การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายด้วยแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษา บริษัทผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่ง

ประจักร์ พลธิรักษา

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายด้วยแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษา บริษัทผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่ง

ประจักร์ พลธิรักษา

การค้นคว้าอิสระเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ใบรับรองโครงร่างการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายด้วยแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษา บริษัทผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่ง

โดย ประจักร์ พลธิรักษา

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย / หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

---------- ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ์)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ)

---------- กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยธัช เผือกสามัญ)

ชื่อ : ประจักร์ พลธิรักษา
ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายด้วยแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษา บริษัทผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่ง
สาขาวิชา : วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ
ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการนำแนวคิดระบบการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ เพื่อลดต้นทุนการผลิตลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 จากการวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันถูกเขียนขึ้นเพื่อค้นหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จากนั้นได้ทำการสร้างแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคตและปรับปรุงสายการผลิตจริงเพื่อสรุปผลการปรับปรุง ระยะเวลาดำเนินการเริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2567 ผลการดำเนินงานจากการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พบว่า ในกระบวนการ Vacuum Pan พนักงาน 1 คน สามารถควบคุมเครื่องจักรได้เพิ่มขึ้นจาก 2 เครื่อง เป็น 3 เครื่อง ทำให้จำนวนพนักงานในกระบวนการนี้ลดลงจาก 3 คนต่อกะ เหลือ 2 คนต่อกะ ในขณะที่ในกระบวนการ Centrifugal พนักงาน 1 คน สามารถควบคุมเครื่องจักรได้เพิ่มขึ้นจาก 1 เครื่อง เป็น 2 เครื่อง ส่งผลให้จำนวนพนักงานในกระบวนการนี้ลดลงจาก 7 คนต่อกะ เหลือ 3 คนต่อกะ จำนวนพนักงานรวมทั้งหมดในทุกกระบวนการจึงลดลงจาก 27 คนต่อกะ เหลือ 22 คน คิดเป็นร้อยละ 18.52 ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ลดลง

(สารนิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 78 หน้า)

คำสำคัญ : การผลิตแบบลีน น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ การลดต้นทุนการผลิต

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : PRAJAK PHONTHIRAKSA
Independent Study Title : Reducing Cost in Sugar Production Process with Lean Concepts A Case Study of Sugar Factory
Major Field : Industrial Management Engineering
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Independent Study Advisor :Assistant Professor Dr. SIRAVIT SWANGNOP
Academic Year : 2024

ABSTRACT

This research studied the application of lean manufacturing principles to the production processes of white sugar and refined white sugar to reduce production costs by at least 10 percent through waste analysis in the production process. A current state value stream map was created to identify waste within the production process. Following this, a future state value stream map was developed, and actual production lines were implemented. Based on this map to summarize the improvement results, the implementation period spanned from July 2023 to April 2024. The waste reduction results in the production processes for white sugar and refined white sugar revealed that in the Vacuum Pan process, the number of machines controlled by one worker increased from 2 to 3, reducing the workforce from 4 workers per shift to 2 workers per shift. Similarly, in the centrifugal process, one worker's control of machines increased from 1 machine to 2 machines, reducing the workforce from 7 workers per shift to 3 workers per shift. Overall, the total number of workers across all processes decreased from 27 workers per shift to 22 workers, representing a reduction of 18.52 percent, consequently lowering production costs for white sugar and refined white sugar.

(Total 78 pages)

Keywords: Lean production, White sugar, Refined sugar, Production cost reduction

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการดำเนินงาน การศึกษาวิจัยและตรวจสอบข้อบกพร่องในการทำวิจัยโดยตลอด จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่ นี้ด้วย นอกจากนี้ขอ ขอบพระคุณทีมงานบริษัทผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่งทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยและความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่งมาโดยตลอด

ท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา คณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนให้กำลังใจ และส่งเสริมสนับสนุนจนสำเร็จการศึกษา รวมถึงรุ่นพี่ X-MIE เพื่อน ๆ รุ่น X-MIE 32 ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอมา

ประจักร์ พลธิรักษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง (ถ้ามี) ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ (ถ้ามี) ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 4

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 4

1.4 ขั้นตอนการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย 4

1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ทฤษฎีการผลิตแบบลีน 6

2.2 การลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS 26

2.3 การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร 28

2.4 การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว 29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 32
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 32
3.2 การสำรวจสถานะปัจจุบัน 33
3.3 การเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุง 44
3.4 การเลือกการประยุกต์ใช้เครื่องมือตามแนวคิดการผลิตแบบลีน 47
3.5 การวิเคราะห์สรุปผล 49
บทที่ 4 ผลการวิจัย 50
4.1 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตด้วยแผนภาพสายธารคุณค่า 50
4.2 Production Information 53
4.3 Flow Process Chart 54
4.4 Yamazumi Chart 57
4.5 Man - Machine Chart 60
4.6 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตด้วยแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคต 69
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 72
5.1 สรุปผลการวิจัย 72
5.2 ข้อเสนอแนะ 75
บรรณานุกรม 77
ประวัติผู้เขียน 78

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1-1 แผนการดำเนินงานวิจัย....5

2-1 ระดับของความสูญเปล่า....14

2-2 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบการผลิต....15

3-1 ปริมาณการผลิตน้ำตาล ปี 65/66....44

3-2 ลำดับกระบวนการผลิตภัณฑ์หลัก....46

3-3 การรวมเส้นทางของกระบวนการที่เหมือนกันของผลิตภัณฑ์หลัก....47

4-1 ข้อมูลการผลิตน้ำตาล ปี 65/66....53

4-2 แผนภาพแสดง Flow Process Vacuum Pan Chart. Worker 3 Prs.6 Machines....54

4-3 แผนภาพแสดง Flow Process Centrifugal Chart. Process. Worker 7 Prs.7Machines..55

4-4 แผนภาพแสดง Flow Process Packing Chart. Process. Worker 6 Prs.3 Machines....56

4-5 แผนภาพแสดง Flow Process Sack Sewing Chart. Worker 3 Prs.3 Machines....56

4-6 Man- Machine Vacuum Pan Chart (ก่อนการปรับปรุง)....61

4-7 Man- Machine Vacuum Pan Chart (หลังการปรับปรุง)....62

4-8 Man-Machine Centrifugal Chart (ก่อนการปรับปรุง)....64

4-9 Man-Machine Centrifugal Chart Worker 1 Prs.2 Machines (หลังการปรับปรุง)....65

4-10 Man-Machine Centrifugal Chart Worker 1 Prs.3 Machines (หลังการปรับปรุง)....66

4-11 Man-Machine Packing Chart....67

4-12 Man-Machine Sack Sewing Chart....68

4-13 Man-Machine Packing+ Sack Sewing Chart....68

4-14 ตารางดัชนีเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง....70

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 แผนที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลและพื้นที่การปลูกอ้อยของประเทศไทย 1

1-2 แผนที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลและพื้นที่การปลูกอ้อยของจังหวัดสระแก้ว 2

1-3 กราฟเปรียบเทียบพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดสระแก้ว 3

1-4 กราฟปริมาณอ้อยเข้าหีบโรงงานน้ำตาลของจังหวัดสระแก้ว 3

2-1 ส่วนประกอบของระบบการผลิตแบบลีน 8

2-2 แผนภาพ Value Stream Mapping 11

2-3 แสดงผังลักษณะมุมมองแบบลีน 17

2-4 แสดงผังแนวคิดการผลิตแบบลีน 17

2-5 แผนภูมิขบวน การผลิตแบบต่อเนื่อง 26

2-6 แสดงวิธีการหาค่า OEE และปัจจัยที่มีผลกระทบ 29

3-1 แสดงขั้นการดำเนินงาน 33

3-2 แสดงกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ 35

3-3 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ 35

3-4 แสดงขั้นตอนกระบวนการหีบสกัดน้ำอ้อย (Juice Extraction) 36

3-5 แสดงขั้นตอนกระบวนการทำความสะอาด หรือทำใสน้ำอ้อย (Juice Purification) 37

3-6 แสดงขั้นตอนกระบวนการต้ม (Evaporation) 37

3-7 แสดงขั้นตอนกระบวนการเคี่ยว (Vacuum Pan) 38

3-8 แสดงขั้นตอนกระบวนการปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugal) 39

3-9 แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว 40

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3-10 แสดงขั้นตอนกระบวนการละลายน้ำตาล (Remelts Sugar) 41

3-11 แสดงขั้นตอนกระบวนการทำความสะอาด (Clarification) 42

3-12 แสดงขั้นตอนกระบวนการฟอกสี 42

3-13 แสดงขั้นตอนกระบวนการเคี่ยว (Vacuum Pan) 43

3-14 แสดงขั้นตอนกระบวนการปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugal) 43

3-15 แสดงขั้นตอนกระบวนการการอบ (Drying) การบรรจุ (Packing) 44

3-16 กราฟแสดงปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์หลัก 45

3-17 กราฟการผลิตสะสมของผลิตภัณฑ์หลัก 46

3-18 แสดงกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 47

4-1 แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลขาวบริสุทธิ์ 52

4-2 กราฟปริมาณการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลขาวบริสุทธิ์ ปี 65/66 53

4-3 แผนภาพแสดง Yamazumi Chart รวมทุกกระบวนการ 57

4-4 แผนภาพแสดงลักษณะและการทำงานหม้อเคี่ยว (Vacuum Pan) 60

4-5 แผนภาพแสดงลักษณะและตำแหน่งติดตั้งหม้อปั่น (Centrifugal) 63

4-6 แผนภาพแสดงขั้นตอนกระบวนบรรจุน้ำตาล (Packing) 67

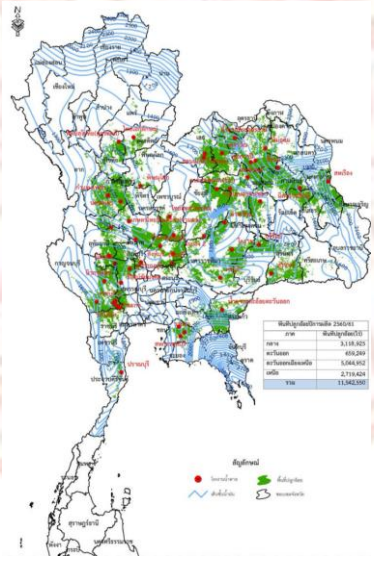
4-7 แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคตของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 71

5-1 แผนภาพแสดงขั้นตอนกระบวนปั่น (Centrifugal) โดยการปรับปรุงระบบควบคุม ให้เป็นระบบ DCS 76

บทที่ 1
บทนำ

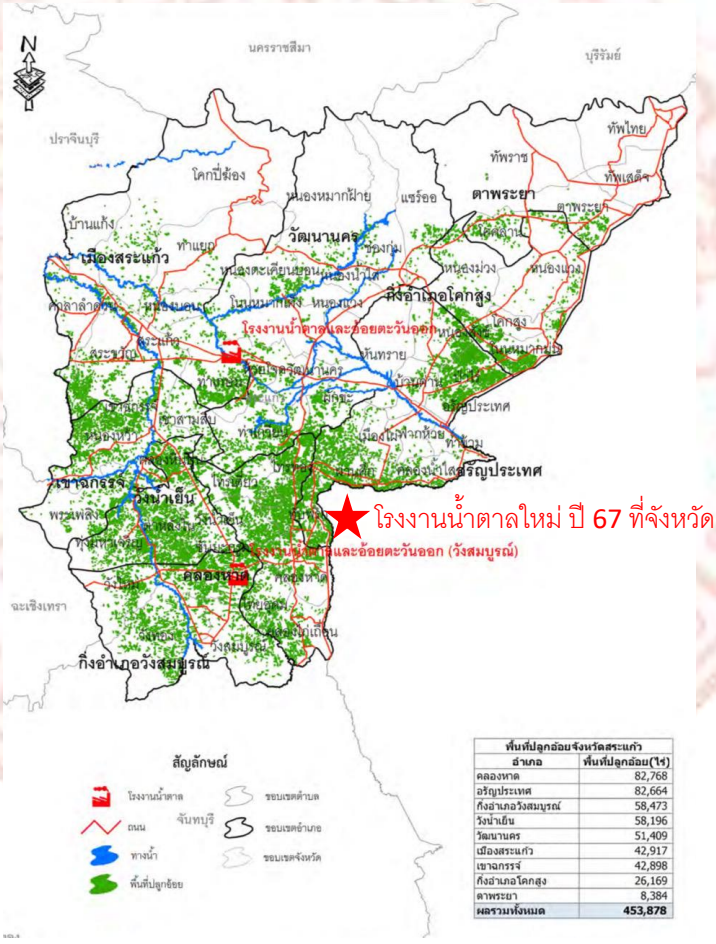
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายนั้นเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศ โดยประเทศไทยส่งออก น้ำตาลทรายเป็นอันดับที่ 2 ของโลก ด้วยราคาน้ำตาลที่พุ่งสูง ขึ้นสูงสุดในรอบ 13 ปี จากเดิมน้ำตาลทรายขาวอยู่ที่กิโลกรัมละ 19 บาท เป็นราคากิโลกรัมละ 23 บาทและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์จากเดิมกิโลกรัมละ 20 เป็นกิโลกรัมละ 24 บาท อุตสาหกรรมน้ำตาลมีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นโดยในปี 2553 มีโรงงานน้ำตาล 46 แห่ง ปี 2560 จำนวน 54 แห่ง ปี 2566 จำนวน 58 แห่ง ดังแสดงในภาพที่ 1-1 แผนที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลและพื้นที่การปลูกอ้อยของประเทศไทย และในปี 2567 จะเพิ่ม 59 แห่ง ที่จังหวัดสระแก้ว แม้จะต้องเผชิญกับปัญหาภัยแล้งรุนแรง ปริมาณน้ำฝนที่น้อยกว่าปกติในหลายพื้นที่ของไทย ทำให้โรงงานน้ำตาลหลายโรงงานเกิดการแย่งอ้อยโดยการขยายพื้นที่การปลูกอ้อย ทับซ้อน และย้ายโรงงานทับซ้อนกับโรงงานอื่น เพื่อ นำอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิต ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตน้ำตาล และอีกประการคือ การขาดแคลนบุคลากรด้านผลิตน้ำตาลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง



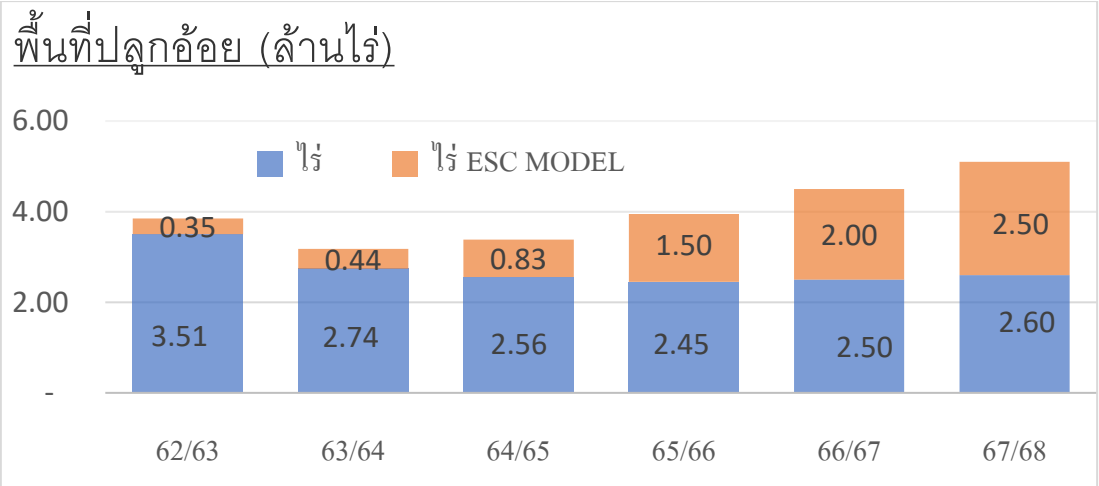
ภาพที่ 1-1 แผนที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลและพื้นที่การปลูกอ้อยของประเทศไทย
(รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปี 61/62 สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย)

ในส่วนของจังหวัดสระแก้ว มีพื้นที่การปลูกอ้อย 454,471 ไร่ มีโรงงานน้ำตาลจำนวน 2 แห่ง ที่อำเภอวัฒนานคร กับอำเภอวังสมบูรณ์ และในฤดูการผลิตปี 2567 จะมีเพิ่มอีก 1 แห่งที่ อำเภอวัฒนานคร ดังแสดงในภาพที่ 1-2 แผนที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลและพื้นที่การปลูกอ้อยของจังหวัดสระแก้ว พื้นที่การปลูกอ้อยของเกษตรกร มีแนวโน้มลดลงทุกปีจากภัยแล้ง ทางโรงงานได้แก้ปัญหาโดยเพิ่มพื้นที่การปลูกอ้อยไร่บริษัทเองเพื่อแก้ปัญหาอ้อยไม่เพียงพอโดยขยายพื้นที่การปลูกอ้อยร้อยละ 40 ถึง 50 ของพื้นที่การปลูกอ้อยทั้งหมด โดยคาดการณ์ปริมาณอ้อยเข้าหีบจะเพิ่มปีละ 500,000 ตัน/ปี ดังแสดงในภาพที่ 1-3 กราฟเปรียบเทียบพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดสระแก้ว และภาพที่ 1-4 กราฟปริมาณอ้อยเข้าหีบโรงงานน้ำตาลของจังหวัดสระแก้ว

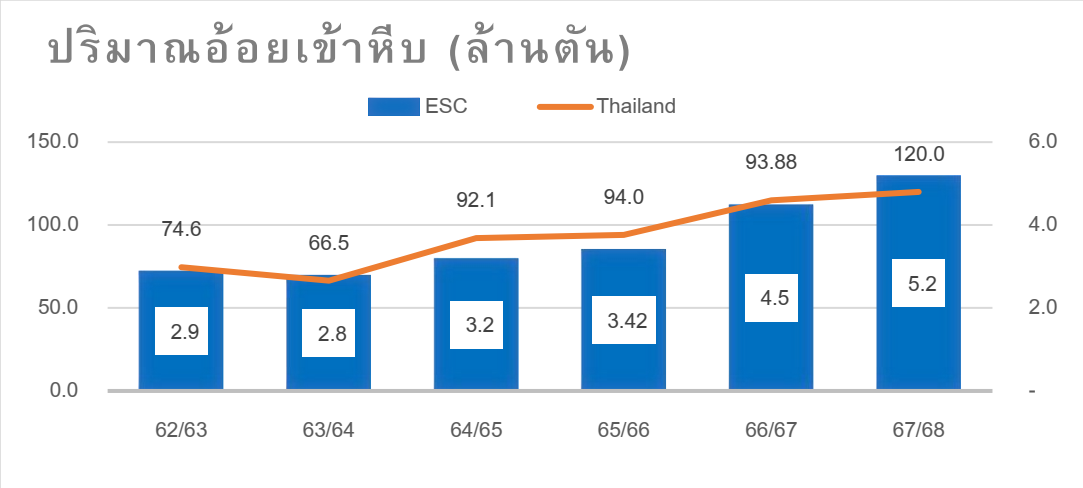


พื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดสระแก้ว	
อำเภอ	พื้นที่ปลูกอ้อย(ไร่)
คลองหาด	82,768
อรัญประเทศ	82,664
กิ่งอำเภอวังสมบูรณ์	58,473
วังน้ำเย็น	58,196
วัฒนานคร	51,409
เมืองสระแก้ว	42,917
เขาฉกรรจ์	42,898
กิ่งอำเภอโคกสูง	26,169
ตาพระยา	8,384
ผลรวมทั้งหมด	**453,878**

ภาพที่ 1-2 แผนที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลและพื้นที่การปลูกอ้อยของจังหวัดสระแก้ว (รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปี 61/62 สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย)



ภาพที่ 1-3 กราฟเปรียบเทียบพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดสระแก้ว



ภาพที่ 1-4 กราฟปริมาณอ้อยเข้าหีบโรงงานน้ำตาลของจังหวัดสระแก้ว

จากปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการกำจัดกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่า ลดความสูญเปล่า และลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้แนวคิดแบบลีนเป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิต

ปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษายังไม่ได้มีการนำแนวคิดแบบลีนมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ส่งผลให้ประสบปัญหาเกี่ยวกับ ต้นทุนการผลิตสูงและความสามารถในการแข่งขันในตลาดต่ำ นอกจากนี้ในตลาดแรงงานในพื้นที่ยังขาดแคลนบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในด้านการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ปัจจุบันมีพนักงานรวมในทุกกระบวนการ

54 คน ทำงาน 12 ชั่วโมง ต่อกะๆ 27 คน ค่าแรงรวมค่าล่วงเวลา 700 บาทต่อคน เป็นจำนวนเงินค่าแรงรวม 982,800 บาทต่อเดือน และระยะในการผลิต 10 เดือน คิดเป็นเงิน 9,828,000 บาทต่อปี ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อลดต้นทุนการผลิตน้ำตาลทรายลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ด้วยการประยุกต์ใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 งานวิจัยนี้จะทำการศึกษา 2 ผลิตภัณฑ์คือ น้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์หลักที่ผลิตปริมาณมากที่สุด

1.3.2 งานวิจัยนี้จะปรับปรุงกระบวนการ การเคี่ยว การปั่นแยกผลึกน้ำตาลและการบรรจุ เนื่องจากมีจำนวนเครื่องจักรจำนวนมากและเป็นกระบวนการสุดท้ายก่อนการจัดเก็บที่คลังสินค้า ในส่วนของกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องจะไม่นำมาปรับปรุงเพราะติดข้อจำกัดของเครื่องจักร

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1.4.1 ศึกษาสภาพปัญหาของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

1.4.2 สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.3 ศึกษาทฤษฎีการผลิตแบบลีน

1.4.4 ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

1.4.5 นำทฤษฎีการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตน้ำตาล

1.4.6 ทดลองกระบวนการที่ปรับปรุงด้วยทฤษฎีการผลิตแบบลีน

1.4.7 เปรียบเทียบผลของกระบวนการผลิตด้วยทฤษฎีการผลิตแบบลีนกับวิธีปัจจุบัน

1.4.8 สรุปผลการวิจัยและนำเนอผลงาน

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 ลดต้นทุนในกระบวนการผลิต

1.5.2 เพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน

1.5.3 ลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

1.6 แผนการวิจัย

แผนการวิจัยเริ่มตั้งแต่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2566 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2567 ซึ่งอยู่ในฤดูหีบอ้อยและละลายน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 1-1 แผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1-1 แผนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย
	66	66	66	66	66	66	67	67	67	67
ศึกษาสภาพปัญหาของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	↔									
สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		↔								
ศึกษาทฤษฎีการผลิตแบบลีน			↔							
ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา				↔	↔					
นำทฤษฎีการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตน้ำตาล						↔	↔			
ทดลองกระบวนการที่ปรับปรุงด้วย ทฤษฎีการผลิตแบบลีน								↔		
เปรียบเทียบผลของกระบวนการผลิตด้วยทฤษฎีการผลิตแบบลีนกับวิธีปัจจุบัน									↔	
สรุปผลการวิจัยและนำเนอผลงาน										↔

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) (ชัยชนะ อุทวราพงษ์, 2551)

ปัจจุบันการจัดการกระบวนการขององค์กรที่ดี จะต้องพร้อมที่จะรับมือกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นความต้องการของลูกค้า การแข่งขันที่ทวีความรุนแรงขึ้น ต้นทุนการผลิตที่ปรับตัวสูงขึ้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่สิ่งที่ผู้บริหารองค์กรกระทำได้ คือ ต้องทำความเข้าใจ วิเคราะห์ และหาทางรับมือด้วยการปรับองค์กรให้มีความสามารถเพื่อรองรับปัญหาดังกล่าวได้

2.1.1 ความเป็นมาของระบบการผลิตแบบลีน (Historical of Lean Manufacturing)

ระบบการผลิตแบบลีน กำเนิดขึ้นในอุตสาหกรรมผลิตยานยนต์ กล่าวกันว่าในอดีตการผลิตสินค้าต่าง ๆ รวมทั้งรถยนต์มีลักษณะหัตถกรรมหรืองานฝีมือ (Craft/Hand Made Production) ไม่มีสายการผลิต ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิตโดยอาศัยทักษะความชำนาญของพนักงานเป็นหลัก ดังนั้นจึงมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง แต่ก็สามารถผลิตสินค้าได้หลากหลายชนิดตาม ความต้องการของลูกค้า ต่อมาในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 เฮนรี่ ฟอร์ด ผู้ก่อตั้งบริษัทฟอร์ดมอเตอร์ ได้นำเสนอแนวคิดใหม่ในการผลิต โดยพัฒนาสายการผลิตที่ทำงานอย่างต่อเนื่องคล้ายการไหลของน้ำ ฟอร์ดมองว่าอุปสรรคใด ๆ ที่ขัดขวางการเคลื่อนไหวในกระบวนการผลิตเป็นความสูญเสียที่ต้องกำจัดออกไป เขาจึงนำนวัตกรรมสายพานลำเลียงเข้ามาใช้ในกระบวนการประกอบรถยนต์ พร้อมทั้งเลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่สามารถเปลี่ยนทดแทนกันได้ ทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้นและลดเวลาในการผลิตลงอย่างเห็นได้ชัด ด้วยวิธีดังกล่าว ทำให้ชิ้นส่วนและวัตถุดิบได้รับการผลิตและส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป โดยไม่มีการพิจารณาถึงความต้องการเช่นเดียวกับการผลิตสินค้าสำเร็จรูป ระบบดังกล่าวจึงถูกเรียกว่า ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ (Mass Production) คือ ผลิตแบบปริมาณมาก รุ่นการผลิตมีขนาดใหญ่ เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยให้ต่ำ โดยเฉพาะต้นทุนทางอ้อม

ระบบการผลิตของฟอร์ดได้รับความสำเร็จอย่างล้นหลาม จนมีคำกล่าวว่าในยุคนั้นแทบทุกคนในอเมริกาต่างรู้จักรถยนต์ฟอร์ด โมเดลที (Model T Ford) ซึ่งเป็นรุ่นที่ได้รับความนิยมสูงและมียอดการผลิตและจำหน่ายจำนวนมาก แม้ว่ารถรุ่นนี้จะมีให้เลือกเพียงสีดำเท่านั้น แต่เนื่องจากในขณะนั้นตลาดยังอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ผลิต มีจำนวนผู้ผลิตรถยนต์เพียงไม่กี่ราย ขณะที่ความต้องการของผู้บริโภคมีอยู่มาก ทำให้รถที่ผลิตออกมาไม่เคยมีเหลือค้างสต็อก หลายปีหลังจากความสำเร็จของ

บริษัทฟอร์ด อิจิ โทโยดะ (Eiji Toyoda) และไทอิจิ โอโนะ (Taiichi Ohno) ผู้บริหารของโตโยต้าได้พยายามนำแนวคิดการผลิตของฟอร์ดมาปรับปรุงเพื่อใช้กับระบบการผลิตของโตโยต้าที่ญี่ปุ่น อย่างไรก็ตาม พวกเขาพบว่าบริบทของญี่ปุ่นในช่วงเวลานั้นยังไม่เหมาะสม เนื่องจากประเทศอยู่ในช่วงสงครามและเผชิญกับการขาดแคลนทรัพยากรและเงินทุน ทำให้ไม่สามารถลงทุนในระบบการผลิตที่เน้นปริมาณตามแบบฟอร์ดได้

ด้วยเหตุนี้ อิจิและไทอิจิ จึงร่วมมือกับทีมงานโตโยต้าพัฒนาระบบการผลิตของตนเอง โดยเริ่มจากการแก้ปัญหาที่พบในกระบวนการปฏิบัติงานจริง พวกเขาได้นำข้อเสนอแนะจากพนักงานมาทดลองและปรับปรุงการทำงาน พร้อมทั้งนำแนวคิดจากระบบซุปเปอร์มาร์เก็ตหรือระบบดึง (Pull System) มาประยุกต์ใช้ จนกลายมาเป็นระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) หรือที่รู้จักกันในชื่อ ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time Production System: JIT) หลักการสำคัญของระบบนี้คือ การผลิตเฉพาะสินค้าหรือชิ้นส่วนที่จำเป็น ตามปริมาณและเวลาที่มีความต้องการ โดยมุ่งเน้นการกำจัดความสูญเปล่า (Waste/Muda) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานให้หมดไป มีดังนี้

1. ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป (Over Production Waste)
2. ความสูญเสียจากการขนส่ง (Transportation Waste)
3. ความสูญเสียจากการรอคอย (Waiting Waste)
4. ความสูญเสียจากสินค้าคงคลัง (Inventory Waste)
5. ความสูญเสียจากผลิตภัณฑ์บกพร่อง (Defects Waste)
6. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion Waste)
7. ความสูญเสียจากกระบวนการมากเกินไป (Over Processing Waste)

2.1.2 พื้นฐานระบบการผลิตแบบลีน

คำว่า “ลีน” (Lean) หมายถึง “ผอมหรือบาง” ในแง่บวก หากเปรียบเทียบกับคน หมายถึงบุคคลที่มีร่างกายสมส่วน ปราศจากไขมันส่วนเกิน แข็งแรง และกระฉับกระเฉง แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับองค์กร หมายถึงองค์กรที่ดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่มีความสูญเปล่าในทุกกระบวนการ สามารถปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว และตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าคู่แข่ง องค์กรที่มีคุณสมบัติเช่นนี้เรียกว่า วิสาหกิจแบบลีน หรือ วิสาหกิจที่กระชับ ตามเกณฑ์รางวัลคุณภาพแห่งชาติ แนวคิด “ลีน” เป็นเครื่องมือการจัดการที่มุ่งพัฒนาความสามารถขององค์กร โดยเน้นการสร้างคุณค่าในสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า พร้อมกับการลดความสูญเสียในกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ผลลัพธ์ที่ได้คือการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มกำไร และประสบความสำเร็จในเชิงธุรกิจ ทั้งยังคงรักษาคุณภาพของสินค้าหรือบริการให้อยู่ในระดับสูง

ลักษณะของการผลิตแบบ Lean

1. มีของเสียน้อย
2. Lead Time ในการผลิตสั้น
3. รุ่นการผลิตมีขนาดเล็กลง
4. วัสดุคงคลังมีปริมาณน้อย
5. ผู้รับช่วงการผลิตมีจำนวนน้อยราย แต่เชื่อถือได้มาก
6. มีสายการผลิตที่เฉพาะซึ่งมีขนาดเล็กกว่า
7. ความถี่ในการเปลี่ยนแผนการผลิตต่ำกว่า
8. ลดจำนวนการเกิดสภาพคอขวด
9. ใช้พนักงานจำนวนน้อย แต่มีความชำนาญสูงกว่า
10. เครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ มีความยืดหยุ่นมากกว่า

ระบบการผลิตแบบลีนสามารถเปรียบเทียบได้กับการก่อสร้างอาคาร ซึ่งเริ่มต้นจากการวางรากฐานด้วย แนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Thinking) พนักงานทุกคนในองค์กรต้องตระหนักถึงความสูญเสีย และแยกแยะงานที่เพิ่มคุณค่ากับงานที่ไม่เพิ่มคุณค่า ก่อนที่จะนำเครื่องมือพื้นฐานมาใช้ เช่น การวิเคราะห์ระบบด้วยแผนภาพสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping) และการจัดการความเปลี่ยนแปลงผ่านไคเซ็น (Kaizen) และนวัตกรรม (Kaikaku/Innovation) เครื่องมือเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นพื้นฐานของอาคาร หากพื้นฐานแข็งแรง อาคารก็จะมั่นคงตามไปด้วยเสาของอาคารในที่นี้เปรียบได้กับเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการลดหรือกำจัดสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการ รวมถึงการมุ่งเน้นการสร้างคุณค่าในกระบวนการผลิต เมื่อเสาแต่ละต้นแข็งแรง อาคารที่สร้างขึ้นก็จะเป็นองค์กรที่ดำเนินงานตามแนวทางลีน หรือที่เรียกว่า วิสาหกิจแบบลีน ดังแสดงในภาพที่ 2-1

ภาพที่ 2-1 ส่วนประกอบของระบบการผลิตแบบลีน (เกียรติขร โฆมานะสิน, ระบบการผลิตแบบลีน)

อย่างไรก็ตาม สำหรับวิสาหกิจแบบลีนที่เน้นการกำจัดและลดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้มากที่สุดนั้นพบว่ากลับมีผลการดำเนินงานที่ดีเนื่องจาก

1. ยอดขายสินค้าเพิ่มขึ้น
2. ระดับการจัดเก็บวัสดุคงคลังลดลง
3. พื้นที่ที่ใช้สำหรับจัดเก็บวัสดุคงคลังลดลง
4. เวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าลดลง ผลผลิตเพิ่มขึ้น
5. ต้นทุนการผลิตสินค้าต่อหน่วยลดลง

การผลิตแบบลีนมีต้นกำเนิดจากอุตสาหกรรมยานยนต์ แต่ได้รับการประยุกต์ใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรมทั่วโลกด้วยหลักการสำคัญคือ การวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต และการเพิ่มคุณค่าในทุกขั้นตอน เพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพสูง ต้นทุนต่ำ และผลิตได้รวดเร็ว องค์กรที่นำระบบลีนมาใช้แสดงถึงความสามารถในการจัดการกระบวนการอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ดำเนินงานได้อย่างมั่นคงในปัจจุบันและอนาคต ดังที่บริษัทโตโยต้าและองค์กรชั้นนำอื่น ๆ ได้พิสูจน์แล้ว Kilpatrick (2003) ระบุว่าประโยชน์ของลีนแบ่งออกเป็น 3 ด้านหลัก ได้แก่ การปฏิบัติการ (Operations) การบริหารจัดการ (Administrative) และการปรับปรุงเชิงกลยุทธ์ (Strategic Improvement) แม้ว่าหลายองค์กรจะมุ่งเน้นใช้ลีนในการปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงานเป็นหลัก แต่ความจริงแล้วลีนยังมีประโยชน์ต่อการบริหารจัดการและการพัฒนาเชิงกลยุทธ์อีกด้วย ดังต่อไปนี้

1. ด้านการปฏิบัติการจากการสำรวจของ NIST Manufacturing Extension Partnership จาก 40 บริษัท ที่นำวิธีของ Lean ไปปฏิบัติใช้ พบว่า Lead Time ลดลงได้ร้อยละ 90 Productivity เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 Work in Process Inventory ลดลงร้อยละ 80 คุณภาพดีขึ้นร้อยละ 80 การใช้พื้นที่ลดลงร้อยละ 75

2. ด้านการบริหารจัดการมีการปรับปรุงหลายด้าน เช่นการลดข้อผิดพลาดในกระบวนการสั่งซื้อ การทำให้เส้นทางการให้บริการลูกค้าเชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตมากขึ้น การลดการใช้กระดาษในสำนักงานรวมถึงการลดความต้องการในการจ้างพนักงานเพิ่มเติม โดยเพิ่มประสิทธิภาพให้พนักงานที่มีอยู่สามารถรับคำสั่งซื้อได้มากขึ้นการนำขั้นตอนที่ไม่สำคัญไปให้บริษัทภายนอก (Out-Sourcing) ช่วยลดอัตราการลาออกของพนักงาน (Turnover) ส่งผลให้ต้นทุนการจ้างงานลดลง การสร้างมาตรฐานการทำงานยังช่วยให้มั่นใจได้ว่าพนักงานที่ผ่านการทดลองงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามมาตรฐาน

3. ด้านการปรับปรุงเชิงกลยุทธ์จากการนำระบบลีนมาใช้มีตัวอย่างจากบริษัทผลิตอุปกรณ์การแพทย์ที่สามารถลดระยะเวลาจัดส่งจาก 14 วันเหลือเพียง 4 วัน โดยมีสินค้าคงคลังพร้อมส่ง

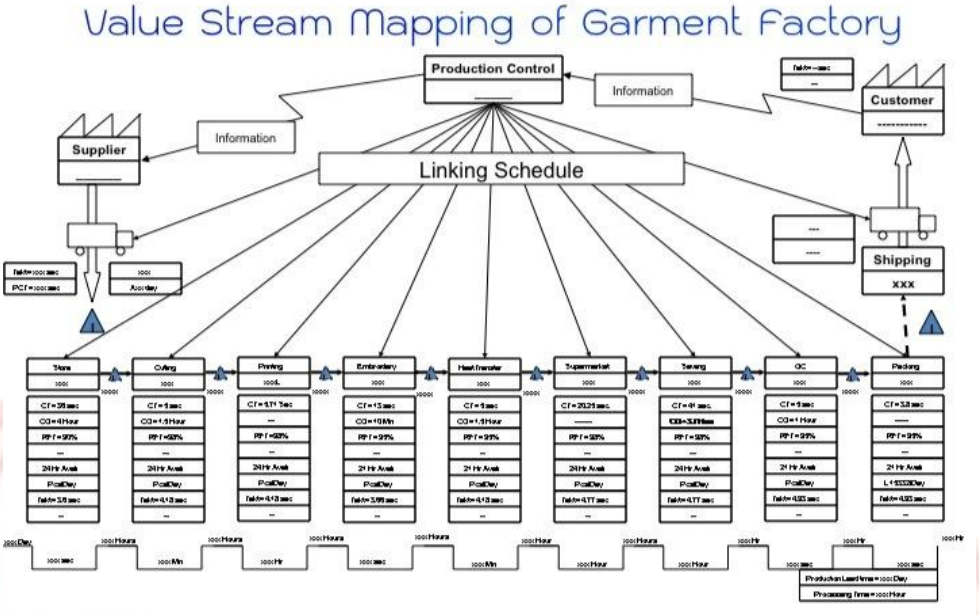
อย่างน้อย 7 วัน ทำให้บริษัทสามารถโฆษณารับประกันการจัดส่งสินค้าภายใน 10 วันได้หากลูกค้าต้องการสินค้าภายใน 7 วันหรือน้อยกว่านั้นสามารถเลือกสั่งซื้อแบบพิเศษได้โดยมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมร้อยละ 10 ของราคาสินค้าผลลัพธ์คือ บริษัทมียอดลูกค้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และลูกค้าปัจจุบันยินดีสั่งซื้อแบบพิเศษเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 ส่งผลให้กำไรของบริษัทเพิ่มขึ้นร้อยละ 40 โดยไม่ต้องเพิ่มจำนวนพนักงาน และไม่มีการเพิ่มค่าใช้จ่ายด้านบริหาร (Overhead Cost) นอกจากนี้การวางบิลที่รวดเร็วขึ้น 11 วันยังช่วยให้กระแสเงินสด (Cash Flow) ของบริษัทดีขึ้นอย่างมาก

2.1.3 หลักการระบบการผลิตแบบลีน (ไกรสร สุขแก้ว 2552: 6-9)

Jim Womack ได้นำเสนอแนวคิดของระบบนี้ในหนังสือ Machine that Changed the World และให้หลักการในการนำไปใช้ไว้ 5 ประการ ดังนี้

2.1.3.1 คุณค่า (Value) ในการผลิตแบบลีนหมายถึงการเข้าใจอย่างชัดเจนว่าลูกค้าต้องการอะไรและผลิตสินค้าที่ตอบสนองความต้องการนั้น หากผลิตสิ่งที่ไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้าจะถือว่าเป็นความสูญเปล่าการสร้างกระบวนการที่ปราศจากความสูญเปล่า (Waste Free) จำเป็นต้องดำเนินการอย่างถูกต้อง ซึ่งต้องใช้เวลาและความพยายามในการกำหนดคุณค่าอย่างแม่นยำ ความสูญเปล่าประเภทหนึ่งที่เรียกว่า Muda เกิดจากการผลิตสินค้าที่ลูกค้าไม่ต้องการบริษัทที่ใช้ระบบการผลิตแบบลีนจะมุ่งเน้นการระบุคุณค่าที่แท้จริงของสินค้าและสร้างสินค้าให้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างถูกต้องอีกทั้งยังช่วยให้ลูกค้าเข้าใจสิ่งที่ต้องการอย่างแท้จริงโดยนอกจากการผลิตสินค้าแล้วยังมีการปรับปรุงทั้งในด้านการบริหารองค์กรการพัฒนาพนักงานและการวางแผนการผลิตเพื่อให้กระบวนการทั้งหมดมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.3.2 แผนภาพการไหลของคุณค่า (Value Stream Mapping - VSM) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสดงภาพกระบวนการผลิตโดยแสดงให้เห็นการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์ เพื่อระบุและกำจัดขั้นตอนที่ไม่เพิ่มมูลค่าออกไป Value Stream หมายถึงกิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าซึ่งครอบคลุมทั้งกิจกรรมที่เพิ่มมูลค่าและกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าการทำ Value Stream Mapping จึงเป็นการวาดแผนภาพเพื่อแสดงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลในกระบวนการผลิตต่าง ๆ เพื่อให้สามารถมองเห็นและปรับปรุงกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเน้นการเพิ่มคุณค่าและลดความสูญเปล่าในกระบวนการ ดังแสดงในรูปภาพที่ 2-2 แผนภาพ Value Stream Mapping



ภาพที่ 2-2 แผนภาพ Value Stream Mapping (Lean Mind, https://www.bloggang.com)

2.1.3.3 การไหล (Flow) หมายถึงการที่ผลิตภัณฑ์เคลื่อนผ่านกระบวนการเพิ่มคุณค่าอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอโดยไม่เกิดการหยุดชะงักหรือต้องรอคอยซึ่งจะช่วยลดระดับสินค้าคงคลังให้เป็นศูนย์ การไหลแบบต่อเนื่องนี้ส่งผลให้ช่วงเวลานำ (Lead Time) สั้นลงทำให้สามารถปรับเปลี่ยนจากการผลิตเพื่อสต็อก (Make-to-Stock) มาเป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make-to-Order) และช่วยให้การผลิตสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าป้องกันการผลิตมากเกินไปซึ่งเป็นการสูญเปล่า การไหลอย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องรอคอยยังนำไปสู่การลดระดับสินค้าคงคลังและลดการสูญเสียจากการเก็บสต็อก นอกจากนี้การปรับการผลิตให้เหมาะสมช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในกระบวนการทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ได้ง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.1.3.4 การดึง (Pull) คือการผลิตสินค้าตามปริมาณและเวลาที่ลูกค้าต้องการโดยมีเป้าหมายเพื่อลดสินค้าคงคลังตามแนวคิดลีนซึ่งมองว่าสินค้าคงคลังหรือวัสดุคงคลังเป็นความสูญเปล่าการผลิตสินค้าที่ไม่สามารถขายได้จึงถือเป็นการสูญเปล่าด้วยเช่นกัน ดังนั้นการผลิตควรตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าโดยผลิตสินค้าเท่าที่จำเป็นในช่วงเวลาที่เหมาะสมหลักการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time) มุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างปริมาณการผลิตและความต้องการของลูกค้าเพื่อขจัดความสูญเปล่าจากการผลิตเกิน อย่างไรก็ตามความต้องการของลูกค้ามักเปลี่ยนแปลงจึงต้องใช้เครื่องมืออย่าง Takt Time เพื่อช่วยปรับสมดุลของกระบวนการผลิตซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการกำจัดความสูญเปล่าและลดวัสดุคงคลังส่วนเกิน

2.1.3.5 ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) คือการเพิ่มคุณค่าให้ได้สูงสุดโดยการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) องค์ประกอบ 3 ประการที่แนวคิดแบบลีนมุ่งเน้นคือ

2.1.3.5.1 บรรลุถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์และกิจกรรมในกระบวนการผลิตซึ่งมีคุณลักษณะและเป็นกระบวนการเพิ่มคุณค่าในสายตาลูกค้า

2.1.3.5.2 การวางโครงสร้างระบบการไหลอย่างต่อเนื่องระบบคงคลังเป็นศูนย์การผลิตทันเวลาพอดีของเสียเป็นศูนย์

2.1.3.5.3 ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) หมายถึงการเพิ่มคุณค่าให้มากที่สุดผ่านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง หรือที่เรียกว่า Kaizen โดยกระบวนการประเมินผลต้องนำไปสู่การปรับปรุงได้จริง ในการดำเนินงานและการให้บริการควรให้ความสำคัญกับการปรับปรุงที่สามารถทำได้อย่างต่อเนื่อง การวัดประสิทธิภาพสามารถใช้เครื่องมืออย่าง Benchmarking และ Balance Scorecard เพื่อติดตามและประเมินผลลัพธ์ นอกจากนี้การทำงานเป็นทีมและการสังเกตความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมยังเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสนับสนุนการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

สรุป

หลักการทั้ง 5 ของระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) มุ่งเน้นการผลิตสินค้าหรือบริการที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจในกระบวนการผลิตอย่างละเอียดและระบุความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนจากนั้นจึงกำจัดความสูญเปล่าเหล่านั้นอย่างต่อเนื่องความสูญเปล่าหลักในระบบลีนมีทั้งหมด 7 ประเภท ซึ่งเป็นปัจจัยที่ระบบมุ่งเน้นในการแก้ไขเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตดังนี้

1. การผลิตที่มากเกินไป (Overproduction) หมายถึงการผลิตเกินความต้องการของลูกค้าไม่ว่าจะเป็นการผลิตสินค้าสำรอง (Safety Stock) งานระหว่างกระบวนการ (Work In Process) หรือสินค้าคงคลังส่วนเกินการผลิตเช่นนี้ทำให้ทรัพยากร เช่น แรงงานและวัตถุดิบถูกใช้อย่างไม่จำเป็น โดยไม่ได้ตอบสนองต่อความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

2. การรอคอย (Waiting) หมายถึงการหยุดชะงักหรือการรอในทุกแง่มุมไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบข้อมูล อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ระบบลีนมุ่งเน้นให้การผลิตและบริการเป็นแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time) โดยไม่ให้เกิดการส่งมอบที่เร็วหรือช้ากว่าเวลาที่กำหนดเพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอในกระบวนการ

3. การขนส่ง (Transportation) หมายถึงการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบไปยังตำแหน่งที่ต้องการใช้งานซึ่งรวมถึงการขนส่งจากผู้จัดหามายังพื้นที่รับสินค้าผ่านกระบวนการผลิตและส่งต่อไปยังคลังสินค้า

รวมถึงการขนส่งชิ้นส่วนภายในสายการผลิตระบบลีนมุ่งเน้นให้การขนส่งมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยวัตถุดิบควรถูกส่งตรงจากผู้จัดหาสู่สายการผลิตทันทีเพื่อลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น

4. กระบวนการที่ไม่สร้างคุณค่า (Non-Value-Added Processing) คือขั้นตอนที่ไม่ได้เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์หรือบริการเช่น การทำงานที่ต้องแก้ไขใหม่ (Reworking) เมื่อผลิตภัณฑ์หรือบริการไม่สมบูรณ์ในครั้งแรกการผลิตชิ้นส่วนที่พร้อมใช้งานแต่ยังไม่สามารถนำไปประกอบได้ (Debarring) หรือการตรวจสอบชิ้นส่วน (Inspecting) ซึ่งในระบบลีนจะใช้วิธีการควบคุมคุณภาพทางสถิติ (Statistical Process Control) เพื่อให้จำนวนการตรวจสอบลดลงหรือหมดไป

5. สินค้าคงคลังส่วนเกิน (Excess Inventory) ประกอบด้วยวัตถุดิบงานระหว่างกระบวนการและสินค้าสำเร็จรูป ทั้งหมดนี้เชื่อมโยงกับการผลิตที่มากเกินความต้องการ (Overproduction) ซึ่งทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตเนื่องจากการมีสินค้าคงคลังส่วนเกินเป็นการใช้ทรัพยากรโดยไม่จำเป็น

6. ของเสีย (Defects) หรือข้อผิดพลาดในการบริการส่งผลให้เกิดการสูญเปล่าทรัพยากรใน 4 ด้าน ได้แก่ วัตถุดิบที่สูญเปล่าแรงงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตหรือบริการที่ไม่สำเร็จตั้งแต่ครั้งแรก แรงงานที่ต้องทำงานซ้ำและแรงงานที่ต้องรับมือกับข้อร้องเรียนจากลูกค้าที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดเหล่านี้ ทั้งหมดนี้นำไปสู่ความสูญเสียในกระบวนการและทรัพยากร

7. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Excess Motion) เกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น เส้นทางการไหลของงานที่ไม่เหมาะสมการจัดผังโรงงานที่ไม่ดีการดูแลสถานที่ทำงานที่ไม่เป็นระเบียบหรือวิธีการทำงานที่ขัดแย้งกัน โดยไม่มีเอกสารหรือขั้นตอนที่ชัดเจนในการปฏิบัติงานส่งผลให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เกินความจำเป็น

ตารางที่ 2-1 ระดับของความสูญเปล่า

ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3
ความสูญเปล่าเบื้องต้น	ความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการและวิธีการ	ความสูญเปล่าเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการ
- ในระหว่างการทำงาน - ผังโรงงานไม่ดี - ชิ้นงานไม่เป็นที่ยอมรับ - ส่งชิ้นงานกลับคืน - แก้ไขงาน - ผลิตภัณฑ์ได้รับความเสียหาย - ขนาดของบรรจุภัณฑ์ - ขนาดของรุ่นการผลิต - แสงสว่างไม่เพียงพอ - อุปกรณ์ไม่สะอาด - ไม่มีการจัดส่งวัสดุไปยังจุดใช้งาน	- ใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรนาน - ออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานไม่ดี - ไม่มีการซ่อมบำรุง - การเก็บสินค้าชั่วคราว - มีปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ - วิธีการปฏิบัติงานไม่ปลอดภัย	- การก้มและการเอื้อม - มีความซ้ำซ้อนในการส่ง - มีการเดินมากเกินไป - ต้องมองหาวัตถุดิบ - งานเอกสาร - ความรวดเร็วและการป้อนวัตถุดิบ - ไม่มีมาตรฐานปฏิบัติงาน (SOP)

(Tapping don 2550, มุ่งสู่ลีน ด้วยการจัดการสารธารคุณค่าแปลโดย ดร.วิทยา สุหฤทดำรง, ยุพา กลอนกลาง และสุนทร ศรีลังกา) ระดับของความสูญเปล่า

หลักการหนึ่งของการผลิตแบบลีนคือ การระบุและเน้นไปที่คุณค่าและการกำหนดสายธารคุณค่ามุมมองของการผลิตแบบลีนคือ การพิจารณากิจกรรมไปตลอดสายของกระบวนการผลิตโดยจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ลักษณะ

1. กิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่า (Value Added Activity: VA) ในมุมมองของลูกค้าขั้นสุดท้าย คือกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์หรือบริการคิดเป็นร้อยละ 5 ของกิจกรรมทั้งหมด

2. กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Non-Value-Added Activity: NVA) คือกิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์หรือบริการกิจกรรมที่ไม่มีความจำเป็นต่อกระบวนการคิดเป็นร้อยละ 60 ของกิจกรรมทั้งหมด

3. กิจกรรมที่มีความจำเป็นแต่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Necessary Non-Value Added: NNVA) คือ กิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์หรือบริการแต่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการมุ่งกำจัดกระบวนการหรือกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าสำหรับ

วัตถุดิบ: งานซ่อม สินค้าคงเหลือที่ไม่จำเป็นต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

แรงงาน: การขาดงาน การทำงานที่ขาดประสิทธิภาพ

เงินทุน: การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรหรือทรัพยากรไม่คุ้มค่า

พลังงาน: การสิ้นเปลืองพลังงาน แหล่งพลังงานไม่เพียงพอ

สิ่งต่าง ๆ ที่สนับสนุนการผลิตผังโรงงานที่ขาดประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ไม่คุ้มค่า

ตารางที่ 2-2 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบการผลิต

ปรัชญาการผลิต	ระบบการผลิต	ความสูญเสียจาก	ข้อดี	ข้อเสีย
สร้างความได้เปรียบด้วยขนาดของการผลิต (Economy of Scale)	การผลิตคราวละมาก ๆ	การผลิตมากเกินไป การเก็บสต็อกมากเกินไป งานระหว่างกระบวนการ	ต้นทุนต่อหน่วยต่ำ การวางแผนและควบคุมการผลิตทำได้ง่าย มีการใช้ประโยชน์สูงสุดจากเครื่องจักรและอุปกรณ์	เกิดต้นทุนแฝงเนื่องจากความสูญเสียประเภทต่าง ๆ ไม่มีความยืดหยุ่นเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลง ล่าช้าต่อการแก้ปัญหา
สร้างความได้เปรียบโดยการกำจัดความสูญเสีย (Waste free Production)	การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time)	การเปลี่ยนรุ่นการผลิต อัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรอุปกรณ์	ไม่มีต้นทุนจมกับของคงคลัง มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับกระบวนการได้ง่าย สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที	มีความยุ่งยากในการวางแผนและควบคุมการผลิต ต้องการความร่วมมือจากผู้ผลิตจากภายนอก ต้องสร้างแรงงานแบบหลายทักษะ

(อรอุมา กอสนาน: ปรัชญาและระบบการผลิต)

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ปรัชญาการผลิต	ระบบการผลิต	ความสูญเสียจาก	ข้อดี	ข้อเสีย
	การผลิตแบบ Lean (Lean Production)	การเปลี่ยนรุ่นการผลิต อัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรอุปกรณ์	ไม่มีต้นทุนจมกับของคงคลัง มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับกระบวนการได้ง่าย สามาแก้ปัญหาได้ทันท่วงที	มีความยุ่งยากในการวางแผนและควบคุมการผลิต ต้องการความร่วมมือจากผู้ผลิตจากภายนอก ต้องสร้างแรงงานแบบหลายทักษะ

(อรอุมา กอสนาน: ปรัชญาและระบบการผลิต)

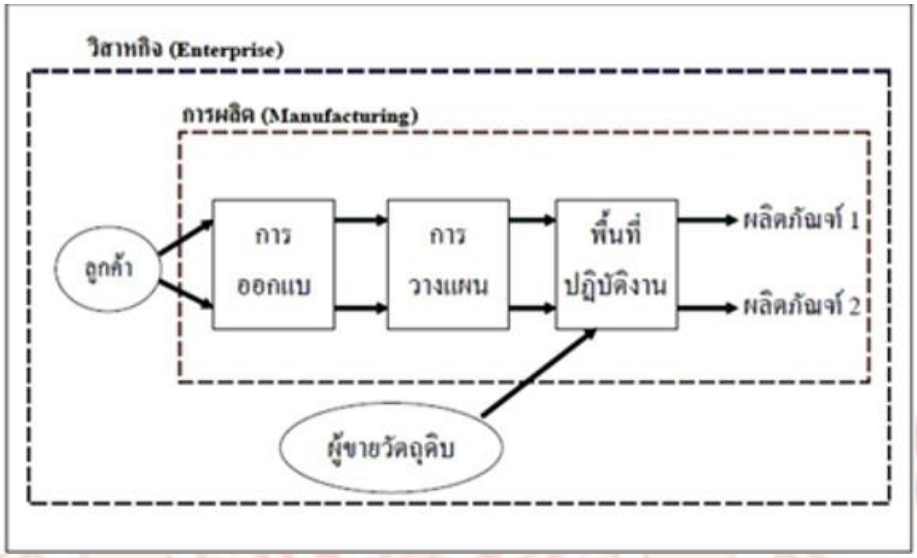
2.1.4 มุมมองแบบลีน: นิยาม (ปานจิต แก้วคำแพง 2549:8)

National Institute of Standards and Technology Manufacturing Extension Partnership (NIST-MEP) ให้คำจำกัดความระบบการผลิตแบบลีนว่าเป็นระบบที่เน้นการระบุและลดความสูญเปล่าในกระบวนการต่าง ๆ พร้อมกับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยทำให้การไหลของผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า เพื่อให้สามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าได้อย่างเต็มที่ (Spann et al., 1997)

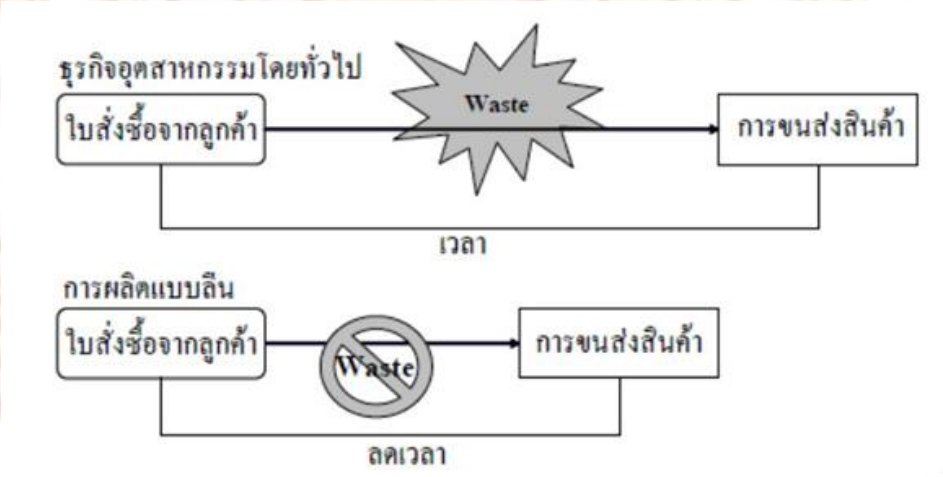
American Society for Quality (ASQ) ได้ให้คำจำกัดความของระบบการผลิตแบบลีนว่าเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นการกำจัดของเสียทั้งหมดในกระบวนการผลิตโดยหลักการของลีนรวมถึงการลดเวลารอคอยให้เป็นศูนย์ (Zero Waiting Time) การลดสินค้าคงคลังให้เป็นศูนย์ (Zero Inventory) การปรับปรุงตารางการผลิต การใช้ระบบดึงตามความต้องการของลูกค้าแทนการผลักการลดขนาดกลุ่มผลิตภัณฑ์ การปรับสมดุลการผลิต และการลดเวลาการผลิตจริง (Cutting Actual Process Times) (Monden, 1998)

Production System Design Laboratory แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (MIT) ได้ให้คำจำกัดความของการผลิตแบบลีนว่า เป็นการกำจัดความสูญเปล่าในทุกส่วนของกระบวนการผลิตครอบคลุมทั้งการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า การออกแบบผลิตภัณฑ์ การเชื่อมโยงกับซัพพลายเออร์และการบริหารจัดการภายในโรงงาน (Feld, 2001) ดังแสดงในรูปที่ 2-3 แสดงผังลักษณะมุมมองแบบลีน (Allen et al, 2001)

William G. Nickels et al. (2002) อธิบายว่าการผลิตแบบลีน คือการผลิตสินค้าที่มุ่งใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการผลิตในระบบจำนวนมาก (Mass Production) ดังแสดงในรูปที่ 2-4 แสดงผังแนวคิดการผลิตแบบลีน (Allen et al, 2001)



ภาพที่ 2-3 แสดงผังลักษณะมุมมองแบบลีน (Allen et al, 2001)



ภาพที่ 2-4 แสดงผังแนวคิดการผลิตแบบลีน (Allen et al, 2001)

2.1.5 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน (ชนะชัย อุทวราพงศ์, 2551: 11-16)

เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตแบบลีนซึ่งได้พัฒนา Toolkit ของการผลิตแบบลีนรวบรวมเครื่องมือไว้ทั้งหมด 27 ชนิดและจำแนกเครื่องมือออกเป็น 4 ประเภทตามผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือนั้น ๆ คือ

1. เครื่องมือปรับปรุงอัตราการไหล (Flow) ได้แก่ Pull Production Scheduling หรือ Kan ban, One Piece Flow, 5S, Standard Work, Method Sheet, Visual Control, Total Preventive Maintenance, Reliability Maintenance, Preventive Maintenance, Predictive Maintenance

2. เครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ (Flexibility) ได้แก่ Set-up Reduction, Mixed Model Production, Smoothed Production, Cross Trained Workforce

3. เครื่องมือที่ลดเวลาในการทำงาน (Throughput Rate) ได้แก่ Flow Cell, Point of Used Storage, Automation, Mistake Proofing, Self-Check Inspection, Successive Check Inspection, Line Stop

4. เครื่องมือที่ใช้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ได้แก่ Kaizen, Design of Experiment, Root Cause Analysis, Statistical Process Control, Team-Based Problem Solving

คำนิยามและวิธีการใช้เครื่องมือของลีน มีดังต่อไปนี้.

1. 5S เป็นวิธีปฏิบัติในการดูแลและจัดการพื้นที่ทำงานตามหลักการลีน โดยเน้นการทำความสะอาด การจัดระเบียบและการจัดพื้นที่ให้เป็นระบบเป้าหมายหลักคือการสร้างความโปร่งใสในกระบวนการ การจัดการองค์กรที่มีประสิทธิภาพ ความสะอาดและการสร้างมาตรฐานในการทำงาน รวมถึงการรักษาระเบียบวินัยที่จำเป็นเพื่อให้การทำงานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพประกอบไปด้วย

ส.1 สะสาง แยกสิ่งของที่ต้องการและไม่ต้องการออกจากกันและกำจัดสิ่งของที่ไม่ต้องการนั้นออกไปจากสถานที่นั้น ๆ

ส.2 สะดวก จัดสิ่งของที่จำเป็นเหล่านั้นให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้อย่างง่ายและมีประสิทธิภาพ

ส.3 สะอาด จัดสถานที่ทำงานให้ปราศจากสิ่งสกปรก

ส.4 สุขลักษณะ ดำรงสภาพของ สะสาง สะดวก สะอาด อยู่ตลอดเวลา

ส.5 สร้างเสริมลักษณะนิสัย ปลูกฝังสิ่งเหล่านี้ให้อยู่ในนิสัยประพฤติอย่างถูกต้องตามกฎระเบียบวินัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ 5S ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในหลายด้าน เช่น การลดเวลาทำงาน ลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุ ลดเวลาในการเปลี่ยนเครื่องจักรหรือการ Chang Over พนักงานสามารถมุ่งเน้นกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าได้มากขึ้น และยังส่งเสริมให้พนักงานมีส่วนร่วมในการปรับปรุงกระบวนการทำงานมากยิ่งขึ้น

2. การลดเวลาของการเปลี่ยนงาน (Set-up Reduction) ซึ่งหมายถึงการจัดเตรียมความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์ในการผลิตเพื่อลดเวลาการจัดแต่งเครื่องจักรในกรณีที่ต้องเปลี่ยนการผลิตจากผลิตภัณฑ์หนึ่งไปสู่อีกผลิตภัณฑ์หนึ่งให้ใช้เวลาน้อยที่สุด

3. การผลิตตามเวลามาตรฐาน (Produce to Takt Time) คือการปรับสมดุลการทำงาน โดยทำให้ระยะเวลาการทำงานต่อรอบ (Cycle Time) สอดคล้องกับ Takt Time ซึ่งคำนวณจากการหารเวลาทำงานสุทธิกับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิต Takt Time แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการผลิตงาน 1 ชิ้นให้เสร็จตามที่ลูกค้าต้องการ โดยพิจารณาจากปริมาณความต้องการของลูกค้า (Customer Demand) และเวลาทำงานที่มีอยู่ (Available Time)

Takt Time ทำหน้าที่กำหนดจังหวะของการทำงานมาตรฐาน (Standard Work) โดยรอบเวลาของผู้ปฏิบัติงาน (Operator Cycle Time) คือเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตงาน 1 ชิ้น ซึ่งรวมถึงการเดิน การติดตั้งงาน/ปลดงาน (Load/Unload) และการตรวจสอบรอบเวลาของเครื่องจักรหมายถึงช่วงเวลาตั้งแต่การกดปุ่มเปิดเครื่องจนเครื่องจักรกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น

Takt Time เป็นอัตราส่วนระหว่างเวลาทำงานในแต่ละวันกับความต้องการของลูกค้าในวันนั้น หากความต้องการของลูกค้าหรือเวลาทำงานเปลี่ยนไป Takt Time จะต้องถูกคำนวณใหม่ดังสมการ

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Available Time}}{\text{Customer Demand}} \qquad (2\text{-}1)$$

4. งานมาตรฐาน (Standardized Work) คือการกำหนดกระบวนการที่ชัดเจนและมีขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกันระหว่างแรงงาน คน วัสดุ และเครื่องจักร โดยมุ่งเน้นการสร้างกระบวนการที่สามารถให้ผลลัพธ์ที่ต้องการในราคาต่ำและคุณภาพสูง การใช้ Standardized Work ช่วยสร้างกระบวนการที่มีความชัดเจนและมีการจัดระเบียบอย่างดี ทำให้สามารถลดพื้นที่ไร้ประโยชน์ในโรงงาน ลดจำนวนความต้องการของงานในกระบวนการ (Work-in-Process) เข้าใจเวลานำ (Lead Time) ที่มีผลกระทบต่อ WIP คำนวณความต้องการของพนักงานอย่างเหมาะสม และใช้ Visual Management เพื่อติดตามความก้าวหน้าและจัดการกับความผิดปกติ

5. แบบแสดงวิธีปฏิบัติงาน (Method Sheets) แสดงภาพการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานของงานนั้นรวมถึงการอธิบายวิธีการทำงานที่ถูกต้องเพื่อควบคุมการปฏิบัติงานให้ถูกต้องอยู่เสมอ

6. กลุ่มการผลิต (Flow) สำหรับกระบวนการผลิตหมายถึงการจัดการการไหลของวัสดุและลำดับการผลิตให้สอดคล้องกับ Cycle Time โดยการจัดคน เครื่องจักร และอุปกรณ์ในรูปแบบของเซลล์ (Cell) ซึ่งแต่ละเซลล์จะถูกออกแบบให้มีการทำงานที่สมดุล (Line Balancing) ตาม Cycle Time ในกระบวนการการให้บริการการจัดกลุ่มการผลิตหมายถึงการออกแบบเส้นทางการเดินของลูกค้าและลำดับการรับบริการให้สอดคล้องกับจำนวนเจ้าหน้าที่และ Cycle Time เพื่อให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ

7. การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เป็นองค์ประกอบสำคัญในทฤษฎีการผลิตแบบลีน โดยเน้นการสร้างสถานที่ทำงานที่มีสัญลักษณ์ เครื่องหมาย และสัญญาณสีที่ชัดเจน เพื่อให้สามารถเข้าใจสถานการณ์ในกระบวนการได้อย่างรวดเร็วและรู้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ถูกต้องหรือไม่ควรอยู่ในพื้นที่ปฏิบัติการ Visual Control เช่น โรงงานเสมือน (Visual Factory) ใช้การจัดวาง (Display) และการควบคุมที่สามารถเห็นได้ด้วยตาช่วยให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตามการออกแบบ การใช้เครื่องมือเสมือน (Visual Tool) ร่วมกันช่วยให้การดำเนินงานราบรื่นและปลอดภัย ลดความยุ่งยากในพื้นที่ปฏิบัติงาน (Shop Floor) และสนับสนุนการดำเนินงาน 5S และกิจกรรมการพัฒนาอื่น ๆ Visual Display แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น แผนภูมิผลกำไรของบริษัทหรือกราฟิกที่แสดงมาตรฐานคุณภาพที่ต้องปฏิบัติตามการออกแบบที่มีประสิทธิภาพเกิดจากการประยุกต์ใช้ Lean Manufacturing ซึ่งช่วยให้พนักงานรับรู้ปัญหาได้ทันทีหากกิจกรรมไม่เป็นไปตามสมมติฐาน สัญญาณเสียง (Audio Signal) ในโรงงานยังมีความสำคัญในการแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ และส่งข้อมูลที่มีประโยชน์ก่อนการเปิดเครื่องจักร

8. การไหลทีละชิ้น (One Piece Flow) คือการผลิต ตรวจสอบ และส่งมอบสินค้าทีละชิ้น โดยการตั้งค่า Cycle Time ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาในการผลิตในกรณีของการบริการก็มีการกำหนดระยะเวลาให้บริการให้เหมาะสมกับปริมาณลูกค้าเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการได้ทันเวลา

9. การผลิตแบบผสมรุ่น (Mixed Model Production) คือการผลิตแบบหลาย ๆ โมเดลในสาย การผลิตเดียวกันโดยปรับสัดส่วนการผลิตสินค้าให้เท่าทันความต้องการของลูกค้าที่สั่งเข้ามาผลิตสลับปรับเปลี่ยนกันไปตลอดสายการผลิต

10. Point of Use Material การจัดเตรียมและบริหารพื้นที่ให้สามารถนำมาใช้ได้อย่างสะดวก ลดการเคลื่อนที่หรือขนย้ายวัสดุนอกจากนี้ยังหมายรวมถึงการจัดเก็บอุปกรณ์ในพื้นที่ที่สะดวกต่อการใช้งานด้วย

11. กัมบัง (Kanban) หรือ Pull Scheduling เป็นระบบที่มาจากภาษาญี่ปุ่น ซึ่งหมายถึง “สัญญาณ” และเป็นเครื่องมือพื้นฐานของระบบการผลิตทันเวลาพอดี (Just-In-Time) ใช้ในการเติมเต็มวัสดุและการผลิตให้คงลำดับอย่างมีประสิทธิภาพตลอดกระบวนการระบบ Kanban เป็นกุญแจสำคัญของการผลิตแบบลีน (Lean) โดยใช้สัญญาณที่สามารถมองเห็นได้ง่ายเช่น บัตร (Card) ลูกบอล รถเข็น หรือ ตู้คอนเทนเนอร์ (Container) ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นบัตรที่มีรายละเอียด เช่น ชื่อชิ้นส่วน รายละเอียดลักษณะ และปริมาณ Kanban สามารถใช้ได้ในการไหลของวัสดุ ข้อมูลในโรงงาน การไหลของโครงการ (Project Flow) ในสำนักงานหรือการไหลของวัตถุดิบระหว่างซัพพลายเออร์และลูกค้าประโยชน์ของ Kanban รวมถึงการลดสินค้าคงคลัง การพยากรณ์การไหล

ของวัสดุได้ดีขึ้น การสร้างตารางเวลาได้อย่างง่าย และการสร้างระบบดึงด้วยสายตา (Visual Pull System) ในตำแหน่งการผลิต

12. การฝึกอบรมพนักงานข้ามสายงาน (Cross Trained Force) การฝึกอบรมพนักงานในส่วนที่ไม่ใช่เจ้าหน้าที่เฉพาะด้านให้สามารถทำงานได้หลาย ๆ อย่างเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงานสามารถที่จะรองรับตามความต้องการของลูกค้าได้อย่างทันท่วงทีและสามารถที่จะช่วยไปทำงานในส่วนอื่น ๆ ได้ในหลาย ๆ กิจกรรม

13. เครื่องป้องกันความผิดพลาด (Mistake Proofing) หรือ Poka Yoke เป็นเครื่องมืออย่างง่ายและราคาถูกซึ่งช่วยป้องกันชิ้นส่วนที่เสียหายจากการผลิตไม่ให้ส่งผ่านเข้ามาในกระบวนการ Poka Yoke กำจัดสิ่งไร้ค่าโดยการกำจัดความผิดพลาดเครื่องมือทั่วไปของ Poka Yoke เช่น หมุดนำร่องขนาดต่าง ๆ เครื่องเตือนและเครื่องตรวจหาสิ่งผิดปกติ Limit Switch เครื่องนำและ Checklists

14. การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autonomation) หมายถึงการติดตั้งกลไกหรือตัวรับสัญญาณที่เครื่องจักรเพื่อตรวจสอบว่าชิ้นงานที่ผลิตมีข้อบกพร่องหรือผิดปกติอยู่หรือไม่หากเครื่องจักรตรวจพบความผิดปกติเครื่องจักรจะหยุดทำงานทันทีจุดสำคัญคือการปฏิบัติงานของเครื่องจักรต้องอิสระไม่ต้องมีคนมาคอยควบคุมจุดประสงค์สำคัญของเครื่องมือคือไม่ปล่อยให้มีของเสียผ่านเข้าสู่กระบวนการได้

15. การตรวจสอบด้วยตนเอง (Self-Check Inspection) คือการตรวจสอบความเรียบร้อยของชิ้นงานด้วยตัวพนักงานเองก่อนที่จะส่งชิ้นงานไปสู่ขั้นตอนถัดไปข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตป้องกันไม่ให้เกิดการผลิตของเสียขึ้นมาอีกของเสียคือของเสียที่อาจเข้าสู่กระบวนการได้โดยความไม่ตั้งใจของพนักงาน

16. การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง (Successive Check Inspection) การตรวจสอบชิ้นงานโดยผู้ที่ไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตก่อนที่จะเริ่มกระบวนการขั้นตอนถัดไปและทำการหยุดการผลิตเพื่อแก้ไขหรือปรับปรุงสภาพการผลิตโดยอัตโนมัติเพื่อรับข้อมูลความผิดปกติในขั้นตอนการผลิตการตรวจสอบนี้รวมถึงพนักงานในกระบวนการผลิตถัดไปต้องมีหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงานก่อนจะเริ่มการผลิตในขั้นตอนต่อไป

17. การปรับเรียบการผลิต (Smoothed Production Solving) คือการจัดตารางปฏิบัติงานให้ได้ปริมาณคงที่สม่ำเสมอตามความต้องการหรือตามปริมาณของลูกค้าในกรณีของการบริการก็เช่นการจัดตารางการนัดหมายและการมาของลูกค้าปกติเพื่อสามารถที่จะรองรับลูกค้าได้ทั้งหมดรวมไปถึงการเก็บข้อมูลและการใช้ข้อมูลในอดีตในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าเพื่อที่จะลดความแปรปรวนในกระบวนการ

18. กลุ่มการแก้ปัญหา (Team Based Problem Solving) คือการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยมีการประชุมทีมงานที่เกี่ยวข้องเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาทุกวันหรือเป็นประจำตามการตกลงโดยให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเป็นสำคัญ

19. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) หรือ Kaizen เป็นแนวคิดจากประเทศญี่ปุ่นที่เน้นการปรับปรุงกระบวนการทำงานและสภาพแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง โดยใช้การมีส่วนร่วมจากพนักงานทุกระดับในการแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาการทำงาน จุดเด่นของ Kaizen คือการพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้วยการลงทุนต่ำและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีซับซ้อนเปรียบเทียบกับนวัตกรรม (Innovation) ที่มักต้องการการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่และใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งทำให้ Kaizen เป็นแนวทางที่เหมาะสมในทุกสภาวะเศรษฐกิจ

20. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นกลยุทธ์การซ่อมบำรุงโดยมีแนวคิดในการดูแลรักษาก่อนที่เครื่องจักรจะเสียหาย โดยการดูแลรักษาและตรวจสอบเครื่องมือและชิ้นส่วนต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอตามเวลาที่กำหนดก่อนที่เครื่องมือเครื่องจักรจะเสียหาย

21. การบำรุงรักษาโดยพยากรณ์ (Predictive Maintenance) เป็นกลยุทธ์การซ่อมบำรุงจากการเก็บข้อมูลการใช้งานและความเสียหายตรวจสอบดูว่าเกิดอะไรขึ้นบ้างแล้วคาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไรแล้วดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดปัญหา

22. การบำรุงรักษาอย่างน่าเชื่อถือ (Reliability Centered Maintenance) เป็นกลยุทธ์การซ่อมบำรุงซึ่งต้องมีการทำ Failure Modes and Effects Analysis อย่างละเอียดสำหรับเครื่องมือที่มีความสำคัญเพื่อรับประกันว่าจะไม่เกิดความเสียหาย

23. การบำรุงรักษาแบบทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) เป็นระบบที่เน้นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยให้พนักงานที่ใช้เครื่องจักรมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาด้วยตนเองซึ่งรวมถึงการตรวจสอบเครื่องจักรทุกวันดูแลรักษาตามคู่มือเปลี่ยนอะไหล่ตามกำหนดและสังเกตสิ่งผิดปกติ เป้าหมายหลักของ TPM คือการลดการเสียหายของอุปกรณ์เป็นศูนย์ (Zero Breakdown) ความผิดพลาดจากเครื่องมือเป็นศูนย์ (Zero Defect) และอุบัติเหตุจากการใช้งานเครื่องจักรเป็นศูนย์ (Zero Accident)

24. การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) เป็นเทคนิคในการใช้เครื่องมือทางสถิติในการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบในการทำงาน

25. การวิเคราะห์รากสาเหตุ (Root Cause Analysis) เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาเบื้องต้นโดยการย้อนกลับขึ้นไปหาสาเหตุของปัญหาโดยพยายามเจาะลึกถึงสาเหตุของปัญหาเช่น 5 Whys

26. การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control) เป็นการควบคุมกระบวนการโดยการหาค่าเฉลี่ยของตัวแปรในกระบวนการกำหนดควบคุมเขตจำกัดบนและล่างตรวจสอบตัวแปรและควบคุมกระบวนการให้อยู่ในขอบเขตที่ควบคุมมีเครื่องมืออีกหนึ่งที่อยู่

นอกเหนือเครื่องมือทั้ง 26 ชนิดที่กล่าวข้างต้น ซึ่งไม่ได้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงกระบวนการแต่เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญเครื่องมือหนึ่งเป้าหมายเพื่อแสดงภาพรวมของกระบวนการทั้งหมดเป็นเหมือนแผนที่แสดงกิจกรรมแสดงการไหลของกระบวนการคือ Value Stream Mapping (VSM) การสร้างแผนภาพแสดงกิจกรรมทั้งหมดของกระบวนการด้วยระยะรอบ (Cycle Times) เวลาที่หยุดกระบวนการ (Down Times) วัสดุคงคลังในกระบวนการ (In-Process Inventory) การเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Moves) เส้นทางการไหลของข้อมูล (Information Flow Path) จะช่วยแสดงให้เห็นถึงสถานะ ปัจจุบัน (Current State) ของกิจกรรมในกระบวนการและช่วยแสดงให้เห็นถึงความต้องการในอนาคต (Future Desired State)

2.1.6 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการผลิตแบบลีน (วาทิน อ้นคำ, 2551: หน้า 27-28)

2.1.6.1 % FTT (First Time Through) คือตัวชี้วัดคุณภาพของกระบวนการผลิตโดยพิจารณาที่ความสามารถในการผลิตครั้งแรกแล้วได้คุณภาพตามที่ต้องการโดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\%FTT = \frac{\text{จำนวนหน่วยที่ผลิตทั้งหมด - จำนวนที่ไม่ยอมรับ} \times 100}{\text{จำนวนหน่วยที่ผลิตทั้งหมด}} \qquad (2\text{-}2)$$

ค่า % FTT จะบอกถึงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนชิ้นงานที่ได้คุณภาพตามที่ต้องการในกระบวนการผลิตโดยไม่ต้องมีการซ่อมแก้ไขหรือทิ้ง

2.1.6.2 DTD (Dock to Dock) คือตัวชี้วัดว่าวัตถุดิบสามารถเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้เร็วเพียงใดซึ่งก็คือ ค่า Lead Time นั้นเองโดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$DTD = \frac{\text{จำนวนหน่วยทั้งหมดของ Control Part}}{\text{อัตราความต้องการของลูกค้า}} \qquad (2\text{-}3)$$

โดยที่ Control Part คือ ชิ้นส่วนสำคัญของ End Item Product

$$EOLD = \frac{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทั้งหมดใน 1 เดือน}}{\text{จำนวนชั่วโมงทำงานทั้งหมดใน 1 เดือน}} \qquad (2\text{-}4)$$

ค่า DTD จะบอกถึงจำนวนเวลาที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบให้เป็นสินค้าที่พร้อมจะส่งมอบให้ลูกค้า

2.1.6.3 ระดับสินค้าคงคลัง (Inventory Level) เป็นตัวชี้วัดให้เห็นถึงเงินลงทุนซึ่งเกิดขึ้นจากค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลังเป็นสินทรัพย์หมุนเวียนชนิดหนึ่งซึ่งจะกระจายอยู่ทั่วทั้งบริษัทและรวมถึงทุกสิ่งทุกอย่าง ตั้งแต่วัตถุดิบไปถึงงานระหว่างกระบวนการไปถึงสินค้าสำเร็จรูปแบ่งออก เป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1.6.3.1 วัตถุดิบ (Raw Material) คือสิ่งของหรือชิ้นส่วนที่ซื้อมาเพื่อใช้ในการผลิต

2.1.6.3.2 สินค้าที่อยู่ในระหว่างการผลิต (Work-in-Process) คือชิ้นงานที่อยู่ในขั้นตอนการผลิตหรือรอคอยที่จะผลิตในขั้นตอนต่อไปโดยยังผ่านกระบวนการผลิตไม่ครบทุกขั้นตอน

2.1.6.3.3 วัสดุซ่อมบำรุง (Maintenance/Repair/Operating Supplies) คือชิ้นส่วนหรืออะไหล่เครื่องจักรที่สำรองไว้เผื่อเปลี่ยนเมื่อชิ้นส่วนเดิมเสียหายหรือหมดอายุใช้งาน

2.1.6.3.4 สินค้าสำเร็จรูป (Finished Good) คือชิ้นงานที่ผ่านทุกกระบวนการผลิตครบถ้วนพร้อมที่จะนำไปขายให้ลูกค้าได้

เมื่อสินค้าคงคลังในระบบการผลิตลดลงเงินทุนที่จมอยู่กับสินค้าก็ลดลง ห้องเก็บของก็ไม่ต้องมีขนาดใหญ่โรงงานมีพื้นที่ใช้สอยมากขึ้นพนักงานประจำเก็บสินค้าคงคลังลดลงการคบคุมดูแลรักษาสินค้าคงคลังก็ลดลงด้วยดังนั้นการลดวัสดุคงคลังในระบบการผลิตก็คือการลดค่าใช้จ่ายทางอ้อมนั่นเอง

2.1.7 แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart) (วาทิน อ้นคำ, 2551:34-36)

แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องคือแผนภูมิกระบวนการผลิตที่กำหนดการเคลื่อนย้ายตามลำดับก่อนหลังของผลิตภัณฑ์หรือแนวของการทำงานโดยการบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นด้วยการใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสม

แผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทเครื่องจักรคือแผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่องที่บันทึกว่าเครื่องจักรได้ถูกใช้งานอย่างไร การจัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่องนั้นทำเช่นเดียวกับแผนภูมิกระบวนการผลิตอย่างสังเขปทุกประการยกเว้นว่านอกจากสัญลักษณ์แสดงการปฏิบัติงานและตรวจสอบแล้วยังได้เพิ่มสัญลักษณ์แสดงการขนถ่ายการเก็บและที่เก็บพักเพิ่มขึ้นเท่านั้น แม้ว่าแผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่องจะมีอยู่หลายประเภทแต่สัญลักษณ์ที่ใช้จะเหมือนกันทุกอย่างและแนวทางการสร้างแผนภูมิประเภทต่าง ๆ ก็คล้ายคลึงกันมาก โดยตามที่นิยมปฏิบัติกันมาแผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทนั้นจะใช้คำกริยาเป็น “การกระทำ” ของผู้ปฏิบัติงานต่อวัสดุหรือเครื่องจักรส่วนแผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทวัสดุและเครื่องจักรนั้นจะใช้คำกริยาเป็น “การถูกกระทำ” ของวัสดุหรือเครื่องจักรโดยตรงโดยทั่วไป แผนภูมิกระบวนการผลิตทั้งสามประเภทมักจะใช้แบบฟอร์มเดียวกันพิมพ์อยู่ในรูปของแผนภูมิที่มีหัวข้อรวมกันทั้งสามประเภทคือเขียนว่า “แผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทคน/วัสดุ/เครื่องจักร” เวลาใช้กับประเภทหนึ่งก็ขีดฆ่าชื่ออีก 2 ประเภทออกไปเนื่องจากมีรายละเอียดมากกว่า จึงทำให้แผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่องไม่สามารถแสดงการปฏิบัติงานบนแผ่นของแผนภูมิได้มากเหมือนแผนภูมิกระบวนการผลิตอย่างสังเขป แผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่องจะแยกการกระทำบนสายงานของการผลิตออกเป็น

ส่วนสำคัญหลายส่วนแต่ละส่วนจะแสดงการทำงานนั้น ๆ บนแผนภูมิคนละแผ่นแยกจากกันการบันทึกข้อเท็จจริงเกี่ยวกับงานหรือการปฏิบัติงานในแผนภูมิกระบวนการผลิตสามารถทำได้ง่ายกว่าการบันทึกข้อความทั่วไปมากการบันทึกในแผนภูมิจะใช้สัญลักษณ์มาตรฐานเพียง 1 ชุดซึ่งจะมีอยู่ 5 สัญลักษณ์ก็สามารถครอบคลุมการกระทำหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏโดยทั่วไปขณะปฏิบัติงานในโรงงานหรือสำนักงานได้หมด สัญลักษณ์ที่ใช้บันทึกนี้จะช่วยให้เกิดความสะดวกและสามารถเข้าใจเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามลำดับในการปฏิบัติงานได้อย่างชัดเจนประหยัดเวลาอย่างมาก

การทำงานที่เด่นในขบวนการการผลิตมีอยู่ 2 ชนิดการปฏิบัติงานและการตรวจสอบงานสามารถแสดงได้ดังสัญลักษณ์ต่อไปนี้

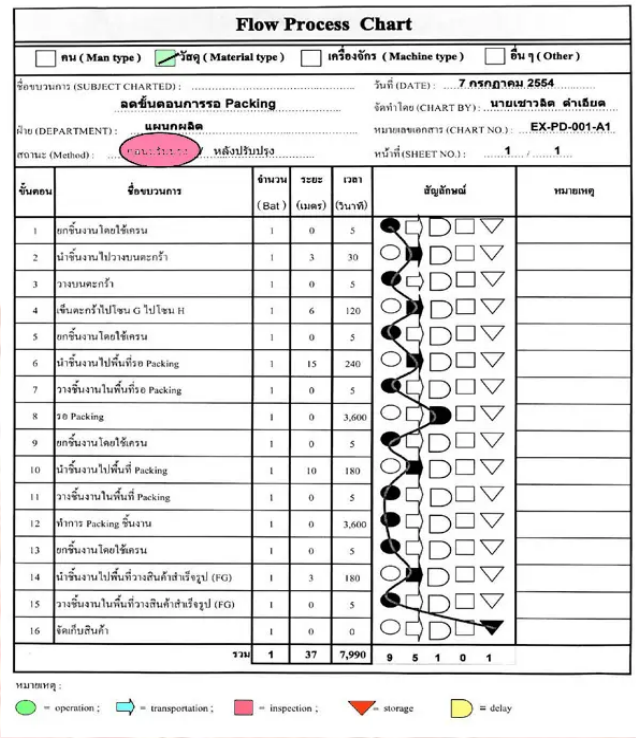
คือ สัญลักษณ์ที่บ่งบอกถึงขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตในวิธีการหรือแนวทางการปฏิบัติงานโดยทั่วไปแล้วสัญลักษณ์นี้จะต้องบ่งบอกถึงการปรับปรุงแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงของชิ้นส่วนวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ในขณะที่กำลังทำการปฏิบัติงาน

คือ สัญลักษณ์แทนการตรวจสอบงานลักษณ์นี้บ่งบอกถึงการตรวจสอบคุณภาพของงาน หรือตรวจสอบปริมาณของงานความแตกต่างระหว่างงานทั้งสองนี้

คือ สัญลักษณ์แทนการขนถ่ายสัญลักษณ์นี้จะบ่งบอกการเคลื่อนไหวของคนงาน วัสดุหรือเครื่องจักรจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งการขนถ่ายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนย้ายสิ่งของหรือคนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ยกเว้นการเคลื่อนไหวซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานเช่น ขนถ่ายวัสดุขึ้นรถถ่ายวัสดุลงจากรถขนถ่ายวัสดุเข้าที่เก็บ เป็นต้น

คือ สัญลักษณ์แทนที่เก็บพักชั่วคราวหรือการรอสัญลักษณ์บ่งบอกถึงการอที่เกิดขึ้นในลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ตัวอย่างเช่น งานที่รอคอยอยู่ระหว่างการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่ต่อเนื่องกันหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ทิ้งไว้ข้าง ๆ ชั่วคราวโดยไม่มีลงบันทึกจนกว่าต้องการใช้ เป็นต้น

คือ สัญลักษณ์แทนที่เก็บพักถาวรสัญลักษณ์นี้บ่งบอกถึงที่เก็บพักที่ควบคุมได้ วัสดุจะถูกส่งเข้ามาเก็บไว้หรือถูกจ่ายออกไปโดยมีแบบการควบคุมอย่างเป็นทางการหรืออีกนัยหนึ่งก็คือที่เก็บพักสิ่งของสำหรับเป็นที่อ้างอิงเท่านั้น ความแตกต่างระหว่างที่เก็บพักถาวรกับที่เก็บพักชั่วคราวหรือการรอก็มีเพียงว่าแบบฟอร์มของใบรับส่งของอย่างเป็นทางการจะต้องใช้เมื่อมีการนำวัสดุเข้า หรือนำออกจากที่เก็บพักถาวรแต่ไม่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการนำวัสดุเข้าหรือออกจากที่เก็บพักชั่วคราว โดยมีตัวอย่างที่แสดงในรูปภาพที่ 2-5 แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart)



Flow Process Chart

☐ คน (Man type) ☑ วัสดุ (Material type) ☐ เครื่องจักร (Machine type) ☐ อื่น ๆ (Other)

ชื่อขบวนการ (SUBJECT CHARTED) : ลดขั้นตอนการรอ Packing
วันที่ (DATE) : 7 กรกฎาคม 2554
จัดทำโดย (CHART BY) : นายเชาวลิต ดำเอียด
ฝ่าย (DEPARTMENT) : แผนกผลิต
หมายเลขเอกสาร (CHART NO.) : EX-PD-001-A1
สถานะ (Method) : หลังปรับปรุง
หน้าที่ (SHEET NO.) : 1 / 1

ขั้นตอน	ชื่อขบวนการ	จำนวน (Bat)	ระยะ (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
1	ยกขึ้นงานโดยใช้เครน	1	0	5		
2	นำชิ้นงานไปวางบนตะกร้า	1	3	30		
3	วางบนตะกร้า	1	0	5		
4	เข็นตะกร้าไปโซน G ไปโซน H	1	6	120		
5	ยกชิ้นงานโดยใช้เครน	1	0	5		
6	นำชิ้นงานไปพื้นที่รอ Packing	1	15	240		
7	วางชิ้นงานในพื้นที่รอ Packing	1	0	5		
8	รอ Packing	1	0	3,600		
9	ยกชิ้นงานโดยใช้เครน	1	0	5		
10	นำชิ้นงานไปพื้นที่ Packing	1	10	180		
11	วางชิ้นงานในพื้นที่ Packing	1	0	5		
12	ทำการ Packing ชิ้นงาน	1	0	3,600		
13	ยกชิ้นงานโดยใช้เครน	1	0	5		
14	นำชิ้นงานไปพื้นที่วางสินค้าสำเร็จรูป (FG)	1	3	180		
15	วางชิ้นงานในพื้นที่วางสินค้าสำเร็จรูป (FG)	1	0	5		
16	จัดเก็บสินค้า	1	0	0		
	รวม	1	37	7,990	9 5 1 0 1	

หมายเหตุ :
= operation ; = transportation ; = inspection ; = storage ; = delay

ภาพที่ 2-5 แผนภูมิขบวน การผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart)

2.2 การลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS (ผศ.ประเสริฐ อัครประถมพงศ์)

ความสูญเปล่าหรือ MUDA หรือ WASTE ล้วนแต่มีความหมายเดียวกันหมายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าซึ่งความสูญเปล่ามีอยู่ 7 ประการด้วยกันคือ

1. การผลิตที่มากเกินไป (Overproduction)
2. การรอคอย (Waiting)
3. การขนส่ง (Transportation)
4. กระบวนการที่ทำแล้วไม่เกิดคุณค่า (Non Value Added Processing)
5. สินค้าคงคลังมากเกินไป (Excess Inventory)
6. ของเสีย (Defects)
7. การเคลื่อนไหวที่มากเกินไป (Excess Motion)

ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ ได้แก่ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และของเสียเป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่บริษัท ดังนั้นทุกบริษัทควรพยายามลดความสูญเปล่าเหล่านี้ลง การลดความสูญเปล่าจะช่วยปรับปรุงการผลิตเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนในบริษัท

หลักการ ECRS (Eliminate Combine Rearrange Simplify) เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าหรือ MUDA ได้อย่างมีประสิทธิภาพในองค์กรธุรกิจทั่วไป สามารถแบ่งรูปแบบของกระบวนการหน่วยงานออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของโรงงานและส่วนของงานสนับสนุนทั้ง 2 ส่วนนี้สามารถก่อให้เกิดความสูญเปล่าได้ ซึ่งสามารถอธิบายเป็นตัวอย่างได้ดังนี้

ส่วนแรกคือส่วนของโรงงานซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตสินค้าของบริษัท การลดความสูญเปล่าในการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นและควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะหมายถึงต้นทุนของสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้นหากสามารถลดความสูญเปล่าลงได้ก็จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงด้วยผลที่ตามมาคือความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งที่สูงขึ้น โดยแนวทางการลด MUDA ลงสามารถทำได้โดยใช้หลักการ ECRS ดังนี้

การกำจัด (Eliminate) หมายถึงการพิจารณาการทำงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการที่พบในการผลิตออกไป ได้แก่ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่ เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และของเสีย

การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่เช่น จากเดิมที่เคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิมการผลิตจึงสามารถทำได้เร็วขึ้นและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วยเพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกันการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

การจัดใหม่ (Rearrange) หมายถึงการปรับเปลี่ยนลำดับขั้นตอนในกระบวนการผลิตหรือการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นหรือการรอคอย ตัวอย่างเช่น ในกระบวนการผลิตหากมีการสลับขั้นตอนที่ 2 กับขั้นตอนที่ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน จะช่วยลดระยะทางหรือเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ทำให้กระบวนการผลิตเร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึงการปรับปรุงการทำงานให้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยอาจออกแบบจิ๊ก (Jig) หรือ Fixture เพื่อลดความซับซ้อนและเพิ่มความแม่นยำในการทำงาน ซึ่งช่วยลดของเสียและการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น สำหรับงานสนับสนุน หมายถึงหน่วยงานที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการผลิตแต่ช่วยสนับสนุนการผลิต เช่น งานด้านเอกสารและข้อมูล หน่วยงานเหล่านี้ต้องจัดทำเอกสารหรือบันทึกต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลและตรวจสอบได้รวมถึงองค์กรที่ใช้ระบบคุณภาพ ISO 9000 หรือ TS 16949 ซึ่งมีข้อกำหนดเกี่ยวกับการควบคุมเอกสารและข้อมูลอย่างชัดเจน

2.3 การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (บริษัท อิเล็กทรอนิกส์ คอม เมิร์ซ จำกัด, 2549)

OEE (Overall Equipment Effectiveness) หรือ “ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร” เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถนะการผลิตของเครื่องจักรและอุปกรณ์ วิธีการวัด OEE มีหลายวิธีซึ่งบางวิธีอาจล้าสมัยหรือไม่มีความต่อเนื่องในการวิเคราะห์ ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ปรับปรุงผลผลิตได้จริง ปัญหาที่พบคือการมีดัชนีชี้วัดมากแต่ไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ไม่สามารถมองภาพรวมได้อย่างชัดเจนและเกิดปัญหาการจัดการจากข้อมูลที่ไม่ตรงกัน การวัด OEE ช่วยให้ทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องจักรและสามารถแยกแยะสาเหตุของการสูญเสีย (Loss) ที่เกิดขึ้นในระบบได้อย่างละเอียด ซึ่งช่วยในการปรับปรุงและลดการสูญเสียได้อย่างถูกต้อง เครื่องจักรที่ดีไม่เพียงแค่ทำงานได้เมื่อเปิดสวิตช์แต่ต้องทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพ การมีเครื่องจักรที่ทำงานได้ตลอดเวลาและเดินเครื่องได้เต็มกำลังแต่ไม่สามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพจะไม่มีประโยชน์ ดังนั้นคุณภาพของงานที่ผลิตออกมาและความปลอดภัยในการใช้งานเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเครื่องจักรที่ดี

การคำนวณ OEE ประกอบด้วยผลคูณของ 3 ตัวประกอบ ดังนี้

$$\text{OEE} = \text{อัตราเดินเครื่อง} \times \text{ประสิทธิภาพเดินเครื่อง} \times \text{อัตราคุณภาพ} \qquad (2\text{-}5)$$

Availability คือ อัตราการเดินเครื่องยกตัวอย่างการหยุดที่ทำให้ Availability ลดลงเช่น การหยุดเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนการเสียของเครื่องจักร การเสียจากการเดินเครื่องจักร ความผิดพลาดจากากรเดินเครื่องเป็นต้น

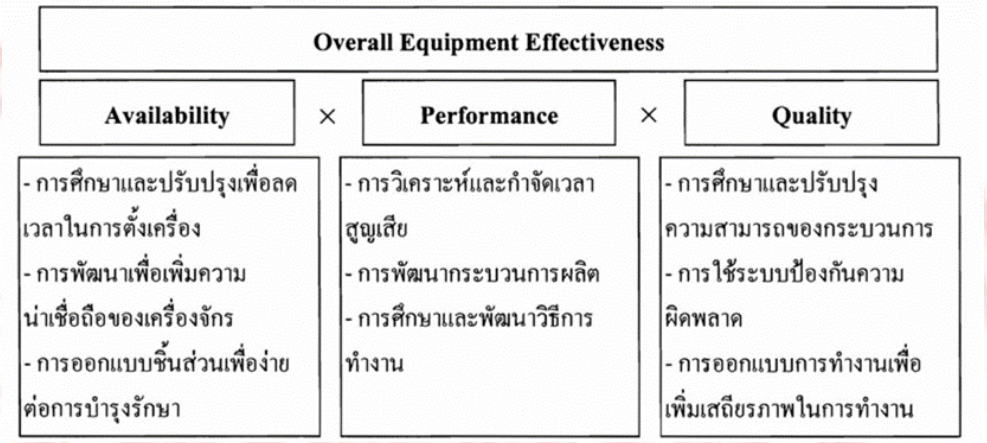
Performance คือ ประสิทธิภาพการเดินเครื่องประสิทธิภาพการผลิตลดลงได้เนื่องจาก Speed loss คือการเดินเครื่องที่ความเร็วต่ำกว่ามาตรฐานเนื่องจากพนักงานเดินเครื่องขาดทักษะในการทำงานสภาพร่างกายไม่พร้อมหรือสินค้าที่เดินมีความซับซ้อนสูงไปจึงเดินได้ช้าลง

Quality คือ อัตราคุณภาพคุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตได้

OEE เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่มาจากการคูณกันระหว่าง Availability, Performance Efficiency และ Quality Rate ดังนั้นการปรับปรุงค่า OEE ก็คือการปรับปรุงค่าทั้งสามตัวนี้ตัวใดตัวหนึ่งหรือสองตัวหรือสามตัวขึ้นอยู่กับความจำเป็นหรือนโยบายขององค์กรในขณะนั้นโดยปกติเราจะปรับปรุงค่าที่ต่ำสุดก่อน

ความรู้พื้นฐานอย่างหนึ่งที่ต้องใช้ในการปรับปรุงค่า OEE คือต้องรู้ว่าค่า Availability จะต่ำหรือสูงขึ้นอยู่กับว่า Shut Down losses มีมากหรือน้อย ค่า Performance Efficiency จะต่ำหรือสูงขึ้นอยู่กับว่าการสูญเสียกำลังการผลิต (Capacity losses) มีมากหรือน้อยและค่า Quality Rate จะต่ำหรือสูงขึ้นอยู่กับว่า Yield losses มีมากหรือน้อยและหากเรามีความรู้พื้นฐานดังกล่าว จะทำให้

เราทราบว่าหากต้องการปรับปรุงค่า Availability เราต้องพยายามลด Shut Down losses เช่น Machine Break down, Process Setup และเหตุการณ์ต่าง ๆ ใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เครื่องจักรเสียความเร็วหรือเสียยอดการผลิตและหากต้องการปรับปรุงค่า Quality Rate เราต้องพยายามลด Yield losses เช่น Defect, Rework และเหตุการณ์ต่าง ๆ ใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วทำให้อัตราการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบต่ำลง ดังแสดงในภาพที่ 2-6 แสดงวิธีการหาค่า OEE และปัจจัยที่มีผลกระทบ



ภาพที่ 2-6 แสดงวิธีการหาค่า OEE และปัจจัยที่มีผลกระทบ (เฉลิม สัมพันธ์ ธนารักษ์, 2547:13)

2.4 การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (SMED)

ซึ่งพัฒนาโดย Dr. Shigeo Shingo และ Taiichi Ohno ในปี 1985 เป็นเทคนิคที่มุ่งลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรให้เหลือภายในหน่วยของนาที (ไม่เกิน 10 นาที) การวัดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับองค์กรแต่การวัดเวลาตั้งแต่เครื่องจักรหยุดจนกระทั่งเริ่มทำงานอาจไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงการปรับงาน (Adjustment) และการทดลองผลิต (Trial Run) ซึ่งมีความสำคัญวิธีที่เหมาะสมในการวัดคือการนับเวลาตั้งแต่การผลิตชิ้นงานดีชิ้นสุดท้ายจนถึงการผลิตชิ้นงานดีชิ้นแรก (Last good piece to first good piece) หรือการอนุมัติชิ้นงานดีจาก QA เป็นต้น

หลักการพื้นฐานของ SMED ขั้นตอนการปรับตั้งนั้นมีความหลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการปฏิบัติงานชนิดของเครื่องจักรที่ใช้แต่เมื่อวิเคราะห์จะพบว่าประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ งานภายใน (Internal Setup) และงานภายนอก (External Setup) โดยงานภายในจะหมายถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะที่เครื่องจักรหยุดจนกระทั่งชิ้นงานดีชิ้นแรกได้ผลิตออกมาส่วนงานภายนอก หมายถึงกิจกรรมใดที่ทำขณะเครื่องจักรกำลังผลิตงานดีอยู่

ขั้นตอนในการทำ SMED ทฤษฎีในตอนเริ่มแรกของ Dr. Shingo นั้นมี 3 ขั้นตอนหลัก ๆ เท่านั้นในภายหลังขั้นตอนอาจจะแตกออกมามากกว่านี้เพื่อให้ผู้ศึกษาเข้าใจได้ง่ายแต่ก็จะไม่หนีไปจากหลักเกณฑ์พื้นฐานมากนักโดยมี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การแยกงานภายในและภายนอกออกจากกัน (Separating Internal and External Setup) เริ่มต้นด้วยการแยกแยะกิจกรรมที่ปะปนกันระหว่างงานภายในและงานภายนอกให้ชัดเจน จากนั้นให้ดำเนินกิจกรรมที่เป็นงานภายนอกก่อนที่เครื่องจักรจะหยุดทำงาน

การทำเช่นนี้จะช่วยลดจำนวนงานที่ต้องทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงาน โดยจะเหลืองานที่เป็นงานภายในจริง ๆ ซึ่ง Dr. Shingo ระบุว่า วิธีการนี้สามารถลดเวลาในการปรับตั้งได้ถึงร้อยละ 30-50

2. การเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก (Convert Internal to External Setup) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมที่ทำในระหว่างการตั้งค่าเครื่องจักร (Internal Setup) ให้กลายเป็นกิจกรรมที่สามารถทำได้ก่อนหรือหลังการตั้งค่า (External Setup) ซึ่งเป็นส่วนที่ยากและท้าทายที่สุดในการลดเวลาในการปรับตั้งตามความเห็นของ Dr. Shingo “แม้ในขั้นตอนแรกเราสามารถลดเวลาได้ร้อยละ 30-50 แล้วก็ตามแต่ก็ยังถือว่าเป็นกิจกรรม SMED ที่ยังไม่เต็มประสิทธิภาพ” การปรับปรุงในส่วนนี้อาจต้องใช้เทคนิคหลายตัวในการยกระดับ เช่น การออกแบบการทดลอง (DOE) และ Triz โดยมองในมุมมองที่เรียกว่า วัตถุประสงค์ที่สูงกว่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดเวลาในการปรับตั้งให้ดียิ่งขึ้น

3. การเปลี่ยนทุกกิจกรรมให้ง่ายต่อการปรับตั้ง (Streamlining All Aspects of the Setup Operation) หมายถึงการปรับปรุงทุกกิจกรรมให้ทำได้ง่ายและรวดเร็ว โดยใช้ Visual Control เช่น การเปลี่ยนจากการขันด้วย Bolt เป็น Quick Clamp หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 การใช้หลักการ SMED (Single-Minute Exchange of Die) อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสามารถลดเวลาในการปรับตั้งได้ถึงร้อยละ 90 ขึ้นไปของเวลารวม สิ่งสำคัญคือต้องวัดการลดลงของเวลาจากเวลารวมทั้งหมดเท่านั้นไม่ใช่จากบางส่วนของกิจกรรมเพราะการลดเวลาจากเพียงบางส่วนจะไม่เป็นไปตามหลักการ SMED ที่แท้จริง

ความสำคัญของ SMED (Single-Minute Exchange of Die) ต่อระบบ Pull คือการลดเวลาในการ Setup หรือการเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักรให้เร็วที่สุดซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำงานในระบบ Pull

ปัญหาหลักที่พบในระบบ Pull คือการลดเวลาในการ Setup เนื่องจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรให้รวดเร็วช่วยให้สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ การลดเวลานี้ช่วยลดเวลาที่สูญเสียไปในการรอคอยและทำให้กระบวนการผลิตดำเนินไปอย่างราบรื่น หลายคนอาจสงสัยว่าทำไมต้องรีบปรับเปลี่ยนเครื่องจักรในขณะที่ชิ้นงานระหว่างกระบวนการ (Work in Process) ยังมีจำนวนมากและคนคุมเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่แต่การไม่ทำเช่นนี้อาจทำให้ระบบดึง (Pull System) ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพผู้เชี่ยวชาญด้านการปรับปรุง Keisuke

Arai และ Kenichi Sekine ได้นิยาม Zero Change ซึ่งหมายถึงเวลาในการเปลี่ยนรุ่นที่ต้องอยู่ในหน่วยวินาที การผลิตแบบผสมรุ่นและการไหลทีละชิ้น (One Piece Flow) จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากเวลาในการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิตไม่อยู่ในหน่วยวินาที ในการทำระบบ Pull หลังจากการเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family) และการจัดสายการผลิต การวางตำแหน่งเครื่องจักร และการสร้างงานไหลออกทีละชิ้น (One Piece Flow) จะไม่สามารถประสบผลสำเร็จได้หากไม่สามารถลดเวลาในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรให้น้อยกว่า 10 นาทีได้เพราะการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรส่งผลต่อชิ้นงานระหว่างกระบวนการ (Work in Process) โดยตรง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นการนำหลักการของแนวคิดแบบลีนและเครื่องของลีนมาทำการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตและสภาพการทำงานแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการเขียนแผนภาพสารธารคุณค่าสถานะปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างแล้วทำการวิเคราะห์หากระบวนที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าจากนั้นใช้หลักของแนวคิดแบบลีนและเครื่องมือของลีนมาประยุกต์ใช้ปรับปรุงใหม่เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น เมื่อทำการปรับปรุงแล้วก็จะทำการสร้างแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคตโดยมีขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุงตามรูปแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลจากพื้นที่จริง

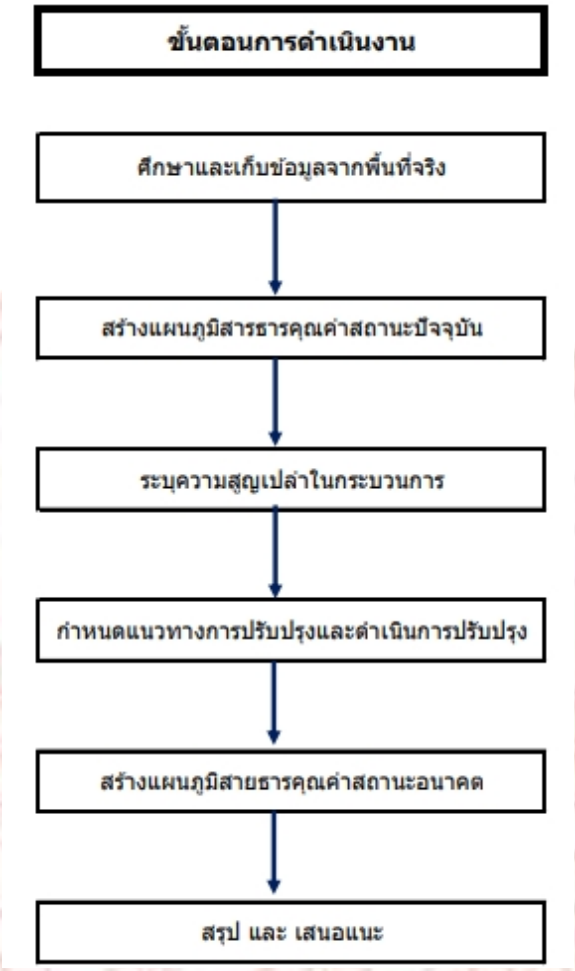
3.1.2 สร้างแผนภูมิสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบัน

3.1.3 ระบุความสูญเปล่าในกระบวนการ

3.1.4 กำหนดแนวทางการปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุง

3.1.5 สร้างแผนภูมิสายธารคุณค่าสถานะอนาคต

3.1.6 สรุปและเสนอแนะ



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นการดำเนินงาน

3.2 การสำรวจสถานะปัจจุบัน

3.2.1 สภาพปัจจุบันของโรงงาน

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่และเทคโนโลยีที่ทันสมัยในทุกขั้นตอนการผลิตตั้งแต่เริ่มจัดระบบข้อมูลการออกแบบไปจนถึงการจัดการด้านการจัดส่ง

โรงงานมีลักษณะการผลิตเป็นแบบฤดูกาลซึ่งการผลิตจะกำหนดจากปริมาณอ้อยเข้าหีบและตามความต้องการของลูกค้าเมื่อปริมาณอ้อยเข้าหีบและความต้องการผลิตสูงขึ้นจึงมีการวางแผนการผลิตโดยพิจารณาจากกำลังการผลิตและจัดการสายการผลิตเพื่อรองรับแผนปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น

นิยามศัพท์เฉพาะของค่าคุณภาพ

1. ค่า Pol หรือ Polarization หมายถึง ค่าร้อยละโดยน้ำหนักโดยประมาณแต่ใกล้เคียงของน้ำตาลซูโครสที่วัดด้วยโพลาริมิเตอร์ (Polarimeter)

2. ค่า Brix หมายถึง ค่าร้อยละโดยประมาณของน้ำหนักของแข็งที่ละลายน้ำ (น้ำตาลและสิ่งเจือปน) ที่มีอยู่ในอ้อยนั้น

3. C.C.S หมายถึง หน่วยวัดความหวานของอ้อย

4. Yeild หมายถึง ผลผลิตน้ำตาลทรายต่ออ้อย 1 ตัน

3.2.2 กระบวนการผลิตโดยรวม กระบวนการผลิตสามารถแบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์ได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

3.2.2.1 น้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar)

3.2.2.2 น้ำตาลทรายขาว (White Sugar)

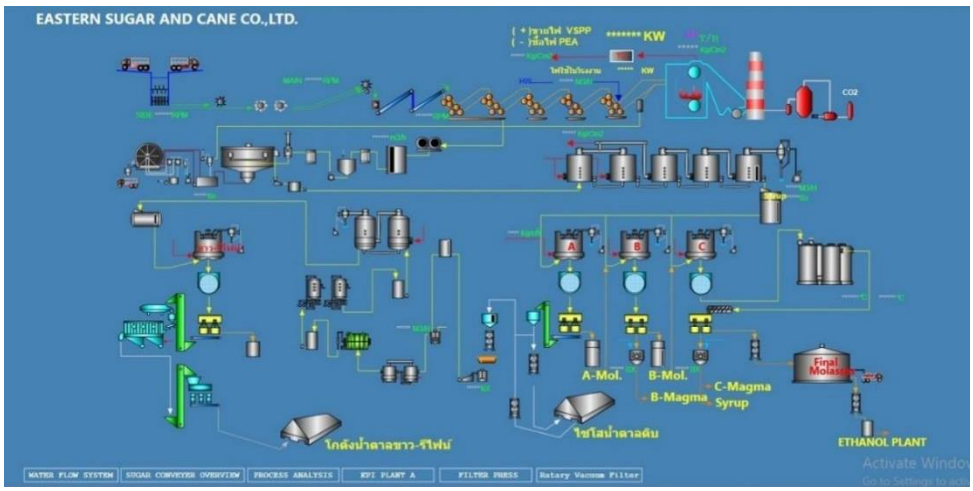
3.2.2.3 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refine Sugar)

3.2.2.1 น้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar)

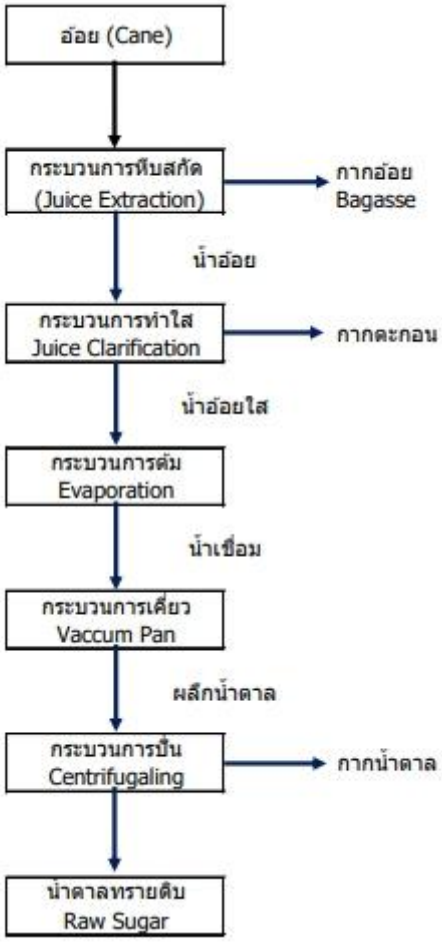
น้ำตาลทรายดิบคือน้ำตาลที่ผลิตจากกระบวนการขั้นต้นของการสกัดน้ำตาลจากอ้อย ซึ่งยังไม่ได้ผ่านการฟอกสีหรือการแยกโมลาสออกทำให้ยังคงมีสีที่เข้มและมีสิ่งเจือปนบางส่วนเช่น โมลาสติดอยู่ในผลึกน้ำตาล น้ำตาลทรายดิบนี้จำเป็นต้องนำไปผ่านกระบวนการฟอกสี (Refinery) เพื่อนำน้ำตาลทรายที่มีความบริสุทธิ์สูงขึ้นมาใช้ในการบริโภคหรือในการผลิตสินค้าอื่น ๆ

ขั้นตอนในส่วนของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar)

กระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาลทรายดิบประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำตาลทรายดิบที่สำคัญได้แก่ กระบวนการหีบสกัด กระบวนการทำใส กระบวนการต้ม กระบวนการเคี่ยว และกระบวนการปั่น ในแต่ละขั้นตอนจะใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการผลิตและต้องมีพนักงานทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเหล่านี้ ดังแสดงในภาพที่ 3-2 แสดงกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ



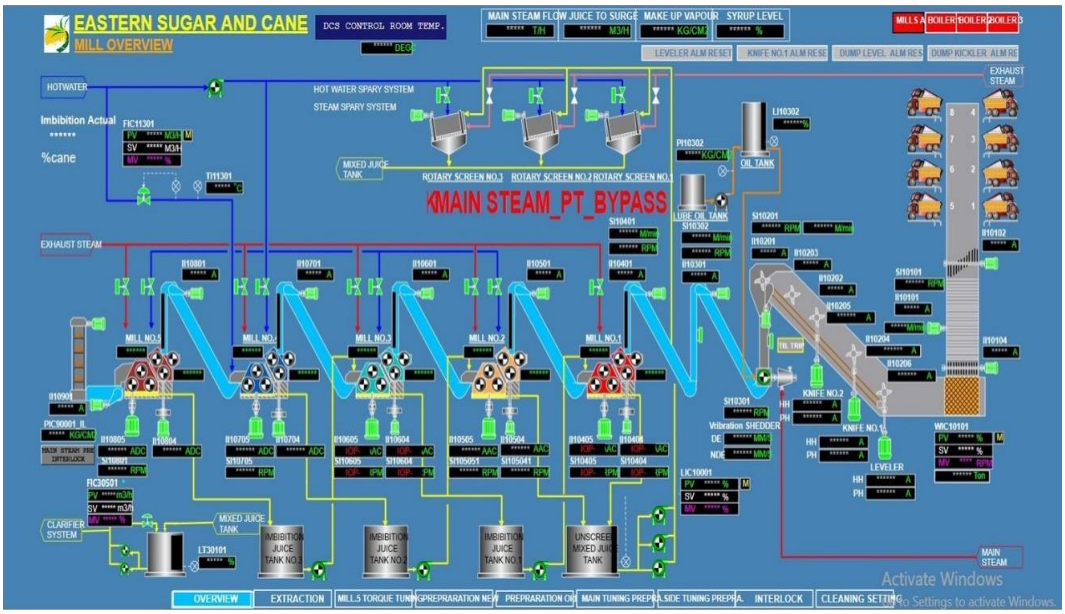
ภาพที่ 3-2 แสดงกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ



ภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

3.2.2.1.1 กระบวนการหีบสกัดน้ำอ้อย (Juice Extraction)

เริ่มจากการลำเลียงอ้อยจากสะพานลำเลียงเข้าสู่เครื่องเชรดเดอร์ (Shredder) เพื่อทำการฉีกอ้อยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ หลังจากนั้นอ้อยที่ผ่านการฉีกจะถูกส่งไปยังชุดลูกหีบ (จำนวน 5 ชุด) เพื่อทำการสกัดน้ำอ้อยออกมาส่วนกากอ้อยที่เหลือจากการสกัดในชุดลูกหีบสุดท้ายจะถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ในหม้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำและไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาล ดังแสดงในภาพที่ 3-4 แสดงขั้นตอนกระบวนการหีบสกัดน้ำอ้อย (Juice Extraction)

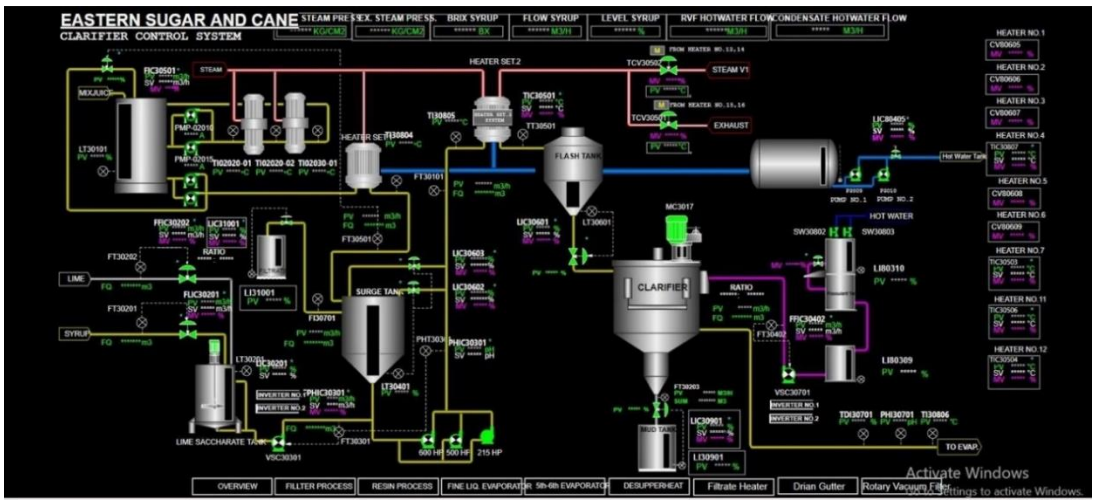


ภาพที่ 3-4 แสดงขั้นตอนกระบวนการหีบสกัดน้ำอ้อย (Juice Extraction)

3.2.2.1.2 การทำความสะอาดหรือทำใสน้ำอ้อย (Juice Purification)

เป็นกระบวนการที่น้ำอ้อยที่สกัดได้จะถูกทำให้สะอาดและใสขึ้น เนื่องจากน้ำอ้อยดิบมักมีสิ่งสกปรกเจือปน เช่น เส้นใยและสารอินทรีย์ การทำความสะอาดจะใช้ทั้งวิธีทางกลและวิธีทางเคมี โดยวิธีทางกล เช่น การกรองผ่านเครื่องกรองต่าง ๆ เพื่อแยกอนุภาคขนาดใหญ่และวิธีทางเคมี เช่น การให้ความร้อนและการผสมปูนขาว (Lime) เพื่อช่วยตกตะกอนและแยกสิ่งสกปรกออกจากน้ำอ้อย

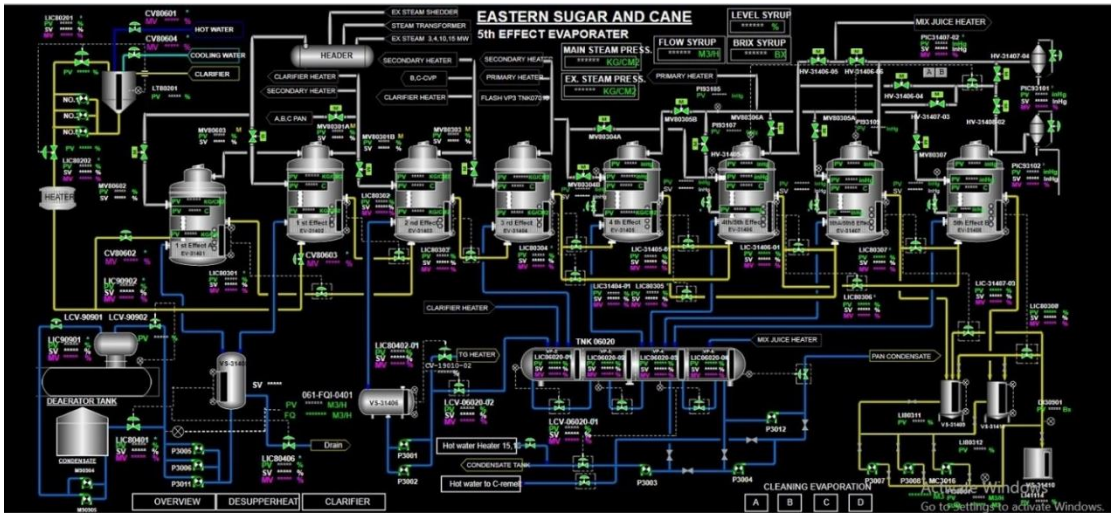
ดังแสดงในภาพที่ 3-5 แสดงขั้นตอนกระบวนการทำความสะอาด หรือทำใสน้ำอ้อย (Juice Purification)



ภาพที่ 3-5 แสดงขั้นตอนกระบวนการทำความสะอาด หรือทำใสน้ำอ้อย (Juice Purification)

3.2.2.1.3 การต้ม (Evaporation)

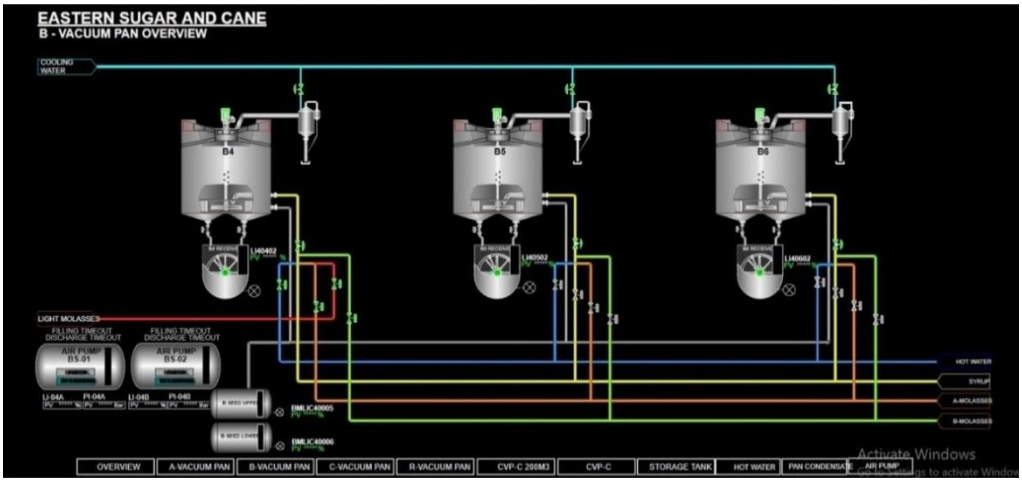
เป็นกระบวนการที่น้ำอ้อยที่ผ่านการทำใสแล้วจะถูกนำเข้าสู่ชุดหม้อต้มแบบหลายขั้นตอน (Multiple Evaporator) เพื่อทำการระเหยเอาน้ำออกจากน้ำอ้อยประมาณร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำทั้งหมด น้ำอ้อยที่เหลือจากกระบวนการนี้จะมีความเข้มข้นมากขึ้นและเรียกว่า “น้ำเชื่อม” (Syrup) โดยมีความเข้มข้นประมาณ 60-65 บริกซ์ (Brix) ซึ่งเป็นขั้นตอนก่อนการนำไปเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3-6 แสดงขั้นตอนกระบวนการต้ม (Evaporation)



ภาพที่ 3-6 แสดงขั้นตอนกระบวนการต้ม (Evaporation)

3.2.2.1.4 การเคี่ยว (Vacuum Pan)

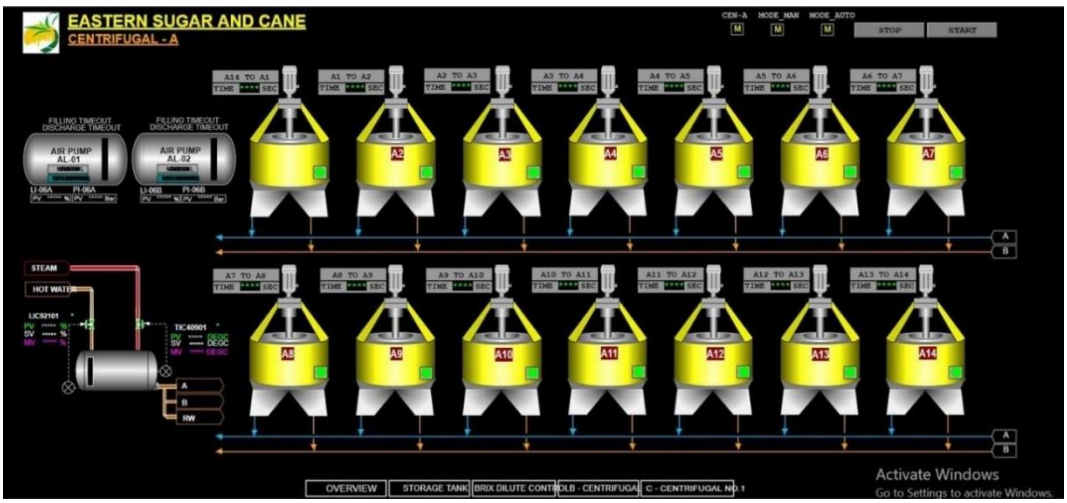
เป็นกระบวนการที่น้ำเชื่อมที่ได้จากการต้มจะถูกนำเข้าสู่หม้อเคี่ยวระบบสุญญากาศ (Vacuum Pan) เพื่อระเหยน้ำออกเพิ่มเติมจนกระทั่งน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัวเมื่อถึงจุดนี้ผลึกน้ำตาลจะเริ่มก่อตัวขึ้น กระบวนการนี้ทำให้เกิดการแยกผลึกน้ำตาลออกจากน้ำเชื่อมและส่วนผสมของผลึกน้ำตาลกับกากน้ำตาลที่ได้จากการเคี่ยวนี้จะถูกเรียกว่า “แมสสิควิส” (Massecuite) ดังแสดงในภาพที่ 3-7 แสดงขั้นตอนกระบวนการเคี่ยว (Vacuum Pan)



ภาพที่ 3-7 แสดงขั้นตอนกระบวนการเคี่ยว (Vacuum Pan)

3.2.2.1.5 การปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugal)

เป็นกระบวนการที่แมสสิควิสซึ่งได้จากการเคี่ยวจะถูกนำไปปั่นในเครื่องปั่น (Centrifugal) เพื่อแยกผลึกน้ำตาลออกจากกากน้ำตาลผลึกน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการนี้เรียกว่า “น้ำตาลดิบ” (Raw Sugar) ส่วนของเหลวที่เหลือจากการปั่นแยกเรียกว่า “โมลาส” (Molasses) หรือกากน้ำตาล ซึ่งมักถูกนำไปใช้ในการผลิตเอทานอลหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3-8 แสดงขั้นตอนกระบวนการปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugal)



ภาพที่ 3-8 แสดงขั้นตอนกระบวนการปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugal)

หลังจากกระบวนการปั่นแยกผลึกน้ำตาลแล้วน้ำตาลทรายดิบจะถูกลำเลียงไปเก็บยังไซโล เพื่อนำไปจำหน่ายและนำออกมาผลิตเป็นน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ต่อไป

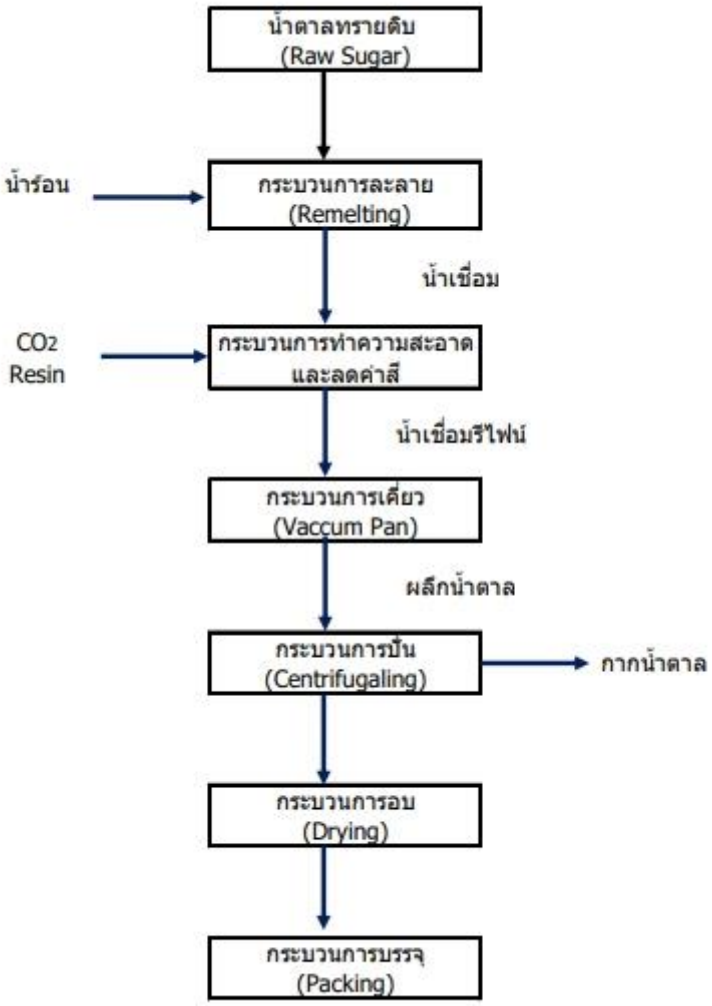
3.2.2.2 น้ำตาลทรายขาว (White Sugar) และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refine Sugar)

น้ำตาลทรายขาวหมายถึงน้ำตาลที่ผ่านกระบวนการฟอกสีและการขจัดสิ่งเจือปนออกจากน้ำตาลทรายดิบจนเหลือเพียงน้ำตาลซูโครสที่มีความบริสุทธิ์สูงมักมีค่าความบริสุทธิ์อยู่ที่ร้อยละ 99.5 ขึ้นไปและมีสีขาวสะอาดซึ่งเป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มที่ต้องการความสะอาดและไม่มีรสชาติหรือกลิ่นที่ส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์หมายถึงน้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตอย่างเข้มงวดเพื่อกำจัดสี สิ่งเจือปน และโมลาส (Molasses) ออกทั้งหมดทำให้น้ำตาลมีความบริสุทธิ์สูงมาก โดยความบริสุทธิ์นี้หมายถึงระดับน้ำตาลซูโครสที่สูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ค่าความบริสุทธิ์ของน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์อยู่ที่ประมาณร้อยละ 99.9 หรือสูงกว่าน้ำตาลชนิดนี้มักใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการน้ำตาลคุณภาพสูงและบริสุทธิ์สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานสูง เช่น อาหารและเครื่องดื่ม น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์เป็นน้ำตาลที่มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวสว่างไม่มีสีหรือกลิ่นเจือปนใด ๆ ทำให้เหมาะสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มที่ต้องการความสะอาด ความบริสุทธิ์และความเป็นกลางของรสชาติ เช่น การผลิตเครื่องดื่ม น้ำเชื่อม ขนม และผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ

กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

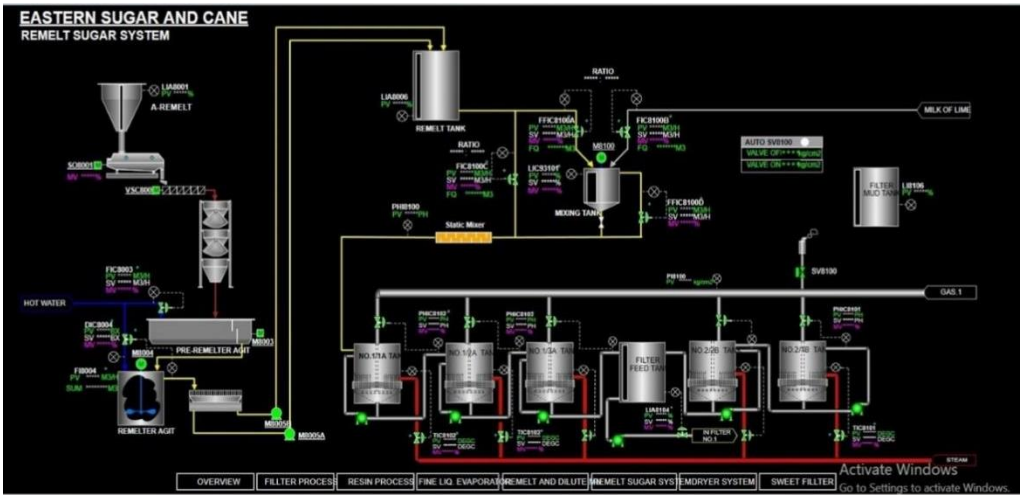
น้ำตาลทรายดิบถูกนำไปละลายน้ำร้อนจากนั้นจะได้เป็นน้ำเชื่อมนำไปทำความสะอาดและลดค่าสีด้วย CO_2 และ Resin จะได้น้ำเชื่อมรีไฟน์ จากนั้นนำไปเคี่ยวออกมาเป็นผลึกน้ำตาลนำไปปั่นจะได้น้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ส่วนที่เหลือจะออกมาเป็นกากน้ำตาล น้ำตาลที่ได้จะถูกนำไปอบเพื่อลดความชื้น หลังจากนั้นจะนำไปบรรจุและเก็บที่คลังสินค้า ดังแสดงในภาพที่ 3-9 แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์



ภาพที่ 3-9 แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

3.2.2.2.1 การละลายน้ำตาล(Remelts Sugar)

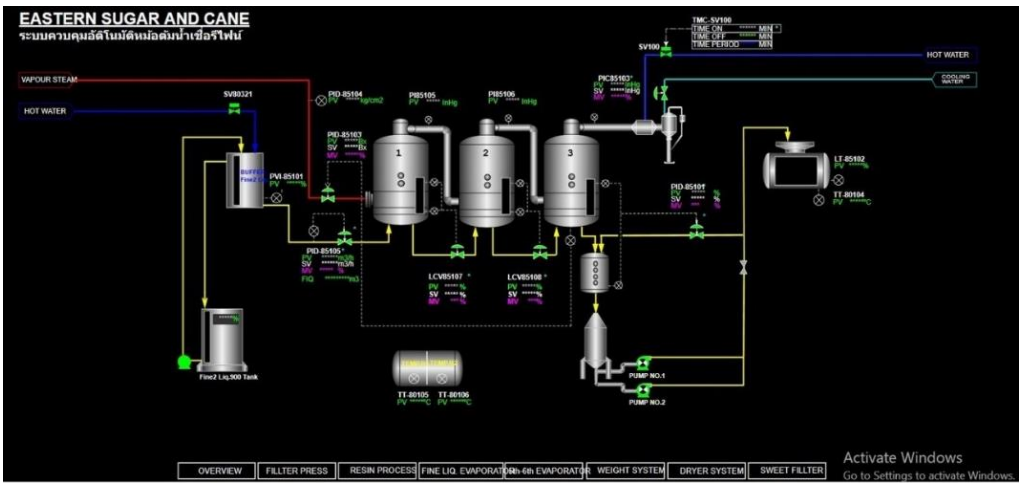
กระบวนการละลายน้ำตาล (Remelt Sugar) เริ่มจากการนำน้ำตาลเข้าไปยัง Remelt Tank ซึ่งผสมน้ำร้อนเพื่อทำให้น้ำตาลละลายกลายเป็นของเหลวหลังจากนั้นจะถูกส่งไปยัง Mixing Tank เพื่อปรับคุณสมบัติน้ำตาลแล้วจึงเข้าสู่ขั้นตอนกรองเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนและปรับปรุงคุณภาพน้ำตาลให้ได้ตามมาตรฐานและพร้อมสำหรับกระบวนการผลิตต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3-10 แสดงขั้นตอนกระบวนการละลายน้ำตาล



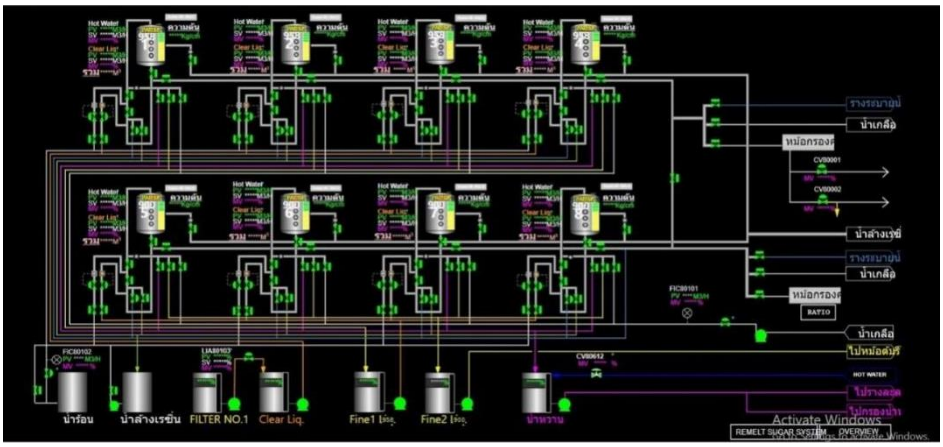
ภาพที่ 3-10 แสดงขั้นตอนกระบวนการละลายน้ำตาล (Remelts Sugar)

3.2.2.2.2 การทำความสะอาดและฟอกสี (Clarification)

น้ำเชื่อมที่ได้จากหม้อปั่นละลาย (Affinated Syrup) จะถูกนำไปละลายอีกครั้งเพื่อละลายผลึกน้ำตาลบางส่วนที่ยังละลายไม่หมดจากการปั่น ดังแสดงในภาพที่ 3-11 แสดงขั้นตอนกระบวนการทำความสะอาด (Clarification) จากนั้นจะผ่านตะแกรงกรองและผสมกับปูนขาวเข้าสู่กระบวนการฟอกสีโดยผ่านเข้าไปในหม้อฟอก (ปัจจุบันนิยมใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวฟอก) จากนั้นจะผ่านเข้าสู่การกรองโดยหม้อกรองแบบใช้แรงดัน (Pressure Filter) เพื่อแยกตะกอนออกน้ำเชื่อมที่ได้จะผ่านการฟอกเป็นครั้งสุดท้ายโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange Resin) เพื่อได้น้ำเชื่อมบริสุทธิ์ (Fine Liquor) ดังแสดงในภาพที่ 3-12 แสดงขั้นตอนกระบวนการฟอกสี



ภาพที่ 3-11 แสดงขั้นตอนกระบวนการทำความสะอาด (Clarification)



ภาพที่ 3-12 แสดงขั้นตอนกระบวนการฟอกสี

3.2.2.2.3 การเคี่ยว (Crystallization)

กระบวนการการเคี่ยว (Crystallization) ในการผลิตน้ำตาลหมายถึงขั้นตอนที่สารละลายซูโครสถูกทำให้ตกผลึกจากสารละลายอิ่มตัวผ่านการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลาย กระบวนการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้น้ำตาลในรูปของผลึกที่บริสุทธิ์และมีขนาดที่เหมาะสม การเคี่ยวเป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องการการควบคุมอย่างแม่นยำเพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำตาลที่มีคุณภาพสูงซึ่งรวมถึงการควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย อุณหภูมิ และการระเหยน้ำเพื่อให้ได้ผลึกที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 3-13 แสดงขั้นตอนกระบวนการเคี่ยว (Vacuum Pan)

ภาพที่ 3-13 แสดงขั้นตอนกระบวนการเคี่ยว (Vacuum Pan)

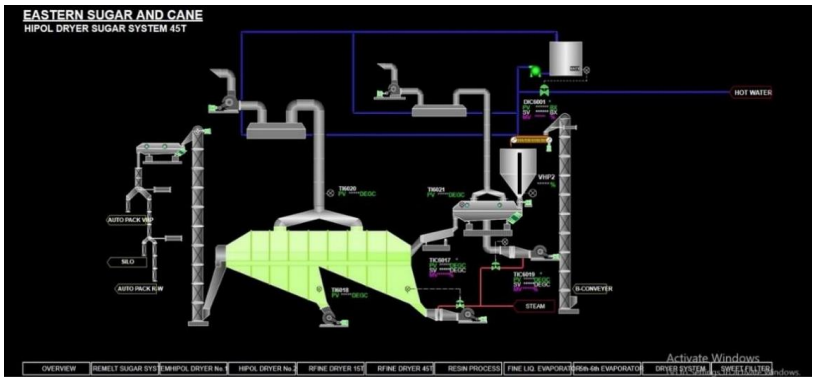
3.2.2.2.4 การปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugal)

การปั่นน้ำตาล (Centrifugation) เป็นกระบวนการแยกผลึกน้ำตาลออกจากสารละลายหรือของเหลวที่เรียกว่า แมสสิควิส (Massecuite) ซึ่งเป็นส่วนผสมของน้ำตาลและโมลาสที่เกิดขึ้นหลังจากการเคี่ยว (Crystallization) กระบวนการปั่นน้ำตาลใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ในการแยกผลึกน้ำตาลออกจากโมลาสโดยโมลาสจะถูกเหวี่ยงออกจากผลึกน้ำตาลผ่านรูตะแกรงของเครื่องหมุนเหวี่ยงในขณะที่ผลึกน้ำตาลบริสุทธิ์จะคงอยู่ ดังแสดงในภาพที่ 3-14 แสดงขั้นตอนกระบวนการปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugal)

ภาพที่ 3-14 แสดงขั้นตอนกระบวนการปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugal)

3.2.2.2.5 การอบ (Drying)

การอบน้ำตาล (Sugar Drying) หมายถึงกระบวนการที่ใช้ในการลดความชื้นที่ตกค้างในผลึกน้ำตาลหลังจากผ่านกระบวนการปั่นน้ำตาล (Centrifugation) เพื่อให้ผลึกน้ำตาลแห้งสนิทและคงคุณภาพสูง ในระหว่างการจัดเก็บหรือขนส่งกระบวนการนี้มีความสำคัญในการรักษาคุณภาพของน้ำตาลโดยการป้องกันการจับตัวเป็นก้อนและลดความเสี่ยงจากการเกิดเชื้อราและจุลินทรีย์ ดังแสดงในภาพที่ 3-15 แสดงขั้นตอนกระบวนการการอบ (Drying) การบรรจุ (Packing)



ภาพที่ 3-15 แสดงขั้นตอนกระบวนการการอบ (Drying) การบรรจุ (Packing)

3.3 การเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุง

การเลือกสายธารคุณค่าเพื่อปรับปรุงและช่วยในการตัดสินใจว่าสายธารคุณค่าใดจะเป็นเป้าหมายการปรับปรุงใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณของผลิตภัณฑ์ซึ่งแสดงออกมาในรูปของแผนภูมิพาเรโต แผนภูมินี้จะอธิบายกฎของพาเรโตด้วยภาพหรือที่รู้จักกันในชื่อกฎ 20:80 โดยช่วยแยกส่วนน้อยที่สำคัญออกจากส่วนมากที่ไม่สำคัญและตั้งสมมติฐานว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการผลิตสูงกว่าควรจะเป็นเป้าหมายสำหรับการปรับปรุงเป็นอันดับแรก

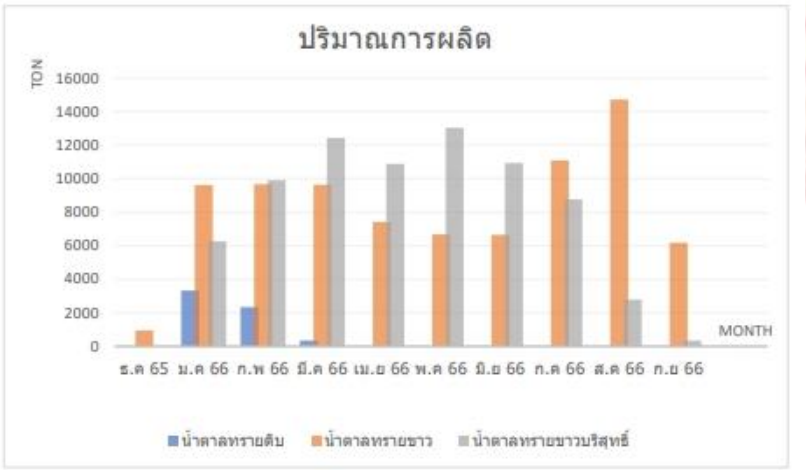
ตารางที่ 3-1 ปริมาณการผลิตน้ำตาล ปี 65/66

เดือน	น้ำตาลทรายดิบบรรจุกระสอบ	น้ำตาลทรายขาว	น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	รวม
ธ.ค 65	-	957.25	-	957.25
ม.ค 66	3,332.95	9,628.20	6,275.70	19,236.85
ก.พ 66	2,340.90	9,674.85	9,907.25	21,923.00
มี.ค 66	349.7	9,647.20	12,431.10	22,428.00

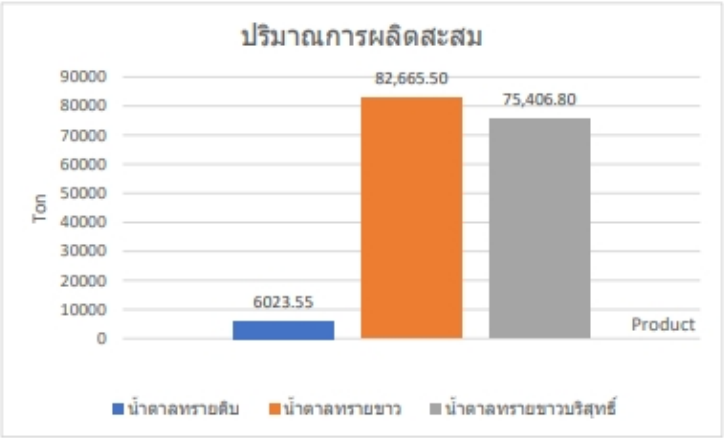
ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

เดือน	น้ำตาลทรายดิบบรรจุกระสอบ	น้ำตาลทรายขาว	น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	รวม
เม.ย 66	-	7,422.25	10,891.95	18,314.20
พ.ค 66	-	6,687.80	13,046.50	19,734.30
มิ.ย 66	-	6,649.85	10,936.85	17,586.70
ก.ค 66	-	11,091.15	8,767.15	19,858.30
ส.ค 66	-	14,726.75	2,796.45	17,523.20
ก.ย 66	-	6,180.20	353.85	6,534.05
รวม	**6,023.55**	**82,665.5**	**75,406.8**	**164,096.31**

จากตารางที่ 3-1 ปริมาณการผลิตน้ำตาล ปี 65/66 ในช่วงเดือนธันวาคม 2565 ถึงกันยายน 2566 มีการผลิตน้ำตาลทรายดิบบรรจุกระสอบรวมทั้งสิ้น 6,023.55 ตัน น้ำตาลทรายขาวรวม 82,665.5 ตัน และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์รวม 75,406.8 ตัน โดยการผลิตทั้งหมดรวมกันอยู่ที่ 164,096.31 ตัน เดือนที่มีการผลิตน้ำตาลทรายขาวสูงสุดคือ สิงหาคม 2566 ที่ 14,726.75 ตัน และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์สูงสุดใน มีนาคม 2566 ที่ 12,431.10 ตัน ขณะที่การผลิตน้ำตาลทรายดิบบรรจุกระสอบมากที่สุดใน มกราคม 2566 ที่ 3,332.95 ตัน เท่านั้น.



ภาพที่ 3-16 กราฟแสดงปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์หลัก



ภาพที่ 3-17 กราฟการผลิตสะสมของผลิตภัณฑ์หลัก

จากภาพที่ 3-16 กราฟแสดงปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์หลักและภาพที่ 3-17 กราฟการผลิตสะสมของผลิตภัณฑ์หลัก ในช่วงเดือนธันวาคม 2565 ถึงกันยายน 2566 น้ำตาลทรายขาวมีปริมาณการผลิตสะสมสูงสุดที่ 82,665.50 ตัน รองลงมาคือ น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ที่ 75,406.80 ตัน ส่วนการผลิตน้ำตาลทรายดิบบรรจุกระสอบมีปริมาณสะสมน้อยที่สุดที่ 6,023.55 ตัน การผลิตน้ำตาลทรายขาวมีความต่อเนื่องตลอดทั้งปี โดยมีการผลิตสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2566 ขณะที่น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์มีการผลิตมากที่สุดในเดือนมีนาคม 2566 ส่วนน้ำตาลทรายดิบมีการผลิตเฉพาะบางเดือนเท่านั้น.

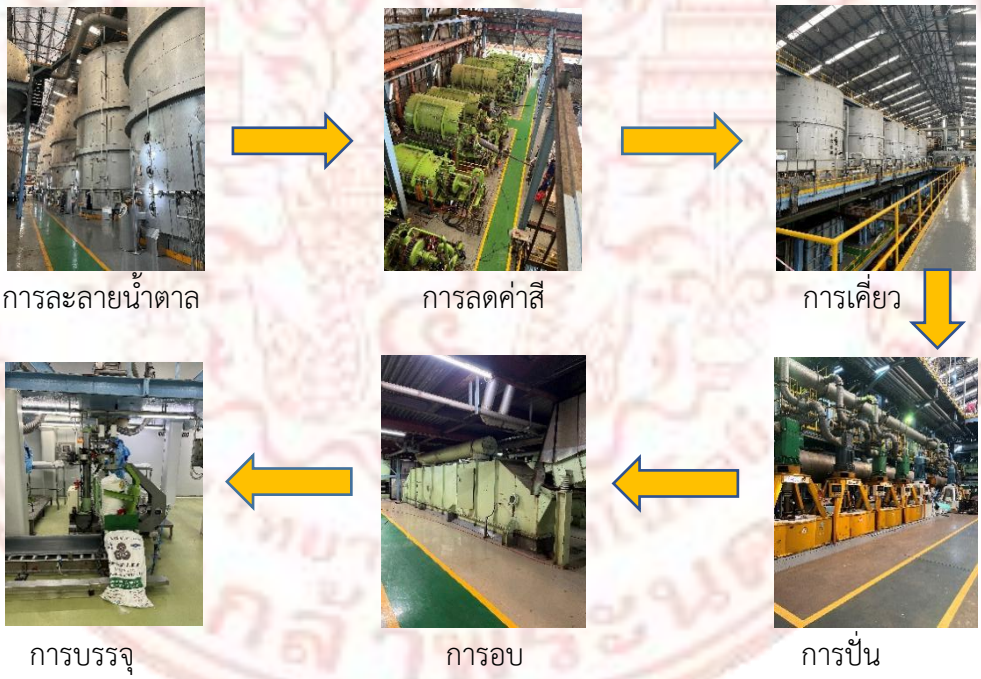
ตารางที่ 3-2 ลำดับกระบวนการผลิตภัณฑ์หลัก

Model	ปริมาณ (ตัน)	กระบวนการ								
		หีบสกัด	ทำใส	การต้ม	ละลาย	ลดค่าสี	เคี่ยว	ปั่น	อบ	บรรจุ
น้ำตาลทรายดิบ	6,023.5	X	X	X			X	X		
น้ำตาลทรายขาว	82,665.5				X	X	X	X	X	X
น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	75,406.8				X	X	X	X	X	X

ตารางที่ 3-3 การรวมเส้นทางของกระบวนการที่เหมือนกันของผลิตภัณฑ์หลัก

ผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการเดียวกัน	ปริมาณรวม (ตัน)
น้ำตาลทรายดิบ	6,023.55
น้ำตาลทรายขาว , น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	158,072.3

จากตารางที่ 3-2 และ ตารางที่ 3-3 แสดงลำดับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์หลักและการรวมเส้นทางของกระบวนการที่เหมือนกันของผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงตัดสินใจเลือกกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ เนื่องจากมีปริมาณการผลิตสูงถึง 158,072.3 ตัน ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากเมื่อเทียบกับน้ำตาลทรายดิบที่มีการผลิตเพียง 6,023.55 ตัน การเลือกกระบวนการนี้จึงมีความสำคัญ เนื่องจากมีผลกระทบอย่างมากต่อปริมาณการผลิตรวมและต้นทุนการผลิตโดยรวม



ภาพที่ 3-18 แสดงกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

3.4 การเลือกการประยุกต์ใช้เครื่องมือตามแนวคิดการผลิตแบบลีน

ในการระบุและคัดเลือกปัญหาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์โดยใช้เครื่องมือ Value Stream Map (VSM) หรือที่เรียกว่าแผนภาพสายธารคุณค่าซึ่งเป็นผังที่แสดงทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลตั้งแต่

กระบวนการละลายน้ำตาลจนถึงการบรรจุจากนั้นทำการจำแนกกิจกรรมที่สร้างคุณค่าและกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าที่ซ่อนอยู่ในกระบวนการ ความสูญเปล่าคือการกระทำใด ๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากรมากเกินไปไม่ว่าจะเป็นแรงงาน วัตถุดิบ เวลา เงิน หรืออื่น ๆ แต่ไม่ได้ทำให้สินค้าหรือบริการเกิดคุณค่า

3.4.1 ลักษณะงานหรือกิจกรรมการไหลของวัตถุดิบในกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.4.1.1 กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Added: VA) คือการดำเนินงานที่เกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตซึ่งทำให้วัตถุดิบหรือชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างถือว่ามีคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์

3.4.1.2 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added: NVA) คือกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ถือว่าไม่มีคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

3.4.1.2.1 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ (Necessary but Non-Value Added: NNVA)

3.4.1.2.2 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าและไม่มีความจำเป็นต้องทำ (Non Value Added: NVA)

3.4.2 สำหรับการเลือกเครื่องมือตามแนวคิดแบบลีนที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงมีดังนี้

3.4.2.1 Flow Process Chart แผนภาพที่แสดงกระบวนการทำงานหรือการผลิตในรูปแบบกราฟฟิกซึ่งมีการแสดงลำดับขั้นตอนการเคลื่อนไหวของวัตถุดิบหรือข้อมูลและการทำงานของคนหรือเครื่องจักร แผนภาพนี้ถูกใช้เมื่อเราต้องการเห็นภาพรวมของขั้นตอนการทำงานทั้งหมดตั้งแต่การเคลื่อนไหวของวัตถุดิบหรือข้อมูลการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร การใช้เครื่องมือนี้จะช่วยในการระบุขั้นตอนที่ใช้เวลาเกินความจำเป็นหรือกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าซึ่งสามารถปรับปรุงหรือลดทอนออกได้

3.4.2.2 Yamazumi Chart เครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์และปรับปรุงการแจกแจงภาระงานในกระบวนการผลิตเพื่อให้แต่ละขั้นตอนมีการทำงานที่เป็นประสิทธิภาพและสมดุลกันในทางเวลาและการทำงานเครื่องมือนี้ถูกใช้เพื่อต้องการเห็นการแจกแจงภาระงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต ช่วยให้เห็นว่าขั้นตอนใดที่พนักงานมีงานมากเกินไปหรือมีเวลาว่างมากเกินไป การใช้แผนภาพนี้ช่วยให้สามารถปรับสมดุลภาระงานของพนักงานให้เท่าเทียมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.4.2.3 Man-Machine Chart แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของคนและเครื่องจักรซึ่งสามารถช่วยในการวางแผนและจัดการทำงานให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ แผนภาพนี้ใช้เพื่อต้องการเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร เราจะ

สามารถเห็นได้ว่าพนักงานมีเวลาว่างหรือทำงานพร้อมเครื่องจักรมากน้อยเพียงใด การใช้เครื่องมือนี้ช่วยในการจัดการเวลาและหน้าที่ของพนักงานให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องจักร

3.4.2.4 Value Stream Mapping (VSM) แผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์กระบวนการผลิตหรือบริการเพื่อให้เข้าใจทั่วถึงและช่วยในการพัฒนาและปรับปรุงด้วยการลดทรัพยากรที่ไม่จำเป็นและเพิ่มคุณค่าในทุกระบบ เครื่องมือนี้ถูกใช้เพื่อต้องการเห็นกระบวนการผลิตทั้งหมดอย่างครอบคลุม รวมถึงเวลาที่ใช้ในการเพิ่มมูลค่าและเวลาที่เป็นความสูญเปล่า การใช้ VSM จะช่วยระบุจุดที่สามารถลดทรัพยากรที่ไม่จำเป็นและเพิ่มคุณค่าในทุกขั้นตอนของระบบได้

3.5 การวิเคราะห์สรุปผล

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการแก้ไขและปรับปรุงมาสรุปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพื่อตรวจสอบว่าผลการดำเนินการวิจัยเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ จากนั้นจึงจัดทำแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคตโดยวาดแผนภาพกระบวนการผลิตใหม่ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วซึ่งมีการกำจัดความสูญเปล่าออกไป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

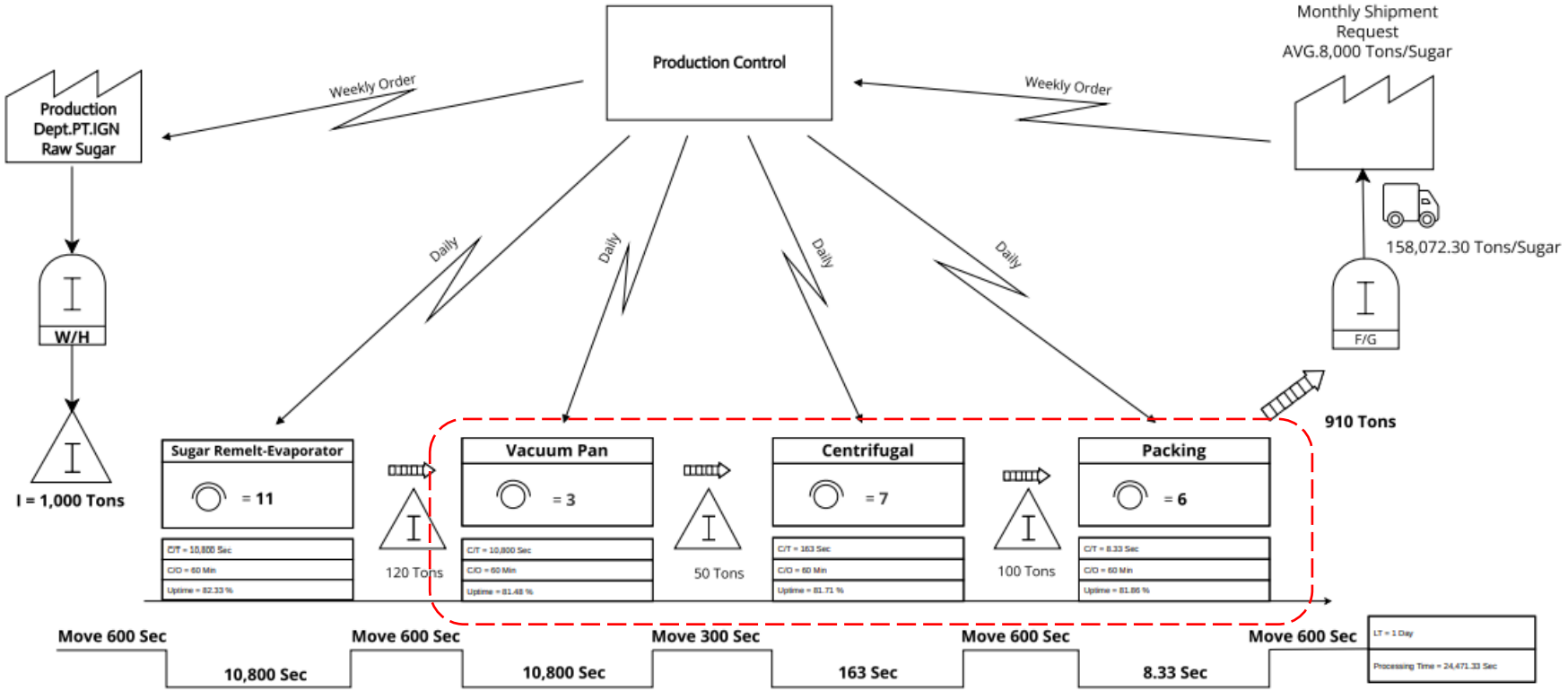
4.1 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตด้วยแผนภาพสายธารคุณค่า

สำหรับงานวิจัยนี้ได้มีการประยุกต์ใช้แนวคิดการผลิตแบบลีนในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์โดยเน้นถึงการนำแนวคิดลีนมาปรับปรุงกระบวนการผลิต ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาและเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเขียนแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันเพื่อทำการวิเคราะห์หาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการดังแสดงในภาพที่ 4-1 แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธ์

จากแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ในโรงงานเริ่มต้นจากแผนกขายที่ได้รับคำสั่งซื้อล่วงหน้าจากลูกค้าสำหรับระยะเวลา 1 เดือนโดยมียอดสั่งซื้อรวม 158,072.30 ตัน จากนั้นแผนกขายจะส่งคำสั่งซื้อนี้ไปยังแผนกควบคุมการผลิตเพื่อจัดทำแผนการผลิตเป็นรายสัปดาห์และรายวันโดยโรงงานมีกำลังการผลิตเฉลี่ย 910 ตันต่อวันโรงงานมีน้ำตาลทรายดิบสำรองอยู่ในไซโลจำนวน 173,705 ตัน ซึ่งถูกนำมาใช้ในการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์วันละ 1,000 ตัน กระบวนการเริ่มจากการลำเลียงน้ำตาลทรายดิบผ่านสายพานไปยังเครื่องละลายโดยใช้เวลาประมาณ 600 วินาที จากนั้นน้ำตาลจะถูกละลายด้วยน้ำร้อนและผ่านกระบวนการต้มและฟอกสีซึ่งใช้เวลา 10,800 วินาที ในขั้นตอนนี้มีพนักงานทำงานจำนวน 11 คน หลังจากกระบวนการฟอกสีเสร็จสิ้นน้ำตาลจะถูกปั๊มไปยังขั้นตอนการเคี่ยวซึ่งใช้เวลาประมาณ 600 วินาทีสำหรับการปั๊ม และ 10,800 วินาทีสำหรับการเคี่ยว จากนั้นน้ำตาลจะถูกปั๊มไปยังถังพักเกล็ดซึ่งใช้เวลาอีก 300 วินาที เพื่อเตรียมเข้าสู่ขั้นตอนการปั่นน้ำตาลในขั้นตอนการปั่นนี้โรงงานมีหม้อปั่นจำนวน 7 เครื่องและใช้พนักงาน 7 คนหลังจากการปั่นน้ำตาลเสร็จสิ้นน้ำตาลจะถูกอบแห้งด้วยเครื่องอบอัตโนมัติและถูกลำเลียงผ่านสายพานไปยังยุ้งเก็บน้ำตาลโดยใช้เวลาในการลำเลียงประมาณ 600 วินาที จากนั้นน้ำตาลจะถูกบรรจุลงในกระสอบโดยใช้เครื่องบรรจุจำนวน 3 เครื่อง และใช้พนักงาน 6 คน น้ำตาลที่บรรจุเสร็จแล้วจะถูกลำเลียงไปเก็บในโกดังเพื่อรอการจัดส่งให้กับลูกค้า กระบวนการทั้งหมดนี้ใช้เวลารวม 24,471.33 วินาที และใช้พนักงานทั้งหมด 27 คนหลังจากแผนการผลิตเสร็จสิ้นแล้วแผนการนี้จะถูกส่งไปยังแผนกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ แผนกจัดซื้อ แผนกผลิต

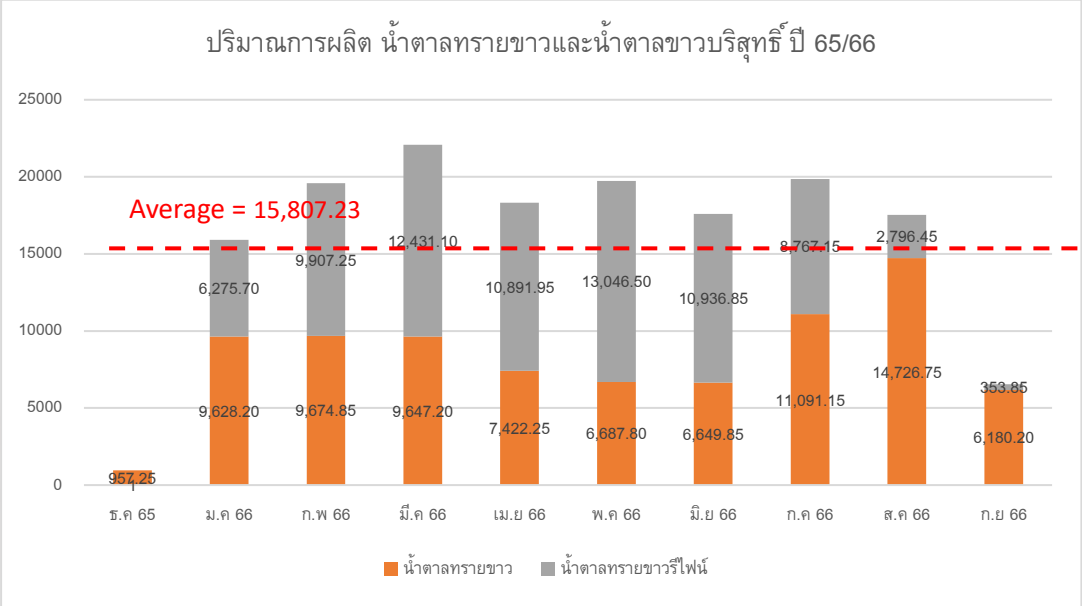
แผนกควบคุมคุณภาพ และแผนกจัดส่ง แผนกควบคุมการผลิตจะทำการคำนวณชนิดและปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้ให้กับแผนกจัดซื้อทุกสัปดาห์รวมถึงวางแผนการผลิตรายวันโดยคำนวณชั่วโมงการทำงานและปริมาณน้ำตาลที่ต้องผลิตสำหรับแผนกผลิตเมื่อกระบวนการผลิตเสร็จสิ้นแผนกควบคุมคุณภาพจะตรวจสอบคุณภาพของน้ำตาลก่อนที่จะนำไปเก็บในส่วนสินค้าสำเร็จรูปเพื่อเตรียมจัดส่งให้กับลูกค้าตามคำสั่งซื้อที่ได้รับ

การวิจัยนี้จะเน้นเฉพาะในกระบวนการ Vacuum Pan, Centrifugal และ Packing เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีพนักงานทำงานมากที่สุดและเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนส่งมอบให้ลูกค้า กระบวนการ Vacuum Pan มีระยะเวลาในการทำงานมากและเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการผลิตน้ำตาล การปรับปรุงในกระบวนการนี้สามารถลดการใช้พลังงานและเพิ่มผลผลิตได้ ส่วนกระบวนการ Centrifugal เป็นการแยกน้ำตาลออกจากน้ำเชื่อมที่ต้องการความเร็วและความแม่นยำ ซึ่งการปรับปรุงการทำงานของเครื่องจักรและพนักงานจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาการผลิต และกระบวนการ Packing เป็นการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าและคุณภาพของสินค้า หากปรับปรุงกระบวนการให้มีความเร็วและแม่นยำมากขึ้น จะช่วยลดต้นทุนและเพิ่มความสามารถในการผลิตโดยรวมของโรงงานได้



ภาพที่ 4-1 แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

4.2 Production Information



ภาพที่ 4-2 กราฟปริมาณการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลขาวบริสุทธิ์ปี 65/66

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลการผลิตน้ำตาลปี 65/66

เดือน	น้ำตาลทรายขาว	น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	รวม
ธ.ค 65	957.25	0	957.25
ม.ค 66	9,628.20	6,275.70	19,236.85
ก.พ 66	9,674.85	9,907.25	21,923.00
มี.ค 66	9,647.20	12,431.10	22,428.00
เม.ย 66	7,422.25	10,891.95	18,314.20
พ.ค 66	6,687.80	13,046.50	19,734.30
มิ.ย 66	6,649.85	10,936.85	17,586.70
ก.ค 66	11,091.15	8,767.15	19,858.30
ส.ค 66	14,726.75	2,796.45	17,523.20
ก.ย 66	6,180.20	353.85	6,534.05
รวม	**82665.5**	**75406.8**	**158,072.30**

จากตารางที่ 4-1 ข้อมูลการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ในช่วงเดือนธันวาคม 2565 ถึงกันยายน 2566 พบว่ามีการผลิตน้ำตาลทรายขาวรวมทั้งสิ้น 82,665.5 ตัน และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์รวม 75,406.8 ตัน โดยการผลิตรวมทั้งสองชนิดอยู่ที่ 158,072.3 ตัน เดือนที่มีการผลิตน้ำตาลทรายขาวสูงสุดคือ สิงหาคม 2566 ที่ 14,726.75 ตัน และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์สูงสุดคือ มีนาคม 2566 ที่ 12,431.10 ตัน ส่วนเดือนธันวาคม 2565 มีการผลิตต่ำสุดสำหรับน้ำตาลทรายขาวที่ 957.25 ตัน และไม่มีการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ในเดือนนั้น โดยมีค่าเฉลี่ย 15,807.23 ตัน ดังแสดงในภาพที่ 4-2 กราฟปริมาณการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลขาวบริสุทธิ์ ปี 65/66

4.3 Flow Process Chart

Flow Process Chart แสดงการติดตามการทำงานของพนักงานและวิเคราะห์กระบวนการทำงานอย่างละเอียดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต Vacuum Pan Process, Centrifugal Process, Packing Process

4.3.1 Flow Process Vacuum Pan Chart

ตารางที่ 4-2 แผนภาพแสดง Flow Process Vacuum Pan Chart. Worker 3 Prs.6 Machines

แผนภูมิวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร
แผนภูมิหมายเลข.....แผ่นที่.....ใน.....แผ่น..... สรุปผล

ชื่อโรงงาน	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ	ลดลง
กรรมวิธี Vaccum Pan	การปฏิบัติ ○			
	การเคลื่อนย้าย ⇨			
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ	การรอคอย D			
	การตรวจสอบ □			
ตำแหน่งที่ตั้ง	การเก็บรักษา ▽			
ผู้บันทึก วันที่	ระยะทาง			
	เวลา (นาที)			

รายการ	จำนวน	ระยะทาง	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เปิดวาล์วไอน้ำ R1	1		1						
เปิดวาล์วน้ำเชื่อม R1	1		1						
เปิดวาล์วน้ำร้อน R1	1		1						
กดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเคี่ยว R1	1		1						
หม้อเคี่ยวทำงาน R1	1		10,796						
เดินไปเครื่อง R2	1	1 เมตร	1						
เปิดวาล์วไอน้ำ R2	1		1						
เปิดวาล์วน้ำเชื่อม R2	1		1						
เปิดวาล์วน้ำร้อน R2	1		1						
กดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเคี่ยว R2	1		1						
หม้อเคี่ยวทำงาน R2	1		10,796						

จากตารางที่ 4-2 แผนภาพแสดง Flow Process Vacuum Pan Chart โดยใช้พนักงาน 1 คน ต่อ 2 เครื่อง มีเครื่องจักร รวม 6 เครื่อง พนักงานทั้งหมด 3 คน วิเคราะห์การทำงานของพนักงาน ในกระบวนการ Vacuum Pan จะเห็นได้ว่าเวลาในการปฏิบัติงาน รวม 8 Sec เวลาในการรอคอยให้

เครื่องจักรทำงาน 21,592 Sec และเวลาในการเคลื่อนย้าย 1 Sec มีระยะทาง 1 เมตร ซึ่งเป็นสัดส่วนสูง ควรทำการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมในการปฏิบัติงานของพนักงาน ช่วงเวลาว่างของพนักงานต้องเฝ้าระวังและตรวจเช็คการทำงานของเครื่องจักรและทำความสะอาดเครื่องจักร และแจ้งหัวหน้างานทันที หากพบความผิดปกติของเครื่องจักร

4.3.2 Flow Process Centrifugal Chart

ตารางที่ 4-3 แผนภาพแสดง Flow Process Centrifugal Chart. Worker 7 Prs.7 Machines

แผนภูมิวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร แผนภูมิหมายเลข.....แผ่นที่.....ใน.....แผ่น.....										สรุปผล	
ชื่อโรงงาน กรรมวิธี Centrifuging ☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ ตำแหน่งที่ตั้ง ผู้บันทึก วันที่	สัญลักษณ์									ปัจจุบัน	เสนอ	ลดลง
	การปฏิบัติ											
	การเคลื่อนย้าย											
	การรอคอย											
	การตรวจสอบ											
	การเก็บรักษา											
	ระยะทาง											
	เวลา (นาที)											
รายการ	จำนวน	ระยะทาง	เวลา(วินาที)	สัญลักษณ์								หมายเหตุ
เปิดวาล์ว	1		1									
หม้อปั่นทำงาน	1		162									

จากตารางที่ 4-3 แผนภาพแสดง Flow Process Centrifugal Chart โดยใช้พนักงาน 1 คน ต่อ 1 เครื่อง มีเครื่องจักร รวม 7 เครื่อง พนักงานทั้งหมด 7 คน วิเคราะห์การทำงานของพนักงาน ในกระบวนการ Centrifugal จะเห็นได้ว่าเวลาในการปฏิบัติงาน รวม 1 Sec เวลาในการรอคอยให้เครื่องจักรทำงาน 162 Sec ซึ่งเป็นสัดส่วนสูง ควรทำการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมในการปฏิบัติงานของพนักงาน ช่วงเวลาว่างของพนักงานต้องเฝ้าระวังและตรวจเช็คการทำงานของเครื่องจักรและทำความสะอาดเครื่องจักร และแจ้งหัวหน้างานทันที หากพบความผิดปกติของเครื่องจักร

4.3.3 Flow Process Packing Chart

ตารางที่ 4-4 แผนภาพแสดง Flow Process Packing Chart. Worker 3 Prs.3 Machines

แผนภูมิวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร แผนภูมิหมายเลข.....แผ่นที่.....ใน.....แผ่น.....											สรุปผล	
ชื่อโรงงาน กรรมวิธี Packing ☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ ตำแหน่งที่ตั้ง ผู้บันทึก วันที่	สัญลักษณ์										ปัจจุบัน	เสนอ	ลดลง
	การปฏิบัติ												
	การเคลื่อนย้าย												
	การรอคอย												
	การตรวจสอบ												
	การเก็บรักษา												
	ระยะทาง												
	เวลา (นาที)												
รายการ	จำนวน	ระยะทาง	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์									หมายเหตุ
หยิบกระสอบ	1		1										
สวมกระสอบ	1		1										
กดสวิทช์จับกระสอบ	1		1										
Packing ทำงาน	1		1										

จากตารางที่ 4-4 แผนภาพแสดง Flow Process Packing Chart โดยใช้พนักงาน 1 คนต่อ 1 เครื่อง มีเครื่องจักรรวม 3 เครื่อง พนักงานทั้งหมด 3 คน วิเคราะห์การทำงานของพนักงาน ในกระบวนการ Packing จะเห็นได้ว่าเวลาในการปฏิบัติงาน รวม 4 Sec เวลาในการรอคอยให้เครื่องจักรทำงาน 1 Sec โดยการถ่ายวีดีโอในการจับเวลา

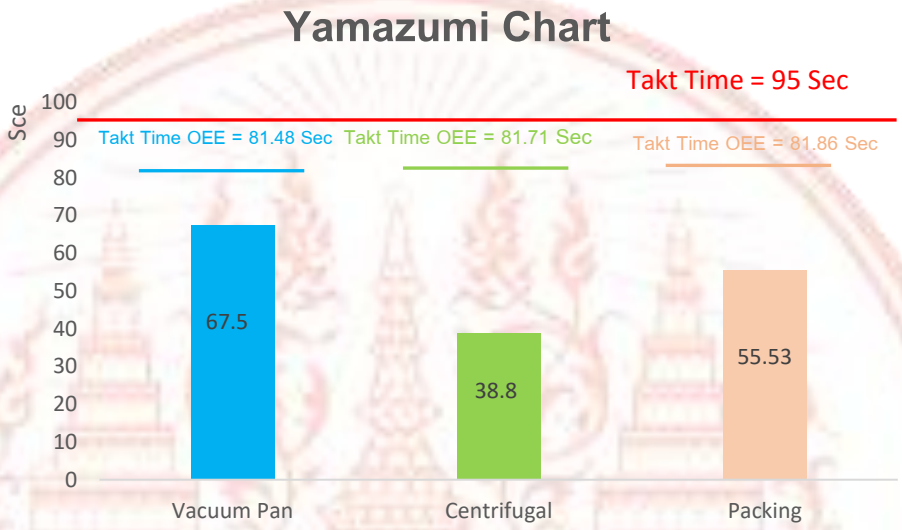
ตารางที่ 4-5 แผนภาพแสดง Flow Process Sack Sewing Chart. Worker 3 Prs.3 Machines

แผนภูมิวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร แผนภูมิหมายเลข.....แผ่นที่.....ใน.....แผ่น.....											สรุปผล	
ชื่อโรงงาน กรรมวิธี Sack Sewing ☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ ตำแหน่งที่ตั้ง ผู้บันทึก วันที่	สัญลักษณ์										ปัจจุบัน	เสนอ	ลดลง
	การปฏิบัติ												
	การเคลื่อนย้าย												
	การรอคอย												
	การตรวจสอบ												
	การเก็บรักษา												
	ระยะทาง												
	เวลา (นาที)												
รายการ	จำนวน	ระยะทาง	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์									หมายเหตุ
พับปากกระสอบ	1		1										
ประคองกระสอบน้ำตาล	1	1 เมตร	1										
เครื่องเย็บทำงาน	1		2.33										

จากตารางที่ 4-5 แผนภาพแสดง Flow Process Sack Sewing Chart โดยใช้พนักงาน 1 คนต่อ 1 เครื่อง มีเครื่องจักรรวม 3 เครื่อง พนักงานทั้งหมด 3 คน วิเคราะห์การทำงานของพนักงาน ในกระบวนการ Sack Sewing จะเห็นได้ว่าเวลาในการปฏิบัติงาน รวม 4.33 Sec เวลาในการรอคอยให้

เครื่องจักรทำงาน 2.33 Sec โดยการถ่ายวีดีโอในการจับเวลาและเวลาในการเคลื่อนย้าย 1 Sec มีระยะทาง 1 เมตร

4.4 Yamazumi Chart รวมทุกกระบวนการ



ภาพที่ 4-3 แผนภาพแสดง Yamazumi Chart รวมทุกกระบวนการ

พิจารณาจากภาพที่ 4-3 แผนภาพแสดง Yamazumi Chart จะเห็นได้ว่าเวลารวมของทุกกระบวนการไม่เกิน Takt Time 95 Sec แสดงว่าสายการผลิตสามารถทำงานเสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดแต่ยังมีความสูญเปล่าจากการรอคอยและการว่างงานค่อนข้างสูง โดยสามารถคำนวณ Takt Time ของกระบวนการทั้งหมดได้ดังนี้

4.4.1 การคำนวณ Takt Time

Number of Products = 910 tons/Day

Production time day = 24 x 60 x 60

= 86,400 Sec

Takt Time = 86,400 / 910 Sec

= 95 Sec

4.4.2 การคำนวณ รอบการผลิต และ OEE Vacuum Pan

4.4.2.1 Vacuum Pan มีจำนวน 6 เครื่อง ใช้พนักงาน จำนวน 3 คน

รอบเวลาผลิต = 10,800 Sec

ความสามารถการผลิตรวม 6 เครื่อง = 160 ton

อัตราการผลิต = 10,800 / 160 Sec / ton

= 67.5 Sec / ton

4.4.2.2 การคำนวณ OEE Vacuum Pan

เวลาในการทำงานที่กำหนดไว้ = 4,824 ชั่วโมง

เครื่องจักรเสีย = 35.80 ชั่วโมง

จำนวนชิ้นงานที่คาดว่าจะผลิตได้ = 182, 910 ตัน (คิด 910 ตัน/วัน)

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จริง = 158, 437.97 ตัน

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้คุณภาพ = 158, 072.30 ตัน

OEE = A*P*Q

A (Availability Rate) = (4,824 – 35.80)/4, 824*100

= 99.25 %

P (Performance Rate) = (158,437.97/182,910) *100

= 86.62 %

Q (Quality Rate) = (158,072.30/158,437.97) *100

= 99.77 %

จะได้ OEE = 99.25*86.62*99.77

= 85.77 %

4.4.3 การคำนวณ รอบการผลิต และ OEE Centrifugal

4.4.3.1 Centrifugal มีจำนวน 7 เครื่อง ใช้พนักงาน จำนวน 7 คน

รอบเวลาผลิต = 163 Sec

ความสามารถการผลิตรวม 7 เครื่อง = 4.2 ton

อัตราการผลิต = 163 / 4.2 Sec / ton

= 38.8 Sec/ton

4.4.3.2 การคำนวณ OEE Centrifugal

เวลาในการทำงานที่กำหนดไว้ = 4,824 ชั่วโมง

เครื่องจักรเสีย = 22.79 ชั่วโมง

จำนวนชิ้นงานที่คาดว่าจะผลิตได้ = 182, 910 ตัน (คิด 910 ตัน/วัน)

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จริง = 158, 437.97 ตัน

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้คุณภาพ = 158, 072.30 ตัน

OEE = A*P*Q

A (Availability Rate) = (4,824 – 22.79)/4, 824*100
= 99.53 %

P (Performance Rate) = (158,437.97/182,910) *100
= 86.62 %

Q (Quality Rate) = (158,072.30/158,437.97) *100
= 99.77 %

จะได้ OEE = 99.53*86.62*99.77
= 86.01 %

4.4.4 การคำนวณ รอบการผลิต และ OEE Packing

4.4.4.1 Packing มีจำนวน 3 เครื่องใช้พนักงาน จำนวน 6 คน

รอบเวลาผลิต = 8.33 Sec

ความสามารถการผลิตรวม 3 เครื่อง = 0.15 ton

อัตราการผลิต = 8.33 / 0.15 Sec / ton
= 55.53 Sec / ton

4.4.4.2 การคำนวณ OEE Packing

เวลาในการทำงานที่กำหนดไว้ = 4,824 ชั่วโมง

เครื่องจักรเสีย = 13.98 ชั่วโมง

จำนวนชิ้นงานที่คาดว่าจะผลิตได้ = 182, 910 ตัน (คิด 910 ตัน/วัน)

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จริง = 158, 437.97 ตัน

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้คุณภาพ = 158, 072.30 ตัน

OEE = A*P*Q

A (Availability Rate) = (4,824 – 13.98)/4, 824*100
= 99.71 %

P (Performance Rate) = (158,437.97/182,910) *100
= 86.62 %

Q (Quality Rate) = (158,072.30/158,437.97) *100
= 99.77 %

จะได้ OEE = 99.71*86.62*99.77
= 86.17 %

4.5 Man - Machine Chart

4.5.1 Man - Machine Vacuum Pan Chart (ก่อนการปรับปรุง)

ภาพที่ 4-4 แผนภาพแสดงลักษณะและที่ตั้งหม้อเคี่ยว (Vacuum Pan)

R1 ถึง R2 คือ Vacuum Pan ใช้พนักงาน 1 คน

R3 ถึง R4 คือ Vacuum Pan ใช้พนักงาน 1 คน

W1 คือ W2 คือ Vacuum Pan ใช้พนักงาน 1 คน

รวมพนักงานทั้งหมด 3 คน

ก่อนการปรับปรุงใช้พนักงานในการควบคุมเครื่อง Vacuum Pan ใช้พนักงาน 1 คนต่อ 2เครื่อง รวมเป็น 3 คน 2 เครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 4-4 สามารถนำมาสร้างแผนภูมิ Man- Machine Chart ได้ดังนี้

ตารางที่ 4-6 Man- Machine Vacuum Pan Chart (ก่อนการปรับปรุง)

พนักงาน	วินาที		Vaccum Pan No.1	วินาที		Vaccum Pan No.2	วินาที	
กดเปิดวาล์วไอน้ำ No.1	1		ถูกเปิดวาล์วไอน้ำ	1		ทำงาน	10796	
กดเปิดวาล์วน้ำเชื่อม No.1	1		ถูกเปิดวาล์วน้ำเชื่อม	1				
กดเปิดวาล์วน้ำร้อน No.1	1		ถูกเปิดวาล์วน้ำร้อน	1				
กดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเดี่ยว No.1	1		ถูกเดินใบกวนหม้อเดี่ยว	1				
กดเปิดวาล์วไอน้ำ No.2	1		ทำงาน	10,796		ถูกเปิดวาล์วไอน้ำ	1	
กดเปิดวาล์วน้ำเชื่อม No.2	1					ถูกเปิดวาล์วน้ำเชื่อม	1	
กดเปิดวาล์วน้ำร้อน No.2	1					ถูกเปิดวาล์วน้ำร้อน	1	
กดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเดี่ยว No.2	1					ถูกเดินใบกวนหม้อเดี่ยว	1	
ว่าง	10,792					ทำงาน	10,796	
กดเปิดวาล์วไอน้ำ No.1	1		ถูกเปิดวาล์วไอน้ำ	1				
กดเปิดวาล์วน้ำเชื่อม No.1	1		ถูกเปิดวาล์วน้ำเชื่อม	1				
กดเปิดวาล์วน้ำร้อน No.1	1		ถูกเปิดวาล์วน้ำร้อน	1				
กดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเดี่ยว No.1	1		ถูกเดินใบกวนหม้อเดี่ยว	1				

Time	พนักงาน	Vacuum Pan No.1	Vacuum Pan No.2
เวลาว่าง (Sec)	10,792	0	0
เวลาทำงาน (Sec)	8	10,800	10,800
เวลาทั้งหมด (Sec)	10,800	10,800	10,800
%เวลาทำงาน (Sec)	0.07	100	100

จากตารางที่ 4-6 Man- Machine Vacuum Pan Chart ก่อนการปรับปรุงจะเห็นได้ว่าเวลาทำงานทั้งหมด 10,800 Sec พนักงานมีเวลาทำงาน 8 Sec คิดเป็นร้อยละ 0.07 และเวลาว่างของพนักงาน 10,792 Sec ในส่วนของเวลาทำงานของเครื่องจักร เวลาการทำงาน 10,800 Sec คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนที่ต้องปรับปรุงคือเวลาการทำงานของพนักงานที่มีเวลาว่างสูง

4.5.2 Man-Machine Vacuum Pan Chart (หลังการปรับปรุง)

ตารางที่ 4-7 Man-Machine Vacuum Pan Chart (หลังการปรับปรุง)

พนักงาน	วินาที		Vaccum Pan No.1	วินาที		Vaccum Pan No.2	วินาที		Vaccum Pan No.3	วินาที	
คลเปิดวาล์วไอน้ำ No.1	1		ลูกเปิดวาล์วไอน้ำ	1		ทำงาน	10,796		ทำงาน	10,796	
คลเปิดวาล์วน้ำเชื่อม No.1	1		ลูกเปิดวาล์วน้ำเชื่อม	1							
คลเปิดวาล์วน้ำร้อน No.1	1		ลูกเปิดวาล์วน้ำร้อน	1							
คลสวิทช์เดินใบควนหม้อเดี่ยวNo.1	1		ลูกเดินใบควนหม้อเดี่ยว	1							
คลเปิดวาล์วไอน้ำ No.2	1		ทำงาน	10,796		ลูกเปิดวาล์วไอน้ำ	1				
คลเปิดวาล์วน้ำเชื่อม No.2	1					ลูกเปิดวาล์วน้ำเชื่อม	1				
คลเปิดวาล์วน้ำร้อน No.2	1					ลูกเปิดวาล์วน้ำร้อน	1				
คลสวิทช์เดินใบควนหม้อเดี่ยวNo.2	1					ลูกเดินใบควนหม้อเดี่ยว	1				
คลเปิดวาล์วไอน้ำ No.3	1					ทำงาน	10,796		ลูกเปิดวาล์วไอน้ำ	1	
คลเปิดวาล์วน้ำเชื่อม No.3	1								ลูกเปิดวาล์วน้ำเชื่อม	1	
คลเปิดวาล์วน้ำร้อน No.3	1								ลูกเปิดวาล์วน้ำร้อน	1	
คลสวิทช์เดินใบควนหม้อเดี่ยวNo.3	1								ลูกเดินใบควนหม้อเดี่ยว	1	
ว่าง	10,788								ทำงาน	10,796	
คลเปิดวาล์วไอน้ำ No.1	1		ลูกเปิดวาล์วไอน้ำ	1							
คลเปิดวาล์วน้ำเชื่อม No.1	1		ลูกเปิดวาล์วน้ำเชื่อม	1							
คลเปิดวาล์วน้ำร้อน No.1	1		ลูกเปิดวาล์วน้ำร้อน	1							
คลสวิทช์เดินใบควนหม้อเดี่ยวNo.1	1		ลูกเดินใบควนหม้อเดี่ยว	1							
คลเปิดวาล์วไอน้ำ No.2	1		ทำงาน	10,796		ลูกเปิดวาล์วไอน้ำ	1				
คลเปิดวาล์วน้ำเชื่อม No.2	1					ลูกเปิดวาล์วน้ำเชื่อม	1				
คลเปิดวาล์วน้ำร้อน No.2	1					ลูกเปิดวาล์วน้ำร้อน	1				
คลสวิทช์เดินใบควนหม้อเดี่ยวNo.2	1					ลูกเดินใบควนหม้อเดี่ยว	1				

Time	พนักงาน	Vacuum Pan No.1	Vacuum Pan No.2	Vacuum Pan No.3
เวลาว่าง (Sec)	10,788	0	0	0
เวลาทำงาน (Sec)	12	10,800	10,800	10,800
เวลาทั้งหมด (Sec)	10,800	10,800	10,800	10,800
%เวลาทำงาน (Sec)	0.11	100	100	100

จากตารางที่ 4-7 Man- Machine Vacuum Pan Chart หลังการปรับปรุงจะเห็นได้ว่าเวลาทำงานทั้งหมด 10,800 Sec พนักงาน เวลาทำงาน 12 Sec คิดเป็นร้อยละ 0.11 และเวลาว่างของพนักงาน 10,788 Sec ในส่วนของเวลาทำงานของเครื่องจักรเวลาการทำงาน 10,800 Sec คิดเป็นร้อยละ 100 พนักงานมีเวลาทำงานเพิ่มขึ้น 4 Sec และนำไปวางแผนการทำงานใหม่ได้ดังนี้

R1, R2, W1 คือ Vacuum Pan ใช้พนักงาน 1 คน

R3, R4, W2 คือ Vacuum Pan ใช้พนักงาน 1 คน

รวมพนักงานทั้งหมด 2 คน

ทั้งนี้ทางผู้วิจัยได้วิเคราะห์เวลาการทำงานของพนักงานจะได้ว่าพนักงาน 1 คนสามารถควบคุมเครื่องจักรทั้งหมด 6 เครื่องได้ โดยต้องมีการฝึกอบรมและพัฒนาทักษะเพื่อให้พนักงานเข้าใจระบบ

ใหม่และสามารถจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินได้ ควรวางแผนสำรองในกรณีที่ระบบเกิดขัดข้อง และมีการประเมินผลการทำงานอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงจากปัญหาการหยุดชะงักในการผลิต ในช่วงเริ่มต้นจึงต้องใช้พนักงานจำนวน 2 คนก่อน เพื่อลดความเสี่ยงในการหยุดของเครื่องจักร

4.5.3 Man- Machine Centrifugal (ก่อนการปรับปรุง)

ภาพที่ 4-5 แผนภาพแสดงลักษณะและตำแหน่งติดตั้งหม้อปั่น (Centrifugal)

R1 ถึง R5 ใช้พนักงาน 5 คน

W1 ถึง W2 ใช้พนักงาน 2 คน

ก่อนการปรับปรุงใช้พนักงานในการควบคุมเครื่อง Centrifugal ใช้พนักงาน 1 คนต่อเครื่อง รวมเป็น 7 คน 7 เครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 4-5 สามารถนำมาสร้างแผนภูมิ Man- Machine Chart ได้ดังนี้

ตารางที่ 4-8 Man-Machine Centrifugal Chart (ก่อนการปรับปรุง)

พนักงาน	วินาที		Centrifuging No.1	วินาที	
กดเปิดวาล์ว	1		ถูกเปิดวาล์ว	1	
ดูแมสควิสให้เต็มหม้อ	27				
ว่าง	135		ทำงาน	162	

Time	พนักงาน	Centrifuging No.1
เวลาว่าง (Sec)	135	0
เวลาทำงาน (Sec)	28	163
เวลาทั้งหมด (Sec)	163	163
%เวลาทำงาน (Sec)	17.18	100

จากตารางที่ 4-8 Man-Machine Centrifugal Chart ก่อนการปรับปรุง จะเห็นได้ว่าเวลาทำงานทั้งหมด163 Sec พนักงานมีเวลาทำงาน 28 Sec คิดเป็นร้อยละ 17.18 และเวลาว่างของพนักงาน 135 Sec ในส่วนของเวลาทำงานของเครื่องจักรมีเวลาการทำงาน 163 Sec คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนที่ต้องปรับปรุงคือเวลาการทำงานของพนักงาน

4.5.4 Man- Machine Chart (หลังการปรับปรุง)

1 ถึง 3 คือ W Centrifugal ใช้พนักงาน 1 คน

4 ถึง 5 คือ W Centrifugal ใช้พนักงาน 1 คน

6 ถึง 7 คือ R Centrifugal ใช้พนักงาน 1 คน

หลังการปรับปรุงใช้พนักงานในการควบคุมเครื่อง Centrifugal ใช้พนักงาน 1 คนต่อ 2 ถึง 3 เครื่องรวมเป็น 3 คน สามารถนำมาสร้างแผนภูมิ Man-Machine Chartได้ดังนี้

ตารางที่ 4-9 Man-Machine Centrifugal Chart Worker 1 Prs.2 Machines (หลังการปรับปรุง)

พนักงาน	วินาที		Centrifuging No.1	วินาที		Centrifuging No.2	วินาที	
กดเปิดวาล์ว NO.1	1		ถูกเปิดวาล์ว	1		ทำงาน	162	
ดูแมสควิสให้เต็มหม้อ No.1	27		ทำงาน	162				
เดินไปกดเปิดวาล์ว No.2	3							
กดเปิดวาล์ว No.2	1					ถูกเปิดวาล์ว	1	
ดูแมสควิสให้เต็มหม้อ No.2	27					ทำงาน	162	
ว่าง	104							
กดเปิดวาล์ว NO.1	1		ถูกเปิดวาล์ว	1				
ดูแมสควิสให้เต็มหม้อ No.1	27		ทำงาน	162				
เดินไปกดเปิดวาล์ว No.2	3							

Time	พนักงาน	Centrifugal No.1	Centrifugal No.2
เวลาว่าง (Sec)	104	0	0
เวลาทำงาน (Sec)	59	163	163
เวลาทั้งหมด (Sec)	163	163	163
%เวลาทำงาน (Sec)	36.20	100	100

จากตารางที่ 4-9 Man-Machine Centrifugal Chart หลังจากปรับปรุงจะเห็นได้ว่าเวลาทำงานทั้งหมด 163 Sec เวลาทำงานของพนักงาน 59 Sec คิดเป็นร้อยละ 36.20 และเวลาว่างของพนักงาน 104 Sec ในส่วนของเวลาทำงานของ Centrifugal No.1 มีเวลาทำงาน 163 Sec คิดเป็นร้อยละ 100 และ Centrifugal No.2 มีเวลาทำงาน 163 Sec คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งสามารถลดความสูญเสียจากการรอคอย (Waiting Waste) และลดจำนวนพนักงานลงครึ่งหนึ่งของจำนวนพนักงานที่มีอยู่เดิม

ตารางที่ 4-10 Man-Machine Centrifugal Chart Worker 1 Prs.3 Machines (หลังการปรับปรุง)

พนักงาน	วินาที		Centrifuging No.1	วินาที		Centrifuging No.2	วินาที		Centrifuging No.3	วินาที	
กดเปิดวาล์ว N0.1	1		ถูกเปิดวาล์ว	1							
ดูแมสสวิสให้เต็มหม้อ No.1	27		ทำงาน	162		ทำงาน	162		ทำงาน	162	
เดินไปกดเปิดวาล์ว No.2	3										
กดเปิดวาล์ว No.2	1					ถูกเปิดวาล์ว	1				
ดูแมสสวิสให้เต็มหม้อ No.2	27										
เดินไปกดเปิดวาล์ว No.3	3										
กดเปิดวาล์ว No.3	1								ถูกเปิดวาล์ว	1	
ดูแมสสวิสให้เต็มหม้อ No.3	27										
ว่าง	73					ทำงาน	162		ทำงาน	162	
กดเปิดวาล์ว N0.1	1		ถูกเปิดวาล์ว	1							
ดูแมสสวิสให้เต็มหม้อ No.1	27		ทำงาน	162							
เดินไปกดเปิดวาล์ว No.2	3										
กดเปิดวาล์ว No.2	1					ถูกเปิดวาล์ว	1				
ดูแมสสวิสให้เต็มหม้อ No.2	27										
เดินไปกดเปิดวาล์ว No.3	3					ทำงาน	162				

Time	พนักงาน	Centrifugal No.1	Centrifugal No.2	Centrifugal No.3
เวลาว่าง (Sec)	73	0	0	0
เวลาทำงาน (Sec)	90	163	163	163
เวลาทั้งหมด (Sec)	163	163	163	163
%เวลาทำงาน (Sec)	55.21	100	100	100

จากตารางที่ 4-10 Man-Machine Centrifugal Chart หลังจากปรับปรุงจะเห็นได้ว่าเวลาทำงานทั้งหมด 163 Sec เวลาทำงานของพนักงาน 90 Sec คิดเป็นร้อยละ 55.21 และเวลาว่างของพนักงาน 73 Sec ในส่วนของเวลาทำงานของ Centrifugal No.1 ถึง Centrifugal No.3 มีเวลาทำงาน 163 Sec คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งสามารถลดความสูญเสียจากการรอคอย (Waiting Waste) และลดจำนวนพนักงานลงครึ่งหนึ่งของจำนวนพนักงานที่มีอยู่เดิม

4.5.5 Man- Machine Chart Packing

ภาพที่ 4-6 แผนภาพแสดงขั้นตอนกระบวนบรรจุน้ำตาล (Packing)

ก่อนการปรับปรุงใช้พนักงานในการควบคุมเครื่อง Packing ใช้พนักงาน 1 คน เครื่อง Sack Sewing ใช้พนักงาน 1 คน ต่อเครื่องรวมเป็น 6 คน 3 เครื่อง โดยมีขั้นตอนตามภาพที่ 4-6 คือ พนักงานคนที่ 1 ทำหน้าที่บรรจุน้ำตาลขนาด 50 kg แล้วส่งต่อให้พนักงานคนที่ 2 ประคองและพับปากกระสอบเข้าเครื่องเย็บ สามารถนำมาสร้างแผนภูมิ Man- Machine Chart ได้ดังนี้

ตารางที่ 4-11 Man-Machine Packing Chart

พนักงาน		วินาที		Packing Machine	วินาที	
Man 1	หยิบกระสอบ	1		ว่าง	2	
	สวมกระสอบ	1				
	กดสวิทช์จับกระสอบ	1		Packing ทำงาน	2	
	ว่าง	1				

Time	พนักงาน	Packing Machine
เวลาว่าง (Sec)	1	2
เวลาทำงาน (Sec)	3	2
เวลาทั้งหมด (Sec)	4	4
%เวลาทำงาน (Sec)	75	50

จากตารางที่ 4-11 Man-Machine Packing Machine Chart พบว่าเวลาทำงานทั้งหมด 4 Sec โดยมีเวลาทำงานของพนักงาน 3 Sec คิดเป็นร้อยละ 75 และเวลาว่าง 1 Sec ในส่วนของเครื่องจักรนั้นมีเวลาทำงาน 2 Sec คิดเป็นร้อยละ 50 และเวลาว่าง 2 Sec

ตารางที่ 4-12 Man-Machine Sack Sewing Chart

พนักงาน		วินาที		Sack Sewing Machine	วินาที	
Man 2	พับปากกระสอบ	1		ว่าง	2	
	ประคองกระสอบเข้าเย็บ	1				
	ว่าง	2.33		เย็บกะสอบ	2.33	
	พับปากกระสอบ	1		ว่าง	2	
	ประคองกระสอบเข้าเย็บ	1				
	ว่าง			เย็บกะสอบ	2.33	

Time	พนักงาน	Sack Sewing Machine
เวลาว่าง (Sec)	2.33	2
เวลาทำงาน (Sec)	2	2.33
เวลาทั้งหมด (Sec)	4.33	4.33
%เวลาทำงาน (Sec)	46.18	53.81

จากตารางที่ 4-12 Man-Machine Sack Sewing Machine Chart พบว่า เวลาทำงานทั้งหมด 4.33 Sec โดยมีเวลาทำงานของพนักงาน 2 Sec คิดเป็นร้อยละ 46.18 และเวลาว่าง 2.33 Sec ในส่วนของเครื่องจักรนั้นมีเวลาทำงาน 2.33 Sec คิดเป็นร้อยละ 53.81 และเวลาว่าง 2 Sec

ตารางที่ 4-13 Man-Machine Packing + Sack Sewing Machine Chart

Time	พนักงาน	Packing + Sack Sewing Machine
เวลาว่าง (Sec)	3.33	4
เวลาทำงาน (Sec)	5	4.33
เวลาทั้งหมด (Sec)	8.33	8.33
%เวลาทำงาน (Sec)	60	51.98

จากตารางที่ 4-13 Man-Machine Packing + Sack Sewing Machine Chart พบว่าเวลาทำงานทั้งหมด 8.33 Sec โดยมีเวลาทำงานของพนักงาน 5 Sec คิดเป็นร้อยละ 60 และเวลาว่าง 3.33 Sec ในส่วนของเครื่องจักรนั้นมีเวลาทำงาน 4.33 Sec คิดเป็นร้อยละ 51.98 และเวลาว่าง 4 Sec ซึ่งพิจารณจากงานที่ทำแล้วไม่สามารถลดพนักงานได้

4.6 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตด้วยแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคต

จากการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พบว่าสามารถลดจำนวนพนักงานได้ดังนี้:

4.6.1 กระบวนการผลิต Vacuum Pan

4.6.1.1 เดิมพนักงาน 1 คน ควบคุมเครื่องจักร 2 เครื่อง โดยการรับพนักงานชั่วคราวเฉพาะฤดูกาลหีบ 4 เดือน ในอดีตยังไม่มีวิธีการคำนวณความเหมาะสมของพนักงานกับเครื่องจักรอาศัยการประมาณจากหัวหน้างาน

4.6.1.2 หลังการปรับปรุงพบว่าเวลาทำงานทั้งหมดของพนักงานอยู่ที่ 10,800 วินาที โดยเวลาทำงานจริง 12 วินาที คิดเป็นร้อยละ 0.11 และมีเวลาว่าง 10,788 วินาที ในขณะที่เครื่องจักรทำงานเต็มร้อยละ 100

4.6.1.3 จากแนวคิดแบบลีน พบว่าพนักงาน 1 คน สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ 3 เครื่อง จากเดิมที่ใช้พนักงาน 3 คนต่อกะลดเหลือ 2 คนต่อกะ โดยพนักงานที่เหลืออีก 1 คนมอบหมายให้ทำงานอื่นในฤดูกาลผลิตหน้าจะรับพนักงานใหม่ในกระบวนการผลิต Vacuum Pan เพียง 2 คนเท่านั้น

4.6.2 กระบวนการผลิต Centrifugal

4.6.2.1 เดิมพนักงาน 1 คน ควบคุมเครื่องจักร 1 เครื่อง โดยการรับพนักงานชั่วคราวเฉพาะฤดูกาลหีบ 4 เดือน ในอดีตยังไม่มีวิธีการคำนวณความเหมาะสมของพนักงานกับเครื่องจักรอาศัยการประมาณจากหัวหน้างาน

4.6.2.2 หลังการปรับปรุงพบว่าเวลาทำงานทั้งหมดของพนักงานอยู่ที่ 194 Sec โดยมีเวลาทำงานจริง 59 Sec คิดเป็นร้อยละ 36.20 และมีเวลาว่าง 104 Sec ในขณะที่เครื่อง Centrifugal No.1 มีเวลาทำงาน 163 Sec คิดเป็นร้อยละ 100 และเครื่อง Centrifugal No.2 มีเวลาทำงาน 163 Sec คิดเป็นร้อยละ 100

4.6.2.3 พนักงาน 1 คนสามารถควบคุมเครื่องจักรได้ 2-3 เครื่อง จากเดิมที่ใช้พนักงาน 7 คนต่อกะลดเหลือ 3 คนต่อกะ โดยพนักงานที่เหลืออีก 4 คน มอบหมายให้ทำงานอื่นในฤดูกาลผลิตหน้าจะรับพนักงานใหม่ในกระบวนการผลิต Centrifugal เพียง 3 คน เท่านั้น

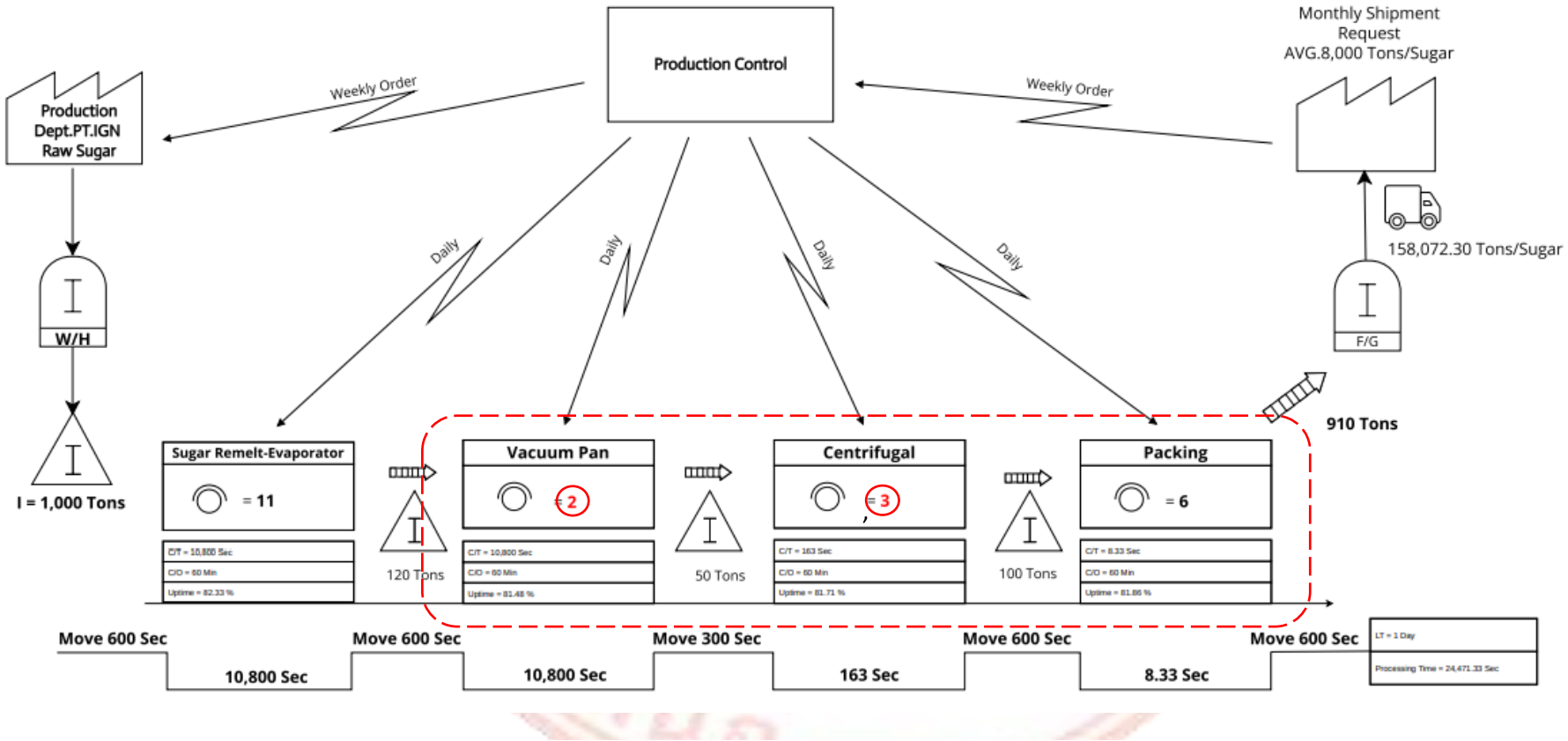
4.6.3 กระบวนการ Packing

ก่อนปรับปรุงพบว่า เวลาทำงานทั้งหมด 8.33 วินาที โดยพนักงานมีเวลาทำงาน 5 Sec คิดเป็นร้อยละ 60 และมีเวลาว่าง 3.33 Sec ในส่วนของเครื่องจักรนั้นมีเวลาทำงาน 4.33 วินาที คิดเป็นร้อยละ 51.98 ซึ่งพิจารณาจากงานที่ทำแล้วไม่สามารถลดพนักงานได้ ดังนั้นจึงไม่ได้นำมาปรับปรุงกระบวนการผลิต

โดยสรุป จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ด้วยแนวคิดแบบลีน พบว่าจำนวนพนักงานในทุกกระบวนการผลิตลดลงจาก 27 คนต่อกะ เหลือ 22 คน คิดเป็นการลดลง 18.52% ดังที่แสดงในแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคตของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ดังแสดงในภาพที่ 4-7 และสามารถเปรียบเทียบผลการวิจัยกับดัชนีต่าง ๆ ได้จากตารางที่ 4-14 ตารางดัชนีเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง โดยในกระบวนการ Vacuum Pan พนักงานสามารถควบคุมเครื่องจักรได้เพิ่มขึ้นจาก 2 เครื่อง/คน เป็น 3 เครื่อง/คน และในกระบวนการ Centrifugal พนักงานสามารถควบคุมเครื่องจักรได้จาก 1 เครื่อง/คน เป็น 2 เครื่อง/คน ส่งผลให้ประหยัดค่าแรงงานจาก 9,828,000 บาท/ปี เหลือ 8,008,000 บาท/ปี ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้ 1,820,000 บาท/ปี โดยไม่กระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตทุกกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4-14 ตารางดัชนีเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง กระบวนการผลิตโดยแนวคิดแบบลีน

ตัวชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง
จำนวนพนักงานทุกกระบวนการต่อกะ	27 คน	22 คน	5 คน
- Sugar Remelt	2	2	-
- Carbonator	2	2	-
- Leafflilter	2	2	-
- Rasin	2	2	-
- Evaporator	3	3	-
- Vacuum Pan	3	2	1
- Centrifugal	7	3	4
- Packing	6	6	-
การลดจำนวนพนักงาน (%)	-	18.52%	18.52%
จำนวนเครื่องจักรที่พนักงานควบคุม (กระบวนการ Vacuum Pan)	2 เครื่อง/คน	3 เครื่อง/คน	เพิ่มขึ้น 1 เครื่อง/คน
จำนวนเครื่องจักรที่พนักงานควบคุม (กระบวนการ Centrifugal)	1 เครื่อง/คน	2 เครื่อง/คน	เพิ่มขึ้น 1 เครื่อง/คน
ค่าแรงพนักงาน (400 บาท + ค่าล่วงเวลา 4 ชม.x 1.5) = 700 บาท/วัน ทำงาน 26วัน/เดือน	9,828,000 บาท/ปี	8,008,000 บาท/ปี	1,820,000 บาท/ปี



ภาพที่ 4-7 แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคตของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการนำระบบการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิตลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 จากการวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตที่การศึกษานี้นำเสนอแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันเพื่อค้นหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและทำการแก้ไขปรับปรุงจากนั้นสร้างแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคตเพื่อสรุปผลการปรับปรุงกระบวนการผลิต

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พบว่าสามารถลดจำนวนพนักงานได้ดังนี้

5.1.1 กระบวนการผลิต Vacuum Pan

5.1.1.1 ก่อนการปรับปรุงพนักงาน 1 คนควบคุมเครื่องจักร 2 เครื่อง โดยรับพนักงานชั่วคราวเฉพาะฤดูกาลหีบ 4 เดือน ในอดีตยังไม่เคยมีวิธีการคำนวณความเหมาะสมของพนักงานกับเครื่องจักรอาศัยการประมาณจากหัวหน้างาน

5.1.1.2 หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้การวิเคราะห์ Man-Machine Chart พบว่าเวลาทำงานทั้งหมดอยู่ที่ 10,800 Sec แต่มีเวลาทำงานจริงเพียง 12 Sec คิดเป็นร้อยละ 0.11 ขณะที่เครื่องจักรทำงานเต็มประสิทธิภาพร้อยละ 100 ส่งผลให้พนักงานสามารถควบคุมเครื่องจักรได้มากขึ้น จากเดิมที่ใช้พนักงาน 4 คนต่อกะ ลดเหลือ 2 คนต่อกะ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิต พนักงานที่เหลืออีก 2 คน ถูกมอบหมายให้ทำงานอื่น โดยในฤดูกาลผลิตหน้าจะรับพนักงานใหม่ในกระบวนการ Vacuum Pan เพียง 2 คนเท่านั้น การสั่งงานของหัวหน้างานจะเน้นการควบคุมอย่างใกล้ชิดในช่วงแรก เพื่อให้แน่ใจว่าพนักงานสามารถจัดการเครื่องจักรหลายตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งสั่งงานให้พนักงานติดตามสถานะเครื่องจักรผ่านระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติและแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงทีหัวหน้างานยังคงติดตามผลการทำงานเป็นระยะเพื่อประเมินผลลัพธ์ของการปรับปรุงนี้

5.1.2 กระบวนการผลิต Centrifugal

5.1.2.1 ก่อนการปรับปรุงพนักงาน 1 คนควบคุมเครื่องจักร 1 เครื่อง โดยรับพนักงานชั่วคราวเฉพาะฤดูกาลหีบ 4 เดือน ในอดีตยังไม่เคยมีวิธีการคำนวณความเหมาะสมของพนักงานกับเครื่องจักรอาศัยการประมาณจากหัวหน้างาน

5.1.2.2 หลังการปรับปรุงโดยการวิเคราะห์ Man-Machine Chart พบ ว่าเวลาทำงานทั้งหมดของพนักงานอยู่ที่ 163 Sec โดยมีเวลาทำงานจริง 59 Sec คิดเป็นร้อยละ 36.20 และมีเวลาว่าง 135 Sec ในขณะที่เครื่อง Centrifugal No.1 มีเวลาทำงาน 194 Sec คิดเป็นร้อยละ 100 และเครื่อง Centrifugal No.2 มีเวลาทำงาน 163 Sec คิดเป็นร้อยละ 100 พนักงาน 1 คนสามารถควบคุมเครื่องจักรได้ 2-3 เครื่อง จากเดิมที่ใช้พนักงาน 7 คนต่อกะลดเหลือ 3 คนต่อกะ โดยไม่ส่งผลกระทบใดๆ ต่อกระบวนการผลิต ส่วนพนักงานที่เหลืออีก 4 คน ถูกมอบหมายให้ทำงานอื่นในฤดูกาลผลิตหน้าจะรับพนักงานใหม่ในกระบวนการผลิต Centrifugal เพียง 3 คนเท่านั้น การสั่งงานของหัวหน้างานจะเน้นการควบคุมอย่างใกล้ชิดในช่วงแรกเพื่อให้แน่ใจว่าพนักงานสามารถจัดการเครื่องจักรหลายตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อมทั้งสั่งงานให้พนักงานติดตามสถานะเครื่องจักรผ่านระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติและแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที หัวหน้างานยังคงติดตามผลการทำงานเป็นระยะเพื่อประเมินผลลัพธ์ของการปรับปรุงนี้

จำนวนพนักงานรวมทั้งหมดทุกกระบวนการผลิต 27 คน /กะ หลังปรับปรุงแล้วเหลือ 22 คน ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คิดเป็นร้อยละ 18.52

การเพิ่มภาระงานให้พนักงานหลังการปรับปรุงส่งผลให้พนักงานต้องรับผิดชอบเครื่องจักร 2-3 เครื่องต่อคน ส่งผลให้พนักงานทำงานมากขึ้น ซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อความเหนื่อยล้าและข้อผิดพลาดในการทำงานในระยะยาว อย่างไรก็ตามการพัฒนาทักษะพนักงานช่วยให้พวกเขาสามารถจัดการเครื่องจักรหลายตัวได้ดีขึ้น ขณะเดียวกันบริษัทสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานโดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตทั้งหมด

ในการทดลองปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยทฤษฎีการผลิตแบบลีนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พบว่าพนักงานสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ในช่วง 7 วันแรกของการทดลองมีหัวหน้างานคอยดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการดำเนินไปตามที่วางแผนไว้ หลังจากนั้นพนักงานสามารถทำงานได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีการควบคุมเพิ่มเติม ซึ่งช่วยให้กระบวนการผลิตยังคงดำเนินไปอย่างราบรื่น

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หากใช้พนักงาน 1 คนทำการควบคุมเครื่องจักรในกระบวนการ Vacuum Pan จำนวน 6 เครื่องสามารถทำงานได้ ดังแสดงในตารางที่ 5-1 แผนภาพแสดง Flow Process Vacuum Pan Chart ขณะหยุดเครื่องจักร โดยพนักงานมีเวลาทำงานจริง 29 วินาที

คิดเป็นร้อยละ 0.29 หากเกิดเหตุฉุกเฉิน เครื่องจักรเสียทั้ง 6 เครื่อง จึงได้นำมาเขียน Flow Process Vacuum Pan Chart ขณะที่เครื่องจักรเสียพนักงานมีเวลาทำงาน 29 Sec และแจ้งเหตุให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบภายในเวลา 15 Sec ซึ่งไม่มีผลกระทบใดๆกับจำนวนพนักงานที่มีเพียงคนเดียวจึงเป็นไปได้ที่จะขยายผลการปรับปรุง

ตารางที่ 5-1 แผนภาพแสดง Flow Process Vacuum Pan Chart.ขณะหยุดเครื่องจักร Worker 1 Prs.6 Machines

แผนภูมิวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร
แผนภูมิหมายเลข.....แผ่นที่.....ใน.....แผ่น.....

ชื่อโรงงาน กรรมวิธี Vaccum Pan ☐ วิธีปัจจุบัน ☑ วิธีที่เสนอ ตำแหน่งที่ตั้ง ผู้บันทึก วันที่	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ	ลดลง
	การปฏิบัติ ○			
	การเคลื่อนย้าย ⇨			
	การรอคอย D			
	การตรวจสอบ □			
	การเก็บรักษา ▽			
	ระยะทาง			
	เวลา (นาที)			

รายการ	จำนวน	ระยะทาง	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
บีดวาล์วไอน้ำ R1	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำเชื่อม R1	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำร้อน R1	1		1	○					
บีดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเคี่ยว R1	1		1	○					
เดินไปเครื่อง R2	1	1เมตร	1		⇨				
บีดวาล์วไอน้ำ R2	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำเชื่อม R2	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำร้อน R2	1		1	○					
บีดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเคี่ยว R2	1		1	○					
เดินไปเครื่อง R3	1	1เมตร	1		⇨				
บีดวาล์วไอน้ำ R3	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำเชื่อม R3	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำร้อน R3	1		1	○					
บีดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเคี่ยว R3	1		1	○					
เดินไปเครื่อง R4	1	1เมตร	1		⇨				
บีดวาล์วไอน้ำ R4	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำเชื่อม R4	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำร้อน R4	1		1	○					
บีดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเคี่ยว R4	1		1	○					
เดินไปเครื่อง W1	1	1เมตร	1		⇨				
บีดวาล์วไอน้ำ W1	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำเชื่อม W1	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำร้อน W1	1		1	○					
บีดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเคี่ยว W1	1		1	○					
เดินไปเครื่อง W2	1	1เมตร	1		⇨				
บีดวาล์วไอน้ำ W2	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำเชื่อม W2	1		1	○					
บีดวาล์วน้ำร้อน W2	1		1	○					
บีดสวิทช์เดินใบกวนหม้อเคี่ยว W2	1		1	○					
		รวม	29 Sec						

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการวิจัยนี้ทำการศึกษา 2 ผลิตภัณฑ์คือ น้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์เท่านั้น ในส่วนผลิตภัณฑ์ น้ำตาลทรายดิบ ยังไม่ได้ทำการวิจัยผู้ที่ต้องการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมรวมถึงโรงงานที่สนใจสามารถนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบต่อไปได้

5.2.2 การออกแบบระบบ DCS ที่เหมาะสมกับโรงงานน้ำตาลและแผนการทำงานร่วมกับพนักงาน

ระบบ DCS (Distributed Control System) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานแบบวนลูปโดยลูปหนึ่งสามารถควบคุมได้หลายขั้นตอนระบบ DCS มีส่วนประกอบหลัก 3 อย่าง ได้แก่

1. Operator Station ทำหน้าที่ตรวจสอบและดูกระบวนการทำงานของเครื่องจักรภายในโรงงานโดยเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานและกระบวนการผลิตเพื่อแสดงข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ประกอบด้วยฟังก์ชันต่าง ๆ เช่น การแสดงผลกราฟฟิก (Display of Graphics) แผงวงจรควบคุมการทำงานของกระบวนการ (Control Loop Plate Controller) การแสดงการเตือนภัย (Alarm Display) และการแสดงผลแนวโน้มกระบวนการในรูปแบบกราฟ (Trend Display)

2. Control Module เป็นศูนย์ควบคุมหลักของระบบ DCS ทำหน้าที่รับข้อมูลจากกระบวนการผลิตคำนวณค่าของสัญญาณควบคุมและส่งกลับเพื่อควบคุมกระบวนการอีกครั้งโดย Control Module มักถูกบันทึกไว้ในรูปแบบของกล่องดำในห้องควบคุมและมีโหมด Backup ข้อมูลเพื่อสร้างความมั่นใจในระบบ

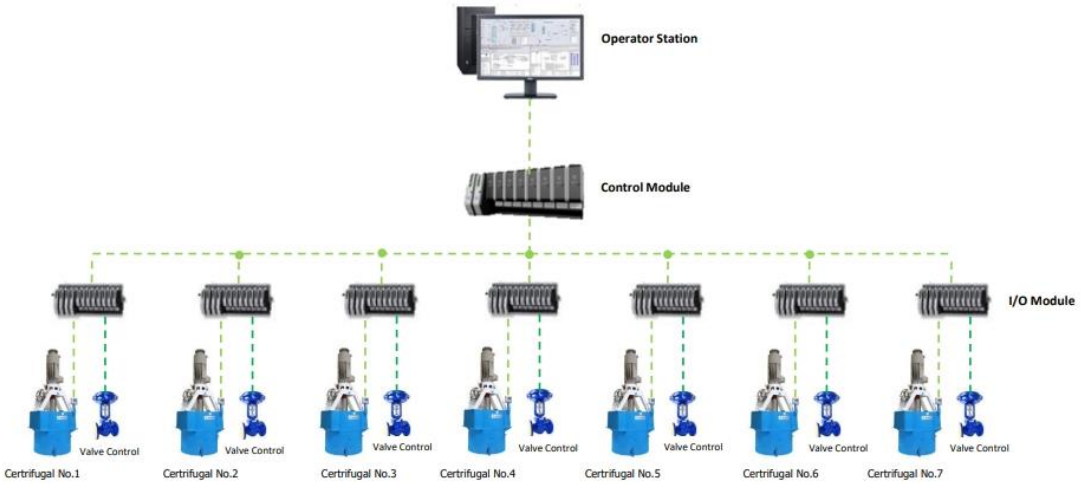
3. I/O Module เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ และจัดการการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอก (External Device) และ CPU รวมถึงการควบคุมจังหวะการย้ายข้อมูลการส่งคำสั่งตรวจสอบสถานะและการปรับเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดย I/O Module ประกอบด้วย

3.1. อุปกรณ์ Input และ Output

3.2. ตัวควบคุมการส่งข้อมูล (Control Unit)

3.3. โปรแกรมที่รันบน CPU เพื่อควบคุมการ Input และ Output

การนำระบบ DCS มาใช้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมกระบวนการผลิตและลดเวลาการทำงานของทั้งพนักงานและเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพการปรับปรุงระบบเป็น DCS จะทำให้การควบคุมการทำงานของ Centrifugal No.1 ถึง Centrifugal No.7 สามารถใช้พนักงานเพียง 1 คน โดยควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ในห้อง Control Room ดังแสดง ในภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 แผนภาพแสดงขั้นตอนกระบวนปั่น (Centrifugal) โดยการปรับปรุงระบบควบคุมให้เป็นระบบ DCS

ทั้งนี้ในการปรับปรุงระบบควบคุม Centrifugal ให้เป็นระบบ DCS (Distributed Control System) ยังมีข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณที่สูงความสามารถของพนักงานที่ต้องศึกษาเรียนรู้ระบบใหม่และด้านความปลอดภัยของพนักงานในระบบใหม่

บรรณานุกรม

เกียรติขร โฆมานะสิน. (ปีไม่ระบุ). ระบบการผลิตแบบลีน: ส่วนประกอบระบบการผลิตแบบลีน.

ไกรสร สุขแก้ว. (2552). หลักการระบบการผลิตแบบลีน: การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตช่องแอร์ภายในรถยนต์ด้วยการจัดการสายธารคุณค่า.

เฉลิม สัมพันธ์ธนารักษ์. (ปีไม่ระบุ). การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์: วิธีการหาค่า OEE และปัจจัยที่มีผลกระทบ.

ชัยชนะ อุทวราพงษ์. (2551). ทฤษฎีการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing): การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมการออกแบบตามคำสั่งซื้อ (หน้า 5-6).

ดร.วิทยา สุหฤทดำรง, ยุพา กลอนกลาง, & สุนทร ศรีลังกา. (2550). ระดับของความสูญเปล่า: มุ่งสู่ลีนด้วยการจัดการสารธารคุณค่า [แปลโดย Tapping Don].

ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (ปีไม่ระบุ). การลดความสูญเสียเปล่าด้วยหลักการ ECRS [บทความ].

ปานจิต แก้วคำแพง. (ปีไม่ระบุ). มุมมองของลีน: การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแขนจับหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ: กรณีศึกษา บริษัท อิเล็กทรอนิกส์ คอมเมิร์ซ จำกัด.

ปานใจ จินุพงค์. (2554). การประยุกต์ใช้ระบบคัมบังเพื่อปรับปรุงการจัดการสินค้าคงคลังในคลังสินค้า: กรณีศึกษาโรงงาน ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วาทิน อ้นคำ. (2551). ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการผลิตแบบลีน: การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์โดยใช้หลักการผลิตแบบ Lean Management (หน้า 27-28).

อรอุมา กอสนาน. (ปีไม่ระบุ). ปรัชญาและระบบการผลิต.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ : นายประจักร์ พลธิรักษา

ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายด้วยแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษา บริษัทผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่ง

สาขาวิชา : วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว

เกิดเมื่อวันที่ 7 เดือนพฤศจิกายน 2520 ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 14/69 ซอยคู้บอน 4 แขวงรามอินทรา เขตคันนายาว กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ประวัติการทำงาน

ปี พ.ศ. 2546 บริษัท น้ำตาลและอ้อยตะวันออกจำกัด (มหาชน) ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า

ปี พ.ศ. 2557 บริษัท พีแอนด์พี เอ็นจิเนียริ่ง สระแก้ว ธุรกิจส่วนตัว เกี่ยวกับงานติดตั้งระบบไฟฟ้า ในโรงงานน้ำตาล

ปี พ.ศ. 2563 บริษัท น้ำตาลและอ้อยตะวันออกจำกัด (มหาชน) ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สายงานการผลิต จนถึงปัจจุบัน