและไม่มีการปะปนกับส่วนอื่น หรือถ้าจะมีการปะปนจะต้องปะปนให้น้อยที่สุด นอกจากนั้นควรวางผังให้กระบวนการผลิต สามารถผลิตงานที่มีคุณภาพ

2. เพื่อลดต้นทุนการขนย้ายให้น้อยที่สุด

3. เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่มีอยู่อย่างเต็มที่

4. เพื่อให้สายการผลิตมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง

5. เพื่อให้สามารถใช้การสื่อสารระหว่างหัวหน้างานและพนักงานมีประสิทธิภาพสูงสุด และแก้ไขปัญหาได้ทันทั่วทั้ง

6. การวางผังเพื่อก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

7. ผังที่ดีต้องออกแบบเพื่อให้คนงานทำงานได้อย่างสะดวก ปลอดภัย และถูกหลักการศาสตร์ คือ ให้ความสนใจต่อสภาพแวดล้อมภายในที่ทำงาน ได้แก่ แสง เสียง ทางระบายอากาศ ความปลอดภัย ความชื้น ความร้อน ฝุ่นละออง และความสกปรก

8. ช่วยลดรอบเวลาในการผลิต

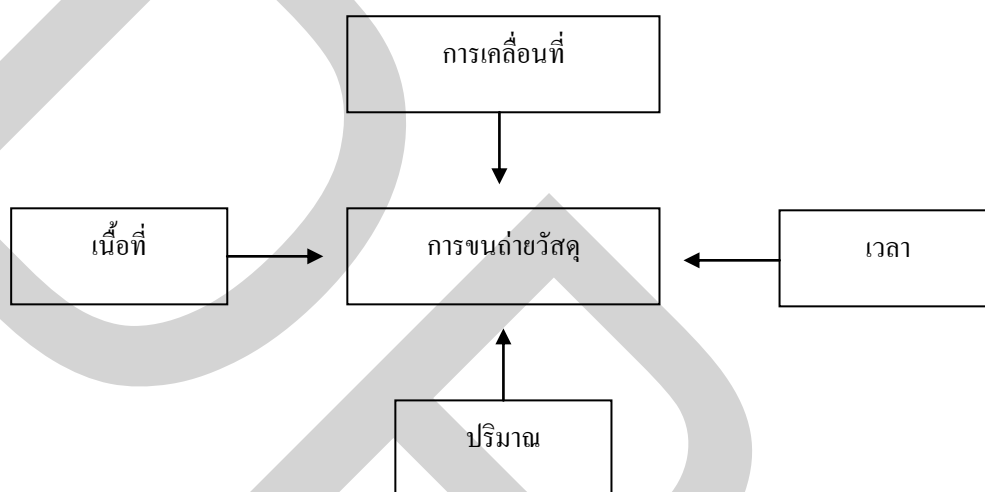
9. รองรับแผนการซ่อมบำรุงต่างๆ (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550 : 57-66)

2.4.2 การขนถ่ายวัสดุ

การที่จะได้ให้มาซึ่งผลผลิตที่อยู่ในรูปของสินค้าและบริการนั้น จะเห็นได้ว่า ในระบบการผลิตต้องมีการเคลื่อนที่ด้วยเหตุนี้จึงมีระบบขนถ่ายวัสดุเกิดขึ้น คำว่า “การขนถ่ายวัสดุ” (Materials Handling) หมายถึง การจัดเตรียมสถานที่ และตำแหน่งของวัสดุเพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายหรือเก็บรักษา ซึ่งการที่จะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้ ต้องอาศัยศิลปะ ในการสรรหาเครื่องมือ และอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน นอกจากนั้นยังต้องมีศิลปะ ในการออกแบบสร้างเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสม และเป็นไปอย่างมีระบบตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือสรุปง่ายๆ ก็คือ ต้องอาศัยศิลปะ และวิทยาศาสตร์ในการกำหนดวิธีการขนถ่ายวัสดุนั้นเอง

ในระบบการขนถ่ายวัสดุ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ แบ่งออกเป็น 4 อย่างคือ

1. การเคลื่อนที่ (Motion)
2. เวลา (Time)
3. ปริมาณ (Quantity)
4. เนื้อที่ (Space)



ภาพที่ 2.9 การขนถ่ายวัสดุกับองค์ประกอบที่สำคัญ

1. การเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุ-สินค้า จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งหรือการเคลื่อนย้ายวัสดุ-สินค้าจากจุดต้นทาง (จุดที่เอาของขึ้น) ไปยังจุดปลายทาง (จุดที่เอาของลง) ซึ่งการเคลื่อนย้ายของวัสดุ-สินค้าแต่ละประเภทย่อมมีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันไป
2. เวลา นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่ง เป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ว่าสูงต่ำแค่ไหน นอกจากนั้นเวลายังเป็นกำหนดการของการเคลื่อนที่ อาจควบคุมที่จุดต้นทางหรือจุดปลายทางแล้วแต่กรณี
3. ปริมาณ ปริมาณวัสดุ-สินค้าที่ต้องเคลื่อนที่ ต้องสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการของจุดต่างๆ สอดคล้องกับเวลาเหมาะสมแก่ระบบ และประหยัดค่าใช้จ่าย
4. เนื้อที่ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนที่ เพราะว่าการเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายวัสดุจำเป็นต้องใช้เนื้อที่สำหรับติดตั้งกลไกของระบบการขนถ่าย เนื้อที่สำหรับวางของหรือวัสดุ-สินค้าที่รอการขนถ่าย หรือหลังจากการขนถ่าย (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2521 : 9-11)

เป้าหมายในการขนถ่ายวัสดุ สามารถแจกแจงได้ตามหัวข้อย่อ ดังนี้

1. ขจัดหรือลดการขนถ่ายวัสดุ เป็นการปรับปรุงสภาพปัจจุบันให้ดียิ่งขึ้น โดยสำรวจการทำงาน เช่น การขนถ่ายวัสดุขึ้นหรือลงจากที่เคียบรถทุกหนักเกินไป วัสดุที่ขนถ่ายโดยใช้มือ ที่มีการทำงานซ้ำๆ นั้นหนักมาก หรือระยะทางของการเคลื่อนย้ายยาวเกินไป การเคลื่อนย้ายของวัสดุไม่สม่ำเสมอ ซึ่งทำให้เกิดการแออัดของวัสดุในบริเวณหนึ่งๆ หรือเกิดความเสียหายแตกหักของผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากวิธีการขนถ่าย เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวจึงต้องหาแนวทางการแก้ไขเพื่อจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน

2. ปรับปรุงประสิทธิภาพของการขนถ่ายวัสดุ โดยการสังเกตและพิจารณาได้ดังนี้

2.1 ในการขนถ่ายวัสดุแต่ละครั้งพยายามเพิ่มขนาด หรือจำนวนของสิ่งที่จะขนย้ายให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2 เพิ่มความรวดเร็วในการขนถ่าย

2.3 ให้มีการขนถ่ายโดยแรงดึงดูดของโลก

2.4 จัดให้มีอุปกรณ์เก็บของขนาดใหญ่ เช่น คอนเทนเนอร์ แพลเลต หรือหีบขนาดใหญ่ไว้เพียงพอเพื่อความสะดวกในการขนย้าย

2.5 ให้ความสำคัญแก่เครื่องมือขนถ่ายวัสดุที่สามารถทำงานได้หลายหน้าที่และสามารถขนถ่ายได้หลายประเภท มากกว่าเครื่องมือที่ทำงานได้น้อยอย่างกว่า

2.6 ให้แน่ใจว่าวัสดุได้ถูกขนถ่ายในระยะทางตรงที่สุดที่สามารถจะทำได้และให้แน่ใจว่าทางที่ใช้ขนย้ายวัสดุต้องโล่ง ว่าง ไม่มีอะไรขวาง

3. เลือกใช้อุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุที่ถูกต้อง เครื่องมือที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุสามารถจัดเข้ากลุ่มได้ กลุ่มใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 สายลำเลียง

สายลำเลียงมีประโยชน์มากในการเคลื่อนย้ายวัสดุไปมาระหว่างสถานที่ปฏิบัติงานที่ตายตัวสองแห่ง สายลำเลียงเหมาะที่จะใช้ในโรงงานที่การเคลื่อนที่ของวัสดุเป็นไปอย่างคงที่ สายลำเลียงมีอยู่หลายประเภท เมื่อประกอบเข้ากับ ลูกกลิ้ง ลูกล้อ แล้วใช้ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า ก็สามารถพาวัสดุเคลื่อนที่จากแห่งหนึ่งไปสู่อีกแห่งหนึ่งได้ การตัดสินใจจะใช้สายลำเลียงในการขนถ่ายวัสดุต้องคิดอย่างระมัดระวังทั้งนี้เพราะการติดตั้งสายลำเลียงนี้โดยทั่วไปแล้วค่าใช้จ่ายสูง นอกจากนี้ความคล่องตัวในการเปลี่ยนแปลงการใช้สายลำเลียงก็มีน้อย

3.2 รถบรรทุกสำหรับอุตสาหกรรม

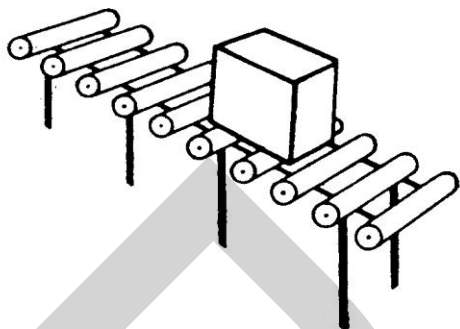
รถบรรทุกสำหรับอุตสาหกรรมสามารถใช้คล่องตัวมากกว่าสายลำเลียง ทั้งนี้เพราะสามารถวิ่งไปมาได้หลายๆ จุด ดังนั้นรถบรรทุกจึงเหมาะสำหรับงานผลิตแบบเป็นช่วงๆ หรืองานขนถ่ายวัสดุที่มีขนาดหรือรูปร่างต่างๆ กัน รถบรรทุกสำหรับอุตสาหกรรมมีหลายประเภท กำลังที่ใช้ขับเคลื่อนก็มีหลายชนิด เช่น ใช้เท้าถีบ ใช้มือผลักหรือดึง ใช้ไฟฟ้าขับ เป็นต้น

3.3 รอกวางและรอกชัก

จุดเด่นของรอกวางและรอกชักก็คือสามารถเคลื่อนย้ายวัสดุหนักๆ ไปมาในที่ว่าง ที่อยู่เหนือศีรษะ ทั้งรอกวางและรอกชักสามารถนำมาใช้ได้เป็นอย่างดีไม่ว่าจะเป็นการผลิตแบบต่อเนื่องหรือการผลิตแบบเป็นช่วงๆ

3.4 คอนเทนเนอร์

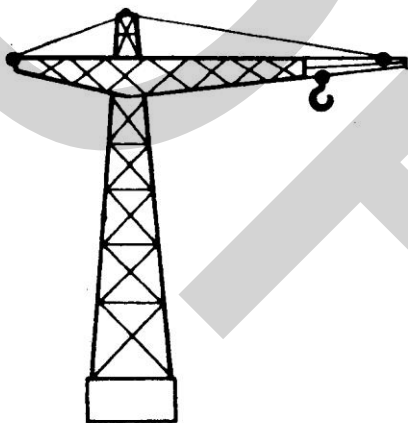
คอนเทนเนอร์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทตายตัวและประเภทเคลื่อนที่ได้ คอนเทนเนอร์ประเภทตายตัว ได้แก่ พวกกล่องใหญ่ๆ ถังแบบบาร์เรล หรือแพallet เป็นต้น พวกนี้ใช้เป็นที่เก็บวัสดุ ถ้าจะเคลื่อนย้ายต้องใช้อุปกรณ์อื่นช่วย ส่วนคอนเทนเนอร์ประเภทเคลื่อนที่ได้ เช่น รถบรรทุก รถเข็น เป็นต้น



สายลำเลียง



รถยกในงานอุตสาหกรรม

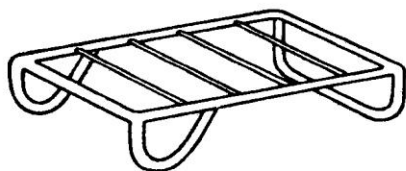


เครน



รอกชัก

คอนเทนเนอร์

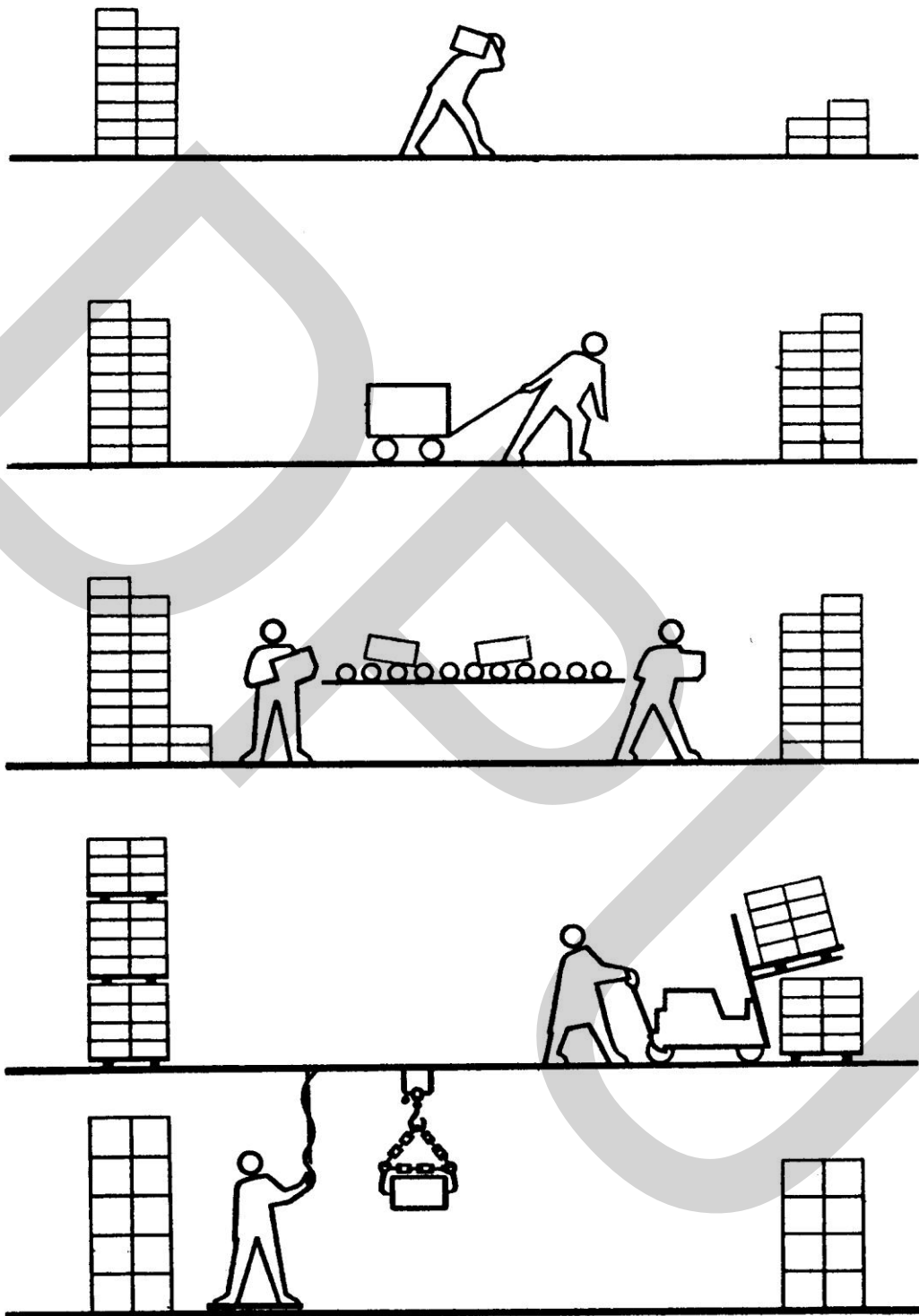


ชนิดอยู่กับที่



ชนิดเคลื่อนที่

ภาพที่ 2.10 แสดงอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ



ภาพที่ 2.11 แสดงวิธีการต่างๆ ที่อาจจะใช้ขนถ่ายสิ่งของชนิดเดียวกัน

การพิจารณาเลือกชนิดของอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ

องค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยในการพิจารณาการเลือกชนิดของอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ มาใช้ในการทำงานมีดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติของวัสดุ คือ วัสดุที่เป็นของแข็ง ของเหลว ก๊าซ รูปร่าง ขนาด น้ำหนัก ลักษณะความบอบบางสามารถแตกหักง่าย เป็นสนิมง่ายหรือวัสดุมีพิษ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ จะบอกถึงวิธีการขนถ่ายที่เหมาะสมของแต่ละวัสดุ

2. พังโรงงานและคุณลักษณะของอาคารองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ เนื้อที่ที่มีไว้สำหรับการขนถ่ายวัสดุ เช่น ความสูงของอาคาร สภาพพื้นที่เป็นต้น

3. การเคลื่อนที่ของการผลิต การเคลื่อนที่ของงานอยู่ในระดับค่อนข้างสม่ำเสมอระหว่างจุดสองจุด ซึ่งกำหนดตายตัวและทิศทางของการเคลื่อนที่ของงานผลิตไม่เปลี่ยน ในกรณีนี้ อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่มีตำแหน่งตายตัว เช่น สายลำเลียง หรือรางที่ลาดเอียง จะเหมาะสมกับงานประเภทนี้ในตรงกันข้ามถ้าการเคลื่อนที่ของงานไม่สม่ำเสมอ และทิศทางของการเคลื่อนที่ของงานมีการเปลี่ยนจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งอยู่ตลอดเวลา ในกรณีนี้ อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่เคลื่อนที่ได้ เช่น รถบรรทุกทางอุตสาหกรรมจะเหมาะสมที่สุด

4. การพิจารณาด้านค่าใช้จ่าย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด เพราะค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จะช่วยในการตัดสินใจขั้นสุดท้ายในการพิจารณาเปรียบเทียบอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุ ที่จะนำมาใช้ในแต่ละชนิด (วิจิตร ตันขุสุทธิ และคณะ, 2539 : 125-131)

2.5 ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และผลิตภาพ

การบริหารงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีเครื่องมือในการวัดผลการดำเนินงานส่วนใหญ่ผู้บริหารจะใช้เฉพาะผลผลิตที่ได้เป็นตัววัดผลการดำเนินงาน หรืออาจจะดูจากผลสุดท้ายคือกำไร โดยไม่รู้ว่าตัวเลขกำไรหรือผลขาดทุนได้มาอย่างไร บ่อยครั้งก็เกิดจากการไม่สามารถกำหนดต้นทุนผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตาม การวัดผลการดำเนินงานทางอุตสาหกรรม จะมองแต่เพียงผลผลิตเพียงอย่างเดียวคงไม่ได้ คงจะต้องรับรู้ว่าผลผลิตเหล่านั้นเกิดขึ้น โดยการลงทุนใช้ทรัพยากรไปเท่าไร ดังนั้นหน่วยวัดผลการดำเนินงานที่ดีจึงน่าจะใช้ค่าดัชนีผลิตภาพ ซึ่งมีความหมายเดียวกับอัตราผลิตภาพ หรือจะใช้คำว่าผลิตภาพก็ได้ ในการจัดการทางการผลิต ถ้าผู้บริหารสามารถรับรู้ผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ก็จะสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เกิดผลผลิตที่สูงขึ้นตามลำดับ ความจริงแล้วจะมีหน่วยวัดที่มีความหมายคล้ายๆ กันอยู่ 3 หน่วยคือ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ประสิทธิผล (Effectiveness) และผลิตภาพ (Productivity) จึงเป็นการน่าสนใจ ในการแยกแยะความหมายของตัววัดดังกล่าว เพื่อใช้เป็นหน่วยวัดผลการดำเนินงานอย่างได้ผลตามเป้าหมายในการดำเนินงาน

2.5.1 ประสิทธิภาพ (Efficiency)

ประสิทธิภาพ เป็นคำที่คุ้นเคยอย่างมากสำหรับงานวิศวกรรม เพราะงานออกแบบทางวิศวกรรม เราจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพเป็นหัวใจในการออกแบบ โดยให้ความสูญเสียของทรัพยากร ที่เข้าไปในระบบมีความสูญเสียน้อยที่สุด เช่น การออกแบบเครื่องเสียง เสียงที่ออกมาจากเครื่องเสียงต้องเหมือนกับเสียงธรรมชาติที่เข้าไปในระบบมากที่สุด ในการเลือกกระบวนการที่จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพจึงเป็นเกณฑ์สำคัญที่สุด

ประสิทธิภาพในทางวิศวกรรมจะอธิบายด้วยสูตรดังนี้

$$\text{Efficiency} = \text{Output} / \text{Input}$$

โดยความหมาย Output จะอยู่ในรูปของพลังงานหรืองานที่ได้ ส่วน Input จะอยู่ในรูปของพลังงานหรืองานที่ป้อนเข้าไปด้วยเช่นกัน การออกแบบทางวิศวกรรมที่ดีจึงเป็นการออกแบบที่ Input ต้องใกล้เคียงกับ Output ให้มากที่สุดคือให้ Lost หรือความสูญเสียในระบบน้อยที่สุด ค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพก็จะมีค่าต่ำกว่า 100% เสมอ

ในอดีตการตัดสินใจเลือกระบบมาใช้งานของฝ่ายวิศวกรรมมักจะขัดแย้งกับฝ่ายบัญชี เนื่องจากทางวิศวกรรมเน้นด้านประสิทธิภาพโดยไม่เน้นด้านต้นทุน ขณะที่ฝ่ายบัญชีจะเน้นด้านต้นทุนโดยไม่มีความรู้เกี่ยวกับประสิทธิภาพ ความไม่เข้าใจของทั้งสองฝ่ายเป็นผลเสียต่อองค์กร ทำให้เกิดการตัดสินใจที่ไม่มีประสิทธิผล ปัจจุบันเนื่องจากการปรับปรุงหลักสูตรในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้เพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับต้นทุนมากขึ้น ขณะที่หลักสูตรของคณะบัญชีก็เพิ่มด้านการผลิตมากขึ้น คนรุ่นใหม่จึงมีความเข้าใจกันมากขึ้น การเลือกใช้ระบบโดยเน้นประสิทธิภาพจึงสูงขึ้นวิศวกรที่ออกแบบระบบหรือเป็นผู้เสนอเลือกซื้อระบบจึงเริ่มเข้าใจว่า การออกแบบหรือเลือกซื้อระบบที่มีประสิทธิภาพสูงและไม่จำเป็นต้องงาน ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ในขณะที่บางครั้งเลือกซื้อระบบที่มีราคาถูกและประสิทธิภาพต่ำ เสียค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนสูงกว่าการใช้ระบบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า เช่น การใช้หลอดไฟฟ้าที่มีอายุยาวและคงทนกว่าถึงแม้จะแพงกว่า แต่ในเชิงเศรษฐศาสตร์จะคุ้มกว่ามาก

2.5.2 ประสิทธิภาพ (Effectiveness)

ประสิทธิภาพ เป็นองศาของการวัดความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมาย (Degree of Accomplishment of Objective) ในทางบัญชีมักจะเข้าใจในเชิงต้นทุน ส่วนในทางวิศวกรรมมักจะเข้าใจในเชิงประสิทธิภาพทำให้เกิดความขัดแย้งในแนวความคิดเสมอเมื่อความเข้าใจด้านประสิทธิภาพ ซึ่งมุ่งเน้นผลประโยชน์สูงสุดในการบรรลุเป้าหมายเป็นที่ยอมรับทั้งสองหน่วยงาน การดำเนินงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ จึงเป็นความสำเร็จขององค์กรในการเพิ่มผลผลิต ดังนั้นประสิทธิภาพและประสิทธิผลจึงไม่จำเป็นต้องเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ผลงานที่มีประสิทธิภาพสูงอาจมีประสิทธิผลต่ำเพราะประสิทธิภาพมุ่งเรื่องการให้ผลงาน โดยความสูญเสียเชิงทรัพยากรที่ใช้ต่ำ แต่ประสิทธิผลมุ่งผลประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตตามเป้าหมาย โดยที่ประสิทธิภาพอาจต่ำก็ได้ เพราะผลประโชยน์ที่ต้องการให้ได้ตามเป้าหมายจะแตกต่างจากผลประโชยน์ที่ได้จากการลดความสูญเสียของทรัพยากรที่น้อยกว่า ขณะที่ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายเพื่อการนี้สูงขึ้น ตัวอย่างเช่น การเพิ่มประสิทธิภาพในการนำส่งสินค้าถึงผู้บริโภคโดยวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง แต่นำส่งให้ไม่ทันอาจผู้การนำส่งโดยวิธีที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าค่าใช้จ่ายสูงกว่าแต่มีประสิทธิผลแน่นอนกว่า หรือในบางกรณีเรายอมจ่ายค่าใช้จ่ายสำหรับระบบที่จัดหามาใช้งานด้วยต้นทุนที่สูงกว่า แต่ประสิทธิผลอาจสู้ไม่ได้กับการลงทุนด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่า โดยระบบที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าแต่ได้ผลประโชยน์จากการใช้งานเท่ากันหรือดีกว่า

2.5.3 ผลผลิตภาพ (Productivity)

คำว่าผลผลิตภาพ เป็นคำที่มีความหมายตามสูตรที่ใช้เช่นเดียวกับคำว่าประสิทธิภาพ กล่าวคือ ผลผลิตภาพเป็นดัชนีแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในการก่อเกิดผลผลิตนั้นหรือในเทอมเดียวกันเป็นสูตรดังนี้

$$\text{Productivity} = \text{Output} / \text{Input}$$

ถึงแม้จะใช้สูตรเดียวกัน แต่ความหมายของผลผลิตภาพนั้นมีความสัมพันธ์ของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ต่างๆ กัน โดยมีการคำนวณค่าเชิงเศรษฐกิจทั้งผลผลิตและทรัพยากรที่ใช้ จึงไม่ได้วัดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แต่จะวัดออกมาเป็นตัวเลข โดยไม่จำเป็นต้องน้อยกว่าหนึ่ง และโดยหลักการที่ถูกต้องแล้วจะต้องมากกว่าหนึ่งเสมอ

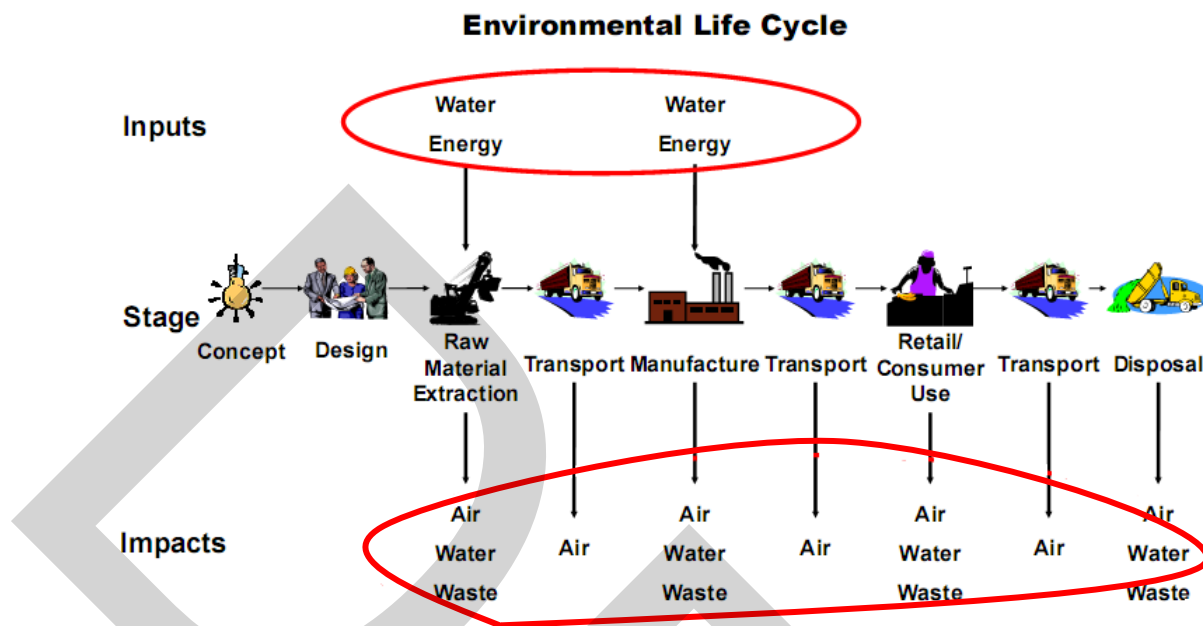
ในการเปรียบเทียบความหมายของประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และผลผลิตภาพ กล่าวได้ว่าประสิทธิภาพแสดงถึงการใช้ทรัพยากรว่าดีระดับใดเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ต้องการ ขณะที่ประสิทธิผลแสดงผลผลิตระดับที่ต้องการได้อย่างไรจากทรัพยากรที่ใช้ ความหมายของผลผลิตภาพจึงเป็นความหมายร่วมของประสิทธิภาพและประสิทธิผลเนื่องจากประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์กับการใช้ทรัพยากร ขณะที่ประสิทธิผลมีความสัมพันธ์กับผลงานที่ต้องการ แต่ผลผลิตภาพต้องใช้ความสัมพันธ์ของทั้งผลผลิตและทรัพยากรที่ใช้ในรูปแบบเชิงเศรษฐกิจ คือ มีค่าเป็นจำนวนเงิน (วันชัย ริจิรวณิช, 2551 : 18-21)

2.6 การจัดการโซ่อุปทานแบบกรีน (Green Supply Chain Management)

Green Supply Chain Management มีความหมายดังนี้

1. คือการจัดการที่มีประสิทธิผลเพื่อเป็นการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ตลอดจนวงจรผลิตภัณฑ์
2. คือการนำการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมมารวมกับการบริหารห่วงโซ่อุปทาน เพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระบวนการห่วงโซ่อุปทานขององค์กรหนึ่งๆ

หลักการจัดการโซ่อุปทานตามแนวทางของ Green Supply Chain เป็นการนำหลักของการบริหารห่วงโซ่อุปทาน มาพัฒนาปรับปรุงผลการดำเนินงานในห่วงโซ่อุปทาน โดยให้ความสำคัญกับผลกระทบของห่วงโซ่อุปทานที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อวัตถุประสงค์การไหลและประกอบกิจกรรมเพื่อการเพิ่มมูลค่าในระบบห่วงโซ่อุปทานย่อมมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และพลังงานต่างๆ รวมทั้งเกิดการ ปลดปล่อยของเสียตลอดจนมลพิษสู่ชุมชนและสิ่งแวดล้อม



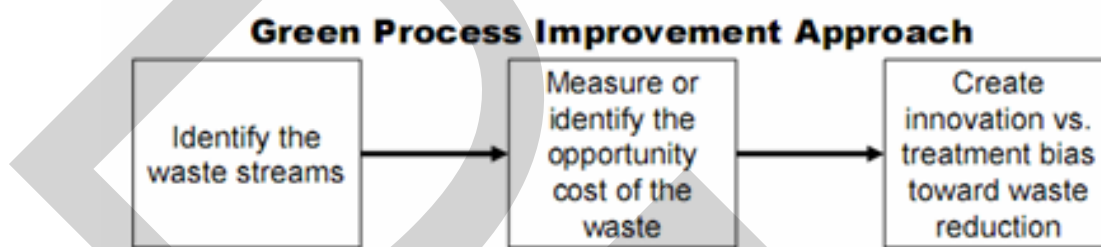
ภาพที่ 2.12 แสดงให้เห็นถึงวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือวัสดุ

จากภาพที่ 2.12 แสดงให้เห็นว่าในทุกขั้นตอนของห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่วัตถุดิบผ่านกระบวนการแปรรูปในระดับต่างๆ จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป จะต้องมีการใช้ทรัพยากรอย่างต่ำได้แก่ น้ำ และพลังงาน และในขณะเดียวกันก็มีการปลดปล่อยมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในรูปของมลพิษทางอากาศ น้ำ และของเสียอื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียเศษซาก หรือส่วนเหลือของวัตถุดิบ (scrap) การนำหลักการของ Green Supply Chain มาประยุกต์ใช้ในการบริหารห่วงโซ่อุปทานจึงเป็นกระบวนการในการปรับปรุงและพัฒนาระบบห่วงโซ่อุปทานเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมภายใต้แนวคิดพื้นฐานดังนี้

1. มลพิษและของเสียเป็นสิ่งแสดงให้เห็นถึงความไม่สมบูรณ์ของกระบวนการการด้อยประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการใช้ทรัพยากร
2. ด้วยวิธีการของ Green Supply Chain จะเป็นการวิเคราะห์โอกาสในการตรวจสอบกระบวนการ ทรัพยากรและวัตถุดิบ ตลอดจนแนวคิดสำหรับกระบวนการทำงาน
3. Green Supply Chain เน้นหลักการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นหรือกำหนดเป้าหมายที่
 - 3.1 วัสดุที่เป็นของเสีย
 - 3.2 พลังงานที่สูญเปล่า
 - 3.3 การใช้ทรัพยากรในอัตราที่ต่ำกว่าประโยชน์ที่ควรจะได้รับ

ขั้นตอนและวิธีการในการปรับปรุงกระบวนการตามหลักการของ Green Supply Chain สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3 และอธิบายได้ดังนี้

1. ระบุของเสียหรือเป้าหมายโดยพิจารณาตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน
2. แสวงหา และระบุ โอกาสที่จะพัฒนาและปรับปรุงเพื่อลดของเสียหรือปัญหาดังกล่าว
3. สร้างสรรค์นวัตกรรม หรือวิธีการดำเนินงานเพื่อลดของเสียเหล่านั้น



ภาพที่ 2.13 วิธีการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการตามหลักของ Green Supply Chain

อย่างไรก็ตามโดยรายละเอียดแล้วการดำเนินการบริหารห่วงโซ่อุปทานแบบกรีนจะประกอบไปด้วยกิจกรรมต่างๆที่มีลักษณะเช่นเดียวกับการจัดการห่วงโซ่อุปทาน เพียงแต่สำหรับแต่ละกิจกรรมต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่จะตามมารวมทั้งแนวทางการลดการใช้ทรัพยากรและมลพิษให้ลดน้อยลง (กาญจนา กาญจนสุนทร, 2552)

2.7 ต้นทุนและความสูญเสีย

ต้นทุน (Cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปสำหรับทรัพยากรทางการผลิตเพื่อให้เกิดผลผลิต จากคำนิยามผลิตภาพหรืออัตราผลิตภาพที่ได้กล่าวไว้แต่ต้น เราพบว่าผลผลิต (Output) และทรัพยากรที่ใช้ไป (Input) เป็นมูลค่าที่วัดได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นในเชิงการพิจารณาในส่วนผลิตภาพจึงพิจารณาโดยตรงได้ว่าทรัพยากรที่ใช้คือ ต้นทุน เราคุ้นเคยกับต้นทุนการผลิตในส่วน of ค่าใช้จ่าย 3 ส่วนคือ

1. ค่าวัสดุ (Material Cost)
2. ค่าแรงงาน (Labor Cost)
3. ค่าโสหุ้ย (Overhead)

ค่าวัสดุทางตรงและค่าแรงงานทางตรง คือส่วนที่ใช้กับการผลิตโดยตรง คือผลิตมากใช้มาก ผลิตน้อยใช้น้อย ส่วนค่าโสหุ้ยนั้นจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

1. ค่าวัสดุทางอ้อม

2. ค่าแรงงานทางอ้อม
3. ค่าสาธารณูปโภค
4. ค่าใช้สอยอื่นๆ
5. ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรและทรัพย์สินอื่นๆ
6. ค่าใช้จ่ายสวัสดิการ
7. ค่าขนส่ง

สำหรับค่าโสหุ้ยนั้นมักจะอยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายที่คงที่หรือไม่คงที่ก็ได้ แต่จะไม่แปรผันตามผลผลิตที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ค่าโสหุ้ยจึงเป็นส่วนของค่าใช้จ่ายที่เป็นส่วนของต้นทุนที่จะสามารถพิจารณาได้ก่อน เพราะหลายๆ ส่วนของต้นทุนที่ลดยังไปอาจจะไม่กระทบผลผลิตเลย ในส่วนของต้นทุนวัตถุดิบนั้นเรามีเทคนิคด้านการวิเคราะห์เชิงคุณค่าช่วยในเชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์และออกแบบกระบวนการผลิตซึ่งอาจมีส่วนทำให้ลดต้นทุนวัตถุดิบได้ และยังมีทางเลือกสำหรับแหล่งวัตถุดิบ ทางเลือกทางคุณภาพวัตถุดิบ ทางเลือกในด้านบริหารจัดการเกี่ยวกับวัสดุ ซึ่งมีผลต่อต้นทุนการผลิตด้านวัสดุทั้งสิ้นส่วนในด้านแรงงาน เรามีเทคนิคการจัดการงานบุคคลในการใช้ระบบจูงใจระบบการปรับทัศนคติ นอกจากนี้มีการศึกษาวิธีการทำงาน การวางแผนการผลิต การวางแผนโรงงาน และกิจกรรมการมีส่วนร่วมของพนักงานช่วยให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น ลดความสูญเปล่าของงาน ต้นทุนในส่วนนี้ก็จะลดลงได้

ต้นทุน (Cost) กับความสูญเสีย (Lost) ความจริงแล้วมีความหมายในเชิงเป็นค่าใช้จ่ายทั้งคู่เหมือนกัน แต่ถ้าจะพิจารณาความแตกต่างของความหมายคงพอสรุปง่ายๆ ได้ดังนี้

ต้นทุน คือ ค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปแล้วเกิดผลตอบแทนที่สูงกว่า

ความสูญเสีย คือ ค่าใช้จ่ายไปแล้วเกิดผลตอบแทนที่ต่ำกว่า

ถ้าการนิยามของต้นทุนและความสูญเสียเป็นดังนี้ แสดงว่าต้นทุนกับความสูญเสียเป็นสิ่งที่เดียวกัน เพียงแต่จะมีเส้นแบ่งเขตซึ่งจะทำให้ต้นทุนกลายเป็นความสูญเสีย และถ้าสามารถปรับค่าใช้จ่ายความสูญเสียให้เกิดประโยชน์ ทำให้สร้างผลตอบแทนได้ก็จะกลายเป็นต้นทุนไป ต้นทุนจึงเป็นการนิยามให้เป็นค่าใช้จ่ายที่ก่อเกิดผลประโยชน์มากกว่า และการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในเชิงต้นทุนก็คงจะไม่ใช่สิ่งที่น่ากังวล ในขณะที่เดียวกันถ้าเราสามารถลดค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นต้นทุนลงได้โดยผลผลิตเท่าเดิมหรือมากกว่าก็จะเป็นการดี แนวคิดตรงนี้ก็คงจะสามารถช่วยให้ผู้บริหารเลิกกังวลต่อต้นทุนได้แล้ว แต่น่าจะกลับมากังวลต่อความสูญเสียมากกว่า (วันชัย ริจิรวนิช, 2551 : 31-32)

2.8 การเผาไหม้

การเผาไหม้ เป็นปฏิกิริยาเคมีชนิดหนึ่งหรือที่รู้จักกันคือ ไฟ เป็นปฏิกิริยาร่วมระหว่าง 3 สิ่ง คือ เชื้อเพลิง (Fuel) ออกซิเจน (Oxygen) และความร้อน (Heat) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์จะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อมีปริมาณออกซิเจนอย่างเพียงพอ องค์ประกอบในการเผาไหม้มีอยู่ 4 องค์ประกอบคือ

1. เชื้อเพลิง (Fuel) คือวัสดุใดๆ ที่นำไปเผาไหม้หรือสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงาน
2. ออกซิเจน (Oxygen) เป็นก๊าซที่ช่วยให้เกิดการเผาไหม้ ถ้าปริมาณออกซิเจนยิ่งมาก เชื้อเพลิงก็ยิ่งติดไฟได้ดีขึ้น แต่เชื้อเพลิงบางประเภทจะมีออกซิเจนในตัวเองอย่างเพียงพอที่จะทำให้ตัวเองไหม้ได้โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจนที่อยู่โดยรอบ

3. ความร้อน (Heat) ความร้อนคือพลังงานที่ทำให้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดเกิดการคายไ้ออกมา

4. ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) หรือ การเผาไหม้อย่างต่อเนื่องคือ กระบวนการเผาไหม้ที่เริ่มตั้งแต่เชื้อเพลิงได้รับความร้อน และมีออกซิเจนในอากาศไม่ต่ำกว่าร้อยละ 16 จนเกิดไฟติดขึ้น โมเลกุลของเชื้อเพลิงจะแตกตัวเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กกลงๆ จนแปรสภาพเป็นก๊าซแล้วลุกไหม้ต่อเนื่องกันไปเป็นลูกโซ่ แต่เมื่อปฏิกิริยาลูกโซ่ขาดตอนลงเมื่อใด การสันดาปก็จะหยุดลง

กระบวนการสันดาปเชื้อเพลิง ถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาที่ดีและได้การสันดาปที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์จะต้องมีการดูแลควบคุมสภาวะการสันดาปให้เหมาะสมซึ่งจะมีปัจจัยสำคัญ 4 ประการคือ

1. เวลาต้องนานเพียงพอเพื่อให้เชื้อเพลิงเผาไหม้หมดโดยไม่ถูกอากาศส่วนเกินนำออกทางปล่องควันก่อนเผาไหม้

2. อุณหภูมิในการเผาไหม้ต้องสูงพอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง

3. การผสมผสานระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศต้องอยู่ในลักษณะของการไหลผสมแบบปั่นป่วน

4. ปริมาณอากาศที่เข้าร่วมสันดาปกับเชื้อเพลิงได้เพียงพอในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะควบคุมสภาวะการสันดาปของเชื้อเพลิงให้ได้ครบถ้วนทุกประการ ตามที่การสันดาปต้องการในเตาเผาโดยทั่วไปได้ (ชนกร ณ พัทลุง, 2552)

2.9 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรกช (2551) ได้ทำการศึกษาโรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จากการศึกษาข้อมูลจากโรงงาน พบว่าปัญหาเกิดขึ้นจากความสูญเสียในกระบวนการผลิต คือ (1) ความสูญเสียจากการปรับเปลี่ยนวัสดุภัณฑ์ประเภทกระดาษใหม่เข้าไป (2) ความสูญเสียจากการเกิดความผิดปกติระหว่างการผลิต งานวิจัยนี้จะทำการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้มากขึ้น โดยทำการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร และลดความสูญเสียต่างๆ ที่เกิดจากการผลิต (7 Waste)

ผลจากการดำเนินการพบว่า สามารถลดเวลาในการติดตั้งวัสดุภัณฑ์ประเภทกระดาษ จากที่ใช้เวลา 32.63 นาที ลดเหลือ 6.41 นาที คิดเป็น 80.36% ลดเวลาในการติดตั้งวัสดุภัณฑ์ประเภทแผ่นพลาสติกจากที่ใช้เวลา 5.37 นาที ลดเหลือ 4.06 นาที คิดเป็น 24.39% สามารถลดอัตราการเกิดชิ้นงานเข้าไปติดในช่องลำเลียงจาก 245 ชิ้น/ล็อต ลดเหลือ 3 ชิ้น/ล็อต คิดเป็น 98.94% และลดอัตราการเกิดจากความผิดปกติของเครื่องเก็บม้วนวัสดุภัณฑ์จาก 7.32% เหลือ 0% คิดเป็น 100% จากผลการปรับปรุงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรให้สูงขึ้นจาก 43.47% เป็น 75.01% เพิ่มขึ้นเป็น 31.54% จากการปรับปรุงข้างต้นเป็นผลทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการบรรจุภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นจาก 674,286 ชิ้น เป็น 1,163,405 ชิ้น เพิ่มขึ้น 489,119 ชิ้น สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 42.04% และสามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กัญญา (2551) ได้ทำการศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ไม้ พบว่ามีปัญหาด้านความคล่องตัวของกระบวนการผลิต เนื่องจากเครื่องจักรถูกจัดวางแบบไม่ต่อเนื่องและระยะทางระหว่างเครื่องจักร แต่ละเครื่องนั้นอยู่ไกลกัน ทำให้ขาดความต่อเนื่องในการผลิต ผู้ศึกษาได้นำเทคนิคแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) มาใช้ทำการศึกษากระบวนการทำงาน การปรับปรุงสามารถสรุประยะทาง ระยะเวลา และขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้ (1) ขั้นตอนนำไม้เข้ามาในโรงงาน เวลาลดลงจากเดิม 8.50 ชั่วโมง เหลือ 7 ชั่วโมง เวลาลดลงทั้งสิ้น 1.50 ชั่วโมง หรือลดลง 17.65% (2) ขั้นตอนแปรรูปไม้ท่อน ระยะทางลดลงจากเดิม 330.5 เมตร เหลือ 141.5 เมตร ระยะทางลดลงทั้งสิ้น 189 เมตร หรือลดลง 57.19% เวลาลดลงจากเดิม 25 นาที เหลือ 17 นาที เวลาลดลงทั้งสิ้น 8 นาที หรือลดลง 32% และขั้นตอนการทำงานลดลงจากเดิม 34 ขั้นตอน เหลือ 31 ขั้นตอน ขั้นตอนลดลงทั้งสิ้น 3 ขั้นตอน หรือลดลง 8.82% (3) ขั้นตอนนำไม้เข้าอบ เวลาลดลงจากเดิม 28 นาที เหลือ 22 นาที เวลาลดลงทั้งสิ้น 6 นาที หรือลดลง 21.42% และขั้นตอนการทำงานลดลงจากเดิม 9 ขั้นตอน เหลือ 7 ขั้นตอน ขั้นตอนลดลงทั้งสิ้น 2 ขั้นตอน หรือลดลง 22.22% (4) ขั้นตอนขึ้นรูปชิ้นงาน ระยะทางลดลงจากเดิม 209.1 เมตร เหลือ 161.6 เมตร ระยะทางลดลงทั้งสิ้น 47.5 เมตร หรือลดลง 22.72% เวลาลดลงจากเดิม 33 นาที เหลือ 29 นาที เวลา

ลดลงทั้งสิ้น 4 นาที หรือลดลง 12.12% และขั้นตอนการทำงานลดลงจากเดิม 47 ขั้นตอนเหลือ 42 ขั้นตอน ขั้นตอนลดลงทั้งสิ้น 5 ขั้นตอน หรือลดลง 10.64% สรุปค่าเฉลี่ยขั้นตอนที่ (1) ถึง ขั้นตอนที่ (4) ระยะเวลาลดลงทั้งสิ้น 39.96% ระยะเวลาลดลงทั้งสิ้น 20.8% และขั้นตอนลดลงทั้งสิ้น 13.89% โรงงานสามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึง 1,075 มัด คิดเป็น 408,500 บาท ต่อเดือน และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานได้ถึง 12,000 บาท ในแต่ละเดือน

อดิชาติ (2548) ได้ทำการศึกษาปัญหาการผลิต วิเคราะห์รูปแบบและน้ำหนักของปัญหา ที่กระทบโดยตรงกับประสิทธิภาพและต้นทุนการผลิต ซึ่งได้มีการกำหนดหาโครงสร้างต้นทุนและวิเคราะห์ต้นทุนที่มีสัดส่วนสูง จากการศึกษาโครงสร้างต้นทุนของสหกรณ์กรณีศึกษา พบว่า ต้นทุนที่มีสัดส่วนสูง คือ ค่าวัตถุดิบ ค่าแรงในการผลิต และค่าไม้พิน ตามลำดับ เนื่องจากต้นทุนค่าวัตถุดิบ และค่าแรงยากต่อการควบคุมได้ จึงหาแนวทางการลดต้นทุนค่าไม้พินและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการปรับปรุงสภาพห้องรมและควบคุมปริมาณการใช้ไม้พิน การควบคุมปริมาณการใช้ไม้พินที่นำเสนอเพื่อทำการเปรียบเทียบในงานวิจัยนี้มี 3 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 ลดปริมาณการเติมพินเติมแต่ละครั้งให้น้อยลงและเพิ่มความถี่ รูปแบบที่ 2 และ 3 มีลักษณะการเติมพินเช่นเดียวกับรูปแบบที่ 1 แต่ในรูปแบบที่ 2 ได้มีการนำยางเข้าห้องรมควันเร็วขึ้น และสำหรับรูปแบบที่ 3 ยางจะถูกนำไปตากข้างนอกก่อนนำเข้าห้องรมควัน

การปรับปรุงสภาพห้องรมควันทำให้ดัชนีการใช้ไม้พิน (P1) ลดลงจาก 1.07 เป็น 0.80 ผลิตภาพ (P2) เพิ่มขึ้นจาก 74.62% เป็น 89.22% การควบคุมการใช้พินรูปแบบที่ 1 ทำให้ดัชนีการใช้ไม้พิน (P1) ลดลงเป็น 0.69 ผลิตภาพ (P2) เพิ่มขึ้นเป็น 94.54% การควบคุมการใช้พินรูปแบบที่ 3 ทำให้ดัชนีการใช้ไม้พิน (P1) ลดลงเป็น 0.63 ผลิตภาพ (P2) เพิ่มขึ้นเป็น 92.51%

อัญชลี (2551) ได้ทำการศึกษาปัญหาการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางปรัก จังหวัดนครศรีธรรมราช จากการศึกษาปัญหาการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางปรัก ปัญหาที่พบมี 5 ประการ คือ ยางคัตตึง ยางฟอง ยางมีสิ่งสกปรก ยางสุกไม่ทั่ว และยางเหนียวเยิ้ม โดยปัญหาที่พบมาก คือ ยางคัตตึงและยางฟอง (ร้อยละ 6.32 และร้อยละ 5.64 ตามลำดับ) หลังจากนั้นวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขอันนำไปสู่การวางแผนการผลิต หลังการดำเนินงานตามแผนพบว่าปริมาณของเสียลดลงจากเดิมเมื่อเทียบกับก่อนการดำเนินงานตามแผน คือ ยางคัตตึงลดลงเหลือ ร้อยละ 1.43 ยางฟองลดลงเหลือร้อยละ 1.01 นอกจากนี้พบว่าพนักงานในฝ่ายผลิตได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี พนักงานมีความรู้มากขึ้นเกี่ยวกับระบบการผลิต รวมทั้งพนักงานมีความกระตือรือร้นในการทำงานมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาวิจัยการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางพาราและลดการใช้พลังงาน ของบริษัท สินแดนไทยการยาง จำกัด จะเป็นการนำตัวแบบ Flow Process Chart มาใช้จัดทำดัชนีเพื่อวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อใช้เป็นแบบการวัดประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ทำให้ทราบถึงการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษาและเห็นถึงการไหลของกระบวนการ เพื่อหากิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแก่กิจกรรมของห่วงโซ่อุปทาน อีกทั้งผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตยางพารา เพื่อทราบถึงการสิ้นเปลืองพลังงานด้านต่างๆที่ใช้ในกระบวนการผลิต นำไปสู่การหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดใช้พลังงานและสามารถใช้พลังงานได้อย่างยั่งยืน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคในการเก็บรวบรวมข้อมูล การสังเกตการณ์โดยตรง การสัมภาษณ์ และการจดบันทึก ตลอดจนการหาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ โดยเป็นการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มศักยภาพการดำเนินงานและลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของโรงงานแปรรูปยางพารา

โดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัยซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย
- 3.2 ศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการการผลิตยางพารา
- 3.3 สรุปเวลา ระยะเวลา และขั้นตอนของกระบวนการผลิตยางพารา
- 3.4 ศึกษาการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตยางพารา
- 3.5 ศึกษาวิธีการทำงานของโรงอบยางพารา
- 3.6 ปัญหาที่พบของกระบวนการการผลิตยางพารา

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1.1 ข้อมูลของโรงงานที่ทำการศึกษา

ชื่อสถานประกอบการ	โรงงาน สินแดนไทยการยาง จำกัด
ที่อยู่	6/2 หมู่ 3 ตำบลคลองพลู อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 22210

โรงงาน สินแดนไทยการยาง จำกัด เป็นบริษัทที่ทำการแปรรูปน้ำยางพาราเป็นยางแผ่นเพื่อส่งไปต่อไปยังโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปต่อไปทั้งในและนอกประเทศ โดยทางโรงงานมีการรับซื้อน้ำยางพาราจากเกษตรกรและมีการเก็บผลผลิตยางพาราที่เป็นของโรงงานเองกว่า 8,000 ไร่ โดยทางโรงงานได้มีการเริ่มมีปลูกยางตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาณปี พ.ศ. 2510

การรับผิดชอบในส่วนของการกรีดยางพาราส่วนใหญ่เป็นคณงานในละแวกนั้นหรือคนในจังหวัดจันทบุรีกับคณงานที่มาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในส่วนของการผลิตส่วนใหญ่จะเป็นคนกัมพูชา

ในส่วนของการผลิตปัจจุบันได้ว่าจ้างพนักงานในตำแหน่งต่างๆ รวม 52 คน เป็นชาย 22 คน เป็นหญิง 30 คน

3.1.2 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบบันทึกข้อมูลการใช้ฟืน, ผลผลิตยางพาราแผ่นที่อบได้
2. นาฬิกาจับเวลา
3. กล้องถ่ายรูป
4. เทปวัดระยะทาง
5. ที่ชั่งน้ำหนัก

3.1.3 การรวบรวมข้อมูลและขั้นตอนการวิจัย

การรวบรวมข้อมูลและขั้นตอนการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เป็นเอกสารที่ผู้อื่นได้ทำไว้แล้ว เช่น ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ และบทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลจากนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาการผลิตยางพาราแผ่นของโรงงาน สินแดนไทย จำกัด ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิตยางพาราแผ่น โดยศึกษากระบวนการต่างๆ ในการผลิตจากการสัมภาษณ์หัวหน้างานและสังเกตการทำงานของพนักงานในโรงงาน
2. วิเคราะห์ขั้นตอนในกระบวนการผลิตยางพาราแผ่น เพื่อทำการปรับปรุงนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต
3. วางแผนแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตยางพาราแผ่น โดยทำการวางแผนร่วมกับหัวหน้างานในโรงงาน
4. ดำเนินแผนการตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยให้พนักงานที่ผลิตแผ่นยางพาราปฏิบัติตามแผนที่ผู้วิจัยกำหนด
5. วัดผลการปฏิบัติงานในการปรับปรุง โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาและขั้นตอนที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางพารา รวมทั้งปริมาณการใช้พื้นที่ในการอบยางพาราแผ่น ก่อนและหลังการปรับปรุง

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัยดังนี้

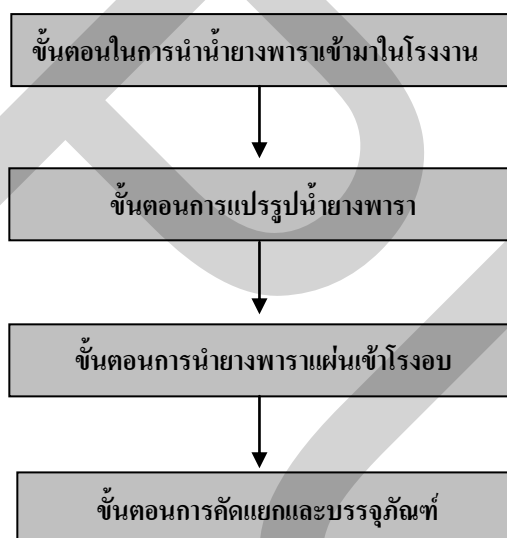
1. วิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการสัมภาษณ์หัวหน้างานและการสังเกตการทำงานของพนักงานในโรงงาน
2. วิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการบันทึก
3. วิเคราะห์ขั้นตอนโดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)
4. วิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิแกงปลา

3.2 ศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการผลิตยางพารา

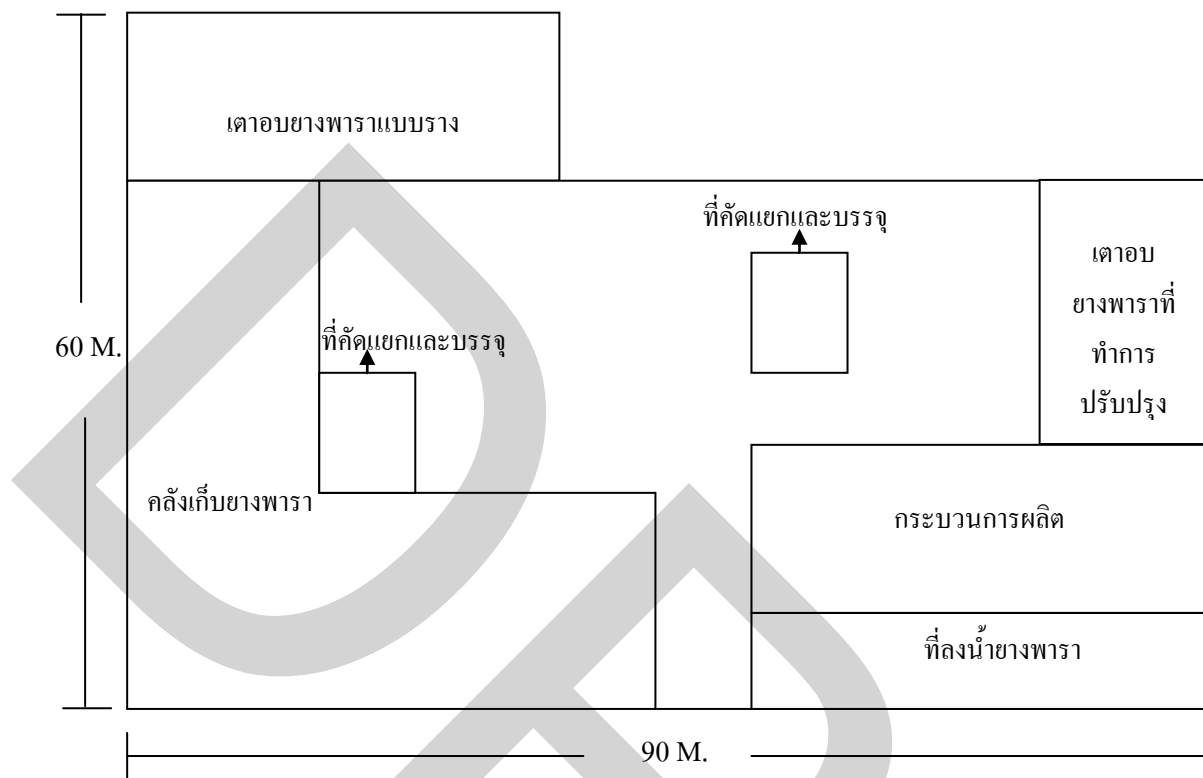
ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการผลิตยางพาราเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงการทำงานให้ดียิ่งขึ้น จากการศึกษาภาพรวมของกระบวนการทำงานสามารถแบ่งขั้นตอนของการผลิตยางพาราได้ทั้งสิ้น 4 ขั้นตอน คือ

- 3.2.1 ขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน
- 3.2.2 ขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพารา
- 3.2.3 ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ
- 3.2.4 ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอนกระบวนการผลิตยางพารา

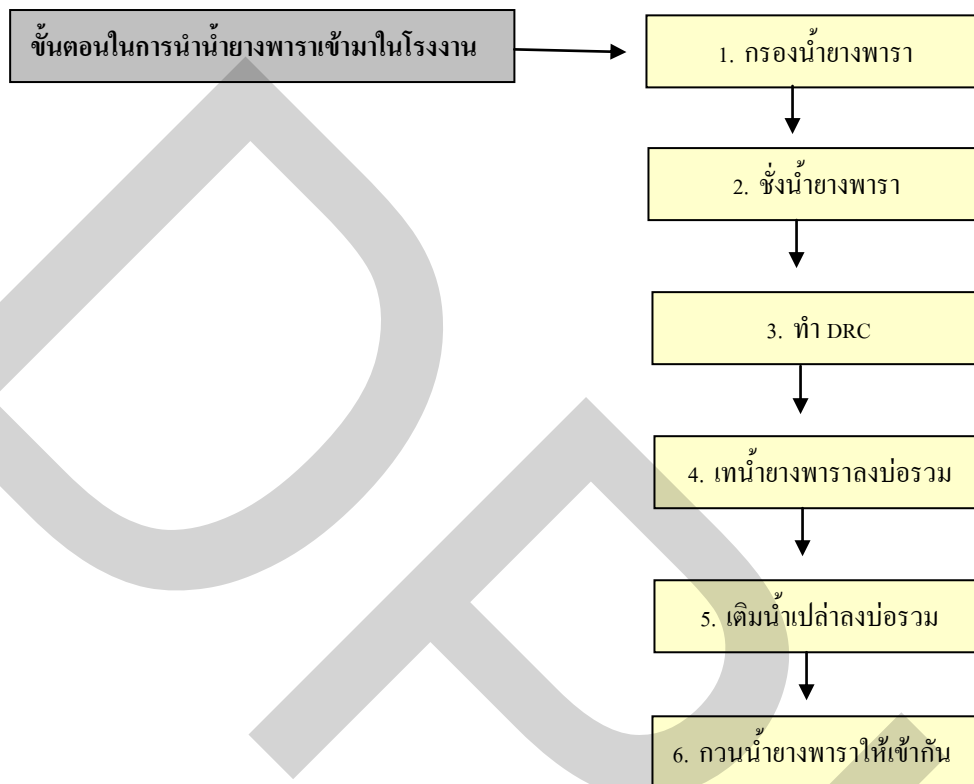


ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตยางพารา



ภาพที่ 3.2 แสดงแผนผังพื้นที่แต่ละส่วนของโรงงาน

3.2.1 ขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน



ภาพที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน

เมื่อนำน้ำยางพาราสดมาถึงโรงงานขั้นแรกก็จะทำการกรองน้ำยางลงไปถังโดยใช้ตะแกรงในการกรองเพื่อจัดสิ่งสกปรกที่อาจติดมากับน้ำยาง เช่น ใบไม้, เศษยาง, น้ำ, สิ่งเจือปนเหล่านี้ทำให้น้ำยางมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมที่จะนำมาผลิต จากนั้นก็จะนำน้ำยางพาราที่ผ่านการกรองแล้วมาชั่งที่ตราซึ่ง ขั้นตอนต่อมาคือการทำ DRC ซึ่งหมายถึงการวัดความเข้มข้นของน้ำยางสด กล่าวคือน้ำยางสดจากต้นยางพารานั้นมีเนื้อยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางจริงๆ เรียกว่าเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content) เรียกย่อๆ เป็นที่รู้จักกันทั่วไปว่า DRC ความเข้มข้นของน้ำยางสดจะเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ พันธุ์ยาง, อายุต้นยาง, สถานที่ปลูกยาง, ปุ๋ยที่ใช้, ฤดูกาล ฯลฯ ดังนั้นในการซื้อขายน้ำยางสดจึงต้องวัดปริมาณเนื้อยางแห้งของน้ำยางสด

ซึ่งการหาน้ำหนักยางแห้งมี 2 วิธี คือ การอบแห้งและการใช้เครื่องมือวัดความเข้มข้นของน้ำยาง (Latexometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานมาจากเครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำ (Hydrometer) ที่เรียกว่า เมโทรแลค ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อได้เปรียบคือการใช้เมโทรแลคสามารถอ่านค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งได้ทันทีแต่การอบแห้งจะทราบน้ำหนักยางแห้งช้าแต่มีความแม่นยำมากกว่า

การหาความเข้มข้นของน้ำยางสดโดยการอบแห้ง

1. กวนน้ำยางให้เข้ากันดี ตักน้ำยางสดมา 40 กรัม
2. ใช้ตาชั่งละเอียดชั่งน้ำยางสดให้ได้ 20 กรัม พอดี ส่วนอีก 20 กรัม นำมารวมกันเพื่อหาค่าเนื้อยางพาราแห้งรวมของโรงงานในวันนั้น

3. เติมกรดฟอร์มิก 2 % จำนวน 1 ช้อนชา กวนให้คลุกเคล้ากันแล้วปล่อยให้แห้งตัวประมาณ 10 นาที

4. รีดแผ่นยางพาราให้เป็นแผ่นบางๆ เพื่อให้แห้งต่อไป

5. ทำยางพาราแผ่นตัวอย่างให้แห้งสนิท ซึ่งมีหลายวิธี เช่น อบในโรงอบพร้อมยางแผ่นตามปกติ หรือซื้อตู้อบไฟฟ้า ทำให้สามารถอบแห้งได้เร็ว

6. ชั่งน้ำหนักเนื้อยางพาราแห้ง โดยชั่งทันทีที่เอาออกจากตู้อบ เพื่อไม่ให้เกิดการดูดความชื้นในอากาศทำให้เกิดน้ำหนักเพิ่มเกินจริง

7. นำน้ำหนักยางพาราแห้งที่ชั่งได้เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับน้ำยางสด 20 กรัม ด้วยการคูณน้ำหนักที่ชั่งได้ของยางแผ่นตัวอย่างหลังอบแห้งด้วย 5 ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางพาราแห้ง} = \text{น้ำหนักยางพาราแผ่นตัวอย่าง} \times 5$$

8. นำเปอร์เซ็นต์เนื้อยางพาราแห้ง ไปคูณกับน้ำยางสด เพื่อทราบน้ำหนักเนื้อยางแห้งทั้งหมด ดังสมการ

$$\text{น้ำหนักเนื้อยางแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักยางสด} \times \text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง}}{100}$$

100

การหาความเข้มข้นของน้ำยางสดด้วยเครื่องมือวัดความเข้มข้นวิธีที่ 1

โดยใช้ไม้พายกวนน้ำยางสดในถังรวมน้ำยางให้เข้ากันดี แล้วตักน้ำยางสด 1 ส่วน ผสมกับน้ำสะอาด 1 ส่วน กวนให้เข้ากันดีแล้วเทน้ำยางลงในกระบอกทรงสูงจนเต็มกระบอก น้ำยางที่เหลือเทคืนลงในถังรวมน้ำยาง ค่อยๆ หย่อนเครื่องมือวัดความเข้มข้นลงในกระบอกใส่น้ำยางรอให้หยุดนิ่งแล้ว จึงอ่านตัวเลขตรงตำแหน่งผิวน้ำยางอ่านได้เท่าไรให้คูณด้วย 2 หากด้วย 10 ผลลัพธ์ที่ได้คือเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของน้ำยางสดในวันนั้น

การหาความเข้มข้นของน้ำยางสดด้วยเครื่องมือวัดความเข้มข้นวิธีที่ 2

ตักน้ำยางประมาณ 1 ส่วน ผสมกับน้ำสะอาด 2 ส่วน กวนให้เข้ากันแล้วเทลงใน
กระบอกทรงสูง ค่อยๆ หย่อนเครื่องมือวัดความเข้มข้นลงในกระบอก รอให้นิ่งแล้วอ่านค่า นำค่าที่
ได้คูณด้วย 3 และหารด้วย 10

การใช้เมโทรแลคทีดเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของน้ำยางนี้ผิดพลาดได้ง่ายโดยเฉพาะ
อย่างยิ่ง เมื่ออุณหภูมิของน้ำยางต่ำกว่า 84 องศาฟาเรนไฮต์ หรือประมาณ 28 องศาเซลเซียส การอ่าน
ค่าจะผิดพลาดไปในทางลบ จึงควรเปรียบเทียบความเข้มข้นที่ได้กับผลการอบแห้งซึ่งเที่ยงตรงกว่า

หลังจากนำตัวอย่างน้ำยางไปวัดค่าเปอร์เซ็นต์แล้วก็ให้นำน้ำยางที่กรองเสร็จแล้วไปเทใส่
ถังใหญ่ ซึ่งบรรจุได้ประมาณ 1,500 ลิตร จากนั้นกวนน้ำยางให้เข้ากัน โดยทั่วไปความเข้มข้นของ
น้ำยางสดจะอยู่ที่ระหว่าง 25-45 % แต่ความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการทำยางแผ่นดิบคือ 15 % จึง
ต้องเจือจางน้ำยางพาราด้วยน้ำสะอาด แต่การกำหนดสัดส่วนระหว่างน้ำยางพารากับน้ำทำได้ยาก
ในทางปฏิบัติเนื่องจากความเข้มข้นของน้ำยางมีการเปลี่ยนแปลงทุกวัน เพื่อให้ทำงานได้สะดวกจึง
คำนวณสัดส่วนน้ำสะอาดดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงสัดส่วนการผสมน้ำสะอาดต่อน้ำยางพาราในการทำยางพาราแผ่น

ที่	เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของน้ำยางพารา สดโดยเฉลี่ย	สัดส่วน น้ำยางพารา/น้ำสะอาด
1	25	1/0.66
2	26	1/0.73
3	27	1/0.80
4	28	1/0.86
5	29	1/0.93
6	30	1/1
7	31	1/1.06
8	32	1/1.13
9	33	1/1.20
10	34	1/1.26
11	35	1/1.33
12	36	1/1.40
13	37	1/1.46
14	38	1/1.53
15	39	1/1.60
16	40	1/1.66
17	41	1/1.73
18	42	1/1.79
19	43	1/1.86
20	44	1/1.93
21	45	1/2

ที่มา: เทคนิคการบริหารจัดการสหกรณ์กองทุนสวนยางจำกัด (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2540)

เมื่อทราบความเข้มข้นของน้ำยางในบ่อรวมของโรงงาน สมมติว่าความเข้มข้นของน้ำยางวัดได้เท่ากับ 33% จึงไปเทียบกับตารางด้านบน จะพบว่าความเข้มข้น 33% อยู่ในลำดับที่ 9 ซึ่งกำหนดให้ใช้น้ำยางสด 1/1.20 หลังจากนั้นก็ทำการปล่อยน้ำสะอาดผ่านท่ออย่างลงบ่อรวมตามอัตราดังกล่าว

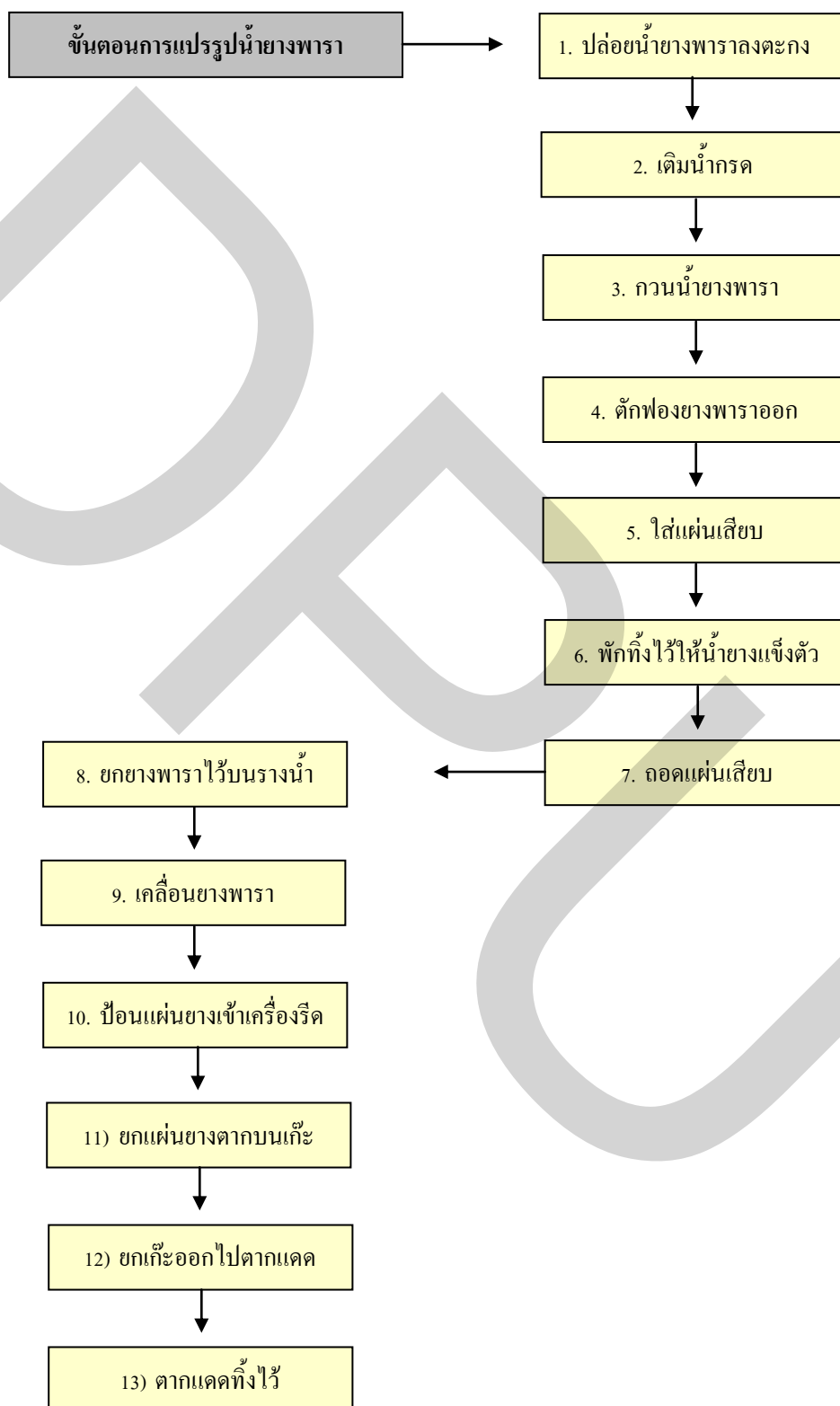


ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนชั่งน้ำยางพาราสด



ภาพที่ 3.5 แสดงขั้นตอนเทน้ำยางพาราลงบ่อรวม

3.2.2 ขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพารา



ภาพที่ 3.6 แสดงขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพารา



ภาพที่ 3.7 ตะกงสำหรับใส่น้ำยางพารา



ภาพที่ 3.8 การใส่น้ำยางพาราลงตะกง



ภาพที่ 3.9 การตักฟองยางพาราออกจากตะก



ภาพที่ 3.10 ยางพาราที่ถูกดึงแผ่นเสียบออกแล้ว



ภาพที่ 3.11 ขางพาราที่ออกจากตะกงเพื่อที่จะนำไปรีด



ภาพที่ 3.12 การรีดขางพาราที่ออกจากตะกงแล้ว



ภาพที่ 3.13 การตากขางพาราที่ผ่านการรีดแล้ว

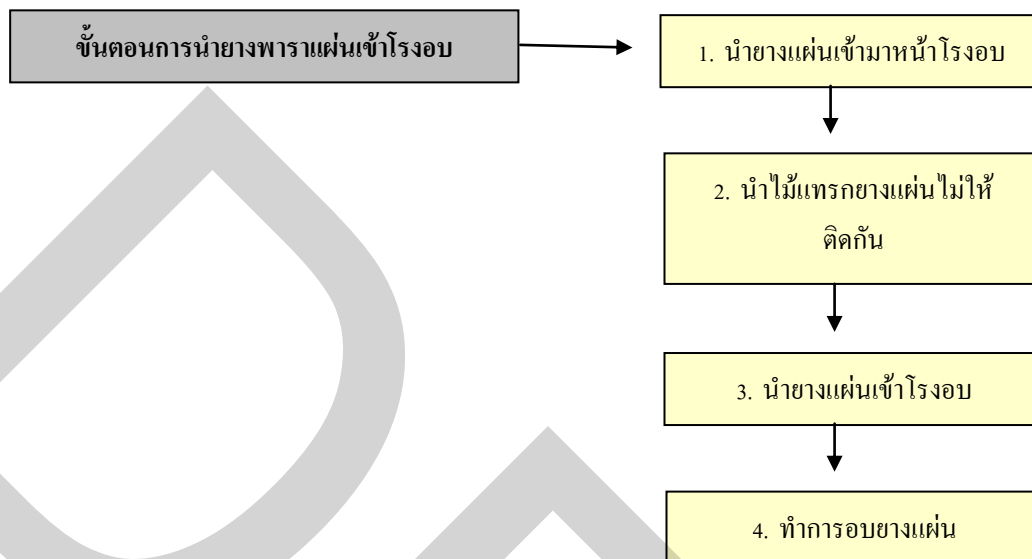


ภาพที่ 3.14 การนำขางพาราออกตากแดด

หลังจากได้น้ำยางสดผสมกับน้ำในปริมาณที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการปล่อยน้ำยางจากบ่อรวมผ่านท่อลงตะกอนจนครบทุกตะกอนหรือจนหมดน้ำยาง หลังจากนั้นเติมน้ำกรดฟอร์มิค 2% เทใส่ในตะกอนประมาณ 1 แกลลอน (ประมาณ 5 ลิตร) แล้วใช้ไม้พายกวนน้ำยางให้เข้ากันประมาณ 1 นาที ซึ่งจะเกิดฟองจากนั้นพนักงานจะตักฟองออกไปใส่ภาชนะ ในขั้นตอนนี้ควรระวังไม่ให้ฟองหลงเหลืออยู่ เพราะฟองนี้จะทำให้เกิดตำหนิในแผ่นยาง ทำการใส่แผ่นเสียบให้ตรงกับช่องเสียบแต่ละช่องของตะกอน จะต้องแน่ใจว่าเสียบแผ่นลงถึงช่องเสียบที่พื้นตะกอนทุกช่อง มิฉะนั้นแผ่นยางจะติดกัน การเสียบแผ่นเสียบให้เว้นระยะเพื่อให้ระดับน้ำยางให้เท่าๆ กัน หากเสียบแผ่นตามลำดับจะทำให้ขนาดของแผ่นยางไม่เท่ากัน ทิ้งไว้ 18 ชั่วโมงให้น้ำยางแข็งตัวจึงฉีดน้ำลงในตะกอนให้ทั่วเพื่อดึงแผ่นเสียบออก และยกยางขึ้นจากตะกอนไปใส่รางล้างยางซึ่งใส่น้ำสะอาดไว้พร้อมแล้ว ระวังอย่าให้น้ำยางฉีกขาด ยางที่ติดกันให้ฉีกออกทุกแผ่นหากทิ้งไว้จะฉีกไม่ออก

น้ำยางที่แข็งตัวที่ได้มารีด การป้อนยางเข้าเครื่องรีด จะต้องสอดด้านกว้างของยางแผ่นบริเวณส่วนกลางของแท่นรีดครั้งละแผ่น ยางที่ผ่านเครื่องรีดคนงานจะนำไปวางพาดบนราวไม้ไผ่ราวละ 4 แผ่น จะต้องระวังไม่ให้ขอบยางทับกัน จากนั้นแขวนราวไม้ไผ่บนเก้ะ โดยไม่ให้ยางที่แขวนชายห้อยติดกันหรือห้อยลงไปติดกับยางแผ่นชั้นล่างเพราะว่าส่วนที่ยางทับหรือติดกันนั้นยางจะไม่สุก ราวไม้ไผ่ที่ใช้พาดแผ่นต้องสะอาด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดคราบสกปรกบนแผ่นยาง เมื่อเต็มเก้ะจึงใช้รถโฟคลิฟท์ขนไปตากแดด ทำการตากแดดประมาณ 3 ชั่วโมง (แต่ก็ขึ้นอยู่กับอากาศ ถ้าอากาศมีแดดมีมากก็จะใช้เวลาน้อยกว่า แต่ถ้าไม่มีแดดก็อาจจะใช้เวลานานกว่านี้)

3.2.3 ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ

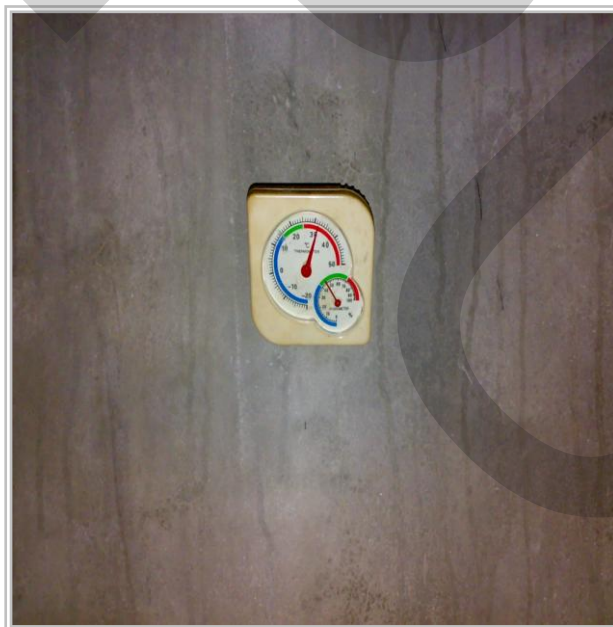


ภาพที่ 3.15 ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ

เมื่อเห็นว่ายางพาราแห้งได้ที่แล้วจึงใช้รถโฟคลิฟท์ขนแผ่นยางพาราเข้ามาเพื่อทำการแยกยางไม่ให้ติดกันด้วยวิธีใช้ไม้ราวสางยางพาราแต่ละแผ่น จะช่วยทำให้ยางพาราสุกดีทั่วแผ่นเมื่อเสร็จทุกแผ่นจึงนำเข้าสู่โรงอบ โดยควบคุมอุณหภูมิประมาณ 50 ถึง 60 องศาเซลเซียส เพราะถ้าหากอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ยางพาราเฝ็มเหลวได้ จึงจำเป็นต้องหมั่นตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์เพื่อดูอุณหภูมิอยู่เสมอ โดยแผ่นยางพาราจะอยู่ในโรงอบประมาณ 84 ชั่วโมง หากความชื้นในอากาศสูงอาจใช้เวลามากกว่านี้

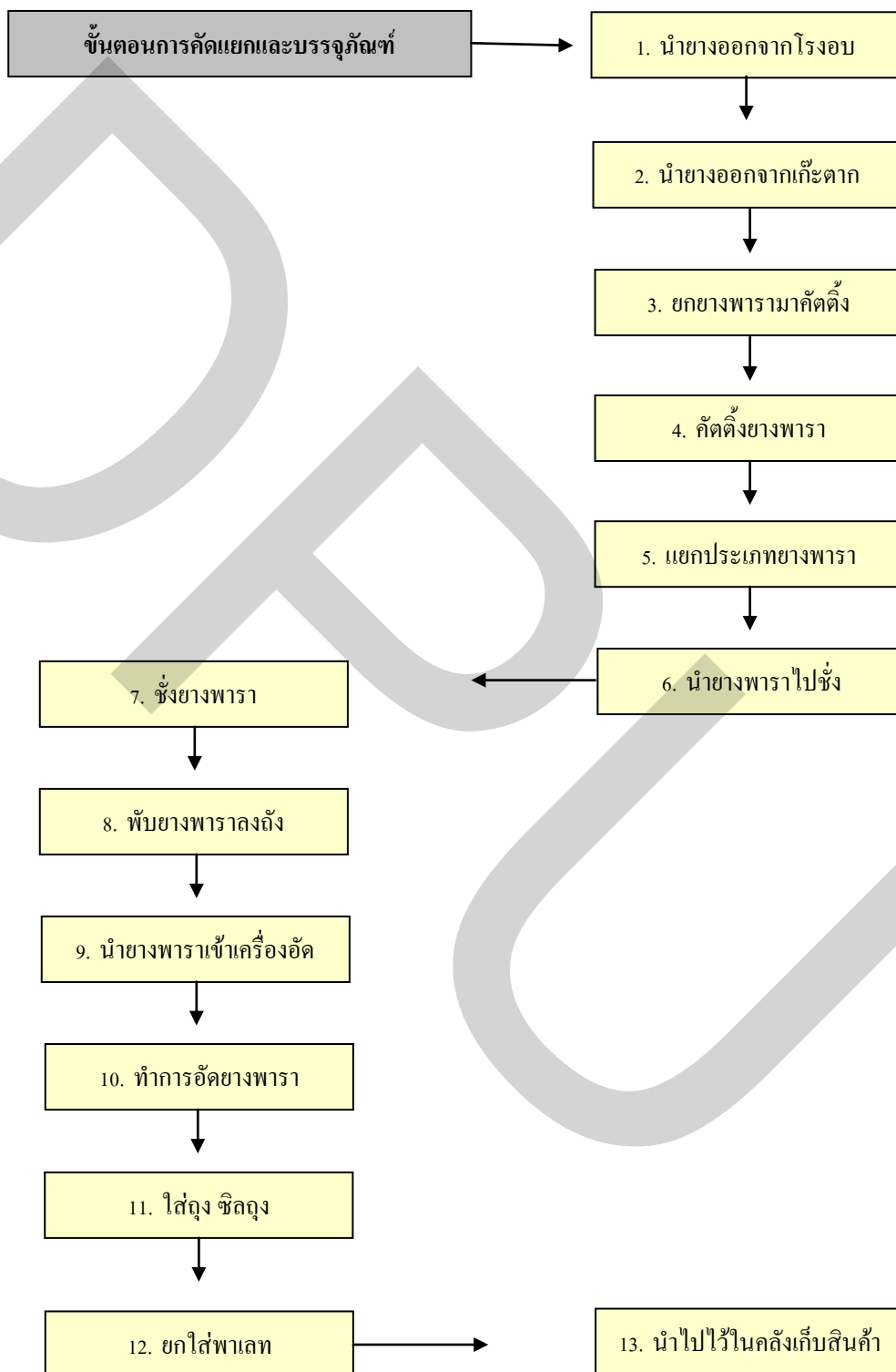


ภาพที่ 3.16 การนำยางพาราเข้าโรงอบ



ภาพที่ 3.17 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิในโรงอบ

3.2.4 ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 3.18 ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 3.19 การนำยางพาราออกจากเถาตาก



ภาพที่ 3.20 เศษยางพาราที่ผ่านการคัดตั้งแล้ว



ภาพที่ 3.21 ขางพาราที่ถูกคัดแยกประเภทแล้ว



ภาพที่ 3.22 การซั่งขางพารา



ภาพที่ 3.23 การบรรจุยางพาราลงถังและเข้าเครื่องอัด



ภาพที่ 3.24 ยางพาราที่บรรจุภัณฑ์แล้ว



ภาพที่ 3.25 ขางพาราที่อยู่ในคลังเก็บสินค้า

เมื่อยางพาราแผ่นที่เข้าอบแห้งดีแล้วจึงขนย้ายออกจากโรงอบ โดยจะใช้คนปีนขึ้นไปบนเก้ะ เอาแผ่นยางพาราออกจากไม้ที่ใช้พาดยางพาราแล้วจึงโยนยางลงมาบนพื้นเพื่อทำการคัดตั้งยางพารา ใช้กรรไกรตัดยางพาราที่ไม่สุก มีสิ่งสกปรกติดอยู่ มีฟองอากาศ แล้วจึงทำการตัดแยกประเภทยางพาราโดยใช้สายตาพิจารณาตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

1. ขางแผ่นชั้น 1 พิเศษ (ADS XL) จะต้องปลอดราทุกชนิดและไม่มีตำหนิที่แผ่นยาง
2. ขางแผ่นชั้น 1 (RSS 1) มีราแห้งบนท่อหรือผิวก้อนได้เล็กน้อย แต่ต้องไม่มีตำหนิที่แผ่นยาง
3. ขางแผ่นชั้น 2 (RSS 2) มีราแห้ง ราสนิมบนท่อ/ผิวก้อนและในก้อนได้เล็กน้อยแต่ไม่เกินร้อยละ 5 ของตัวอย่างที่ตรวจ ตำหนิที่มีได้คือ ฟองอากาศ และสิ่งสกปรกเล็กๆ
4. ขางแผ่นชั้น 3 พิเศษ (RSS 3) ให้มีการขึ้นราได้เหมือนชั้น 2 แต่ไม่เกินร้อยละ 10 ของตัวอย่างที่ตรวจ ตำหนิที่มีได้ คือ ฟองอากาศ สิ่งสกปรก และสีต่างคำเล็กน้อย
5. ขางแผ่นชั้น 4 พิเศษ (RSS 4) การขึ้นราเหมือนชั้นที่ 2 และ 3 แต่ไม่เกินร้อยละ 20 ของตัวอย่างที่ตรวจ ตำหนิที่มีได้ คือ ฟองอากาศ สิ่งสกปรก และสีต่างคำปานกลาง เหนียวและแกร่งได้เล็กน้อย

6. ขางแผ่นรมควันชั้น 5 พิเศษ (RSS 5) การขึ้นราเหมือนกับชั้นที่ 2, 3 และ 4 แต่ไม่เกินร้อยละ 30 ของตัวอย่างที่ตรวจ คำหันทึที่มีได้ คือ ฟองอากาศและสิ่งสกปรกใหญ่ขึ้น สีคล้ำมากขึ้น แกร่มและยางเหนียวปานกลาง ขางพองและอ่อนรมได้เล็กน้อย

(สำนักตลาดกลางยางพาราหาดใหญ่, 2544)

นอกจากนี้ยังมีขางที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานดังกล่าว ดังนี้

1. ขางคัดตั้ง คือขางขึ้นเล็กๆ ที่ได้จากการใช้กรรไกรตัดรายคำหนือออกจากแผ่นขาง เช่น ฟองอากาศ ขางไม่สุก หรือ สิ่งสกปรกในแผ่นขาง
2. ขางพอง คือขางที่มีฟองอากาศกระจายทั่วทั้งแผ่น จนไม่สามารถตัดออกได้หรือ ถ้าวัดออกจะทำให้ขางที่เหลือมีขนาดเล็กกว่าที่กำหนด
3. ขางไม่สุก คือขางที่ผ่านการอบแล้วแต่ยังคงมีความชื้นอยู่สูง ลักษณะมีสีเหลืองอ่อน แตกต่างจากขางที่สุกแล้วที่มีสีเหลืองเข้ม

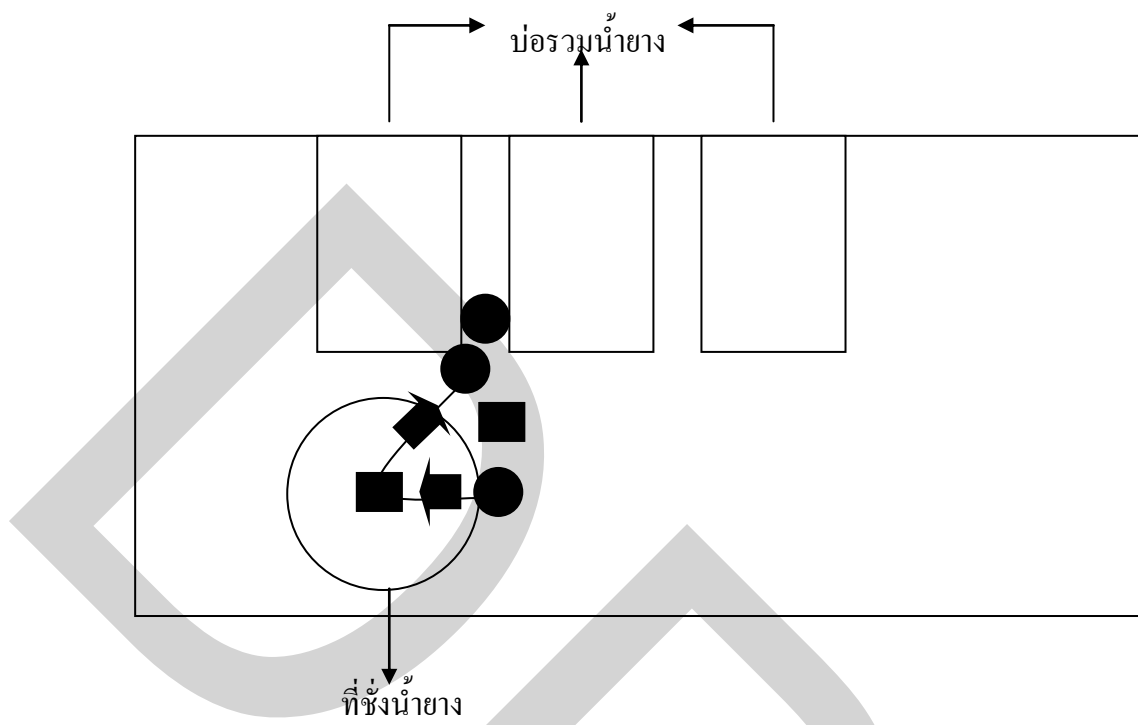
หลังจากแยกประเภทแล้วจึงนำขางมาชั่ง โดยจะชั่งให้ได้ 33.33 กิโลกรัม เพื่อนำไปพับลงถึง 1 ถึงจะพับขางใส่ไป 2 ชุด แล้วนำไปเข้าเครื่องอัด ขางจะติดกันแน่นเป็นก้อน แล้วพนักงานจะนำไปใส่ถุงและทำการซีลถุงไม่ให้ความชื้นเข้าไปได้ เพราะจะทำให้เกิดการขึ้นรา แล้วจึงยกใส่พาเลทเมื่อเต็มพาเลทจะเป็นหน้าที่ของรถโฟคลิฟท์ที่จะนำไปเก็บในคลังเก็บสินค้าต่อไป

3.2.5 Flow Process Chart แสดงขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO. SHEET NO. 1		SUMMARY						
ACTIVITY : นำน้ำยางพาราเข้ามาใน โรงงาน METHOD: PRESENT / PROPOSES	ACTIVITY		PRESENT	PROPOSE	SAVING			
		OPERATION ○		3				
	TRANSPORT ⇒		2					
	DELAY D		-					
	INSPECTION □		2					
	STORAGE ▽		-					
	DISTRANCE (ม.)		1					
	TIME นาที		17					
DESCRIPTION	TIME วินาที	DIST. เมตร	SYMBOL					อุปกรณ์ ขนถ่ายวัสดุ
			○	⇒	D	□	▽	
1. นำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน	-	-						
- กรองน้ำยางพารา	60	-	●					-
- ยกน้ำยางพารามาซึ่ง	5	0.5		●				คน
- ชั่งน้ำยางพารา	10	-						-
- ทำ DRC	300	-						-
- ยกน้ำยางพาราเทลงบ่อรวม 1,500 ลิตร	15	0.5		●				คน
- เติมน้ำเปล่าลงในบ่อรวม	350	-	●					-
- กวนน้ำยางพาราให้เข้ากัน	300	-	●					-

ภาพที่ 3.26 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน

จากแผนภูมิการไหลของขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน พบกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมด 7 กิจกรรม ดังนี้ มีการปฏิบัติงาน 3 ครั้ง มีการเคลื่อนย้าย 2 ครั้ง มีการตรวจสอบงาน 2 ครั้ง รวมระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบทั้งสิ้น 1 เมตร ใช้เวลาในกระบวนการทำงานทั้งสิ้น 17 นาที



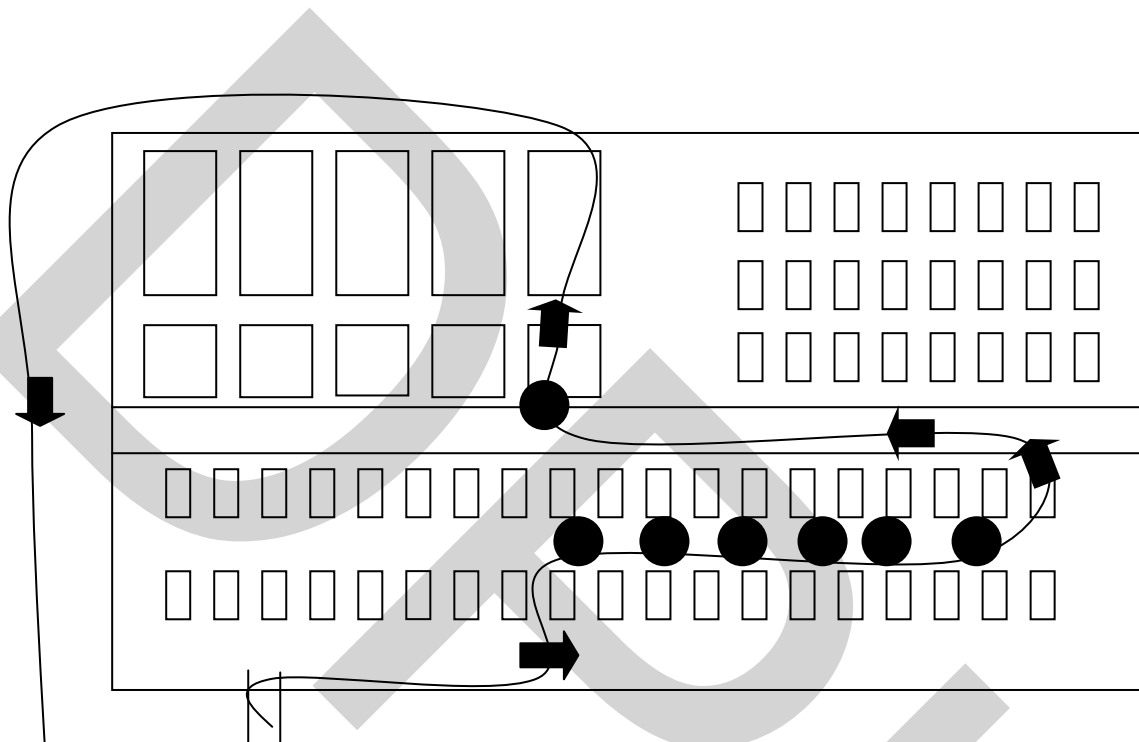
ภาพที่ 3.27 แสดง Flow Diagram นำน้ำยางเข้ามาในโรงงาน

3.2.6 Flow Process Chart แสดงขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO.	SUMMARY							
SHEET NO. 2								
ACTIVITY : ขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา METHOD: PRESENT / PROPOSES	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING				
	OPERATION ○	8						
	TRANSPORT ⇨	5						
	DELAY D	-						
	INSPECTION □	-						
	STORAGE ▽	-						
	DISTANCE (ม.)	162.5						
	TIME นาที	1,451						
DESCRIPTION	TIME วินาที	DIST. เมตร	SYMBOL				อุปกรณ์ ขนถ่ายวัสดุ	
			○	⇨	D	□	▽	
1. ขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพารา	-	-						
- ปล่อยน้ำยางพาราลงตะกง	60	30						ท่อ
- เติมน้ำกรด	5	-						-
- กวนน้ำยางพารา	60	-						-
- ตักฟองยางออก	75	-						-
- ใส่แผ่นเสียบ	240	-						-
- ให้น้ำยางแข็งตัว (ประมาณ 21 ชม.)	75,600	-						-
- ถอดแผ่นเสียบ	60	-						-
- ยกยางพาราไว้บนรางน้ำ	5	0.5						คน
- เคลื่อนยางพารา	10	10						รางน้ำ
- ป้อนเข้าเครื่องรีด	10	-						-
- นำยางพาราไปตากที่ราว	15	2						-
- ยกยางพาราออกไปตากแดด	120	120						โฟคลิฟท์
- ตากแดดประมาณ 3 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับ อากาศด้วย)	10,800	-						-

ภาพที่ 3.28 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพารา

จากแผนภูมิการไหลของขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา พบกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมด 13 กิจกรรม ดังนี้ มีการปฏิบัติงาน 8 ครั้ง มีการขนย้าย 5 ครั้ง รวมระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุบนทั้งสิ้น 162.5 เมตร ใช้เวลาในกระบวนการทำงานทั้งสิ้น 1,451 นาที



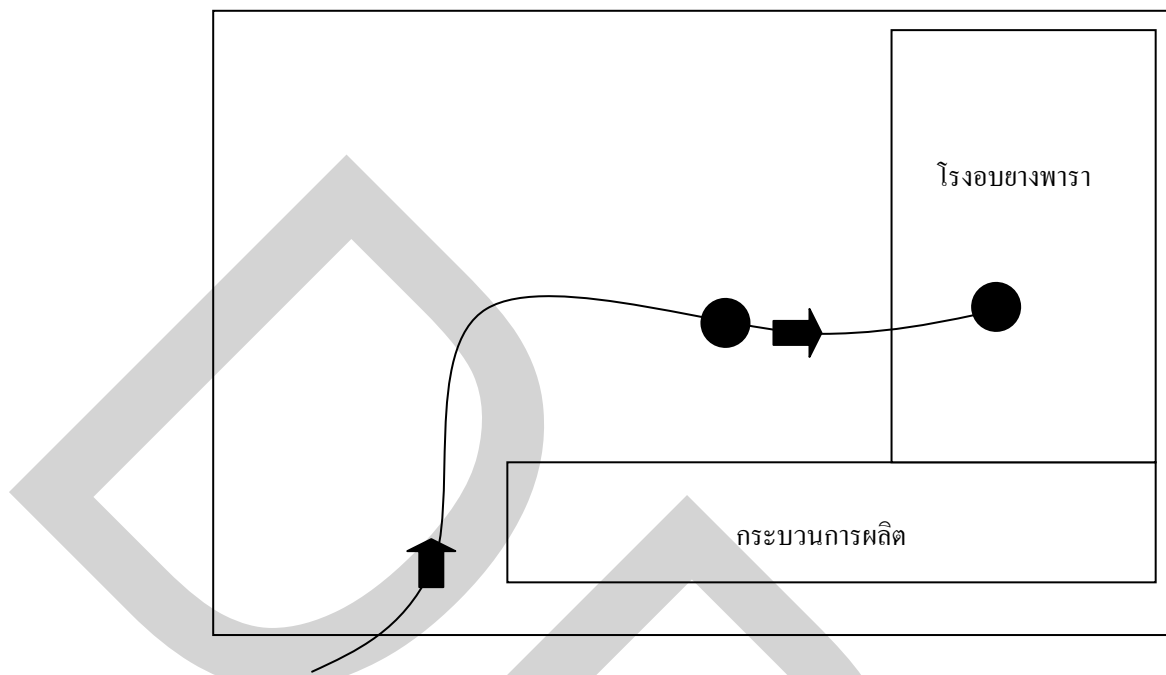
ภาพที่ 3.29 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพารา

3.2.7 Flow Process Chart แสดงขั้นตอนการนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบ

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO.	SUMMARY							
SHEET NO. 3								
ACTIVITY : ขั้นตอนการนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบ METHOD: PRESENT / PROPOSES	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING				
	OPERATION ○	2						
	TRANSPORT ⇨	2						
	DELAY D	-						
	INSPECTION □	-						
	STORAGE ▽	-						
	DISTANCE (ม.)	145						
	TIME นาที	5,043						
DESCRIPTION	TIME วินาที	DIST. เมตร	SYMBOL				อุปกรณ์ ขนถ่ายวัสดุ	
			○	⇨	D	□	▽	
1. ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ	-	-						
- นำยางพาราเข้ามาหน้าโรงอบ	120	130		●				โฟคลิฟท์
- ใช้ไม้แทรกยางพาราไม่ให้ติดกัน	20	-		●				-
- นำยางพาราเข้าในโรงอบ	45	15		●				โฟคลิฟท์
- ทำการอบในโรงอบ	302,400	-		●				-

ภาพที่ 3.30 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ

จากแผนภูมิการไหลของขั้นตอนการนำยางแผ่นเข้าโรงอบ พบกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมด 4 กิจกรรม ดังนี้ มีการปฏิบัติงาน 2 ครั้ง มีการขนย้าย 2 ครั้ง รวมระยะทางการเคลื่อนที่ของวัสดุทั้งหมดทั้งสิ้น 145 เมตร ใช้เวลาในกระบวนการทำงานทั้งสิ้น 5,043 นาที



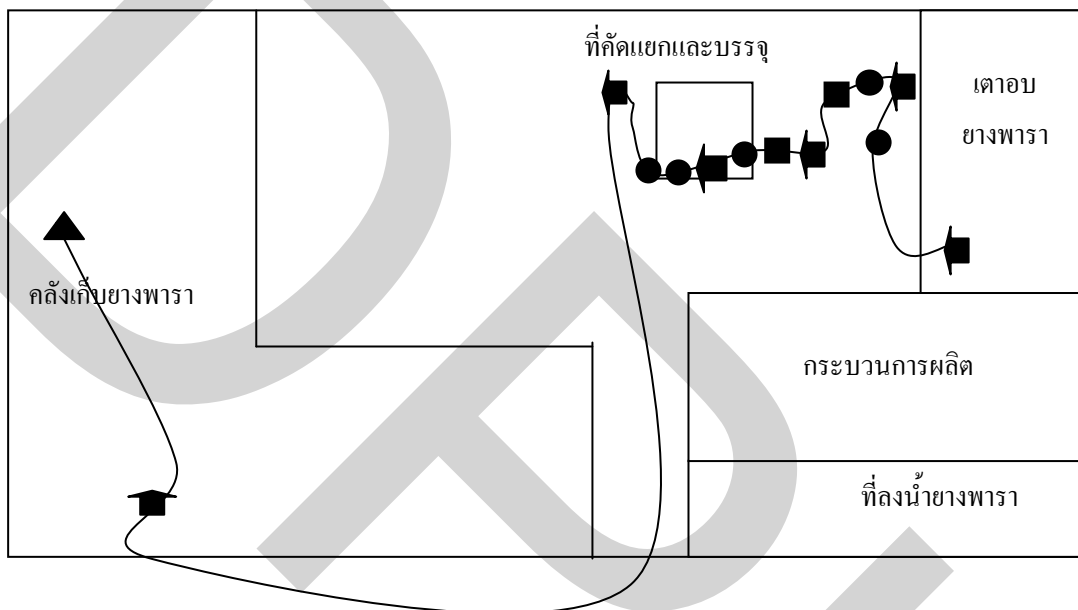
ภาพที่ 3.31 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ

3.2.8 Flow Process Chart แสดงขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO.	SUMMARY							
SHEET NO. 4								
ACTIVITY : ขั้นตอนการคัดแยกและ บรรจุภัณฑ์ METHOD: PRESENT / PROPOSES	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING				
	OPERATION ○	5						
	TRANSPORT ⇨	6						
	DELAY D	-						
	INSPECTION □	2						
	STORAGE ▽	1						
	DISTANCE (ม.)	136						
	TIME นาที	18						
DESCRIPTION	TIME วินาที	DIST. เมตร	SYMBOL				อุปกรณ์ ขนถ่ายวัสดุ	
			○	⇨	D	□	▽	
1. ขั้นตอนการคัดแยกและ บรรจุภัณฑ์	-	-						
- นำยางพาราออกจากโรงอบ	60	32						โฟคลิฟท์
- นำยางพาราออกจากเก้ตาค	10	-						-
- ขกยางพารามาคัดตั้ง	5	1						คน
- คัดตั้งยางพารา	10	-						-
- แยกประเภทยางพารา	10	-						-
- นำยางพาราไปซัง	350	7						คน
- ซังยางพารา	10	-						-
- พับยางพาราลงถึง	350	-						-
- นำยางพาราเข้าเครื่องอัด	5	1						คน
- ทำการอัดยางพารา	10	-						-
- ใใส่ถุง ซิลดุง	60	-						-
- ยกใส่พาเลท	5	2						คน
- นำไปไว้ในคลังเก็บ	180	93						โฟคลิฟท์
- จัดเก็บ	5	-						โฟคลิฟท์

ภาพที่ 3.32 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์

จากแผนภูมิการไหลของขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ พบกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมด 14 กิจกรรม ดังนี้ มีการปฏิบัติงาน 5 ครั้ง มีการขนย้าย 6 ครั้ง มีการตรวจสอบ 2 ครั้ง มีการจัดเก็บ 1 ครั้ง รวมระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบทั้งสิ้น 136 เมตร ใช้เวลาในกระบวนการทำงานทั้งสิ้น 17 นาที



ภาพที่ 3.33 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์

3.3 สรุปเวลา ระยะทาง และขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตยางพารา

ตารางที่ 3.2 แสดงเวลาและระยะทางของกระบวนการผลิตยางพารา

ขั้นตอนการผลิตยางพารา	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ขั้นตอนการทำงาน
1. ขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน	1	18	7
2. ขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา	162.5	1,451	13
3. ขั้นตอนการนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบ	145	5,043	4
4. ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์	136	17	14

3.4 ศึกษาการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตยางพารา

อุตสาหกรรมการผลิตยางพาราจะมีการใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนซึ่งรูปแบบการใช้พลังงานและชนิดของเชื้อเพลิงจะต่างกันออกไปตามระดับเทคโนโลยีที่ใช้และกรรมวิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

ตารางที่ 3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนในกลุ่มย่อยของอุตสาหกรรมยางพารา

กลุ่มย่อยของอุตสาหกรรมยางพารา	สัดส่วนการใช้พลังงาน (%)	
	ไฟฟ้า	ความร้อน
กลุ่มยางแผ่น	16.08	83.92
กลุ่มยางแท่ง	58.12	41.88
กลุ่มน้ำยางข้น	86.55	7.49
กลุ่มยางล้อ	58.87	43.54
กลุ่มผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Dipping	29.50	70.50
กลุ่มผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Extruding	45.48	54.52
กลุ่มผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Forming	66.35	33.35
กลุ่มผลิตภัณฑ์จากกระบวนการอื่นๆ	80.39	19.61

ที่มา: โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

จากสัดส่วนการใช้พลังงานดังแสดงในตารางที่ 3.3 จะสังเกตเห็นว่าในกลุ่มยางแผ่นมีการใช้พลังงานความร้อนเป็นหลักคือมากกว่าร้อยละ 80 กล่าวคือในกระบวนการผลิตยางแผ่นจำเป็นต้องใช้พลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงในกระบวนการอบยางให้แห้ง เนื่องจากในการผลิตยางแผ่นจะต้องผ่านกรรมวิธีการอบยางด้วยลมร้อนเป็นเวลานานหลายวัน

การจำแนกต้นทุนการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษา ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์จำแนกต้นทุนด้านพลังงานต่างๆ ดังนี้

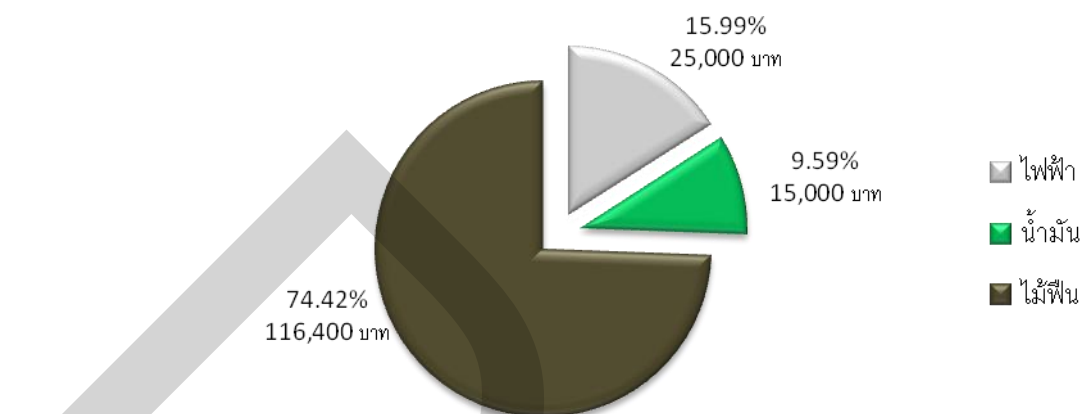
ตารางที่ 3.4 แสดงโครงสร้างต้นทุนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของโรงงานกรณีศึกษา

พลังงาน	เป็นเงิน (บาท)	ร้อยละ
1. ไฟฟ้า	25,000	15.99
2. น้ำมัน	15,000	9.59
3. ไม้ฟืน	116,400	74.42
รวม	156,400	100

1. ค่ากระแสไฟฟ้า มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้แสงสว่างระหว่างการทำงาน เครื่องสูบน้ำในการสูบน้ำไว้ใช้ในกระบวนการผลิต รวมทั้งใช้ในการเดินเครื่องรีดยางแผ่นด้วย โดยเก็บข้อมูลจากใบเรียกเก็บเงินของการไฟฟ้าพลังงานไฟฟ้า

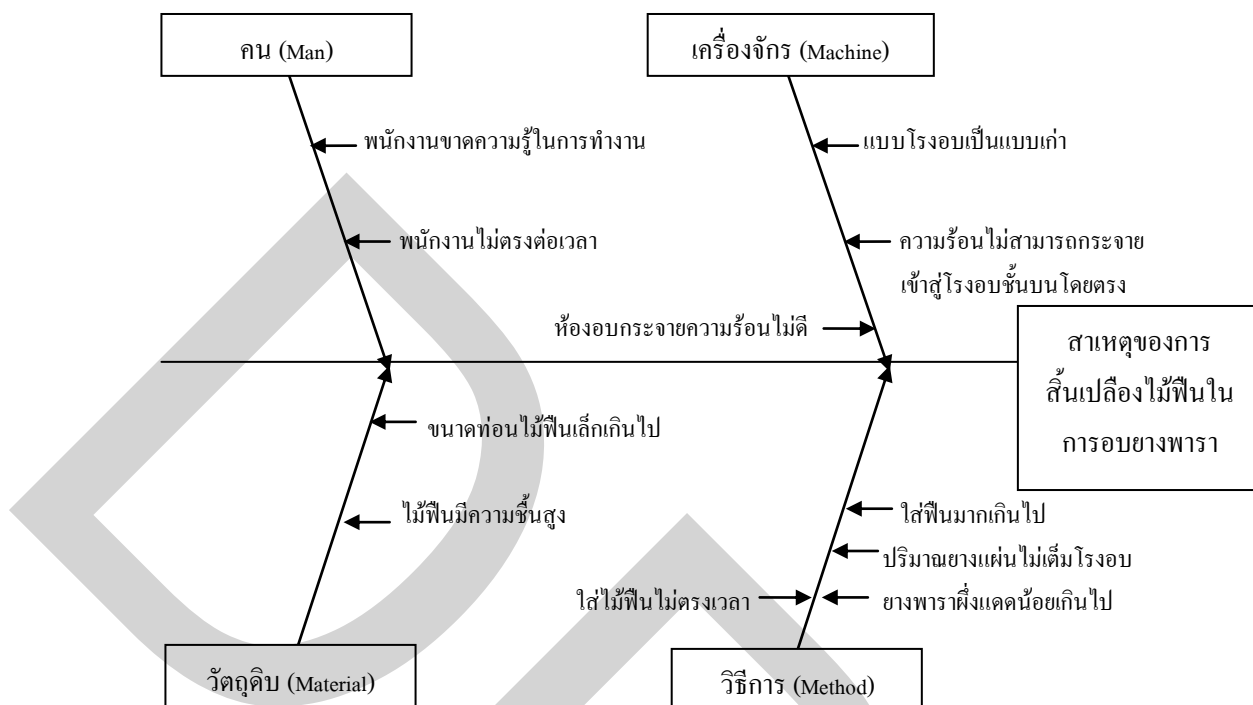
2. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงจะใช้ในกระบวนการขนย้ายวัตถุดิบและผลผลิตจากยางพารา เครื่องจักรที่ใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวคือ รถโฟคลิฟท์ โดยเก็บข้อมูลจากบิลค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำมัน (ค่าน้ำมันเฉลี่ยลิตรละ 25 บาท)

3. ค่าไม้ฟืน ส่วนในกระบวนการผลิตยางพาราให้ได้มาซึ่งยางแผ่นคุณภาพ จะต้องมีการนำยางพาราที่ผ่านการทำแผ่นและผึ่งแดดแล้วมาอบด้วยความร้อนเพื่อให้ยางนั้นแห้งสนิท และเชื้อเพลิงที่สำคัญในกระบวนการอบยางพาราให้แห้งคือ ไม้ฟืน โดยไม้ฟืนที่ได้นั้นมาจากการรับซื้อต้นไม้ออกจากสวนของเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ เก็บข้อมูลจากการทดลอง โดยนับเฉพาะวันที่มีการอบยางพาราเป็นเวลา 30 วันโดยทำการชั่งน้ำหนักไม้ฟืนที่ใช้จริงในการอบยางพารา (ราคาไม้ฟืน กิโลกรัมละ 0.60 บาท)



ภาพที่ 3.34 แสดงสัดส่วนต้นทุนของพลังงานแต่ละประเภทในกระบวนการผลิตยางพารา

จากภาพที่ 3.34 ที่แสดงสัดส่วนของการใช้พลังงานไม้พืน ไฟฟ้าและน้ำมันในกระบวนการผลิตยางพารา จะเห็นได้ว่าต้นทุนและพลังงานที่สูงที่สุดของพลังงานที่ใช้ในการผลิตยางพาราคือไม้พืน ซึ่งในปัจจุบันแหล่งไม้พืนที่ทางโรงงานได้รับซื้อมาจากเกษตรกรที่โค่นต้นไม้จากสวน ลดน้อยลงไปทุกที เนื่องจากไม้ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเป็นไม้ยืนต้นและใช้ระยะเวลาอันกว่าจะเจริญเติบโตเต็มที่ และไม้พืนเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในกระบวนการอบยางพารา จึงทำให้ไม้พืนมีแนวโน้มที่จะลดลงไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานและอาจมีผลทำให้ราคาของไม้พืนสูงขึ้นในอนาคต ผู้วิจัยและทางโรงงานจึงได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของการสิ้นเปลืองไม้พืน และหาแนวทางในการปรับปรุงวิธีการเพื่อลดการใช้ไม้พืนให้น้อยลงซึ่งจะทำให้ต้นทุนด้านพลังงานในการผลิตยางพาราลดลงและสามารถมีไม้พืนใช้ในการผลิตยางพาราอบแห้งได้ในระยะยาว

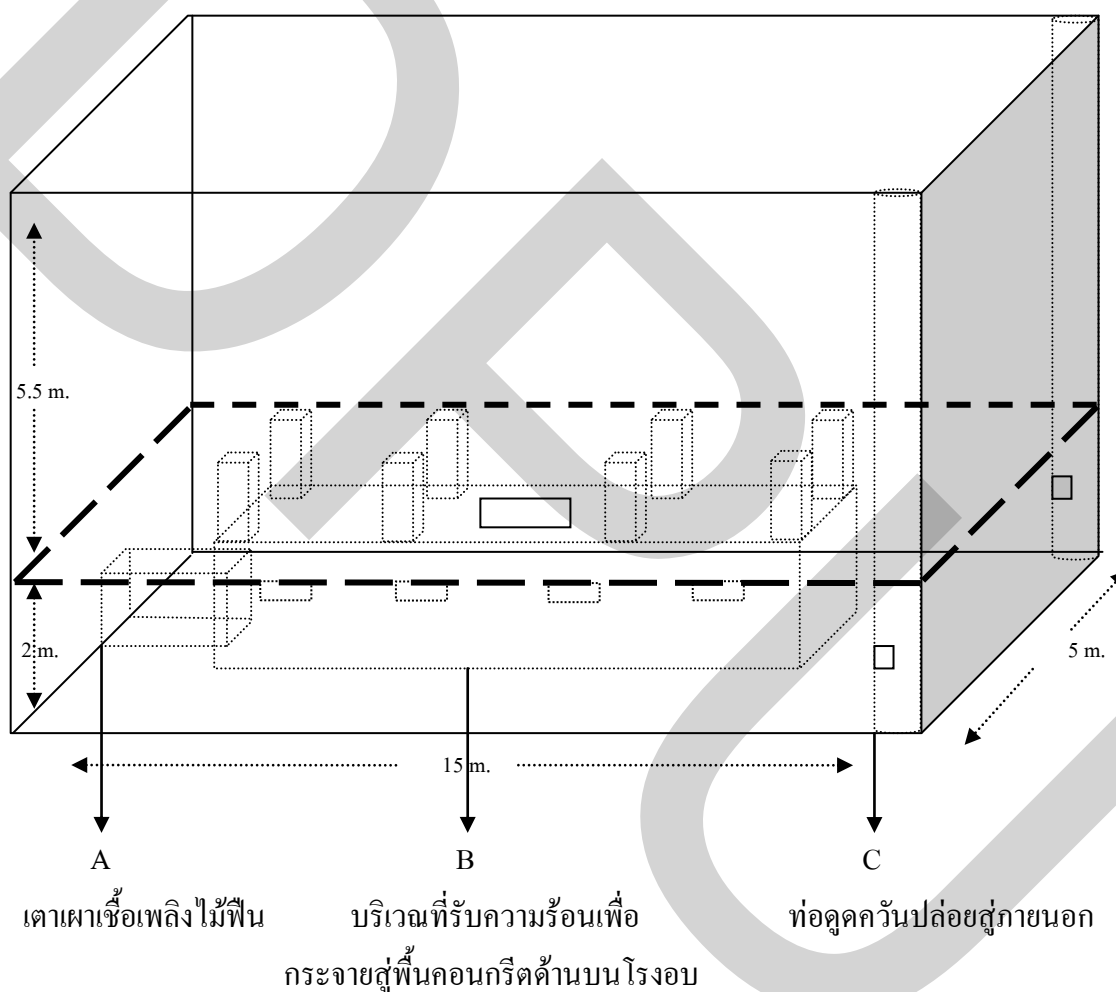


ภาพที่ 3.35 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงไม้พินในการอบยางพารา

จากแผนภูมิแก๊งปลาที่วิเคราะห์สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงไม้พินในข้างต้น พบว่าสาเหตุเกิดจากคน คือ การที่พนักงานขาดความรู้ความเข้าใจในการทำงานอีกทั้งการทำหน้าที่ไม่ตรงต่อเวลา เพราะเนื่องจากการทำงานของโรงอบจะดำเนินการอยู่ตลอด 24 ชั่วโมง ในด้านของวัสดุคิบอาจมีไม้พินที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น ท่อนเล็กเกินไปหรือมีความชื้นสูงทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ไม่ดีเท่าที่ควร ในด้านของวิธีการสืบเนื่องมาจากการทำงานของคน กล่าวคือการใส่พินไม่ตรงเวลาหรือการใส่พินในปริมาณมากเกินไปนอกจากจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไม้พินแล้วยังอาจทำให้ยางพาราไม่ได้คุณภาพอีกด้วย นอกจากนี้การนำยางพาราที่ผึ่งแดดน้อยหรือการใส่ยางพาราแผ่นไม่เต็มโรงอบก็นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงไม้พินด้วยเช่นกัน แต่จากการวิเคราะห์สาเหตุทั้งหมด สาเหตุที่สำคัญที่สุดคือกระบวนการทำงานของโรงอบ จากการศึกษาของทางโรงงานสร้างมาใช้งานเป็นเวลานานประกอบกับโครงสร้างของโรงอบที่ไม่สามารถกระจายความร้อนเข้าสู่โรงอบด้านบนได้โดยตรงจึงจำเป็นต้องใช้ไม้พินจำนวนมากในการเผาไหม้เพื่อให้ได้มาซึ่งความร้อนเพียงพอต่อการที่จะกระจายสู่ด้านบน ทางผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรที่จะมีการศึกษาการทำงาน of โรงอบอย่างละเอียด เพื่อหาวิธีการในการปรับปรุงโรงอบเพื่อนำไปสู่การลดการใช้พลังงานไม้พินในการอบยางพารา

3.5 ศึกษาวิธีการทำงานของโรงอบยางพารา

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้น พบว่าสภาพและโครงสร้างของโรงอบเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองไม้ฟืน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษารายละเอียดและโครงสร้างของโรงอบยางพารา จากการที่ผู้วิจัยศึกษาการทำงานของโรงอบสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้



ภาพที่ 3.36 แสดงรูปแบบและผังของโรงอบยางพารา

จากภาพที่ 3.34 แสดงรูปแบบและผังของโรงอบยางพารา โดยมีกระบวนการทำงาน คือ ในส่วนของโรงอบยางพาราจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนด้านล่างที่อยู่ใต้เส้นประหนา ด้านล่างนี้มีความกว้าง 5 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 2 เมตร ซึ่งภายในจะประกอบไปด้วย ส่วนของเตาเผาเชื้อเพลิง (A) เป็นบริเวณที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ได้จากไม้ฟืน ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้จะกระจายสู่บริเวณที่รับความร้อน (B) เมื่อส่วน (B) ได้รับความร้อนอย่างเต็มที่ ความร้อนก็จะระบายออกมาจากช่องระบายอากาศด้านข้างและด้านบน ส่วนด้านบนของบริเวณ (B) ก็จะมีเสาตั้งอยู่รอบ เพื่อรับน้ำหนักของพื้นคอนกรีตที่เป็นพื้นของโรงอบ ในส่วนด้านล่างนั้น นอกเหนือจากบริเวณ (A) และ (B) แล้วก็จะเป็นที่ว่างเปล่าสำหรับรองรับความร้อนที่กระจายออกมาจากส่วน (B) เมื่อความร้อนเต็มทั่วทั้งชั้นล่าง ความร้อนจะถ่ายเทขึ้นสู่ด้านบนผ่านพื้นคอนกรีตที่เป็นพื้นของโรงอบที่อยู่เหนือเส้นประหนา ส่วนด้านบนจะเป็นที่ว่างสำหรับนำยางที่ตากไว้บนราวเข้ามาอบ มีความกว้าง 5 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 5.5 เมตร ในส่วนของควันที่เกิดจากการเผาไหม้ก็จะถ่ายเทออกไปทางบริเวณมุมห้องของโรงอบซึ่งจะมีท่ออยู่ข้างใน มุมเสาเพื่อดูดควันออกไปสู่ภายนอก (C)



ภาพที่ 3.37 ลักษณะของโรงอบยางพารา



ภาพที่ 3.38 ลักษณะของโรงอบยางพารา

วิธีการทำงานของโรงอบยางพารา คือ นำไม้พินมาใส่ในเตาเผา (A) หลังจากนั้นทั้งความร้อนและควันก็จะระบายมาสู่ส่วน (B) ความร้อนและควันจากส่วน (B) ก็จะกระจายออกไปทั่วด้านล่าง โดยผ่านช่องระบายอากาศที่อยู่ด้านข้างและด้านบน โดยด้านล่างนั้นจะมีพื้นที่ว่างระหว่างส่วน (B) กับพื้นคอนกรีตด้านบนและช่องว่างรอบส่วน (B) เมื่อความร้อนด้านล่างร้อนจนเต็มที่แล้วความร้อนจะระเหยผ่านชั้นคอนกรีตไปสู่โรงอบซึ่งอยู่ด้านบนของส่วน (B) ยางพาราที่เข้าสู่โรงอบก็จะได้รับความร้อนจากการระเหยความร้อนของพื้นคอนกรีตดังกล่าวจนทำให้ยางสุก ส่วนที่เป็นควันที่อยู่ด้านล่างจะถ่ายเทออกทางท่อที่อยู่ภายในเสา (C) ซึ่งจะออกไปทางด้านบนหลังคาโรงอบ

จากการศึกษาโรงอบยางพาราพบว่าด้วยลักษณะการทำงานและแบบของโรงอบทำให้ความร้อนจากการเผาไหม้ไม่สามารถถ่ายเทความร้อนสู่ห้องอบยางพาราด้านบนได้โดยตรง คือ ความร้อนจะต้องถ่ายเทผ่านชั้นคอนกรีตที่เป็นพื้นของโรงอบยางพารา ดังนั้นการที่จะทำให้พื้นคอนกรีตมีความร้อนมากพอที่จะสามารถถ่ายเทขึ้นสู่ด้านบนได้จึงจำเป็นที่จะต้องใส่ไม้พินที่เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ในจำนวนที่มากในวันแรกๆ ของการอบและจำเป็นต้องใส่ไม้พินในปริมาณที่สม่ำเสมอในวันต่อๆ มาเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมและคงที่ในการอบยางพาราดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ไม้พินในการอบยางพาราจำนวนมาก โดยมีอัตราการใส่ไม้พินดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงจำนวนไม้พืนที่ใช้ในการรอบยางพาราของโรงอบ

ครั้งที่	รอบที่ 1 (กิโลกรัม)	รอบที่ 2 (กิโลกรัม)	รอบที่ 3 (กิโลกรัม)	รอบที่ 4 (กิโลกรัม)
1	151	150	150	152
2	150	152	155	151
3	150	150	155	151
4	155	150	153	150
5	153	155	150	150
6	150	152	150	150
7	150	153	152	150
8	153	150	150	155
9	150	150	150	153
10	152	153	150	151
11	150	154	150	151
12	150	150	153	153
13	153	150	155	150
14	150	152	155	150
15	154	155	152	151
16	150	150	150	151
17	150	150	150	150
18	152	153	151	152
19	150	150	151	150
20	150	150	120	151
21	120	120	120	121
22	124	122	122	120
23	122	120	125	120
24	120	122	120	122
รวม	3,509	3,513	3,489	3,505

จากตารางข้างต้นแสดงจำนวนไม้พินที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ในกระบวนการอบยางพาราในจำนวน 4 รอบการอบ และนำมาเฉลี่ยได้จำนวนไม้พินที่ใช้ต่อ 1 รอบการอบจะใช้ไม้พินประมาณ 3,504 กิโลกรัม รวมเป็นเงินประมาณ 2,102 บาท

ตารางที่ 3.6 แสดงจำนวนผลผลิตที่ได้ในการอบยางพาราของโรงอบ

ชนิดของ ยางพารา	รอบที่ 1 (กิโลกรัม)	รอบที่ 2 (กิโลกรัม)	รอบที่ 3 (กิโลกรัม)	รอบที่ 4 (กิโลกรัม)
ADS	3,059	2,955	3,025	3,017
RSS 1	85	65	79	75
ยางคัตตึง	190	171	181	174
ยางดิบ	432	394	412	410
รวม	3,766	3,585	3,697	3,676

จากตารางข้างต้นแสดงผลผลิตที่ได้ในการอบยางพาราเฉลี่ยโดยรวมดังนี้ ได้ยางADS ประมาณ 3,016 กิโลกรัม ได้ยางRSS 1 ประมาณ 76 กิโลกรัม ได้ยางคัตตึงประมาณ 179 กิโลกรัม ได้ยางดิบประมาณ 412 กิโลกรัม รวมยางที่ได้ทั้งหมดประมาณ 3,683 กิโลกรัม

3.6 ปัญหาที่พบของกระบวนการการผลิตยางพารา

จากการศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการผลิตยางพาราตั้งแต่วัตถุดิบเข้ามาในโรงงานจนกระทั่งเป็นยางแผ่นที่ได้คุณภาพ ผู้ศึกษาได้ทำการประยุกต์ใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) มาเป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาวิธีการทำงานและขั้นตอนของกระบวนการผลิตยางพารา เนื่องจากแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตสามารถแสดงถึงรายละเอียดของการทำงาน แสดงจำนวนกิจกรรมที่เกิดขึ้น แสดงระยะทางเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้น และแสดงเวลาที่ใช้ในทุกขั้นตอนของการทำงาน ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงานนำไปสู่การศึกษารายละเอียดโครงสร้างและกระบวนการทำงานของโรงอบและหาวิธีการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนพลังงานในกระบวนการอบยางพารา จากการศึกษาพบปัญหาดังนี้

3.6.1 ปัญหาวิธีการทำงาน ในบางขั้นตอนของการดำเนินงานนั้น มีการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน และบางขั้นตอนใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมนานทำให้งานล่าช้า

3.6.2 ปัญหาการวางตำแหน่งของเครื่องจักร ตำแหน่งของเครื่องจักรไม่ได้ถูกจัดวางให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน จึงทำให้สูญเสียเวลาไปกับการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

3.6.3 ปัญหาของพนักงาน วัตถุดิบ และวิธีการทำงาน ของกระบวนการอบยางพารา

3.6.4 ปัญหาในด้านลักษณะโครงสร้างของโรงอบที่ไม่สามารถกระจายความร้อนสู่ด้านบนได้โดยตรง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษากรณีศึกษาในบทที่ 3 ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการทำงานของโรงงานแปรรูปยางพารา เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยนำเทคนิคแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) มาใช้ในการศึกษา สำหรับในบทนี้จะทำการรวบรวมผลข้อมูล หลังจากที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น ปัญหาการวางตำแหน่งของเครื่องจักรที่ไม่ได้อยู่ในทิศทางเดียวกัน ปัญหาวิธีการทำงานที่มีการทำงานซ้ำซ้อนกันของขั้นตอนการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์กับงาน เป็นต้น ผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงวิธีการทำงาน จนสามารถทำตามค่าดัชนีชี้วัดที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อขอบเขตของการศึกษาในบทที่ 1ว่าจะทำการลดระยะเวลาในการทำงานลง 5% ลดเวลาในการทำงานลง 5% ลดขั้นตอนการทำงานที่เกินความจำเป็นลงและลดการใช้พลังงานในกระบวนการอบยางพาราเพื่อลดต้นทุนการใช้พลังงานลง 5% จากขอบเขตดังกล่าวผู้วิจัยสามารถสรุปหัวข้อที่ได้จากการศึกษาวิธีการทำงานและการปรับปรุงโลจิสติกส์ภาคการแปรรูปยางพาราได้ดังนี้

- 4.1 แสดงผลการปรับปรุงวิธีการทำงานของการแปรรูปยางพารา
- 4.2 สรุปเวลา ระยะทาง และขั้นตอนของกระบวนการผลิตหลังทำการปรับปรุง
- 4.3 เปรียบเทียบระยะทางในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง
- 4.4 เปรียบเทียบเวลาในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง
- 4.5 เปรียบเทียบจำนวนขั้นตอนในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง
- 4.6 การปรับปรุงโรงอบยางพาราเพื่อลดใช้พลังงานในกระบวนการอบยางพารา
- 4.7 สรุปผลก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงทั้งหมด

4.1 แสดงผลการปรับปรุงวิธีการทำงานของผลิตยางพารา

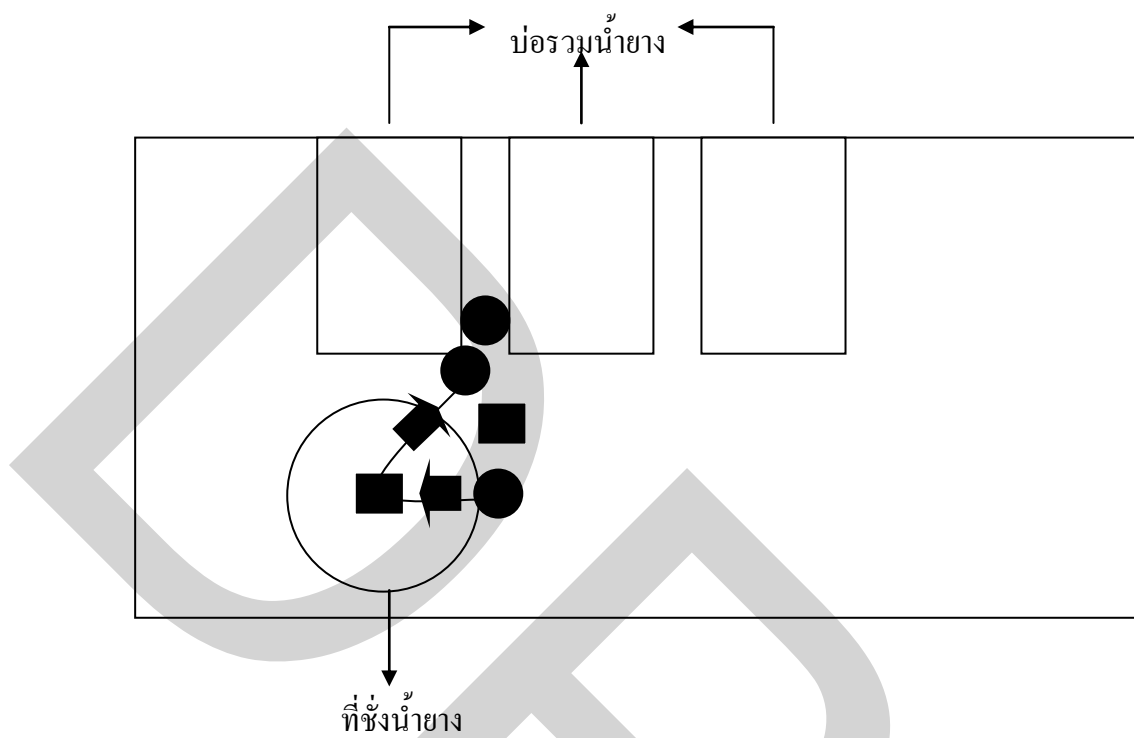
ผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการผลิตยางพารา เพื่อสร้างแนวทาง ในการปรับปรุงการทำงานให้ดียิ่งขึ้น ผู้ศึกษาได้ดำเนินการปรับปรุงขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิตยางพารา ทั้งสิ้น 4 ขั้นตอนคือ

4.1.1 Flow Process Chart แสดงขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน
(ไม่มีการปรับปรุง)

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO. SHEET NO. 1	SUMMARY							
ACTIVITY : นำน้ำยางพาราเข้ามาใน โรงงาน METHOD: PRESENT / PROPOSES	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING				
		OPERATION ○	3	3	-			
	TRANSPORT →	2	2	-				
	DELAY D	-	-	-				
	INSPECTION □	2	2	-				
	STORAGE ▽	-	-	-				
	DISTRANCE (ม.)	1	1	-				
	TIME นาที	17	17	-				
DESCRIPTION	TIME วินาที	DIST. เมตร	SYMBOL					อุปกรณ์ ขนถ่ายวัสดุ
			○	→	D	□	▽	
1. นำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน	-	-						
- กรองน้ำยางพารา	60	-	●					-
- ขกน้ำยางพารามาซัง	5	0.5		●				คน
- ซังน้ำยางพารา	10	-			●			-
- ทำ DRC	300	-				●		-
- ขกน้ำยางพาราทดลองบ่อรวม 1,500 ลิตร	15	0.5		●				คน
- เติมน้ำเปล่าลงในบ่อรวม	350	-			●			-
- กวนน้ำยางพาราให้เข้ากัน	300	-			●			-











ภาพที่ 4.1 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน

จากแผนภูมิการไหลของขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน พบกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมด 7 กิจกรรม ดังนี้ มีการปฏิบัติงาน 3 ครั้ง มีการเคลื่อนย้าย 2 ครั้ง มีการตรวจสอบงาน 2 ครั้ง รวมระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบทั้งสิ้น 1 เมตร ใช้เวลาในกระบวนการทำงานทั้งสิ้น 17 นาที



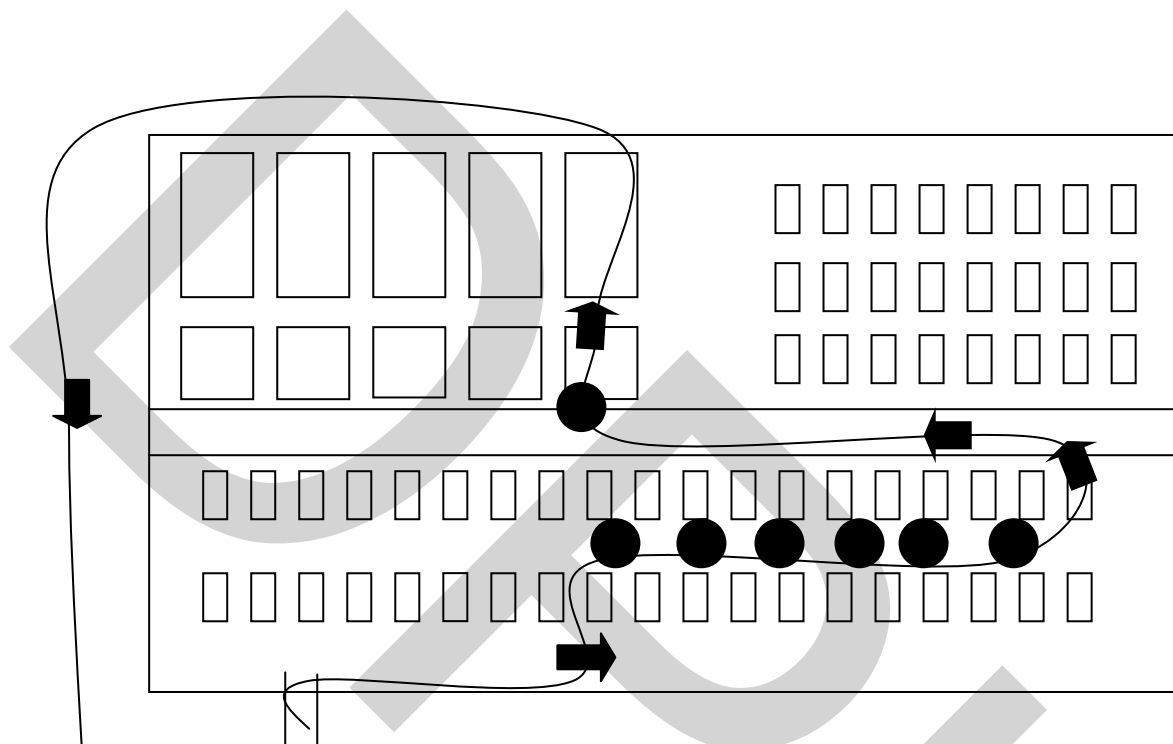
ภาพที่ 4.2 แสดง Flow Diagram นำนํ้ายางเข้ามาในโรงงาน

4.1.2 Flow Process Chart แสดงขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา (หลังการปรับปรุง)

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO.	SUMMARY							
SHEET NO. 2								
ACTIVITY : ขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา METHOD: PRESENT / PROPOSES	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING				
	OPERATION 	8	8	-				
	TRANSPORT 	5	5	-				
	DELAY 	-	-	-				
	INSPECTION 	-	-	-				
	STORAGE 	-	-	-				
	DISTANCE (ม.)	162.5	162.5	-				
	TIME นาที	1,451	551	900				
DESCRIPTION	TIME วินาที	DIST. เมตร	SYMBOL				อุปกรณ์ ขนถ่ายวัสดุ	
								
1. ขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพารา	-	-						
- ปล่อยน้ำยางพาราลงตะกอน	60	30						ท่อ
- เติมน้ำกรด	5	-						-
- กวนน้ำยางพารา	60	-						-
- ตักฟองยางออก	75	-						-
- ใส่แผ่นเสียบ	240	-						-
- ให้น้ำยางแข็งตัว (ประมาณ 6 ชม.)	21,600	-						-
- ถอดแผ่นเสียบ	60	-						-
- ยกยางพาราไว้บนรางน้ำ	5	0.5						คน
- เคลื่อนยางพารา	10	10						รางน้ำ
- ป้อนเข้าเครื่องรีด	10	-						-
- นำยางพาราไปตากที่ราว	15	2						-
- ยกยางพาราออกไปตากแดด	120	120						โฟคลิฟท์
- ตากแดดประมาณ 3 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับอากาศด้วย)	10,800	-						-

ภาพที่ 4.3 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพาราหลังการปรับปรุง















จากแผนภูมิการไหลของขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา พบกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมด 13 กิจกรรม ดังนี้ มีการปฏิบัติงาน 8 ครั้ง มีการขนย้าย 5 ครั้ง รวมระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งหมดทั้งสิ้น 162.5 เมตร ใช้เวลาในกระบวนการทำงานทั้งสิ้น 551 นาที



ภาพที่ 4.4 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพาราหลังการปรับปรุง

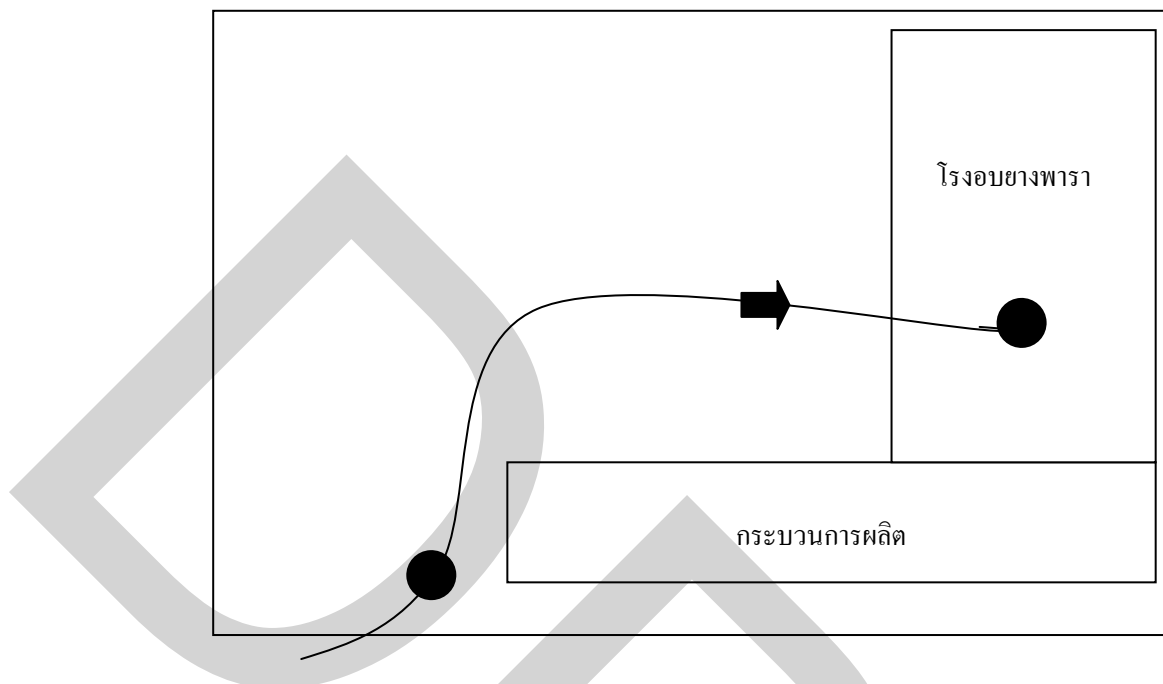
วิธีการในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพาราจากการที่ได้ศึกษากระบวนการทำงานแบบเดิมแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงานของขั้นตอนการให้ยางแข็งตัวซึ่งทางโรงงานใช้เวลาประมาณ 21 ชั่วโมง จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปยางพาราพบว่าโดยทั่วไปนั้นการทำให้ยางพาราแข็งตัวจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง และจากการทดลองของผู้วิจัยพบว่ายางแข็งตัวจริง แต่เมื่อนำยางพาราที่แข็งตัวแล้วนำไปรีดเป็นแผ่น นำไปตากแดดและเข้าโรงอบนั้น พบว่ายางพาราที่ได้จะมีสีค่อนข้างคล้ำเป็นจำนวนมากซึ่งไม่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานต้องการ จากการทดลองของผู้วิจัยเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการผลิต เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานและได้ยางพาราแผ่นที่มีคุณภาพตามที่โรงงานต้องการ ผู้วิจัยจึงทำการทดลองและได้เวลาขั้นต่ำที่ 6 ชั่วโมง แล้วนำไปตากแดดทันทีหรือถ้าในกรณีที่ไม่มีแดดให้นำไปเข้าเตาอบแล้วปรับอุณหภูมิในการอบให้สูงกว่าปกติในการอบประมาณ 60-70 องศา ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงเพื่อไล่น้ำที่อยู่ในแผ่นยางพาราออก แล้วจึงค่อยปรับอุณหภูมิให้ปกติในการอบต่อไปจนได้ยางพาราแผ่นที่สุด

4.1.3 Flow Process Chart แสดงขั้นตอนการนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบ (หลังการปรับปรุง)

FLOW PROCESS CHART							
CHART NO. SHEET NO. 3		SUMMARY					
ACTIVITY : ขั้นตอนการนำยางพารา แผ่นเข้าโรงอบ METHOD: PRESENT / PROPOSES	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING			
	OPERATION 	2	2	-			
	TRANSPORT 	2	1	1			
	DELAY 	-	-	-			
	INSPECTION 	-	-	-			
	STORAGE 	-	-	-			
	DISTANCE (ม.)	145	145	-			
	TIME นาที	5,043	5,043	-			
DESCRIPTION	TIME	DIST.	SYMBOL				อุปกรณ์ ขนถ่ายวัสดุ
	วินาที	เมตร					
1. ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ	-	-					
- ใช้ไม้แทรกยางพาราไม่ให้ติดกัน	20	-					-
- นำยางพาราเข้าในโรงอบ	45	145					โฟคลิฟท์
- ทำการอบในโรงอบ	302,400	-					-

ภาพที่ 4.5 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบหลังการปรับปรุง

จากแผนภูมิการไหลของขั้นตอนการนำยางแผ่นเข้าโรงอบ พบกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมด 3 กิจกรรม ดังนี้ มีการปฏิบัติงาน 1 ครั้ง มีการขนย้าย 1 ครั้ง มีการรอกคอย 1 ครั้ง รวมระยะทางการเคลื่อนที่ของวัสดุคิดทั้งสิ้น 145 เมตร ใช้เวลาในกระบวนการทำงานทั้งสิ้น 5,043 นาที



ภาพที่ 4.6 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนนำยางแผ่นเข้าโรงอบ หลังการปรับปรุง

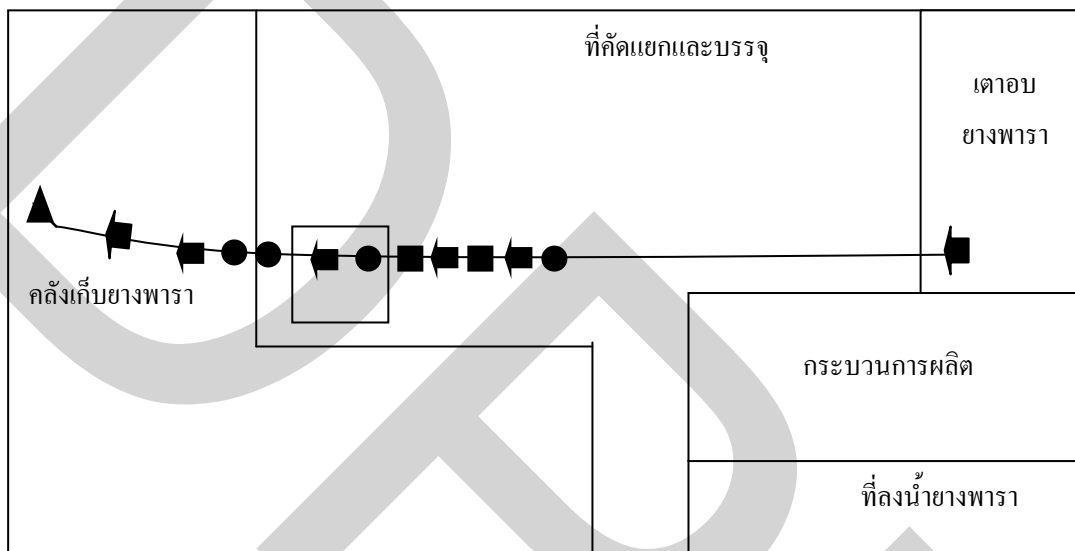
วิธีการในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของขั้นตอนการนำยางแผ่นเข้าโรงอบ จากการศึกษาวิธีการทำงานเดิมแล้ว ได้ดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยการลดขั้นตอนของกระบวนการ จากเดิมที่ต้องนำยางเข้ามาหน้าโรงอบก่อนแล้วค่อยใช้ไม้แทรกยางไม่ให้ติดกัน โดยการ ใช้ไม้แทรกยางตรงที่ตากยางเลย ทำให้สามารถลดขั้นตอนและลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายได้

4.1.4 Flow Process Chart แสดงขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ (หลังการปรับปรุง)

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO. SHEET NO. 4	SUMMARY							
ACTIVITY : ขั้นตอนการคัดแยกและ บรรจุภัณฑ์ METHOD: PRESENT / PROPOSES	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING				
	OPERATION ○	5	4	1				
	TRANSPORT ⇨	6	6	-				
	DELAY D	-	-	-				
	INSPECTION □	2	2	-				
	STORAGE ▽	1	1	-				
	DISTANCE (ม.)	136	96	40				
	TIME นาที	18	17	1				
DESCRIPTION	TIME วินาที	DIST. เมตร	SYMBOL					อุปกรณ์ ขนถ่ายวัสดุ
			○	⇨	D	□	▽	
1. ขั้นตอนการคัดแยกและ บรรจุภัณฑ์	-	-						
- นำยางพาราออกจากโรงอบ	120	70		●				โฟคลิฟท์
- นำยางพาราออกจากเก้ะตาก	10	-		●				-
- ขยกยางพารามาคัดตั้ง	5	1		●				คน
- คัดตั้งยางพารา, แยกประเภทยางพารา	20	-			●			-
- นำยางพาราไปซัง	350	7		●				คน
- ซังยางพารา	10	-			●			-
- พับยางพาราลงถึง	350	-		●				-
- นำยางพาราเข้าเครื่องอัด	5	1		●				คน
- ทำการอัดยางพารา	10	-		●				-
- ใส่อุ้ง ซิลิโคน	60	-		●				-
- ยกใส่พาเลท	5	2		●				คน
- นำไปไว้ในคลังเก็บ	30	15		●				โฟคลิฟท์
- จัดเก็บ	5	-			●			โฟคลิฟท์

ภาพที่ 4.7 แบบฟอร์ม Flow Process Chart ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุง

จากแผนภูมิการไหลของขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ พบกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมด 13 กิจกรรม ดังนี้ มีการปฏิบัติงาน 4 ครั้ง มีการขนย้าย 6 ครั้ง มีการตรวจสอบ 2 ครั้ง มีการจัดเก็บ 1 ครั้ง รวมระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุคืบทั้งสิ้น 96 เมตร ใช้เวลาในกระบวนการทำงานทั้งสิ้น 17 นาที



ภาพที่ 4.8 แสดง Flow Diagram ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุง

วิธีการในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ จากการศึกษากระบวนการทำงานเดิมแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยการรวมขั้นตอนการทำงานในการคัดตั้งยางพาราและแยกประเภทยางพารารวมกัน โดยให้คนที่คัดตั้งยางพาราเมื่อคัดตั้งเสร็จแล้วก็ให้แยกประเภทของยางพาราไปพร้อมกัน นอกจากนี้ได้ทำการย้ายที่คัดแยกบรรจุภัณฑ์มาอยู่ใกล้กับคลังเก็บสินค้าเพื่อให้การเคลื่อนย้ายมีลักษณะเป็นเส้นตรง จึงสามารถลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายลงได้

4.2 สรุปเวลา ระยะทาง และขั้นตอนของกระบวนการผลิตยางพาราหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะทาง เวลาและขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง

ขั้นตอนการผลิตยางพารา	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ขั้นตอนการ ทำงาน
1. ขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาใน โรงงาน	1	17	7
2. ขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา	162.5	551	13
3. ขั้นตอนการนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบ	145	5,043	3
4. ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์	96	17	13

4.3 เปรียบเทียบระยะทางในการทำงานระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบระยะทางในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง

ขั้นตอนการผลิตยางพารา	ระยะทางก่อน ปรับปรุง (เมตร)	ระยะทางหลัง ปรับปรุง (เมตร)	ระยะทาง ลดลง
1. ขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาใน โรงงาน	1	1	-
2. ขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา	162.5	162.5	-
3. ขั้นตอนการนำยางพาราแผ่น เข้าโรงอบ	145	145	-
4. ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์	136	96	29.41%

4.4 เปรียบเทียบเวลาในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบเวลาทางในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง

ขั้นตอนการผลิตยางพารา	ระยะเวลาก่อนปรับปรุง (นาที)	ระยะเวลาหลังปรับปรุง (นาที)	ระยะเวลาลดลง
1. ขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน	17	17	-
2. ขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา	1,451	551	62.03%
3. ขั้นตอนการนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบ	5,043	5,043	-
4. ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์	18	17	5.55%

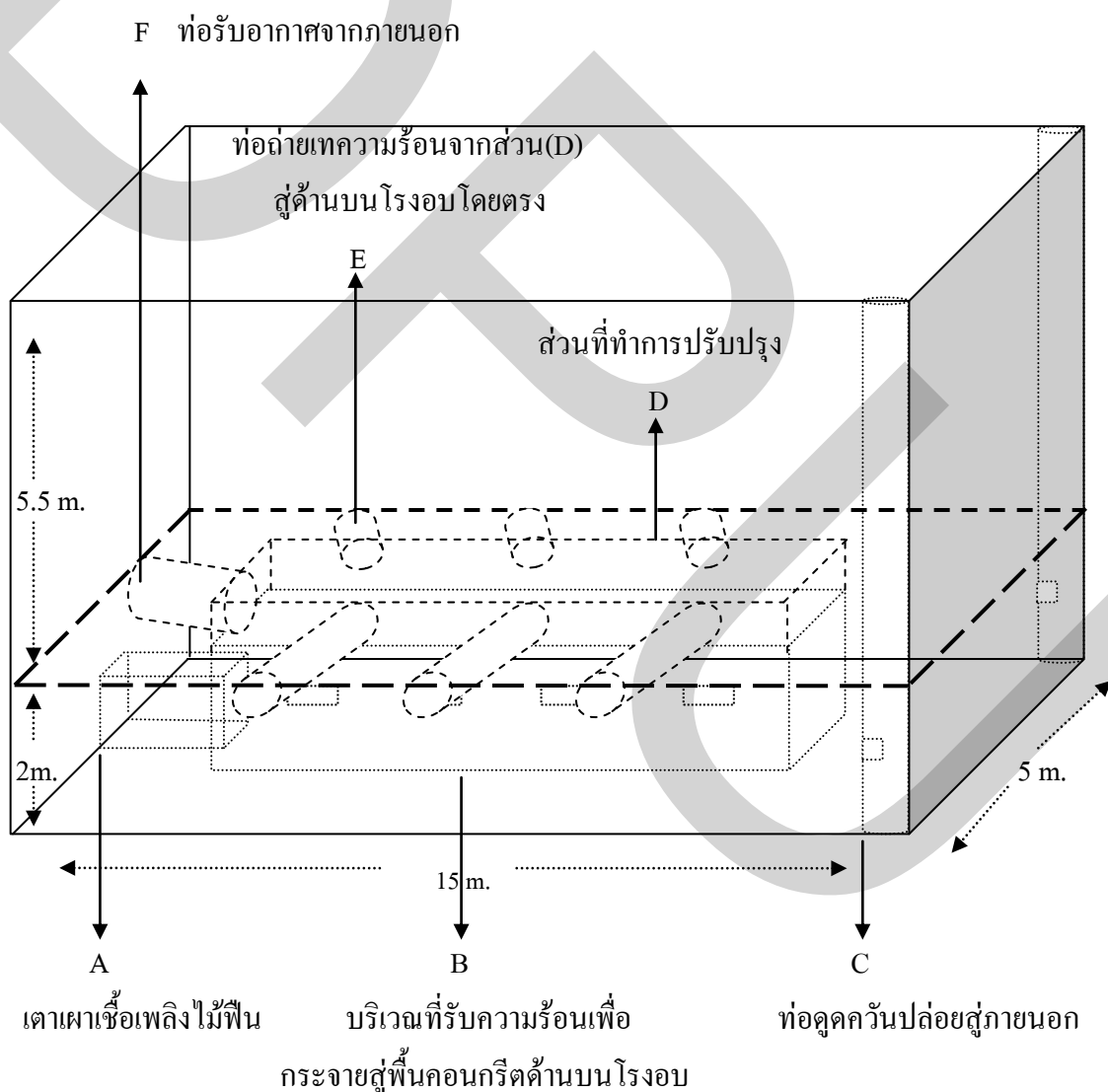
4.5 เปรียบเทียบจำนวนขั้นตอนในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบขั้นตอนในการทำงานระหว่างก่อนและหลังทำการปรับปรุง

ขั้นตอนการผลิตยางพารา	ขั้นตอนการทำงานก่อนปรับปรุง	ขั้นตอนการทำงานหลังปรับปรุง	ขั้นตอนการทำงานลดลง
1. ขั้นตอนการนำน้ำยางพาราเข้ามาในโรงงาน	7	7	-
2. ขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา	13	13	-
3. ขั้นตอนการนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบ	4	3	25.00%
4. ขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์	14	13	7.14%

4.6 การปรับปรุงโรงอบยางพาราเพื่อลดใช้พลังงานในกระบวนการอบยางพารา

จากการวิเคราะห์ข้างต้นพบว่าสาเหตุหลักๆที่ทำให้สิ้นเปลืองไม้ฟืนคือ รูปแบบของโรงอบยางพาราที่ไม่เอื้อต่อการระบายความร้อนสู่ด้านบน คือความร้อนที่จะถ่ายเทไปสู่ด้านบนได้เพียงการระบายความร้อนจากพื้นคอนกรีตเท่านั้น ทำให้ต้องใช้ไม้ฟืนจำนวนมากในการเผาไหม้เพื่อให้คอนกรีตมีความร้อนมากพอที่จะถ่ายเทสู่ด้านบนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงตระหนักว่าควรจะมีวิธีการปรับปรุงโรงอบที่มีข้อจำกัดที่ได้กล่าวมาข้างต้นและแก้ไขแบบของโรงอบเพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายคือการลดใช้ไม้ฟืน โดยการปรับปรุงโรงอบยางพาราสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้



ภาพที่ 4.9 รูปแบบและผังของโรงอบยางพาราหลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 4.9 แสดงรูปแบบและผังของโรงอบยางพาราที่ผ่านกระบวนการปรับปรุง ซึ่งในรูปแบบของโรงอบยางพารายังคงประกอบด้วย 2 ส่วนดั้งเดิม คือส่วนของด้านล่างที่เป็นห้องที่มีกระบวนการเผาไหม้ เพื่อให้ความร้อนถ่ายเทสู่ส่วนด้านบนที่เป็นโรงอบยางพารา ในส่วนที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงคือส่วนที่อยู่เหนือบริเวณที่รับความร้อน (B) จากเดิมที่เป็นบริเวณที่ว่างสำหรับระบายความร้อนออกจากส่วน (B) ผู้วิจัยได้ทำการก่ออิฐรอบส่วนบนของส่วน (B) และปิดช่องระบายอากาศด้านบนเพื่อไม่ให้ควันเข้าไปสู่ส่วนที่ปรับปรุง ในที่นี้ขอเรียกว่าส่วน (D) แต่รอบด้านข้างของส่วน (B) ยังคงมีช่องระบายอากาศอยู่เพื่อที่จะระบายควันออก เพื่อให้ท่อดูดควันซึ่งอยู่ภายในเสาระบายควันออกไปสู่ภายนอกได้ การเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนทางผู้วิจัยได้ทำการต่อท่อขนาด 8 นิ้ว (F) จำนวน 1 ท่อนจากด้านบนนอกเข้ามาสู่ด้านหน้าของส่วน (D) และต่อท่อขนาด 4 นิ้ว (E) จำนวน 6 ท่อน (ข้างละ 3 ท่อน) ต่อเชื่อมระหว่างด้านข้างของส่วน (D) ไปสู่ด้านบนของโรงอบ โดยมีการเจาะพื้นคอนกรีตเพื่อให้สามารถถ่ายเทความร้อนจากส่วน (D) ขึ้นสู่โรงอบโดยตรง



ภาพที่ 4.10 บริเวณหน้าเตาอบที่ทำการใส่ไม้ฟืน



ภาพที่ 4.11 ท่อ 8 นิ้วที่ต่อจากด้านนอกเข้าไป



ภาพที่ 4.12 ส่วนที่ทำการปรับปรุง (D) ที่ก่ออิฐปิดไม่ให้ควันเข้า



ภาพที่ 4.13 ท่อ 4 นิ้ว ที่เชื่อมระหว่างส่วน (D) ไปด้านบนโรงอบ



ภาพที่ 4.14 บริเวณด้านบนโรงอบที่เจาะให้ความร้อนจากท่อ (E) เข้ามาโดยตรง

ในส่วนองวิธีการทำงานองโรงอบที่ปรับปรุงใหม่ เมื่อใส่ไม้ฟืนไปในเตา (A) ความร้อนก็จะระบายมาสู่ส่วน (B) และความร้อนจากส่วน (B) ก็จะกระจายออกไปทั่วด้านล่างทั้งหมด ซึ่งก็จะมีทั้งส่วนที่เป็นความร้อนและควัน ความร้อนกระจายอยู่ทั่วด้านล่างองโรงอบ ส่วนควันไฟก็จะระบายออกทางท่อ (C) นั่นเอง ส่วนความร้อนที่จะถ่ายเทไปยังโรงอบได้โดยตรงนั้นจะได้จากบริเวณส่วน (D) กล่าวคือบริเวณพื้นองส่วน (D) เป็นส่วนที่อยู่เหนือส่วน (B) เมื่อส่วน (B) ได้รับความร้อนพื้นองส่วน (D) ก็จะเกิดความร้อนตามไปด้วยและเกิดการกระจายตัวของอากาศ โดยหลักการคืออากาศจากภายนอกที่มีความเย็นมากกว่าจะไหลเข้ามาทางท่อด้านหน้าส่วน (F) แล้วก็จะดันให้ความร้อนที่กระจายอยู่ในส่วน (D) ขึ้นด้านบนโดยผ่านท่อส่วน (E) ที่เชื่อมระหว่างส่วน (D) กับด้านบนโรงอบเพื่อให้ความร้อนขึ้นสู่ด้านบนได้โดยตรงซึ่งจะช่วยประหยัดวัสดุคิบไม้ฟืนได้

จากการที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงรูปแบบกระบวนการและผังองโรงอบแล้ว อัตราการใช้ไม้ฟืนลดลงในปริมาณที่ทางโรงงานพอใจ จากการเก็บข้อมูลการใช้ไม้ฟืนในการอบขางพาราในโรงอบที่ทำการปรับปรุงมีอัตราการใช้ไม้ฟืนเฉลี่ยดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนไม้พื้นที่ใช้ในการรอบยางพาราของโรงอบหลังปรับปรุง

ครั้งที่	รอบที่ 1 (กิโลกรัม)	รอบที่ 2 (กิโลกรัม)	รอบที่ 3 (กิโลกรัม)	รอบที่ 4 (กิโลกรัม)
1	150	152	151	150
2	152	150	153	150
3	152	150	151	152
4	150	151	150	151
5	121	120	122	120
6	120	120	123	122
7	122	122	122	122
8	120	120	120	120
9	121	121	121	121
10	121	122	122	124
11	122	120	122	120
12	123	120	123	122
13	120	124	120	125
14	122	122	120	120
15	123	120	122	120
16	122	120	121	124
17	122	121	120	122
18	120	122	120	122
19	120	120	122	120
20	121	120	120	125
21	102	100	100	102
22	101	103	105	101
23	100	100	100	103
24	100	100	101	102
รวม	2,947	2,940	2,951	2,960

จากตารางข้างต้นแสดงจำนวนไม้ฟืนที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ในกระบวนการอบยางพาราหลังการปรับปรุงแล้ว จากการเก็บข้อมูลจำนวน 4 รอบการอบ และนำมาเฉลี่ยรวมได้จำนวนไม้ฟืนที่ใช้ต่อ 1 รอบการอบ ใช้ไม้ฟืนประมาณ 2,950 กิโลกรัม รวมเป็นเงินประมาณ 1,770 บาท (ไม้ฟืนกิโลกรัมละ 0.60 บาท)

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนผลผลิตที่ได้ในการอบยางพาราของโรงอบ

ชนิดของยางพารา	รอบที่ 1 (กิโลกรัม)	รอบที่ 2 (กิโลกรัม)	รอบที่ 3 (กิโลกรัม)	รอบที่ 4 (กิโลกรัม)
ADS	2,983	3,024	3,011	2,994
RSS 1	54	63	66	53
ยางคัตติ้ง	184	202	193	189
ยางดิบ	398	433	413	404
รวม	3,619	3,722	3,683	3,640

จากตารางข้างต้นแสดงผลผลิตที่ได้ในการอบยางพาราเฉลี่ยโดยรวมดังนี้ ได้ยางADS ประมาณ 3,003 กิโลกรัม ได้ยางRSS 1 ประมาณ 59 กิโลกรัม ได้ยางคัตติ้งประมาณ 192 กิโลกรัม ได้ยางดิบประมาณ 421 กิโลกรัม รวมยางที่ได้ทั้งหมดประมาณ 3,675 กิโลกรัม

4.7 สรุปผลก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงทั้งหมด

ตารางที่ 4.7 แสดงสรุปผลก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงทั้งหมด

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง	คิดเป็นร้อยละ
1. ระยะทาง	444.5 เมตร	404.5 เมตร	40 เมตร	9
2. เวลาที่ใช้	6,529 นาที	5,628 นาที	1,201 นาที	13.8
3. ชั้นตอนที่ใช้	38 ชั้นตอน	36 ชั้นตอน	2 ชั้นตอน	5.26
4. จำนวนไม้ฟืน	3,504 กิโลกรัม	2,950 กิโลกรัม	554 กิโลกรัม	15.81
5. ต้นทุนไม้ฟืน	2,102 บาท	1,770 บาท	332 บาท	15.79

จากตารางข้างต้นแสดงการสรุปผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงทั้งหมดโดยสรุปมีดังนี้ ระยะทางที่ใช้ลดลงคิดเป็นร้อยละ 9 เวลาที่ใช้ลดลงคิดเป็นร้อยละ 13.8 จำนวนชั้นตอนที่ ใช้ลดลงคิดเป็นร้อยละ 5.26 จำนวนไม้พินที่ใช้ลดลงคิดเป็นร้อยละ 15.81 ต้นทุนไม้พินที่ใช้ลดลงคิดเป็นร้อยละ 15.79 (ราคาไม้พินกิโลกรัมละ 0.60 บาท)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

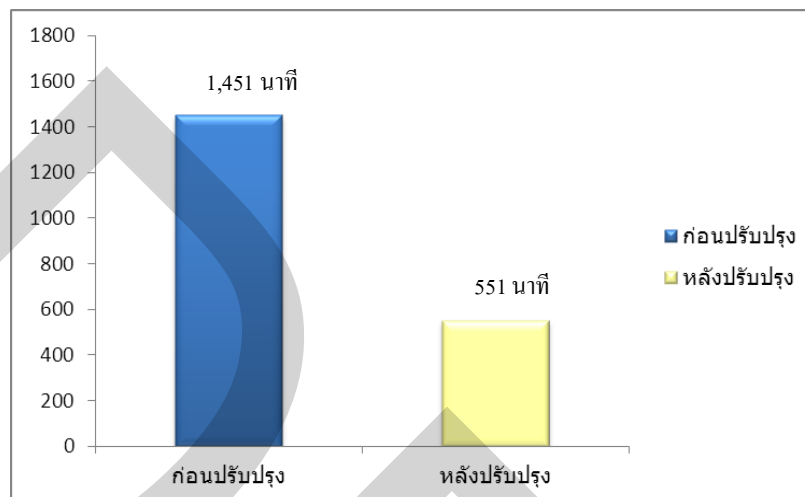
5.1 สรุปผลการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบวนการทำงานและการปรับปรุงโลจิสติกส์ภาคการแปรรูปยางพาราโดยได้นำแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) มาเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิธีการทำงานในกระบวนการแปรรูปยางพารา วิธีนี้ทำให้สามารถทราบถึงขั้นตอนต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางพาราอย่างละเอียด อีกทั้งยังทราบถึงเวลาในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม และทราบถึงระยะทางในการเคลื่อนที่จากสถานีงานหนึ่งไปยังอีกสถานีงานหนึ่งของการผลิต จึงได้ทำการหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เพื่อจะลดระยะทางในการทำงานลง 5% ลดเวลาในการทำงานลง 5% และลดขั้นตอนการทำงานที่เกินความจำเป็นลง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการศึกษาระบวนการทำงานของโรงอบยางพารา ทำให้ทราบถึงปัญหา ที่เกิดขึ้นของการทำงานของโรงอบ จึงได้ทำการวางแผนและทดลองปรับปรุงโรงอบยางพาราเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงและนำไปสู่การลดต้นทุนของทางโรงงาน

จากผลการศึกษาหลังดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตยางพาราสามารถลดระยะทาง ลดเวลา และลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นได้ดังนี้

5.1.1 ขั้นตอนนำน้ำยางเข้ามาในโรงงาน ในกระบวนการนี้ไม่มีการปรับปรุง

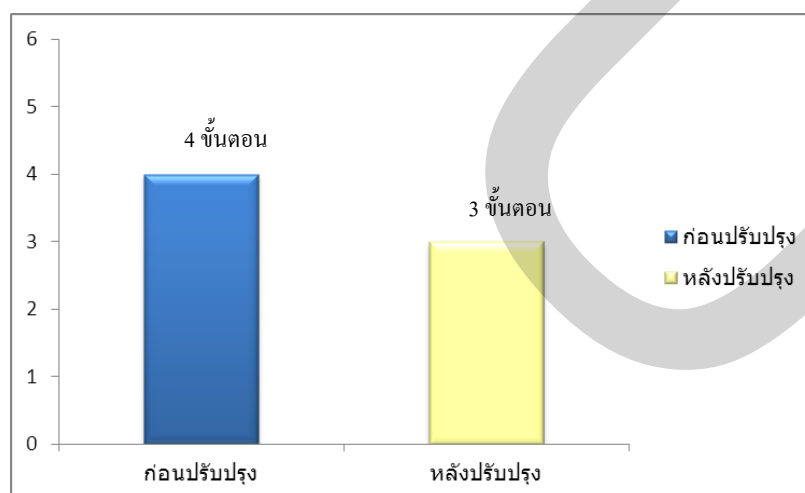
5.1.2 ขั้นตอนแปรรูปน้ำยางพารา



ภาพที่ 5.1 แผนภูมิแสดงเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพาราก่อนและหลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 5.1 จะพบว่าขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางพารา เวลาที่ใช้ลดลงจาก 1,451 นาฬิกา เหลือ 551 นาฬิกา ซึ่งเวลาดลดลงทั้งสิ้น 900 นาฬิกา หรือลดลง 62.03%

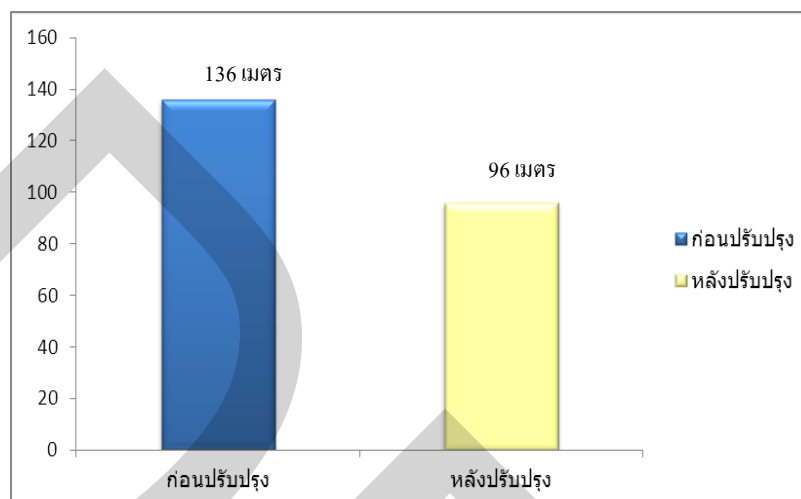
5.1.3 ขั้นตอนการนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบ



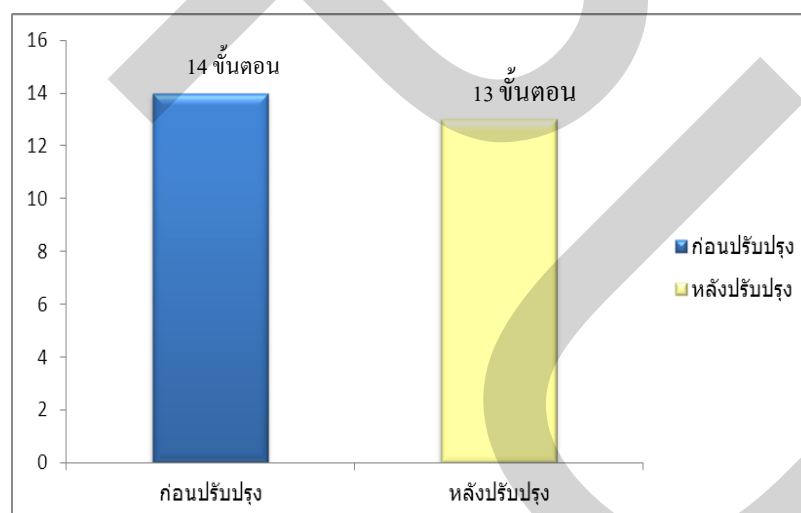
ภาพที่ 5.2 แผนภูมิแสดงจำนวนขั้นตอนการนำยางแผ่นเข้าโรงอบก่อนและหลังทำการปรับปรุง

จากภาพที่ 5.2 จะพบว่าจำนวนขั้นตอนการนำยางพาราแผ่นเข้าโรงอบขั้นตอนการทำงานลดลงจาก 4 ขั้นตอน เหลือ 3 ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนลดลงทั้งสิ้น 1 ขั้นตอน หรือลดลง 25%

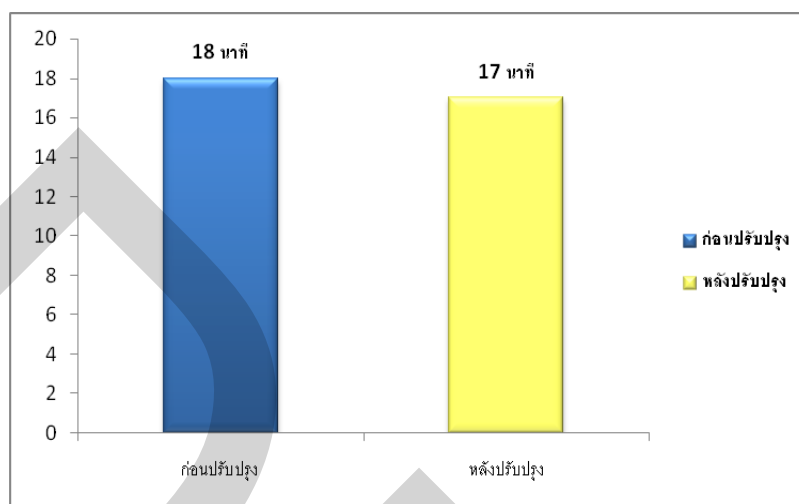
5.1.4 ขั้นตอนการตัดแยกและบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 5.3 แผนภูมิแสดงระยะทางในการตัดแยกและบรรจุภัณฑ์ก่อนและหลังทำการปรับปรุง



ภาพที่ 5.4 แผนภูมิแสดงจำนวนขั้นตอนการตัดแยกและบรรจุภัณฑ์ก่อนและหลังทำการปรับปรุง



ภาพที่ 5.5 แผนภูมิแสดงเวลาในการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ก่อนและหลังทำการปรับปรุง

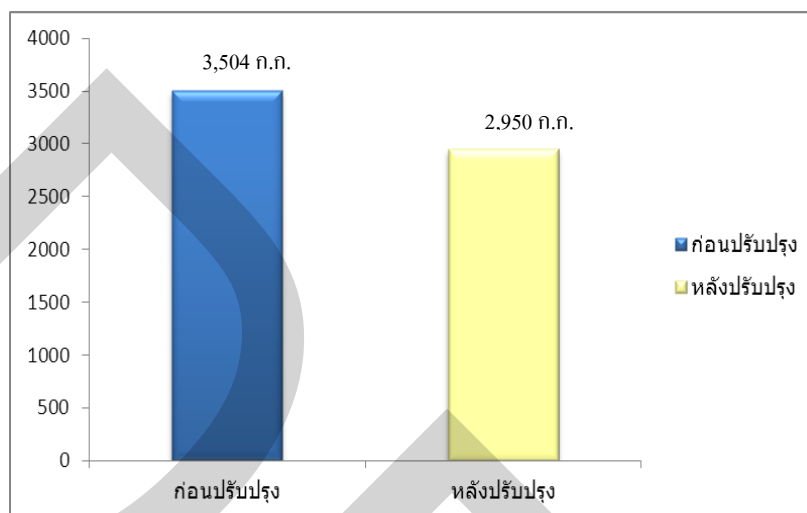
จากภาพที่ 5.3 และ 5.4 จะพบว่าในขั้นตอนการคัดแยกและบรรจุภัณฑ์ระยะทางที่ใช้ลดลงจาก 136 เมตร เหลือ 96 เมตร ซึ่งระยะทางลดลงทั้งสิ้น 40 เมตร หรือลดลง 29.41% ขั้นตอนในการทำงานลดลง 14 ขั้นตอน เหลือ 13 ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนลดลงทั้งสิ้น 1 ขั้นตอน หรือลดลง 7.14% และเวลาที่ใช้ลดลงจาก 18 นาทีเหลือ 17 นาที ซึ่งเวลาลดลงทั้งสิ้น 1 นาที หรือลดลง 5.55%

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยรวมที่ลดลงของทั้งกระบวนการทำงาน

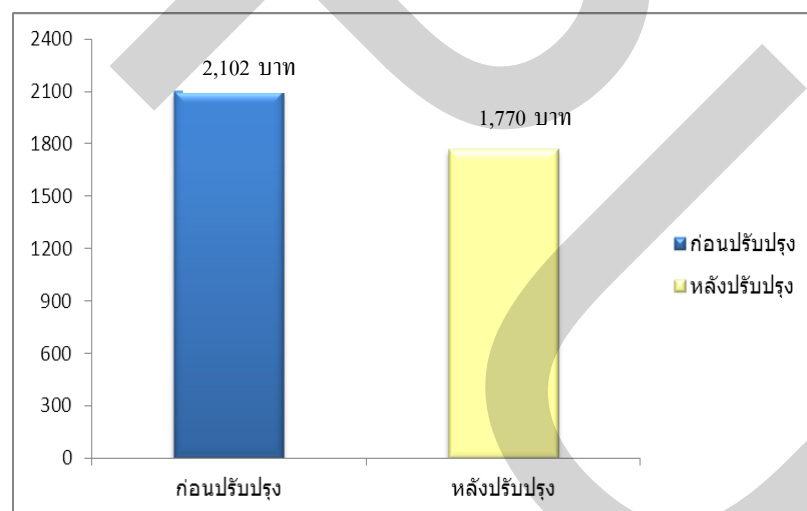
ระยะทางลดลง	เวลาดลดลง	ขั้นตอนในการทำงานลดลง
9 %	13.8 %	5.26 %

จากผลการศึกษาเพื่อทำการปรับปรุงวิธีการทำงานดังกล่าว สามารถสรุปค่าเฉลี่ยของทั้ง 4 ขั้นตอน ตามตารางที่ 5.4 ได้ดังนี้ ระยะทางลดลงทั้งสิ้น 9% เวลาดลดลงทั้งสิ้น 13.8% และขั้นตอนลดลงทั้งสิ้น 5.26% ดังนั้นจึงสามารถลดระยะทางในการทำงาน ลดเวลาในการทำงาน และลดขั้นตอนการทำงานที่เกินความจำเป็นลงได้มากกว่า 5% ตามขอบเขตในการศึกษาที่กำหนดไว้

5.1.5 การปรับปรุงโรงอบยางพารา



ภาพที่ 5.6 แผนภูมิแสดงจำนวนไม้ฟืนที่ใช้ก่อนและหลังทำการปรับปรุง



ภาพที่ 5.7 แผนภูมิแสดงต้นทุนไม้ฟืนที่ใช้ก่อนและหลังทำการปรับปรุง

จากผลการศึกษาเพื่อเพื่อลดการใช้พลังงานนำไปสู่การลดต้นทุนไม้ฟืนในการอบยางพาราดังกล่าว สรุปสรุปค่าเฉลี่ยตามตารางที่ 5.5 ได้ดังนี้ ไม้ฟืนต่อการอบ 1 รอบอบลดลงจากเดิมประมาณ 3,504 กิโลกรัมต่อครั้ง ลดลงเหลือประมาณ 2,950 กิโลกรัมต่อครั้ง ลดลงทั้งสิ้น 554 กิโลกรัม คิดเป็น 15.81% ต้นทุนไม้ฟืนลดลงจากเดิมประมาณ 2,102 บาทต่อครั้ง ลดลงเหลือประมาณ 1,770 บาทต่อครั้ง ในอบ 1 รอบอบลดลงทั้งสิ้น 332 บาท คิดเป็น 15.79%

5.2 ข้อเสนอแนะ

เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานที่ต่างไปจากเดิม ย่อมมีผลกระทบต่อบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการประชุมชี้แจงวิธีการทำงานใหม่ให้กับพนักงานและผู้ที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจอย่างละเอียด เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงานที่เปลี่ยนไป โดยต้องชี้แจงให้ทุกคนทราบถึงประโยชน์ที่จะได้รับหลังจากการที่มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน พร้อมทั้งควรวางแผนการควบคุมติดตามผลการปฏิบัติงานของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเริ่มต้น เพราะมักจะมีตัวแปรเล็กๆ น้อยๆ ที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิดเสมอ การปล่อยปะละเลย จะทำให้เกิดอุปสรรคในการทำงาน และสร้างความเบื่อหน่ายให้กับพนักงาน ส่งผลให้ล้มเลิกการใช้วิธีการใหม่ไปได้ การติดตามแก้ไขในเบื้องต้นจะช่วยทำให้ปัญหาเหล่านี้หมดไปได้ นอกจากนี้ควรคำนึงถึงระยะเวลาในการเรียนรู้ของพนักงาน ซึ่งส่งผลต่อผลิภาพการผลิตที่เกิดขึ้นด้วย และควรมีการติดตามวิเคราะห์วิธีการทำงานใหม่อย่างสม่ำเสมอเป็นระยะๆ เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีกว่าเดิมอย่างต่อเนื่อง

ในส่วนของการลดต้นทุนการใช้ไม้พินอันดับแรกควรให้ความสำคัญกับการเลือกซื้อไม้พินควรจะหาจุดที่เหมาะสมในการซื้อ ไม้พินเพื่อใช้ในแต่ละช่วง เพราะหากมีการซื้อมากักตุนในปริมาณมากเกินไปแล้วเก็บไว้ไม่ได้นำมาใช้เป็นระยะเวลาานจะทำให้ไม้พินผุไปตามกาลเวลาทำให้เกิดการสิ้นเปลืองโดยใช้เหตุ ในส่วนของการอบยางพาราควรจะทำซบพนักงานใส่พินให้เห็นถึงความสำคัญของการใส่ให้ตรงเวลา เพราะในช่วงกลางคืนทางโรงงานไม่สามารถควบคุมติดตามดูแลได้ หากมีการปฏิบัติตามเวลาและขั้นตอนอย่างเคร่งครัดจะทำให้สามารถลดต้นทุนไม้พิน และได้อย่างพาราแผ่นที่มีคุณภาพ



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- กระทรวงพลังงาน. (2550). **โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมยาง และผลิตภัณฑ์ยาง**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.
- รัชต์วารณ กาญจนปัญญาคม. (2550). **การศึกษาอุตสาหกรรม (Industrial Work Study)**. กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด.
- วิจิตร ตันทาสุทธิ และคณะ. (2539). **การศึกษาการทำงาน**. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันชัย ริจิรวนิช. (2551). **พิมพ์ครั้งที่ 6. การศึกษาการทำงานหลักการและกรณีศึกษา**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันวิจัยยาง. **ข้อมูลยางพารา 2553**. (2553). กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สมศักดิ์ ตรีสัตย์. (2521). **เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุ**. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด.

วิทยานิพนธ์

- กรกช สุขวัฒน์กุล. (2551). **การพัฒนาและการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการเพื่อเพิ่มผลผลิตกรณีศึกษา: โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- กัญญา เบ็ญจศิริวรรณ. (2552). **การศึกษาวิธีการทำงานและการปรับปรุงโลจิสติกส์ภาคการผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ไม้**. สารนิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ ใช้อุปทานแบบบูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- อภิชาติ เครือแป้น. (2550). **การเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตในโรงอบ/รมยางของสหกรณ์กองทุนสวนยาง**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อัญชลี พิรมพราย. (2551). การวางแผนการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตยางแผ่นรมควันของ
สหกรณ์กองทุนสวนยางปรีก อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ
นครศรีธรรมราช.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

กาญจนา กาญจนสุนทร. (2552). การจัดการโซ่อุปทานแบบกรีน. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2553,
จาก <http://logistics.dpim.go.th/webdatas/articles/ArticleFile1363.pdf>

ธนกร ณ พัทลุง. (2552). เทคโนโลยีเตาเผาแบบ 2 ห้อง. สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2554, จาก
<http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=8777§ion=9&rcount=Y>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายขจรศักดิ์ ทองอะไพพงษ์
ประวัติการศึกษา ระดับปริญญาตรี หลักสูตรรัฐประศาสนศาสตร์
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ที่อยู่ปัจจุบัน 57/2 หมู่ 8 ตำบลคลองพลู อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 22210