การลดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น
กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำตาลทราย

ชญาณี กาญจนามาส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2563

Reducing the Problem of Sieve Holes Blocking by A-Massecuite

Case study: A Sugar Manufacturing Company

Chayanee Khanjanamas

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2020

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การลดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น
กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำตาลทราย

เสนอโดย นางสาวชญาณี กาญจนามาส

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

วิชาเอก การจัดการการผลิตและเทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(อาจารย์ ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราธร พชรฐิติกุล)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)
คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 3 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น กรณีศึกษา : โรงงานผลิตน้ำตาลทราย
ชื่อผู้เขียน	ชญาณี กาญจนามาส
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อลดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นจนเป็นสาเหตุที่ทำให้หม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ 4 ชนิด (4 QC Tools) มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและกำหนดแนวทางการปรับปรุงแก้ไข โดยตั้งเป้าหมายในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นไม่เกิน 10 ครั้งต่อฤดูกาลผลิต เครื่องมือคุณภาพที่ใช้ในงานวิจัยมีทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ ใบบันทึกข้อมูล กราฟ แผนภูมิพาเรโตและแผนผังก้างปลา ช่วยในการรวบรวมข้อมูลและค้นหาถึงสาเหตุหลักแต่ละประเด็นที่ทำให้เกิดปัญหา จากการวิจัยพบว่าหัววัด RF มีปัญหาเป็นปัญหาใหญ่อันดับหนึ่ง รองลงมาคือปัญหาแมสควิทในหม้อเคี่ยวไม่มีการเคลื่อนที่และอันดับที่สามคือปัญหาพนักงานขาดการตรวจสอบ โดยปัญหาหัววัด RF มีปัญหาทำการปรับปรุงแก้ไขโดยจัดทำใบตรวจสอบและติดตั้งระบบล้างหัววัดอัตโนมัติ ส่วนปัญหาแมสควิทในหม้อเคี่ยวไม่มีการเคลื่อนที่ทำการปรับปรุงแก้ไขโดยติดตั้งระบบไอกวนในหม้อเคี่ยวเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้แมสควิทภายในหม้อเคี่ยวมีการกลับตัวเสมอ และปัญหาสุดท้ายคือปัญหาพนักงานขาดการตรวจสอบทำการปรับปรุงแก้ไขโดยอบรมพนักงานและมอบหมายให้หัวหน้ากะหมั่นตรวจสอบการเคี่ยวแมสควิท A ของพนักงานรวมทั้งประสานงานกับหน่วยงานภายนอกให้อบรมและให้ความรู้เกี่ยวกับหลักปฏิบัติในการเคี่ยวแมสควิทอย่างมีประสิทธิภาพ สรุปผลการศึกษาพบว่าสามารถลดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นลงจากปีที่แล้ว ก่อนแก้ไขเกิดขึ้น 21 ครั้งต่อฤดูกาลผลิต เมื่อทำการปรับปรุงลดลงเหลือ 10 ครั้งต่อฤดูกาลผลิต ซึ่งลดลงจากเดิม 11 ครั้ง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่สามารถลดได้ 52.38% และคิดเป็นมูลค่าที่กลับมาเป็น 13,917,235.45 บาท

คำสำคัญ : เครื่องมือคุณภาพ, แมสควิท A, น้ำตาลทรายดิบ, หม้อเคี่ยว

Thesis Title	Reducing the Problem of Sieve Holes Blocking by A-Massecuite Case study: A Sugar Manufacturing Company
Author	Chayanee Khanjanamas
Thesis Advisor	Dr. Somying Ngarmpornprasert
Department	Engineering Management
Academic Year	2019

ABSTRACT

The objectives of this research were to reduce the problem of sieve holes blocking by A-Massecuite, which causes the centrifuge to not be able to extract molasses out of sugar crystals efficiently, by using the 4 QC tools to analyze and find the causes and plan the improvement. The goal was to reduce the problem of sieve holes blocking by A-Massecuite in the centrifugal process to not over 10 times per production season. There were 4 QC tools used, which are the data sheet, graph, pareto diagram, and fishbone diagram, to collect the data and identify the main reasons for every related problem. According to the study, it was found that the RF probe was the most significant problem, and next was the Massecuite wasn't moving. The third major problem was the employees' lack of inspection. The RF probe problem could be solved by creating the inspection form and installing the automatic probe cleaning system. For the Massecuite wasn't moving, the solution was installing the evaluation system in the vacuum pan to flip the A-Massecuite. For the last problem regarding the employees' lack of inspection, the solution was training the employees and appointing a supervisor to manage them and coordinating with an external unit to provide training and knowledge about the instructions in operating the A-Massecuite efficiently. In conclusion, the problem of sieve holes blocking by A-Massecuite could be reduced from occurring 21 times per production season to just 10 times per production season, resulting a reduction of 11 times or 52.38%. The investment return value amounts to THB 13,917,235.45

Keywords: QC tools, A-Massecuite, Raw Sugar, Vacuum Pan

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก ดร. สมหญิง งามพรประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพัชร์ อารีรัชกุลกานต์ ที่อาจารย์ทั้ง 2 ท่านได้ช่วยกรุณาอนุเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

โรงงานที่ใช้ในกรณีศึกษา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ เจ้าของกิจการ ผู้จัดการโรงงาน รองผู้จัดการโรงงาน หัวหน้าแผนกและพนักงานแผนกหม้อเคี่ยวและหม้อปั่น ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลและร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ตลอดทั้งแนะนำแนวทางรูปแบบการนำเสนองานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

รวมทั้งกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้กำเนิดและเลี้ยงดูให้การศึกษา ตลอดจนครูบาอาจารย์และผู้ที่มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนในการวางรากฐานการศึกษาให้แก่ผู้วิจัยและเพื่อนๆ พี่น้องทุกคนที่ให้กำลังใจจนงานวิจัยนี้สามารถสำเร็จได้ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ เป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่าน

ชญาณี กาญจนามาส

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
กิตติกรรมประกาศ..... จ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญภาพ..... ฌ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 7
1.3 ขอบเขตของการดำเนินการวิจัย..... 7
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 7
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ..... 8
2.2 ความรู้ทั่วไปเรื่อง 7 QC Tools..... 22
2.3 ความรู้เรื่อง 5G..... 28
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 29
3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 33
3.1 ขั้นตอนและวิธีการทำวิจัย..... 34
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 35
4. ผลการศึกษา..... 41
4.1 ศึกษาสภาพปัญหาในปัจจุบันและตั้งเป้าหมาย..... 41
4.2 การกำหนดขอบเขตการปรับปรุง..... 42
4.3 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน..... 64
4.4 สรุปผล..... 67

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

5. สรุปผลการวิจัย..... 68
5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย..... 68
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 75
บรรณานุกรม..... 76
ภาคผนวก..... 79
ก เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการเคี่ยวและปั่นแมสควิท..... 80
ประวัติผู้เขียน..... 84

DPU

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อพบปัญหาแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น……..	36
3.2	ข้อมูลและสาเหตุจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น ในช่วงปีการผลิต 58/59 โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2558 – เดือนพฤษภาคม 2561……..……	37
4.1	ข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ปีการผลิต 58/59...	44
4.2	ข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ปีการผลิต 59/60..	46
4.3	ข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ปีการผลิต 60/61..	48
4.4	สรุปข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ตั้งแต่ปีการผลิต 58/59 จนถึงปีการผลิต 60/61…….	50
4.5	เกณฑ์การพิจารณาคะแนนแต่ละหัวข้อ…….	51
4.6	การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาหัววัด RF มีปัญหา…….	52
4.7	สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา หัววัด RF มีปัญหา…….	55
4.8	การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้หลัก 5G.....	62
4.9	ข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ปีการผลิต 61/62	65
4.10	เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ในช่วงปีการผลิต 60/61 จนถึงปีการผลิต 61/62 (ข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2560 – เดือนมีนาคม 2562)……...	66
5.1	ผลกระทบที่แต่ละส่วนงานได้รับในกรณีพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น.....	69
5.2	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ระบบล้างหัววัด RF อัตโนมัติ.....	70
5.3	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ไอกวน (Jigger Steam)……	70
5.4	ข้อมูลการคิดมูลค่าน้ำตาลทรายดิบที่สูญเสียตั้งแต่ปีการผลิต 58/59 ถึง ปีการผลิต 61/62…….	72
5.5	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์.....	73

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิทแต่ละชนิดอุดที่รูตะแกรงหม้อปั่น ตั้งแต่ปี 2558-2561…… 2

1.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (RAW SUGAR)…….. 3

1.3 ตัวอย่างน้ำตาลทรายดิบ A ที่ได้จากการปั่นแมสควิท A…….. 3

1.4 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาล B (B SUGAR or B MAGMA)…….…….. 4

1.5 ตัวอย่างน้ำตาล B (C1) ที่ได้จากการปั่นแมสควิท B (C1)……...…… 4

1.6 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาล C (C2) (C SUGAR or C MAGMA)……. 5

1.7 ตัวอย่างน้ำตาล C (C2) ที่ได้จากการปั่นแมสควิท C (C2)……... 5

1.8 กราฟแสดงจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดที่รูตะแกรงหม้อปั่น ตั้งแต่ปี 2558-2561..... 6

1.9 กราฟแสดงข้อมูลมูลค่าการสูญเสียในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดที่รูตะแกรงหม้อปั่น ตั้งแต่ปี 2558-2561……. 7

2.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ……...……. 9

2.2 ตัวอย่างชุดใบมีดตัดอ้อย (Revolving Cane Knives) (E. HUGOT, 1986)…….. 11

2.3 ตัวอย่างชุดใบมีดตัดอ้อย (Revolving Cane Knives) ที่ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (E. HUGOT, 1986)……..…… 11

2.4 ตัวอย่างเครื่องย่อยอ้อย (Shredder) (E. HUGOT, 1986)…….. 12

2.5 ภาพตัดขวางเครื่องย่อยอ้อย (Shredder) (E. HUGOT, 1986)…..……. 12

2.6 ตัวอย่างชุดลูกหีบ (Milling Set) (E. HUGOT, 1986)……..…… 13

2.7 ตัวอย่างถังพักใส (Clarifier) (E. HUGOT, 1986)…….…….. 15

2.8 ตัวอย่างเครื่องกรองหมุนระบบสุญญากาศ (E. HUGOT, 1986) ขั้นตอนที่ 3 กระบวนการต้มน้ำเชื่อมดิบ…… 15

2.9 ตัวอย่างหม้อต้มน้ำเชื่อมดิบ (Evaporator) (E. HUGOT, 1986)……..……. 17

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.10 ตัวอย่างหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ (Vacuum Pan) (E. HUGOT, 1986)……. 18

2.11 ขั้นตอนการเกิดนิวคลีไอในกระบวนการตกผลึก (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2546).. 19

2.12 ระบบการต้มเคี่ยวน้ำตาลแบบ 2 ครั้ง (A-C SYSTEM)
(สมบัติ ขอทวีวัฒนา,2546)…… 21

2.13 ระบบการต้มเคี่ยวน้ำตาลแบบ 3 ครั้ง (A-B-C SYSTEM)
(สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2546)…… 21

2.14 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) (Nutvipa, 2016)…… 24

2.15 ตัวอย่างแผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือ แผนภูมิก้างปลา
(Cause and Effect Diagram) (Nutvipa, 2016)…….. 25

2.16 ตัวอย่างกราฟชนิดต่างๆ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)
ใบตรวจสอบ (Check Sheet)…… 26

2.17 ตัวอย่างใบตรวจสอบ (Check Sheet) (Nutvipa, 2016)…….. 27

2.18 หลักการ 5G (pratyapa, 2015)…… 29

3.1 แผนภาพแสดงการไหลของขั้นตอนการดำเนินงาน…..……. 34

3.2 ลักษณะแมสควิท A ที่ไปอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นได้..... 35

3.3 แผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือ แผนภูมิก้างปลา (Cause And Effect Diagram)
ที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อ
ปั่น..... 37

3.4 สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น…….. 38

3.5 หัววัด RF (RF Probe) ที่ใช้งานกับหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ……..……. 39

3.6 หัววัด RF (RF Probe) ที่ใช้งานกับหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ มีสิ่งปนเปื้อนเกาะ
ที่ตัวรับเซนเซอร์…….... 39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.1 ภาพจำลองการเกิดผลึกน้ำตาลขนาดเล็กแทรก (False Grain) ในขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ..... 42

4.2 แผนผังการไหลกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A (Process Mapping)..... 43

4.3 แผนผังแสดงเหตุและผลของการเกิดปัญหาหัววัด RF มีปัญหา..... 54

4.4 ตำแหน่งการเกาะของแมสควิทภายในหม้อเคี่ยวที่หัววัด RF..... 56

4.5 ตัวอย่างแบบฟอร์มการบันทึกการล้างหัววัดค่าบริกซ์ (หัววัด RF) ของโรงงานกรณีศึกษา..... 57

4.6 ตำแหน่งที่มีการต่อสายไฟเพื่อให้อ่านค่า Brix ไปที่คอมพิวเตอร์..... 58

4.7 ตำแหน่งที่น้ำหรือแมสควิทสามารถเข้าไปช็อตวงจรหัววัด RF..... 59

4.8 การติดตั้งระบบล้างหัววัด RF อัตโนมัติ (Auto Flushing)..... 59

4.9 ภาพจำลองการเคลื่อนที่ของแมสควิท A ภายในหม้อเคี่ยว กรณีแมสควิทมีการหมุนวนภายในหม้อเคี่ยวปกติ..... 60

4.10 สภาพหม้อเคี่ยวก่อนติดตั้งระบบไอกวน (Jigger Steam)..... 61

4.11 สภาพหม้อเคี่ยวหลังติดตั้งระบบไอกวน (Jigger Steam)..... 61

4.12 การติดตั้งระบบไอกวน (Jigger Steam) โดยสั่งการทางคอมพิวเตอร์..... 62

4.13 ตัวอย่างแบบฟอร์มการตรวจสอบการเคี่ยวแมสควิท A ของโรงงานกรณีศึกษา 64

4.14 กราฟเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ในช่วงปีการผลิต 60/61 จนถึงปีการผลิต 61/62..... 66

5.1 แผนภูมิการไหลของเงินในการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ (กรณีที่ 1 ค่าบำรุงรักษาเท่ากันทุกปี)..... 74

5.2 แผนภูมิการไหลของเงินในการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ (กรณีที่ 2 ค่าบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นทุก 10%)..... 74

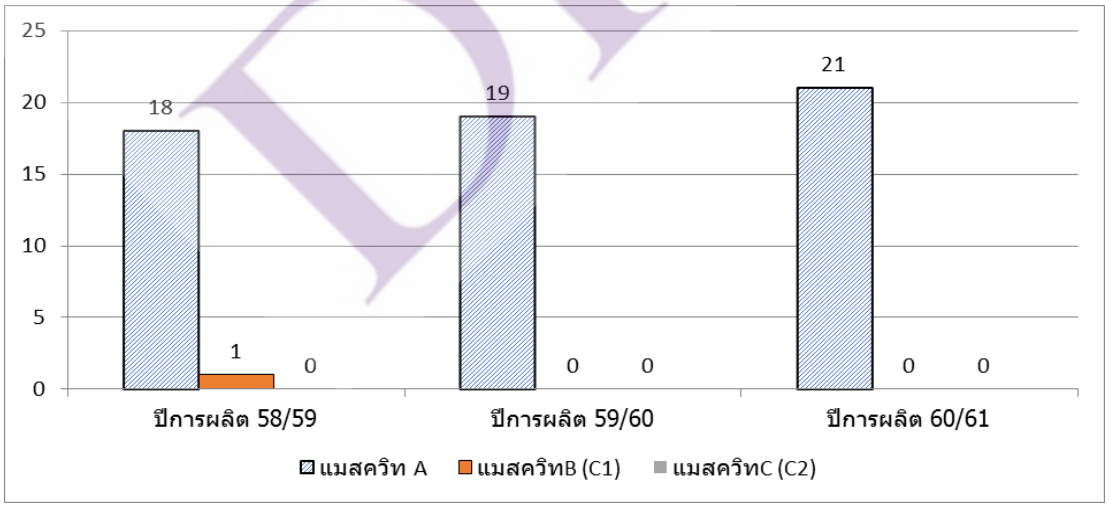
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อ้อยถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมปลูกมากในประเทศไทย โดยประเทศไทยถือเป็นประเทศอันดับต้นๆที่มีการส่งออกน้ำตาลมากที่สุด รองจากประเทศบราซิล เนื่องด้วยสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศที่ร้อนชื้น มีฝนช่วงปลายทำให้เหมาะกับการปลูกอ้อย รวมทั้งหน่วยงานรัฐบาลมีการส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาปลูกอ้อยมากยิ่งขึ้น ประเทศไทยจึงสามารถผลิตน้ำตาลได้มากขึ้นเช่นเดียวกัน โดยในปัจจุบันมีการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นเพื่อรองรับกับปริมาณอ้อยที่เพิ่มขึ้น ทำให้ในแต่ละพื้นที่เกิดอัตราการแข่งขันในแต่ละโรงงานเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นหากแต่ละโรงงานสามารถหีบอ้อยได้มากขึ้น และหีบอ้อยได้เร็วขึ้นและต่อเนื่องนั่นหมายถึงจะช่วยลดเวลาในการที่เกษตรกรต้องรอเวลาเพื่อนำอ้อยเข้าหีบ ทำให้เกษตรกรสามารถส่งอ้อยให้ทางโรงงานได้เร็วขึ้น ซึ่งทำให้โรงงานมีอ้อยเพียงพอต่อการผลิตน้ำตาลทรายดิบ เพื่อการส่งออกและ/หรือเก็บไว้เพื่อละลายทำน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (น้ำตาลรีไฟน์) ต่อไป รวมทั้งยังเพิ่มภาพลักษณ์ที่ดีให้กับทางโรงงาน ทำให้เกษตรกรมีความเชื่อมั่นและส่งอ้อยเข้าหีบกับทางโรงงานได้อย่างสม่ำเสมอในฤดูกาลผลิตในปีต่อ ๆไป

โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตน้ำตาลในเขตภาคเหนือปัจจุบันมีทั้งหมด 10 โรงงาน โดยผู้วิจัยได้ให้ความสนใจกับโรงงานน้ำตาลที่เป็นกรณีศึกษาคือ บริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด ที่ตั้งอยู่ในอำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ เนื่องจากโรงงานดังกล่าวมีกำลังการหีบอ้อยเฉลี่ยอยู่ที่ 51,000 - 53,000 ตันต่อวัน และมีการผลิตน้ำตาลหลากหลายผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย น้ำตาลทรายดิบที่ใช้เพื่อการส่งขายต่างประเทศ และ/หรือ จัดเก็บในคลังสินค้าเพื่อใช้ในการนำมาละลายเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและทรายขาวบริสุทธิ์ (น้ำตาลรีไฟน์), น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (น้ำตาลรีไฟน์) ซึ่งปริมาณในการผลิตน้ำตาลทรายดิบมีปริมาณมากกว่าน้ำตาลชนิดอื่น รวมทั้งโรงงานดังกล่าวได้มีการตั้งเป้าหมาย KPI ให้แต่ละแผนกเพื่อมุ่งเน้นให้แต่ละกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายอย่างมีคุณภาพ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำปัญหาในการผลิตน้ำตาลทรายดิบมาแก้ไข โดยน้ำตาลทรายดิบถือเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและทรายขาวบริสุทธิ์ รวมทั้งส่งออกขายทางต่างประเทศ โดยใช้ชื่อว่าน้ำตาล

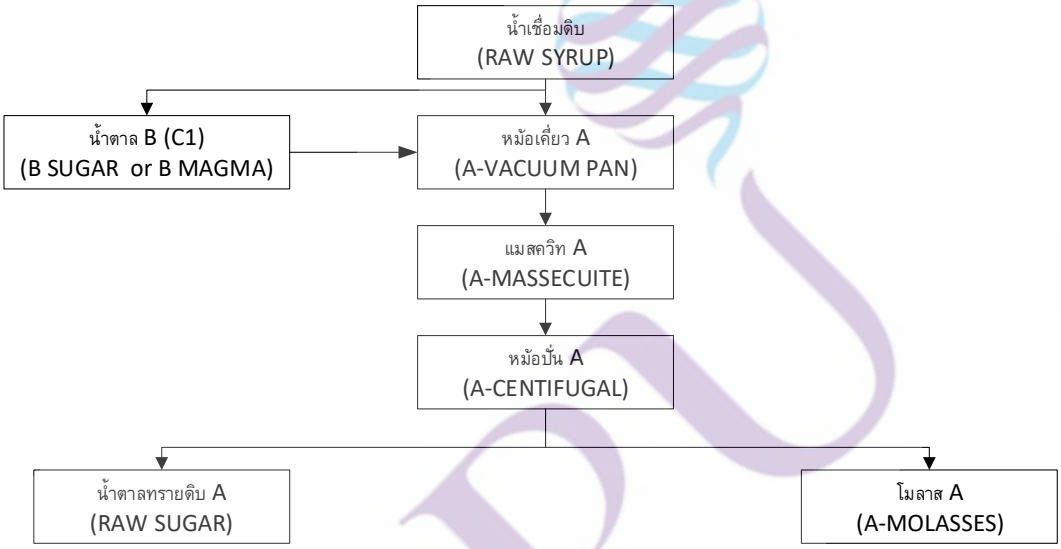
ทรายดิบ A (HIRAW) โดยในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา แผนกหม้อเคี่ยวซึ่งเป็นแผนกที่มีการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A โดยการใช้น้ำเชื่อมดิบมาเคี่ยวที่หม้อเคี่ยวจนทำให้น้ำเชื่อมดิบมีความเข้มข้นมากขึ้นและเกิดเป็นผลึกน้ำตาลที่มีโมลาสเคลือบโดยรอบโดยเรียกสิ่งนี้ว่า “แมสควิท” ที่ผ่านมาแผนกหม้อเคี่ยวประสบปัญหาการเคี่ยวแมสควิท A มีการเกิดเม็ดเล็กแทรกทำให้แมสควิท A อุดที่ตะแกรงหม้อปั่น ทำให้หม้อปั่น A ไม่สามารถสลัดโมลาส A ออกจากผลึกน้ำตาล A ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือที่เรียกว่า “ปั่นแมสควิทไม่ออก” ซึ่งส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการปั่นแมสควิท A เพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ ทำให้แมสควิท A ภายในหม้อเคี่ยวอื่น ๆ ไม่สามารถลงปั่นได้เนื่องจากระยะเวลาในการระบายน้ำตาลนานกว่าปกติ จนเป็นเหตุให้น้ำเชื่อมดิบในถังพักมีปริมาณที่สูงมากขึ้น และเนื่องจากแผนกหม้อเคี่ยวไม่สามารถนำน้ำเชื่อมดิบมาทำการเคี่ยวแมสควิท A ได้ จึงส่งผลให้แผนกลูกหีบอาจต้องชะลอรอบลูกหีบและ/หรือหยุดหีบ ทำให้อ้อยที่เข้าหีบมีปริมาณลดน้อยลงในแต่ละวัน และส่งผลไปที่เกษตรกรชาวไร่อ้อยต้องใช้เวลารอเพื่อนำอ้อยเข้าหีบนานขึ้นกว่าปกติ โดยที่ผ่านมาแผนกหม้อเคี่ยวได้มีการตั้ง KPI ในเรื่องการปั่นแมสควิทไม่ออก โดยกำหนดต้องไม่เกิน 10 ครั้ง/ฤดูกาลหีบอ้อยในแต่ละปี ซึ่งจากสถิติย้อนหลังตั้งแต่ปี 2558 แผนกหม้อเคี่ยวไม่สามารถทำ KPI ให้เป็นไปตามเป้าได้คือ เกิดปัญหาการปั่นแมสควิทไม่ออกมากกว่า 10 ครั้ง/ฤดูกาลหีบอ้อย ซึ่งแมสควิทในกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบจะแบ่งเป็น 3 ชนิดคือ แมสควิท A , แมสควิท B (C1) และแมสควิท C (C2) และแต่ละชนิดประสบปัญหาแมสควิทอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ดังแสดงในภาพที่ 1.1



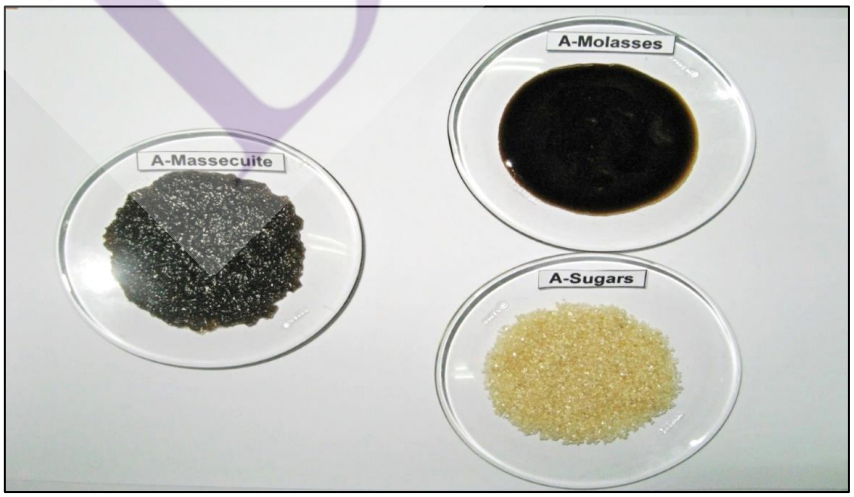
ภาพที่ 1.1 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิทแต่ละชนิดอุดที่รูตะแกรงหม้อปั่น ตั้งแต่ปี 2558-2561

แผนกหม้อเคี่ยวของโรงงานกรณีศึกษา มีหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบอยู่ทั้งหมด 25 หม้อ แบ่งเป็นแต่ละชนิดของแมสควิท คือ แมสควิท A, B (C1) และ C (C2) ตามลำดับ ซึ่งแมสควิทแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกัน ดังนี้

1. แมสควิท A จะมีวัตถุดิบหลักในการผลิตคือน้ำเชื่อมดิบที่ได้จากแผนกหม้อต้มและน้ำตาล B (C1) ดังแสดงในภาพที่ 1.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (RAW SUGAR) และเมื่อนำแมสควิท A ไปทำการปั่นแยกผลึกจะได้ดังภาพที่ 1.3 ตัวอย่างน้ำตาลทรายดิบ A ที่ได้จากการปั่นแมสควิท A

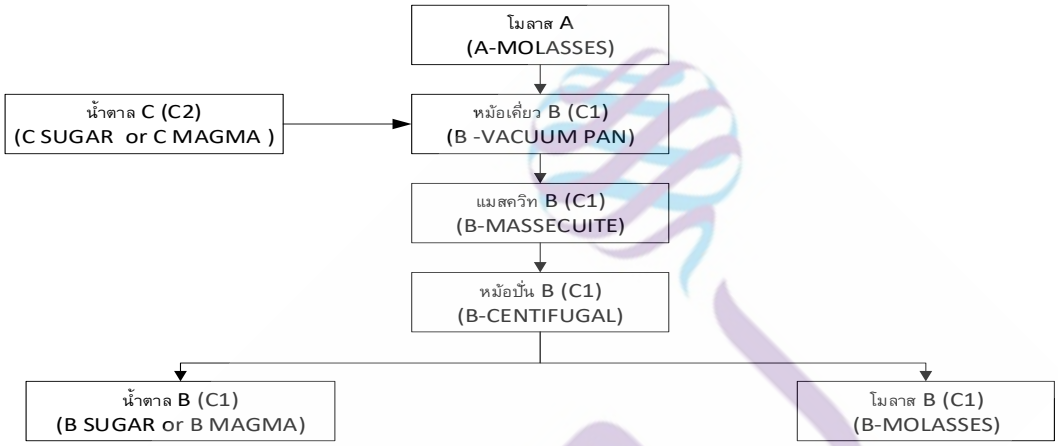


ภาพที่ 1.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (RAW SUGAR)

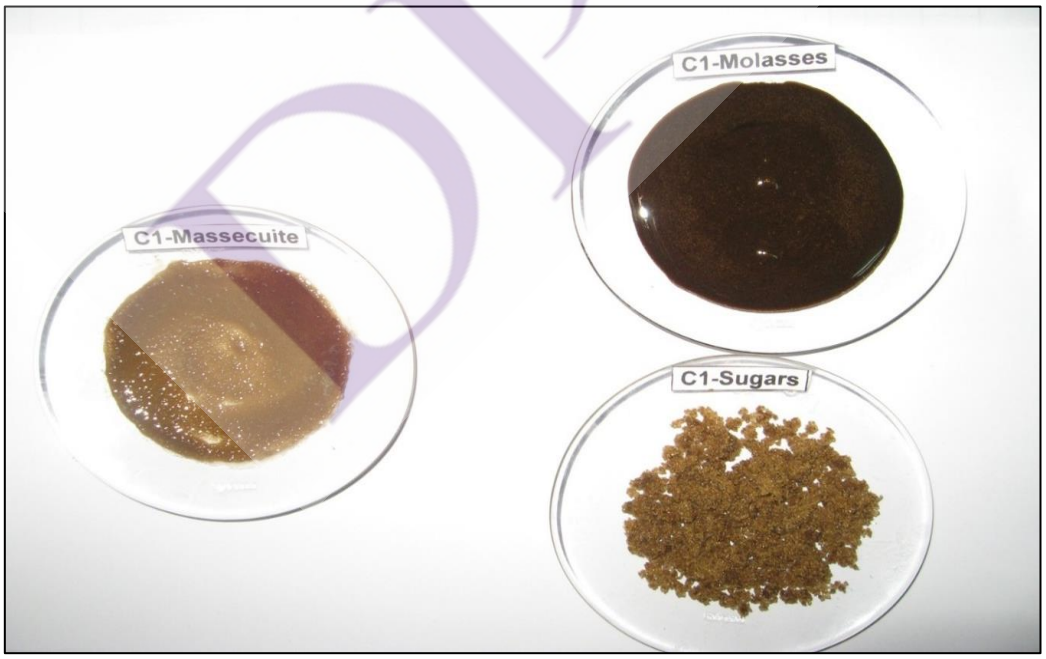


ภาพที่ 1.3 ตัวอย่างน้ำตาลทรายดิบ A ที่ได้จากการปั่นแมสควิท A

2. แมสควิท B (C1) วัตถุดิบหลักในการผลิตคือโมลาส A ที่ได้จากการปั่นแมสควิท A และน้ำตาล C (C2) ดังแสดงในภาพที่ 1.4 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาล B (C1) (B SUGAR or B MAGMA) และเมื่อนำแมสควิท B (C1) ไปทำการปั่นแยกผลึกจะได้ดังภาพที่ 1.5 ตัวอย่างน้ำตาล B (C1) ที่ได้จากการปั่นแมสควิท B (C1)

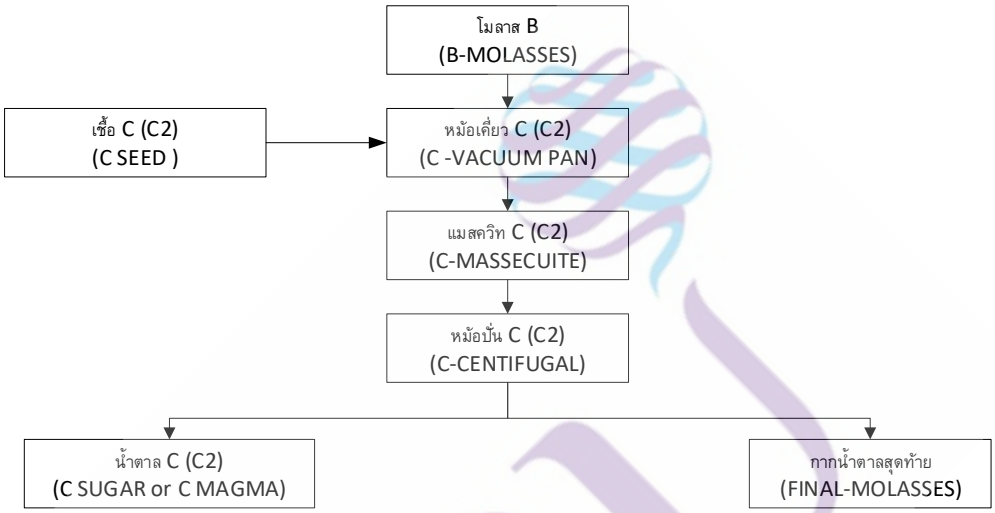


ภาพที่ 1.4 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาล B (B SUGAR or B MAGMA)

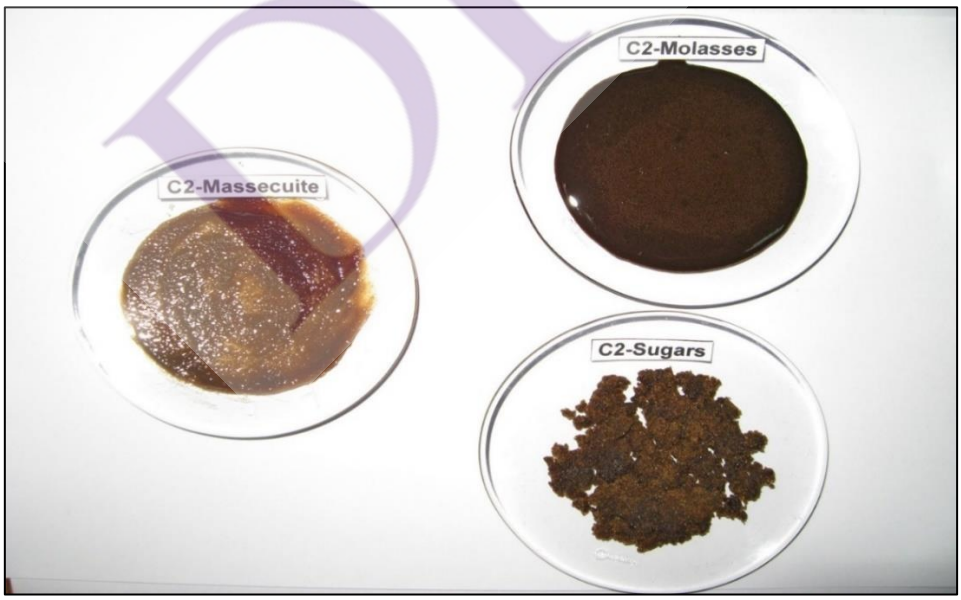


ภาพที่ 1.5 ตัวอย่างน้ำตาล B (C1) ที่ได้จากการปั่นแมสควิท B (C1)

3. แมสควิท C (C2) จะมีวัตถุดิบในการผลิตคือโมลาส B (C1) ที่ได้จากการปั่นแมสควิท B (C1) และเชื้อ C (C2) ดังแสดงในภาพที่ 1.6 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาล C (C2) (C SUGAR or C MAGMA) และเมื่อนำแมสควิท C (C2) ไปทำการปั่นแยกผลึกจะได้ดังภาพที่ 1.7 ตัวอย่างน้ำตาล C (C2) ที่ได้จากการปั่นแมสควิท C (C2)



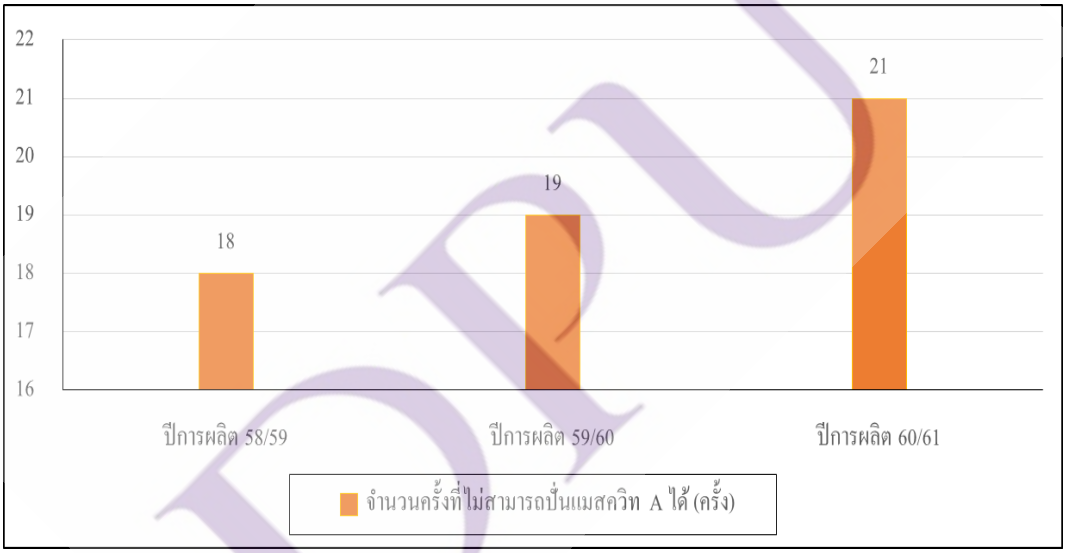
ภาพที่ 1.6 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาล C (C2) (C SUGAR or C MAGMA)



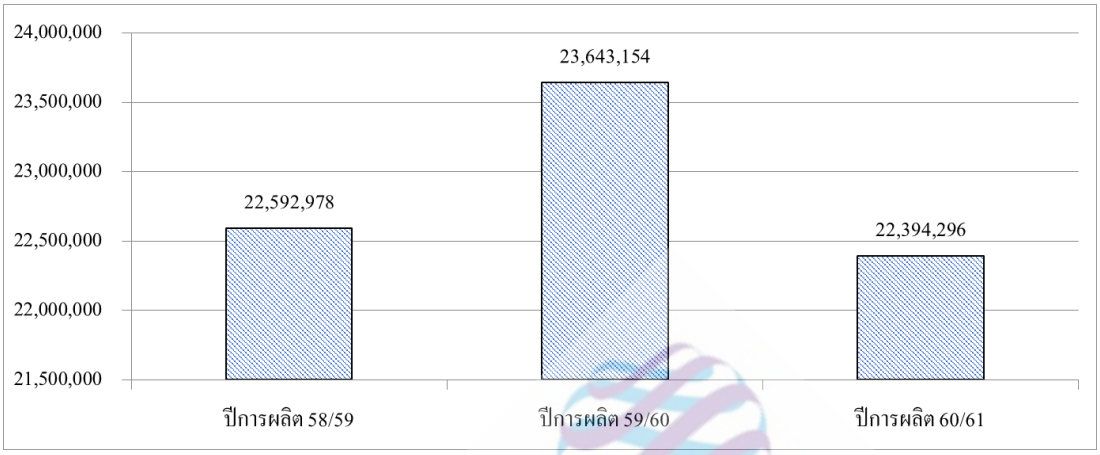
ภาพที่ 1.7 ตัวอย่างน้ำตาล C (C2) ที่ได้จากการปั่นแมสควิท C (C2)

ชนิดแมสควิทที่ทำให้เกิดปัญหาการเคี่ยวที่ไม่ได้คุณภาพจนทำให้เกิดปัญหาแมสควิทติดที่ตะแกรงหม้อปั่นจนเป็นสาเหตุให้หม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลกระทบต่อการหีบอ้อยมาก รวมทั้งระยะเวลาในการแมสควิทที่เพิ่มขึ้น คือ แมสควิท A ซึ่งมีจำนวนหม้อเคี่ยวทั้งหมด 13 หม้อ แบ่งเป็นขนาด 54 ลบ.ม. จำนวน 7 หม้อ, ขนาด 180 ลบ.ม. จำนวน 3 หม้อ และ ขนาด 280 ลบ.ม. จำนวน 3 หม้อ โดยจำนวนครั้งที่เกิดปัญหาดังกล่าวจะแสดงในภาพที่ 1.8 และเมื่อนำมาคิดเทียบเป็นมูลค่าสูญเสียในแต่ละปีการผลิตจะได้ดังภาพที่ 1.9

ซึ่งทางผู้วิจัยจะนำหลักการทำแผนภูมิก้างปลาเพื่อวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและนำหลักการทำงานของ 7 QC Tools เพื่อกำหนดแนวทางในแก้ปัญหาและลดจำนวนครั้งการเกิดแมสควิท A อุดตันที่ตะแกรงหม้อปั่นให้เท่ากับหรือน้อยกว่า 10 ครั้ง/ฤดูกาลหีบอ้อย



ภาพที่ 1.8 กราฟแสดงจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดที่รูตะแกรงหม้อปั่น ตั้งแต่ปี 2558-2561



ภาพที่ 1.9 กราฟแสดงข้อมูลมูลค่าการสูญเสียในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดที่รูตะแกรงหม้อปั่น ตั้งแต่ปี 2558-2561

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดที่รูตะแกรงหม้อปั่นของแผนกหม้อเคี่ยว (น้ำตาลทรายดิบ A)

2. เพื่อค้นหาสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาแมสควิท A อุดที่รูตะแกรงหม้อปั่นของแผนกหม้อเคี่ยว (น้ำตาลทรายดิบ A) และหาแนวทางแก้ไขปัญหาของบริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด

1.3 ขอบเขตของการดำเนินการวิจัย

1. ทำการศึกษาเฉพาะสาเหตุแมสควิท A อุดที่รูตะแกรงหม้อปั่น

2. ระยะเวลาในการศึกษาข้อมูลตั้งแต่ เดือนธันวาคมปี 2558 - มีนาคม 2562 (ศึกษาเฉพาะช่วงฤดูกาลหีบอ้อย)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จำนวนครั้งที่แมสควิท A อุดที่รูตะแกรงหม้อปั่น ลดน้อยลง
2. ปริมาณน้ำตาลทรายดิบที่ผลิตได้เพิ่มมากขึ้นและมีประสิทธิภาพดีขึ้น
3. สามารถปรับลด KPI ของแผนกหม้อเคี่ยวให้ลดน้อยกว่า 10 ครั้ง/ฤดูกาลผลิต
4. สามารถนำแนวคิดและการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้กับงานส่วนอื่นๆในกระบวนการผลิต

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการเคี่ยวแมสควิท A ด้วยการลดจำนวนครั้งการเกิดแมสควิท A อุดตันที่ตะแกรงหม้อปั่น ผู้วิจัยได้นำแนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับเรื่อง 7 QC Tools

2.3 ความรู้เกี่ยวกับเรื่อง 5G

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบที่ได้จากอ้อย จะสามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ ได้ดังนี้

กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ	ภาพประกอบ
1. กระบวนการหีบสกัดน้ำอ้อย	
2. กระบวนการการทำใสน้ำอ้อย	
3. กระบวนการต้มน้ำเชื่อมดิบ	

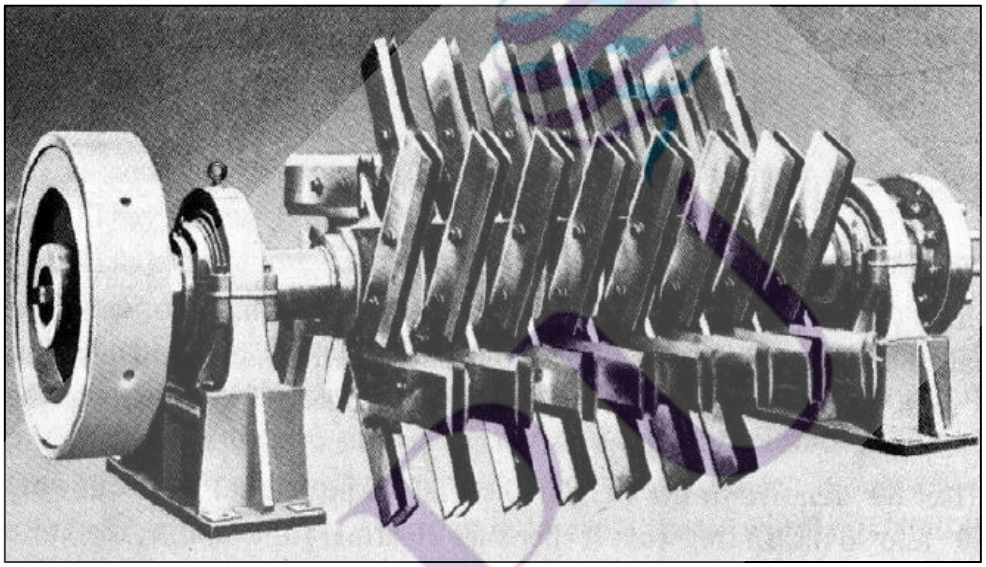
กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ	ภาพประกอบ
4. กระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ	
5. กระบวนการปั่นแยกน้ำตาลทรายดิบ	

ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

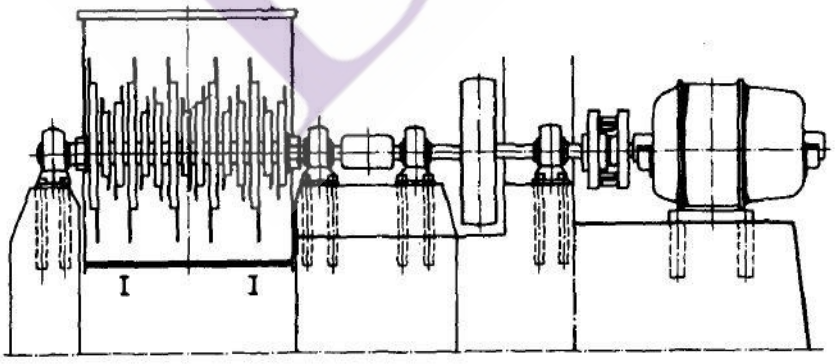
ขั้นตอนที่ 1 กระบวนการหีบสกัดน้ำอ้อย

เมื่ออ้อยถึงอายุที่จะทำการเก็บเกี่ยว อ้อยจะถูกตัดส่งเข้าโรงงาน และอ้อยถูกทำการตัดลำเลียงบรรทุกมาที่รถบรรทุกเพื่อเตรียมเข้าหีบอ้อย รถดังกล่าวจะต้องได้รับบัตรคิวลงอ้อย โดยเลขลำดับคิวจะใช้เพื่อติดตามน้ำอ้อยเพื่อไปวัดคุณภาพความหวานและคำนวณราคาตามเลขลำดับคิวนั้นๆ โดยอ้อยที่นำเข้าหีบภายในโรงงานจะแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ อ้อยสดและอ้อยไฟไหม้ เมื่อรถบรรทุกอ้อยถูกเรียกคิวเข้าดัมพ์รถบรรทุกอ้อยจะต้องชั่งน้ำหนักอ้อยในครั้งแรกโดยจะรวมทั้งน้ำหนักของอ้อยและรถที่บรรทุกอ้อย เมื่อถึงคิวเรียกรถอ้อย รถอ้อยจะเข้าไปดัมพ์เทอ้อย และทำการเทอ้อย โดยอ้อยจะถูกลำเลียงไปที่สะพานลำเลียงซึ่งจะมีชุดใบมีดสับอ้อย และไปยังเครื่องย่อยอ้อยเพื่อให้พร้อมสำหรับการหีบอ้อย เมื่อทำการเทอ้อยเรียบร้อย หลังจากนั้นถึงจะชั่งน้ำหนักรถบรรทุกเปล่าอีกครั้ง โดยเครื่องจักรในกระบวนการหีบสกัดน้ำอ้อย ประกอบด้วยดังนี้

2.1.1 ชุดใบมีดตัดอ้อย (Revolving Cane Knives) ส่วนมากแต่ละโรงงานจะมีจำนวน 2-4 ชุด โดยหลักการทำงานคือ ใบมีดจะหมุนด้วยความเร็วประมาณ 500-600 รอบต่อนาที โดยมีมอเตอร์ทำหน้าที่ขับให้ใบมีดสามารถหมุนได้ โดยใบมีดต้องมีความคมเพื่อให้สามารถย่อยลำอ้อยให้มีขนาดที่เล็กลง ไม่จับตัวกันเป็นก้อนและยังช่วยให้ประสิทธิภาพการฉีกย่อยชิ้นอ้อยของเครื่องย่อยอ้อย (Shredder) ดีขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ตัวอย่างชุดใบมีดตัดอ้อย (Revolving Cane Knives) และภาพที่ 2.3 ตัวอย่างชุดใบมีดตัดอ้อย (Revolving Cane Knives) ที่ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

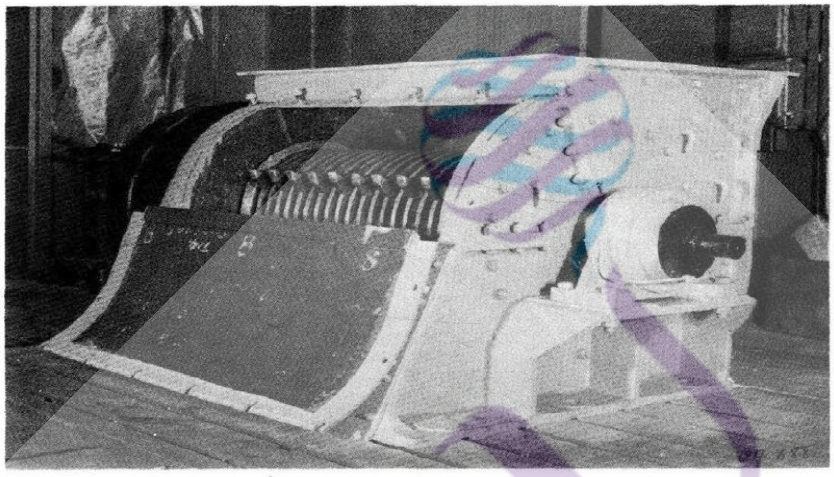


ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างชุดใบมีดตัดอ้อย (Revolving Cane Knives) (E. HUGOT, 1986)

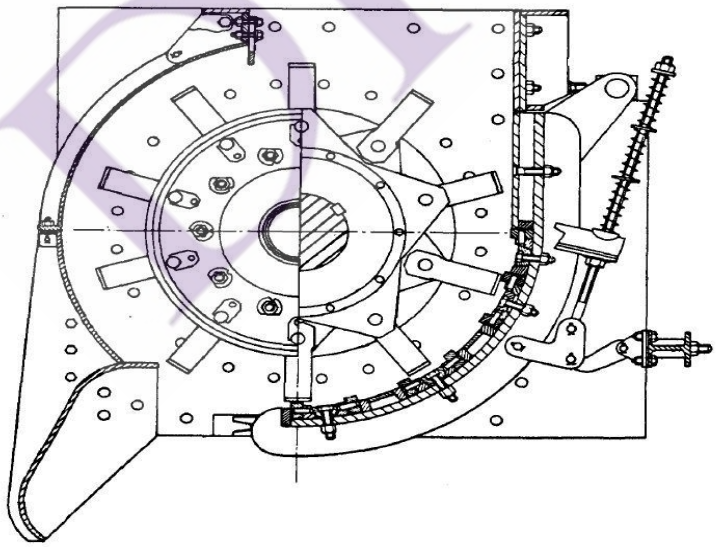


ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างชุดใบมีดตัดอ้อย (Revolving Cane Knives) ที่ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (E. HUGOT, 1986)

2.1.2 เครื่องย่อยอ้อย (Shredder) จะมีลักษณะคล้ายค้อนมีหน้าที่ฉีกอ้อยให้เป็นชิ้นเล็กๆ โดยส่วนมากจะตั้งความเร็วรอบของเครื่องย่อยอ้อยอยู่ระหว่าง 900-1,200 รอบต่อนาทีเพื่อให้อ้อยมีความละเอียดเหมาะสมกับการนำไปสกัดน้ำอ้อยที่ชุดลูกหีบต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.4 ตัวอย่างเครื่องย่อยอ้อย (Shredder) และภาพที่ 2.5 ภาพตัดขวางเครื่องย่อยอ้อย (Shredder)

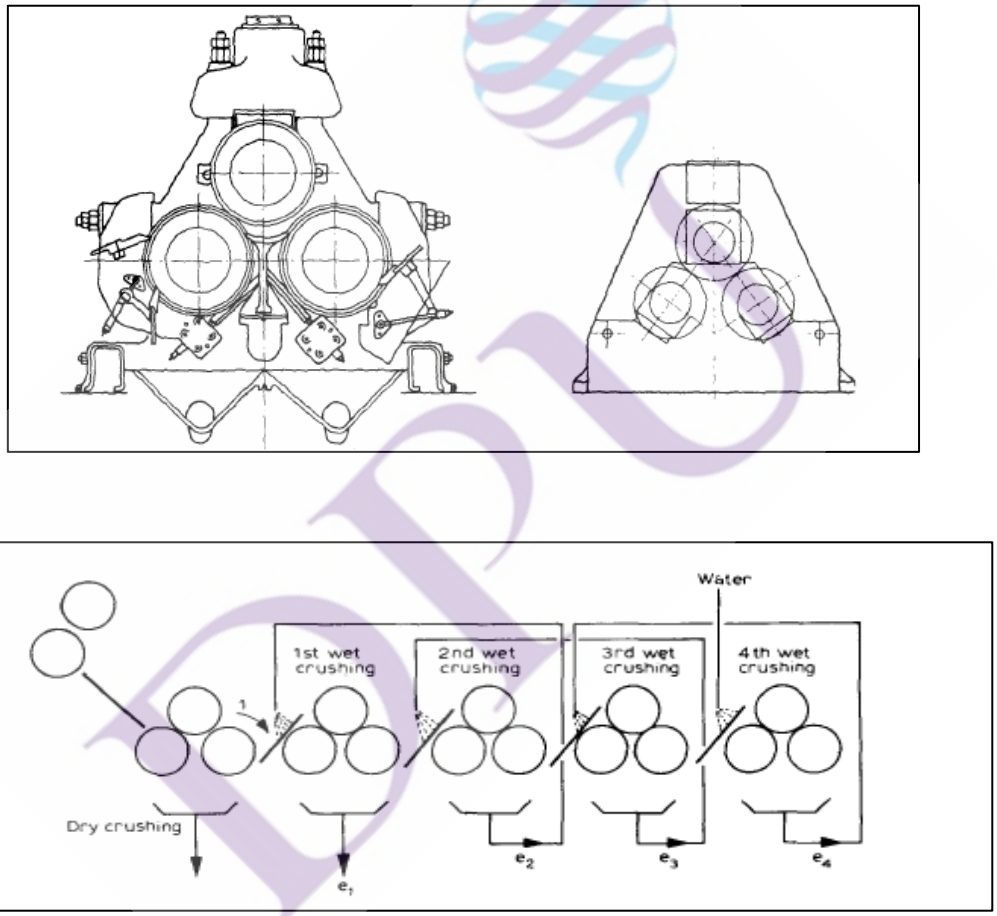


ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างเครื่องย่อยอ้อย (Shredder) (E. HUGOT, 1986)



ภาพที่ 2.5 ภาพตัดขวางเครื่องย่อยอ้อย (Shredder) (E. HUGOT, 1986)

2.1.3 ชุดลูกหีบ (Milling Set) หลักจากที่อ้อยถูกฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากเครื่องย่อยอ้อย (Shredder) แล้ว อ้อยดังกล่าวจะส่งผ่านมาที่ชุดลูกหีบ ซึ่งอาจมีลูกหีบตั้งแต่ 4-6 ชุด เพื่อให้สามารถสกัดน้ำอ้อยออกให้ได้มากที่สุด โดยที่ระหว่างหีบจะมีการพรมน้ำร้อนแต่ละชุดเพื่อช่วยในการสกัดน้ำอ้อยให้ได้มากยิ่งขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.6 ตัวอย่างชุดลูกหีบ (Milling Set) ส่วนกากอ้อยชุดสุดท้ายจะนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงที่หม้อไอน้ำ และน้ำอ้อยที่ได้จากการสกัดจะถูกนำไปที่ขั้นตอนการทำใสน้ำอ้อยต่อไป



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างชุดลูกหีบ (Milling Set) (E. HUGOT, 1986)

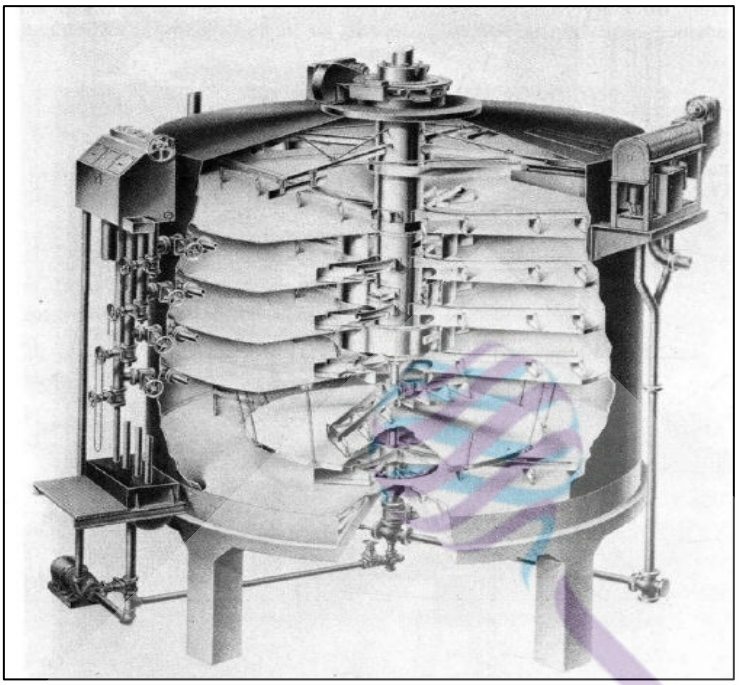
ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการการทำใสน้ำอ้อย

น้ำอ้อยที่ได้จากกระบวนการหีบสกัดน้ำอ้อย จะยังมีสิ่งปนเปื้อนผสมในน้ำอ้อยเช่น กากอ้อยละเอียด, ขี้โคลน, สารแขวนลอยต่างๆ ดังนั้นจึงต้องทำการแยกสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ออกจาก

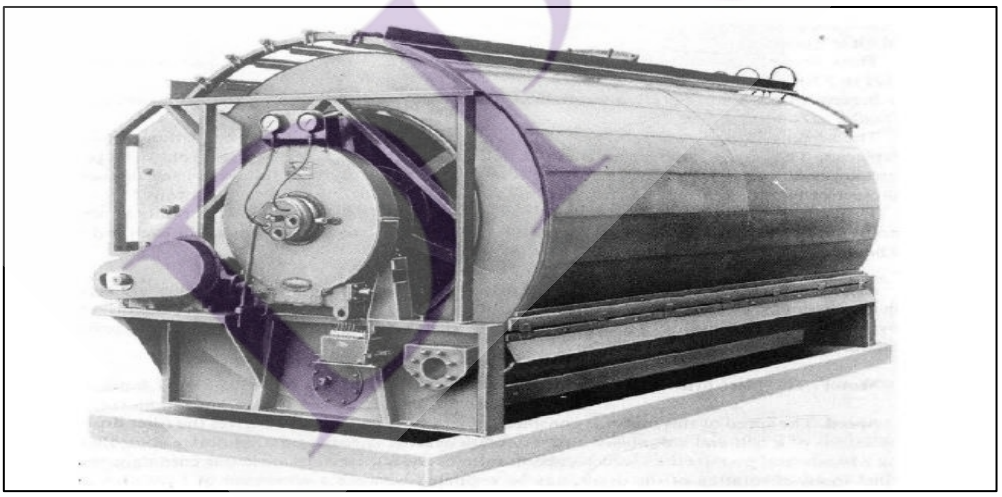
น้ำอ้อย โดยใช้วิธีการทำให้น้ำอ้อยตกตะกอนเพื่อแยกเอาสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ออก ซึ่งเรียกขั้นตอนดังกล่าวว่า “การทำใสน้ำอ้อย” โดยน้ำอ้อยที่ได้จากกระบวนการหีบสกัดน้ำอ้อย จะมีการให้ความร้อนก่อนและเติมปูนขาวในหม้อผสม (Liming Tank) เพื่อทำให้สารแขวนลอย, สี และสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ จับกลุ่ม และเติมน้ำยาช่วยในการตกตะกอนเพื่อให้สิ่งเจือปนต่าง ๆ แยกชั้นกับน้ำอ้อย โดยน้ำอ้อยที่มีสิ่งปนเปื้อนส่วนนี้จะไหลเข้าสู่ถังพักใส (Clarifier) ดังแสดงในภาพที่ 2.7 ตัวอย่างถังพักใส (Clarifier) ซึ่งถังพักใส (Clarifier) จะทำหน้าที่แยกสิ่งปนปื้อนต่าง ๆ ออกจากน้ำอ้อย ซึ่งถังพักใส (Clarifier) จะมีหน้าที่แยกน้ำอ้อยที่มีสิ่งปนเปื้อนออกเป็น 2 ส่วนคือ ขี้โคลน (Mud) และ น้ำอ้อยใส

ขี้โคลน (Mud) เมื่อนำอ้อยที่มีสิ่งปนเปื้อนทำปฏิกิริยาในถังพักใส (Clarifier) สิ่งปนเปื้อนที่มีน้ำหนักมากจะตกตะกอนนอนก้นในถังพักใส (Clarifier) เรียกว่าสิ่งที่ตกตะกอนว่า “ขี้โคลน” (Mud) ซึ่งขี้โคลนดังกล่าวจะถูกนำไปสกัดเพื่อเอาน้ำอ้อยที่คงเหลือออกอีกครั้งหนึ่งโดยใช้เครื่องกรองหมุนระบบสุญญากาศ ดังแสดงในภาพที่ 2.8 ตัวอย่างเครื่องกรองหมุนระบบสุญญากาศ ซึ่งจะได้เป็นขี้โคลนแห้ง โดยขี้โคลนในส่วนนี้จะนำไปแจกให้ชาวไร่เพื่อเป็นปุ๋ยแก่อ้อยหรือนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ส่วนน้ำอ้อยใสที่ได้จากเครื่องกรองหมุนระบบสุญญากาศจะย้อนกลับเข้าสู่หม้อผสม (Liming Tank) ใหม่อีกครั้ง

น้ำอ้อยใส ที่ออกจากถังพักใส จะผ่านการกรองอีกครั้งโดยตะแกรงกรองน้ำอ้อยใสเพื่อทำการกรองกากอ้อยละเอียดที่อาจปนเปื้อนในน้ำอ้อยใสออกไป ซึ่งน้ำอ้อยใสจากกระบวนการดังกล่าวจะมีค่าความเข้มข้นอยู่ที่ประมาณ 12-14 บริกซ์ น้ำอ้อยใสที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการต้มน้ำเชื่อมดิบเพื่อระเหยน้ำในน้ำอ้อยบางส่วนจนมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างถังพักใส (Clarifier) (E. HUGOT, 1986)



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างเครื่องกรองหมุนระบบสุญญากาศ (E. HUGOT, 1986) ขั้นตอนที่ 3 กระบวนการต้มน้ำเชื่อมดิบ

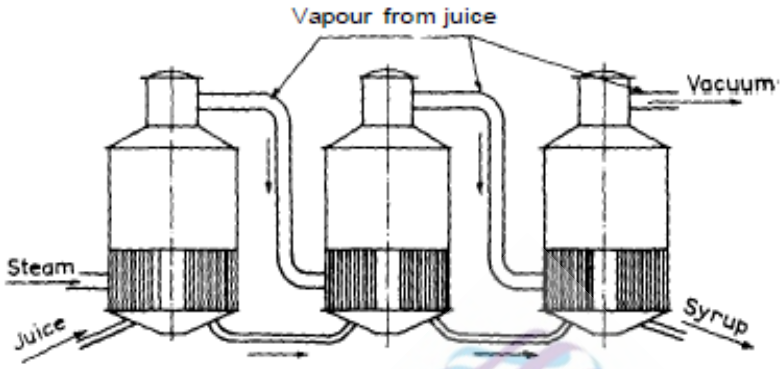
น้ำอ้อยที่ผ่านการตกตะกอนด้วยถังพักใส (Clarifier) และผ่านการกรองน้ำอ้อยใสแล้ว จะถูกเข้าสู่กระบวนการต้มน้ำเชื่อมดิบด้วยหม้อต้มน้ำเชื่อมดิบ (Evaporator) ดังแสดงในภาพที่ 2.9

ตัวอย่างหม้อต้มน้ำเชื่อมดิบ (Evaporator) เพื่อทำการระเหยน้ำออกบางส่วน ซึ่งแบ่งเป็นแต่ละเครื่องจักรดังนี้

1. หม้อพรีฮีตเตอร์ (ใช้สำหรับอุ่นน้ำอ้อยใสก่อนเข้าหม้อต้มพรี) น้ำอ้อยใสเมื่อผ่านการกรองจากตะแกรงจะถูกอุ่นให้ร้อนด้วยหม้อพรีฮีตเตอร์ เพื่อให้ได้อุณหภูมิประมาณ 95 – 100 องศาเซลเซียส แล้วนำเข้าหม้อต้มพรี (Pre-Evaporator)

2. หม้อต้มพรี (Pre-Evaporator) น้ำอ้อยที่ออกจากหม้อพรีฮีตเตอร์ จะถูกนำเข้าหม้อต้มพรี ภายในหม้อต้มพรีน้ำอ้อยจากหม้อพรีฮีตเตอร์จะถูกแลกเปลี่ยนความร้อนโดยผ่านผนังท่อ ซึ่งจะทำให้น้ำอ้อยจากหม้อพรีฮีตเตอร์เดือดและระเหยน้ำออกกลายเป็นไอน้ำ ทำให้น้ำอ้อยจะมีความเข้มข้นมากขึ้นและจะนำเข้าสู่หม้อต้ม 1 เพื่อระเหยน้ำออกจากน้ำอ้อยต่อไป

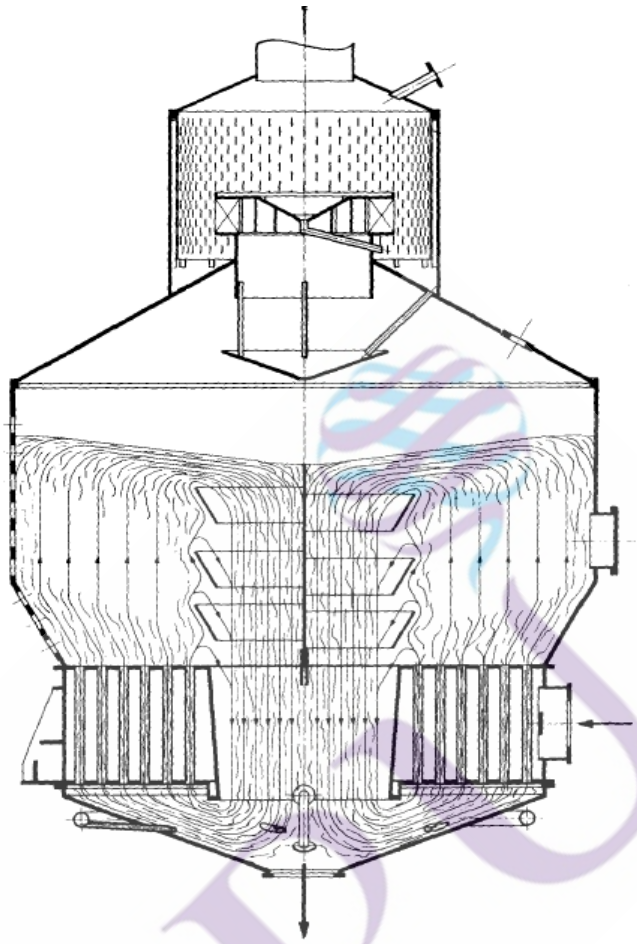
3. หม้อต้มน้ำเชื่อมดิบ (Evaporator) น้ำอ้อยจากหม้อต้มพรีถูกนำเข้าสู่ชุดหม้อต้ม ภายในหม้อต้มน้ำอ้อยจากหม้อต้มพรีจะถูกแลกเปลี่ยนความร้อนโดยผ่านผนังท่อซึ่งจะทำให้น้ำอ้อยจากหม้อต้มพรีเดือดและระเหยน้ำออกกลายเป็นไอน้ำ น้ำอ้อยจะมีความเข้มข้นมากขึ้นโดยควบคุมให้ความเข้มข้นประมาณ 58-60 บริกซ์ เรียกว่า “น้ำเชื่อมดิบ” จากนั้นน้ำเชื่อมดิบ (Raw Syrup) จะถูกส่งไปยังถังพักน้ำเชื่อมดิบเพื่อใช้ในขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบต่อไป



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างหม้อต้มน้ำเชื่อมดิบ (Evaporator) (E. HUGOT, 1986)

ขั้นตอนที่ 4 กระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ

น้ำอ้อยที่ถูกระเหยน้ำบางส่วนจนมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นอยู่ที่ประมาณ 58-60 บริกซ์ เรียกว่าน้ำเชื่อมดิบ น้ำเชื่อมดิบที่ได้จะนำเข้าสู่กระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ ซึ่งกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพของน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในสภาพสารละลายน้ำเชื่อมดิบที่เป็นของเหลวให้กลายเป็นผลึกน้ำตาลในสภาพที่เป็นของแข็ง โดยใช้หม้อเคี่ยว (Vacuum Pan) ดังแสดงในภาพที่ 2.10 ตัวอย่างหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ (Vacuum Pan) เพื่อทำให้เกิดผลึกน้ำตาล ซึ่งหม้อเคี่ยวที่ใช้ต้องมีระบบการควบคุมอุณหภูมิ ความดันและระบบการไหลวนของน้ำเชื่อมที่เหมาะสม



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ (Vacuum Pan) (E. HUGOT, 1986)

ธรรมชาติของน้ำเชื่อมดิบจะเป็นสารละลายน้ำตาลเข้มข้นเมื่อนำมาเคี่ยวเพื่อระเหยน้ำออกไปความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้น พร้อมๆกับจุดเดือดจะสูงขึ้นไปด้วยจนกระทั่งเลยจุดอิ่มตัวเป็นภาวะเหนือจุดอิ่มตัว ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำให้น้ำตาลที่ละลายตัวอยู่แยกออกมาเป็นของแข็ง เกิดเป็นผลึกโดยอาจจะอยู่ในสภาพที่ต้องไปเกาะพอกผลึกน้ำตาลที่มีอยู่เดิมหรืออาจอยู่ในสภาวะอิสระเกิดเป็นผลึกขึ้นใหม่ ขึ้นอยู่กับระดับของภาวะเหนือจุดอิ่มตัวนั้นๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

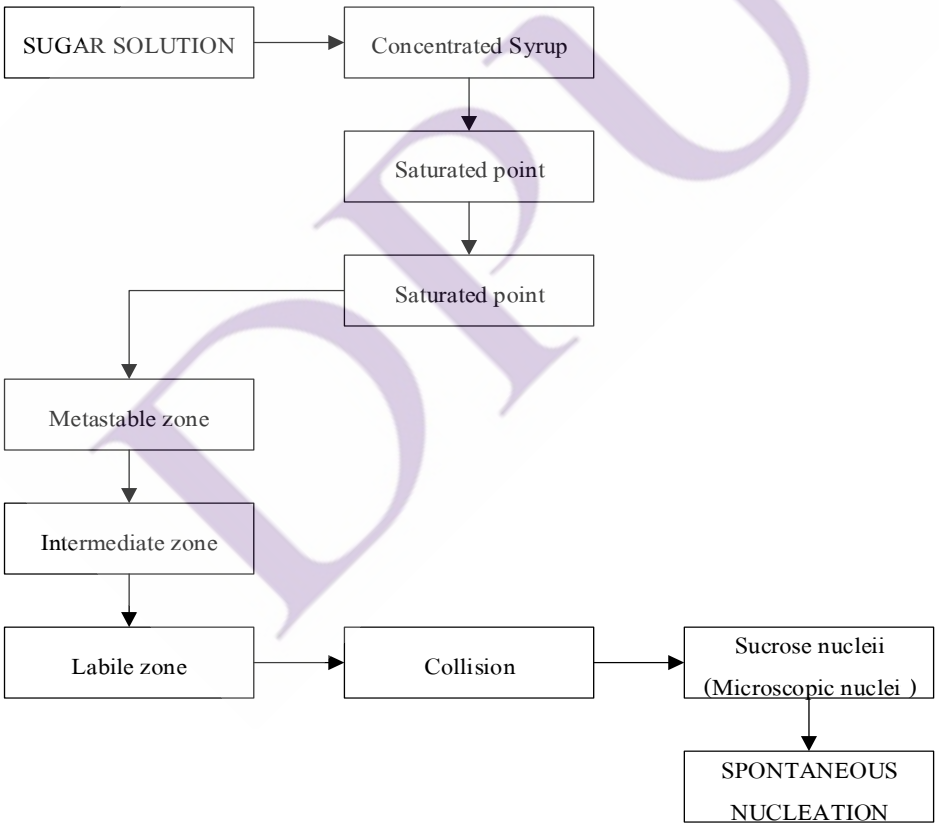
ช่วงสภาวะเหนือจุดอิ่มตัวสูงสุด (Metastable zone) เป็นช่วงที่น้ำเชื่อมดิบมีความเข้มข้นเกินจุดอิ่มตัวเล็กน้อย ซึ่งมีจำนวนโมเลกุลของน้ำตาลมากเกินจุดอิ่มตัวแต่ยังไม่หนาแน่นมากพอที่โมเลกุลของน้ำตาลจะมาเกาะเป็นนิวคลีไอได้หรือไม่สามารถเกิดผลึกน้ำตาลได้ โดยช่วงนี้หากมีการเติมนิวเคลียสลงไปในน้ำเชื่อมดิบ หรือที่เรียกว่าการล่อผลึก จะพบว่าโมเลกุลน้ำตาลที่มีมากเกินจุดอิ่มตัวนี้จะสามารถไปเกาะที่นิวเคลียสที่เติมลงไปและทำให้ผลึกโตขึ้นอย่างช้าๆ

1. ช่วงสภาวะเหนือจุดอิ่มตัวยิ่งยวด (Intermediate zone) เป็นช่วงที่น้ำเชื่อมดิบมีความ

หนาแน่นของโมเลกุลน้ำตาลมากขึ้น จนทำให้บางจุดของน้ำเชื่อมดิบสามารถเกิดนิวคลีไอได้ขึ้นมาและค่อยๆมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งในขณะที่เกิดผลึกไปแล้วอาจจะมีนิวคลีไอใหม่เกิดขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ผลึกที่ได้มีขนาดต่างกันๆ เกิดเป็นละอองเม็ดเล็กๆหรือเม็ดฝ้า (False Grain)

2. ช่วงสภาวะเหนือจุดอิ่มตัวยิ่งยวดสูงสุด (Labile zone) เป็นช่วงที่น้ำเชื่อมดิบมีความเข้มข้นมากจนมีจำนวนโมเลกุลของน้ำตาลซูโครสหนาแน่นและอยู่ชิดกันมากจนสามารถเกิดนิวคลีไอได้อย่างอิสระ จนไม่อาจควบคุมปริมาณและขนาดของผลึกที่เกิดขึ้นได้ ในช่วงที่สารละลายน้ำเชื่อมดิบมีความเข้มข้นอิ่มตัวยิ่งยวดจึงเรียกว่าเป็น Spontaneous Nucleation และเป็นช่วงที่สารละลายน้ำเชื่อมดิบมีความหนืดสูงมากจนการควบคุมการตกผลึกทำได้ยากหรือไม่สามารถควบคุมได้

ลำดับขั้นตอนการเกิดนิวคลีไอในกระบวนการตกผลึกน้ำตาลจะเป็นไปตามขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 2.11 ขั้นตอนการเกิดนิวคลีไอในกระบวนการตกผลึก



ภาพที่ 2.11 ขั้นตอนการเกิดนิวคลีไอในกระบวนการตกผลึก (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2546)

วิธีการที่ทำให้เกิดนิวคลีไอ (Methods of Nucleation) สามารถทำได้ 3 แบบดังนี้

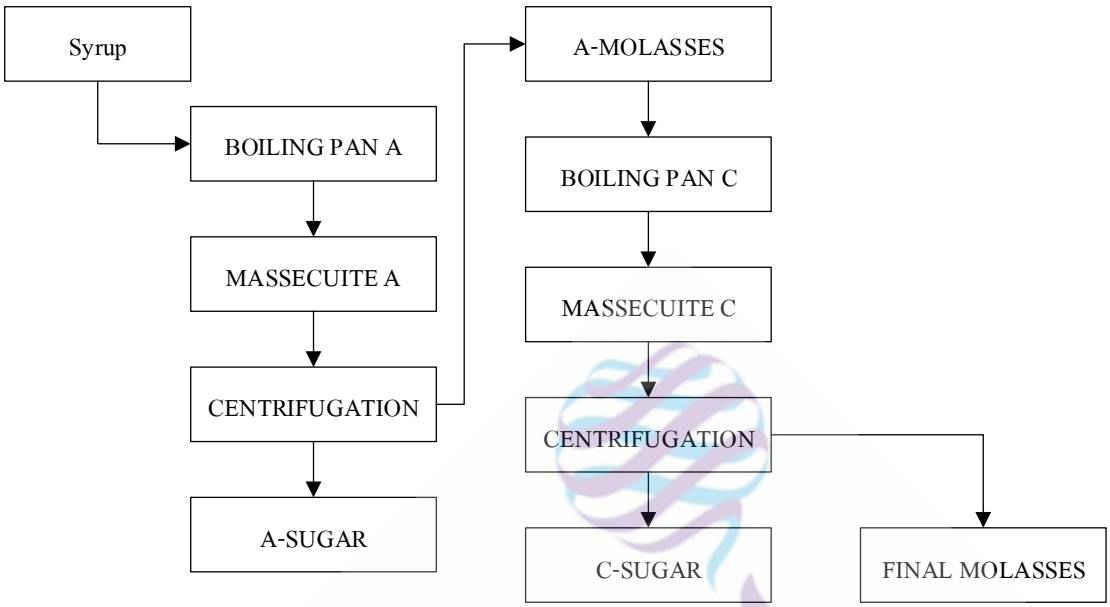
1. Graining Method เป็นกระบวนการทำให้เม็ดน้ำตาลเกิดขึ้นเองโดยวิธีการทำสารละลายให้เข้มข้นจนถึงสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวดแล้วหลังจากนั้นทำการลดอุณหภูมิลงมาภายใต้ความดันที่เป็นสุญญากาศ จะทำให้เกิดนิวคลีไอที่จะเป็นแกนให้ผลึกโตขึ้น ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษจึงจะสามารถได้ผลึกที่มีขนาดและรูปร่างเท่าๆกัน

2. Shock Seeding เป็นเทคนิคการล่อผลึกน้ำตาลแบบฉับพลัน โดยการต้มน้ำเชื่อมดิบให้อยู่ในช่วงเริ่มต้นของของช่วง Intermediate zone หลังจากนั้นให้เติมเชื้อน้ำตาลที่เป็นผงละเอียดลงไปในหม้อเคี่ยวจากนั้นรอประมาณ 2-3 นาที น้ำเชื่อมดิบเข้มข้นจะเข้าสู่สภาวะช่วง Intermediate zone และเกิดการกระตุ้นฉับพลัน (Shock Seeding) ทำให้เกิดนิวเคลียสของผลึกน้ำตาลขึ้นพร้อมกันในจำนวนมาก จากนั้นทำการลดความเข้มข้นลงมาที่ช่วง Metastable zone โดยการเพิ่มน้ำเชื่อมดิบที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าเข้าไป จากนั้นทำการเลี้ยงผลึกให้โตตามขนาดที่ต้องการ ซึ่งมาตรฐานทั่วไปผลึกน้ำตาลมีขนาดไม่ต่ำกว่า 0.8 มิลลิเมตรสำหรับน้ำตาลทรายดิบ

3. Pan Seeding หรือ True Seeding เป็นกระบวนการล่อผลึกที่ต้องการควบคุมไม่ให้มีผลึกใหม่เกิดขึ้นในระบบ โดยการเคี่ยวน้ำเชื่อมดิบจะต้องอยู่ในช่วง Metastable zone แล้วเติมผลึกล่อในรูปของเชื้อน้ำตาลเหลวที่เรียกว่า Fondant ซึ่งเป็นสารละลายของผงน้ำตาลบดละเอียดที่มีขนาดประมาณ 0.03-0.05 มิลลิเมตรที่ละลายอยู่ใน Isopropyl Alcohol การล่อผลึกด้วยวิธีนี้จะทำให้ได้ปริมาณผลึกเท่ากับจำนวนผลึกล่อที่เติมลงไป

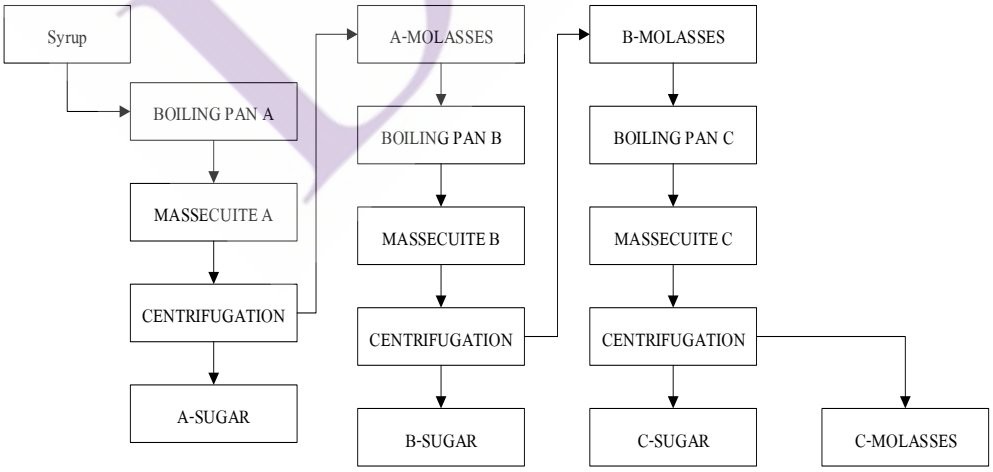
ระบบการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบสามารถทำได้หลายแบบ ซึ่งที่แต่ละโรงงานน้ำตาลนิยมใช้จะเป็นระบบการต้มเคี่ยวแบบ 2 ครั้งครึ่ง (Two and a half Boiling System) ระบบการต้มเคี่ยว 2 ครั้ง (Two Boiling System) และระบบการต้มเคี่ยว 3 ครั้ง (Three Boiling System) ซึ่งระบบการต้มเคี่ยวแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันดังนี้

2. ระบบการต้มเคี่ยวแบบ 2 ครั้ง (Two Boiling System) เป็นการต้มเคี่ยวน้ำเชื่อมที่มีการตกผลึกน้ำตาลออกจากระบบ 2 ครั้ง โดยเมื่อต้มเคี่ยวน้ำเชื่อมและเติมผลึกล่อจนได้ปริมาณผลึกตามที่ควบคุม เรียกว่า แมสคิท A (A-Massecuite) จะนำไปปั่นในครั้งแรกซึ่งจะได้น้ำตาลออกมาเรียกว่า น้ำตาล A (A-Sugar) และกากน้ำตาล A (A-Molasses) ซึ่งกากน้ำตาล A จะยังมีความบริสุทธิ์อยู่สูงและยังมีค่าโพลหรือปริมาณน้ำตาลอยู่ค่อนข้างสูง จึงต้องนำมาเคี่ยวต่ออีกครั้งในหม้อเคี่ยว C จนได้แมสคิท C (C-Massecuite) ซึ่งเมื่อนำไปปั่นจะได้ น้ำตาล C (C-Sugar) และกากน้ำตาลสุดท้าย (Final Molasses) ออกมา จึงเรียกระบบการต้มเคี่ยวแบบนี้ว่า A-C SYSTEM ดังแสดงในภาพที่ 2.12 ระบบการต้มเคี่ยวน้ำตาลแบบ 2 ครั้ง (A-C SYSTEM)



ภาพที่ 2.12 ระบบการต้มเคี่ยวน้ำตาลแบบ 2 ครั้ง (A-C SYSTEM) (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2546)

3. ระบบการต้มเคี่ยวแบบ 3 ครั้ง (Three Boiling System) เป็นระบบการต้มเคี่ยวน้ำเชื่อมที่มีการตกผลึกน้ำตาล 3 ครั้ง จะได้น้ำตาลออกมา 3 ชนิดคือ น้ำตาล A (A-Sugar), น้ำตาล B (B-Sugar) และน้ำตาล C (C-Sugar) โดยดำเนินการต้มเคี่ยวตามลำดับจะคล้ายกับระบบการต้มเคี่ยว 2 ครั้ง ซึ่งในระบบการต้มเคี่ยวแบบ 3 ครั้งจะเพิ่ม ขั้นตอนการต้มเคี่ยว B ดังแสดงในภาพที่ 2.13 ระบบการต้มเคี่ยวน้ำตาลแบบ 3 ครั้ง (A-B-C SYSTEM)



ภาพที่ 2.13 ระบบการต้มเคี่ยวน้ำตาลแบบ 3 ครั้ง (A-B-C SYSTEM) (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2546)

4. ระบบการต้มเคี่ยวแบบ 2 ครั้งครึ่ง (Two and a Half Boiling System) จะคล้ายกับระบบการต้มเคี่ยวน้ำตาลแบบ 3 ครั้ง แต่จะต่างกันในการควบคุมค่าความบริสุทธิ์ของน้ำตาล โดยจะกำหนดแผนการผลิตให้ใช้น้ำตาล A สำหรับนำไปเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตน้ำตาลทรายขาว/น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (น้ำตาลรีไฟน์) ส่วนน้ำตาล B ที่ได้จะนำไปเป็นน้ำตาลทรายดิบสำหรับการส่งออกต่างประเทศ และน้ำตาล C จะนำไปเป็นผงเชื้อน้ำตาลหรือนำไปเข้ากระบวนการผลิตน้ำตาลใหม่อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 5 กระบวนการปั่นแยกน้ำตาลทรายดิบ

การแยกผลึกน้ำตาลออกจากแมสควิท ชนิดต่างๆจะใช้หม้อปั่นน้ำตาล โดยทั่วไปหม้อปั่นจะทำด้วยเหล็กอ่อน, เหล็กกล้า หรือโลหะผสมนิกเกิลหรือเหล็กกล้าไร้สนิม โดยหม้อปั่นจะมีรูที่ด้านข้างเป็นแถวเพื่อใช้สำหรับระบายกากน้ำตาลขณะหม้อปั่นทำงาน โดยกากน้ำตาลจะแยกตัวจากแมสควิทซึ่งใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง โดยใช้น้ำร้อนฉีดล้างผลึกน้ำตาล ซึ่งการล้างเม็ดน้ำตาลจะแตกต่างกันตามชนิดของแมสควิทที่นำลงมาปั่น

2.2 ความรู้เรื่อง 7 QC Tools

ในปี ค.ศ. 1946 JUSE หรือ Union of Japanese Scientists and Engineers ได้ถูกก่อตั้งขึ้นพร้อม ๆ กับการจัดตั้งกลุ่ม Quality Control Research Group ขึ้น เพื่อค้นคว้าให้การศึกษาและเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการควบคุม คุณภาพทั่วทั้งประเทศ โดยมีจุดหมายเพื่อลบภาพพจน์สินค้าคุณภาพต่ำ ราคาถูก ออกจากสินค้าที่ "Made in Japan" และเพิ่มประสิทธิภาพการส่งออกไปพร้อม ๆ กัน หลังจากนั้นมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น หรือที่เรียกว่า Japanese Industrial Standards (JIS) Marking System ได้ถูกกำหนดเป็นกฎหมายในปี ค.ศ. 1950 พร้อม ๆ กับการเชื้อเชิญ Dr. W. E. Deming มาเปิดสัมมนาทาง QC ให้แก่ผู้บริหารระดับต่าง ๆ และวิศวกรในประเทศ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้ตระหนักถึงการพัฒนาคุณภาพ อันตามมาด้วยการก่อตั้งรางวัล Deming Prize เพื่อมอบให้แก่โรงงานซึ่งมีความก้าวหน้าในการพัฒนาคุณภาพดีเด่นของประเทศ ต่อมาในปี ค.ศ. 1954 Dr. J. M. Juran ได้ ถูกเชิญมาที่ประเทศญี่ปุ่น เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหารระดับสูงภายในองค์กรในการนำเทคนิค เหล่านี้มาใช้งาน โดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุก ๆ คน นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ รวม 7 ชนิด หรือที่เรียกว่า QC 7 Tools มาใช้ โดยเครื่องมือทั้ง 7 ชนิดสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)
2. แผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือ แผนภูมิก้างปลา (Cause and Effect Diagram)

3. กราฟ (Graph)

4. ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

5. แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

6. ฮิสโตแกรม (Histogram)

7. แผนภูมิการควบคุม (Control Chart)

ซึ่งงานวิจัยนี้จะกล่าวเฉพาะเครื่องมือคุณภาพที่ใช้ในงานวิจัยนี้เท่านั้น ประกอบไปด้วย 4 เครื่องมือ ได้แก่

1. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

2. แผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือ แผนภูมิก้างปลา (Cause and Effect Diagram)

3. กราฟ (Graph)

4. ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

2.2.1 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

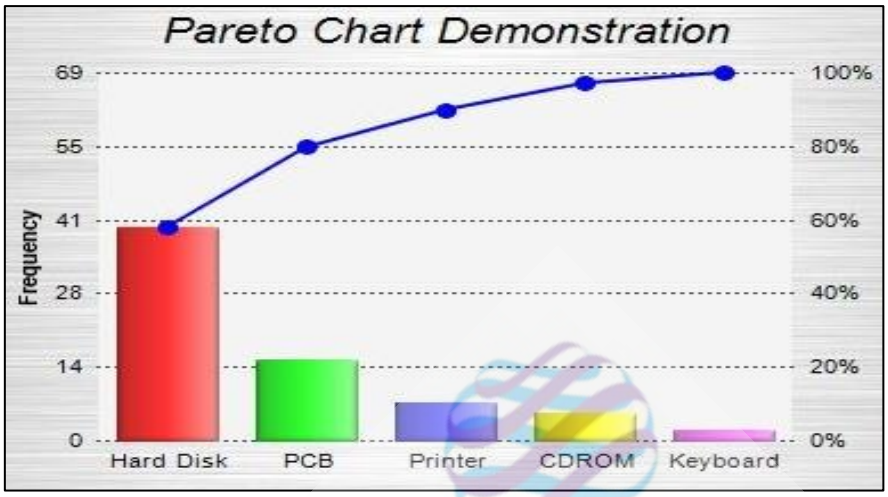
แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) ใช้ในการวิเคราะห์ว่าอะไรคือสาเหตุหลัก หรือปัญหาหลัก ที่ส่งผลให้เกิดของเสีย หรือจุดบกพร่อง ในปี ค.ศ.1897 นักเศรษฐศาสตร์ชื่อ นายวิเฟรดโด พาเรโต ได้วิจัยเรื่อง การกระจายของรายได้ของประชากรที่ไม่เท่ากันโดยมากแล้วแผนภูมินี้จะถูกนำมาใช้ในการแสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งหลักการของพาเรโตนั้นจะใช้หลัก 20/80 – ส่วนน้อย 20 % จะเป็นส่วนสำคัญ อีก 80 % จะเป็นส่วนไม่ค่อยสำคัญ (20% vital few, 80% trivial many) โดยแสดงผลเป็นกราฟแท่ง ซึ่งกราฟแท่งที่สูงที่สุดคือ ปัญหาที่เกิดร่วมมากที่สุด (Most Common Problem) จำเป็นที่ต้องได้รับการแก้ไขก่อน ดังแสดงในภาพที่ 2.14 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) จะใช้เมื่อ

1. เมื่อต้องการกำหนดสาเหตุที่สำคัญของปัญหาเพื่อแยกออกมาจากสาเหตุอื่นๆ

2. เมื่อต้องการยืนยันผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา โดยเปรียบเทียบก่อนทำและหลังทำ

3. เมื่อต้องการค้นหาปัญหาและหาคำตอบในการดำเนินกิจกรรมแก้ปัญหา



ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) (Nutvipa, 2016)

2.2.2 แผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือ แผนภูมิก้างปลา (Cause and Effect Diagram)

แผนภูมิแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือแผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) บางครั้งเรียกว่า Ishikawa Diagram ซึ่งตั้งขึ้นตามชื่อของผู้คิดค้นชาวญี่ปุ่น คือ Dr.Kaoru Ishikawa ศาสตราจารย์ด้านวิศวกรรมแห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว ผู้ริเริ่มในการนำผังนี้มาใช้ในวงการอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1953 เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ ทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หากกล่าวถึงในส่วนของกระบวนการผลิต โดยส่วนมากจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E มาจาก

- Man หมายถึง การตรวจสอบผู้ปฏิบัติทำงานตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ มีความรับผิดชอบหรือไม่ผู้ปฏิบัติมีทักษะความชำนาญหรือไม่ ผู้ปฏิบัติได้รับมอบงานที่ตรงกับความสามารถหรือไม่
- Machine หมายถึง การตรวจสอบอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสอดคล้องกับความสามารถ ของกระบวนการผลิตหรือไม่เครื่องจักรขัดข้องบ่อยหรือไม่การจัดวางเหมาะสมหรือไม่ เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่
- Material หมายถึง การตรวจสอบข้อผิดพลาดในเรื่องคุณภาพการตรวจสอบระบบคงคลัง เพียงพอหรือไม่
- Method หมายถึง การตรวจสอบว่ามาตรฐานในการทำงานมีเพียงพอหรือไม่ปลอดภัยหรือไม่ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพหรือไม่ ลำดับขั้นตอนการทำงานเหมาะสมหรือไม่
- E - Environment อากาศ สถานที่ ความสว่างและบรรยากาศการทำงาน

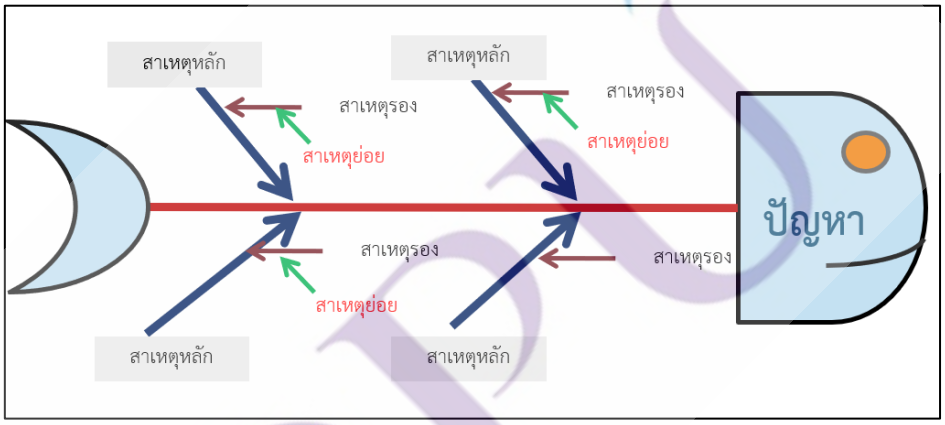
ดังแสดงในภาพที่ 2.15 ตัวอย่างแผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือ แผนภูมิก้างปลา (Cause and Effect Diagram)

ประโยชน์ของแผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือ แผนภูมิก้างปลา (Cause and Effect Diagram)

1. ใช้เป็นเครื่องมือในการระดมความคิดจากสมองของทุกคนที่เป็นสมาชิกกลุ่มคุณภาพอย่างเป็น หมวดหมู่ซึ่งได้ผลมากที่สุด

2. แสดงให้เห็นสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหาของผลที่เกิดขึ้นที่มีมาอย่างต่อเนื่อง จนถึงปมสำคัญที่จะ นำไปปรับปรุงแก้ไข

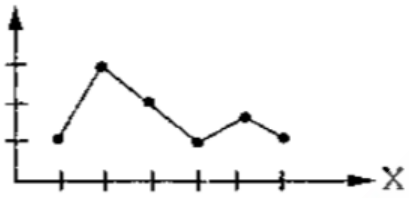
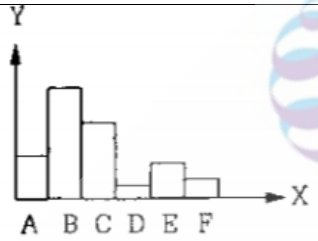
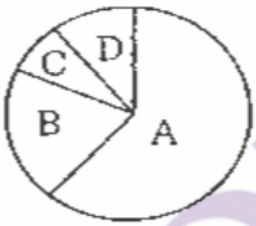
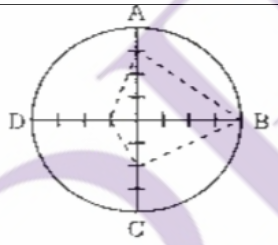
3. แผนภูมิสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างแผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือ แผนภูมิก้างปลา (Cause and Effect Diagram) (Nutvipa, 2016)

2.2.3 กราฟ (Graph)

แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่สามารถทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยอาศัยการพิจารณาด้วยตาเปล่าได้ใช้แสดงข้อมูลที่เป็นตัวเลข หรือสัดส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับเวลาของข้อมูลตั้งแต่2 ชุดขึ้นไปเพื่อใช้เสนอสถานภาพของปัญหาและนำเสนอผลการปรับปรุงโดยการเปรียบเทียบปริมาณข้อมูลให้เห็นได้ง่ายและรวดเร็วกราฟมีหลายชนิด ซึ่งได้สรุปกราฟตามจุดประสงค์ในการใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 2.16 ตัวอย่างกราฟชนิดต่างๆ

ชื่อกราฟ	ลักษณะ	วัตถุประสงค์
กราฟเส้นตรง		แสดงถึงความผันแปรของข้อมูลเชิง ตัวเลขโดยมีสาเหตุ สำคัญอยู่ที่แกน x จะเรียกกราฟนี้ว่า กราฟแนวโน้ม
กราฟแท่ง		แสดงถึงการเปรียบเทียบปริมาณของประเภทข้อมูล ตามแกน x
กราฟวงกลม		แสดงการเปรียบเทียบถึงสัดส่วนของข้อมูลแต่ละประเภท (แสดงในแต่ละ ส่วน)
กราฟเรดาร์		แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของข้อมูลที่ต้องการแสดงผลมากกว่า 2 มิติ

ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างกราฟชนิดต่างๆ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550) ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ (Check Sheet) หรือที่นิยมเรียกกันว่า Check Sheet เป็นแผ่นงานที่ได้ออกแบบมาอย่างเฉพาะเจาะจงต่องานนั้น ๆ โดยมีจุดประสงค์ที่จะเก็บข้อมูลสำคัญ ๆ ได้ง่ายและเป็นระบบ ดังแสดงในภาพที่ 2.17 ตัวอย่างใบตรวจสอบ (Check Sheet)

บริษัท ก อุตสาหกรรมอาหาร จำกัด

ใบตรวจสอบข้อบกพร่องการบรรจุผลไม้กระป๋อง

ชื่อผลิตภัณฑ์ สับปะรดในน้ำเชื่อม ผู้ตรวจสอบ กิติศักดิ์

ข้อกำหนดเฉพาะ 565 ± 10 กรัม ช่วงเวลา 18-22 เมษายน 39

เครื่องจักร	พนักงาน	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัส		ศุกร์	
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
# 01	ก	●●△□	△△	△	△△	●	△△		△△		△△△
	ข	△		●△				○	●○	●	
# 02	ค	○○		○○		○△	○		○		●○○
	ง		○			●○			○	□	●

หมายเหตุ △ น้ำหนักผิดข้อกำหนด ● กระป๋องบรรจุชำรุด

○ พิมพ์ฉลากผิด □ อื่น ๆ

ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างใบตรวจสอบ (Check Sheet) (Nutvipa, 2016)

2.2.4 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

ซึ่งงานวิจัยนี้ไม่ได้ใช้เครื่องมือแผนผังการกระจาย เนื่องจากการข้อมูลที่เหมาะสมที่จะใช้กับแผนภูมิลักษณะนี้ จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ หรือ ความดัน มีผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ได้หรือไม่ ซึ่งจะต้องทำการบันทึกข้อมูล จะต้องทำการเก็บข้อมูลโดยจับคู่ข้อมูลที่ต้องการศึกษาและทำการหา ratio ว่าข้อมูลทั้ง 2 มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันหรือไม่ รวมทั้งปัจจัยที่นำมาใช้หาข้อมูลต้องเป็นข้อมูลที่มาจากช่วงเวลาเดียวกัน ถึงจะเห็นภาพได้ชัดเจน แต่งานวิจัยฉบับนี้เป็นการทำเปรียบเทียบระหว่างปีที่พบปัญหายาวมาถึงปีที่ได้รับการแก้ไข จึงไม่เหมาะที่จะใช้เครื่องมือดังกล่าว

2.2.5 ฮิสโตแกรม (Histogram)

ซึ่งงานวิจัยนี้ไม่ได้ใช้เครื่องมือดังกล่าวเนื่องจาก ข้อมูลที่จะต้องใช้วิเคราะห์แบบแผนภาพฮิสโตแกรมจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อกระจายความถี่ของข้อมูล ซึ่งโดยส่วนมากแผนภาพชนิดนี้มักใช้สำหรับงานวิเคราะห์เพื่อหาขีดความสามารถของกระบวนการ จึงไม่เหมาะกับงานวิจัยในครั้งนี้

2.2.6 แผนภูมิการควบคุม (Control Chart)

ซึ่งงานวิจัยนี้ไม่ได้ใช้เครื่องมือดังกล่าวเนื่องจาก ข้อมูลที่จะต้องใช้วิเคราะห์แบบแผนภูมิการควบคุม ควรเป็นข้อมูลหรือกระบวนการที่มีการทำแบบต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลที่ใช้ควบคุมของเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งต้องมีการกำหนดค่า Upper และ Lower เพื่อตรวจสอบว่าผล

ที่ได้จากการทดลองห่างจากค่าควบคุมหรือไม่ ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ไม่เหมาะนำแผนภูมิดังกล่าวมาใช้ เนื่องจากการเก็บข้อมูลจะเก็บเป็นจำนวนครั้งที่เกิดปัญหาเท่านั้น

2.3 ความรู้เรื่อง 5G

หลักการ 5 G เป็นหลักการแก้ปัญหาขั้นต้นของญี่ปุ่น ซึ่งจะประกอบไปด้วยหลักการ 3G และหลักการทางทฤษฎีและระเบียบกฎเกณฑ์ เป็นคำศัพท์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายสาขาของอุตสาหกรรมการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการควบคุมบริหารการผลิต หลักการ 5G นี้ มาจากศัพท์ 5 คำในภาษาญี่ปุ่นซึ่งใช้ในการตรวจหาความผิดปกติและค้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา ดังแสดงในภาพที่ 2.20 หลักการ 5G ประกอบด้วย

2.3.1 Genba แปลว่า สถานที่/หน้างานจริง หมายถึงการลงไปสำรวจที่หน้างานจริง เช่น ภายในโรงงานผลิต, พื้นที่จัดเก็บสินค้า และพื้นที่ตรวจสอบสินค้า

2.3.2 Genbutsu แปลว่า สิ่งของ/ชิ้นงาน ที่เป็นตัวปัญหาจริง หมายถึง การดู สังเกต และจับต้องชิ้นงานที่ผลิตได้จริงหรือตัวสินค้าที่จัดเก็บอยู่จริง

2.3.3 Genjitsu แปลว่า สถานการณ์จริง หมายถึง เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดปัญหาจริง เช่น สภาพแวดล้อมหรือกระบวนการ ขั้นตอนการทำงานหรือช่วงเวลาที่ผลิตของเสียบ่อยๆ เป็นต้น

2.3.3.1 Genri แปลว่า ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจริง หมายถึง หลักการที่ใช้ในการทำงาน หรือมาตรฐานการผลิตในปัจจุบัน, สมมุติฐานในการแก้ไขหรือตรวจสอบ สูตรการผลิต หรือส่วนประกอบในการผลิตที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

2.3.3.1.2 Gensoku แปลว่า เงื่อนไขประกอบที่เกี่ยวข้อง หมายถึง ข้อจำกัด ข้อตกลง หรือ กฎที่บังคับใช้อยู่ในปัจจุบัน

ภาพที่ 2.18 หลักการ 5G (pratyapa, 2015)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดของเสียในกระบวนการผลิต เพื่อนำวิธีการ เครื่องมือ และเทคนิค มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย ดังนี้

ฉิชกุล ไชยศร, มาโนช ทองเจือ, บรรหาญ ลิลา, ฤฎูวัลย์ จันทรสา (2555) ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แบบอัตโนมัติ โดยนำแนวคิด 3G มาประยุกต์ได้แก่ Genba, Genbutsu, Genjitsu และเทคนิค ECRS ซึ่งจากการศึกษาพบว่าบริษัทประสบปัญหาในขั้นตอนการหยิบจับชิ้นงานขนาดเล็กซึ่งใช้แรงงานคนในการขนย้ายชิ้นงาน ส่งผลให้อัตราการผลิตต่ำ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาจึงออกแบบถ้วยจับชิ้นงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในการจับยึดชิ้นงานขนาดเล็กแทนพนักงาน ผลที่ได้ถ้วยจับชิ้นงานที่พัฒนาขึ้นสามารถจับชิ้นงานขนาดเล็กได้มีประสิทธิภาพส่งผลให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 313 ชิ้น/ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 418 ชิ้น/ชั่วโมง หรือเพิ่มขึ้น 33.55% และสามารถลดจำนวนพนักงานในขั้นตอนนี้จากเดิมใช้พนักงาน 6 คน ลดเหลือ 3 คน

จักรี อุดมดี (2557) ทำการศึกษาเรื่องการลดของเสียที่พบในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) เพื่อพิจารณาถึงสาเหตุของที่ส่งผล

กระทบต่อคุณภาพในกระบวนการผลิตและใช้เครื่องมือกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making หรือ MCDM) ผลจากการศึกษางานวิจัยพบว่า ปัญหาลักษณะของเสียที่พบมากที่สุด คือ เปลือกฝาแบตเตอรี่ไม่เท่ากัน 35.5% สาเหตุรองลงมาคือ เชื่อมไม่ติด 24.4% ซึ่งพบมากที่สุดในแผนกประกอบ และได้ร่วมมือกับทางสถานประกอบการจัดทำกิจกรรมกลุ่ม QCC เพื่อกำหนดมาตรการและแนวทางการแก้ไข โดยส่วนหนึ่งได้ใช้การพิจารณาปัจจัยที่สำคัญในการคัดเลือกผู้ผลิตวัตถุดิบ พบว่าปัจจัยคุณภาพมีความสำคัญเป็นอันดับแรกโดยมีน้ำหนักความสำคัญ 58% ปัจจัยที่สองคือการบริการหลังการขาย 24.8% ปัจจัยที่สามคือราคา 12.6% และปัจจัยสุดท้ายคือการส่งมอบมีค่าน้ำหนัก 4.6% โดยบริษัท A เหมาะสมที่สุด มีค่าน้ำหนักที่ 48.1% อันดับที่สอง คือ บริษัท C มีค่าน้ำหนักที่ 34.4% และอันดับสุดท้าย คือบริษัท B มีค่าน้ำหนักที่ 17.4% หลังปรับปรุงมูลค่าของเสียเฉลี่ยของเดือนมกราคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ลดลงอยู่ที่ 0.63% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานที่กำหนดไว้ที่ 0.80% เทียบกับน้ำหนักตะกั่วที่เสียจากการประกอบแบตเตอรี่ลดลงจากปี 2556 อยู่ที่ 413.03 กก. ต่อเดือนคิดเป็นต้นทุนที่สามารถลดลงได้ 30,563.95 บาท ต่อเดือน หรือ 366,767.46 บาท ต่อปี

ธนกฤษ ซุ่นเซ่ง (2556) ทำการศึกษาเรื่องการลดของเสียประเภทจุดดำที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติก โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) โดยใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตทำการตรวจสอบของเสียและเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิต ใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto-Diagram) แสดงความถี่ของปัญหาและใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) เพื่อวางมาตรการแก้ไข โดยผลการปรับปรุงสามารถลดการเกิดของเสียประเภทจุดดำจากเดิม 0.23% ลดลงเหลือ 0.07% คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ลดลงจากเดิม 69.56% คิดเป็นมูลค่าที่ลดได้ 1,175,906.16 บาทต่อปี

พิพัฒพงศ์ ศรีชนะ และ พรประเสริฐ ขวาลำธาร (2555) ศึกษาเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อก ซึ่งสรุปได้ว่าสาเหตุการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตอิฐบล็อกและหาแนวทางในการลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตอิฐบล็อกและสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุด ซึ่งการดำเนินงานจะเริ่มจากการสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนภูมิก้างปลา พบว่ามีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน มีการเกิดของเสียหรือข้อบกพร่องจากการที่ปูนเข้าไปเป็นส่วนผสมน้อย อิฐบล็อกขนาดไม่เท่ากัน และอิฐบล็อกก้นทะลุ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกโดยเสนอการฝึกอบรมพนักงานและเฝ้าติดตามกระบวนการปฏิบัติงานของพนักงานให้ถูกวิธีอย่างใกล้ชิด ทำให้พนักงานเกิดความตั้งใจที่จะปฏิบัติงานให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นทำ

ให้ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตอิฐบล็อกลดลงได้อย่างชัดเจน ผลที่ได้รับจากการปรับปรุงกระบวนการพบว่าความถี่ของของเสียจากเดิม 705 และลดลงเหลือ 564

นาวาโท ภูธรา อินม่วง (2554) ศึกษาเรื่องการลดผลิตภัณฑ์บกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางรูปพรรณ โดยใช้แนวทางของคิวซีสตอรี่ (QC Story) โดยใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตทำการตรวจสอบของเสียและเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิต ใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) แสดงความถี่ของปัญหาและใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) เพื่อวางมาตรการแก้ไขปัญหาจากการระดมความคิด (Brainstorming) และนำข้อมูลทั้งหมดมาเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง ซึ่งผลที่ได้สามารถลดการเกิดปัญหาผลิตภัณฑ์บกพร่องผิวชิ้นงานไม่เรียบจากเดิม 13.68% จากปริมาณการผลิตชิ้นงานทั้งหมด ลดลงเหลือ 4.26% จากปริมาณการผลิตชิ้นงานทั้งหมด

ไพสิฐ ชัยชาญ (2556) ได้ทำการทดลองลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหัวปากกาลูกลื่น ผลการวิจัยพบว่า สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงานมีปัจจัยมาจาก คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ และสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งเป็นตัวแปรต้นที่จะให้เกิดความผิดพลาดต่างๆ จนเป็นสาเหตุที่ทำเกิดของเสียขึ้นภายในกระบวนการผลิต ซึ่งอัตราของเสียที่เกิดขึ้นมีร้อยละ 8.18 ของจำนวนหัวปากกาลูกลื่นที่เสีย เมื่อนำวิธีการควบคุมคุณภาพโดยการนำเทคนิคเครื่องมือควบคุมคุณภาพและการวิเคราะห์ของการเสียที่มีผลกระทบต่อการควบคุมคุณภาพเข้ามาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อทำการลดของเสีย พบว่าอัตราของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการลดลงเหลือร้อยละ 5.29 หลังจากมีการปรับปรุงซึ่งลดลงถึงร้อยละ 2.89 ของจำนวนหัวปากกาลูกลื่นที่เสียในกระบวนการผลิต

อัศม์เดช วานิชชินชัย (2555) ศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบในการผลิตปลาทูน่ากระป๋องด้วยความมีส่วนร่วมของพนักงาน โดยการใช้เครื่องมือพื้นฐานในการปรับปรุงคุณภาพ เช่น เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด ผลที่ได้จากการปรับปรุงสามารถลดความแตกต่างระหว่าง Yield ที่ทำได้จริงกับ Yield มาตรฐานได้จาก -3.01% เหลือ -1.64 % (ดีขึ้น 45.5%) โดยมีแนวโน้มการปรับปรุงที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้พนักงานของบริษัทยังมีทักษะ และความมีส่วนร่วมในการปรับปรุงงานเพิ่มขึ้น

ดำรง อินทรเสนา, ศุภชัย ปทุมนากุล (2554) ศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาลโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม กรณีศึกษา บริษัทรวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด (สาขามิตรภูเวียง) โดยบริษัทประสบปัญหาผลผลิตน้ำตาลต่อตันอ้อยลดลงจากปีการผลิต 2552/53 ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงนำเครื่องมือการบำรุกษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมมาใช้บริหารจัดการร่วมกับหลักการปรับปรุง

เฉพาะเรื่อง โดยนำเครื่องมือพื้นฐานทางสถิติมาวิเคราะห์ปัญหา โดยพบว่าปัญหาสำคัญคือการสูญเสียน้ำตาลในกากน้ำตาลสุดท้าย ซึ่งเกิดในกระบวนการเคี่ยวและการปั่นน้ำตาล และใช้เครื่องมือวิเคราะห์ถึงสาเหตุหลักและได้รับการปรับปรุงแก้ไขและสร้างมาจรฐานการปฏิบัติงานโดยใช้วงจรคุณภาพ (PDCA) ผลที่ได้พบว่าการสูญเสียน้ำตาลในกากน้ำตาลสุดท้ายลดต่ำลง โดยค่าประสิทธิภาพการเคี่ยวและการปั่นเท่ากับ 81.87% เพิ่มขึ้น 0.43% ได้ผลผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้น 110.6 กก./ตันอ้อย เพิ่มขึ้นจากเดิม 3.01 กก./ตันอ้อย คิดเป็นปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นทั้งปีประมาณ 9,925.61 ตัน เมื่อเปรียบเทียบกับปีการผลิต 2552/2553 ส่งผลให้ บริษัทสามารถลดต้นทุนการผลิตน้ำตาลได้ 1,616.86 บาทต่อตันน้ำตาล

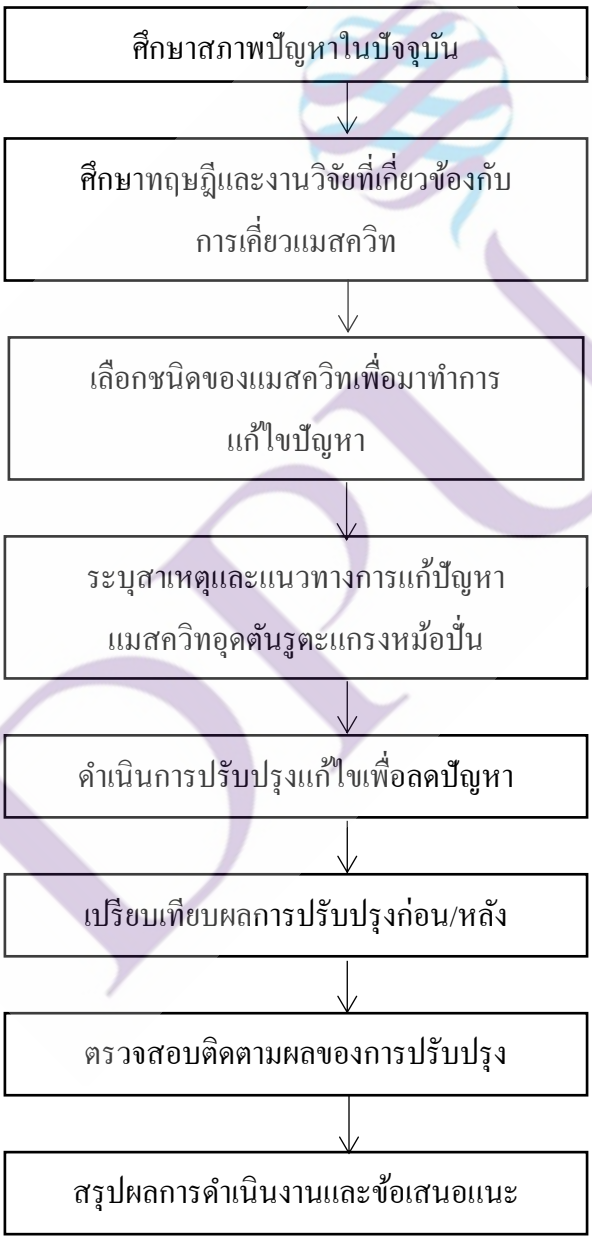
อัครา ทีประวิภาต (2556) ศึกษาเรื่องปัญหาและการเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งมอบสินค้าน้ำตาลทรายดิบของบริษัทไดมอนชูการ์ จำกัด ซึ่งพบปัญหาการส่งมอบน้ำตาลทรายดิบให้กับลูกค้ามีความล่าช้า ซึ่งกระทบต่อความน่าเชื่อถือของลูกค้าที่มีต่อบริษัทและส่งผลไปยังการจัดการน้ำตาลทรายที่อยู่ในคลังสินค้าสาธารณะ ทำให้เกิดต้นทุนในการฝากสินค้าโดยไม่จำเป็น จะทำการศึกษากระบวนการทำงาน (Flow Process Chart) โดยละเอียด เพื่อหาว่าขั้นตอนไหนเป็น value added หรือ non-value added ที่จะสามารถลดระยะเวลาลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้หรือไม่และนำทฤษฎีลีน (Lean Theory) ควบคู่กับการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า (Supplier Relation Management) จากผลการทดลองพบว่าสามารถลดระยะเวลาได้จากเดิมทั้ง Process ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 4,139 นาที (คิดเป็น 8.62 วัน) ซึ่งหลังปรับปรุงระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดเป็น 1,277 นาที (คิดเป็น 2.66 วัน) ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งมอบน้ำตาลทรายดิบให้กับลูกค้าเพิ่มขึ้นเป็น 7.21% และส่งผลให้ต้นทุนค่าฝากสินค้าลดลงได้ 1,156,359.79 บาทต่อปี หรือคิดเป็น 52.99%

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การลดจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นจนเป็นสาเหตุที่ทำให้หม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นของโรงงานผลิตน้ำตาลกรณีศึกษา โดยสาเหตุที่ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาปัญหาดังกล่าว เนื่องจากเมื่อเกิดปัญหาดังกล่าวจะกระทบต่อคุณภาพการผลิตน้ำตาลทรายดิบที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นของการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (น้ำตาลรีไฟน์) รวมทั้งคุณภาพของน้ำตาลทรายดิบที่ใช้สำหรับการส่งออกจำหน่ายไปต่างประเทศ ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาขึ้นจะทำให้คุณสมบัติของน้ำตาลทรายดิบเปลี่ยนไปจากเดิม โดยค่าสีน้ำตาลทรายดิบลดลง รวมทั้งเสียเวลาที่ใช้สำหรับระบายแมสควิท A ที่พักในรางกวนนอนก่อนเข้ากระบวนการปั่นแมสควิท A ซึ่งหากสามารถลดจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่นจะทำให้การหีบอ้อยสามารถหีบได้ต่อเนื่องไม่กระทบต่อกระบวนการผลิตขั้นตอนก่อนหน้า รวมทั้งแผนกหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบมีการกำหนดเป้าหมาย KPI ภายในแผนก โดยกำหนดจำนวนครั้งในการปั่นแมสควิทไม่ออกห้ามมากกว่า 10 ครั้ง/ฤดูกาลผลิต และการเกิดปัญหาแมสควิทปั่นไม่ออก มาจากการที่แมสควิทอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นจนเป็นสาเหตุที่ทำให้หม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสถิติที่ผ่านมาทางแผนกหม้อเคี่ยวไม่สามารถทำ KPI ให้ได้ตามเป้าหมาย จากการศึกษาปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยได้เลือกดำเนินการวิจัยในเชิงปฏิบัติ โดยการนำเครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้จะใช้เครื่องมือคุณภาพทั้งหมด 4 ชนิด ประกอบด้วย แผนภูมิพาเรโต, แผนภูมิแสดงเหตุและผล, กราฟ และใบตรวจสอบ มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และนำหลัก 5G มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่ เพื่อแก้ปัญหาแมสควิทอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นซึ่งการเลือกวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวเป็นวิธีที่ง่ายและพนักงานที่ปฏิบัติงานหน้างานสามารถปฏิบัติได้

3.1 ขั้นตอนและวิธีการทำวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือคุณภาพ 4 อย่าง (4 QC Tools) และการใช้หลัก 5G รวมทั้งมีการติดตั้งเครื่องจักรเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการแก้ไขกระบวนการผลิตซึ่งแสดงได้ดังรูปภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงการไหลของขั้นตอนการดำเนินงาน

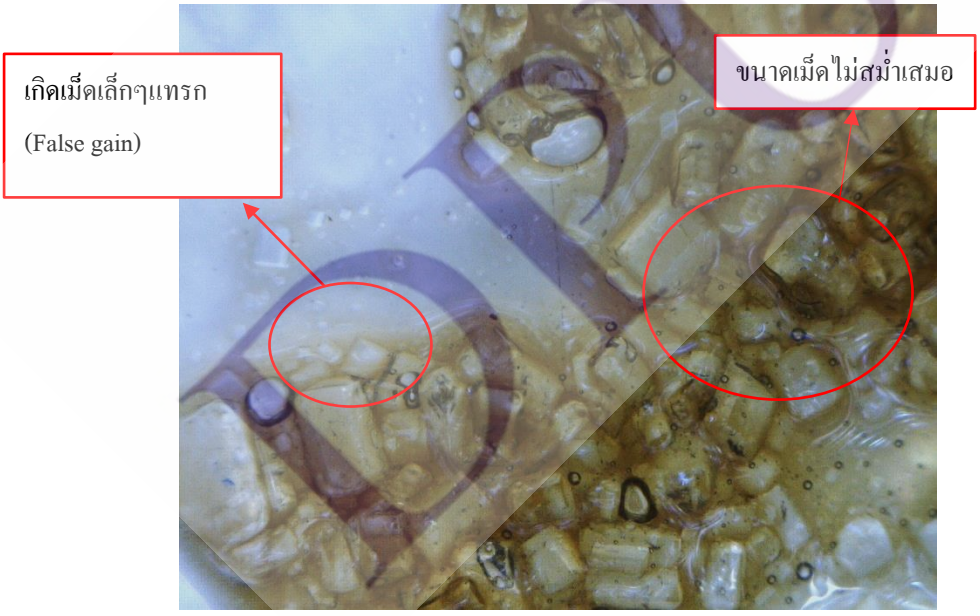


ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงการไหลของขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 ขั้นตอนในการศึกษาและเก็บข้อมูล

การที่แมสควิทอุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น เกิดขึ้นจากกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ ซึ่งประเภทของน้ำตาลทรายดิบจะแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ แมสควิท A, B (C1) และ C (C2) โดยความแตกต่างแต่ละชนิดของแมสควิทได้กล่าวในบทก่อนหน้า ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปีการผลิต 58/59 จะพบว่าแมสควิท A พบปัญหาแมสควิทอุดตันรูตะแกรงหม้อปั่นมากที่สุด โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจำนวนครั้งที่เกิดปัญหาดังกล่าว ซึ่งแสดงผลในภาพที่ 1.1 (กราฟแสดงข้อมูลจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิทแต่ละชนิดติดที่ตะแกรงหม้อปั่นจนทำให้เกิดปัญหาหม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ปี 2558-2561) จากการศึกษาและเก็บข้อมูลของการเกิดปัญหาที่แมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น เกิดจากกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ โดยลักษณะแมสควิท A ที่พบปัญหาในการไม่สามารถปั่นแมสควิท A ได้จะแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ลักษณะแมสควิท A ที่ไปอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นได้

จากลักษณะแมสควิทดังกล่าวหากสิ้นสุดกระบวนการเคี่ยวและปล่อยแมสควิทลงไปในรางกวนเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการปั่นแยกจะทำให้เกิดปัญหา โดยเมื่อเกิดปัญหาดังกล่าวระยะเวลาที่ใช้ในการปั่นแมสควิท A ต่อครั้งจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้ไม่สามารถระบายแมสควิท A ที่อยู่ใน

กระบวนการเคี่ยว A ได้ทันจนทำให้กระทบต่อการหีบอ้อยซึ่งมาจากแผนกหม้อเคี่ยวไม่สามารถเคี่ยวแมสควิท A ได้เต็มที่ เนื่องจากแผนกหม้อปั่นไม่สามารถระบายแมสควิท A เพื่อผลิตน้ำตาลทรายดิบจากกระบวนการปั่นได้ รวมทั้งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานเพราะต้องใช้ไฟฟ้าในการปั่นระบายแมสควิท A ที่ไม่ได้คุณภาพนานขึ้นและใช้น้ำร้อนในกระบวนการปั่นเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถปั่นแมสควิท A ได้ เป็นต้น ซึ่งผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจะแสดงข้อมูลในตารางที่ 3.1

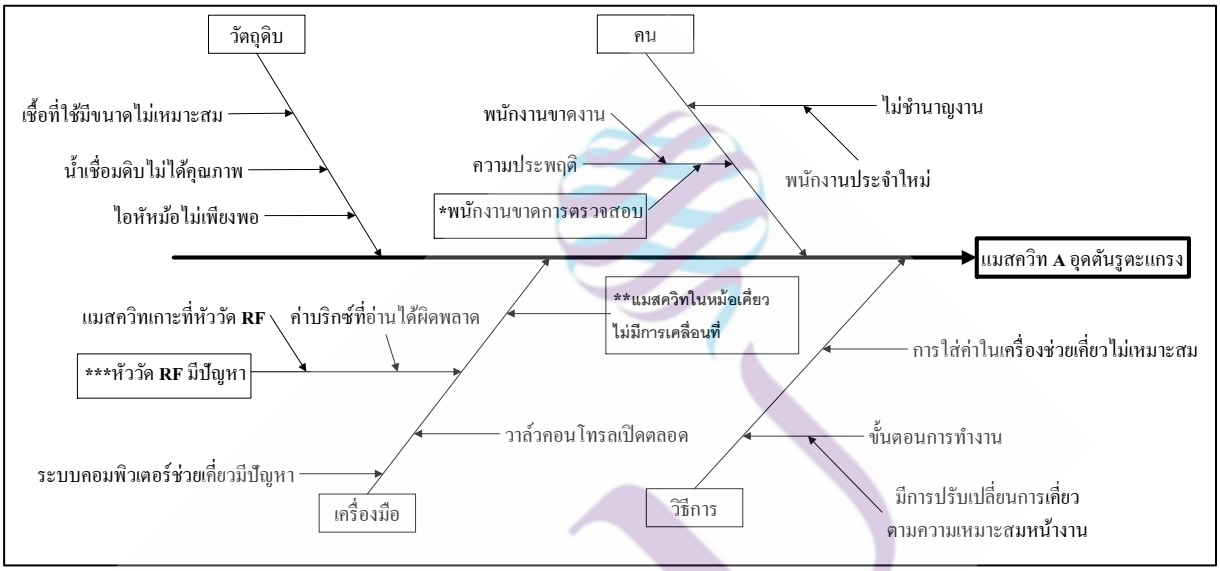
ตารางที่ 3.1 ผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อพบปัญหาแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น

ผลกระทบที่เกิดขึ้น	**การปั่นแมสควิท A ปกติ**	**การปั่นแมสควิท A ที่อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น**
1. ระยะเวลาที่ใช้ในการปั่นแมสควิท	1 ชั่วโมง	3-12 ชั่วโมงขึ้นไปโดยจะขึ้นอยู่กับลักษณะแมสควิทที่พบปัญหา
2.ปริมาณน้ำที่ใช้ฉีดล้างเม็ดที่หม้อปั่น	2 วินาทีต่อรอบการปั่น	25 วินาทีขึ้นไปต่อรอบการปั่น
3.ค่าสีน้ำตาลทรายดิบ	750-1,150 ICUMSA	1,200 ICUMSA ขึ้นไป
4. ปริมาณโมลาส A เพิ่มมากขึ้น	ใช้เวลาในการเคี่ยวแมสควิท B (C1) 6-8 ชั่วโมง ต่อหม้อ (batch)	เร่งการเคี่ยวแมสควิท B (C1) เพื่อระบายโมลาส A ในถังพัก ใช้เวลาในการเคี่ยวแมสควิท B (C1) น้อยกว่า 6 ชั่วโมง ต่อหม้อ (batch)
5. ค่า Purity โมลาสสุดท้าย	ไม่เกิน 32%	มากกว่า 32%

3.2.2 การศึกษาวิเคราะห์รวบรวมสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาแมสควิท A ติดที่ตะแกรงหม้อปั่นจนทำให้เกิดปัญหาหม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้น โดยตรวจสอบจากการทำงานหน้างานและจากการสอบถามพนักงานที่ปฏิบัติงาน ณ ตำแหน่งนั้น รวมทั้งมีการประชุมทีมซึ่งประกอบด้วยช่างเคี่ยวและหัวหน้างานที่มีประสบการณ์ด้านการเคี่ยวน้ำตาลอย่างน้อย 10 ปี มาทำการวิเคราะห์ปัญหา โดยรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จากนั้นใช้หลักการแผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือแผนภูมิก้างปลา (Cause And Effect Diagram) ในการวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาที่เกิดขึ้น ดังแสดงใน

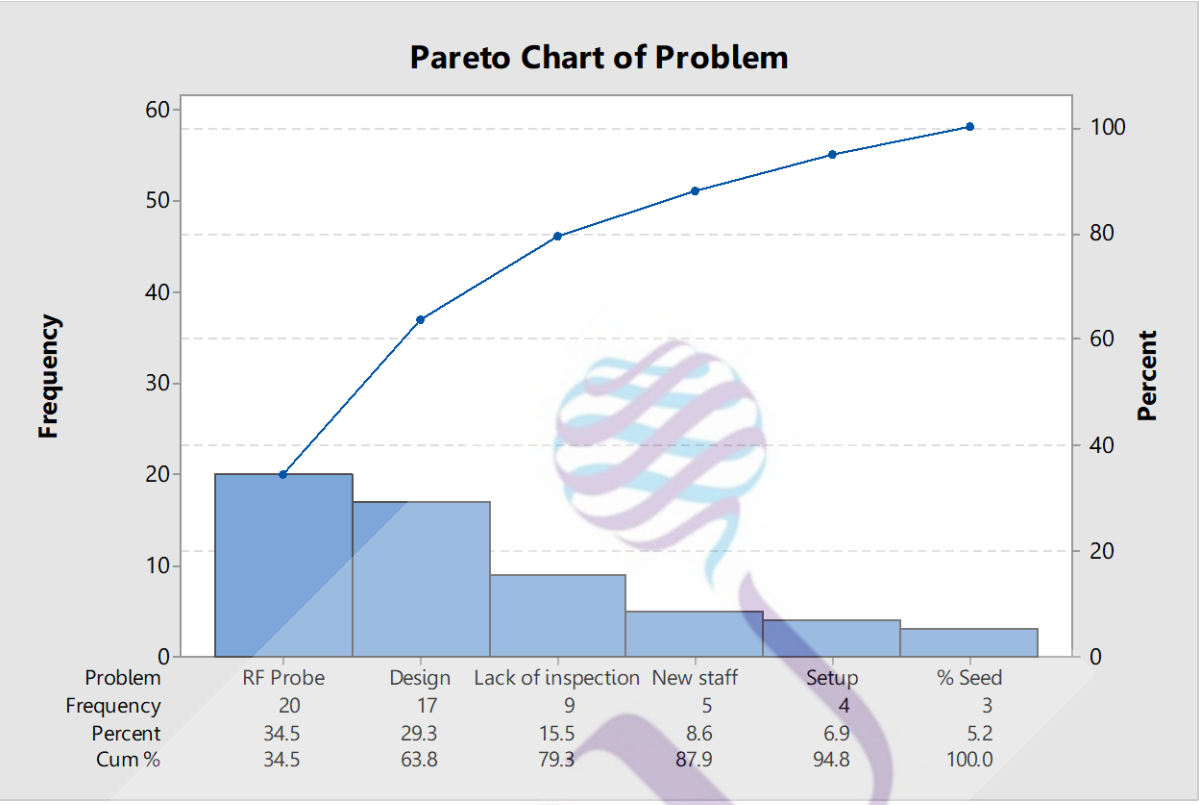
ภาพที่ 3.3 และนำข้อมูลจำนวนครั้งที่เกิดทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้เครื่องมือกราฟพาเรนโต (Parento Chart) ในการวิเคราะห์ปัญหาการเกิดแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น ดังแสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.3 แผนภูมิแสดงเหตุและผล หรือ แผนภูมิก้างปลา (Cause And Effect Diagram) ที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลและสาเหตุจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น ในช่วงปีการผลิต 58/59 โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2558 – เดือนพฤษภาคม 2561

ปัญหาที่เกิดขึ้น	จำนวนครั้งที่เกิด	จำนวนครั้งที่เกิดสะสม	เปอร์เซ็นต์จำนวนครั้ง
1.หัววัด RF มีปัญหา (RF Probe)	20	20	34%
2.แมสควิทในหม้อเคี่ยวไม่มีการเคลื่อนที่ (Movement)	17	37	29%
3.พนักงานขาดการตรวจสอบ (Lack of inspection)	9	46	16%
4.พนักงานประจำใหม่ ขาดความชำนาญ (New staff)	5	51	9%
5.การใส่ค่าในเครื่องช่วยเคี่ยวไม่เหมาะสม (Set up)	4	55	7%
6.ปริมาณเชื้อที่ป้อนในหม้อเคี่ยวไม่เหมาะสม (% Seed)	3	58	5%



ภาพที่ 3.4 สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น

3.2.3 วิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุง

การวิเคราะห์สาเหตุการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น จากข้อมูลในตารางที่ 3.2 จะสามารถจำแนกปัญหาที่เกิดขึ้นใหญ่ได้ 3 ปัญหาและในแต่ละปัญหาสามารถแก้ไขได้ดังนี้

3.2.3.1 การวิเคราะห์ปัญหาหัววัด RF มีปัญหา (RF Probe) ซึ่งจากการเก็บข้อมูลปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้น 20 ครั้ง คิดเป็น 34.5% โดยการเกิดปัญหาดังกล่าวเกิดจากสิ่งสกปรกหรือแมสควิทในหม้อเคี่ยวไปเกาะที่หัววัดทำให้ค่าที่อ่านได้มีความผิดพลาด ดังแสดงในภาพที่ 3.5 และ ภาพที่ 3.6 เนื่องจากหม้อเคี่ยวที่ทางโรงงานใช้เป็นแบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจะต้องมีการป้อนตัวเลขบริกซ์ที่ใช้ในการเคี่ยวให้เหมาะสม หลักการทำงานของเครื่องคือเมื่อตัวเลขบริกซ์แสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์มากกว่าค่าที่ตั้งไว้ วาล์วคอนโทรลน้ำเชื่อมดิบจะเปิดเพื่อทำการลดค่าบริกซ์ให้เท่ากับที่ตั้งค่า ดังนั้นหากเกิดปัญหาแมสควิท A ในหม้อเคี่ยวไปเกาะที่หัววัด ค่าบริกซ์ที่ได้จะสูงกว่าค่าที่กำหนดทำให้วาล์วคอนโทรลน้ำเชื่อมดิบเปิดลอดเวลา จนเป็นสาเหตุที่ทำให้แมสควิทภายในหม้อเหลว หรือหากค่าบริกซ์ที่อ่านได้น้อยกว่าค่าที่กำหนดจะทำให้วาล์วคอนโทรลน้ำเชื่อมดิบไม่

เปิดจนทำให้แมสควิทภายในหม้อมีความเข้มข้นมากขึ้น จนเกิดเม็ดเล็กๆแทรกทำให้เกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นจนเป็นสาเหตุที่ทำให้หม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาพที่ 3.5 หัววัด RF (RF Probe) ที่ใช้งานกับหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ

ภาพที่ 3.6 หัววัด RF (RF Probe) ที่ใช้งานกับหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ มีสิ่งปนเปื้อนเกาะที่ตัวรับเซนเซอร์

3.2.3.2 การวิเคราะห์ปัญหาแมสควิทในหม้อเคี่ยวไม่มีการเคลื่อนที่ (Movement) จากการเก็บข้อมูลปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้น 14 ครั้ง คิดเป็น 25% โดยการเกิดปัญหาดังกล่าวเกิดจากปัญหาแมสควิท A ภายในหม้อเคี่ยวไม่มีการเคลื่อนไหว ทำให้แมสควิทนอนก้นด้านล่างจนทำให้เกิดเม็ดเล็ก ๆ แทรกทำให้เกิดปัญหาไม่สามารถปั่นแมสควิท A ได้ จนแมสควิทไปอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น

3.2.3.3 การวิเคราะห์ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น โดยปัญหาต่างๆจะเกิดจากพนักงาน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงนำหลักการ 5 G มาแก้ปัญหา

3.2.4 ดำเนินการปรับปรุง

โดยผู้วิจัยนำหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องรวมทั้งเทคโนโลยีต่างๆ มานำเป็นแนวทางในการกำหนดวิธีการและแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดปัญหาปัญหาแมสควิท A อุดตันที่ตะแกรงหม้อปั่นจนทำให้เกิดปัญหาหม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2.5 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

หลังจากดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่ได้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่ให้เกิดปัญหาปัญหาแมสควิท A อุดตันที่ตะแกรงหม้อปั่นจนทำให้เกิดปัญหาหม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ให้นำผลการดำเนินงานของปีการผลิต 61/62 เปรียบเทียบกับปีการผลิตที่ผ่านมา ว่ามีแนวโน้มลดลงหรือไม่ก่อนที่ทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าง

3.2.6 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ทำการสรุปผลการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงและข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 4
ผลการศึกษา

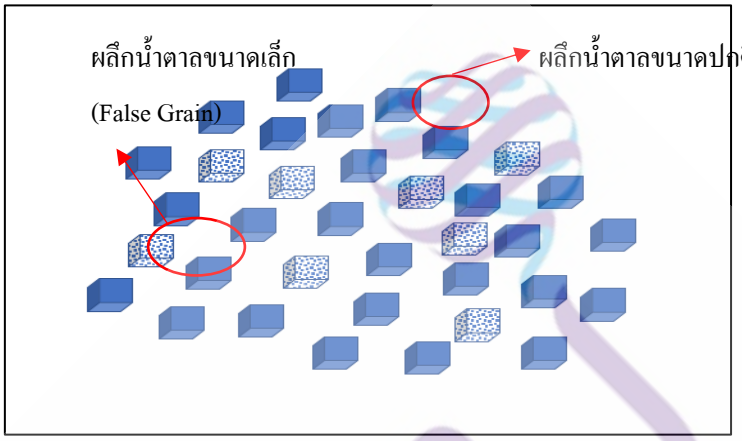
ผลการดำเนินการวิจัยเรื่อง การลดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 4 อย่าง มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และนำหลัก 5G มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อแก้ปัญหาแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ศึกษาสภาพปัญหาในปัจจุบันและตั้งเป้าหมาย

สิ่งสำคัญแรกสุดก่อนที่จะนำหลักการใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ มาดำเนินการแก้ไขวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาให้สำเร็จ จะต้องเริ่มต้นจากการสำรวจสภาพขั้นตอนของกระบวนการผลิต ซึ่งในที่นี้ จะกล่าวถึงเฉพาะขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ ว่าในปัจจุบันเกิดปัญหาใดที่กระทบต่อกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ โดยการศึกษาจากบันทึกผลการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นและการพูดคุยประชุมร่วมกันระหว่างผู้ควบคุมงาน (หัวหน้าแผนกและหัวหน้ากะ) และพนักงานผู้ปฏิบัติงาน (ช่างเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ) เพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบของโรงงานผลิตน้ำตาลฯ ในปัจจุบันซึ่งทำการศึกษาตั้งแต่ปีการผลิต 58/59 ถึงปีการผลิต 60/61 ซึ่งศึกษาเฉพาะช่วงฤดูกาลหีบอ้อย คือ ประมาณช่วงเดือนธันวาคม จนถึง เดือนพฤษภาคม ของแต่ละปี จนสามารถเลือกปัญหาที่เกิดขึ้นภายในแผนกหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบและนำมาใช้ในการวิจัยได้

แผนกหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ จะเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ 3 ชนิดประกอบด้วย น้ำตาลทรายดิบ A, น้ำตาลทรายดิบ B และน้ำตาลทรายดิบ C ดังแสดงในภาพที่ 1.3-1.5 โดยชนิดน้ำตาลทรายดิบที่พบปัญหามากสุดในแผนกคือ น้ำตาลทรายดิบ A ซึ่งปัญหาที่พบส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาแมสควิท A ที่พบปัญหามีการอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ดังแสดงในรูปภาพที่ 1.1 กราฟแสดงข้อมูลจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิทแต่ละชนิดอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ตั้งแต่ปี 2558-2561 ซึ่งจะวิเคราะห์ได้ว่าแมสควิท A พบปัญหาในการเกิดมากที่สุด รองลงมาคือแมสควิท B (C1) ส่วนแมสควิท C (C2)ไม่ประสบปัญหาดังกล่าว โดยการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นได้เกิดจากการเกิดผลึกน้ำตาลเม็ดเล็กๆ (False Grain) เกิดแทรกขึ้นระหว่างการเคี่ยวแมสควิท

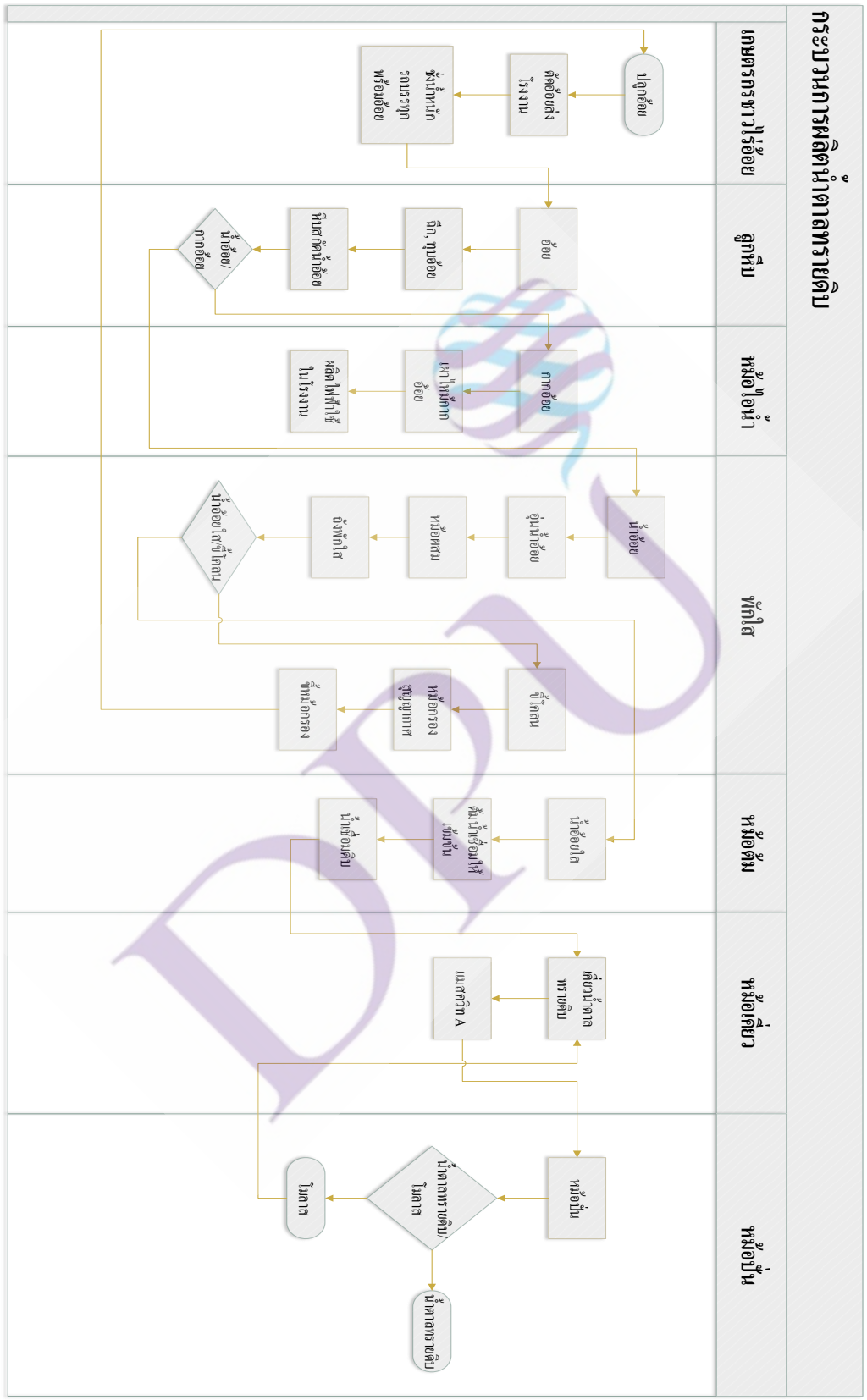
จนทำให้ผลึกน้ำตาลที่มีขนาดเล็กไปอุดตามรูตะแกรงของหม้อปั่นทำให้หม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาส A ออกจากแมสควิท A ได้ จึงทำให้เกิดปัญหาแมสควิท A ไม่สามารถปั่นได้ขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ภาพจำลองการเกิดผลึกน้ำตาลขนาดเล็กแทรก (False Grain) ในขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ และภาพที่ 3.2 ลักษณะแมสควิท A ที่ไปอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นได้



ภาพที่ 4.1 ภาพจำลองการเกิดผลึกน้ำตาลขนาดเล็กแทรก (False Grain) ในขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ

4.2 การกำหนดขอบเขตการปรับปรุง

เพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A ตั้งแต่ต้นกระบวนการจนสิ้นสุดได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลทรายดิบ A ทางผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ผังการไหลของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A (Process Mapping) ซึ่งจะทำให้เข้าใจในกระบวนการผลิตตั้งแต่ระดับใหญ่จนย่อยไปแต่ละแผนก เมื่อเข้าใจกระบวนการผลิตโดยรวมของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A ในโรงงานกรณีศึกษาและส่วนที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต จึงทำการสร้างแผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Mapping) จากการเข้าไปศึกษาและสอบถามผู้เกี่ยวข้องแต่ละกระบวนการเพื่อให้ได้รายละเอียดครบถ้วน



ภาพที่ 4.2 แผนผังการไหลกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A (Process Mapping)

จากแผนผังการไหลของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A (Process Mapping) ดังภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเคี่ยวและการปั่นแมสควิท A เป็นกระบวนการท้ายๆในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A เมื่อพิจารณาถึงการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A ให้ได้คุณภาพ ขึ้นกับขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ A และการปั่นน้ำตาลทรายดิบ ดังนั้นการปรับปรุงเพื่อลดปัญหาการเกิดแมสควิทอุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น จึงเน้นที่กระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบ A เพราะเป็นตัวหลักที่ป้อนแมสควิท A ให้กระบวนการปั่นน้ำตาล ก่อนที่จะได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายคือ น้ำตาลทรายดิบ A

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่พบปัญหาแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น ในแต่ละปีการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ จากนั้นได้นำข้อมูลทั้งหมดที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปีการผลิต 58/59 จนถึง ปีการผลิต 60/61 ว่ารวมทุกปีการผลิตจะเกิดปัญหาดังกล่าวปัญหาขึ้นทั้งหมดกี่ครั้งและแบ่งเป็นหัวข้อใหญ่ว่าประกอบด้วยสาเหตุใดที่ทำให้พบปัญหาแมสควิท A อุดตันตะแกรงหม้อปั่น ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ปีการผลิต 58/59

ลำดับที่	วัน เดือน ปี	อาการที่พบ	สาเหตุ	เวลาที่เกิดปัญหา	เวลาที่แก้ไขเสร็จ	รวมเวลาที่ใช้ในการแก้ไข
1	11 ธ.ค. 58	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	15:00	17:40	2:40
2	21 ธ.ค. 58	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	11:45	19:50	8:05
3	7 ม.ค. 59	สายไฟข้อต่อหัววัด RF ขาด	หัววัด RF	18:50	21:00	2:10
4	13 ม.ค. 59	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	2:50	5:00	2:10
5	19 ม.ค. 59	เชื้อเข้าหม้อน้อย ปั๊มทำงานผิดปกติ	ปั๊มเชื้อ	9:20	21:45	12:25
6	28 ม.ค. 59	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	7:30	9:35	2:05

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับที่	วัน เดือน ปี	อาการที่พบ	สาเหตุ	เวลาที่เกิดปัญหา	เวลาที่แก้ไขเสร็จ	รวมเวลาที่ใช้ในการแก้ไข
7	1 ก.พ. 59	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานใหม่ ขาดความชำนาญ	20:50	23:25	2:35
8	5 ก.พ. 59	แมสควิทเหลว	ใส่เปอร์เซ็นต์เปิดวาล์วมาก	1:35	4:00	2:25
9	13 ก.พ. 59	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	11:15	19:40	8:25
10	14 ก.พ. 59	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	17:40	1:30	7:50
11	20 ก.พ. 59	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	3:30	6:00	2:30
12	22 ก.พ. 59	แมสควิทเหลว	ใส่เปอร์เซ็นต์เปิดวาล์วมาก	20:10	22:15	2:05
13	1 มี.ค. 59	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานใหม่ ขาดความชำนาญ	12:10	14:00	1:50
14	2 มี.ค. 59	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	19:05	21:20	2:15
15	8 มี.ค. 59	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	0:40	2:35	1:55
16	10 มี.ค. 59	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	21:50	6:00	8:10
17	14 มี.ค. 59	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานใหม่ ขาดความชำนาญ	8:45	11:00	2:15
18	17 มี.ค. 59	เชื้อไม่เข้าหม้อ ปั๊มไม่ทำงาน	ปั๊มเชื้อ	11:00	23:30	12:30

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ปีการผลิต 59/60

ลำดับที่	วัน เดือน ปี	อาการที่พบ	สาเหตุ	เวลาที่เกิดปัญหา	เวลาที่แก้ไขเสร็จ	รวมเวลาที่ใช้ในการแก้ไข
1	17 ธ.ค. 59	น้ำเข้าไปที่หัววัด RF	หัววัด RF	23:10	1:30	2:20
2	20 ธ.ค. 59	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	18:50	20:45	1:55
3	29 ธ.ค. 59	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	10:00	19:00	9:00
4	5 ม.ค. 60	ค่า Brix อ่านไม่ตรงความจริง	หัววัด RF	2:00	4:20	2:20
5	7 ม.ค. 60	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	4:50	7:30	2:40
6	8 ม.ค. 60	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	20:15	22:40	2:25
7	11 ม.ค. 60	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	18:30	20:15	1:45
8	11 ม.ค. 60	แมสควิทเหลว	ใส่เปอร์เซ็นต์เปิดวาล์วมาก	1:00	3:45	2:45
9	24 ม.ค. 60	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	14:35	22:55	8:20
10	25 ม.ค. 60	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	1:10	9:45	8:35
11	31 ม.ค. 60	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	6:30	9:00	2:30
12	5 ก.พ. 60	แมสควิทเหลว	ป้อนค่าไอเข้าหม้อมากเกิน	10:15	12:10	1:55

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับที่	วัน เดือน ปี	อาการที่พบ	สาเหตุ	เวลาที่เกิดปัญหา	เวลาที่แก้ไขเสร็จ	รวมเวลาที่ใช้ในการแก้ไข
13	16 ก.พ. 60	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	22:50	7:00	8:10
14	19 ก.พ. 60	ปั๊มเชื้อน็อค	ปั๊มเชื้อ	11:00	21:15	10:15
15	28 ก.พ. 60	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	20:20	22:00	1:40
16	1 มี.ค. 60	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	6:50	8:30	1:40
17	19 มี.ค. 60	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	18:45	21:15	2:30
18	22 มี.ค. 60	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	13:30	22:00	8:30
19	27 มี.ค. 60	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	10:50	20:00	9:10

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ปีการผลิต 60/61

ลำดับที่	วัน เดือน ปี	อาการที่พบ	สาเหตุ	เวลาที่เกิดปัญหา	เวลาที่แก้ไขเสร็จ	รวมเวลาที่ใช้ในการแก้ไข
1	20 ธ.ค. 60	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	7:30	9:35	2:05
2	28 ธ.ค. 60	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานใหม่ ขาดความชำนาญ	12:00	14:15	2:15
3	8 ม.ค. 61	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	1:30	8:50	7:20
4	8 ม.ค. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	11:45	13:55	2:10
5	15 ม.ค. 61	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานใหม่ ขาดความชำนาญ	3:00	4:55	1:55
6	18 ม.ค. 61	สายไฟข้อต่อหัววัด RF ขาด	หัววัด RF	1:50	4:50	3:00
7	5 ก.พ. 61	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	11:15	20:30	9:15
8	12 ก.พ. 61	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	1:50	9:00	7:10
9	10 มี.ค. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	11:45	13:50	2:05
10	10 มี.ค. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	18:50	20:20	1:30
11	13 มี.ค. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	21:15	23:00	1:45

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับที่	วัน เดือน ปี	อาการที่พบ	สาเหตุ	เวลาที่เกิดปัญหา	เวลาที่แก้ไขเสร็จ	รวมเวลาที่ใช้ในการแก้ไข
12	20 มี.ค. 61	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	7:20	15:00	7:40
13	31 มี.ค. 61	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	16:35	23:50	7:15
14	7 เม.ย. 61	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	9:50	12:10	2:20
15	19 เม.ย. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	0:20	3:00	2:40
16	19 เม.ย. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	5:50	7:40	1:50
17	23 เม.ย. 61	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	6:50	8:15	1:25
18	29 เม.ย. 61	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	10:50	20:25	9:35
19	2 พ.ค. 61	น้ำเข้าไปที่หัววัด RF	หัววัด RF	1:35	3:50	2:15
20	7 พ.ค. 61	เกิดเม็ดเล็กๆ ในหม้อเคี่ยว ชัก ตัวอย่างแมสควิทร้อนมาก	แมสควิทไม่มีการเคลื่อนที่	12:15	21:00	8:45
21	12 พ.ค. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	4:40	7:10	2:30

ตารางที่ 4.4 สรุปข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ตั้งแต่ปีการผลิต 58/59 จนถึงปีการผลิต 60/61

สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันตะแกรงหม้อปั่น	จำนวนครั้งที่พบ (ครั้ง)			
	ปีการผลิต 58/59	ปีการผลิต 59/60	ปีการผลิต 60/61	รวม
1.หัววัด RF มีปัญหา	5	5	10	20
2.แมสควิทในหม้อไม่มีการเคลื่อนที่	4	6	7	17
3.พนักงานขาดการตรวจสอบ	2	5	2	9
4.พนักงานประจำใหม่ ขาดความชำนาญ	3	0	2	5
5.การใส่ค่าในเครื่องช่วยเคี่ยวไม่เหมาะสม	2	2	0	4
6.ปริมาณเชื้อที่ป้อนในหม้อเคี่ยวไม่เหมาะสม	2	1	0	3

จากข้อมูลในตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดแมสควิท A อุดตันตะแกรงหม้อปั่นคือ หัววัด RF มีปัญหา ซึ่งจำนวนที่เกิดตั้งแต่ปีการผลิต 58/59 จนถึง ปีการผลิต 60/61 เกิดขึ้นทั้งหมด 20 ครั้ง รองลงมาคือปัญหาแมสควิทในหม้อไม่มีการเคลื่อนที่เกิดขึ้นทั้งหมด 17 ครั้ง ซึ่งจากการเก็บข้อมูลและประชุมร่วมกันระหว่างหัวหน้าแผนกหม้อเคี่ยว หัวหน้ากะและช่างเคี่ยวที่มีประสบการณ์ด้านการเคี่ยวแมสควิท A พบว่าหัววัด RF มีปัญหา สามารถเกิดได้หลายสาเหตุ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการประเมินเลือกจัดลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหาโดยแบ่งเป็น 3 ประการหลัก คือ ความถี่ในการเกิดปัญหา ความรุนแรงของปัญหา และความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา และนำคะแนนที่ได้แต่ละหัวข้อมาคูณเพื่อหาคะแนนรวมในแต่ละหัวข้อ โดยแบ่งตามแต่ละคะแนนคือ ซึ่งสามารถจัดลำดับความสำคัญของการแก้ไขปัญหาได้ตามตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 เกณฑ์การพิจารณาคะแนนแต่ละหัวข้อ

1. ความถี่ในการเกิดปัญหา แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

ระดับ	ความถี่ในการเกิดปัญหา	คำอธิบาย
4	มาก	มากกว่า 10 ครั้งขึ้นไป
3	ปานกลาง	5-10 ครั้ง
2	น้อย	2-4 ครั้ง
1	เล็กน้อย	0 – 1 ครั้ง

2. ความรุนแรงของปัญหา แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

ระดับ	ความรุนแรงของปัญหา	คำอธิบาย
4	มาก	เวลาในการแก้ไขปัญหา 10 ชม. ขึ้นไป
3	ปานกลาง	เวลาในการแก้ไขปัญหา 5-10 ชม.
2	น้อย	เวลาในการแก้ไขปัญหา 1-4 ชม.
1	เล็กน้อย	เวลาในการแก้ไขปัญหาน้อยกว่า 1 ชม.

3. ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

ระดับ	ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา	คำอธิบาย
3	ง่าย	แก้ไขปัญหาได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือเสริม
2	ปานกลาง	แก้ไขปัญหาได้โดยใช้เครื่องมือเสริม
1	ยาก	แก้ไขได้โดยใช้เครื่องมือเสริมและต้องเฝ้าติดตามผู้ปฏิบัติงานอย่างใกล้ชิด

จากนั้นเลือกจัดลำดับความสำคัญของการแก้ไขปัญหา แบ่งเป็น 3 ประการหลัก คือ ความถี่ในการเกิดปัญหา ความรุนแรงของปัญหา และความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา และนำ

คะแนนที่ได้แต่ละหัวข้อมาคูณเพื่อหาคะแนนรวมในแต่ละหัวข้อโดยแบ่งตามแต่ละคะแนนซึ่งสามารถจัดลำดับความสำคัญของการแก้ไขปัญหาได้ตามตารางที่ 4.6 ดังนี้

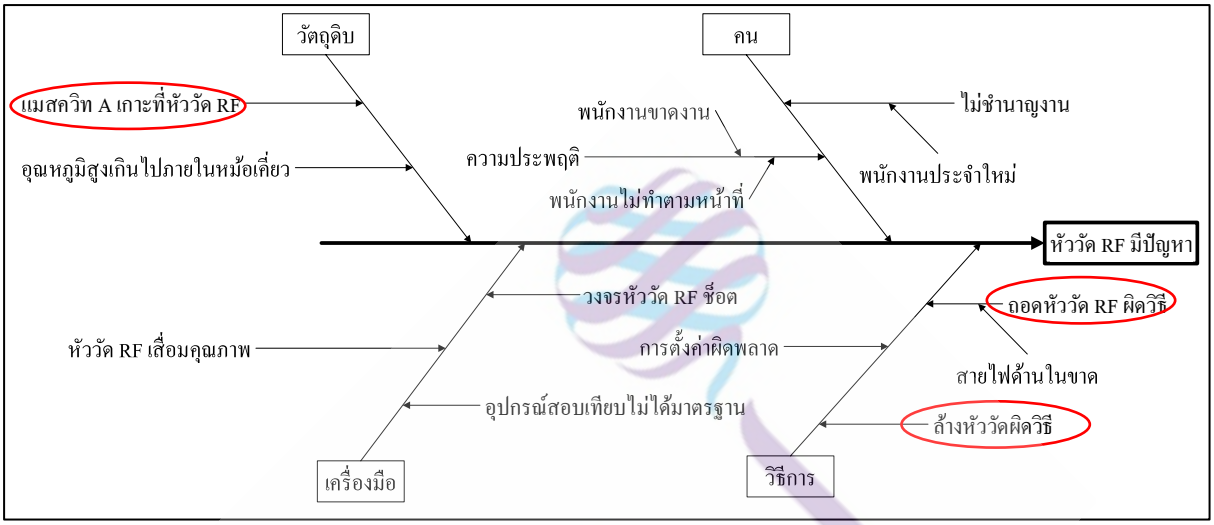
ตารางที่ 4.6 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาหัววัด RF มีปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้น หัววัด RF มีปัญหา	ความถี่ในการเกิดปัญหา (F)				ความรุนแรงของปัญหา (S)				ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา (O)			คะแนนรวม (F x S x O)
	4	3	2	1	4	3	2	1	3	2	1	
สาเหตุจากเครื่องมือ												
1.วงจรไฟฟ้าที่ควบคุมหัววัด RF ลัดวงจร				✓			✓			✓		4
2.หัววัด RF เสื่อมคุณภาพ เนื่องมาจากอายุการใช้งาน				✓			✓			✓		4
3. อุปกรณ์สอบเทียบหัววัด RF ไม่ได้มาตรฐาน				✓			✓			✓		4
สาเหตุจากคน												
1. พนักงานไม่ชำนาญงาน เนื่องจากเป็นพนักงานที่รับเข้ามาใหม่				✓			✓				✓	4
2. พนักงานที่เป็นช่างเกี่ยวขาดงาน				✓			✓				✓	4
3. พนักงานไม่ปฏิบัติตามหน้าที่				✓			✓				✓	4

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ปัญหาที่เกิดขึ้น หัววัด RF มีปัญหา	ความถี่ในการเกิดปัญหา (F)				ความรุนแรงของปัญหา (S)				ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา (O)			คะแนนรวม (F x S x O)
	4	3	2	1	4	3	2	1	3	2	1	
สาเหตุจากวัตถุดิบ												
1. แมสควิท A ในหม้อเคี่ยวเกาะที่หัววัด RF เป็นเวลานาน	✓						✓			✓		16
2. อุณหภูมิแมสควิท A ภายในหม้อเคี่ยวสูงจนกระทบกับการวัดค่าหัววัด RF				✓			✓			✓		4
สาเหตุจากวิธีการ												
1. ถอดหัววัด RF ผิดวิธีโดยใช้แรงกระชากทำให้สายไฟที่ต่อกับขั้ววัดขาด			✓				✓			✓		8
2. ล้างหัววัด RF ผิดวิธีทำให้น้ำซึมเข้าไปที่เซ็นเซอร์การวัดค่าของหัววัด			✓				✓			✓		8
3. การตั้งช่วงการวัดค่าความเข้มข้นของแมสควิท A ผิดผลาด ทำให้หัววัด RF วัดค่าได้คลาดเคลื่อน				✓			✓			✓		4

โดยสาเหตุแรกที่นำมาพิจารณาคือ หัววัด RF มีปัญหา โดยใช้แผนภูมิแสดงเหตุและผล เพื่อหาสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แผนผังแสดงเหตุและผลของการเกิดปัญหาหัววัด RF มีปัญหา

ข้อมูลจากตารางที่ 4.6 สามารถนำมาจัดลำดับความสำคัญในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้พิจารณาให้น้ำหนักที่หัวข้อความถี่ในการเกิดปัญหา ความรุนแรงของปัญหาและความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา โดยพิจารณาแต่ละลำดับคะแนนของแต่ละหัวข้อ โดยผู้วิจัยเลือกแก้ไขปัญหาที่มีคะแนนมากเป็นอันดับที่หนึ่งและสอง ตามลำดับ ซึ่งจากผลวิเคราะห์พบว่า สาเหตุสำคัญมาจาก 2 ปัจจัย ได้แก่

1. ปัจจัยที่เกิดจากวัตถุดิบ คือ
   - แมสควิท A ในหม้อเคี่ยวเกาะที่หัววัด RF เป็นเวลานาน
2. ปัจจัยที่เกิดจากวิธีการ คือ
   - ถอดหัววัด RF ผิดวิธีโดยใช้แรงกระชากทำให้สายไฟที่ต่อกับขั้ววัดขาด
   - ล้างหัววัด RF ผิดวิธีทำให้น้ำซึมเข้าไปที่เซ็นเซอร์การวัดค่าของหัววัด

ในการกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหา หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องของกระบวนการผลิตแล้ว สามารถกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาที่สาเหตุสำคัญได้ ซึ่งสามารถแก้ไขได้เองในแผนกหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบได้เอง โดยไม่กระทบกับส่วนการผลิตแผนกอื่น ซึ่งสามารถกำหนดมาตรการในการแก้ไขในแต่ละประเด็น ได้ดังนี้

แมสควิท A ในหม้อเคี่ยวเกาะที่หัววัด RF เป็นเวลานาน จากการจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไข

1. ปัญหาพบว่าในหัวข้อดังกล่าว ได้คะแนน 16 คะแนน ซึ่งมากที่สุดในการจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาและปรึกษากับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาแมสควิท A ในหม้อเคี่ยวเกาะที่หัววัด RF เป็นเวลานาน จนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาหัววัด RF มีปัญหา ซึ่งไปทำให้เกิดแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น

2. ถอดหัววัด RF ผิดวิธีโดยใช้แรงกระชากทำให้สายไฟที่ต่อกับขั้วัดขาดจากการจัดลำดับความสำคัญ ในการแก้ไขปัญหา พบว่าในหัวข้อดังกล่าว ได้คะแนน 8 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนรองลงมาในการจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาและปรึกษากับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการถอดหัววัด RF ไม่ถูกวิธี จนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาหัววัด RF มีปัญหา ซึ่งไปทำให้เกิดแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.7

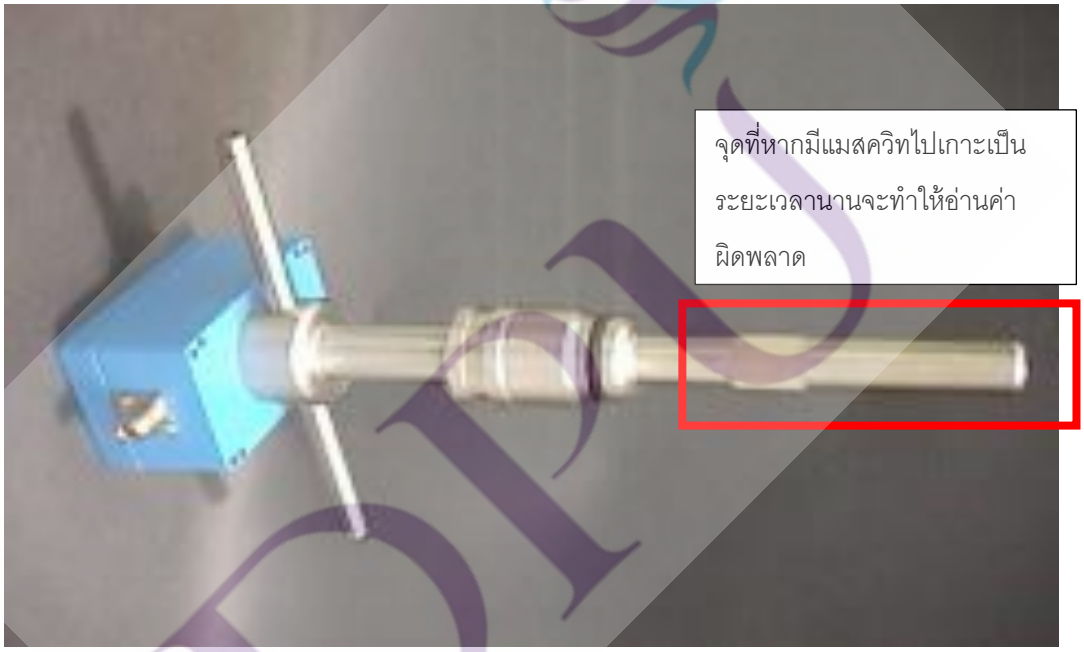
- ล้างหัววัด RF ผิดวิธีทำให้น้ำซึมเข้าไปที่เซ็นเซอร์การวัดค่าของหัววัดจากการจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหา พบว่าในหัวข้อดังกล่าว ได้คะแนน 8 คะแนน ซึ่งมีคะแนนเท่ากับปัญหาการถอดหัววัด RF ผิดวิธี ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาและปรึกษากับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการล้างหัววัด RF ไม่ถูกวิธี จนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาหัววัด RF มีปัญหา ซึ่งไปทำให้เกิดแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา หัววัด RF มีปัญหา

ความผิดปกติที่พบ	สาเหตุ
1. แมสควิทในหม้อเคี่ยวเกาะที่หัววัด RF ทำให้ค่าที่อ่านได้ผิดจากลักษณะที่เกิดขึ้นจริงของแมสควิทภายในหม้อเคี่ยว	พนักงานขาดการทำความสะอาดหัววัด RF
2. สายไฟที่ต่อกับตัวเสียบของหัววัด RF ขาด	พนักงานดึงหัววัด RF ออกมาตรวจสอบโดยที่ไม่ถอดสายต่อระหว่างวงจรกับหัววัด
3. น้ำซึมเข้าไปที่เซ็นเซอร์การวัดค่าของหัววัด	พนักงานนำหัววัด RF ไปล้างน้ำ โดยระหว่างการล้างหัววัด มือไปหมุนที่แกนทำให้แกนหลวมและน้ำรวมทั้งแมสควิทเข้าไปที่บริเวณเซนเซอร์ของหัววัด RF

จากการวิเคราะห์ถึงความผิดปกติที่พบและสาเหตุของปัญหา สามารถกำหนดมาตรการการแก้ไขปัญหา ได้ดังนี้

1.1) แมสควิทในหม้อเคี่ยวเกาะที่หัววัด RF ทำให้ค่าที่อ่านได้ผิดปกติจากลักษณะที่เกิดขึ้นจริงของแมสควิทภายในหม้อเคี่ยว จากการวิเคราะห์สาเหตุพบว่าพนักงานขาดการทำความสะอาดหัววัด RF ซึ่งจากลักษณะการทำงานของหัววัด RF เซนเซอร์การอ่านค่าจะอยู่ที่หัววัด RF ดังนั้นเมื่อไม่มีการทำความสะอาดจะทำให้แมสควิทไปเกาะที่หัวทำให้ค่าที่อ่านได้จึงผิดพลาด ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ตำแหน่งการเกาะของแมสควิทภายในหม้อเคี่ยวที่หัววัด RF

ทำให้แมสควิทภายในหม้อเคี่ยวเหลวจนเป็นเหตุให้ผลึกน้ำตาลที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานไปอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ซึ่งจากการสังเกตหน้างานพบว่า พนักงานจะสุ่มเวลาในการล้างหัววัด RF ไม่มีการกำหนดเวลาที่แน่นอนในการล้างหรือการตรวจสอบ ทำให้บางช่วงเวลาเกิดปัญหาแมสควิทไปเกาะที่หัววัด RF จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยได้ร่วมกันปรึกษาและหาแนวทางในการแก้ไข โดยการจัดทำเอกสารคู่มือการปฏิบัติงานในการตรวจสอบหัววัด RF และจัดทำบันทึก

การตรวจสอบหัววัด RF รวมทั้งกำหนดระยะเวลาในการล้างหัววัด RF โดยกำหนดให้ล้างทุก ๆ 2 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 4.5

FM – 1545

รายงานการบันทึกการล้างหัววัดค่าบริกซ์ หม้อเคี่ยวนอน A

วัน เดือน ปี	เวลา	หัววัดค่าบริกซ์												ลงชื่อ	หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		

หมายเหตุ 1.ล้างทำความสะอาดหัววัดด้วยน้ำสะอาดทุก 2 ชั่วโมง
2.ระวังในการดึง และใส่หัววัดในช่องวัด หากเกิดการกระแทกหัววัดอาจเสียหายได้
3.ตรวจสอบสภาพสายไฟของหัววัด และจุดต่อทุกครั้งหลังทำความสะอาดหัววัด

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างแบบฟอร์มการบันทึกการล้างหัววัดค่าบริกซ์ (หัววัด RF) ของโรงงานกรณีศึกษา

1.2) สายไฟที่ต่อกับตัวเสียบของหัววัด RF ขาด จากการวิเคราะห์สาเหตุพบว่าพนักงานทำความสะอาดหัววัด RF ไม่ถูกต้อง ซึ่งเมื่อสายไฟของหัววัด RF ขาด ทำให้การอ่านค่าผิดพลาด หรือตัวเลขแสดงความเข้มข้นของแมสควิทไม่แสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 4.6

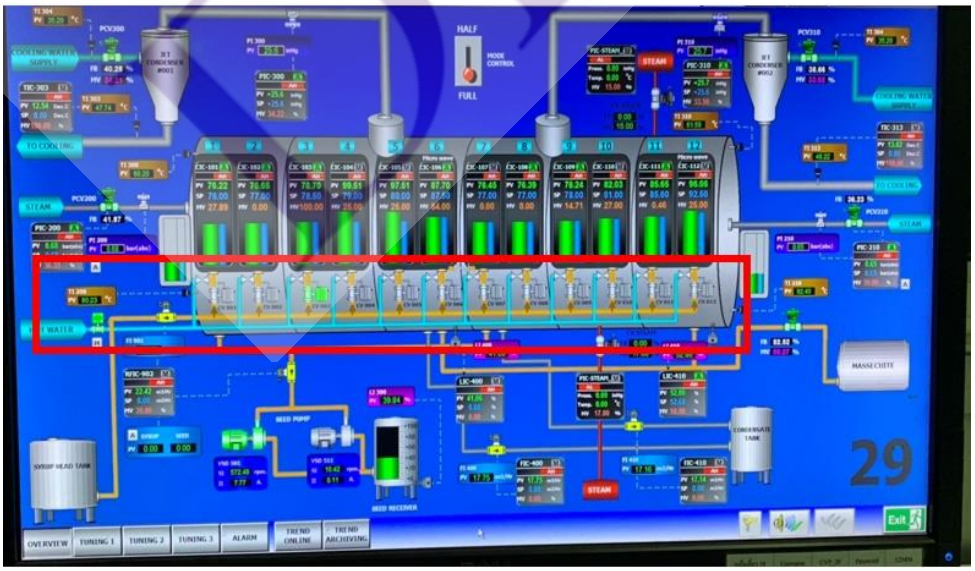
ภาพที่ 4.6 ตำแหน่งที่มีการต่อสายไฟเพื่อให้อ่านค่า Brix ไปที่คอมพิวเตอร์

ซึ่งจากการสังเกตหน้างานพบว่า พนักงานไม่ถอดสายไฟที่ต่อกับระหว่างหัววัด RF กับขั้วต่อวงจรที่ส่งสัญญาณไปที่จอคอมพิวเตอร์ออกก่อน ทำให้เมื่อถอดหัววัด RF ออกมาเพื่อทำความสะอาดสายไฟด้านในหัววัด RF ขาดเนื่องจากเกิดจากแรงกระชาก จนเป็นเหตุให้หัววัด RF อ่านค่าได้ผิดพลาด ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวได้จัดทำคู่มือการทำความสะอาดหัววัด RF รวมทั้งติดตั้งระบบล้างหัววัดอัตโนมัติโดยให้สั่งการทำงานผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมการเคี่ยวแมสควิทภายในหม้อเคี่ยว ดังแสดงในภาพที่ 4.8

1.3) น้ำซึมเข้าไปที่เซ็นเซอร์การวัดค่าของหัววัด จากการวิเคราะห์สาเหตุพบว่าพนักงานนำหัววัด RF ไปล้างน้ำ โดยระหว่างการล้างหัววัด มือไปหมุนที่แกนทำให้แกนหลวมและน้ำรวมทั้งแมสควิทเข้าไปที่บริเวณเซนเซอร์ของหัววัด RF ดังแสดงในรูปที่ 4.7

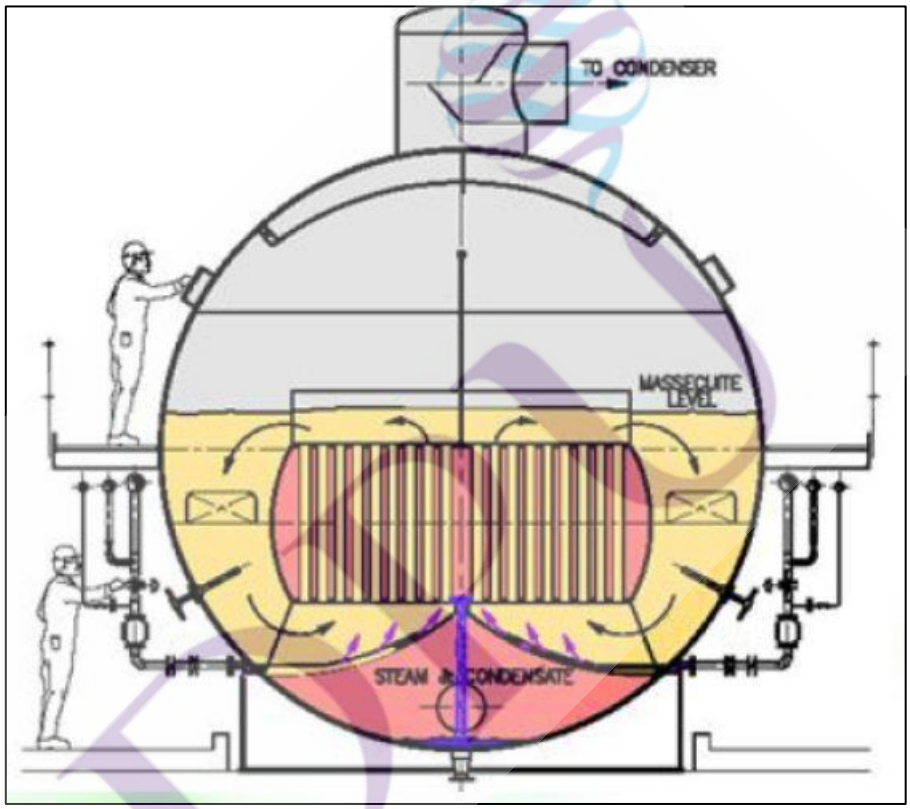
ภาพที่ 4.7 ตำแหน่งที่น้ำหรือแมสควิทสามารถเข้าไปช็อตวงจรหัววัด RF

ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวได้จัดทำคู่มือการทำความสะอาดหัววัด RF รวมทั้งติดตั้งระบบล้างหัววัดอัตโนมัติโดยให้สั่งการทำงานผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมการเคี่ยวแมสควิทภายในหม้อเคี่ยว ดังแสดงในภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 การติดตั้งระบบล้างหัววัด RF อัตโนมัติ (Auto Flushing)

1. ปัญหาแมสควิทในหม้อเคี่ยวไม่มีการเคลื่อนที่ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาและปรึกษากับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการออกแบบหม้อเคี่ยวไม่เหมาะสมจนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดแมสควิท A อุดตันรูตะแกรงหม้อปั่น ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าเนื่องจากการออกแบบหม้อเคี่ยวไม่เหมาะสมทำให้แมสควิทภายในหม้อเคี่ยวปกติต้องมีการเคลื่อนที่หมุนวนตลอด ดังแสดงในภาพที่ 4.9



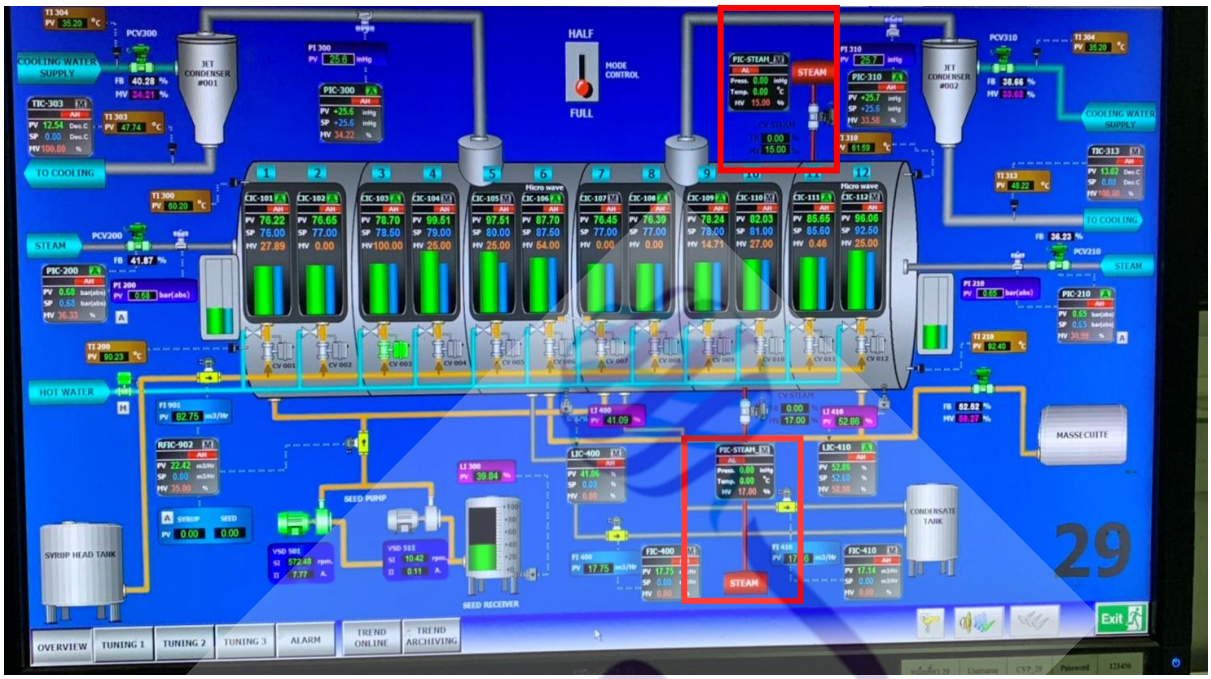
ภาพที่ 4.9 ภาพจำลองการเคลื่อนที่ของแมสควิท A ภายในหม้อเคี่ยว กรณีแมสควิทมีการหมุนวนภายในหม้อเคี่ยวปกติ

แต่เนื่องจากการออกแบบที่ผิดพลาดทำให้แมสควิทภายในหม้อเคี่ยวไม่สามารถเคลื่อนที่หมุนวนได้ ทำให้แมสควิทภายในหม้อเคี่ยวนอนก้นและเนื่องจากแมสควิทในหม้อเคี่ยวได้รับความร้อนตลอดเวลาทำให้ความเข้มข้นของแมสควิทเพิ่มมากขึ้น จนทำให้เกิดผลึกเล็กๆที่ไม่ได้มาตรฐานเกิดแทรกขึ้นภายในหม้อเคี่ยว ทำให้แมสควิทดังกล่าวไปอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยและผู้ปฏิบัติงานได้ร่วมกันหารือเพื่อหาวิธีการแก้ไข ซึ่งสรุปได้ว่าติดตั้ง

ระบบไอกวน (Jigger Steam) ในช่องที่พบปัญหาภายในหม้อเคี่ยว เพื่อให้แมสควิทภายในหม้อมีการเคลื่อนที่หมุนวนตลอดเวลา ดังแสดงในภาพที่ 4.10, 4.11 และ 4.12

ภาพที่ 4.10 สภาพหม้อเคี่ยวก่อนติดตั้งระบบไอกวน (Jigger Steam)

ภาพที่ 4.11 สภาพหม้อเคี่ยวหลังติดตั้งระบบไอกวน (Jigger Steam)



ภาพที่ 4.12 การติดตั้งระบบไอกวน (Jigger Steam) โดยสั่งการทางคอมพิวเตอร์

2. พนักงานขาดการตรวจสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาและปรึกษากับผู้ปฏิบัติงานและใช้หลัก 5G มาประยุกต์ เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว ซึ่งวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้หลัก 5G

หัวข้อ 5G	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
Genba (สถานที่/หน้างานจริง)	ตำแหน่งที่ตั้งหม้อเคี่ยวห่างจากห้องคอนโทรลที่พนักงานปฏิบัติงาน
Genbutsu (สิ่งของ/ชิ้นงานที่เป็นตัวปัญหาจริง)	ลักษณะของผลึกน้ำตาลในแมสคิวทมีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอ
Genjitsu (สถานการณ์ที่เกิดปัญหาจริง)	พนักงานขาดการตรวจสอบขนาดผลึกน้ำตาลในแมสคิวท

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

หัวข้อ 5G	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์
Genri (ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจริง)	หากผลึกน้ำตาลในแมสควิทมีขนาดเล็กผิดปกติ จะทำให้น้ำตาลเข้าเม็ดไม่ดี และมีเม็ดเล็กๆแทรก ซึ่งทำให้ไปอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น
Gensoku (ระเบียบกฎเกณฑ์ในการปฏิบัติจริง)	เมื่อแมสควิทไปอุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ทำให้ไม่สามารถปั่นน้ำตาลได้ ซึ่งทำให้ผลที่ได้ไม่เป็นไปตาม KPI ที่กำหนด

จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการ 5G พบว่าเนื่องจากพื้นที่อยู่ห่างไกลทำให้พนักงานละเลยหน้าที่ในการชักดูตัวอย่างแมสควิทภายในหม้อเคี่ยว ซึ่งแก้ไขด้วยการมอบหมายให้หัวหน้ากะตรวจสอบการทำงานของพนักงานอย่างสม่ำเสมอ และสุ่มตรวจลักษณะแมสควิทที่เคี่ยวได้ ว่าคุณภาพของผลึกน้ำตาลที่เคี่ยวมีลักษณะอย่างไร หากพบปัญหาผลึกน้ำตาลมีปัญหาให้แจ้งหัวหน้างานทันที รวมทั้งจัดทำบันทึกลักษณะของแมสควิทที่สุ่มตรวจสอบจากการชักตัวอย่างแมสควิทภายในหม้อเคี่ยว ดังแสดงในภาพที่ 4.13

FM - 1514

รายการตรวจสอบการเคี่ยวแมสควิท A

ว / ด /ป	กะ	เวลา	เบอร์หม้อ	ผลการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทัศน์	ผู้ตรวจสอบ

ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างแบบฟอร์มการตรวจสอบการเคี่ยวแมสควิท A ของโรงงานกรณีศึกษา

4.3 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

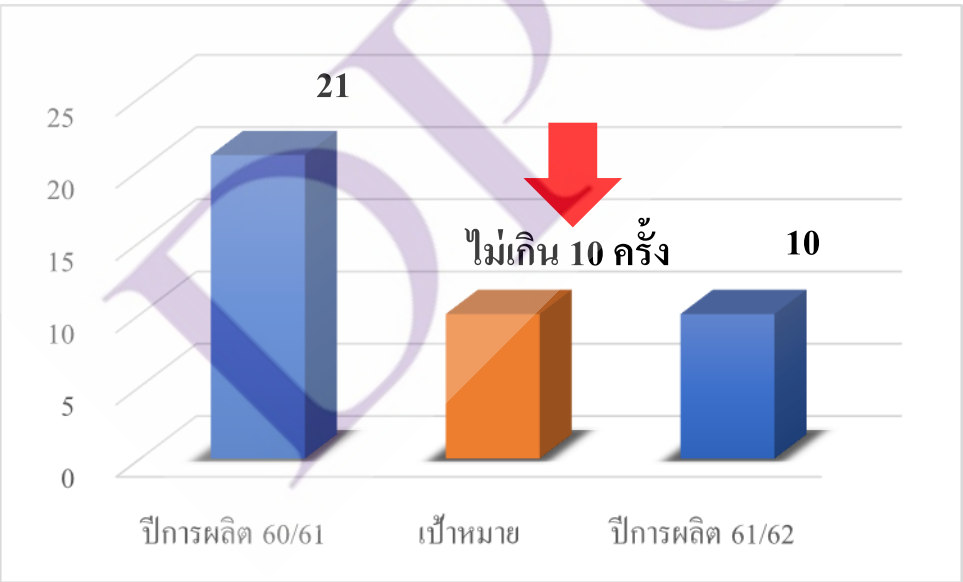
จากการปรับปรุงแก้ไข มีการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวัดผลการศึกษา พบว่าสามารถลดจำนวนการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ได้ 47.62% จากเดิมจำนวนครั้งที่เกิดทั้งหมดในปีการผลิต 2560/61 เกิดขึ้นทั้งหมด 21 ครั้งต่อปีการผลิต เมื่อทำการแก้ไขในแต่ละหัวข้อ พบว่าในปีการผลิต 2561/62 สามารถลดการเกิดปัญหาดังกล่าวลงเหลือ 10 ครั้งต่อปีการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 4.9, 4.10 และภาพที่ 4.14

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ปีการผลิต 61/62

ลำดับที่	วัน เดือน ปี	อาการที่พบ	สาเหตุ	เวลาที่เกิดปัญหา	เวลาที่แก้ไขเสร็จ	รวมเวลาที่ใช้ในการแก้ไข
1	30 พ.ย. 61	แมสควิทในหม้อมีขนาดเม็ดใหญ่มากและมีเม็ดเล็กๆแทรก	ปั๊มเชื้อเข้าหม้อน้อยเกินไป ปรับ Ratio ผิด	7:50	22:00	14:10
2	2 ธ.ค. 61	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานใหม่มาทำหน้างานแทนคนที่หยุด	9:30	12:00	2:30
3	11 ธ.ค. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	3:50	5:25	1:35
4	11 ธ.ค. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	18:45	21:10	2:25
5	20 ธ.ค. 61	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	10:10	12:20	2:10
6	6 ม.ค. 62	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	6:30	7:50	1:20
7	14 ก.พ. 62	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานใหม่มาทำหน้างานแทนคนที่หยุด	20:20	23:00	2:40
8	22 ก.พ. 62	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	18:55	21:30	2:35
9	3 มี.ค. 62	แมสควิทเกาะที่หัววัด อ่านค่า error	หัววัด RF	13:00	15:25	2:25
10	30 มี.ค. 62	เม็ดเล็กๆแทรก	พนักงานขาดการตรวจสอบ	5:40	7:45	2:05

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นในช่วงปีการผลิต 60/61 จนถึงปีการผลิต 61/62 (ข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2560 – เดือนมีนาคม 2562)

ปัญหาที่เกิดขึ้น	จำนวนครั้งที่เกิด	
	ปีการผลิต 2560/61	ปีการผลิต 2561/62
หัววัด RF มีปัญหา	10	5
แมสควิทในหม้อเคี่ยวไม่มีการเคลื่อนที่	7	0
พนักงานขาดการตรวจสอบ	2	2
การใส่ค่าในเครื่องช่วยเคี่ยวไม่เหมาะสม	0	0
พนักงานประจำใหม่ ขาดความชำนาญ	2	2
ปริมาณเชื้อที่ป้อนในหม้อเคี่ยวไม่เหมาะสม	0	1
รวมปัญหาที่เกิดขึ้น	**21**	**10**



ภาพที่ 4.14 กราฟเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นในช่วงปีการผลิต 60/61 จนถึงปีการผลิต 61/62

4.4 สรุปผล

ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ A ในครั้งนี้เมื่อได้นำแนวคิดเครื่องมือคุณภาพ โดยนำมาใช้ทั้งหมด 4 เครื่องมือ ได้แก่ แผนภูมิพาเรโต, แผนภูมิแสดงเหตุและผล, กราฟ และ ใบตรวจสอบ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการและวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นขั้นตอน สามารถทำให้ค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและแก้ไขจนประสบผลสำเร็จตามที่ตั้งเป้าไว้ และผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ได้จริง จนสามารถระบุถึงสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นคือ สาเหตุจากเครื่องมือ ได้แก่ หัววัด RF มีปัญหา (RF Probe) และแมสควิทในหม้อเคี่ยวไม่มีการเคลื่อนที่ (Movement) และอีกสาเหตุที่เกิดจากคนได้แก่ พนักงานขาดการตรวจสอบ (Lack of inspection)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

บริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษามีการจำหน่ายน้ำตาลหลากหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาลทรายดิบ (HIRAW), น้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ซึ่งนโยบายของบริษัทได้กำหนดเป้าหมายให้แต่ละแผนกมี KPI ในการทำงาน เพื่อผลิตน้ำตาลได้อย่างมาประสิทธิภาพ โดยในแผนกหม้อเคี่ยวได้มีการกำหนด KPI เช่นกัน คือจำนวนครั้งที่เกิดปัญหาแมสควิทไม่สามารถปั่นได้ต้องไม่เกิน 10 ครั้งต่อฤดูหีบ ซึ่งจากการรวบข้อมูลตั้งแต่ปีการผลิต 58/59 ถึงปีการผลิต 60/61 พบว่าไม่สามารถทำได้ตามเป้าหมาย KPI โดยทางแผนกหม้อเคี่ยวมีหน้าที่ในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (HIRAW) ซึ่งน้ำตาลชนิดนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. น้ำตาลทรายดิบ (HIRAW) เกิดจากการเคี่ยวแมสควิท A โดยน้ำตาลชนิดนี้สามารถส่งขายได้ทันทีหรือนำไปใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตน้ำตาลทรายขาวและทรายขาวบริสุทธิ์
2. น้ำตาล B (C1) เกิดจากการเคี่ยวแมสควิท B (C1) โดยน้ำตาลชนิดนี้ไม่สามารถขายได้ นำมาใช้สำหรับเป็นเชื้อเพื่อให้เกิดผลึกน้ำตาลในกระบวนการเคี่ยวแมสควิท A
3. น้ำตาล C (C2) เกิดจากการเคี่ยวแมสควิท C (C2) โดยน้ำตาลชนิดนี้ไม่สามารถขายได้นำมาใช้สำหรับเป็นเชื้อเพื่อให้เกิดผลึกน้ำตาลในกระบวนการเคี่ยวแมสควิท B (C1) แต่โมลาสที่ได้จากการปั่นแมสควิท C (C2) สามารถนำไปขายให้กับอุตสาหกรรมที่ทำอาหารสัตว์ ซีอิ๊ว หรือเอทานอล ได้

จากการดำเนินการตามรายการที่กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้า สรุปได้ว่าปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นจนเป็นสาเหตุที่ทำให้หม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้แผนกหม้อเคี่ยวไม่สามารถทำตามเป้า KPI ในแผนกที่กำหนด ซึ่งผลกระทบจากปัญหาดังกล่าวทำให้ทางโรงงานและแผนกหม้อเคี่ยวเสียผลประโยชน์ ตามตารางที่ 5.1 ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ผลกระทบที่แต่ละส่วนงานได้รับในกรณีพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น

แผนกหม้อเคี่ยว		
กระบวนการเคี่ยวแมสควิท A	กระบวนการเคี่ยวแมสควิท B (C1)	กระบวนการเคี่ยวแมสควิท C (C2)
1.ไม่สามารถระบายแมสควิท A ที่อยู่ในกระบวนการเคี่ยว เข้าสู่กระบวนการปั่นได้ 2. น้ำเชื่อมดิบในถังพักเต็ม	1.โมลาส A ในถังพักเพิ่มมากขึ้น 2.ใช้เวลาในการเคี่ยวแมสควิท B (C1) น้อยกว่า 6 ชั่วโมง ทำให้น้ำตาลมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ กระทบต่อการนำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อในการเคี่ยวแมสควิท A	1.โมลาส B (C1) ในถังพักเพิ่มมากขึ้น 2.ใช้เวลาในการเคี่ยวแมสควิท C (C2) น้อยกว่า 12 ชั่วโมง ทำให้น้ำตาลมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ กระทบต่อการนำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อในการเคี่ยวแมสควิท B (C1) 3.ค่า Purity สูงขึ้น (มากกว่า 32%)ทำให้เกิด Loss เพิ่มมากขึ้น

เมื่อทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิเหตุและผล รวมทั้งแผนภูมิพาเรโต จึงพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาแมสควิทอุดตันรูตะแกรงหม้อปั่นสามารถเกิดได้ 6 ลักษณะ โดยลักษณะของปัญหาที่ทำให้เกิดมากที่สุดคือ หัววัด RF มีปัญหา คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เกิด 34% ซึ่งทางผู้วิจัยแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการติดตั้งระบบล้างหัววัด RF อัตโนมัติ รองลงมาคือปัญหาแมสควิทในหม้อเคี่ยวไม่มีการเคลื่อนที่ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เกิด 29% ซึ่งทำการแก้ไขโดยติดตั้งระบบไอกวนที่หม้อเคี่ยว ซึ่งการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น มีค่าใช้จ่ายตามข้อมูลในตารางที่ 5.2 และ 5.3

ตารางที่ 5.2 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ระบบล้างหัววัด RF อัตโนมัติ

รายการ	จำนวน (หน่วย)	มูลค่าทั้งสิ้น (บาท)
1.บอลวาล์วขนาด 3/8”	10 ตัว	1,000
2.ท่อน้ำขนาด ∅ 3/8” x 6 เมตร	10 เส้น	4,500
3. วาล์วคอนโทรลพร้อมชุดคอนโทรลขนาด 1 นิ้ว	1 ตัว	2,200
4. ข้อต่อ	10 ตัว	800
5. On-Off วาล์ว	10 ตัว	6,000
6.ค่าติดตั้งโปรแกรม	-	20,000
7.งานบำรุงรักษา	-	22,000
รวมทั้งสิ้น (บาท)		56,500

ตารางที่ 5.3 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ไอกวน (Jigger Steam)

รายการ	จำนวน (หน่วย)	มูลค่าทั้งสิ้น (บาท)
1.Set of Jigger Steam	2 ชุด	290,000
2.สกรู น็อต	2 ชุด	100
3.ค่าติดตั้งโปรแกรม	-	20,000
4.ค่าบำรุงรักษา	-	21,000
รวมทั้งสิ้น (บาท)		331,100

และสุดท้ายคือปัญหาพนักงานขาดการตรวจสอบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เกิด 16% แก้ไขโดยให้หัวหน้ากะเข้าไปตรวจสอบการทำงานของช่างเคี่ยว รวมทั้งให้บันทึกลักษณะแมสควิทที่ได้จากการชักตัวอย่างภายในหม้อเคี่ยว เพื่อตรวจสอบว่าพนักงานได้ใส่ใจในการเคี่ยวแมสควิทหรือไม่ ซึ่งเมื่อทำการแก้ไขในแต่ละประเด็นปัญหา พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังทำการปรับปรุงแก้ไข สรุปได้ว่าปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยลดจำนวนครั้งที่เกิดเหลือ 10 ครั้งต่อฤดูกาลผลิต ซึ่งจำนวนครั้งที่เกิดไม่เกินเป้าหมาย KPI ที่แผนกหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบจากการลดจำนวนครั้งที่เกิดปัญหาดังกล่าวได้

<u>การคิดปริมาณน้ำตาลทรายดิบที่ปั่นได้ต่อ 1 หม้อเคี่ยว</u>

หม้อปั่น 1 หม้อ จะสามารถปั่นแมสควิท A ได้ 800 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ใน 1 ชม. หม้อปั่น 1 หม้อ จะสามารถปั่นแมสควิท A ได้ $\frac{800}{24}$ = 33.33 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (60 นาที)

แมสควิท A มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 89 บริกซ์

ค่าความหนาแน่นของแมสควิทที่ความเข้มข้น 89 บริกซ์ เท่ากับ 1.4719 (อ้างอิงจากตารางค่าความหนาแน่นของน้ำตาลที่ 20°C)

น้ำหนักน้ำตาลหาได้จากสูตร น้ำหนักน้ำตาล = ปริมาตรของแมสควิท x ค่าความหนาแน่น

= 33.33 x 1.4719

= 49.063 ตัน

น้ำหนักน้ำตาล (ตัน Solid) = น้ำหนักน้ำตาล x ความเข้มข้นของแมสควิท

= 49.063 x 89%

= 43.66 ตัน Solid

∴ ใน 1 ชั่วโมงหม้อปั่นสามารถปั่นน้ำตาลได้ 43.66 ตัน Solid ต่อ ชั่วโมง

ดังนั้นจะสามารถหาได้ว่าเมื่อพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ทำให้ต้องใช้เวลาในการปั่นมากกว่าปกติ ซึ่งหากไม่พบปัญหาใดใดจะเวลาในการปั่นแมสควิท A 1 ชั่วโมงต่อหม้อเคี่ยว ซึ่งเมื่อพบปัญหาจะทำให้เสียเวลาในการปั่นแมสควิท A เพื่อผลิตน้ำตาลทรายดิบ (HIRAW) โดยทำให้โรงงานสูญเสียโอกาสในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ ตามข้อมูลในตารางที่ 5.4 ซึ่งรายละเอียดในการคำนวณ มีดังนี้

- เวลาในการปั่นแมสควิท A เพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ หาได้จากข้อมูลที่บันทึกการพบปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ซึ่งระบุในตารางที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.9 โดยหักลบกับจำนวนครั้งที่พบปัญหา
- โรงงานเสียโอกาสในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (ตัน) = ปริมาณน้ำตาลที่หม้อปั่นสามารถปั่นได้ใน 1 ชั่วโมง x เวลาที่ในการปั่น แมสควิท A ที่เพิ่มขึ้น
- มูลค่าที่โรงงานสูญเสียโอกาสในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (บาท) = โรงงานเสียโอกาสในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (ตัน) x ต้นทุนในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ 1 ตัน (บาท)

ซึ่งต้นทุนในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ = 7,800 บาทต่อตัน

ตารางที่ 5.4 ข้อมูลการคิดมูลค่าน้ำตาลทรายดิบที่สูญเสียตั้งแต่ปีการผลิต 58/59 ถึง ปีการผลิต 61/62

	ปีการผลิต 58/59	ปีการผลิต 59/60	ปีการผลิต 60/61	ปีการผลิต 61/62
1.ระยะเวลาในการหีบอ้อย (วัน)	103	102	153	128
1.ใช้เวลาในการปั่นแมสควิท A เพิ่มมากขึ้นกว่าปกติรวมทั้งสิ้น (ชั่วโมง)	66:20	69:25	65:45	23:55
2.โรงงานสูญเสียโอกาสในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (ตัน Solid)	2,896.54	3,031.17	2,871.06	1,044.35
3.คิดเป็นมูลค่าที่โรงงานสูญเสียโอกาสในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ (บาท)	22,592,978.11	23,643,154.23	22,394,296.15	8,145,960.70

หมายเหตุ. เวลาในการปั่นแมสควิท A ปกติจะอยู่ที่ 1 ชั่วโมง/1 หม้อเคี่ยว
โดยปกติใน 1 ชั่วโมง สามารถปั่นน้ำตาลทรายดิบได้ 43.66 ตัน Solid/ชั่วโมง
ต้นทุนในการผลิตน้ำตาลทรายดิบประมาณ 7,800 บาท/ตัน

ดังนั้นจะสรุปได้ว่าจากการที่แผนกหม้อเคี่ยวสามารถทำเป้า KPI ภายในแผนกได้และยังทำให้บริษัทลดการสูญเสียโอกาสในการผลิตน้ำตาลทรายดิบคิดเป็นปริมาณลดลงกว่าปี 60/61 อยู่ที่ 1,826.71 ตัน Solid และเมื่อคิดเป็นมูลค่าเงินจะได้ว่าปีการผลิต 61/62 สามารถเพิ่มมูลค่าที่ทางโรงงานลดการสูญเสียโอกาสในการผลิตน้ำตาลทรายดิบมูลค่า 14,248,335.45 บาท แต่เนื่องจากในปี 61/62 ได้มีการติดตั้งเครื่องมือเพื่อลดปัญหาการเกิดแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น ดังนั้น

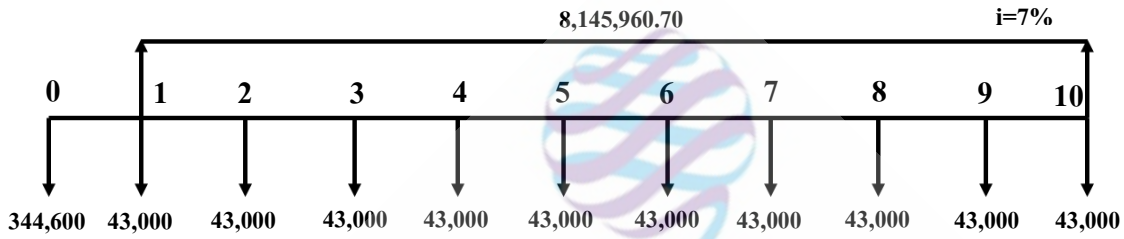
จะได้ว่า ปี 61/62 เพิ่มมูลค่าที่ทางโรงงานลดการสูญเสียโอกาสในการผลิตน้ำตาลทรายดิบสุทธิ มูลค่า 13,917,235.45 บาท

การคิดจุดคุ้มทุนในการลงทุนเพื่อแก้ปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่น

ตารางที่ 5.5 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์

ลำดับที่	รายการ	
1	**เครื่องจักรที่ติดตั้งเพิ่มเติม (บาท)** 1.1 ระบบล้างหัววัด RF อัตโนมัติ - บอลวาล์วขนาด 3/8” มูลค่ารวม 1,000 บาท - ท่อน้ำขนาด ∅ 3/8” x 6 เมตร มูลค่ารวม 4,500 บาท - วาล์วคอนโทรลพร้อมชุดคอนโทรลขนาด 1 นิ้ว มูลค่ารวม 2,200 บาท - ข้อต่อ มูลค่ารวม 800 บาท - On-Off วาล์ว มูลค่ารวม 6,000 บาท - ค่าติดตั้งโปรแกรมระบบล้างหัววัด RF อัตโนมัติ มูลค่ารวม 20,000 บาท 1.2 อุปกรณ์ไอกวน (Jigger Steam) - Set of Jigger Steam มูลค่ารวม 290,000 บาท - สกรู น็อต มูลค่ารวม 100 บาท - ค่าติดตั้งโปรแกรมระบบอุปกรณ์ไอกวน (Jigger Steam) มูลค่า รวม 20,000 บาท	**344,600 บาท**
2	ค่าบำรุงรักษาระบบล้างหัววัด RF และ อุปกรณ์ไอกวน (Jigger Steam)ต่อปี (บาท)	43,000 บาท
3	มูลค่าที่โรงงานได้กลับคืนจากการผลิตน้ำตาลทรายดิบ	8,145,960.70 บาท
4	อายุการใช้งาน (ปี)	10 ปี

นำข้อมูลที่ได้มาทำแผนภูมิการไหลของเงินในการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ค่าบำรุงรักษาแต่ละปีมีมูลค่าเท่ากันทุกปีคือ 43,000 บาท/ปี และ กรณีที่ 2 ค่าบำรุงรักษาแต่ละปีมีมูลค่าสูงขึ้น 10% ต่อปี ดังแสดงในภาพแผนภูมิการไหลของเงินลงทุนในการติดตั้งอุปกรณ์ ภาพที่ 5.1 และ ภาพที่ 5.2 ตามลำดับ



ภาพที่ 5.1 แผนภูมิการไหลของเงินในการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ (กรณีที่ 1 ค่าบำรุงรักษาเท่ากันทุกปี)

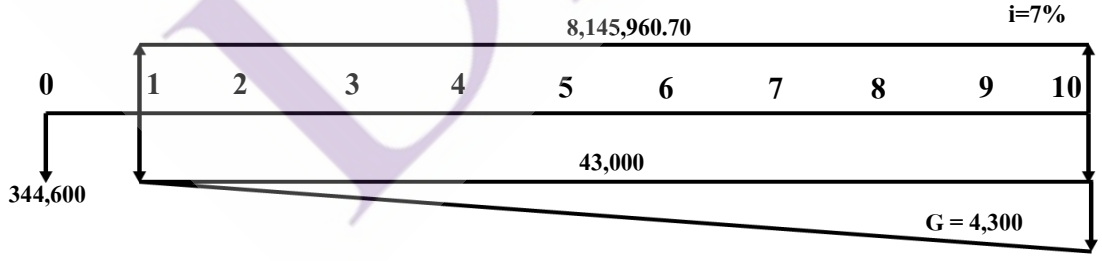
วิธีคิด กรณีที่ 1 กำหนดอัตราดอกเบี้ย 7% ต่อปี

กำหนดให้ค่าบำรุงรักษามีมูลค่าเท่ากันทุกปีคือ 43,000 บาท/ปี

NPV = (-344,600) + (8,145,960.70 - 43,000) (P/A, 7%, 10)

= (-344,600) + (8,145,960.70 – 43,000) (7.024)

= 56,570,595.9568 บาท



ภาพที่ 5.2 แผนภูมิการไหลของเงินในการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ (กรณีที่ 2 ค่าบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นทุก 10%)

วิธีคิด กรณีที่ 2 กำหนดอัตราดอกเบี้ย 7% ต่อปี

กำหนดให้ค่าบำรุงรักษามีมูลค่าเพิ่มขึ้น 10%

NPV = (-344,600) + (8,145,960.70 - 43,000) (P/A, 7%, 10)

– 4,300 (P/G, 7%, 10)

= (-344,600) + (8,145,960.70 – 43,000) (7.024) – 4,300 (27.716)

= 56,451,417.1568 บาท

ระยะคืนทุน = เงินลงทุนสุทธิ / รายรับสุทธิรายปี

= 344,600 / 8,145,960.7

= 0.0423 ปี

= ประมาณ 15 วัน

ดังนั้น การลงทุนติดตั้งเครื่องมือมีจุดคุ้มทุนที่สั้นจึงเหมาะสมในการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยดังกล่าวเป็นการประยุกต์นำเครื่องมือคุณภาพ ในการแก้ไขปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจนสามารถลดปัญหาแมสควิท A อุดตันที่รูตะแกรงหม้อปั่นจนเป็นสาเหตุที่ทำให้หม้อปั่นไม่สามารถสลัดโมลาสออกจากผลึกน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทางผู้วิจัยได้เน้นการเกิดปัญหาที่มาจากแผนกหม้อเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบเท่านั้น ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวสามารถนำมาต่อยอด เพื่อหาแนวทางในการป้องกันปัญหาซึ่งอาจเกิดได้จากแผนกอื่นๆได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นเครื่องมือคุณภาพจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขและวิเคราะห์ปัญหาได้เป็นอย่างดี แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ยังมีปัญหาอื่นที่เกิดขึ้นในกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลทรายดิบที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างครบถ้วน ดังนั้นเครื่องมือคุณภาพ ถือได้ว่าเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้ และพิสูจน์แล้วว่าเมื่อนำมาประยุกต์ใช้แล้วส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นได้อย่างแท้จริง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

จักรี อุดมดี.(2557). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์.* สาขาวิชาการจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ณิชกุล ไชยศรและคณะ.(2555). *การปรับปรุงอัตราการผลิตของสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ด้วยถ้วยจับชิ้นงานแม่เหล็ก.* ภาควิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ดำรง อินทรเสนา, ศุภชัย ปทุมนากุล .(2554). *การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาลโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม กรณีศึกษา บริษัทรวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด (สาขามิตรภูเวียง).* มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ธนกฤษ ซุ่นเซ่ง.(2556). *การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา : ของเสียประเภทจุดดำ.* สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

นาวาโท ภูธรา อินม่วง. (2554). *การลดผลิตภัณฑ์บกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางรูปพรรณ.* สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

พิพัฒเพงศ์ ศรีชนะและคณะ.(2555). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อก กรณีศึกษาบริษัท มหาอาณาจักร จำกัด.* สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

ไพสิฐ ชัยชาญ. (2556). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตหัวปากกาลูกลื่น กรณีศึกษา : บริษัทผลิตปากกาในจังหวัดระยอง.* สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. (2546). *เทคโนโลยีน้ำตาล SUGAR TECHNOLOGY.* ภาคิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.

อัครา ทีประวิภาต. (2556).*ปัญหาและการเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งมอบสินค้าน้ำตาลทรายดิบของบริษัทไดมอนชูการ์ จำกัด.* มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

อัศม์เดช วานิชชินชัย (2555). *การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบในการผลิตปลาทูน่ากระป๋องด้วยความมีส่วนร่วมของพนักงาน.* มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ภาษาต่างประเทศ

E.Hugot (1986). *Handbook of Cane Sugar Engineering*. (3rd ed). Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo: Mosby ELSEVIER

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการเคี่ยวและปั่นแมสควิท

ภาพที่ 1 หม้อเคี่ยวชนิดตั้ง ใช้เพื่อเคี่ยวน้ำเชื่อมดิบให้เกิดผลึกน้ำตาล

ภาพที่ 2 หม้อเคี่ยวชนิดนอน ใช้เพื่อเคี่ยวน้ำเชื่อมดิบให้เกิดผลึกน้ำตาล

ภาพที่ 3 รางกวนนอน ใช้เพื่อพักแมสควิทที่ได้จากกระบวนการเคี่ยวก่อนเข้าสู่กระบวนการปั่น

ภาพที่ 4 หม้อปั่น ใช้เพื่อปั่นแยกระหว่างเม็ดน้ำตาลและโมลาส

ภาพที่ 5 กล้องจุลทรรศน์ แบบดิจิตอล ใช้เพื่อตรวจสอบลักษณะแมสควิทที่เคี่ยวในหม้อเคี่ยว

DPU

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ชญาณี กาญจนามาส
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2551 ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	หัวหน้าแผนกหม้อเคี่ยวและบรรจุ บริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมจำกัด Thai Roong Ruang Industry Co,, Ltd.
ประสบการณ์ รางวัลหรือทุนการศึกษา	1. The program of industrial production process improvement with Cleaner Technology (CT) 2. ทุนวิจัยจากโครงการ Industrial and research projects for undergraduate students (IRPUS) 3. ผ่านการฝึกอบรมและจัดทำระบบ ISO:9001 ของบริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด 4. ผ่านการฝึกอบรมและจัดทำระบบ GMP, HACCP ของบริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด 5. ผ่านการฝึกอบรมและจัดทำระบบ ISO:22000 ของบริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด 6. ผ่านการฝึกอบรมและจัดทำระบบ FSSC22000 ของบริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด 7. ผ่านการฝึกอบรมและจัดทำระบบ ISO:14001 ของบริษัทไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด