การลดปริมาณการใช้น้ำ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา

Reducing of Water Consumption in Tire Production Industry: A Case Study of a Factory in Songkhla Province

อรปรียา เล่งวงค์

Ornpreeya Lengwong

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Industrial Management
Prince of Songkla University
2563

ชื่อสารนิพนธ์ การลดปริมาณการใช้น้ำ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา

ผู้เขียน นางสาวอรปรียา เล่งวงค์

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....

(รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การลดปริมาณการใช้น้ำ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา
ผู้เขียน นางสาวอรปรียา เล่งวงค์
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำในอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์โดยประยุกต์ใช้แนวทางเทคโนโลยีสะอาด โดยมีขอบเขตของงานวิจัยสองส่วน คือ ส่วนอาคารสำนักงานและการผลิต และส่วนบำบัดน้ำเสีย ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย 1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้น้ำของโรงงาน 2) วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและเลือกพื้นที่เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงที่สามารถปฏิบัติได้ทันทีและแนวทางที่ต้องศึกษาอย่างละเอียด 3) ศึกษาความเป็นไปได้ของแนวทางที่ต้องศึกษาอย่างละเอียด 4) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลก่อน-หลังปรับปรุง 5) สรุปผล ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้มุ่งเน้นเกี่ยวกับการหาแนวทางการปรับปรุงมาตรฐานการดำเนินงานและการใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ผลการศึกษา เมื่อประเมินหาจุดที่มีการใช้น้ำปริมาณมากด้วยแผนผังพาเรโตเพื่อนำไปประเมินอย่างละเอียดพบว่า 4 อันดับแรกของส่วนอาคารสำนักงานและการผลิตที่มีการใช้น้ำมากที่สุด ได้แก่ อาคาร BGD135 อาคารฝ่ายผลิต ถังน้ำชำระล้าง และอาคารน้ำยาง ตามลำดับ และ 3 อันดับแรกของส่วนบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ กิจกรรมการเตรียมสารเคมี กิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร และกิจกรรมการทำความสะอาด ตามลำดับ เมื่อประเมินหาสาเหตุการสูญเสียโดยใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาพบว่ามีแนวทางการลดความสูญเสียที่สามารถดำเนินการได้ ซึ่งประกอบด้วย 1) การบริหารการวางแผนการผลิตและการปรับปรุงการสื่อสารของการผลิตไปยังแผนกที่เกี่ยวข้องให้ปรับกระบวนการทำงานตามแผนการผลิตปัจจุบัน 2) การปรับวิธีการทำงานของกระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ 3) การซ่อมบำรุงเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ 4) การนำน้ำใช้มาใช้ซ้ำในกระบวนการยกยางแผ่น การล้างพื้น เป็นต้น 5) การปรับความถี่การทำความสะอาดและการปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความสะอาด

เมื่อได้นำแนวทางทั้งหมดไปปฏิบัติ พบว่าสามารถลดการใช้น้ำได้ถึง 11.09% หรือ 0.97 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำดิบลงได้ประมาณ 11,723,934 บาทต่อปี และยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียลงได้ประมาณ 17,585,901 บาทต่อปี

Minor Thesis Title	Reducing of Water Consumption in Tire Production Industry: A Case Study of a Factory in Songkhla Province
Author	Ornpreeya Lengwong
Major Program	Industrial Management
Academic Year	2019

ABSTRACT

The main purpose of this research is to apply clean technology for reducing water use in the tire production industry. The scope of this study covers 2 main area i.e. office buildings and production and wastewater treatment section. The results show that the factory consumes 8.73 cubic meters of water per ton of product. The research methodology are 1) Study of water usage in the factory 2) Process analysis and selection 3) Propose of alternative approaches 4) Economical analysis of alternative approaches 5) Comparison of alternative approaches before and after and conclusions.

In the study, the evaluation of the area of using a lot of water with the Pareto diagram for a thorough evaluation showed that the top 4 of office buildings and production that use the most water are BGD135, production buildings. Rinsing tank and latex buildings respectively. The top 3 of the wastewater treatment section are chemical preparation activities. Machine cooling activity and cleaning activities respectively. The simple approaches to reduce water use in factory 1) to manage the production planning and improve the communication to the relevant department for adjust the work process according to current production 2) Adjustment the method of product cooling process 3) Maintenance of heat exchangers to work efficiently 4) Reuse of water in the process of lifting rubber sheets, washing floors etc. 5) Adjusting the cleaning frequency and improving the cleaning equipment.

The result show that 11.09% decrease of water use in factory or 0.97 cubic meter per ton of production. Total saving cost of water consumption was 11,723,934 baht per year and saving cost of waste water treatment cost was 17,585,901 baht per year.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้เขียนกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์และพี่ๆฝ่ายธุรการทุกท่านที่คอยให้กำลังใจ สื่อสารข่าวสารของภาควิชาและติดตามความที่เป็นไปของนักศึกษาอย่างใกล้ชิด ไม่ทำให้นักศึกษาห่างหายจากการทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดีเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ MIM 10 ทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือเป็นส่วนหนึ่งในประสบการณ์การเรียนในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

นางสาว อรปรียา เล่งวงค์

สารบัญ

บทคัดย่อ 3

ABSTRACT 4

กิตติกรรมประกาศ 5

สารบัญ 6

สารบัญตาราง 8

สารบัญรูป 10

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 8

1.3 ขอบเขตการวิจัย 8

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ 8

บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.2 วิธีผลิตยางรถยนต์ 12

2.3 ทฤษฎีเทคโนโลยีสะอาด 15

2.4 ทฤษฎีแผนผังก้างปลา 22

2.5 ทฤษฎี WHY-WHY ANALYSIS 24

2.6 ทฤษฎีการระดมสมอง (BRAINSTORMING) 27

2.7 แผนผังพาเรโต (PARETO DIAGRAM) 28

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 29

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นกรณีศึกษา 30

3.2 การวิเคราะห์สาเหตุ และจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาในโรงงาน 31

3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ 32
3.4 เลือกข้อเสนอมาปฏิบัติ และติดตามผล 32
3.5 สรุปผลการดำเนินงาน 32
3.6 จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์ 33
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 34
4.1 ผลการตรวจประเมินเบื้องต้น 34
4.2 ผลการวิเคราะห์อย่างละเอียด 47
4.3 เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา 78
4.4 การศึกษาความเป็นไปได้ 86
4.5 การเลือกข้อเสนอมาปฏิบัติ และติดตามผล 91
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 106
5.1 สรุปผลการวิจัย 106
5.2 ข้อเสนอแนะ 106
บรรณานุกรม 108
ภาคผนวก 110
ภาคผนวก ก 111
ภาคผนวก ข 114
ภาคผนวก ค 117
ภาคผนวก ง 120
ประวัติผู้เขียน 122

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 การใช้ยางพาราในประเทศแยกตามประเภทอุตสาหกรรม ปี 2557-2561 4
ตารางที่ 1-2 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางของไทย 5
ตารางที่ 4-1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน 34
ตารางที่ 4-2 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือน ของโรงงาน ของเขตอาคารสำนักงานและการผลิต และของเขตบำบัดน้ำเสีย เดือนมกราคม 2651 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562..... 37
ตารางที่ 4-3 ปริมาณการใช้น้ำในจุดที่มีมาตรวัดหลักของอาคารสำนักงานและการผลิตเดือน มีนาคม 2562 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562 40
ตารางที่ 4-4 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตในจุดที่มีมาตรวัดหลักของอาคารสำนักงานและการ ผลิตเดือนมีนาคม 2562 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562 41
ตารางที่ 4-5 ปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่ต่างๆของเขตบำบัดน้ำเสีย 44
ตารางที่ 4-6 ปริมาณการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆของเขตบำบัดน้ำเสีย..... 45
ตารางที่ 4-7 การเลือกจุดในเขตอาคารสำนักงานและการผลิตเพื่อการประเมินโดยละเอียด 48
ตารางที่ 4-8 ปริมาณการใช้เฉลี่ยน้ำต่อเดือนในจุดที่มีมาตรวัดของอาคารผลิตเดือนมีนาคม ..2562 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562..... 55
ตารางที่ 4-9 การวิเคราะห์ ตาราง ทำไม-ทำไมของการสูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์ในกระบวนการ ล้างบ่อน้ำยาง..... 66
ตารางที่ 4-10 การเลือกจุดในเขตบำบัดน้ำเสียเพื่อการประเมินโดยละเอียด 69
ตารางที่ 4-11 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับการผสมสารเคมีชนิดต่างๆ ของเดือนมีนาคม ถึงพฤษภาคม 2562 สำหรับผลผลิตเฉลี่ย 1,800 ตัน 72
ตารางที่ 4-12 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับการหล่อเย็นเครื่องจักร 75
ตารางที่ 4-13 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตอาคารฝ่ายผลิต 79
ตารางที่ 4-14 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตอาคาร BDG135 79
ตารางที่ 4-15 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตอาคารน้ำยาง 79
ตารางที่ 4-16 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตถังน้ำชำระล้าง 80
ตารางที่ 4-17 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตน้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์..... 80
ตารางที่ 4-18 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตUTILITY..... 80
ตารางที่ 4-19 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตทั่วไป 81
ตารางที่ 4-20 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมผสมสารเคมี..... 81
ตารางที่ 4-21 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมอื่นๆ 81
ตารางที่ 4-22 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร 82
ตารางที่ 4-23 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมการทำความสะอาด 82

ตารางที่ 4-24 การวิเคราะห์ระยะเวลาดำเนินการและการลงทุน ในแนวทางการแก้ไขปัญหา 83
ตารางที่ 4-25 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตพื้นที่ต่างๆ..... 85
ตารางที่ 4-26 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกระบวนการต่างๆในเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต 85
ตารางที่ 4-27 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมต่างๆในเขตบำบัดน้ำเสีย..... 86
ตารางที่ 4-28 แดงคะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต 87
ตารางที่ 4-29 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตบำบัดน้ำเสีย..... 89
ตารางที่ 4-30 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต..... 91
ตารางที่ 4-31 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตบำบัดน้ำเสีย..... 92
ตารางที่ 4-32 เทคโนโลยีสะอาดที่นำมาใช้ในมาตรการการลดปริมาณการใช้น้ำ 94
ตารางที่ 4-33 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตก่อนและหลังดำเนินการของโรงงาน เขตอาคารสำนักงานและการผลิต และเขตบำบัดน้ำเสีย 95
ตารางที่ 4-34 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตรายเดือนของเขตอาคารสำนักงานและการผลิต 97
ตารางที่ 4-35 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตก่อนและหลังดำเนินการของพื้นที่ต่างๆ..... 99
ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำใช้ในเขตบำบัดน้ำเสีย 115
ตารางที่ ค-2 ปริมาณการใช้น้ำ 118

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1-1 ปริมาณแหล่งน้ำหมุนเวียนต่อพื้นที่ต่อปี และปริมาณประชากรต่อพื้นที่ต่อปี 2
รูปที่ 1-2 อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางในประเทศไทยแยกตามขนาด 3
รูปที่ 1-3 การกระจายตัวของที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง 3
รูปที่ 1-4 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของโรงงานต่อตันผลผลิต 6
รูปที่ 1-5 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิต สำหรับกระบวนการผลิตในปี 2561 7
รูปที่ 1-6 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิต สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียในปี 2561 7
รูปที่ 2-1 วิธีการผลิตยางรถยนต์ 13
รูปที่ 2-2 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย 17
รูปที่ 2-3 หลักการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด 18
รูปที่ 2-4 เงื่อนไขในการปรับปรุงเทคโนโลยี 19
รูปที่ 2-5 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล 23
รูปที่ 2-6 แผนผังพาเรโต 28
รูปที่ 3-1 กรอบแนวคิดขั้นตอนวิธีการในการศึกษา 29
รูปที่ 4-1 การใช้ทรัพยากรและของเสียที่เกิดขึ้น 35
รูปที่ 4-2 ปริมาณการใช้น้ำต่อเดือน (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต) 36
รูปที่ 4-3 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวัน (ลบ.ม.ต่อชั่วโมง) 38
รูปที่ 4-4 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในหนึ่งวัน (ลบ.ม.ต่อชั่วโมง) 39
รูปที่ 4-5 รายละเอียดของจุดติดตั้งมาตรวัดอัตราการไหลของน้ำในเขตอาคารสำนักงานและการผลิต 42
รูปที่ 4-6 แผนผังการบำบัดน้ำเสีย 43
รูปที่ 4-7 กิจกรรมการใช้น้ำของเขตบำบัดน้ำเสีย 44
รูปที่ 4-8 แผนผังพาเรโตปริมาณการใช้น้ำในเขตอาคารสำนักงานและการผลิตของมีนาคม ถึงพฤษภาคม 2562 47
รูปที่ 4-9 กระบวนการทำยางแผ่นของอาคาร BDG135 51
รูปที่ 4-10 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำในการทำยางแผ่นของอาคาร BDG135 52
รูปที่ 4-11 กระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ 56
รูปที่ 4-12 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำในการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ 57
รูปที่ 4-13 กระบวนการทำงานของถังชำระล้าง 59
รูปที่ 4-14 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำในถังชำระล้าง 60
รูปที่ 4-15 กระบวนการล้างบ่อน้ำยาง 63
รูปที่ 4-16 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำการล้างบ่อน้ำยาง 64
รูปที่ 4-17 ปริมาณการใช้น้ำต่อวันของเขตบำบัดน้ำเสียแบ่งตามพื้นที่ 67

รูปที่ 4-18 ปริมาณการใช้น้ำต่อวันของเขตบำบัดน้ำเสียแบ่งตามกิจกรรม 68
รูปที่ 4-19 กระบวนการเตรียมสารเคมี..... 71
รูปที่ 4-20 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำผสมสารเคมี 73
รูปที่ 4-21 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับการหล่อเย็นเครื่องจักร 76
รูปที่ 4-22 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร 77
รูปที่ 4-23 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของโรงงาน อาคารสำนักงานและการผลิต และเขตบำบัดน้ำเสีย 95
รูปที่ 4-24 ปริมาณการใช้น้ำต่อเดือน (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต) 96
รูปที่ 4-25 ปริมาณการใช้น้ำต่อเดือน (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต) ของพื้นที่ในเขตอาคารสำนักงานและการผลิต 98
รูปที่ 4-26 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของโรงงาน..... 100
รูปที่ 4-27 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารสำนักงานและการผลิต 100
รูปที่ 4-28 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของเขตบำบัดน้ำเสีย 101
รูปที่ 4-29 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารฝ่ายผลิต 101
รูปที่ 4-30 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคาร BDG135 102
รูปที่ 4-31 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคาร UTILITY..... 102
รูปที่ 4-32 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารรถบรรทุก..... 103
รูปที่ 4-33 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารน้ำยาง 103
รูปที่ 4-34 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของถังน้ำชำระล้าง 104
รูปที่ 4-35 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารทั่วไป..... 104

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่อุดมไปด้วย ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนวิถีชีวิตของท้องถิ่นและขับเคลื่อนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ป่าไม้ แหล่งต้นน้ำ สภาพแวดล้อมทางทะเลและทรัพยากรธรณีเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิต การส่งออกและอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวของไทย อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเศรษฐกิจ อย่างรวดเร็วในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมามักเกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้อย่างไม่ยั่งยืน ทำให้ประเทศไทยเผชิญกับความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมในหลายภูมิภาครวมทั้งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและประชากรสัตว์ป่าที่ลดลง การตัดไม้ทำลายป่า การกลายเป็นทะเลทราย การขาดแคลนน้ำ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศและทางน้ำ ปัจจุบันสถานการณ์ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติได้เพิ่มความรุนแรงมากขึ้นทุกขณะ สาเหตุสำคัญประการหนึ่งมาจากการเร่งรัดพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ ทำให้ไม่คำนึงถึงผลกระทบในภาพรวมอย่างแท้จริง และเป็นไปโดยขาดการวางแผนจัดการด้านต่างๆ อย่างเหมาะสม เป็นผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด ฟุ่มเฟือย ขาดจิตสำนึก และเกินขีดความสามารถของทรัพยากรที่จะฟื้นฟูได้ ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น แต่ลำดับความสำคัญทางเศรษฐกิจมักมีความสำคัญมากกว่าการอนุรักษ์ในหลาย ๆ กรณี [1]

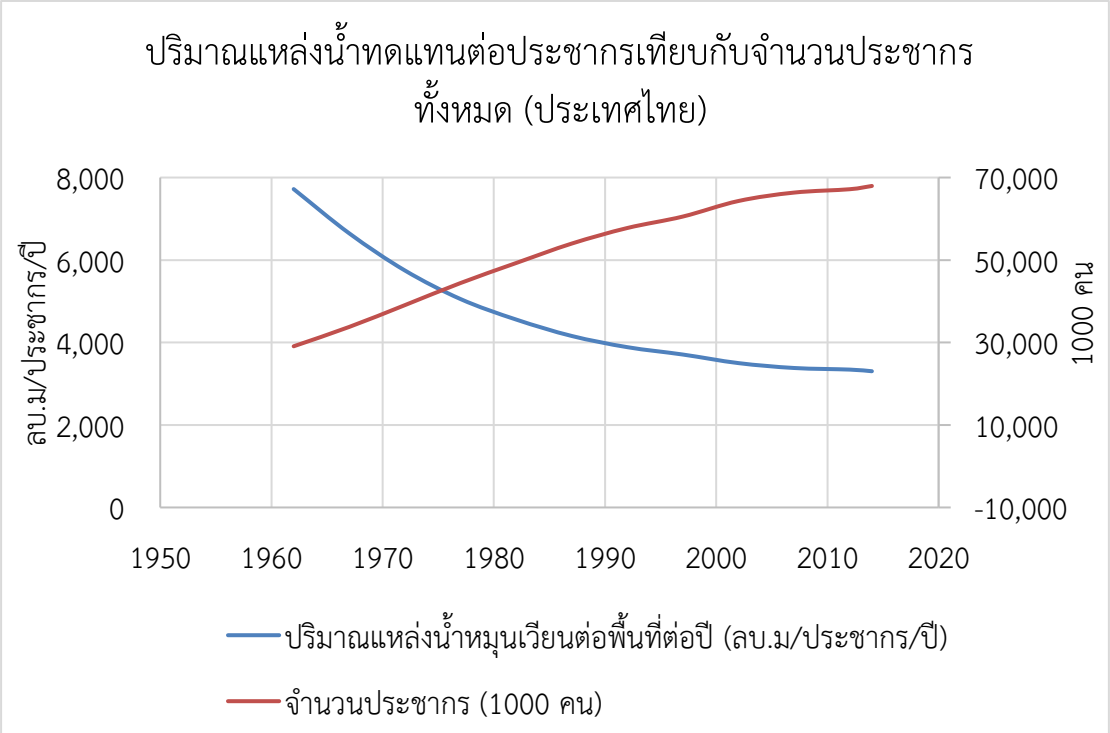
ทรัพยากรน้ำ

ประเทศไทยมีทรัพยากรน้ำที่อุดมสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามปริมาณทรัพยากรน้ำจืดภายในประเทศที่หมุนเวียนต่อหัวประชากรลดลงจากประมาณ 7,700 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปีใน พ.ศ. 2505 เป็นประมาณ 3,300 ลูกบาศก์เมตรต่อปีในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเติบโตของประชากรดังที่แสดงในรูปที่ 1-1 [2] ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความขาดแคลนน้ำที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลต่อฤดูแล้งที่ยาวนานในประเทศไทย

อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำฝนที่เก็บไว้ในประเทศไทยมีเพียงร้อยละ 30 ของปริมาณน้ำฝนโดยรวม โดยการขาดแคลนน้ำส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงที่ความต้องการทางการเกษตรสูงที่สุด เรื่องนี้กลายเป็นประเด็นสำคัญและแย่ลงเรื่อยๆ สำหรับปัญหาการบริหารจัดการน้ำให้เพียงพอ โดยเฉพาะการขาดแคลนน้ำในฤดูร้อน เป็นต้น [3]

สิ่งนี้ได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญในการลดคุณภาพและปริมาณของแหล่งน้ำในแหล่งน้ำบาดาลและแหล่งต้นน้ำ ตัวอย่าง เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำในเขตชานเมืองในประเทศไทยมีความเสื่อมโทรมมากขึ้นโดยตัวขับเคลื่อน เช่น การเปลี่ยนแปลงไปเป็นนาข้าว การพัฒนาเมืองและการพัฒนาอุตสาหกรรมและมลพิษจากอุตสาหกรรมและการใช้ยาฆ่าแมลง [4]

ในขณะที่ประเทศไทยยังไม่ได้มีการบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของปริมาณน้ำฝนโดยรวมกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป แต่มีแนวโน้มที่แตกต่างกันไปสำหรับปริมาณฝนในหลายพื้นที่ของประเทศ ตัวอย่าง เช่น ภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทยมีความแห้งมากขึ้นและภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือและอ่าวไทยรวมทั้งกรุงเทพฯ ได้กลายเป็นที่เปียกชุ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ความแตกต่างของสภาพอากาศที่รุนแรงขึ้นรวมถึงยาวนานขึ้น เช่น ความแห้งแล้งและน้ำท่วมฉับพลันและพายุโซนร้อนที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ยาวนานขึ้นและรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ [5]

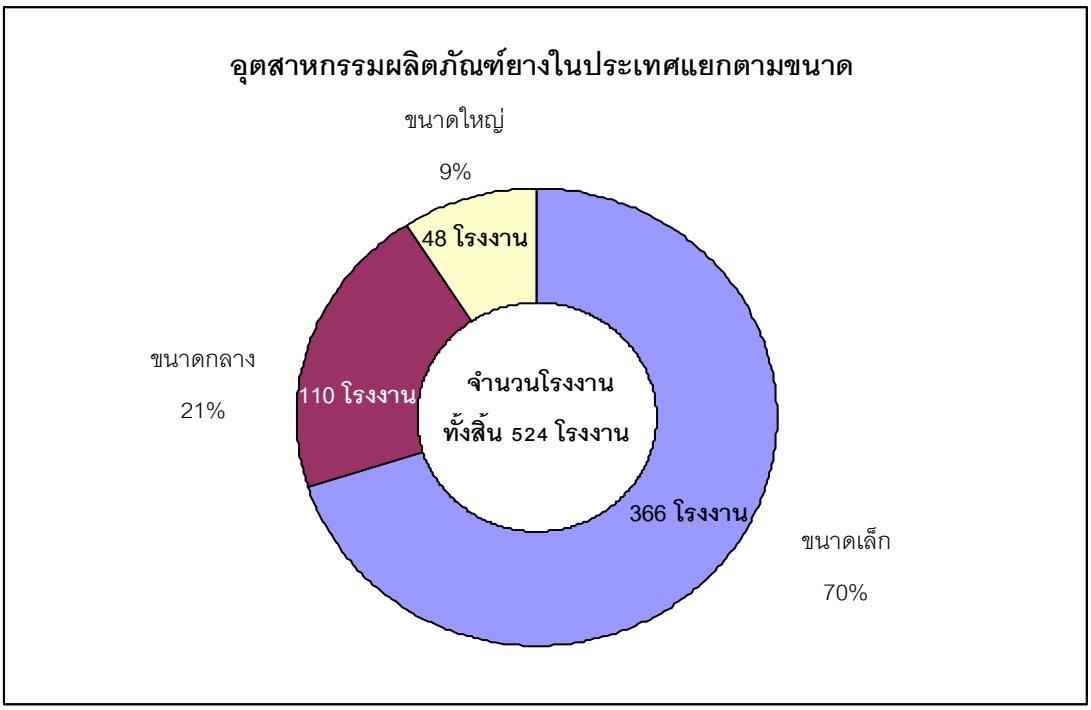


รูปที่ 1-1 ปริมาณแหล่งน้ำหมุนเวียนต่อพื้นที่ต่อปี และปริมาณประชากรต่อพื้นที่ต่อปี [6]

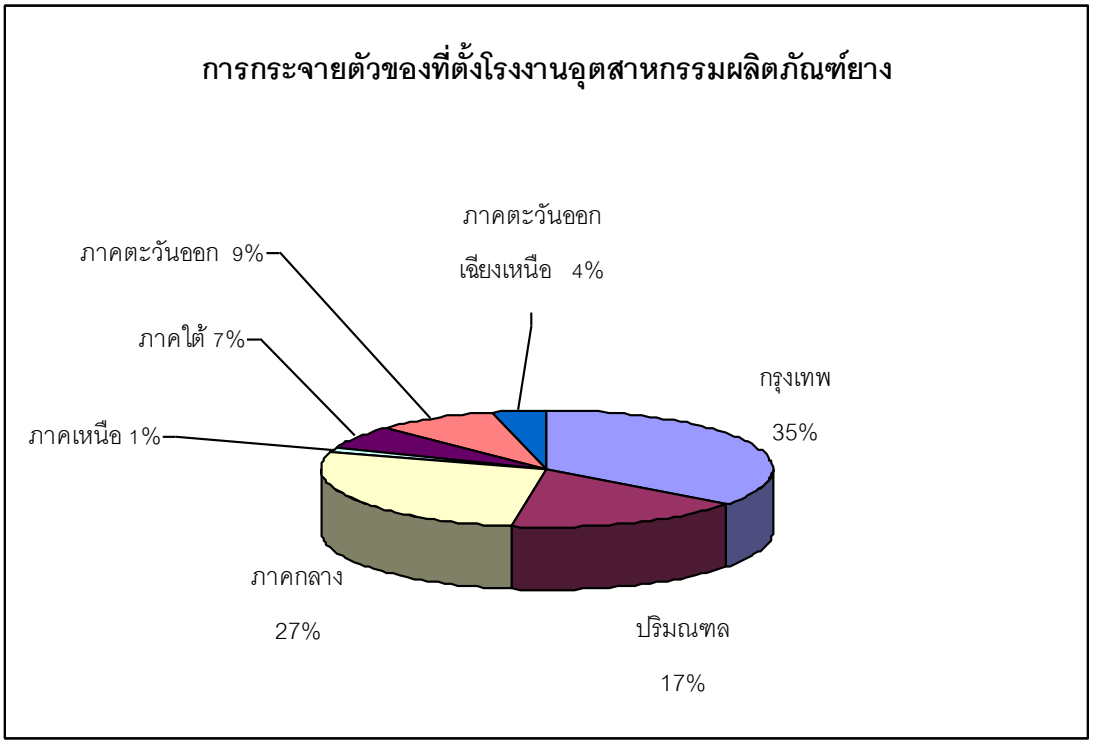
อุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง

โครงสร้างอุตสาหกรรม [7]

โรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางในประเทศไทย มีจำนวนทั้งสิ้น 524 โรงงานส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 52 จะตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล นอกนั้นจะกระจายตัวอยู่ในภาค ต่าง ๆ ดังรูปที่ 1-2 และ 1-3 ตามลำดับ



รูปที่ 1-2 อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางในประเทศไทยแยกตามขนาด [7]



รูปที่ 1-3 การกระจายตัวของที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง [7]

ความต้องการใช้ยางพาราแยกตามประเภทอุตสาหกรรมในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา [8]

ความต้องการใช้ยางพาราของไทยแยกตามประเภทอุตสาหกรรม ตารางที่ 1-1 ดังนี้

1. อุตสาหกรรมยางล้อ เป็นอุตสาหกรรมที่มีความต้องการใช้ยางพารามากที่สุด มีการใช้ยางพาราเพิ่มขึ้นจาก 352,862 ตันในปี 2557 เป็น 484,256 ตันในปี 2561 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.21 ต่อปี

2. อุตสาหกรรมถุงมือยาง มีการใช้ยางพาราสูงขึ้น จาก58,865 ตันในปี 2557 เป็น 97,267 ตันในปี 2561 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.20 ต่อปี

3. อุตสาหกรรมยางยืด มีการใช้ยางพาราเพิ่มขึ้นจาก 79,168 ตันในปี 2557 เป็น 120,124 ตันในปี 2561 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.90 ต่อปี

4. อุตสาหกรรมยางรัดของ มีการใช้ยางพาราเพิ่มขึ้นจาก 15,353 ตันในปี 2557 เป็น 28,149 ตันในปี 2561 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.93 ต่อปี

5. อุตสาหกรรมอื่นๆ มีการใช้ยางพาราเพิ่มขึ้นจาก 34,755 ตันในปี 2557 เป็น 70,204 ตันในปี 2561 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.14 ต่อปี

ตารางที่ 1-1 การใช้ยางพาราในประเทศแยกตามประเภทอุตสาหกรรม ปี 2557-2561 [8]

หน่วย: ตัน

ปี	ยางล้อ	ถุงมือยาง	ยางยืด	ยางรัดของ	อื่นๆ	รวม
2557	352,862	58,865	79,168	15,353	34,755	541,003
2558	337,831	81,979	87,746	24,991	67,944	600,491
2559	373,922	72,992	97,174	21,541	51,640	617,269
2560*	394,911	79,321	97,961	22,956	57,251	652,400
2561*	484,256	97,267	120,124	28,149	70,204	800,000
อัตราเพิ่ม (ร้อยละ)	**8.21**	**10.20**	**9.90**	**11.93**	**13.14**	**9.04**

หมายเหตุ: * ประมาณการ

นอกจากอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับยางพาราแล้วยังสามารถสร้างงาน และกระจายรายได้ให้กับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องตั้งแต่อุตสาหกรรมต้นน้ำ จนถึงอุตสาหกรรมปลายน้ำ นอกจากนี้ยังเป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่อง จากอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยปัจจัยที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางล้อ คือ การขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ เนื่องจากรถยนต์หนึ่งคัน ต้องใช้ยางรถยนต์อย่างน้อย 5 เส้น โดยใช้กับรถยนต์ 4 เส้น และเป็นยางอะไหล่ 1 เส้น ทั้งนี้ในการวิเคราะห์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางล้อจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยด้านอื่น ควบคู่ด้วย อาทิ สถานการณ์ตลาดคู่ค้าผลิตภัณฑ์ยางล้อของไทย ปริมาณรถยนต์จดทะเบียนภายในประเทศ ซึ่งผลิตภัณฑ์ยางที่ประเทศไทยมีการส่งออกมากที่สุด คือ ยางยานพาหนะ รองลงมา คือ ถุงมือยาง และหลอดและท่อยาง ตามลำดับ (ตารางที่ 1-2) ซึ่งจากตารางพบว่าอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ของไทยนั้นมีทิศทางที่ดีและมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นผู้ประกอบการไทย

จำเป็นต้องเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางล้อ ในอนาคต และรองรับกับปัญหาเรื่องค่าดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรม ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นจากสถานการณ์มลพิษที่มีแนวโน้มรุนแรงขึ้น ทั้งจากค่าใช้จ่ายในการบำบัด การรักษาคุณภาพน้ำ ดังนั้นผู้ประกอบการจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับการเติบโตของธุรกิจ เพื่อยกระดับอุตสาหกรรมนี้อย่างยั่งยืน [9]

ตารางที่ 1-2 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางของไทย [9]

หน่วย: ล้านบาท

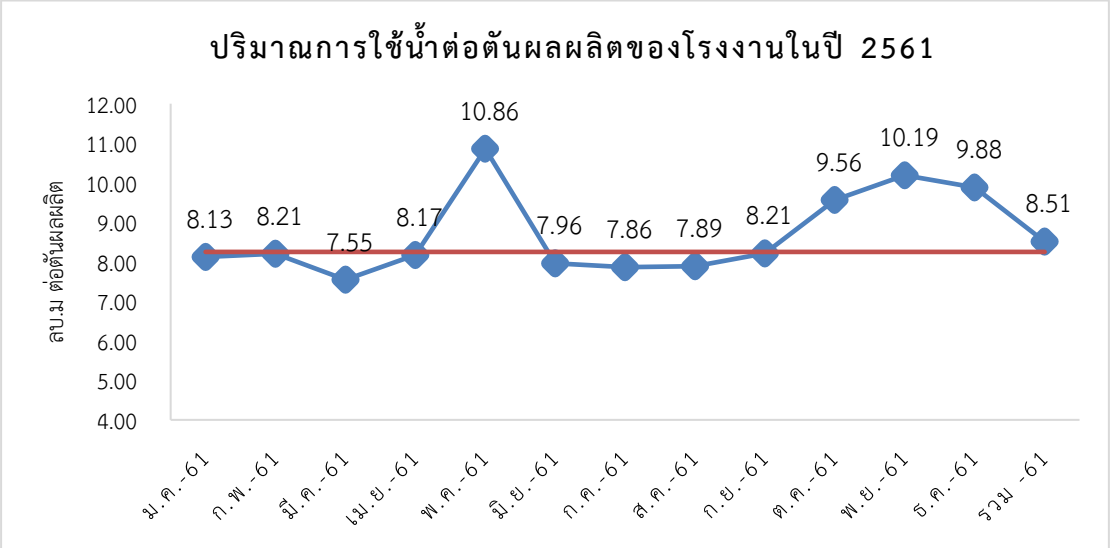
ประเภท	2556	2557	2558	2559	2560
ยางยานพาหนะ	109,590	119,048	122,590	131,530	155,116
ถุงมือยาง	32,203	35,868	32,738	33,435	35,706
ถุงยางอนามัย	4,295	4,622	5,157	4,894	5,419
ยางรัดของ	2,825	2,654	2,251	2,141	2,462
สายพาน	4,192	4,166	4,289	4,967	5,403
หลอดและท่อ	7,717	9,328	9,945	10,707	11,865
อื่นๆ	100,663	86,441	58,571	47,863	51,893

ปริมาณการใช้น้ำของอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งใน จังหวัดสงขลา

โรงงานกรณีศึกษาโรงงานผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งใน จังหวัดสงขลา เป็นโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์ ยางรถบรรทุก และยางเครื่องบิน ส่งให้ลูกค้าทั้งภายในและภายนอกประเทศ ในส่วนของผู้วิจัยมีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนของกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์ ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการผลิตยางรถยนต์ และเป็นกระบวนการที่มีการใช้น้ำมากที่สุดในกระบวนการผลิตยางรถยนต์ เนื่องจากเป็นกระบวนการเตรียมยาง ผสมยางและสารเคมี เพื่อเพิ่มประสิทธิ์ภาพของยางให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำจึงถือเป็นหนึ่งในต้นทุนของกระบวนการผลิต โดยต้นทุนของการผลิตยางคอมปาวด์ 1 ตัน จะมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 96 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนค่าน้ำคิดเป็น 0.119 บาทต่อกิโลกรัม หรือแค่ 0.12% ของต้นทุน ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำจะไม่สูงมากเมื่อเทียบกับต้นทุนรวมในการผลิต แต่การจัดการทรัพยากรน้ำนั้นมีผลต่อความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม ซึ่งเป็นหนึ่งในนโยบายของโรงงานที่มุ่งเน้นการพัฒนาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการพัฒนาสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับการพัฒนาธุรกิจ และเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคมด้วยการสร้างมาตรฐานโรงงานให้ผ่าน ISO14001 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากหน่วยงานองค์กรทั่วโลก ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนที่ต่ำลง ช่วยเสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่องค์กร สร้างโอกาสและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางการค้า และองค์กรได้รับความเชื่อมั่นและความไว้วางใจในคุณภาพจากลูกค้า

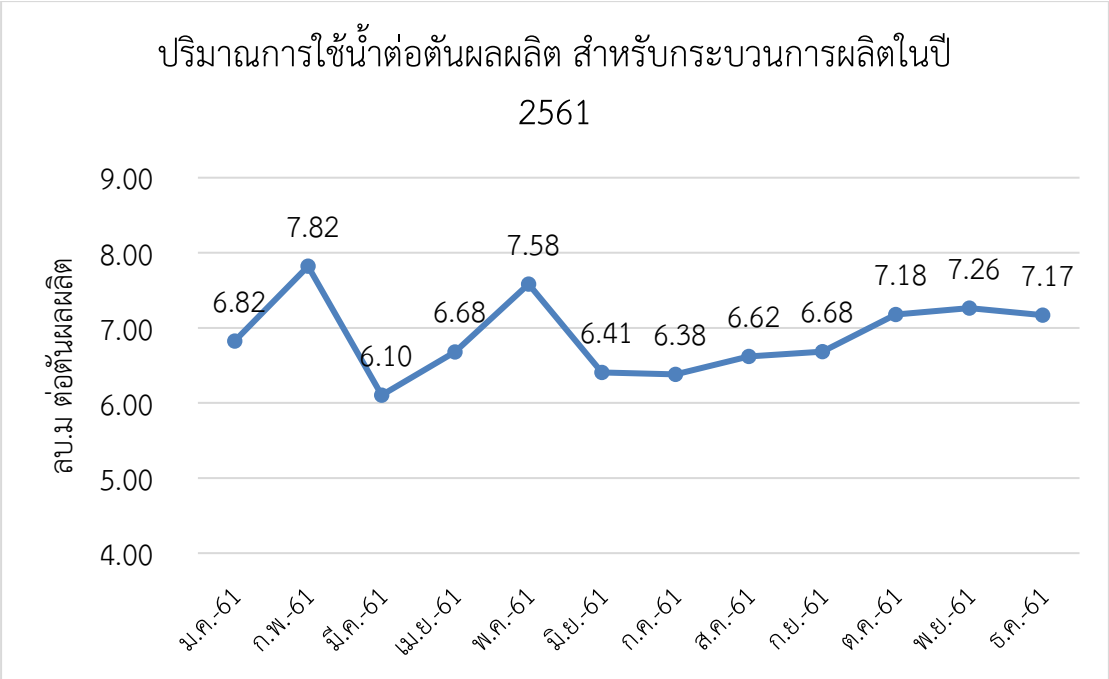
จากการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นของปริมาณการใช้น้ำ พบว่าโรงงานมีมิเตอร์วัดปริมาณที่จุดหลักๆของการใช้น้ำแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนการผลิต และส่วนที่ใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งในส่วนของกระบวนการผลิตนั้นจะมีมิเตอร์วัดปริมาณการใช้น้ำในแต่ละส่วนของการผลิต แต่ในส่วนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียนั้น ไม่มีมิเตอร์วัดปริมาณน้ำในส่วนต่างๆ หรือในกิจกรรมต่างๆ

ทำให้ยากต่อการศึกษาสัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย จากการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของโรงงาน พบว่าความต้องการใช้น้ำรวมของโรงงานต่อตันผลผลิตมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังรูปที่ 1-4 โดยโรงงานได้ตั้งเป้าหมายสำหรับการใช้น้ำรวมของโรงงานต่อตันการผลิตอยู่ที่ 8.25 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต แต่ผลการใช้น้ำรวมของโรงงานต่อตันผลผลิตของปี 2561 เท่ากับ 8.51 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ซึ่งเป็นการใช้น้ำที่เกินเป้าหมายของโรงงาน 0.26 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต

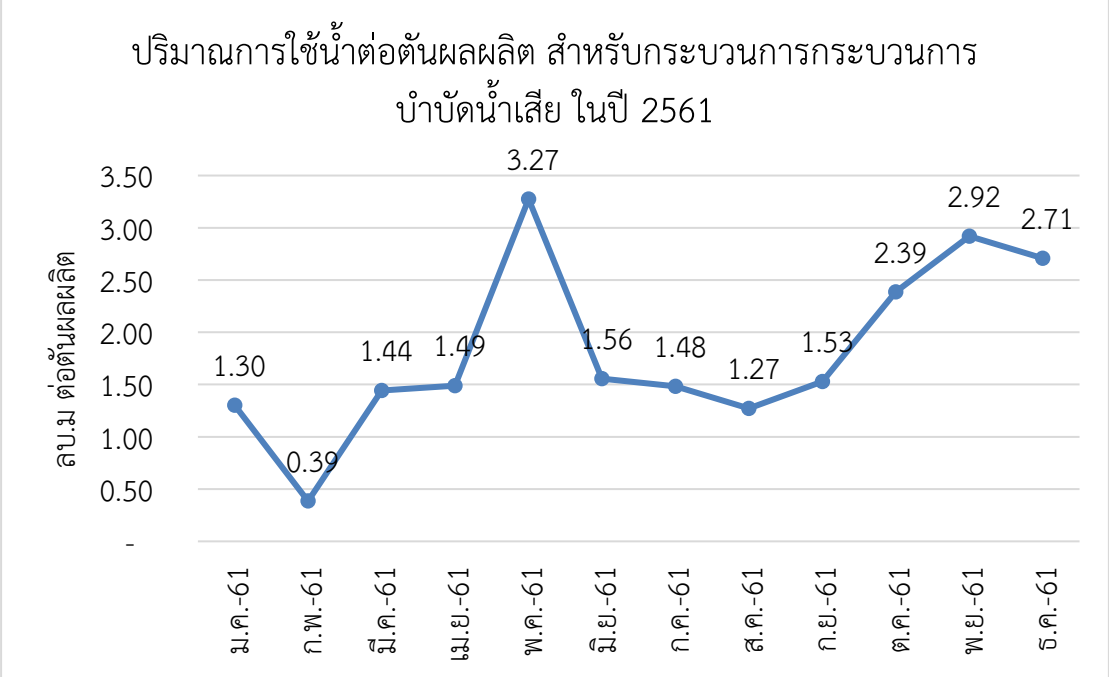


รูปที่ 1-4 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของโรงงานต่อตันผลผลิต

จากการศึกษาปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตทั้งสำหรับกระบวนการผลิต และกระบวนการบำบัดน้ำเสียพบว่า ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 1-4, 1-5 และ รูปที่ 1-6) ซึ่งจากการตรวจสอบเบื้องต้นพบว่าปริมาณการใช้เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วงเดือนตุลาคมจนถึงเดือนธันวาคม พบสาเหตุหลักที่ทำให้ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจาก ณ เวลานั้นทางโรงงานลดกำลังการผลิตลง ทำให้สัดส่วนตัวหารของปริมาณน้ำลดลง ในขณะที่ปริมาณน้ำใช้ยังมีค่าใกล้เคียงเดิม เนื่องจากมีบางจุดที่มีการใช้น้ำที่ไม่สามารถลดปริมาณการใช้ตามการผลิตได้ เช่น น้ำหล่อเย็นอุปกรณ์เครื่องจักร กิจกรรมการทำความสะอาด และในเดือนพฤษภาคม มีการใช้น้ำสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเป็นเดือนที่แผนกบำบัดน้ำเสียมีปัญหาในการบำบัดน้ำทำให้จำเป็นต้องมีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เป็นต้น



รูปที่ 1-5 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิต สำหรับกระบวนการผลิตในปี 2561



รูปที่ 1-6 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิต สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียในปี 2561

จากเหตุผลดังกล่าวจึงนำไปสู่การศึกษารายละเอียดการใช้น้ำในโรงงาน ซึ่งน้ำที่ทางโรงงานนำมาใช้ในกระบวนการผลิตและใช้ในกิจกรรมต่างๆ นั้นเป็นน้ำบาดาล ที่ซื้อมาจากนิคมอุตสาหกรรม และนำมากักเก็บไว้ในถังเก็บน้ำเพื่อรอการใช้งานภายในโรงงาน ทั้งในด้านการผลิตผลิตภัณฑ์

และการใช้ในกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งทางโรงงานยังไม่มีการจัดทำโครงการลดปริมาณการใช้น้ำอย่างจริงจัง แต่ก็มีการหมุนเวียนน้ำใช้อยู่บ้างในบางกิจกรรม เช่น การนำน้ำที่ผ่านกระบวนการหล่อเย็นผลิตผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นน้ำที่ค่อนข้างสะอาด มาใช้ในการล้างพื้น ล้างมือ เป็นต้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การลดการใช้น้ำ และปรับปรุงการใช้น้ำให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดในการบริหารจัดการโรงงานอุตสาหกรรม และเป็นแนวทางในการปรับปรุงงานสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆ ต่อไปด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำของโรงงาน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต) ลงอย่างน้อย 10%

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณการใช้น้ำในแต่ละจุดของกระบวนการผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งใน จังหวัดสงขลา โดยการศึกษาข้อมูลจากมิเตอร์วัดน้ำโดยตรง
2. ศึกษาปริมาณการใช้น้ำในแต่ละจุดของกระบวนการบำบัดน้ำเสียในกระบวนการผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งใน จังหวัดสงขลา โดยการศึกษาข้อมูลจากการเก็บข้อมูล
3. ผู้ให้ข้อมูลการใช้น้ำคือ เจ้าของกิจการหรือผู้จัดการทั่วไป หัวหน้าฝ่ายวิศวกร หัวหน้าฝ่ายหรือพนักงานระดับปฏิบัติการในพื้นที่ศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ทราบแนวทางในการปรับปรุง การลดปริมาณการใช้น้ำในการผลิต
2. ทำให้ทราบปริมาณน้ำใช้และอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยแต่ละจุด/แผนกต่อตันผลผลิต
3. เป็นแนวทางให้สำหรับงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการใช้น้ำ

เดชา สีดูกา (2556) การใช้น้ำของโรงแรม กรณีศึกษาจังหวัดภูเก็ต การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำของโรงแรมในจังหวัดภูเก็ต จำนวน 8 แห่ง และเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำและสัดส่วนการใช้น้ำใน 3 พื้นที่ที่มีการใช้น้ำสูง ตลอดจนประเมินแนวปฏิบัติการใช้น้ำ อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยคำนวณจากข้อมูลปริมาณน้ำใช้รายเดือนของโรงแรมและอัตราการเข้าพักระหว่างเดือนจำนวน 32 เดือน [10] การใช้น้ำใน 3 พื้นที่ของโรงแรมประมาณค่าจากอัตราการไหลของน้ำผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ระยะเวลาและความถี่ในการใช้อุปกรณ์ในแต่ละพื้นที่ รวมถึงจำนวนผู้ใช้บริการ วิธีการวิจัย คือ ใช้แบบสอบถาม โดยมีแบบสัมภาษณ์ที่ส่งให้ผู้ประกอบการโรงแรมพิจารณาประกอบการเข้าร่วมโครงการ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงใช้การสังเกตและการตรวจวัดข้อมูล รวมระยะเวลาประมาณ 8 เดือน ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ห้องพักแขกมีอัตราและสัดส่วนการใช้น้ำสูงสุดเท่ากับ 200-713 ลิตร/คน/วัน (ร้อยละ 22-64) รองลงมาคือพื้นที่สระว่ายน้ำ เท่ากับ 90-300 ลิตร/คน/วัน (ร้อยละ10-25) และพื้นที่ห้องครัว-อาหารเท่ากับ 54-200 ลิตร/คน/วัน (ร้อยละ 5-16) การประเมินแนวปฏิบัติการใช้น้ำใช้เกณฑ์การวัดมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมของโรงแรมของ ECOTEL พบว่า โรงแรมขนาดกลางส่วนใหญ่มีแนวปฏิบัติอยู่ในระดับพอใช้ แนวปฏิบัติที่ควรปรับปรุงในทุกโรงแรมเรียงตามลำดับพื้นที่ คือพื้นที่สระว่ายน้ำ ห้องพักแขก และห้องครัว-อาหาร หมวดรายการที่ควรปรับปรุงสูงสุด คือ อุปกรณ์และสุขภัณฑ์ (ควรเป็นประเภทประหยัดน้ำ) การกำหนดหลักปฏิบัติงานของพนักงานในพื้นที่ การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของแขกในการประหยัดน้ำ การบำรุงรักษา และการฝึกอบรม เพื่อสร้างความตระหนักรู้แก่พนักงาน ตามลำดับ

ชวัลชร สมละออก (2550) วิเคราะห์การใช้กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า ปริมาณการใช้น้ำ และลดปริมาณขยะมูลฝอยในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา โรงเรียนสุเหร่าทรายกองดิน สำนักงานเขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร การศึกษาสำรวจครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ และปริมาณขยะมูลฝอยในโรงเรียน ภายในระยะเวลา 2 เดือน [11] โดยแนวทางในการศึกษาวิจัยจัดทำเป็น 2 ส่วน คือ 1. การศึกษาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างความรู้เกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ และขยะมูลฝอยในโรงเรียน 2. การศึกษา วิจัยด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้มาสร้างจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้ง 2 ส่วนจะต้องมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน โดยวิธีการวิจัย คือ การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจและแบบสอบถาม จากผลการศึกษาดังกล่าวด้านการใช้น้ำพบว่าปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 53.62 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค และละหมาด คิดเป็นร้อยละ 95.55 และ 4.5 ต่อวันตามลำดับ และเมื่อนำมาตรการประหยัดน้ำมาใช้ ปรากฏว่ามีปริมาณการใช้น้ำลดลงในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 36.9 และผลการฝึกอบรมกลุ่มตัวอย่าง พบว่า นักเรียนที่ผ่านการฝึกอบรมด้านบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่อง เยาวชนรักษ์สิ่งแวดล้อมในโรงเรียน มีความตระหนัก มีความรู้ความเข้าใจ

ทักษะ และเจตคติ เกี่ยวกับปัญหาการใช้น้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการติดตามประเมินผลหลังดำเนินการฝึกอบรม 1 เดือน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้น้ำที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาด

พัชรินทร์ สรรเพชร (2553) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋อง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ความรู้ด้านเทคโนโลยีสะอาด สำหรับลดปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตทูน่ากระป๋อง [12] การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด โดยอาศัยข้อมูลทุติยภูมิของโรงงาน เพื่อเป็นตัวแทนในการสำรวจการศึกษา และได้เข้าไปศึกษาเชิงสำรวจกระบวนการผลิตต่างๆ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การสำรวจปริมาณน้ำใช้จากมาตรวัดน้ำโดยตรง และจากวิธีนาฬิกาจับเวลา และการตรวจหาสาเหตุโดยใช้แผนผังก้างปลา การวิเคราะห์เชิงลึกด้วยวิธีการทำไม-ทำไม การจัดลำดับความสำคัญด้วยแผนภาพพาเรโต และการศึกษาความเป็น ไปได้ทางเทคนิคด้วยการใช้แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด จากผลการศึกษา สามารถสรุปแนวทางที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ทันที ได้แก่ 1. กระบวนการละลายปลา มีแนวโน้มการปรับปรุงโดยการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้บุคลากรในโรงงานตระหนักถึงความสำคัญของการใช้ทรัพยากรน้ำ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งทำให้ลดการใช้น้ำร้อยละ 0.5 และการศึกษาแนวทางการติดตั้งสัญญาณเตือน ทำให้ลดการใช้น้ำร้อยละ 0.54 2. กระบวนการผ่าท้องปลา มีแนวโน้มการปรับปรุงโดยการเติมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในน้ำที่ใช้ล้างพื้น ทำให้ลดการใช้น้ำร้อยละ 3.24 และการจัดทำพื้นที่สำหรับทำความสะอาดชุดกันเปื้อนโดยใช้หัวฉีดชำระ ซึ่งทำให้ลดการใช้น้ำร้อยละ 0.72 ตามลำดับ และแนวทางที่ต้องศึกษาอย่างละเอียด พบว่าการนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ ในกระบวนการละลายปลาก่อนให้เกิดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพ ทำให้ลดน้ำใช้ร้อยละ 66 เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ จากต้นทุนการปรับปรุงพื้นที่และอุปกรณ์ ประมาณ 1,501,514 บาท โดยมีระยะคืนทุนเป็นเวลา 2 ปี 5 เดือน ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋องอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้

พิทยา ภูสง่า (2549) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำในโรงพยาบาลกาฬสินธุ์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำในโรงพยาบาล [13] โดยศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และระยะเวลาในการคืนทุนของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดระหว่าง การรณรงค์ประหยัดน้ำโดยติดสติ๊กเกอร์ประหยัดน้ำป้ายบอร์ดประชาสัมพันธ์ และเสียงตามสายโรงพยาบาล คิดเป็นเงินลงทุนเท่ากับ 560 บาท และข้อเสนอการใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำโดยเปลี่ยนก๊อกน้ำแบบหมุนเปิด-ปิดเป็นแบบกดจำนวน 8 อัน ฝักบัวอาบน้ำ 4 อัน และลูกลอยควมคุมการปิดเปิดน้ำ 12 อัน คิดเป็นเงินต้นทุนเท่ากับ 1,890 บาท แล้วเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการนำเอาข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ โดยเลือกอาคารที่มีการใช้น้ำปริมาณมากที่สุดของโรงพยาบาลกาฬสินธุ์ จำนวน 1 อาคาร เป็นอาคารกรณีศึกษา จากผลการศึกษาดังกล่าว ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดทั้ง 2 ข้อคือ การรณรงค์ประหยัดน้ำและการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำ สามารถลดปริมาณการใช้น้ำในโรงพยาบาลได้จริง และข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดเรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำ น่าจะมีความเหมาะสมมากกว่า ในการนำมาปฏิบัติ

เพราะสามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้มากกว่า ให้ผลประโยชน์ตอบแทนมากกว่าและมีระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าการรณรงค์ประหยัดน้ำ คือ เท่ากับ 1.7 เดือน ส่วนการรณรงค์ประหยัดน้ำมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.04 เดือน

อรัญ หันพงศ์กิตติกูล (2547) ได้ศึกษาการลดมลพิษในโรงอาหารทะเล โรงงานน้ำยางข้น และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม จากโรงงานอาหารทะเล 5 โรงงาน โรงงานน้ำยางข้น 4 โรงงาน และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม 4 โรงงาน [14] เน้นการศึกษาการใช้น้ำและพลังงานโดยอาศัยหลักการเทคโนโลยีสะอาด สำหรับโรงงานอาหารทะเลพบจุดเคาะบล๊อกมีการสูญเสียน้ำมาก ใช้การปรับวาล์วให้เหมาะสม สามารถลดการใช้น้ำสำหรับปลาหมึกแช่แข็งได้ 4.20 ลบ.ม/ตันวัตถุดิบ โรงงานกุ้งแช่เยือกแข็งนำน้ำเคาะบล็อกไปใช้ในการล้างคอยล์เย็นของตู้แช่เยือกแข็ง ประหยัดน้ำได้ 21.3 ลบ.ม/วัน สำหรับโรงงานอาหารทะเลบรรจุกระป๋องนั้นได้มีการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอยู่แล้ว การลดปริมาณน้ำใช้จึงทำได้เพียงเล็กน้อย โรงงานน้ำยางข้นเน้นการใช้น้ำล้างถังด้วยเครื่องฉีดความดัน (180 บาร์) เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำลง และโรงงานน้ำมันปาล์ม ได้นำน้ำนึ่งปาล์มที่ปล่อยให้น้ำมันลอยตัวและแยกกากตะกอนต่างๆ ออกแล้วกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต โดยมีน้ำนึ่งปาล์มประมาณ 0.28 ลบ.ม/ตัน ทำให้ลดการใช้น้ำและลดปริมาณน้ำเสียได้

ฐาปนันดร์ เขียวสังข์ (2555) ได้ศึกษาเรื่องการลดของเสียในกระบวนการผลิตการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยใช้เทคโนโลยีสะอาด งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก [15] โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ ในการค้นหาสาเหตุและเพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ใบตรวจสอบ (Check sheet) ทำการสำรวจสภาพของเสีย และเก็บข้อมูลจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตจากแผนกตรวจสอบ จากนั้นแจกแจงปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต และแสดงความถี่ของปัญหา เพื่อแยกความสำคัญตามลำดับด้วยกฎ 80:20 ในการเลือกแก้ไขส่วนที่มีของเสียมากที่สุด แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ปัญหานั้นด้วยแผนภูมิก้างปลา เพื่อวางมาตรการแก้ไขปัญหาจากการระดมความคิด แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการปรับปรุง ผลการดำเนินการปรับปรุงสามารถลดการเกิดปัญหาของเสียจากเดิม 1.53% ลดลงเป็น 0.53% และคิดเป็นมูลค่าสามารถลดได้ถึง 74,862 บาทต่อปี

นครินทร์ เทอดเกียรติกุล (2558) ได้ศึกษาเรื่องการจัดการการใช้น้ำสำหรับกระบวนการย้อมในอุตสาหกรรมผลิตพรมตามแนวทางเทคโนโลยีสะอาด โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบริหารการใช้น้ำในกระบวนการย้อมโดยประยุกต์ใช้แนวทางเทคโนโลยีสะอาด [19] โดยประเมินหาสาเหตุการสูญเสียโดยใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาพบว่าแนวทางการลดความสูญเสียมี 3 แนวทางซึ่งประกอบด้วย 1) การปรับปรุงการล้างหม้อย้อมโดยใช้กล่องแทนที่น้ำเพื่อลดปริมาตรช่องว่างในหม้อย้อม 2) การใช้ประโยชน์น้ำสูญเสียจากไอน้ำกลั่นตัว และ 3) การใช้น้ำซ้ำในการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก โดยแนวทางที่ 2 และแนวทางที่ 3 สามารถใช้น้ำซ้ำโดยตรงภายในกระบวนการได้โดยไม่ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม ผลจากการคาดการณ์แนวทางข้างต้นสามารถลดการใช้น้ำและสารเคมีเท่ากับ 1,728.94 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และ 985.2 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับคิดเป็นเงิน 238,803 บาทต่อปี

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดพบว่าการศึกษาการลดปริมาณการใช้น้ำ มีการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำจากมาตรวัดน้ำโดยตรง การใช้แบบสำรวจ แบบสอบถาม การสังเกตการณ์และการวัดอัตราการไหลโดยการจับเวลา เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้น้ำในจุดที่ศึกษา จากนั้นจึงศึกษาแนวทางการลดปริมาณการใช้น้ำโดยใช้เทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ พบว่า การใช้น้ำซ้ำการลดปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งกำเนิด ด้วยวิธีการปรับปรุงวิธีการทำงาน การกำหนดหลักการปฏิบัติงาน การบำรุงรักษา การรณรงค์และการสร้างความตระหนักในการประหยัดน้ำ สามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้

2.2 วิธีผลิตยางรถยนต์

กระบวนการผลิต

1. วัตถุดิบ

อุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์ในประเทศไทยนั้นใช้วัตถุดิบยางพาราจากประเทศไทย เพราะประเทศไทยได้รับการยอมรับจากนานาประเทศว่าสามารถผลิตยางพาราที่มีคุณภาพมากที่สุดในโลก ส่งผลส่งให้ยอดส่งออกยางดิบของไทยติดอันดับ 1 ใน 3 ของโลก ซึ่งแหล่งผลิตยางที่มีคุณภาพนั้นอยู่ที่ภาคใต้ของประเทศไทย ปัจจุบันขยับศักยภาพการผลิตด้วยการขยายพื้นทีปลูกยางไปยังภูมิภาคอื่นๆ ทั่วประเทศ โดยการสนับสนุนของภาครัฐ จึงทำให้มียางพาราที่มีคุณภาพสูงมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตยางเส้นสำเร็จรูปได้เป็นจำนวนมาก และเพียงพอต่อความต้องการตลอดทั้งปี และทำให้ต้นทุนในการผลิตยางเส้นนั้นลดน้อยลง และสามารถส่งเสริมให้คนไทยมีอาชีพได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยังมียางสังเคราะห์ ผ้าใบและเส้นลวด ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้จะเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตที่จะให้ได้ออกมาเป็นยางแต่ละชนิดตามความต้องการของผู้บริโภค

2. กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตตามขั้นตอนซึ่งมี 7 ขั้นดังนี้

1) ขั้นตอนการผสมยาง (Banbury Mixing) เครื่องผสมยางเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการผลิต ยางดิบ (ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์) และสารเคมีจะถูกนำไปบดผสมกันภายในห้องผสมที่มีการควบคุม อุณหภูมิ ความดัน และเวลาตามที่สูตรกำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ยางที่มีคุณสมบัติทั้งทางด้านกายภาพและเคมีตามต้องการ สูตรที่ใช้ในการผสมจะแตกต่างกันไปตามหน้าที่ของส่วนประกอบที่จะนำไปผลิต

2) ขั้นตอนการบดยาง (Milling) ยางที่ได้จากขั้นตอนการผสมยาง (Banbury Mixing) จะถูกนำมาผ่านเครื่องบด เพื่อให้ได้ยางที่เป็นแผ่นยาวๆ โดยอาศัยแรงกดของการหมุนลูกกลิ้ง 2 ตัว ที่มีทิศทางการหมุนและความเร็วที่แตกต่างกัน

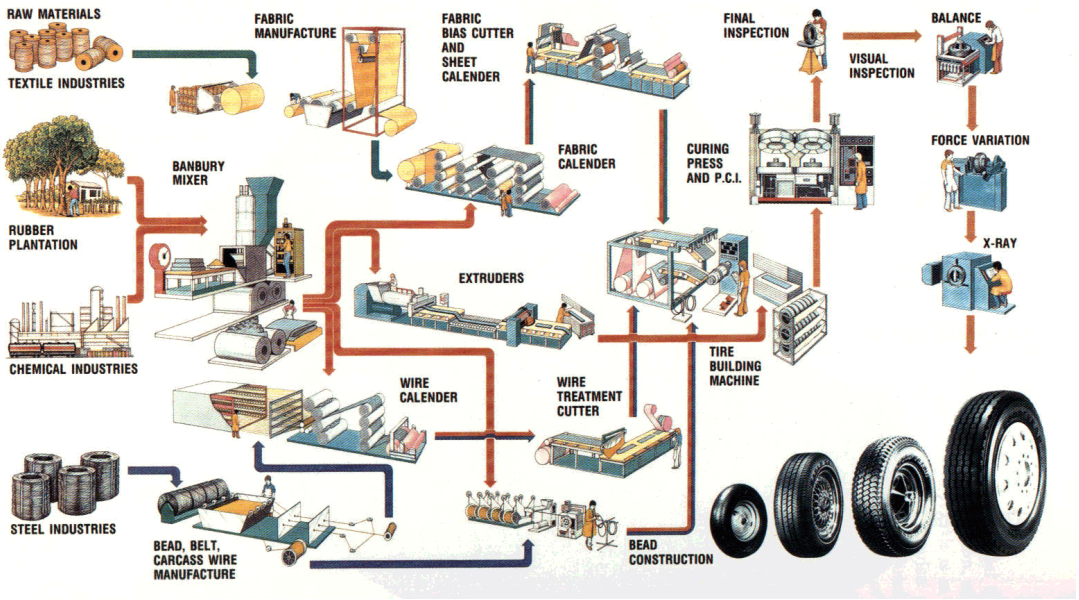
3) ขั้นตอนการกดอัด และการฉาบผ้าใบ (Extruding and Calendering) หลังจากผ่านขั้นตอนการบดยาง (Milling) ยางก็จะถูกนำมาสู่ขั้นตอนการกดอัดให้เรียบ โดยใช้เครื่องฉาบผ้าใบ (Calender Machine)

4) ขั้นตอนการขึ้นรูปยาง (Component Assembly) การขึ้นรูปยางต้องใช้กระบวนการที่อาศัยเครื่องจักรอัตโนมัติที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เครื่องจักรนี้จะประกอบด้วยล้อหมุน (Rotating Drum) ซึ่งจะใช้ในการขึ้นรูปยาง และส่วนที่เป็นตัวป้อนยางให้กับเครื่องสร้างยาง)

5) ขั้นตอนการสร้างยาง (Building) เครื่องสร้างยาง (Tyre Building Machine) นับว่าเป็นเครื่องที่มีความสำคัญมากในขบวนการผลิตยาง เพราะใช้ในการประกอบส่วนต่างๆ ของยางที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น ให้เป็นโครงยางดิบ (Green Tyre) เครื่องสร้างยางได้รับการออกแบบให้เหมาะสมและทันสมัยอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ส่วนประกอบต่างๆ ของยางจะถูกนำมาประกอบกันเข้าตามลำดับทีละชิ้น ตรงตำแหน่งต่างๆ ที่ได้มีการออกแบบไว้อย่างเที่ยงตรง เพื่อให้ได้ขนาดและคุณภาพของยางตามต้องการ

6) ขั้นตอนการอบยาง และขบวนการวัลคาไนซ์ (Curing and Vulcanizing) ในขั้นตอนนี้คนงานจะเป็นผู้นำโครงยางดิบ (Green Tyre) เข้าสู่เครื่องอบยาง (Curing Press) ซึ่งการอบยาง และขบวนการวัลคาไนซ์ จะทำให้ยางที่เหนียวและมีความยืดหยุ่นมากเกินไป เปลี่ยนเป็นยางที่มีความแข็ง ลดความยืดหยุ่นให้น้อยลง และให้มีความทนทานมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ในการอบยางจะต้องมีการควบคุมเวลา อุณหภูมิ ความดัน และการไหลของน้ำร้อนให้พอเหมาะที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ที่สมบูรณ์

7) ขั้นตอนการตรวจสอบ (Inspection and Finishing) ยางที่อบเสร็จแล้วทุกชนิดจะต้องผ่านการตรวจสอบทุกเส้น ก่อนที่จะส่งเข้าคลังสินค้า (Warehouse) และลูกค้าต่อไป การตรวจสอบจะครอบคลุมถึงรูปลักษณ์ (Appearance) และตำหนิต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับตัวยาง รวมทั้งทำการคัดแยกส่วนที่เป็นยางเสียออกไป



รูปที่ 2-1 วิธีการผลิตยางรถยนต์

ที่มา: การแปรรูปผลผลิตยางพารา (ล้อรถยนต์ หมอนรองรางรถไฟ) การถ่ายโอนความรู้จากผู้เกษียณ ปี 2555

3. เทคโนโลยีการผลิตยางคอมปาวด์

ยางคอมปาวด์ (Rubber compound) คือ ยางที่มีการผสมสารเคมีต่างๆ เช่น สารวัลคาไนซ์ สารตัวเร่งปฏิกิริยา สารตัวเติม เป็นต้น พร้อมที่จะนาไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นยางล้อ ถุงมือยาง ถุงยางอนามัย ยางรองคอสะพาน ท่อยาง ยางรัดของ ฯลฯ การจะผลิตยางคอมปาวด์ต้องอาศัยเทคโนโลยีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการออกสูตรเคมียางและการผสมยาง เพื่อให้ได้ยางคอมปาวด์ที่นำไปขึ้นรูปและคงรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางที่มีสมบัติตามที่ต้องการ

3.1 การออกสูตรเคมียาง (Compounding formulation)

การออกสูตรเคมียางให้เหมาะสมนั้นนับเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญอย่างมากในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง เนื่องจากจะส่งผลต่อสมบัติหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยาง ดังกล่าว การออกสูตรเคมียางที่ดีนั้น ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับสมบัติและการใช้งานของยางแต่ละชนิดโดยละเอียด ต้องรู้หน้าที่กลไกการทางานของสารเคมีต่างๆ ที่จะผสมลงไปในยางเป็นอย่างดี รวมทั้งต้องมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักรที่จะใช้ในการผสมและการแปรรูปด้วย

จุดประสงค์หลักของการออกสูตรเคมียาง ได้แก่

1. เพื่อให้สามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ (Processability)
2. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีสมบัติตามที่ต้องการ (Properties)
3. เพื่อควบคุมต้นทุน/ ราคาตามที่ต้องการ (Price)

โดยทั่วไปส่วนประกอบต่างๆ ในสูตรเคมียาง ประกอบด้วย

1. ยาง (Rubber)
2. สารวัลคาไนซ์ (Vulcanizing agent)
3. สารตัวเร่งปฏิกิริยา (Accelerator)
4. สารกระตุ้นปฏิกิริยา (Activator)
5. สารป้องกันการเสื่อมสภาพ (Antidegradants)
6. สารตัวเติม (Fillers)
7. สารทาให้ยางนิ่มและสารช่วยในกระบวนการผลิต (Plasticizers and processing aids)
8. สารอื่นๆ

3.2 การผสมยาง (Mixing)

เมื่อออกสูตรเคมียางเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดมา คือ การผสมยางกับสารเคมียางเข้าด้วยกันโดยใช้เครื่องผสมซึ่งอาจจะเป็นเครื่องผสมระบบปิดหรือระบบเปิดก็ได้ ยางที่ผ่านการผสมสารเคมีแล้วจะเรียกว่า “ยางคอมปาวด์ (Rubber compound)” การผสมยางนี้ก็เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อสมบัติและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากถ้าสารเคมีที่เติมลงไปในยางกระจายตัว (Distribution) หรือแตกตัว (Dispersion) ได้ไม่ดี ก็จะส่งผลโดยตรงต่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การใช้กระบวนการผสมที่แตกต่างกัน เช่น การใช้เครื่องผสมคนละชนิดกัน การใช้สภาวะการผสมที่แตกต่างกัน หรือแม้แต่การจัดลาดับการเติมสารเคมีลงไปในเครื่องผสมที่แตกต่างกัน ย่อมจะส่งผลทาให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติที่แตกต่างกันด้วยแม้ว่าจะเป็นยางสูตรเดียวกันก็

ตาม ดังนั้น ผู้ผลิตจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของการผสม โดยนำยางคอมปาวด์ที่ได้จากการผสมแต่ละครั้ง (Batch) ไปทดสอบความหนืดมูนนี่ (Mooney viscosity) และสมบัติการคงรูปของยาง (Cure characteristics) เพื่อควบคุมคุณภาพให้คงที่

เครื่องผสมยาง

เนื่องจากเทคโนโลยีการผสมยางให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพคงที่ตามที่ต้องการนั้นมีปัจจัยที่ต้องพิจารณามากมายและต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในกลไกการผสม ได้แก่ การเข้าไปในเนื้อยางของสารตัวเติม (Incorporation หรือ wetting) การกระจายตัวของสารตัวเติมในยาง (Distribution) และการแตกตัวของสารตัวเติม (Dispersion) รวมไปถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณที่ผสม ตลอดจนลำดับการใส่สารเคมี ที่มีต่อการใช้เครื่องผสมยางต่างชนิดกัน (เครื่องผสมระบบปิด เครื่องผสมระบบเปิด หรือเครื่องผสมแบบต่อเนื่อง) ดังนั้น ในที่นี้จะกล่าวถึงตัวอย่างเครื่องผสมยางแต่เพียงคร่าวๆ เพื่อให้พอทราบถึงลักษณะการทำงานของเครื่องผสมยาง โดยเครื่องผสมยางแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องผสมยางแบบไม่ต่อเนื่องหรือแบบแบตช์ (Batch mixer) ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ระบบ ได้แก่
   1.1 ระบบเปิด ได้แก่ เครื่องผสมยางแบบ 2 ลูกกลิ้ง (Two-roll mill)
   1.2 ระบบปิด แบ่งตามลักษณะของโรเตอร์ ออกเป็น 4 แบบ ได้แก่
      1.2.1 เครื่องผสมระบบปิดแบนบูรี่ (Banbury internal mixer)
      1.2.2 เครื่องผสมระบบปิดแบบอินเตอร์มิกซ์ (Intermix internal mixer)
      1.2.3 เครื่องผสมระบบปิดแบบที่ปรับระยะห่างระหว่างโรเตอร์ได้ (Variable intermeshing clearance internal mixer)
      1.2.4 เครื่องผสมระบบปิดอื่นๆ ได้แก่ เครื่องนวดยางหรือนีดเดอร์ (Kneader)
2. เครื่องผสมยางแบบต่อเนื่อง (Continuous mixer) ได้แก่ เครื่องผสมแบบเกลียวหนอนเดี่ยว (Single screw)

2.3 ทฤษฎีเทคโนโลยีสะอาด

การจัดการสิ่งแวดล้อมในอดีตที่ผ่านมามุ่งเน้นการบำบัดมลพิษที่ปลายทางหรือปลายท่อ (End of pipe) เป็นส่วนใหญ่ เช่น การบำบัดน้ำเสีย มลพิษทางอากาศและกากของเสียต่างๆ เป็นต้น ด้วยหวังว่าการกำจัดและควบคุมปริมาณมลพิษที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมนั้นจะสามารถยับยั้งหรือชะลอการเสื่อมถอยของสภาพแวดล้อมจากมลพิษที่ปล่อยออกได้ อย่างไรก็ดี เป็นที่ทราบทั่วไปว่าสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันกำลังเสื่อมโทรมลงทุกขณะซึ่งยืนยันถึงความไม่เพียงพอและด้อยประสิทธิภาพของการจัดการมลพิษด้วยการบำบัด นอกจากนี้การบำบัดมลพิษส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายสูงและเป็นภาระของผู้ประกอบการโรงงานอยู่ตลอดเวลา และในมุมมองของผู้ประกอบการเองถือว่าเป็นการลงทุนที่ไม่ก่อให้เกิดผลกำไร ยิ่งไปกว่านั้นของเสียหรือมลพิษที่บำบัดแล้วส่วนใหญ่เป็นเพียงการเปลี่ยนของเสียหนึ่งเป็นอีกสถานะหนึ่งเท่านั้น จึงจัดได้ว่าเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ซึ่งยังไม่ใช่วิธีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าการลงทุน

ดังนั้น การจัดการสิ่งแวดล้อมที่จะมีประสิทธิภาพและสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ ต้องมีแนวคิดที่เปลี่ยนไปจากเดิม โดยมุ่งเน้นที่เป็นการจัดการที่สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ทั้ง 2 ด้านไปพร้อมๆ กัน กล่าวคือ ก่อ ให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบัน ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น จึงได้มีการนำเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) หรือมีชื่ออื่นๆ ที่มีความหมายใกล้เคียงกัน หรือเหมือน กันอีก คือ การป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention) การผลิตที่สะอาด (Cleaner Production) และการลดของเสีย ให้น้อยที่สุด (Waste Minimization) มาใช้ ซึ่งทั้งหมดเป็นการป้องกัน ของเสียที่แหล่งกำเนิดแทนการควบคุมบำบัด และจัดของเสียแบบเดิม ที่เมื่อเปรียบเทียบแล้ว ค่าใช้จ่ายสูงกว่า การใช้เทคโนโลยีสะอาด จะเป็นวิธีการ นำไปสู่มาตรฐาน การจัดการสิ่งแวดล้อม ISO14000 ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการค้าในโลกปัจจุบันด้วย

เทคโนโลยีสะอาด [16] หมายถึง การพัฒนา ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร ธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดผลกระทบ ความเสี่ยงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ด้วยการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตควบคู่กันไป

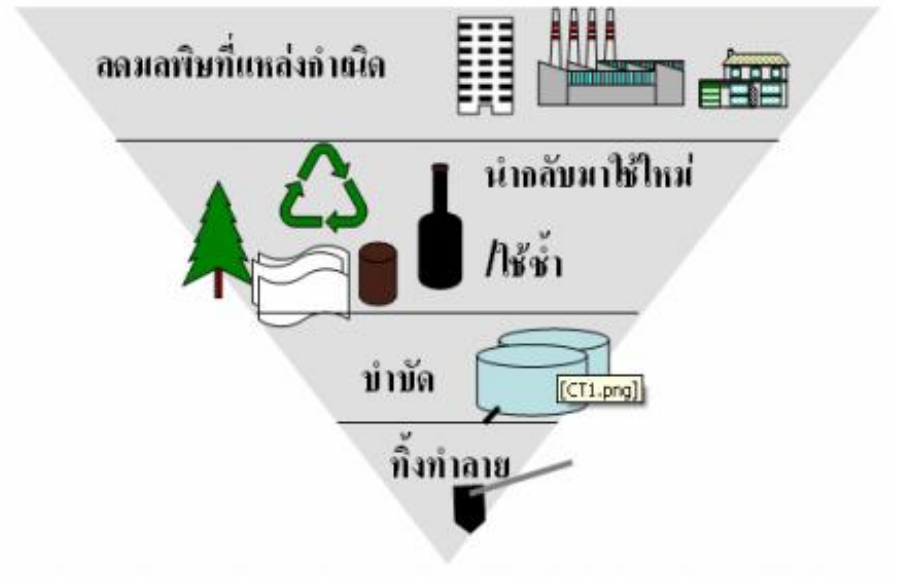
เทคโนโลยีสะอาดจึงนับว่าเป็นการป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention) เป็นการป้องกันของเสียที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตที่แหล่งกำเนิดแทนการควบคุม บำบัด และกำจัดของเสียแบบเดิม ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงกว่า ดังนั้น การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดจึงเป็นทั้งการรักษาสิ่งแวดล้อมและการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตไปพร้อมๆ กันยกตัวอย่าง เช่น การใช้วัตถุดิบที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลงทดแทนวัตถุดิบที่ใช้อยู่เดิม การออกแบบขั้นตอนการผลิตใหม่ การนำของเสียกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) หรือการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เพื่อลดปริมาณของเสียและมลพิษที่จะถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตนั้น

ดังนั้น เทคโนโลยีสะอาดจึงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสร้างการพัฒนา ที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ทำให้สามารถรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ เพื่อเพิ่มผลผลิตคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ประหยัดพลังงาน และขีดความสามารถในการแข่งขันได้อีกด้วย

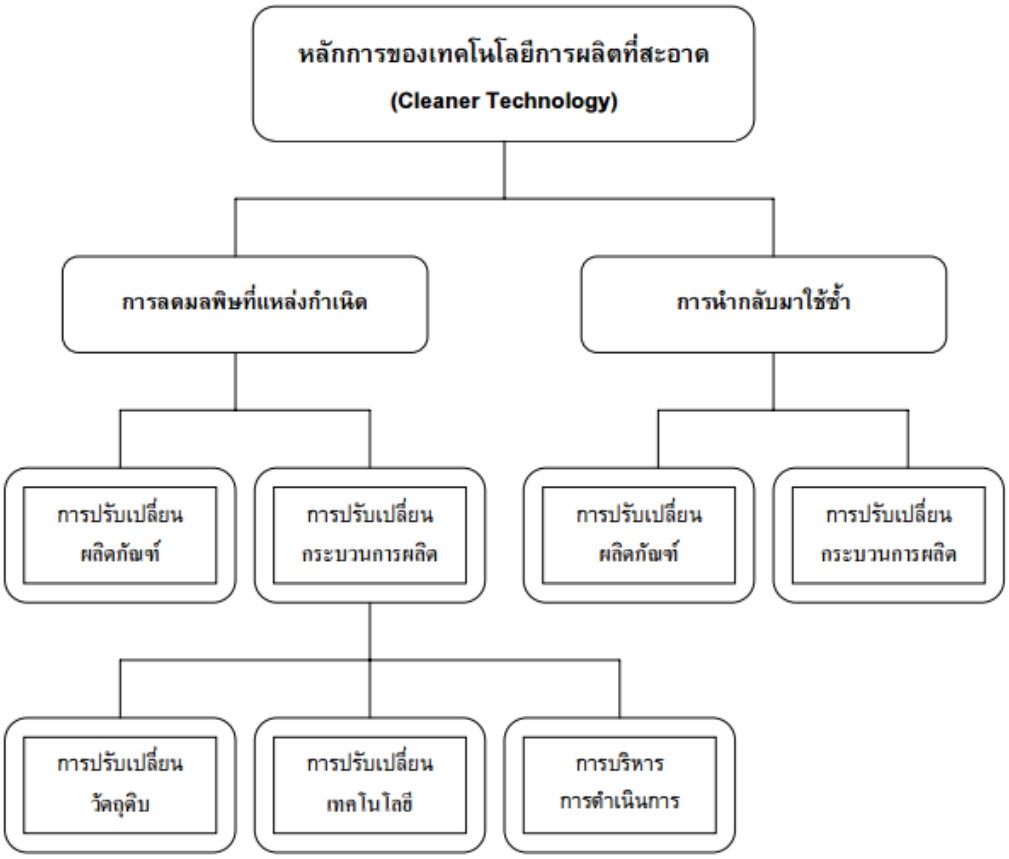
หลักการของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเป็นหลักการป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention) ที่ใช้หลักการลดของเสียเหลือน้อยที่สุด (Waste Minimization) โดยวิธีการแยกสารมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือการเปลี่ยนวัตถุดิบที่ทำให้เกิดผลพลอยได้ที่ไม่เป็นอันตราย รวมทั้งการลดปริมาณและความเข้มข้นขององค์ประกอบในของเสียด้วยการนำไปใช้ซ้ำ (Reuse) หรือการนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle) จนไม่สามารถนำของเสียไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว ก็จะนำไปบำบัดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการต่อไป โดยมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ

และต่อเนื่อง นอกจากนี้ในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้นั้นยังต้องประกอบด้วยทัศนคติที่ดีและการร่วมมือกันอย่างเต็มที่จากบุคคลากรทุกฝ่ายอีกด้วย



รูปที่ 2-2 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย



รูปที่ 2-3 หลักการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มีวิธีดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1. การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด แบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

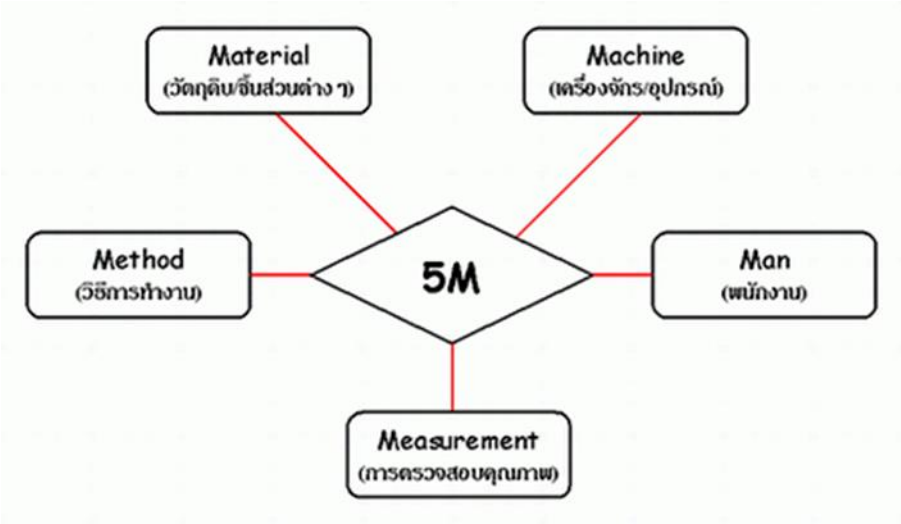
1.1 การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต (Process Change) แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

1.1.1 การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Input Material Change)

เป็นการเลือกใช้วัตถุดิบที่สะอาด หมายถึง คุณสมบัติของวัตถุดิบเองหรือสิ่งปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ สิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ หากเป็นไปได้ควรมีการกำจัดออกตั้งแต่ต้น คือ แหล่งที่มาก่อนที่จะขนเข้าสู่โรงงาน เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต รวมทั้งคุณภาพต้องให้ได้ตามมาตรฐานการผลิตของโรงงานด้วย

1.1.2 การปรับปรุงเทคโนโลยี (Technology Improvement)

เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตหรือการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การปรับปรุงผังโรงงาน การเพิ่มระบบอัตโนมัติ การปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตและการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ เพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุดและถ้าหากของเสียไม่สามารถลดหรือกำจัดได้แล้ว ก็ให้หาวิธีนำเทคโนโลยีเพื่อทำการเคลื่อนย้ายตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมเดิมไปสู่ตัวกลางใหม่ ซึ่งเงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุงมีองค์ประกอบ 5 ประการ (5 M) ดังรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-4 เงื่อนไขในการปรับปรุงเทคโนโลยี

1.1.3 การบริหารการดำเนินงาน (Operational Management)

เป็นการบริหารระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิต ให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิผล ได้แก่ การปฏิบัติที่ดี การจัดการที่ดี การควบคุมรายการวัตถุดิบ การจัดเก็บที่เหมาะสม การวางแผนการผลิต การแยกกำจัดหรือบำบัดของเสียและการฝึกอบรม

1.2 การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ (Product Reformulation)

อาจทำได้โดยการออกแบบให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด หรือมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น เช่น ปรับเปลี่ยนสูตรของผลิตภัณฑ์ เพื่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อผู้บริโภคนำไปใช้ ยกเลิกการใช้ชิ้นส่วน หรือองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และยกเลิกหีบห่อบรรจุที่ไม่จำเป็น เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นอาจมีคุณภาพ รูปลักษณะ ขนาด ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบสิ่งแวดล้อม สามารถทำการปรับปรุงเพื่อลดปัญหาได้ 4 วิธี

1. Product Change Factor เป็นการออกแบบใหม่เพื่อปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยมีเงื่อนไขเทคนิคต่างๆ ที่เหมาะสม
2. Production Change Factor เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิต วิธีการควบคุมสินค้า การเก็บรักษา
3. Market Change Factor ปรับเปลี่ยนวิธีการตลาด ประมาณความต้องการตลาด
4. Marketing Change Factor ปรับปรุงการบริการ การตลาด

2. การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ

โดยปกติควรดำเนินการลดการสูญเสีย ก่อนที่จะหาวิธีนำกลับมาใช้หมุนเวียนหรือนำไปสกัดของมีค่ากลับคืน การหมุนเวียนการใช้ เช่น เมื่อนำทรัพยากรมาผ่านการใช้งานครั้งหนึ่งแล้วยังมีคุณภาพที่จะนำไปใช้งานในขั้นตอนอื่นได้ ก็ควรหาวิธีที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือถ้าใช้ในกระบวนการอื่นไม่ได้อีกแล้วก็จะใช้วิธีการศึกษาเทคโนโลยีเพื่อออกแบบกระบวนการนำทรัพยากรน้ำ วัตถุดิบ หรือพลังงานกลับมาใช้อีก หรือทำให้เกิดผลพลอยได้เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับของเสีย

โรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป สามารถนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปใช้เป็นการพัฒนาขีดความสามารถด้านการผลิต เพื่อให้เกิดการแข่งขันในภาคอุตสาหกรรมทั้งภายในประเทศและการค้าของตลาดโลกได้อย่างแน่นอน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและให้ประโยชน์อย่างมากมาย ซึ่งบางกรณีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติใช้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน แต่ผลที่ได้กลับมาสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มาก หรือถ้ามีการลงทุนก็ต้องได้รับผลตอบแทนภายในระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ที่คุ้มค่าต่อการลงทุน

การนำกลับมาใช้ใหม่ แบ่งออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ

1. การใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน โดยหาทางนำวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพมาใช้ประโยชน์ หรือหาทางใช้ประโยชน์จากสารหรือวัสดุที่ปนอยู่ในของเสีย โดยนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเดิม หรือกระบวนการผลิตอื่นๆ
2. การใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน เป็นการนำเอาของเสียผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อนำเอาทรัพยากรกลับมาใช้อีก หรือเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้

แนวทางของเทคโนโลยีสะอาด

แนวคิดของเทคโนโลยีสะอาด คือการป้องกันมลพิษที่แหล่งกำเนิด และการลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ให้น้อยที่สุด ในการกำจัดมลพิษจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ โดยทำได้ตามขั้นตอนโดยเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย ดังนี้

1. การลดที่แหล่งกำเนิด
2. การใช้หมุนเวียน
3. การบำบัด
4. การปล่อยทิ้ง

การแก้ปัญหาตามแนวทางเทคโนโลยีสะอาดจะเน้นการลดที่ต้นเหตุ กล่าวคือ เน้นที่การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรลง โดยใช้ปริมาณที่พอดีและเหลือเป็นของเสียน้อยที่สุด ของเสียที่ออกมาต้องนำมาผ่านกระบวนการเพื่อจะนำกลับมาใช้ใหม่จะทำให้ลดปริมาณของเสียและต้นทุนของการใช้สารเคมีให้น้อยลง ของเสียที่ยังคงเหลืออยู่ต้องผ่านกระบวนการบำบัดจนมีคุณสมบัติดีพอที่จะปล่อยทิ้งได้ การลดการใช้และการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุจึงเป็นแนวทางหลักของเทคโนโลยีสะอาดมากกว่าการแก้โดยการบำบัดดังเช่นที่ทำกันโดยทั่วไป ซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายของโรงงานอุตสาหกรรมด้วย

เทคนิคของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด จะเน้นการลดที่แหล่งกำเนิดและการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยในการทำจะต้องมีการศึกษาถึงกระบวนการผลิต เพื่อหาแนวทางที่จะปรับปรุงกระบวนการในการลดการใช้และการนำกลับมาใช้ใหม่ของพลังงาน สารเคมี หรือน้ำ ในการเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (CT option) และการดำเนินงานในการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ มีขั้นตอนในการประยุกต์ใช้ตามหลักของเทคโนโลยีสะอาด 5 ขั้นตอน คือ

1. การวางแผนและการจัดองค์กร (Planning & Organization)
2. การประเมินเบื้องต้น (Pre-Assessment)
3. การประเมินผล (Assessment)
4. การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility)
5. การลงมือปฏิบัติ (Implementation)

หลังจากที่มีการตัดสินใจที่จะใช้เทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรม ต้องมีการวางแผนและจัดการ มีการสำรวจข้อมูล ทำการประเมินเบื้องต้น และทำการประเมินในขั้นตอนต่อมา โดยในขั้นตอนการประเมินเบื้องต้นและการประเมินเกี่ยวข้องกับการสร้างแผนภาพกระบวนการผลิต (Process Flow Chart) วิเคราะห์หาสาเหตุและปริมาณของของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาต่อไป โดยทางเลือกที่นำเสนอต้องมีความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์ ไม่มีการลงทุนที่สูงเกินไป และสามารถคืนทุนได้ในระยะสั้น เมื่อวิธีการสอดคล้องกับเศรษฐศาสตร์จึงลงมือปฏิบัติการ และดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

การเริ่มต้นประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด

1. ผู้บริหารเห็นความสำคัญและมีความมุ่งมั่น
2. พนักงานมีความเข้าใจ และเห็นความสำคัญ
3. ระบุสาเหตุ แนวโน้มของปัญหาการใช้ทรัพยากรของเสียและสิ่งแวดล้อม
4. ประเมินวิธีการแก้ไข ปรับปรุงโดยอาศัยความรู้แขนงต่างๆ
5. เริ่มดำเนินการในส่วนที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ หรือคุ้มค่าสูงสุด

ประโยชน์ของเทคโนโลยีสะอาด

ประโยชน์ต่อตัวเอง

1. มีสุขภาพกายที่แข็งแรง ปลอดภัยจากสารพิษต่างๆ เพราะมีสารพิษที่ปล่อยสู่ธรรมชาติ และตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยลง สุขภาพจิตก็ดีด้วย
2. เทคโนโลยีสะอาดทำให้ได้ใช้สินค้าอุตสาหกรรมที่มีคุณภาพสูงขึ้น
3. มีสภาพแวดล้อม ความเป็นอยู่ และคุณภาพชีวิตดีขึ้น เช่น แม่น้ำลำคลองจะสะอาดขึ้นและมีขยะลดน้อยลง
4. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล
5. มีความภาคภูมิใจในผลงานที่มีส่วนทำให้เกิดสิ่งดีๆ ขึ้นในสังคม

ประโยชน์ต่อชุมชน

1. มีความสมานสามัคคีกันระหว่างชุมชนและโรงงานดีขึ้นเพราะเข้าใจปัญหา และร่วมกันหาหนทางแก้ไข
2. ทำให้เกิดสังคมที่น่าอยู่ มีทรัพยากรธรรมชาติเหลือให้ใช้อย่างเพียงพอ เพราะมีการจัดสรรและใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น มีการนำเอาของเสียกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น

ประโยชน์ต่อภาคอุตสาหกรรม

1. ช่วยทำให้เกิดการประหยัดการใช้น้ำ วัตถุดิบ พลังงาน และลดการเกิดมลพิษ โดยกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่และใช้ซ้ำ
2. การปรับปรุงสภาพการทำงาน เทคโนโลยีสะอาดจะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากคนงานมีสุขอนามัยดีขึ้น และลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุต่างๆ
3. การปรับปรุงคุณภาพสินค้า คุณภาพของสินค้าเป็นสิ่งสำคัญของผู้ผลิตภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากต้องแข่งขันในระดับสากล การลดมลพิษ ณ แหล่งกำเนิดทำให้คุณภาพสินค้าดีขึ้น
4.การเพิ่มประสิทธิภาพและกำไรการประหยัดวัตถุดิบและพลังงานนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต ซึ่งเป็นการเพิ่มกำไร และขีดความสามารถในการแข่งขัน
5. เทคโนโลยีสะอาด ทำให้โรงงานเกิดของเสียน้อยลง ง่ายต่อการจัดการและยังปฏิบัติได้ตามมาตรฐานกฎหมายบ้านเมือง
6. การลดต้นทุนการบำบัดของเสีย การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดทำให้มลพิษมีปริมาณลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ต้นทุนการบำบัดของเสียลดลงด้วย
7. การมีภาพพจน์ที่ดีต่อสาธารณชน เทคโนโลยีสะอาดทำให้โรงงานหรือสถานประกอบ การสะอาด และทำให้เป็นเพื่อนบ้านที่ดีกับชุมชนรอบข้าง
8. เทคโนโลยีสะอาดจะลดจำนวนมลพิษจากอุตสาหกรรมลง และเป็นการลดการสะสมตัวของความเป็นพิษต่างๆ ในสิ่งแวดล้อม

ประโยชน์ต่อภาครัฐ

1. เทคโนโลยีสะอาดช่วยแบ่งเบาภารกิจในการติดตามตรวจสอบของภาครัฐ
2. บรรลุตามเป้าหมายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
3. ส่งเสริมภาพพจน์ของประเทศไทยในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและเพิ่มศักยภาพในการส่งออก

2.4 ทฤษฎีแผนผังก้างปลา

แผนผังก้างปลา

แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือเรียกเป็นทางการว่าแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับ สาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) อาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผลในชื่อของ "ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)" เนื่องจากหน้าตา

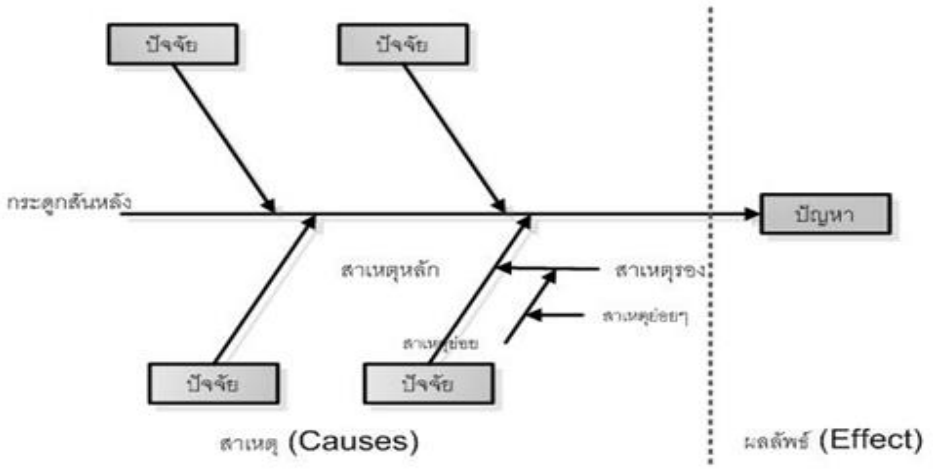
แผนภูมิมีลักษณะ คล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปีค.ศ. 1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุอิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของผังก้างปลานี้ ว่า "เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา เมื่อไรจึงจะใช้แผนผังสาเหตุและผล

1. เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา
2. เมื่อต้องการทำ การศึกษาทำความเข้าใจหรือทำความรู้จักกับ กระบวนการอื่นๆ เพราะว่า โดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผัง ก้างปลาแล้วจะทำ ให้สามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
3. เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผังคือต้องทำ เป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้น ตอน 6 ขั้น ตอนดังต่อไปนี้ [8]

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำ ให้เกิดปัญหานั้น ๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น



รูปที่ 2-5 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล

จากรูปที่ 2-5 ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

- ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
- สาเหตุหลัก
- สาเหตุย่อย

การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

การกำหนดกลุ่มปัจจัยสามารถกำหนดอะไรก็ได้แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่กำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆได้อย่างเป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผล โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

1. M Man คนงานหรือพนักงาน หรือบุคลากร
2. M Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
3. M Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
4. M Method กระบวนการทำงาน
5. E Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

แต่ไม่ได้หมายความว่า การกำหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ปัจจัยนำเข้า (input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place, Procedure, People และPolicy หรือเป็น 4S Surrounding, Supplier, System และ Skill ก็ได้หรืออาจจะเป็น MILK Management, Information, Leadership, Knowledge ก็ได้ นอกจากนั้นหากกลุ่มที่ใช้ก้างปลามีประสบการณ์ในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว ก็สามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาตั้งแต่แรกเลยก็ได้ เช่นกัน

การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ซึ่งหากกำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้ใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา ตัวอย่างการกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสียอัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้นเป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถามทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อยๆ

2.5 ทฤษฎี Why-Why Analysis

Why Why Analysis เป็นเครื่องมือพื้นฐานของการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยหากสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้วปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำอย่างแน่นอน แต่หากปัญหาเดิมเกิดซ้ำ แสดงว่าการวิเคราะห์นั้นมาผิดทาง หรืออาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่ เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงมากหากผู้วิเคราะห์มีความเข้าใจและมีความชำนาญในงานที่ตนทำอยู่รวมถึงความรู้ด้านวิศวกรรม Why-Why Analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ มีขั้นมีตอน ไม่เกิดการตกหล่น

ซึ่งไม่ใช่การคิดแบบคาดเดา วิธีการคิดของ Why-Why Analysis เมื่อมีปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น จะมาคิดกันดูว่าอะไรเป็นปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้มันเกิดโดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” โดยตั้งคำถามไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ปัจจัยที่เป็นต้นตอของปัญหา ปัจจัยที่อยู่หลังสุด จะต้องเป็นปัจจัยที่สามารถพลิกกลับกลายเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพ (เป็นมาตรการป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดขึ้นซ้ำอีก)

ก่อนการวิเคราะห์ด้วย Why-Why Analysis

1. สะสางปัญหาให้ชัดเจน ยึดกุมข้อเท็จจริงให้มั่นก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-Why Analysis จะต้องไปตรวจสอบสถานที่จริง และดูสภาพของจริง อันเป็นที่มาของปัญหาเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน ถ้าไม่สะสางให้ดีจะทำให้การวิเคราะห์กินวงกว้างเกินไป และมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากเกินไป ถึงแม้ได้ผลการวิเคราะห์ออกมาก็ตาม มาตรการที่ตามมาจะมากเกินกว่าที่จะนำมาปฏิบัติได้

2. ทำความเข้าใจในโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่เป็นปัญหา จะต้องทำการแจกแจงส่วนงานที่เป็นปัญหา ให้ออกมาเป็นไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ของชิ้นส่วน แสดงความสัมพันธ์ของหน้าที่ แสดงค่าที่ควรจะเป็นของชิ้นส่วนนั้นๆ กับสภาพที่ใช้งานจริง หรือกล่าวได้ว่าเป็นการเปรียบเทียบ basic condition กับ working condition ฯลฯ ในกรณีของงานทั่วๆ ไป ให้เขียนภาพขั้นตอนหรือการไหลของงาน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ของงานนั้นๆ

วิธีการมองปัญหาของ Why-Why Analysis

1. การมองจากสภาพที่ควรจะเป็นแนวทางแรกนั้นเป็นการค้นหาสาเหตุโดยการนึกภาพขึ้นมาในหัวว่าการจะทำให้ดีนั้น จะต้องมีรูปแบบ ลักษณะ และเงื่อนไขอย่างไร การมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น คือ การเปรียบเทียบวิธีการของตนเองกับสิ่งที่เป็นมาตรฐานหรือเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป “การมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น” เป็นการกำหนดแนวทางในการค้นหาสาเหตุของปัญหาโดยการเปรียบเทียบปัญหาที่เกิดกับสภาพที่ควรจะเป็น หลังจากกำหนดแนวทางได้แล้วก็จะตั้งคำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อยๆ เพื่อค้นหาปัจจัยหรือสาเหตุออกมา

2. การมองจากหลักเกณฑ์หรือทฤษฎี เป็นการมองปัญหาจากการทำความเข้าใจกับหลักเกณฑ์หรือ จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ การมองปัญหาทั้งสองแบบมีข้อแตกต่างหรือข้อควรระมัดระวัง ดังนี้

2.1 ในกรณีที่ปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเข้าใจได้ไม่ยากนัก หรือมีต้นเหตุของปัญหาเพียงหนึ่งสาเหตุควรใช้วิธีการมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น

2.2 ในกรณีที่ปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่สนใจ เกี่ยวข้องกับกลไกที่ค่อนข้างเข้าใจยาก หรือมีต้นเหตุของปัญหาหลายสาเหตุควรเลือกใช้

วิธีการมองปัญหาจากหลักเกณฑ์/ทฤษฎี หลัก Why-Why Analysis 10 ข้อ

1. ใส่เรื่องหลักเพียงเรื่องเดียวในประโยคแสดง “ปรากฏการณ์” หรือ“สาเหตุ”

2. “ทำไม” ต้องสัมพันธ์กับ “ปรากฏการณ์” และตรงตามหลักการ (Genba) และกฎเกณฑ์ (Gensoku)

3. “ทำไม” ที่เขียนขึ้นต้องสัมพันธ์กับเหตุผลไม่ว่าจะอ่านไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ

4. เขียน “ทำไม” เป็นข้อๆ เรียงกันโดยให้ตัวหลังสัมพันธ์กับตัวหน้า ให้ทวนสอบความถูกต้องโดยการอ่านย้อนกลับ

5. สร้างประโยค “ทำไม” ให้ตรงตามเป้าหมายของการวิเคราะห์

6. การเขียน “ทำไม” ที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน (อ่านแล้วเข้าใจง่าย)

7. มีเกณฑ์การใช้คำคุณศัพท์ที่ชัดเจน (กระชับ)

8. อย่าใช้คำว่า “ทำไม” ในด้านความรู้สึกของคน (วัดไม่ได้ ก็ปรับปรุงไม่ได้)

9. ค้นหา “ทำไม” ต่อไป จนแน่ใจว่าจะไม่เกิดเหตุการณ์ซ้ำขึ้นอีก (ต้องทวนสอบ)

10. พิสูจน์ความถูกต้องของ “ทำไม” ที่สถานที่จริง (Genba) และกับของจริง (Genbutsu) ในขั้นตอนนี้สำคัญเป็นอย่างมากในการตรวจสอบความถูกต้อง ของการระดมความเห็น (Brainstorm) รวมถึงการวิเคราะห์ ค้นหาความจริง จากสาเหตุที่เป็นไปได้ ที่หน้างาน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ Why Why Analysis

1. จัดลำดับความสำคัญหัวข้อที่จะทำการปรับปรุงผ่าน Pareto ในขั้นตอนนี้จะเป็นการ เลือกสาเหตุใหญ่ๆมาทำการปรับปรุงผ่านแผนภาพ pareto โดยเลือกปัญหาจาก KPI ทำไมจึงเลือกจาก KPI ก็เพราะว่าการปรับปรุงใดใด หากไม่สอดคล้องกับกลยุทธ์หลักขององค์กรแล้ว จะทำให้การเติบโตขององค์กร เป็นไปได้ช้า

2. เลือกหัวข้อที่จะทำการปรับปรุงหรือแก้ไขหลังจากได้สาเหตุหลัก ที่จะนำมาแก้ไขแล้ว ให้ทำการเขียนปัญหาให้มีความกระชับเข้าใจง่าย

3. จัดตั้งทีมงานที่เกี่ยวข้อง ในส่วนนี้จะเป็นการนำผู้ที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงมาช่วยกันทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ รวมไปถึงพนักงานระดับหน้างานด้วย เพราะเป็นผู้เข้าใจสถานการณ์ดีที่สุด

4. สอบถามสภาพการณ์เบื้องต้น (ตรวจหาความผิดปรกติ) ในขั้นตอนนี้จะมีความสำคัญมาก ในการตรวจหาความผิดปรกติของสถานการณ์ ตัวอย่างเช่น “ห้องประชุมแอร์ไม่เย็น (อุณหภูมิมากกว่า 28 องศา ตลอดการใช้งาน) หากทำการวิเคราะห์ทันที โดยไม่สอบถามสถานการณ์เลย ทุกคนจะมุ่งไปที่ เครื่องทำความเย็นทันที! ทั้ง ๆ ที่เครื่องทำความเย็นอาจจะไม่ได้เสียก็ได้ หากไม่ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ก่อน ในกรณีนี้ คนที่จะต้องถามก่อนใครคือ คนคุมห้องประชุมว่าเมื่อวานแอร์เย็นมั้ย วันก่อนเย็นมั้ย วันนี้กับวันก่อนมีอะไรเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หลังจากสอบถามคนคุมห้องก็บอกว่า วันก่อนยังเย็นอยู่ เมื่อวานก็เย็นอยู่ แต่วันนี้คนเข้าห้องประชุมเยอะมาก แถมเปิดม่านกระจกด้วย เพราะแสงข้างในไม่พอ จากข้อความข้างต้นจะเห็นได้ว่า ขั้นตอนนี้จะละเลยไม่ได้ เพราะจะทำให้การวิเคราะห์ผิดประเด็น

5. Brainstorming ในส่วนนี้ จะเป็นการระดมความเห็นของทีมงาน ผู้เขียนแนะนำว่า ควรจะมี Leader Team เพื่อไม่ให้การระดมสมองกลายเป็นสนามรบและควบคุมการระดมสมองให้อยู่ในแนวทางการแก้ไขปัญหา

6. ตรวจสอบความถูกต้องผ่าน 5 Gen หลังจากระดมสมองและแตก ทำไม ทำไม ออกมาได้แล้ว เบื้องต้นให้พาทีมงานไปดูสถานการณ์จริง และวิเคราะห์ผ่าน 3 Gen แรกก่อน เพื่อ

ตรวจสอบความผิดปรกติ โดยเทียบกับมาตรฐาน หากพบว่าทุกโอกาสที่เป็นไปได้อยู่ในมาตรฐาน ให้ใช้อีก 2 Gen ที่เหลือ หมายความว่าการแก้ไขนั้นไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องปรับปรุง

7. จัดทำมาตรการโต้ตอบ หลังจากที่พบสาเหตุรากเหง้าแล้ว ให้หามาตรการโต้ตอบ โดยเน้นให้อยู่ในรูปแบบ Visual Control ซึ่งจะประกอบไปด้วย ผู้รับผิดชอบ ระยะเวลา การปรับปรุงใดๆก็ตาม ให้ใช้วิธีการที่ง่าย ค่าใช้จ่ายต่ำ ประสิทธิภาพสูง

8. ตรวจสอบความสำเร็จของงาน เมื่อทำการแก้ไขหรือปรับปรุงไปแล้ว ก็ให้ติดตามผลว่า ปัญหาดังกล่าวได้ เกิดขึ้นซ้ำหรือไม่ หรือลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ผ่านรูปแบบของกราฟ หรือการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ หากพบว่าปัญหาไม่ได้ลดลง ให้กลับมาวิเคราะห์ใหม่ทันที แสดงว่ามีสาเหตุที่ตกหล่นไปในการวิเคราะห์ครั้งแรก

9. จัดทำมาตรฐาน หากพบว่ามาตรการโต้ตอบนั้นได้ผล ก็ให้จัดทำมาตรฐานขึ้นเพื่อรักษาไว้ซึ่งระดับคุณภาพต่อไป

2.6 ทฤษฎีการระดมสมอง (Brainstorming)

เป็นกระบวนการคิดที่มีขั้นตอนแบบแผน โดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของกลุ่ม เน้นการรวบรวมความคิดเห็น ปัญหา หรือข้อเสนอแนะจำนวนมากในเวลาที่รวดเร็ว เน้นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ เน้นการระดมปริมาณความคิดมากกว่าคุณภาพความคิด ที่สำคัญห้ามค้านความคิดของกันและกัน

ประโยชน์ของการระดมสมอง (Brainstorming)

1. เมื่อต้องการตั้งหัวข้อของปัญหา
2. เมื่อต้องการวิเคราะห์ปัญหา
3. เมื่อต้องการหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนในการระดมสมอง

1. กำหนดหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม
2. ระดมความคิด
3. จัดเรียงเนื้อหา
4. สรุปผล

แนวทางการระดมสมองที่ดี

1. เปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคน ได้แสดงความคิดเห็นอย่างเป็นอิสระ
2. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
3. เน้นให้มีปริมาณของความคิดเห็น ให้ออกมายิ่งมากยิ่งดี โดยที่ยังไม่ต้องพิจารณาข้อเท็จจริงและเหตุผล (Free Thinking)
4. พยายามให้สมาชิกมีแนวความคิดออกมาหลากหลาย
5. ไม่ควรมีการวิพากษ์วิจารณ์ข้อดีข้อด้อยของความคิดเห็นที่ถูกเสนอขึ้นมา ในระหว่างที่มีการแสดงความคิดเห็น

2.7 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

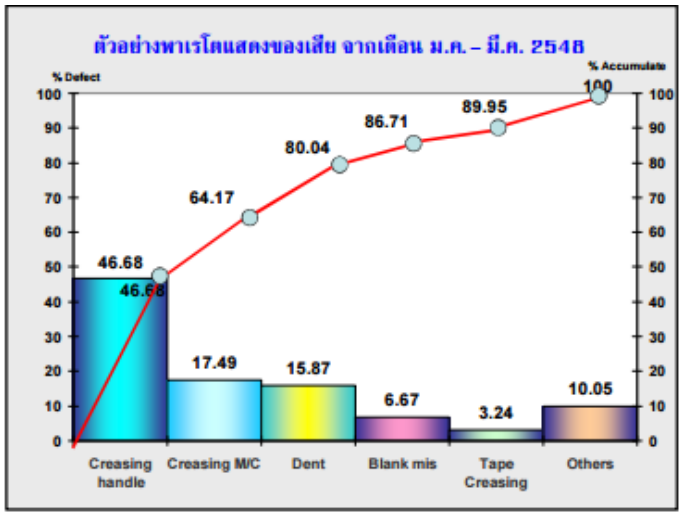
แผนผังพาเรโต คือ เครื่องมือสำหรับการตรวจสอบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กร โดยการนำเอาสาเหตุเหล่านั้นมาแบ่งแยกประเภท แล้วเรียงดับความสำคัญของข้อมูลจากมากไปหาน้อย

ประโยชนของแผนภูมิพาเรโต

1. เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจแกปัญหาเร่งดวน ปัญหารอง ตามลำดับ
2. ใช้ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นจากการแกไขปรับปรุง
3. เป็นประโยชนในการเขียนรายงาน

การเขียนแผนภูมิพาเรโต

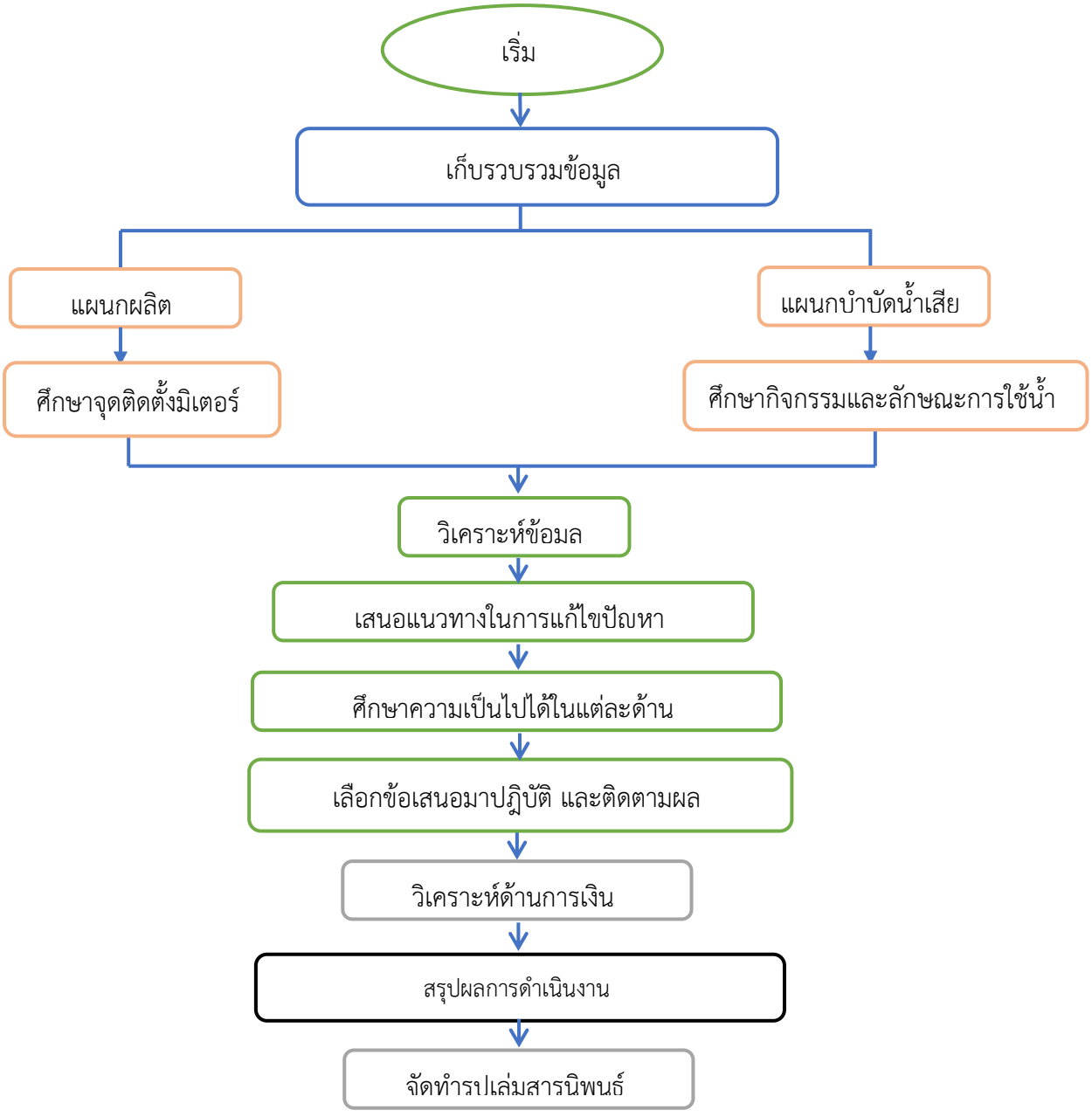
1. กำหนดหัวข้อที่จะทำการสำรวจ แล้วรวบรวมข้อมูล
2. จำแนกและรวบรวมข้อมูลตามสาเหตุ
3. แจงข้อมูลให้เหมาะสม แล้วคำนวณปริมาณสะสม
    - ให้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย อื่นๆเอาไวท้ายเสมอ
    - คำนวณปริมาณสะสม
4. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์สะสม โดยใช้สูตร
5. เขียนแกนตั้งและแกนนอนลงบนกระดาษกราฟ ดังรูป 2-5
    - แกนนอน เขียนชื่อหัวขอเรียงจากมากไปหาน่อย
    - แกนตั้งเปน %
6. จัดทำกราฟแทง
7. ลากแกนตั้งขึ้นทางด่านขวาสุด และกำหนดสเกล
8. เติมเสนกราฟคาสะสม



รูปที่ 2-6 แผนผังพาเรโต

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การวิจัยในการครั้งนี้เป็นกรณีศึกษาในโรงงานผลิตยางรถยนต์ แห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา โดยเน้นการศึกษาและการดำเนินการเกี่ยวกับการลดปริมาณการใช้น้ำ โดยการหมุนเวียนน้ำใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด พร้อมทั้งศึกษาพฤติกรรม และกิจกรรมในการใช้น้ำภายในโรงงาน ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมมากที่สุด โดยในขั้นตอนการการศึกษาและวิจัยนั้น มีขั้นตอนดังรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 กรอบแนวคิดขั้นตอนวิธีการในการศึกษา

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นกรณีศึกษา

ขั้นตอนในการผลิตยางรถยนต์ประกอบไปด้วยวัตถุดิบหลัก ๆ คือ น้ำยาง คาร์บอนแบล็ค สารเคมี และน้ำ ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะในกระบวนการให้ความร้อน กระบวนการหล่อเย็น การทำความสะอาดต่างๆ เป็นต้น จึงจะทำการศึกษาการใช้น้ำโดยละเอียดเพื่อหาแนวทางการนำน้ำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อลดการใช้วัตถุดิบหลักและลดต้นทุนการผลิต การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากการรวบรวมข้อมูลและการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและข้อมูลปฐมภูมิจากการเก็บข้อมูล ตรวจวัด สังเกตและการสัมภาษณ์ผู้ดำเนินกิจกรรมการใช้น้ำ ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1.1 เครื่องมือและการเก็บข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้อาศัยข้อมูลทุติยภูมิของโรงงาน ซึ่งรวบรวมจากเอกสารการเก็บข้อมูลของทางโรงงานมาใช้ประกอบในการศึกษาการวิเคราะห์ ปริมาณน้ำใช้ในส่วนของกระบวนการผลิต และในส่วนของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย เพื่อเป็นตัวแทนในการสำรวจศึกษาและได้เข้าไปศึกษาเชิงสำรวจกระบวนการผลิตต่างๆ ในการดำเนินงานวิจัยนี้มีเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย 3 ประเภท คือ มาตรวัดน้ำสำหรับวัดปริมาณการใช้น้ำโดยตรง แบบสำรวจพฤติกรรมการใช้น้ำ และแบบบันทึกจำนวนครั้ง และปริมาณการใช้น้ำในแต่ละวัน

3.1.2 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

ผู้วิจัยจะทำการตรวจประเมินเบื้องต้น เพื่อทราบแหล่งที่มีการใช้น้ำปริมาณมากและใช้น้ำอย่างไม่มีประสิทธิภาพ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) จำนวนผู้ทำงานในพื้นที่
2) ปริมาณการใช้น้ำและค่าใช้จ่ายต่อเดือน
3) ปริมาณการใช้น้ำในแต่ละจุดสำคัญต่อเดือน โดยเก็บข้อมูลจากมาตรวัดน้ำในแต่ละจุดของพื้นที่
4) ลักษณะกิจกรรมการใช้น้ำของโรงงาน เทคโนโลยีที่ใช้ การใช้ทรัพยากรและของเสียที่เกิดขึ้น

จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเรียบร้อยแล้ว จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้น้ำ 3 ประเภทคือ ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ กิจกรรมและลักษณะการใช้น้ำ และจำนวนผู้ใช้น้ำ ซึ่งข้อมูลทั้ง 3 ประเภทนี้จะใช้ประกอบการพิจารณาเลือกบริเวณที่จะทำการศึกษาอย่างละเอียด โดยมุ่งเน้นอาคารที่มีการใช้น้ำปริมาณมาก และใช้น้ำอย่างไม่มีประสิทธิภาพ เป็นจุดที่จะทำการศึกษาอย่างละเอียด

3.2 การวิเคราะห์สาเหตุ และจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาในโรงงาน

จากข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.1 จะใช้ในการประกอบการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและสาเหตุโดยมุ่งเน้นกิจกรรมที่มีการใช้น้ำในปริมาณมาก เทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ใช้ และการจัดการหรือการใช้น้ำอย่างไม่มีประสิทธิภาพ เป็นแหล่งพิจารณาเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ พร้อมทั้งหาแนวทางแก้ไขเป็นข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด โดยพิจารณาแนวคิดและเทคนิคของเทคโนโลยีสะอาด ได้แก่ การเปลี่ยน/ ปรับปรุง เทคโนโลยีต่างๆ และอุปกรณ์เพื่อให้เกิดการประหยัดน้ำ การปฏิบัติที่ดีด้านการใช้น้ำอย่างประหยัด และแนวทางการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ โดยกระบวนการ Reuse หรือ Recycle เป็นต้น

ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและจัดลำดับความสำคัญที่ทำให้ปริมาณน้ำใช้มีค่าสูง โดยใช้วิธีการ ดังนี้

1. การสำรวจและรวบรวมข้อมูลของทุกกระบวนการที่เกิดการใช้น้ำและจัดลำดับความสำคัญ หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในเรื่องการใช้ทรัพยากรและการสูญเสียในแง่ปริมาณและคุณภาพแล้ว โดยนำข้อมูลการใช้น้ำทั้งหมดของทุกกระบวนการผลิตและกระบวนการบำบัดน้ำเสียมาทำการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้น้ำของส่วนต่างๆ

2. การจัดลำดับความสำคัญบริเวณหรือหน่วยผลิตที่จะดำเนินการตรวจประเมินโดยละเอียด โดยการให้ความสำคัญกับประเด็นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ด้วยการใช้แผนผังพาเรโตเพื่อการกำหนดสาเหตุที่สำคัญ (Critical factor) ของปัญหาเพื่อแยกออกมาจากสาเหตุอื่นๆ

3. การตรวจประเมินหาสาเหตุการสูญเสียน้ำเบื้องต้น การตรวจประเมินหาสาเหตุการสูญเสียน้ำเบื้องต้น เพื่อหาแหล่งกำเนิดและหาสาเหตุของการสูญเสีย โดยใช้แผนภูมิเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาเพื่อศึกษาหาสาเหตุต้นตอของปัญหา โดยข้อมูลมาจากการระดมความคิด และจดบันทึกจากการศึกษาจากการทำงานโดยตรงทำให้ทราบถึงสาเหตุต่างๆ ที่ทำให้เกิดการใช้น้ำ

4. การตรวจประเมินการหาสาเหตุรากเหง้าของการสูญเสียน้ำ การวิเคราะห์ปัญหาเชิงลึกด้วยตาราง Why-Why จากการตรวจสอบสถานที่จริงและดูสภาพของจริง ซึ่งเป็นที่มาของปัญหาเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน การมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น เป็นการกำหนดแนวทางในการค้นหาสาเหตุของปัญหาโดยการเปรียบเทียบปัญหาที่เกิดกับสภาพที่ควรจะเป็น หลังจากกำหนดแนวทางได้แล้วก็จะตั้งคำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อยๆ เพื่อค้นหาปัจจัยหรือสาเหตุออกมา และเพื่อไม่ให้เกิดอคติหรือใช้ประสบการณ์ตนเอง อาจทำให้มองปัญหาผิดไปเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์หรือทฤษฎีที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์นั้นๆ เป้าหมายที่สำคัญที่สุดขึ้นอยู่กับการแก้ไขปัญหาและป้องกันไม่ให้ปัญหานั้นเกิดขึ้นอีก (สมชัย, 2545)

3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติ

จากแนวทางการแก้ไขที่ได้ในข้อ 3.2 อาจมีข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาดหลายข้อ แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกประเมินความเป็นไปได้ของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดในด้านเทคนิค ความคุ้มทุน ระยะเวลาในการดำเนินการ ผลตอบแทนที่ได้รับ และระยะเวลาคืนทุน รายละเอียด ดังนี้

3.3.1 การประเมินด้านเทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง

การประเมินด้านเทคนิค จะแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ในประเด็นความยากง่าย และระยะเวลาในการดำเนินการปรับปรุงตามเทคโนโลยีสะอาด

3.3.3 การประเมินด้านระยะเวลาในการดำเนินการ

การประเมินด้านระยะเวลาในการดำเนินการ จะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว โดยระยะสั้น หมายถึง ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่า 3 เดือน ระยะกลาง หมายถึง ใช้เวลาในการดำเนินการ 3 ถึง 6 เดือน และระยะยาว หมายถึง ใช้เวลาในการดำเนินการมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป ตามลำดับ

3.3.2 การประเมินความคุ้มทุน ผลตอบแทนที่ได้รับ และระยะเวลาคืนทุน

โดยศึกษาค่าใช้จ่ายของการใช้น้ำต่อตันผลผลิต ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ และผลตอบแทนต่อปี เมื่อมีการนำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ และคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ที่นำมาใช้ในการปฏิบัติตามข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด โดยวิเคราะห์จาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน } (\text{ปี}) = \frac{\text{เงินลงทุนทั้งหมด } (\text{บาท})}{\text{ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปี } (\frac{\text{บาท}}{\text{ปี}})}$$

3.4 เลือกข้อเสนอมาปฏิบัติ และติดตามผล

หลังจากได้ข้อเสนอแนวทางการลดปริมาณน้ำ ผู้วิจัยจะเลือกข้อเสนอมาปฏิบัติ โดยใช้หลักการเลือกจากคะแนนการวิเคราะห์การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติ และหลังจากนั้นจะติดตามผลการดำเนินงาน และผลการลัพธ์หลังจากปฏิบัติตามข้อเสนอ

3.5 สรุปผลการดำเนินงาน

ทำการนำเสนอแนวทางปฏิบัติและแนวทางแก้ไขตามแนวทางของเทคโนโลยีสะอาด เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเน้นไปที่การจัดการและการปรับปรุงประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญมากถึงมากที่สุดก่อน

3.6 จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

การศึกษาการลดปริมาณการใช้น้ำจะสรุปผลโครงการจากปริมาณน้ำใช้รวมของโรงงานต่อตันผลผลิต หลังจากได้ปฏิบัติตามแนวทางเทคโนโลยีสะอาด จากนั้นจัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางให้กับบุคคล หรือองค์กรที่สนใจจะทำเทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำ

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้สามารถสรุปผลการดำเนินการได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ผลการตรวจประเมินเบื้องต้น

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

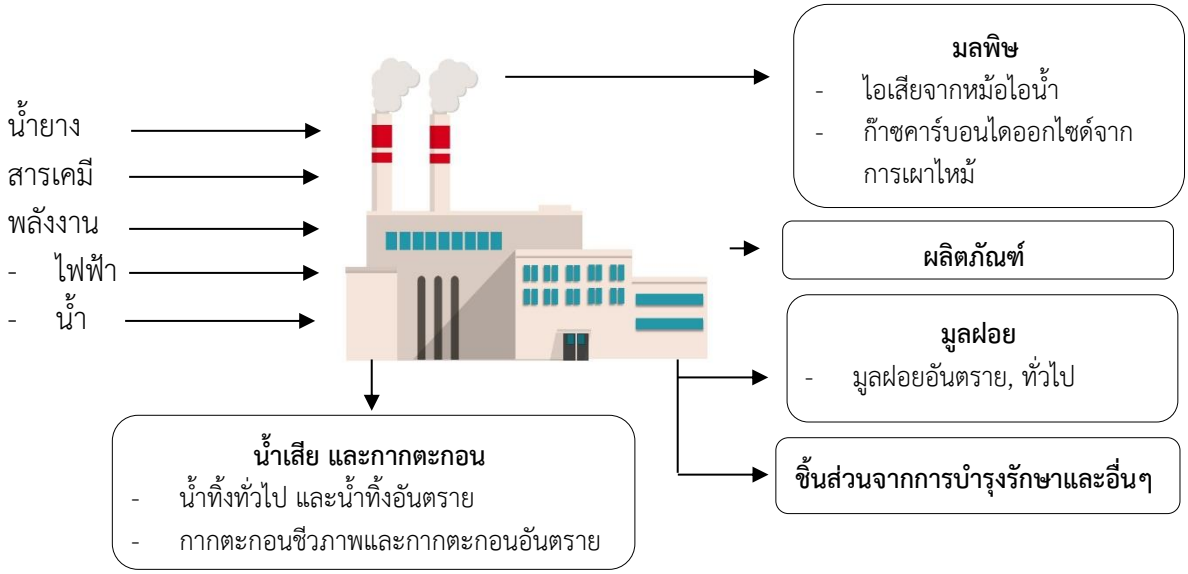
โรงงานผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดสงขลา เป็นโรงงานที่มีบุคลากรในปี 2562 ทั้งหมด 309 คน โดยแบ่งเป็นพนักงานระดับหัวหน้างานจำนวน 71 คน และพนักงานระดับปฏิบัติการจำนวน 238 คน เป็นเพศหญิงจำนวน 109 คน และเป็นเพศชายจำนวน 200 คน โดยแบ่งออกเป็นแผนกจำนวน 10 แผนก คือ แผนกวิศกรรม แผนกความปลอดภัยและชีวอนามัย แผนกบัญชีและการคลัง แผนกการจัดการอุตสาหกรรม แผนกซ่อมบำรุง แผนกวางแผนการผลิต แผนกผลิต แผนกตรวจสอบคุณภาพ แผนกการบุคคล และแผนกบำบัดน้ำเสีย ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

หน่วย: ราย

แผนก	ระดับหัวหน้างาน	ระดับปฏิบัติการ	เพศ		รวม
			เพศหญิง	เพศชาย	
แผนกวิศวกรรม	7	0	1	6	7
แผนกความปลอดภัยและชีวอนามัย	4	11	4	11	15
แผนกบัญชีและการคลัง	3	0	3	0	3
แผนกการจัดการอุตสาหกรรม	9	0	7	2	9
แผนกซ่อมบำรุง	10	29	3	36	39
แผนกวางแผนการผลิต	7	0	7	0	7
แผนกผลิต	11	164	55	120	175
แผนกตรวจสอบคุณภาพ	10	36	30	16	46
แผนกการบุคคล	7	0	2	5	7
แผนกบำบัดน้ำเสีย	3	24	0	27	27
รวม	**71**	**264**	**112**	**223**	**335**

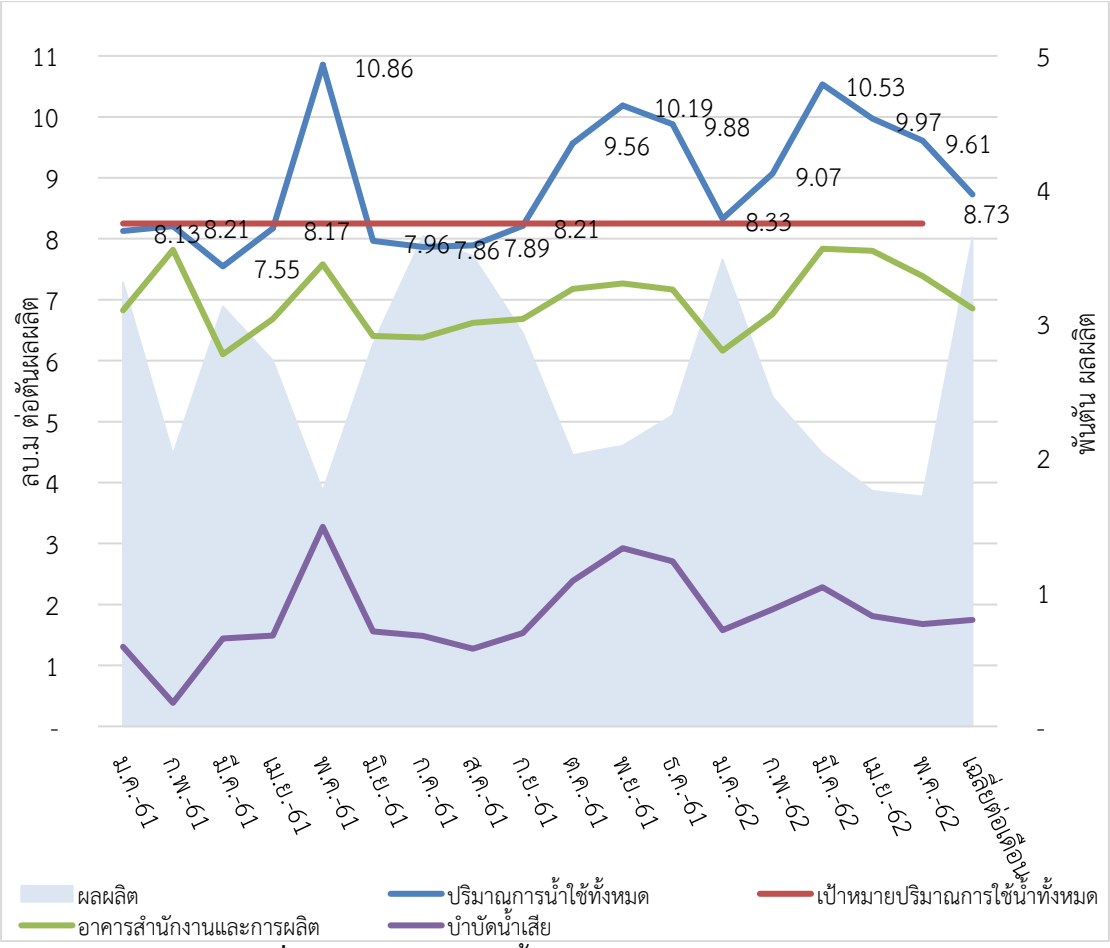
การใช้ทรัพยากรของโรงงานและของเสียที่เกิดขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4-1 โดยโรงงานมีการใช้วัตถุดิบในการผลิตหลักๆ คือ น้ำยางและสารเคมี พลังงานหลักที่ใช้ คือ ไฟฟ้าและน้ำ ของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ น้ำเสีย กากตะกอน ขยะมูลฝอย และไอเสีย และน้ำเสียที่ได้จากการผลิตรวมถึงน้ำใช้ทั่วไป จะถูกส่งไปยังโรงบำบัดน้ำเสียของโรงงานทั้งหมด



รูปที่ 4-1 การใช้ทรัพยากรและของเสียที่เกิดขึ้น

4.1.2 ข้อมูลการใช้น้ำของโรงงาน

การใช้น้ำของโรงงานใช้น้ำจากการนิคมอุตสาหกรรมภาคใต้ โดยแบ่งเขตพื้นที่การใช้น้ำของโรงงานออกเป็น 2 เขต คือ เขตอาคารสำนักงานและการผลิต และเขตบำบัดน้ำเสีย โดยมีมาตรวัดน้ำรวมของโรงงาน และมาตรวัดน้ำแยกของเขตแต่ละเขต สำหรับมาตรวัดน้ำรวมของโรงงาน มาตรวัดน้ำรวมของเขตอาคารสำนักงานและการผลิต และเขตบำบัดน้ำเสีย มีข้อมูลการบันทึกการใช้น้ำไว้สำหรับปี 2561 ถึงพฤษภาคม 2562 จากข้อมูลพบว่าปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนของโรงงาน ของเขตอาคารสำนักงานและการผลิต และของเขตบำบัดน้ำเสีย เป็น 31,819 25,010 และ 6,361 ลบ.ม. ต่อเดือน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-2 เนื่องจากทางโรงงานได้มีการติดตามปริมาณการใช้น้ำรวมของโรงงานมาระยะหนึ่ง สำหรับปี 2562 ทางโรงงานจึงได้ตั้งเป้าหมายของปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตไว้ที่ 8.2 ลบ.ม.ต่อตันผลิต ซึ่งจากการติดตามผลการดำเนินการในช่วงต้นปี 2562 พบว่าโรงงานไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้ ณ เดือนพฤษภาคม ปริมาณการใช้น้ำอยู่ที่ 9.88 ลบ.มต่อตันผลผลิต ดังรูปที่ 4.2



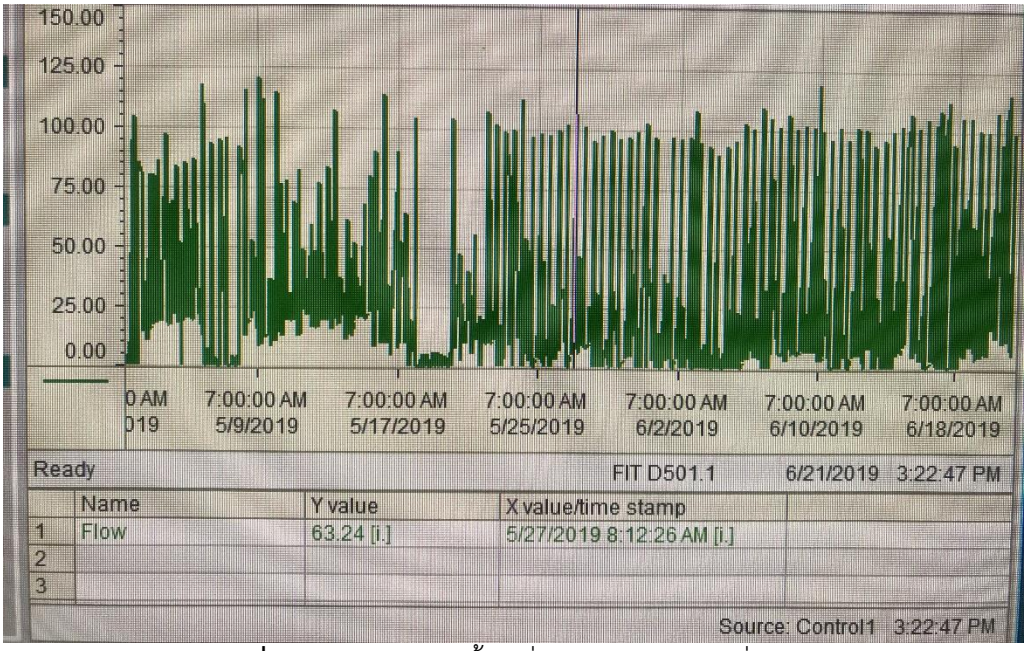
รูปที่ 4-2 ปริมาณการใช้น้ำต่อเดือน (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต)

ตารางที่ 4-2 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือน ของโรงงาน ของเขตอาคารสำนักงานและการผลิตและของเขตบำบัดน้ำเสีย เดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562

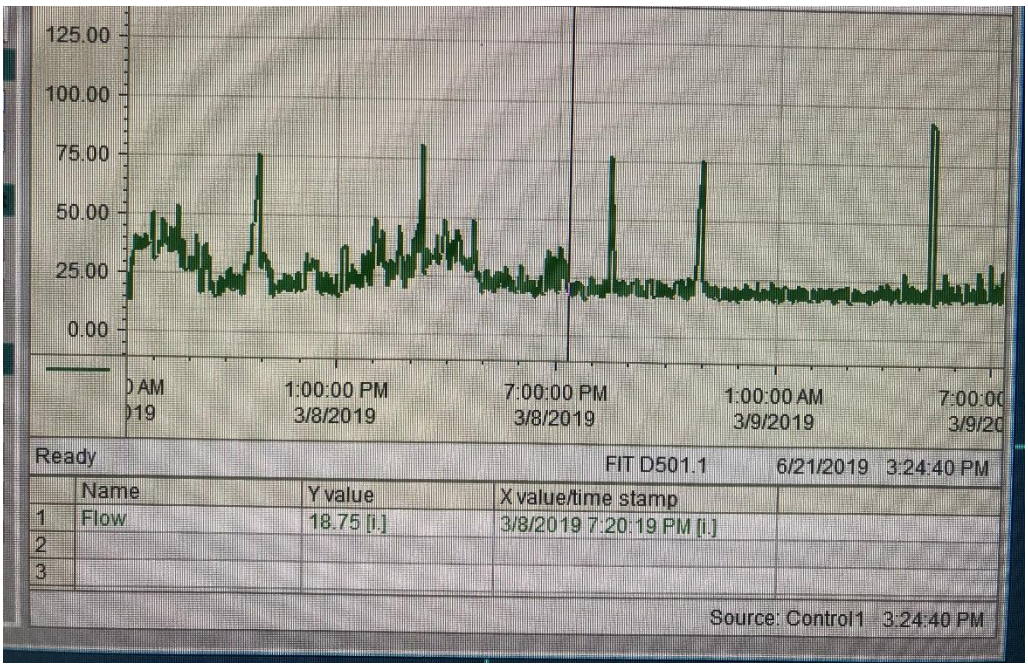
เดือน	ผลผลิต	ปริมาณการใช้น้ำ			ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./ตัน)		
		ทั้งหมด	อาคารสำนักงานและการผลิต	บำบัดน้ำเสีย	ทั้งหมด	อาคารสำนักงานและการผลิต	บำบัดน้ำเสีย
	ตัน	ลบ.ม.	ลบ.ม.	ลบ.ม.	ลบ.ม./ตัน	ลบ.ม./ตัน	ลบ.ม./ตัน
ม.ค.-61	3,309	26,893	22,580	4,313	8.13	6.82	1.30
ก.พ.-61	2,025	16,620	15,840	780	8.21	7.82	0.39
มี.ค.-61	3,132	23,636	19,118	4,518	7.55	6.10	1.44
เม.ย.-61	2,727	22,283	18,219	4,064	8.17	6.68	1.49
พ.ค.-61	1,752	19,022	13,284	5,738	10.86	7.58	3.27
มิ.ย.-61	2,849	22,682	18,248	4,434	7.96	6.41	1.56
ก.ค.-61	3,654	28,731	23,313	5,418	7.86	6.38	1.48
ส.ค.-61	3,505	27,655	23,198	4,457	7.89	6.62	1.27
ก.ย.-61	2,933	24,089	19,602	4,487	8.21	6.68	1.53
ต.ค.-61	2,024	19,360	14,529	4,831	9.56	7.18	2.39
พ.ย.-61	2,093	21,317	15,204	6,113	10.19	7.26	2.92
ธ.ค.-61	2,318	22,902	16,620	6,282	9.88	7.17	2.71
ม.ค.-62	3,480	28,978	21,455	5,487	8.33	6.17	1.58
ก.พ.-62	2,455	22,263	16,598	4,709	9.07	6.76	1.92
มี.ค.-62	2,034	21,427	15,942	4,644	10.53	7.84	2.28
เม.ย.-62	1,757	17,511	13,708	3,180	9.97	7.80	1.81
พ.ค.-62	1,713	16,460	12,659	2,876	9.61	7.39	1.68
รวม 2061	43,761	381,829	300,117	76,331			
เฉลี่ยต่อเดือน	3,647	31,819	25,010	6,361	11.81	9.29	2.36

4.1.2.1 เขตอาคารสำนักงานและการผลิต

จากการตรวจสอบพฤติกรรมการใช้น้ำเบื้องต้นของเขตอาคารสำนักงานและการผลิตผ่านระบบ SCADA ของแผนกบำบัดน้ำเสีย พบว่าอัตราการใช้น้ำของสำนักงานและการผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 30 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง โดยมีอัตราการใช้น้ำสูงสุดและต่ำสุดอยู่ที่ 120 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง และ 5 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง ตามลำดับ ดังรูปที่ 4-3 และพฤติกรรมการใช้น้ำในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของแต่ละวัน พบว่ามีอัตราการใช้น้ำที่แตกต่างกัน 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงเวลาทำงานตอนเช้า 7.00 น. – 17.00 น. มีอัตราการใช้น้ำสูงกว่าช่วงเวลา 17.00 น. – 7.00 น. ซึ่งช่วงเวลาทำงานช่วง 7.00 น. -17.00 น. พบว่ามีพนักงานที่ทำงานอยู่ในช่วงเวลานั้นมากกว่าอีกช่วงเวลา ทำให้มีการใช้น้ำมากกว่า โดยอัตราการใช้น้ำในช่วงเวลา 7.00 น. – 17.00 น.มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 25 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง และช่วงเวลา 17.00 น. –7.00 น. มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 18 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4-4



รูปที่ 4-3 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวัน (ลบ.ม.ต่อชั่วโมง)



รูปที่ 4-4 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในหนึ่งวัน (ลบ.ม.ต่อชั่วโมง)

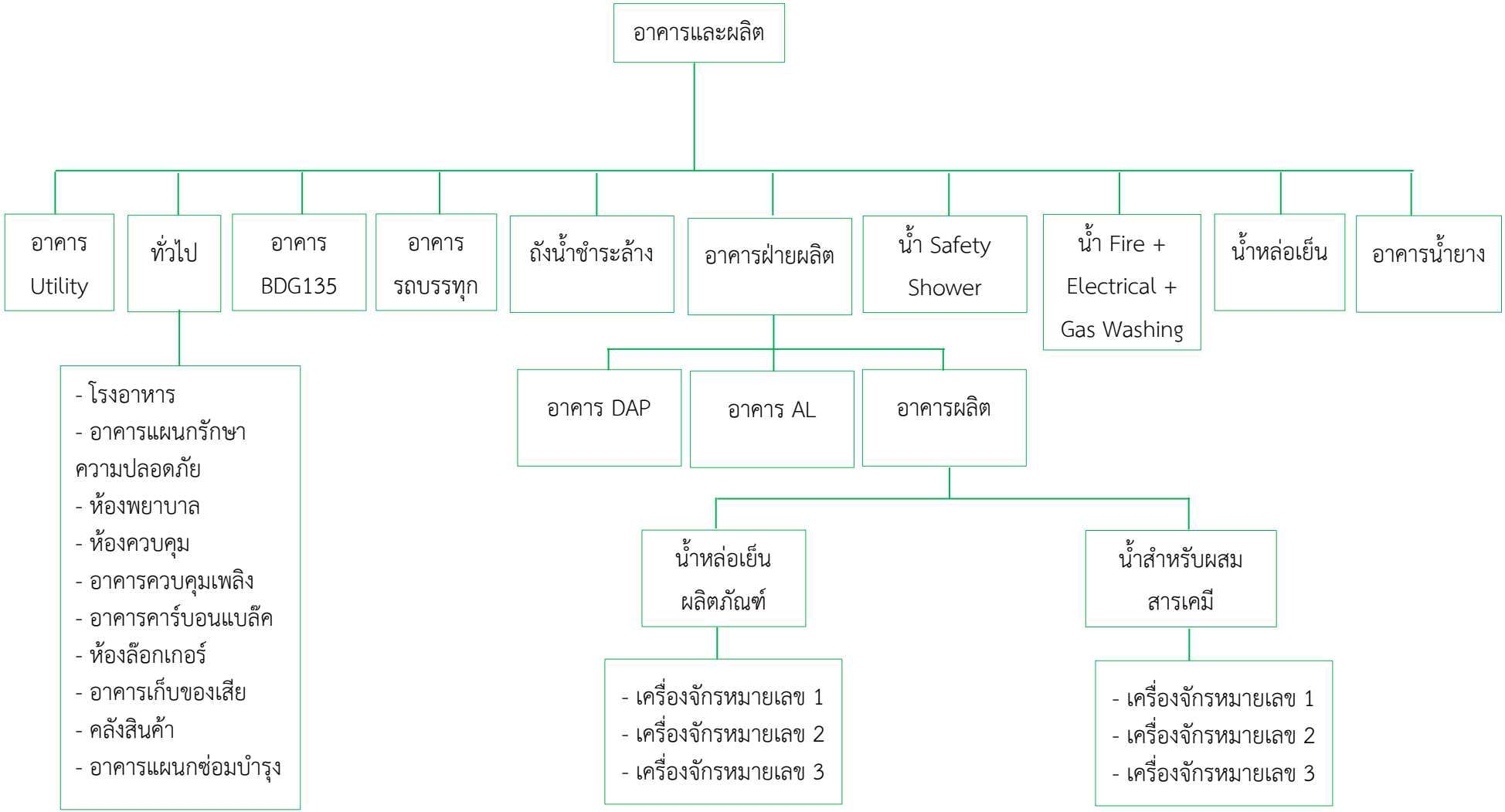
สำหรับเขตอาคารสำนักงานและการผลิตได้ติดตั้งมาตรวัดน้ำในจุดใช้น้ำใหญ่ๆ จำนวนทั้งหมด 10 จุด และจุดเล็กๆ ที่มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำเพื่อควบคุมคุณภาพและติดตามผลการดำเนินงาน จำนวนทั้งหมด 10 จุด โดยรายละเอียดของจุดต่างๆ จะแตกต่างกันออกไป ดังรูปที่ 4-5 ซึ่งการบันทึกข้อมูลเริ่มต้นหลังจากการเริ่มดำเนินการศึกษางานวิจัย โดยมีการเก็บข้อมูลไว้ภายในเดือนมีนาคม 2562 ถึงมิถุนายน 2562 จากข้อมูลพบว่าจุดที่มีการใช้น้ำปริมาณมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ อาคารฝ่ายผลิต ถังน้ำชำระล้าง และอาคาร Utility โดยมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนเป็น 8,341 ลบ.ม. 4,337 ลบ.ม. และ 2,341 ลบ.ม. ต่อเดือน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-3 หากพิจารณาปริมาณการใช้น้ำของอาคารสำนักงานและการผลิตต่อตันผลผลิต พบว่าจุดที่มีการใช้น้ำปริมาณมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ อาคารฝ่ายผลิต ถังน้ำชำระล้าง และอาคาร Utility โดยมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อตันผลผลิตเป็น 1.52 ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต 0.79 ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต และ 0.43 ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-3 ปริมาณการใช้น้ำในจุดที่มีมาตรวัดหลักของอาคารสำนักงานและการผลิตเดือนมีนาคม 2562 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562

จุดติดตั้งมาตรวัดน้ำ	ปริมาณการใช้น้ำในจุดหลักของอาคารสำนักงานและการผลิต (ลบ.ม.)				
	มี.ค.-62	เม.ย.-62	พ.ค.-62	รวม	เฉลี่ยต่อเดือน
อาคารฝ่ายผลิต	8,965	7,960	8,100	25,024	8,341
ถังน้ำชำระล้าง	4,626	4,285	4,099	13,010	4,337
อาคาร Utility	2,848	2,346	1,830	7,024	2,341
อาคาร BDG135	979	905	826	2,710	903
อาคารน้ำยาง	717	943	887	2,548	849
ทั่วไป	916	393	222	1,531	510
น้ำหล่อเย็น	1	105	0	105	35
น้ำ Safety Shower	0	4	2	6	2
อาคารรถบรรทุก	0	0	0	0	0
น้ำ Fire + Electrical + Gas Washing	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4-4 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตในจุดที่มีมาตรวัดหลักของอาคารสำนักงานและการผลิตเดือนมีนาคม 2562 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562

จุดติดตั้งมาตรวัดน้ำ	ปริมาณการใช้น้ำในจุดหลักของอาคารสำนักงานและการผลิต (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต)				
	มี.ค.-62	เม.ย.-62	พ.ค.-62	รวม	เฉลี่ยต่อเดือน
อาคารฝ่ายผลิต	4.41	4.53	4.73	4.55	1.52
ถังน้ำชำระล้าง	2.27	2.44	2.39	2.36	0.79
อาคาร Utility	1.40	1.34	1.07	1.28	0.43
อาคาร BDG135	0.48	0.52	0.48	0.49	0.16
อาคารน้ำยาง	0.35	0.54	0.52	0.46	0.15
ทั่วไป	0.45	0.22	0.13	0.28	0.09
น้ำหล่อเย็น	0.00	0.06	0.00	0.02	0.01
น้ำ Safety Shower	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
อาคารรถบรรทุก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
น้ำ Fire + Electrical + Gas Washing	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

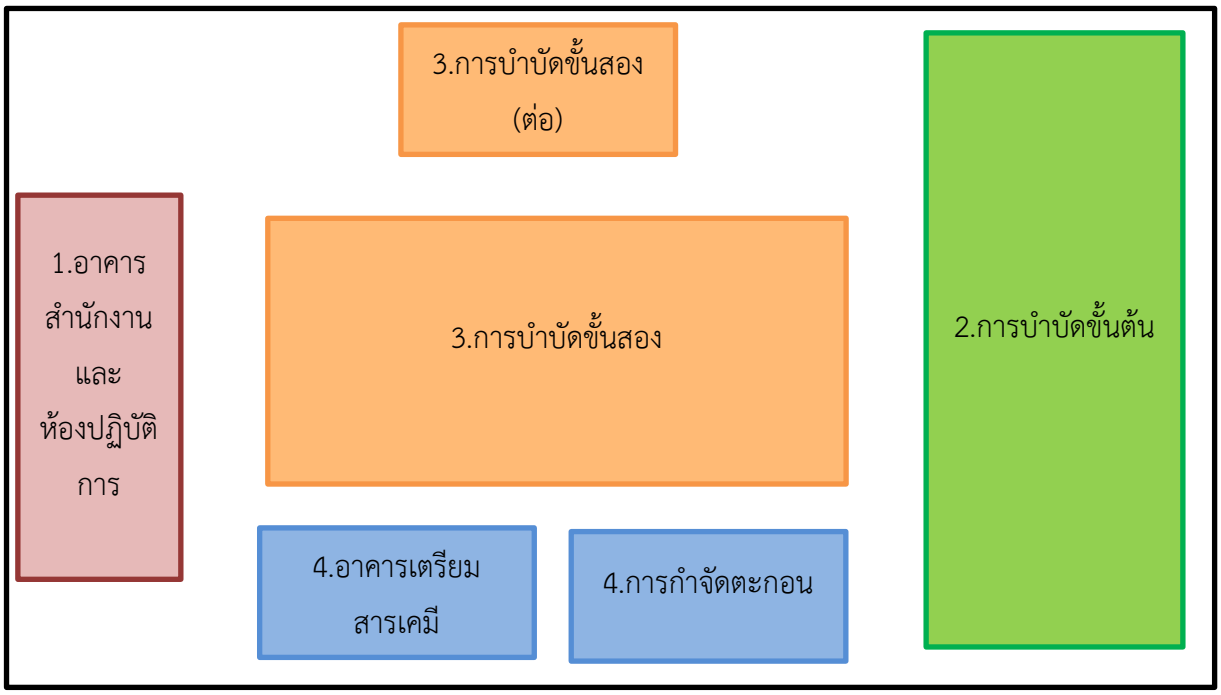


รูปที่ 4-5 รายละเอียดของจุดติดตั้งมาตรวัดน้ำในเขตอาคารสำนักงานและการผลิต

จากข้อมูลปริมาณการใช้น้ำจุดหลักๆของอาคารสำนักงานและการผลิตข้างต้น ดังรูปที่ 4-3 จะเห็นว่า จุดที่มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนปริมาณมากที่สุด คือ อาคารฝ่ายผลิต ซึ่งเป็นน้ำใช้สำหรับกระบวนการผลิต และกระบวนการเตรียมวัสดุตั้งต้น ซึ่งเป็นจุดที่ควรจะปรับปรุง ลดปริมาณ หรือการใช้ซ้ำทำได้ยากกว่าจุดอื่นๆ เนื่องจากมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และส่งผลต่อลูกค้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกที่จะนำการประเมินด้านเทคโนโลยีสะอาดมาช่วยในการตัดสินใจเลือกพื้นที่ที่จะตรวจสอบละเอียด

4.1.2.2 เขตบำบัดน้ำเสีย

เขตบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่หลักๆ 4 จุด คือ อาคารสำนักงานและห้องปฏิบัติการ การบำบัดขั้นต้น การบำบัดขั้นสอง อาคารเตรียมสารเคมี และการกำจัดตะกอน ดังรูปที่ 4-6 สำหรับเขตบำบัดน้ำเสียนั้นไม่ได้มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำในจุดใช้น้ำใหญ่ๆ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบสำรวจ (Check list) การสอบถามข้อมูล และการลงพื้นที่สำรวจกับพนักงานระดับปฏิบัติการของแผนกบำบัดน้ำเสีย โดยผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมการใช้น้ำของเขตบำบัดน้ำเสียออกเป็น 5 กิจกรรมหลัก คือ น้ำใช้สำหรับการเตรียมสารเคมี น้ำใช้สำหรับหล่อเย็นเครื่องจักร น้ำใช้สำหรับกิจกรรมการทำความสะอาด น้ำใช้สำหรับกิจกรรมอื่นๆ และกิจกรรมการใช้น้ำสำหรับกิจกรรมพิเศษในแต่ละเดือน ดังรูปที่ 4-7



รูปที่ 4-6 แผนผังการบำบัดน้ำเสีย

ปริมาณการใช้น้ำของเขตบำบัดน้ำเสียแบ่งตามพื้นที่หลัก พบว่า พื้นที่ ที่มีการใช้น้ำมากที่สุด คือ การบำบัดขั้นต้น อาคารเตรียมสารเคมีและการกำจัดตะกอน และการบำบัด ขั้นที่สอง ตามลำดับ ดังรูปที่ 4-7 โดยปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันของการบำบัดขั้นต้น อาคารเตรียมสารเคมีและการกำจัดตะกอน คือ 32.8 ลบ.ม.ต่อวัน, 27.34 ลบ.ม. และ27.29 ลบ.ม. ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-5

รูปที่ 4-7 กิจกรรมการใช้น้ำของเขตบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4-5 ปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่ต่างๆของเขตบำบัดน้ำเสีย

พื้นที่	ปริมาณการใช้น้ำต่อวัน	
	(ลบ.ม.ต่อวัน)	%
การบำบัดขั้นต้น	32.81	35%
อาคารเตรียมสารเคมี และการกำจัดตะกอน	27.34	29%
การบำบัดขั้นสอง	27.29	29%
อาคารสำนักงาน และห้องปฏิบัติการ	5.33	6%
รวม	92.77	100%

สำหรับข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของเขตบำบัดน้ำเสียมี 4 กิจกรรมหลัก คือ น้ำใช้สำหรับการเตรียมสารเคมี น้ำใช้สำหรับหล่อเย็นเครื่องจักร น้ำใช้สำหรับกิจกรรมการทำความสะอาด และน้ำใช้สำหรับกิจกรรมอื่นๆ สำหรับปริมาณการใช้น้ำสำหรับการหล่อเย็นปั๊ม จะได้ข้อมูลปริมาณมาจากการคำนวณจำนวนปั๊ม การวัดอัตราการไหลของน้ำโดยตรงจากท่อ ระยะเวลาที่ปั๊มทำงานเฉลี่ยในแต่ละวัน และการใช้น้ำสำหรับการเตรียมสารเคมี ได้ข้อมูลมาจากจำนวนครั้งที่พนักงานระดับปฏิบัติการได้ทำการเบิกสารเคมีไปใช้ และปริมาณการเติมน้ำสำหรับผสมเคมีในแต่ละครั้งของแต่ละถังผสมสารเคมี ในทุกจุดที่มีการเตรียมสารเคมี ส่วนการใช้น้ำสำหรับการชำระล้าง ได้ข้อมูลมาจากการจดบันทึกจำนวนครั้งที่เปิดใช้น้ำ ขนาดท่อน้ำที่เปิดใช้ ระยะเวลาในการเปิดใช้น้ำในแต่ละครั้ง โดยเก็บข้อมูลจากพนักงานระดับปฏิบัติการจำนวน 20 คน เป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ จากข้อมูลพบว่ากิจกรรมที่มีการใช้น้ำมากที่สุด คือ ใช้สำหรับการเตรียมสารเคมี, กิจกรรมการทำความสะอาด และน้ำใช้สำหรับหล่อเย็นเครื่องจักร ตามลำดับ โดยปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันของน้ำใช้สำหรับการเตรียมสารเคมี กิจกรรมการทำความสะอาด และน้ำใช้สำหรับหล่อเย็นเครื่องจักร คือ 32.19 ลบ.ม.ต่อวัน, 31.11 ลบ.ม.ต่อวัน และ 24.15 ลบ.ม.ต่อวัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ปริมาณการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆของเขตบำบัดน้ำเสีย

พื้นที่	ปริมาณการใช้น้ำต่อวัน	
	(ลบ.ม.ต่อวัน)	%
น้ำใช้สำหรับการเตรียมสารเคมี	32.19	35%
น้ำใช้สำหรับหล่อเย็นเครื่องจักร	24.15	26%
น้ำใช้สำหรับกิจกรรมการทำความสะอาด	31.11	34%
น้ำใช้สำหรับกิจกรรมอื่นๆ	5.32	6%
รวม	92.77	100%

4.1.3 ลักษณะกิจกรรมการใช้น้ำของโรงงาน และเทคโนโลยีที่ใช้

4.1.3.1 ลักษณะกิจกรรมการใช้น้ำของโรงงาน (พฤติกรรมผู้ใช้น้ำ) เขตอาคารสำนักงานและการผลิต

1) พนักงานทำความสะอาดเปิดน้ำลงพื้นไว้แล้วลืมปิดน้ำ หรือปิดก๊อกน้ำไม่สนิทหลังการใช้ ทำให้น้ำไหลล้น และเป็นการสิ้นเปลืองน้ำโดยเปล่าประโยชน์

2) พื้นห้องน้ำสกปรกเนื่องจากคราบคาร์บอนแบล็ค และคราบสกปรกที่ติดมากับรองเท้าผู้ใช้ห้องน้ำ ทำให้สิ้นเปลืองน้ำเพื่อทำความสะอาดบ่อยครั้ง

3) ไม่มีการตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ เช่น น้ำหยดไหลจากก๊อกน้ำสำหรับล้างมือในพื้นที่การผลิต น้ำรั่วไหลจากชักโครก โถปัสสาวะชาย การแตก รั่วของท่อน้ำตามจุดต่างๆ

4) จุดจ่ายน้ำ (ก๊อก) ห่างไกลกับจุดใช้น้ำ ทำให้หลังจากใช้น้ำเสร็จแล้ว ต้องเดินไปปิดน้ำไกล ทำให้เปิดน้ำทิ้งไว้โดยเปล่าประโยชน์

5) พนักงานปฏิบัติการใช้สก๊อตเทป หรือถุงมือยางมารัดท่อน้ำที่รั่วไหล

6) พนักงานทำสวนเปิดน้ำจากสายยางทิ้งไว้จนน้ำนองพื้นและเอ่อท่วมหญ้า

7) พนักงานระดับหัวหน้างานคุ้นชินกับการกดชักโครกก่อนการใช้งานทุกครั้ง

เขตบำบัดน้ำเสีย

1) พนักงานปฏิบัติการเปิดน้ำลงพื้นไว้แล้วลืมปิดน้ำ หรือปิดก๊อกน้ำไม่สนิทหลังการใช้ ทำให้น้ำไหลล้น และเป็นการสิ้นเปลืองน้ำโดยเปล่าประโยชน์

2) พนักงานปฏิบัติการแลปเปิดน้ำในอ่างล้างอุปกรณ์แลปทิ้งไว้ให้น้ำไหลล้นอุปกรณ์เพื่อแช่คราบสกปรกให้หลุดง่ายก่อนล้าง

3) พนักงานปฏิบัติการแลปเปิดน้ำในอ่างล้างอุปกรณ์แลปทิ้งไว้เพื่อลดอุหภูมิของอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ เพื่อลดเวลาการทำงาน

4) ไม่มีการตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ เช่น น้ำหยดไหลจากก๊อกน้ำสำหรับล้างมือในพื้นที่บำบัดน้ำเสีย น้ำรั่วไหลจากชักโครก โถปัสสาวะชาย การแตก รั่วของท่อน้ำตามจุดต่างๆ

5) พนักงานปฏิบัติการใช้น้ำปริมาณมากในการล้างพื้น เนื่องจากเป็นคราบสกปรกฝังแน่นของตะกอนในน้ำเสีย

6) การล้างภาชนะทีละใบโดยเปิดล้างจากก๊อกโดยตรง

7) พนักงานปฏิบัติการใช้สก๊อตเทป หรือถุงมือยางมารัดท่อน้ำที่รั่วไหล

8) พนักงานปฏิบัติการมีกิจกรรมการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ทำให้พื้นสกปรกส่งผลให้ต้องทำความสะอาดพื้นบ่อยครั้ง

4.1.3.2 ลักษณะเทคโนโลยีที่ใช้ (อุปกรณ์)

เขตอาคารสำนักงานและการผลิต

1) ก๊อกน้ำ ท่อน้ำ ชำรุด มีการรั่วไหลของน้ำ

2) โถชักโครกไม่มีปุ่มกดแยกสำหรับการถ่ายหนักและถ่ายเบา

3) จุดชำระล้างพื้นที่ปลายสายไม่มีหัวฉีดน้ำที่ปลายสาย ทำให้ต้อง ใช้น้ำปริมาณมากในการล้าง

เขตบำบัดน้ำเสีย

1) ก๊อกน้ำ ท่อน้ำ ชำรุด มีการรั่วไหลของน้ำ

2) โถชักโครกไม่มีปุ่มกดแยกสำหรับการถ่ายหนักและถ่ายเบา

3) มีการแยกโถปัสสาวะชาย แต่ชำรุด และไม่มีการซ่อมแซม ทำให้ใช้ห้องส้วมเพื่อปัสสาวะ ซึ่งสิ้นเปลืองน้ำชำระล้างมากกว่า

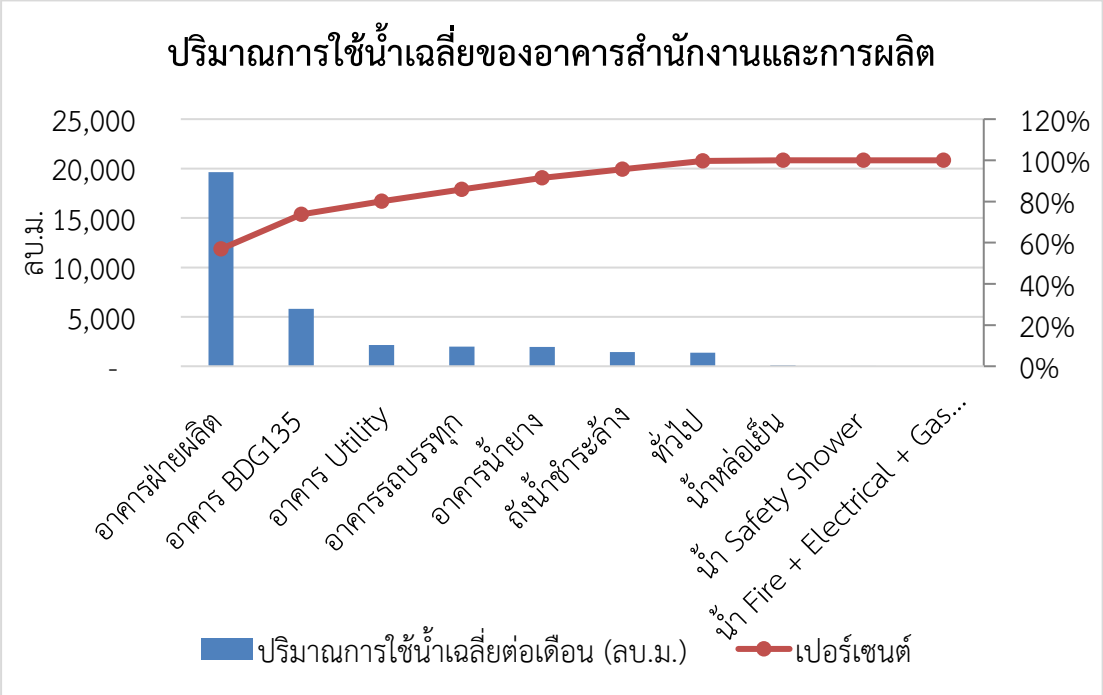
4) จุดชำระล้างพื้นที่ปลายสายไม่มีหัวฉีดน้ำที่ปลายสาย ทำให้ต้องใช้น้ำปริมาณมากในการล้าง

4.2 ผลการวิเคราะห์อย่างละเอียด

4.2.1 เขตอาคารสำนักงานและการผลิต

1. การจัดลำดับความสำคัญที่ทำให้ปริมาณน้ำใช้มีค่าสูง

ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนตามลำดับความสำคัญด้วยการใช้แผนภาพพาเรโตกับปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนของเขตอาคารสำนักงานและการผลิต พบว่าจุดที่มีความสำคัญต่อปัญหาการใช้น้ำในเขตอาคารสำนักงานและการผลิตมากที่สุด คือ อาคารฝ่ายผลิต มีการใช้น้ำมากที่สุด รองมาคืออาคาร BDG135 และอาคาร Utility ตามลำดับ ดังรูปที่ 4-8



รูปที่ 4-8 แผนผังพาเรโตปริมาณการใช้น้ำในเขตอาคารสำนักงานและการผลิตของมีนาคม ถึง พฤษภาคม 2562

หลังจากนั้นทำการประเมินเทคโนโลยีสะอาด เพื่อเลือกบริเวณที่ต้องทำการประเมินโดยละเอียด โดยประเมินร่วมกับหน่วยงานสิ่งแวดล้อมจำนวน 2 คน ฝ่ายผลิตจำนวน 7 คน และฝ่ายบำรุงรักษาจำนวน 2 คน โดยการคัดจุดที่เกี่ยวข้องต่างๆ ตามเกณฑ์ 4 ด้าน ได้แก่ การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยคำนึงถึงกระบวนการที่ก่อให้เกิดมลพิษและของเสียปริมาณมาก การประเมินการลงทุนโดยคำนึงถึงค่าความสูญเสีย ซึ่งคิดเป็นมูลค่าสูง (มีต้นทุนสูง) การประเมินโอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาด ที่เห็นได้ชัดเจน ที่สามารถลงมือทำได้ทันที โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและเห็นได้ชัดว่ามีค่าสูง และเกณฑ์ความสนใจ/ร่วมมือ โดยคำนึงถึงความเห็นชอบและความพร้อมที่จะให้ความร่วมมือ (มีความสนใจและความร่วมมือสูง) โดยคะแนนที่ให้สำหรับเกณฑ์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาด และความสนใจ/ความร่วมมือ คือ ปริมาณสูง ให้ 3

คะแนน ปริมาณปานกลางให้ 2 คะแนน และปริมาณน้อยให้ 1 คะแนน ส่วนคะแนนสำหรับเกณฑ์การลงทุน คือ ยิ่งการลงทุนสูง คะแนนยิ่งน้อย ดังนั้น การลงทุนต่ำให้ 3 คะแนน การลงทุนปานกลางให้ 2 คะแนน และการลงทุนสูงให้ 1 คะแนน ซึ่งจะให้ความสำคัญเท่าๆกันทั้ง 4 ด้าน ดังนั้นจุดที่มีคะแนนรวมมากที่สุด 4 อันดับแรกจะเป็นจุดที่ถูกนำไปวิเคราะห์โดยละเอียดต่อไป เพื่อเลือกดำเนินการที่อัตราส่วนมากกว่า 80% ตามแผนผังพาเรโต โดยมีผลการประเมินดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 การเลือกจุดในเขตอาคารสำนักงานและการผลิตเพื่อการประเมินโดยละเอียด

จุดติดตั้งมาตรวัดน้ำ	**เกณฑ์การเลือก(คะแนน)***				**คะแนนรวม**	**ลำดับที่**
	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	**โอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาด**	**การลงทุน****	**ความสนใจ/ความร่วมมือ**		
อาคาร BDG135	3	3	2	3	11	1
อาคารฝ่ายผลิต	3	2	3	2	10	2
ถังน้ำชำระล้าง	1	3	3	2	9	3
อาคารน้ำยาง	3	1	1	2	8	4
อาคาร Utility	1	1	3	1	6	5
ทั่วไป	1	2	1	1	5	6
อาคารรถบรรทุก	1	1	1	1	4	7
น้ำหล่อเย็น	1	1	1	1	4	8
น้ำ Safety Shower	1	1	1	1	4	9
น้ำ Fire + Electrical + Gas Washing	1	1	1	1	4	10

***คะแนน** **1 = ต่ำ** **2 = ปานกลาง** **3 = สูง**

****คะแนนสำหรับการลงทุน** **1 = ลงทุนสูง** **2 = ลงทุนปานกลาง** **3 = ลงทุนต่ำ**

หลังจากนั้นทำการประเมินเทคโนโลยีสะอาดในเขตอาคารสำนักงานและการผลิตเพื่อการประเมินโดยละเอียด พบว่าจุดที่ได้คะแนนสูงสุด 4 อันดับแรก ได้แก่ อาคาร BGD135 อาคารฝ่ายผลิต ถังน้ำชำระล้าง และอาคารน้ำยาง ตามลำดับ

การประเมินโดยใช้แนวทางตามเกณฑ์ 4 ด้านดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว พบว่า

1. อาคาร BDG135 ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก เนื่องจากมีปริมาณการใช้น้ำสูงเป็นอันดับสาม และค่าภาระความสกปรกในน้ำเสียสูงด้วยเช่นกัน มีระดับการลงทุนปานกลาง เนื่องจากอาจจะต้องปรับปรุงระบบท่อใหม่ แต่โอกาสและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและความร่วมมือจากทางโรงงานมีสูงมาก เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ทำหน้าที่จัดการผลิตภัณฑ์พลอยได้ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต เมื่อทำการรวมคะแนนทั้งหมด จึงได้คะแนนรวมเท่ากับ 11 ซึ่งสูงสุดสำหรับการเลือกกระบวน การประเมินละเอียด

2. อาคารฝ่ายผลิต ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก เนื่องจากมีปริมาณการใช้น้ำสูงเป็นอันดับหนึ่ง และค่าภาระความสกปรกในน้ำเสียสูงสุดด้วยเช่นกัน มีระดับการลงทุนและโอกาสในการทำในทางปฏิบัติต่ำ เนื่องจากเป็นส่วนที่มีการควบคุมคุณภาพสูงสุด เป็นส่วนที่ต้องดูแลเรื่องความปลอดภัย และการป้องกันสูงสุด จึงทำให้การลงทุนสูงและโอกาสในการปฏิบัติต่ำ แต่ความสนใจในการปรับปรุงปานกลาง ซึ่งได้คะแนนรวมทั้งหมดเท่ากับ 8 เป็นลำดับที่ 4 ที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุง

3. ถังน้ำชำระล้าง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับต่ำ เนื่องจากเป็นถังน้ำที่ผ่านการใช้ซ้ำมาแล้วในกระบวนการผลิต และมีการเติมน้ำดิบเพิ่มลงไปในถังในปริมาณน้อย ทำให้มีการใช้น้ำเพิ่มเติมเพียงเล็กน้อย สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้และค่าภาระความสกปรกในน้ำเสียต่ำมากด้วย ความเหมาะสมต่อการลงทุนสูง เนื่องจากการปรับปรุงมีเพียงแค่การปรับพารามิเตอร์สำหรับควบคุมการเติมน้ำในถังผ่านระบบอัตโนมัติ มีโอกาสในการทำสูงเนื่องจากสามารถทำได้ทันที และทำได้ง่าย ความร่วมมืออยู่ในระดับปานกลางเนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะทำให้ถังน้ำชำระล้างมีปริมาณน้ำต่ำลง ส่งผลต่อการกักตุนน้ำเพื่อให้ใช้อย่างเพียงพอและต่อเนื่องต่ำลง เมื่อทำการรวมคะแนนทั้งหมด ได้คะแนนรวมเท่ากับ 9 เป็นลำดับที่ 3 ที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุง

4. อาคารน้ำยาง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก เนื่องจากมีกากตะกอน มีการใช้สารเคมี มีก๊าซแอมโมเนียลอยฟุ้งในพื้นที่ทำงาน และมีการใช้น้ำในปริมาณปานกลาง มีระดับการลงทุนต่ำ แต่โอกาสและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและความร่วมมือจากทางโรงงานปานกลาง จึงได้คะแนนรวม 8 เป็นลำดับที่ 4 ที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุง

5. อาคาร Utility การส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โอกาสในการปฏิบัติจริง และความร่วมมือต่ำ เนื่องจากเป็นระบบการบริหารจัดการด้วยบริษัทที่ปรึกษาด้านพลังงาน ในส่วนของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีน้อย เนื่องจากเป็นระบบสาธารณูปโภคซึ่งมีภาระค่าความสปรกในน้ำเสียต่ำ ได้คะแนนรวมทั้งหมดเท่ากับ 6 เป็นลำดับที่ 5 ที่เหมาะสมสำหรับการศึกษา แต่ยังไม่เหมาะสมแก่เวลา

6. ทั่วไป ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการร่วมมือต่ำ เนื่องจากเป็นน้ำสำหรับใช้ทั่วไปในกิจกรรมย่อยของโรงงาน เช่น น้ำห้องน้ำ น้ำโรงอาหาร เป็นต้น ซึ่งเป็นครอบคลุมพื้นที่ส่วนกลางของโรงงาน การลงทุนสูงเนื่องจากเป็นการใช้น้ำตามจุดต่างๆ ของโรงงานที่ใช้น้ำเพียงเล็กน้อย แต่มีพื้นที่สูงมาก หากจะต้องปรับปรุงก็มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างสูง จึงได้คะแนนรวมเท่ากับ 5 เป็นลำดับที่ 3 ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการศึกษา

7. อาคารรถบรรทุก น้ำหล่อเย็น น้ำ Safety Shower และน้ำ Fire + Electrical + Gas Washing เป็นส่วนที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีปริมาณการใช้น้ำน้อย และมีค่า

ภาระความสกปรกต่ำมาก โอกาสและความร่วมมือในการปรับปรุงต่ำ เนื่องจากมีการบริหารและจัดการระบบต่างๆที่ดีอยู่แล้ว จึงไม่เหมาะสมสำหรับการเข้าไปศึกษาอย่างละเอียด เมื่อทำการรวมคะแนนจึงได้ 1 คะแนนทั้ง 4 จุด เป็นกระบวนการที่ไม่เหมาะสมสำหรับการศึกษา

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาอาคาร BDG135 อาคารฝ่ายผลิต และถังน้ำชำระล้างเป็นหลัก โดยลายละเอียดเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำใหม่ และจะทำการศึกษาหาสาเหตุและเสนอแนะแนวทางเบื้องต้นในการลดปริมาณการใช้น้ำ

2. การตรวจประเมินหาสาเหตุการสูญเสียน้ำเบื้องต้น

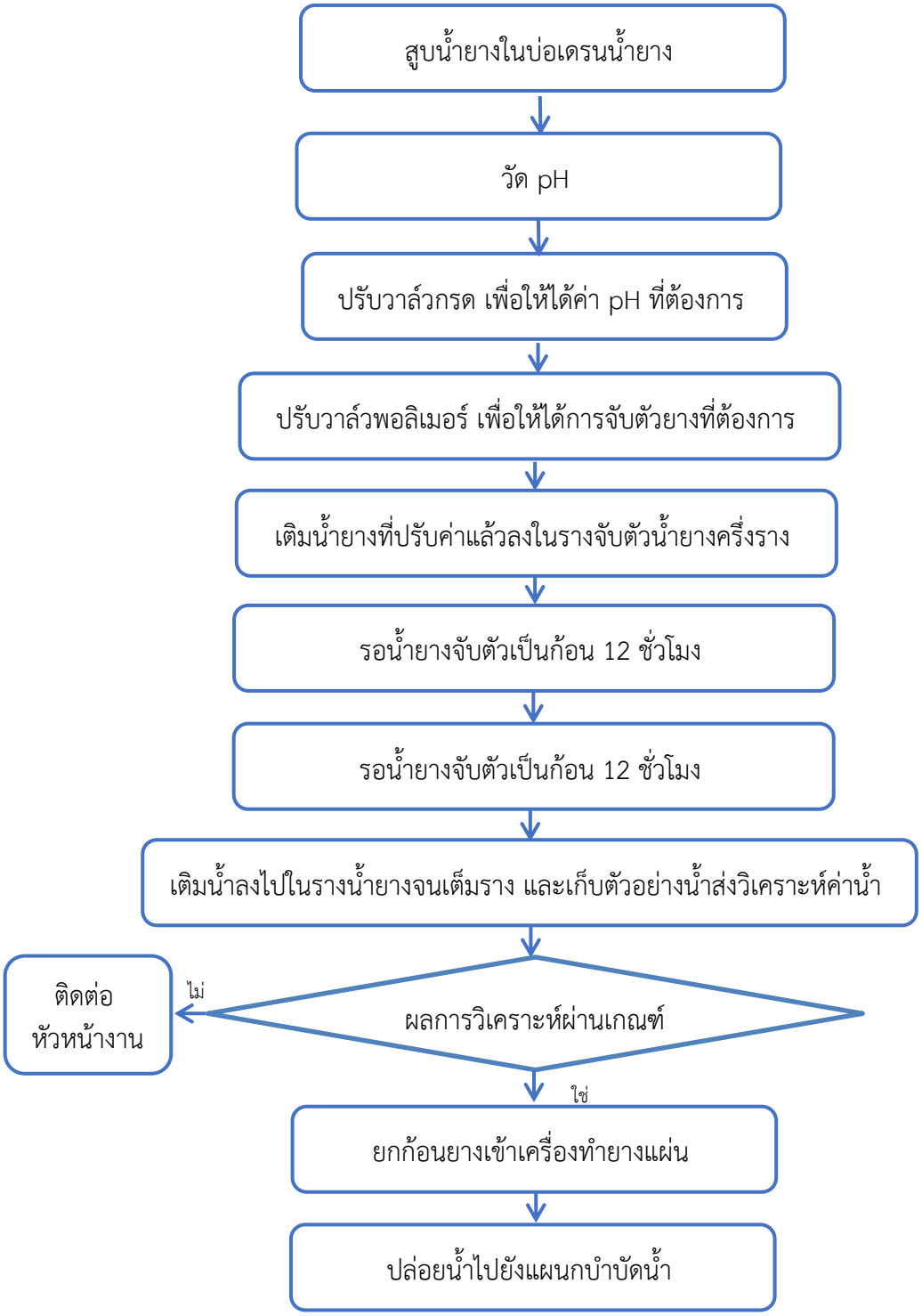
1. การศึกษาและการลดการใช้น้ำในอาคาร BDG135

1.1 กระบวนการทำงานในอาคาร BDG135

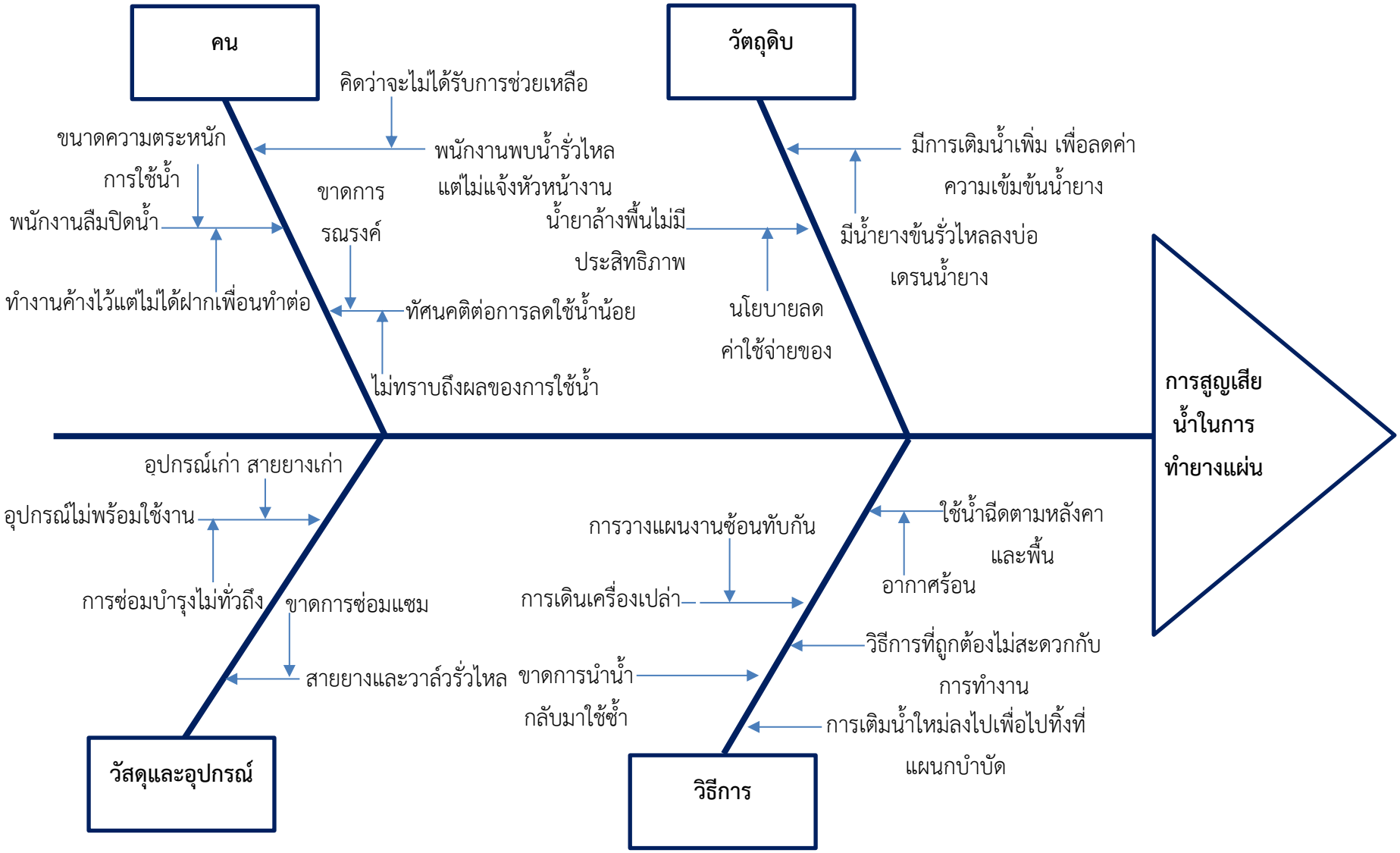
กระบวนการทำงานในอาคาร BDG135 เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการทำน้ำยางให้เป็นยางแผ่น ซึ่งน้ำยางนี้เป็นน้ำยางที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ในกระบวนการผลิต กระบวนการทำยางแผ่นของอาคาร BDG135 มีขั้นตอนการทำงานดังรูปประกอบที่ 4-9 โดยเริ่มจากการสูบน้ำยางในบ่อเดรนน้ำยางไปยังถังผสมถังที่ 1 คือถังผสมกรด โดยพนักงานระดับปฏิบัติการจะทำการวัด pH ด้วยกระดาษลิชมัส และหมุนปรับวาล์วของกรดเพื่อให้ได้ pH ตามที่ต้องการ หลังจากนั้นน้ำยางจะไหลลงไปยังถังผสมถังที่ 2 คือถังผสมพอลิเมอร์ พนักงานจะหมุนปรับวาล์วพอลิเมอร์ เพื่อให้ได้ปริมาณพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับการจับตัวของน้ำยางในถังผสมถังที่สอง จากนั้นน้ำยางจะไหลลงไปยังรางจับตัวน้ำยาง ซึ่งมีทั้งหมด 12 ราง พนักงานจะเติมน้ำยางที่ผสมสารเคมีแล้วลงไปในรางทีละราง โดยจะใส่น้ำยางแค่ครึ่งราง หลังจากนั้นจะทิ้งน้ำยางในรางไว้อย่างน้อย 12 ชั่วโมงเพื่อรอยางจับตัว หลังจาก 12 ชั่วโมงถัดมาจะได้ยางก้อนลอยเป็นแผ่นอยู่ในรางจับน้ำยาง หลังจากนั้นพนักงานจะเติมน้ำลงไปในรางทุกรางจนเต็มราง แล้วเก็บน้ำในรางเพื่อไปส่งวิเคราะห์ค่าน้ำเสีย หลังจากได้ค่าที่ส่งไปตรวจสอบ และตรวจเช็คทุกค่าว่าค่าที่ได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด พนักงานจะทำการยกยางก้อนขึ้นจากรางจับน้ำยางและนำยางเข้าสู่เครื่องทำยางแผ่น หลังจากทำยางแผ่นจนครบทุกรางแล้ว พนักงานจะทำการปล่อยน้ำที่เหลือจากการยกยาง โดยการเปิดวาล์วปล่อยน้ำทีละราง แล้วส่งน้ำนี้ไปยังแผนกบำบัดน้ำเสียด้วยเครื่องสูบน้ำต่อไป

1.2 การหาสาเหตุเบื้องต้นโดยใช้แผนผังก้างปลาของกระบวนการทำงานในอาคาร BDG135

จากการศึกษาข้อมูลการใช้น้ำในกระบวนการทำยางแผ่น หาสาเหตุเบื้องต้นและอาการของปัญหา ด้วยการใช้ความรู้เฉพาะด้าน และความรู้จากการสังเกตการณ์ในการระดมสมองด้วยแผนภาพก้างปลา เพื่อค้นหาสาเหตุในเชิงโครงสร้าง พบว่า ปัญหาการสูญเสียน้ำในกระบวนการทำยางแผ่นเกิดจาก 4 ประเด็นหลักๆ ดังรูปที่ 4-9



รูปที่ 4-9 กระบวนการทำยางแผ่นของอาคาร BDG135



รูปที่ 4-10 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำในการทำยางแผ่นของอาคาร BDG135

1. **สาเหตุจากคน**
   - เนื่องจากกระบวนการทำยางแผ่นใช้คนในการควบคุมการทำงานเพียงอย่างเดียว จึงมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาดระหว่างการปฏิบัติงาน โดยปัญหาที่พบคือ สาเหตุหลักเกิดจากพนักงานลืมปิดน้ำ ซึ่งเกิดจากพนักงานมีการทำงานไม่เสร็จสิ้น แต่จำเป็นจะต้องหยุดการทำงานเนื่องจากหมดเวลาการทำงาน แต่พนักงานไม่ได้บอกเพื่อนที่มารับงานต่อว่าได้ทำงานถึงขั้นตอนไหน และพนักงานขาดความตระหนักในการประหยัดน้ำ
   - ทัศนคติต่อการลดการใช้น้ำน้อย เนื่องจากโรงงานไม่มีการรณรงค์เรื่องการประหยัดน้ำ ไม่มีการติดแผ่นป้ายปิดน้ำไว้ ณ อ่างล่างมือ เป็นต้น อีกทั้งพนักงานไม่ทราบถึงที่มา และค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำของโรงงาน ทำให้ไม่ทราบถึงผลกระทบ และความรุนแรงของการไม่ประหยัดน้ำ
   - พนักงานไม่รายงานปัญหาที่พบเจอแก่หัวหน้างาน เนื่องจากพนักงานมีความคิดว่า การรายงานปัญหาไปยังหัวหน้างาน แต่ก็จะไม่ได้รับการแก้ไข หรือได้รับการแก้ไขช้า ทำให้พนักงบางคนใช้วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า
2. **สาเหตุจากวัตถุดิบ**
   - มีการล้างพื้น ล้างรางจับน้ำยางหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการทำยางแผ่น แต่พบว่าผงซักฟอกสำหรับล้างพื้นมีคุณภาพต่ำ ต้องใช้ในปริมาณมาก และหลังจากล้างผงซักฟองด้วยน้ำทำให้พบว่าต้องใช้ปริมาณน้ำล้างเยอะขึ้น สาเหตุหลักที่พบคือ มีการเปลี่ยนยี่ห้อของผงซักฟอกที่ใช้ในโรงงานเป็นยี่ห้อที่ราคาถูกลง เนื่องจากโรงงานมีนโยบายลดค่าใช้จ่ายในโรงงาน
   - เนื่องจากในกระบวนการทำยางแผ่นไม่สามารถกำหนดคุณภาพของน้ำยางขาเข้าในบ่อเดรนน้ำยางได้ จึงทำให้เกิดปัญหาคุณภาพน้ำยางมีความผันผวน โดยคุณภาพน้ำยางที่มีการจับตัวเร็วกว่าปกติจะทำให้น้ำยางจับตัวเป็นก้อนในเครื่องสูบน้ำ ในท่อส่งน้ำยาง ในถังผสม เป็นต้น ทำให้ต้องมีการล้าง ทะลวง และอัดฉีดด้วยน้ำ ซึ่งหากน้ำยางขาเข้ามีคุณภาพปกติจะไม่มีกิจกรรมใช้น้ำในลักษณะนี้
3. **สาเหตุวัสดุและอุปกรณ์**
   - อุปกรณ์ไม่พร้อมใช้งาน เนื่องจากกระบวนการทำยางแผ่นไม่ได้เป็นกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ทำให้พนักงานแผนกซ่อมบำรุงไม่ได้ให้ความสำคัญในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ในพื้นที่อาคาร BDG135 มาเป็นอันดับแรก ทำให้เกิดปัญหาเครื่องจักรสึกหรอ ไม่ได้รับการ PM และเมื่อเครื่องจักรใช้การไม่ได้ ไม่มีการซ่อมแซมทันที อีกทั้งในกระบวนการทำยางแผ่นมีการใช้กรดในกระบวนการ ซึ่งส่งผลทำให้อุปกรณ์เสื่อมสภาพและทรุดโทรมเร็วกว่าปกติ
4. **สาเหตุวิธีการ**
   - จากการตรวจสอบพบว่ามีการเดินเครื่องจักรเปล่า เนื่องจากพนักงานมีงานมาแทรกระหว่างกำลังทำยางแผ่น ทำให้ต้องทิ้งเครื่องจักรแล้วไปทำงานอื่น
   - มีการฉีดน้ำบนหลังคาและบนพื้น ในช่วงเวลากลางวัน เนื่องจากอากาศที่ร้อนจัด

- จากการสำรวจพบว่ามีบางกิจกรรมที่ถูกระบุไว้ในวิธีการทำงาน แต่ไม่สามารถทำได้ตามวิธีการ เช่น การเตรียมพอลิเมอร์ วิธีการระบุไว้ว่าพนักงานจะต้องเติมน้ำลงไปในถังน้ำเพื่อวัดปริมาณน้ำ แล้วสูบน้ำที่ทราบปริมาณไปยังถังผสมพอลิเมอร์ แต่ในการทำงานจริงพบว่าเป็นวิธีการที่ไม่สะดวก เนื่องจากเสียเวลาในการเติมน้ำ และไม่สามารถระบุปริมาณน้ำได้จริง เนื่องจากน้ำเติมเข้าและสูบออกในเวลาเดียวกัน เพื่อให้ได้งานตามเป้าหมายเวลา
- ในกระบวนการทำยางแผ่นมีการเติมน้ำลงไปในรางจับยางเพื่อให้น้ำยกก้อนยางให้ลอยขึ้น และสามารถเคลื่อนย้ายไปยังกระบวนการถัดไป ซึ่งน้ำที่เติมลงไปในรางจับน้ำยางเป็นน้ำประปา หลังจากนั้นน้ำนี้จะถูกปล่อยไปยังแผนกบำบัดน้ำเสีย เพื่อทำการบำบัดอีกครั้งซึ่งถือเป็นการสูญเสียสองครั้ง

จากการหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาเพื่อค้นหาสาเหตุในภาพกว้าง ทำให้ไม่พบสาเหตุหลักของการใช้น้ำในปริมาณมากเกินความจำเป็นในกระบวนการทำยางแผ่นได้ แต่พบวิธีการที่จะลดปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่ของอาคาร BDG135 ได้ทั้งหมด 100% นั่นคือ การนำน้ำสำหรับชำระล้างในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มาใช้ในอาคาร BDG135 ทั้งอาคาร เนื่องจากกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำยางแผ่นไม่จำเป็นที่จะต้องใช้น้ำประปา ไม่จำเป็นที่จะต้องควบคุมคุณภาพน้ำขาเข้า เป็นต้น ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าที่แท้จริงของปัญหา

2. **การศึกษาและการลดการใช้น้ำในอาคารฝ่ายผลิต**

2.1 กระบวนการใช้น้ำในอาคารฝ่ายผลิต

จากการศึกษาข้อมูลการใช้น้ำในอาคารฝ่ายผลิตจากมาตรวัดน้ำ ดังรูปที่ 4-5 พบว่ามีจุดที่มีมาตรวัดน้ำทั้งหมด 3 จุด คือ อาคาร DAP อาคาร AL และอาคารผลิต โดยอาคารผลิตมีจุดที่มีมาตรวัดน้ำอีกทั้งหมด 6 จุด คือ น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 1 น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 2 น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 3 น้ำผสมสารเคมีของเครื่องจักรหมายเลข 1 น้ำผสมสารเคมีของเครื่องจักรหมายเลข 2 และน้ำผสมสารเคมีของเครื่องจักรหมายเลข 3 ตามลำดับ

การจัดลำดับความสำคัญที่ทำให้ปริมาณน้ำใช้มีค่าสูง

นำข้อมูลปริมาณการใช้น้ำจากมาตรวัดน้ำในอาคารผลิตมาหาค่าเฉลี่ยต่อเดือนต่อตันผลผลิต จากนั้นเมื่อทราบปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนแล้ว นำข้อมูลข้างต้นมาจัดลำดับความสำคัญด้วยการใช้แผนภาพพาเรโตกับปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนของอาคารผลิต พบว่าจุดที่มีความสำคัญต่อปัญหาการใช้น้ำในเชตอาคารผลิตมากที่สุด คือ น้ำผสมสารเคมีของเครื่องจักรหมายเลข 1 น้ำผสมสารเคมีของเครื่องจักรหมายเลข 3 น้ำผสมสารเคมีของเครื่องจักรหมายเลข 2 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-8 แต่น้ำใช้สำหรับผสมสารเคมีนั้น ไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงปริมาณได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณของน้ำใช้สำหรับผสมสารเคมีจะทำให้กระทบต่อสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ วิธีการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ มีการเติมน้ำตามมาตรวัดน้ำ และมีวิธีการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด และมี

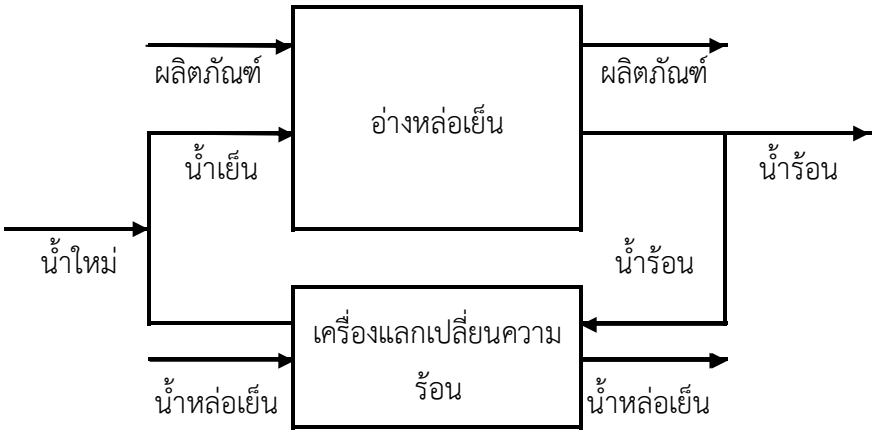
การตรวจสอบจากฝ่ายควบคุมคุณภาพ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกสนใจจุดที่ใช้น้ำแค่ 5 จุด คือ อาคาร DAP อาคาร AL น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 1 น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 2 และน้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 3 ตามลำดับ โดยพบว่าจุดที่มีความสำคัญต่อปัญหาการใช้น้ำ คือ น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 3 น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 2 และน้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 1 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-8 ปริมาณการใช้เฉลี่ยน้ำต่อเดือนในจุดที่มีมาตรวัดของอาคารผลิตเดือนมีนาคม 2562 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562

จุดติดตั้งมาตรวัดน้ำ	**ปริมาณการใช้น้ำในอาคารผลิต (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต)**			
	มี.ค.-62	**เม.ย.-62**	**พ.ค.-62**	**เฉลี่ย**
น้ำผสมสารเคมีของเครื่องจักรหมายเลข 1	2.46	2.12	2.02	2.18
น้ำผสมสารเคมีของเครื่องจักรหมายเลข 3	2.17	2.28	2.05	2.16
น้ำผสมสารเคมีของเครื่องจักรหมายเลข 2	2.16	2.05	2.06	2.10
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 3	1.85	1.60	2.56	2.06
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 2	1.24	1.60	1.57	1.42
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักรหมายเลข 1	0.70	1.18	0.87	1.01
อาคาร DAP	0.00	0.00	0.00	0.00
อาคาร AL	0.00	0.00	0.00	0.00

กระบวนการทำงานของน้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักร

กระบวนการทำงานของน้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนความร้อนของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและน้ำ ขั้นตอนการทำงานดังรูปประกอบที่ 4-11 โดยแผ่นยางผลิตภัณฑ์จะเคลื่อนที่ผ่านน้ำ เพื่อลดความร้อนในผลิตภัณฑ์ และน้ำที่ผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนจะเข้าสู่กระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) และจะมีน้ำใหม่เข้ามาเติมในระบบเพื่อทดแทนน้ำที่ระเหยไปเนื่องจากความร้อนและเพื่อเจือจางความสกปรกของน้ำในกระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์

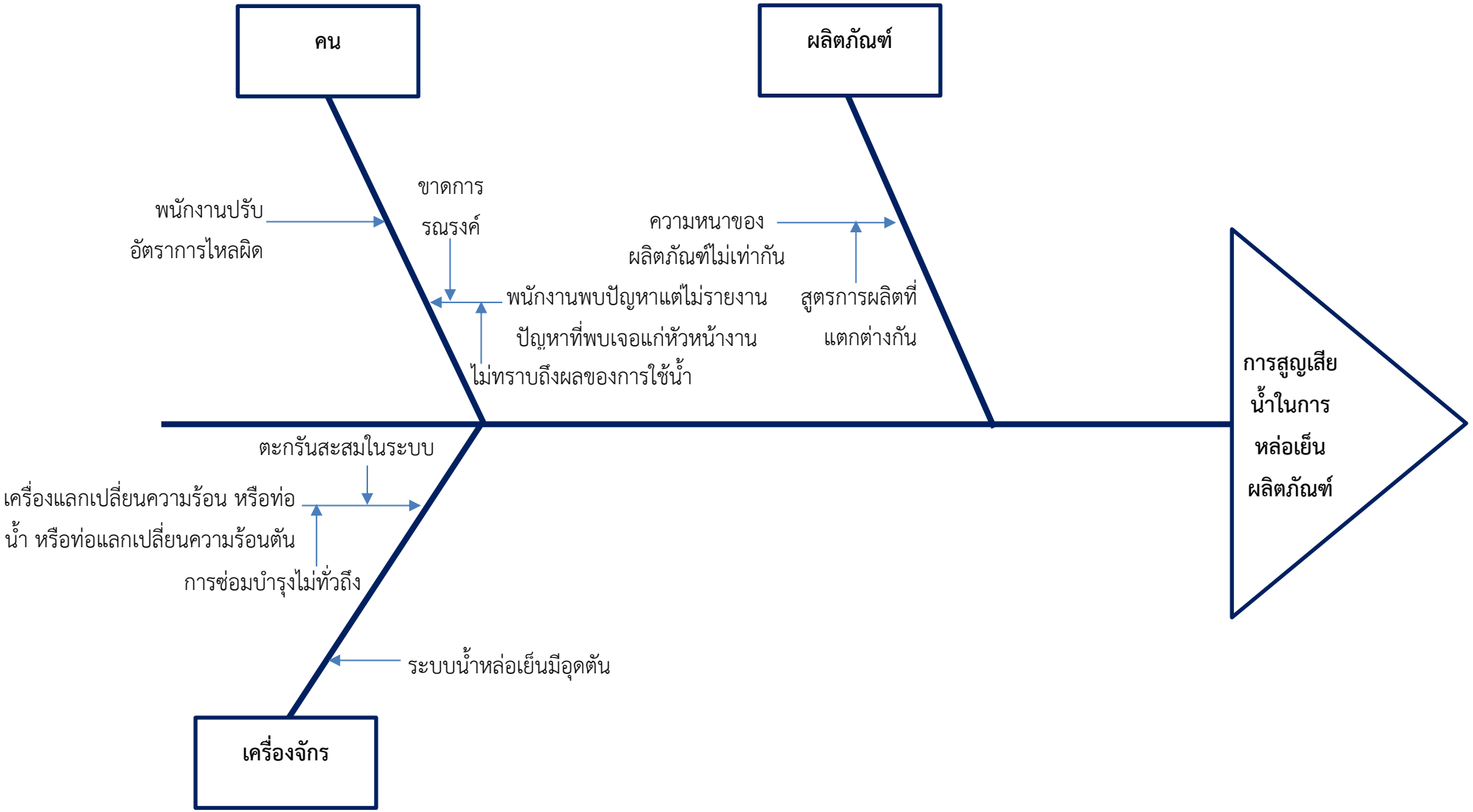


รูปที่ 4-11 กระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์

กระบวนการทำงานของระบบหล่อเย็นผลิตภัณฑ์เป็นระบบอัตโนมัติ โดยน้ำหล่อเย็นมาจากระบบหล่อเย็นรวมของโรงงานที่มีน้ำหล่อเย็นไหลเวียนในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนตลอดเวลา ควบคุมโดยระบบอัตโนมัติตามระดับของแรงดัน และน้ำเย็นจากอ่างหล่อเย็นเมื่อผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อน จะทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นส่วนหนึ่งผ่านเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนหนึ่งหายไปจากการระเหยของน้ำ และส่วนหนึ่งถูกนำไปทิ้งยังถังชะล้าง โดยระบบอัตโนมัติตามระดับน้ำในอ่างหล่อเย็น และน้ำใหม่ที่เข้ามาเติมในกระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ เติมเข้าสู่ท่อน้ำเย็นหลังผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยระบบควบคุมทางไกล SCADA ด้วยการใส่ค่าอัตราการไหลของน้ำใหม่ที่ต้องการ

2.2 การหาสาเหตุเบื้องต้นโดยใช้แผนผังก้างปลาของกระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาข้อมูลการใช้น้ำในกระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ หาสาเหตุเบื้องต้นและอาการของปัญหา ด้วยการใช้ความรู้เฉพาะด้าน และความรู้จากการสังเกตการณ์ในการระดมสมองด้วยแผนภาพก้างปลา เพื่อค้นหาสาเหตุในเชิงโครงสร้าง พบว่า ปัญหาการสูญเสียน้ำในกระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ 3 ประเด็นหลักๆ ดังรูปที่ 4-12



รูปที่ 4-12 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำในการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์

1. สาเหตุจากคน

- พนักงานปรับอัตราการไหลผิด เนื่องจากพนักงานจะต้องมีการใส่ค่าอัตราการไหลที่ต้องการผิด ซึ่งได้ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานการทำงาน เนื่องจากพนักงานบางคนไม่ถนัดในการใช้คอมพิวเตอร์ หรือมีปัญหาด้านการมองเห็น (สายตาสั้นหรือยาวกว่าปกติ) ทำให้บางครั้งมีการใส่ตัวเลขที่ไม่ตรงกับมาตฐาน
- พนักงานไม่รายงานปัญหาน้ำรั่วไหลที่พบแก่หัวหน้างาน เนื่องจากพนักงานมีความคิดว่าการรายงานปัญหาไปยังหัวหน้างาน แต่ก็จะไม่ได้รับการแก้ไข หรือได้รับการแก้ไขช้า ทำให้พนักงานบางคนใช้วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และเนื่องจากพนักงานยังไม่ตระหนักถึงผลกระทบของการใช้น้ำมากกว่ามาตฐาน

2. สาเหตุจากผลิตภัณฑ์

- ผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าอ่างหล่อเย็นมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ เนื่องจากความแตกต่างกันของสูตรของผลิตภัณฑ์ที่มีการดูดซับความร้อนได้แตกต่างกัน

3. สาเหตุเครื่องจักร

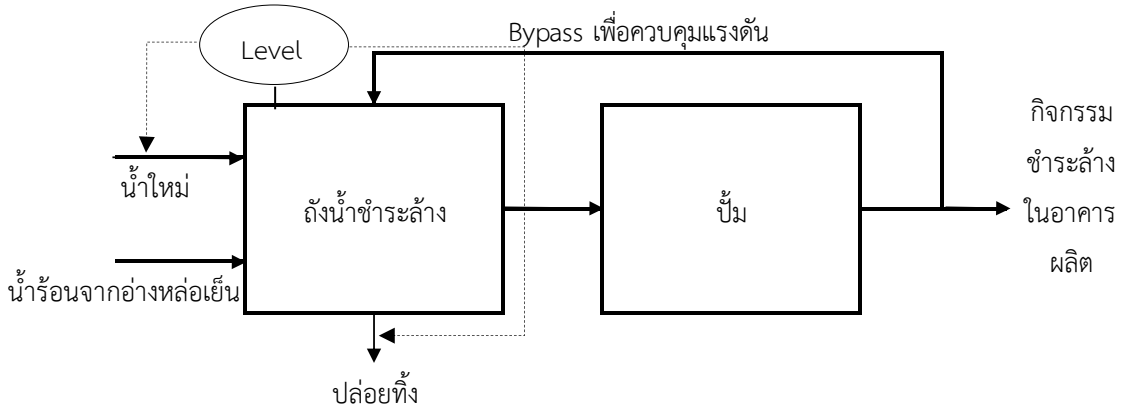
- ระบบน้ำหล่อเย็นมีปัญหา เนื่องจากแรงดันน้ำไม่เพียงพอ จากสาเหตุบางประการของระบบหล่อเย็นรวมของโรงงาน เช่น ประสิทธิภาพของปั๊มน้ำ ตะกรันในระบบหล่อเย็น สารเคมีไม่เพียงพอ เป็นต้น
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน หรือท่อน้ำ หรือท่อแลกเปลี่ยนความร้อนตัน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนตัน เนื่องจากมีตะกรันสะสมในอ่างหล่อเย็น ขาดการทำความสะอาด หรือการทำความสะอาดไม่เพียงพอ ซึ่งในมาตรฐานการทำงานได้มีการระบุว่าให้พนักงานทำความสะอาดเมื่อมีการหยุดการผลิตต่อเนื่องนานกว่า 3 วัน ซึ่งโดยปกติกระบวนการผลิตจะหยุดผลิตนานกว่า 3 วัน มีแค่ 2 ครั้งต่อปี นั่นคือ วันหยุดสงกรานต์และวันหยุดปีใหม่ และจากการสำรวจและตรวจสอบมาตฐานการทำงานพบว่า มีจุดในอ่างหล่อเย็นที่เข้าถึงยากต่อการทำความสะอาด จึงเป็นจุดสะสมตะกอนได้ และท่อน้ำหรือท่อแลกเปลี่ยนความร้อนตัน เนื่องจากขาดการซ่อมบำรุง ขาดกระบวนการทะลวงท่อ ทำให้ตะกรันสะสมในระบบท่อมาอย่างยาวนาน ซึ่งจากการสอบถามพบว่าระบบท่อไม่เคยผ่านการทะลวงท่อมาแล้วกว่า 5 ปี

จากการหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาเพื่อค้นหาสาเหตุในภาพกว้าง ทำให้พบว่าสาเหตุของปัญหาในกระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ คือปัญหาเครื่องจักร นั่นคือ ปัญหาประสิทธิภาพของการแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนลดน้อยลง เนื่องจากการขาดการซ่อมบำรุงรักษา เช่นการทำความสะอาด การทะลวงการอุดตันของท่อ และความถี่หรือโอกาสในการหยุดการผลิตเพื่อทำความสะอาดระบบหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

3. การศึกษาและการลดการใช้น้ำในถังน้ำชำระล้าง

3.1 กระบวนการใช้น้ำในถังน้ำชำระล้าง

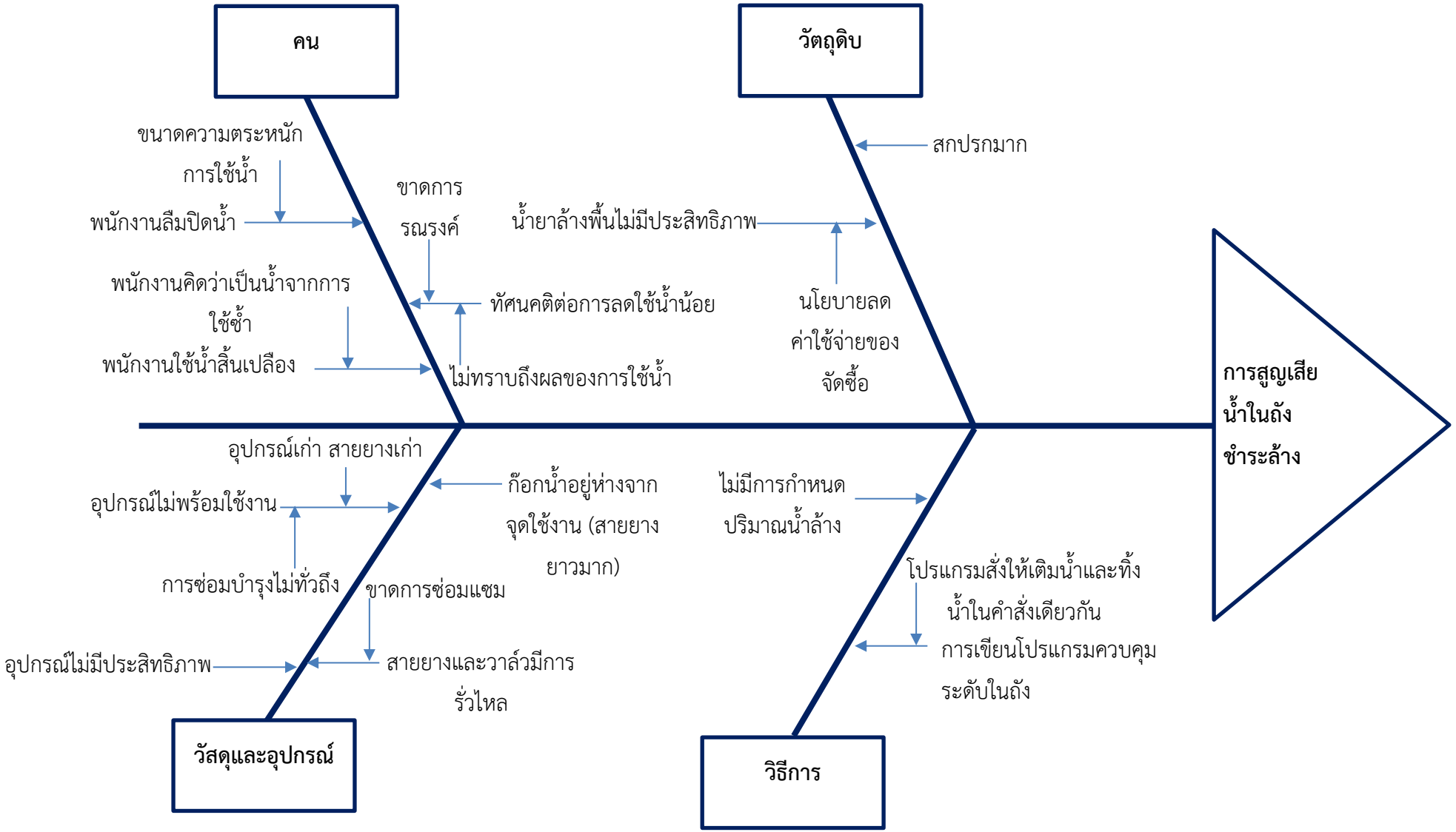
กระบวนการทำงานของถังน้ำชำระล้าง เป็นกระบวนการนำน้ำใช้ในระบบหล่อเย็นมาใช้สำหรับกิจกรรมชำระล้างในอาคารผลิตทั้งหมด เช่น การล้างพื้น การล้างถัง การล้างท่อ เป็นต้น ซึ่งกระบวนการทำงานประกอบไปด้วยถังน้ำ สำหรับกักเก็บน้ำจากระบบหล่อเย็นถูกควบคุมปริมาณโดยระบบอัตโนมัติด้วยการวัดระดับน้ำในถังชำระล้าง มีการเติมน้ำใหม่เข้าถังชำระล้างเมื่อระดับน้ำในถังต่ำกว่ากำหนด และมีการปล่อยน้ำทิ้งเมื่อระดับน้ำในถังสูงกว่ากำหนด น้ำที่นำมาใช้ในกิจกรรมชำระล้างนั้นถูกส่งไปยังพื้นที่ต่างๆ ทั่วทั้งอาคารผลิตด้วยปั๊มน้ำ โดยมีปั๊มน้ำ 3 ตัวในกระบวนการ ปั๊ม 2 ตัวเพื่อการใช้งาน และอีก 1 ตัวเพื่อเป็นปั๊มสำรองหากปั๊มใช้งานมีปัญหา ระบบการส่งน้ำถูกส่งโดยระบบอัตโนมัติด้วยการควบคุมแรงดันในท่อ หากแรงดันในท่อต่ำกว่าที่กำหนด ปั๊มจะทำงานพร้อมกันสองตัว และหากแรงดันในท่อน้อยกว่าที่กำหนด ปั๊มจะทำงานแค่ตัวเดียว โดยการควบคุมแรงดันในท่อจะถูกควบคุมโดยเครื่องวัดแรงดันและวาล์วอัตโนมัติ ซึ่งระบบการทำงานของปั๊มจะทำงานตลอดเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อป้องกันแรงดันน้ำไม่เพียงพอในช่วงแรกของการสตาร์ทปั๊ม ดังรูปที่ 4-13



รูปที่ 4-13 กระบวนการทำงานของถังชำระล้าง

3.2 การหาสาเหตุเบื้องต้นโดยใช้แผนผังก้างปลาของกระบวนการถังชำระล้าง

จากการศึกษาข้อมูลการใช้น้ำในกระบวนการทำงานของถังชำระล้าง หาสาเหตุเบื้องต้นและอาการของปัญหา ด้วยการใช้ความรู้เฉพาะด้าน และความรู้จากการสังเกตการณ์ในการระดมสมองด้วยแผนภาพก้างปลา เพื่อค้นหาสาเหตุในเชิงโครงสร้าง พบว่าปัญหาการสูญเสียน้ำในกระบวนการทำยางแผ่นเกิดจาก 4 ประเด็นหลักๆ ดังรูปที่ 4-14



รูปที่ 4-14 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำในถังชำระล้าง

1. **สาเหตุจากคน**
   - พนักงานลืมปิดน้ำ เนื่องจากพนักงานหนึ่งคนสามารถทำงานได้มากกว่าหนึ่งตำแหน่ง ทำให้บางครั้งเวลาในการทำงานทับซ้อนกัน หรือมีเหตด่วนจำเป็นจะต้องไปทำงานอื่นทันที และคิดว่าเปิดน้ำไว้แล้วจะมาทำต่อทีหลัง เนื่องจากขาดความตระหนักในหน้าที่และไม่เห็นถึงคุณค่าของการประหยัดน้ำ
   - พนักงานใช้น้ำสิ้นเปลือง เนื่องจากพนักงานทราบว่าน้ำที่ใช้ในการชำระล้างนั้นมาจากน้ำอ่างหล่อเย็น แล้วมีการนำมาใช้ซ้ำ แต่ไม่ทราบถึงกระบวนการทำงานของถังชำระล้างอย่างถ่องแท้ว่ามีการเติมน้ำใหม่เข้าระบบด้วย จึงมีการละเลยการประหยัดน้ำใช้จากถังชำระล้าง
   - ทัศนคติต่อการลดใช้น้ำน้อย เนื่องจากที่ผ่านมาทางโรงงานไม่เคยเน้นเรื่องการประหยัดน้ำใช้ในโรงงานมาก่อน และในช่วงแรกที่เริ่มมีโครงการการประหยัดน้ำยังมีการรณรงค์ไม่ถึงพนักงาน เนื่องจากทีมงานที่เข้าร่วมโครงการมีน้อยเกินไป ทำให้พนักงานไม่ทราบถึงนโยบายใหม่ของโรงงาน อีกทั้งช่วงแรกของนโยบายนั้นพนักงานยังไม่ให้ความสำคัญกับการใช้น้ำมากนัก
2. **สาเหตุจากวัตถุดิบ**
   - กิจกรรมการล้างในอาคารผลิตบางกิจกรรม มีการใช้ผงซักฟอกในการล้าง แต่พบว่าผงซักฟอกสำหรับล้างพื้นมีคุณภาพต่ำ ต้องใช้ในปริมาณมาก และหลังจากล้างผงซักฟองด้วยน้ำทำให้พบว่าต้องใช้ปริมาณน้ำล้างมากขึ้น สาเหตุหลักที่พบคือ มีการเปลี่ยนยี่ห้อของผงซักฟอกที่ใช้ในโรงงานเป็นยี่ห้อที่ราคาถูกลง เนื่องจากโรงงานมีนโยบายลดค่าใช้จ่ายในโรงงาน
   - กิจกรรมการล้างพื้นในอาคารผลิตจะเกิดขึ้นทุกวันในช่วงเช้า ซึ่งพบว่าบางวันพื้นของอาคารผลิตสกปรกมากกว่าปกติจากกิจกรรมการผลิต เช่น มีการรั่วไหลในกระบวนการผลิต มีการหกหล่นของผลิตภัณฑ์หรือวัตถุดิบแล้วไม่มีการทำความสะอาดในทันที ทำให้คราบฝังแน่นบนพื้นเนื่องจากระยะเวลาที่ทิ้งไว้
3. **สาเหตุวัสดุและอุปกรณ์**
   - อุปกรณ์ไม่พร้อมใช้งาน เนื่องจากกระบวนการล้างไม่ได้เป็นกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ทำให้พนักงานแผนกซ่อมบำรุงไม่ได้ให้ความสำคัญในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ทำความสะอาดมาเป็นอันดับแรก ทำให้เกิดปัญหาเครื่องจักรสึกหรอ ไม่ได้รับการ PM และเมื่อเครื่องจักรใช้การไม่ได้ ไม่มีการซ่อมแซมทันที
   - จากการลงพื้นที่ตรวจสอบวิธีการทำงานพบว่าจุดจ่ายน้ำ (ก๊อกน้ำ) อยู่ห่างกับจุดที่ใช้งานจริง ทำให้ต้องใช้สายยางที่ยาวประมาณ 20 เมตร และในขณะที่พนักงานทำการเปิดหรือปิดน้ำ น้ำจะไหลลงบ่อโดยไม่ได้ฉีดไล่ตะกอน ทำให้ต้องสูญเสียน้ำไปอย่างไร้ประโยชน์
4. **สาเหตุวิธีการ**
   - ในกระบวนการล้างต่างๆ ไม่มีการกำหนดมาตรฐานความสะอาดในการการล้าง ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าพนักงานแต่ละคนจะใช้น้ำในการชำระล้างไม่เท่ากัน ซึ่งอาจจะสะอาด

เกินไป หรือสะอาดน้อยกว่ามาตรฐาน ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพการฉีดน้ำล้างไม่เท่ากัน ปริมาณน้ำที่ใช้ไม่เท่ากัน

- การเขียนโปรแกรมควบคุมระดับในถังชำระล้าง ถูกเขียนให้มีการรักษาระดับน้ำในถังโดยการเติมน้ำเข้าและปล่อยน้ำออกด้วยการกำหนดระดับเดียวกันเป็นตัวควบคุม ทำให้ทุกครั้งที่มีการเติมน้ำเข้าระบบจะมีการปล่อยน้ำออกจากระบบด้วยเช่นกันทุกครั้ง ส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำมีปริมาณที่สูงมาก และถูกปล่อยทิ้งไปอย่างไร้ประโยชน์

จากการหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาเพื่อค้นหาสาเหตุในภาพกว้าง ทำให้พบว่าสาเหตุของปัญหาในกระบวนการถังชำระล้าง คือปัญหาวิธีการ นั่นคือ การเขียนโปรแกรมควบคุมระดับในถังชำระล้างที่มีการทำงานที่ต้องเติมน้ำซ้ำสองเท่าของการใช้น้ำจริง และการรักษาระดับน้ำในถังชำระล้างให้คงที่ที่ค่าใดค่าหนึ่ง ซึ่งสามารถกักเก็บน้ำให้เต็มถังไว้ตลอดเวลา เพื่อลดการเติมน้ำในถังลงได้

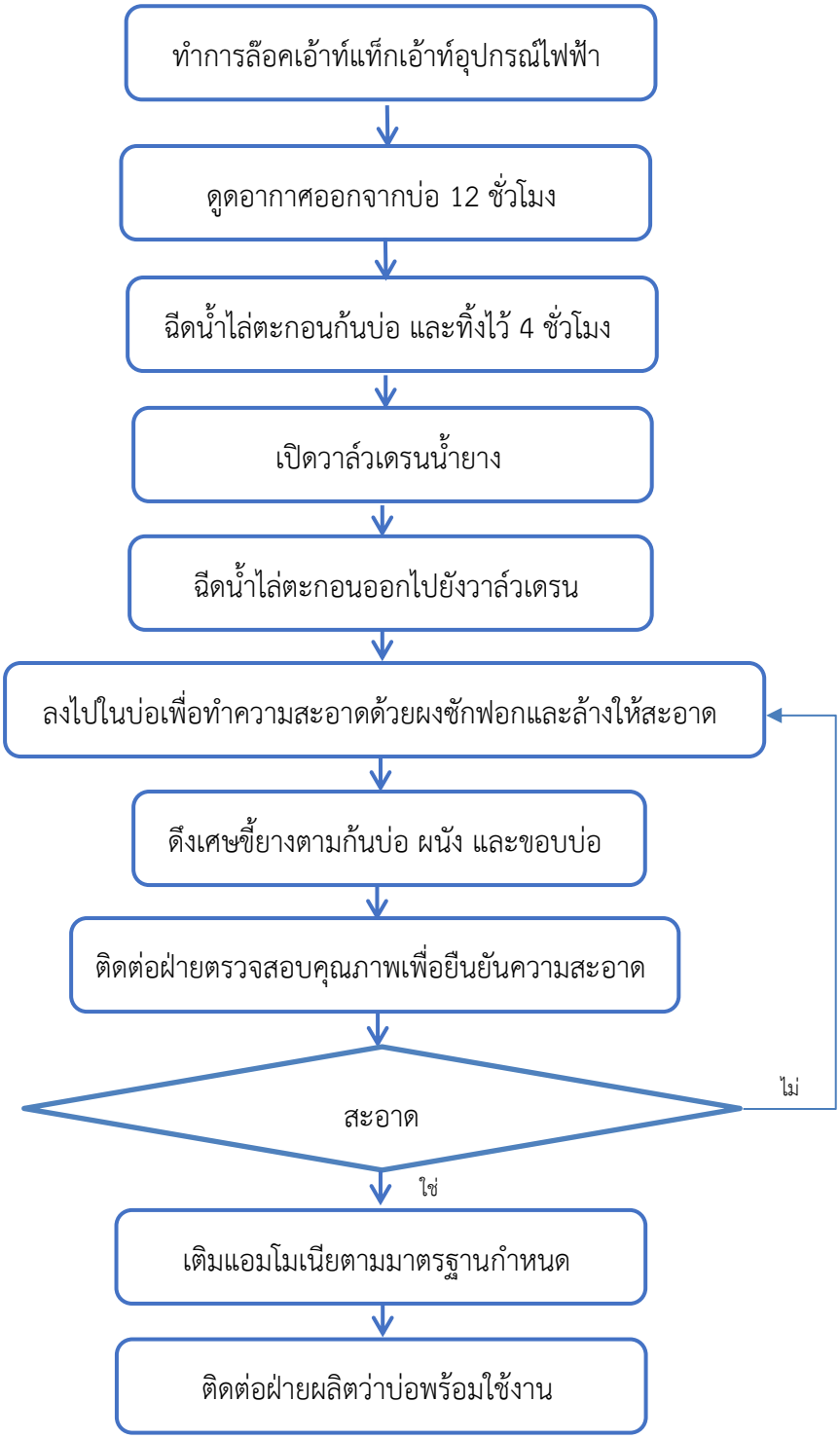
4. การศึกษาและการลดการใช้น้ำในอาคารน้ำยาง

4.1 กระบวนการใช้น้ำอาคารน้ำยาง

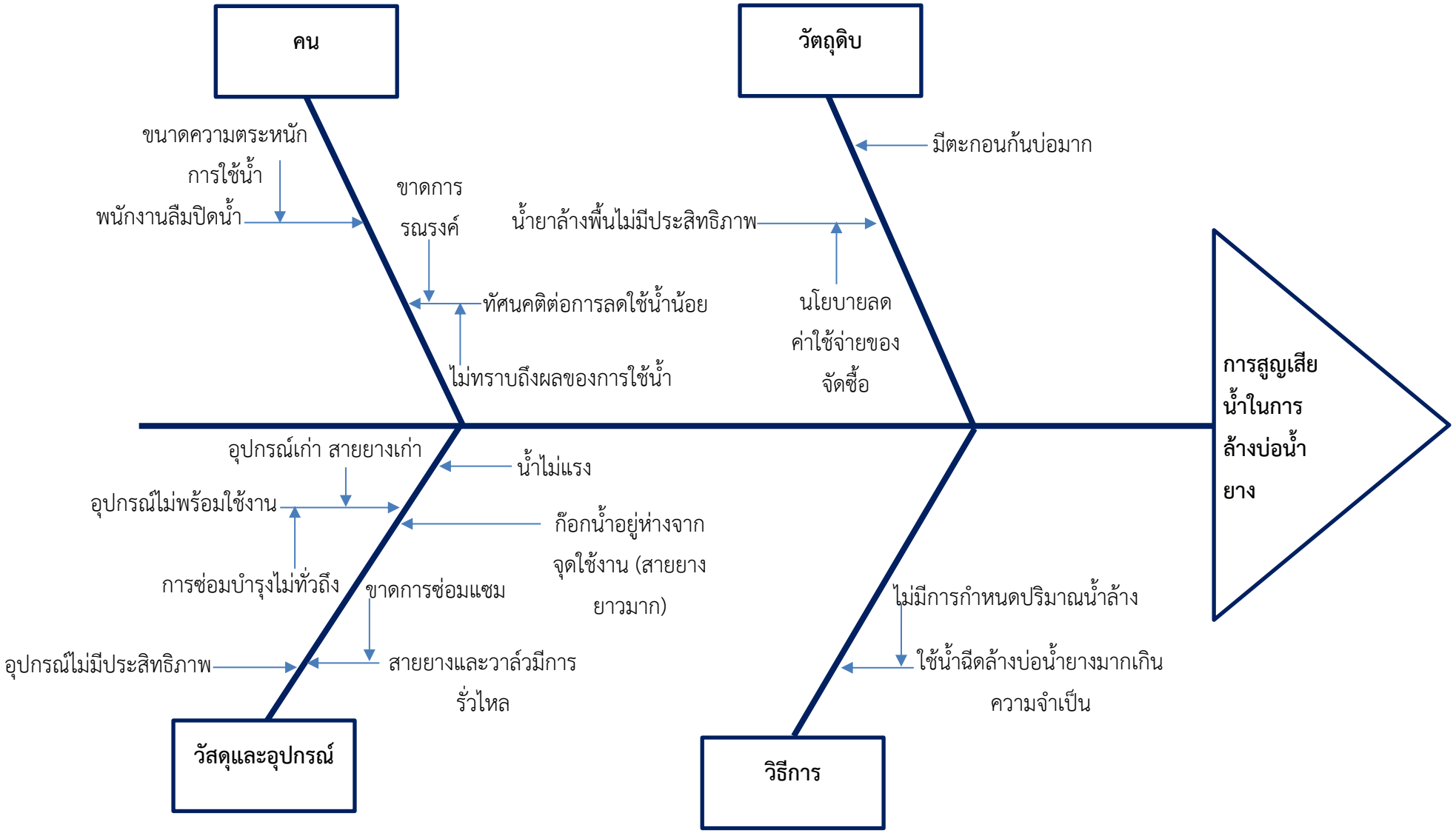
จากการศึกษาข้อมูลการใช้น้ำในอาคารน้ำยาง พบว่ากิจกรรมที่มีการใช้น้ำในอาคารน้ำยางสามารถแยกออกเป็นกิจกรรมหลัก คือ การใช้น้ำสำหรับการลดความเข้มข้นของน้ำยาง เพื่อให้ได้ปริมาณ DRC ตามที่ต้องการ และการใช้น้ำสำหรับการล้างบ่อเก็บน้ำยาง ซึ่งการใช้น้ำสำหรับการลดความเข้มข้นของน้ำยางนั้นไม่สามารถนำทฤษฎีเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ได้ เนื่องจากวิธีการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ มีการเติมน้ำตามมาตรวัดน้ำ และมีวิธีการปฏิบัติงานอย่างเคร่งคัด มีการตรวจสอบจากฝ่ายควบคุมคุณภาพ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษากระบวนการล้างบ่อเก็บน้ำยาง เพื่อหาสาเหตุเบื้องต้นและอาการของปัญหา ด้วยการใช้ความรู้เฉพาะด้านและความรู้จากการสังเกตการณ์ในการระดมสมองด้วยแผนภาพก้างปลา เพื่อค้นหาสาเหตุในเชิงโครงสร้าง พบว่า ปัญหาการสูญเสียน้ำในกระบวนการล้างบ่อน้ำยาง 4 ประเด็นหลักๆ ดังรูปที่ 4-14

4.2 การหาสาเหตุเบื้องต้นโดยใช้แผนผังก้างปลาในอาคารน้ำยาง

จากการศึกษาข้อมูลการใช้น้ำในอาคารน้ำยาง หาสาเหตุเบื้องต้นและอาการของปัญหา ด้วยการใช้ความรู้เฉพาะด้าน และความรู้จากการสังเกตการณ์ในการระดมสมองด้วยแผนภาพก้างปลา เพื่อค้นหาสาเหตุในเชิงโครงสร้าง พบว่า ปัญหาการสูญเสียน้ำในอาคารน้ำยางเกิดจาก 4 ประเด็นหลักๆ ดังรูปที่ 4-15



รูปที่ 4-15 กระบวนการล้างบ่อน้ำยาง



รูปที่ 4-16 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำการล้างบ่อน้ำยาง

1. **สาเหตุจากคน**
   - เนื่องจากกระบวนการล้างบ่อน้ำยางใช้คนในการควบคุมการทำงานเพียงอย่างเดียว จึงมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาดระหว่างการปฏิบัติงาน โดยปัญหาที่พบคือ พนักงานขาดความตระหนักในการประหยัดน้ำ โดยพบพนักงานฉีดไล่ตะกอนด้วยน้ำปริมาณมาก จนก้นบ่อไม่มีตะกอน แต่พนักงานก็ยังฉีดน้ำไล่ตะกอนต่อ
   - ทัศนคติต่อการลดการใช้น้ำน้อย เนื่องจากโรงงานไม่มีการรณรงค์เรื่องการประหยัดน้ำ ไม่มีการติดแผ่นป้ายปิดน้ำไว้ ณ อ่างล่างมือ เป็นต้น อีกทั้งพนักงานไม่ทราบถึงที่มา และค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำของโรงงาน ทำให้ไม่ทราบถึงผลกระทบ ของการไม่ประหยัดน้ำ
2. **สาเหตุจากวัตถุดิบ**
   - การล้างพื้นบ่อน้ำยาง มีการใช้ผงซักฟอกในการล้าง แต่พบว่าผงซักฟอกสำหรับล้างพื้นมีคุณภาพต่ำ ต้องใช้ในปริมาณมาก และหลังจากล้างผงซักฟองด้วยน้ำทำให้พบว่าต้องใช้ปริมาณน้ำล้างเยอะขึ้น สาเหตุหลักที่พบคือ มีการเปลี่ยนยี่ห้อของผงซักฟอกที่ใช้ในโรงงานเป็นยี่ห้อที่ราคาถูกลง เนื่องจากโรงงานมีนโยบายลดค่าใช้จ่ายในโรงงาน
   - บางครั้งพนักงานพบเจอปัญหาน้ำที่ใช้ฉีดไล่ตะกอนไม่แรงพอที่จะฉีดไล่ตะกอนได้ เนื่องจากแรงดันน้ำที่เครื่องสูบน้ำลดต่ำลงชั่วคราว
   - ในฤดูฝนมักจะพบเจอปัญหาตะกอนก้นบ่อมีปริมาณมากกว่าปกติ จากข้อมูลเบื้องต้น สาเหตุที่ทำให้ตะกอนก้นบ่อมีปริมาณมากคือ เป็นช่วงที่น้ำยางมีปริมาณแม็กนีเซียมมากกว่าฤดูอื่น
3. **สาเหตุวัสดุและอุปกรณ์**
   - อุปกรณ์ไม่พร้อมใช้งาน เนื่องจากกระบวนการล้างบ่อน้ำยางไม่ได้เป็นกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ทำให้พนักงานแผนกซ่อมบำรุงไม่ได้ให้ความสำคัญในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ในพื้นที่อาคารน้ำยาง มาเป็นอันดับแรก ทำให้เกิดปัญหาเครื่องจักรสึกหรอ ไม่ได้รับการ PM และเมื่อเครื่องจักรใช้การไม่ได้ ไม่มีการซ่อมแซมทันที
   - จากการลงพื้นที่ตรวจสอบวิธีการทำงานพบว่าจุดจ่ายน้ำ (ก๊อกน้ำ) อยู่ห่างกับจุดที่ใช้งานจริง ทำให้ต้องใช้สายยางที่ยาวประมาณ 20 เมตร และในขณะที่พนักงานทำการเปิดหรือปิดน้ำ น้ำจะไหลลงบ่อโดยไม่ได้ฉีดไล่ตะกอน ทำให้ต้องสูญเสียน้ำไปอย่างไร้ประโยชน์
4. **สาเหตุวิธีการ**
   - ในกระบวนการล้างบ่อน้ำยางยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานความสะอาดในการการล้างบ่อ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าพนักงานแต่ละคนจะใช้น้ำในการชำระล้างไม่เท่ากัน ซึ่งอาจจะสะอาดเกินไป หรือสะอาดน้อยกว่ามาตรฐาน ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพหลังการฉีดล้างไม่เท่ากัน ปริมาณน้ำที่ใช้ไม่เท่ากัน

จากการหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาเพื่อค้นหาสาเหตุในภาพกว้าง ทำให้พบสาเหตุของปัญหาในกระบวนการทำงาน แต่ยังไม่ใช่สาเหตุรากเหง้าที่แท้จริงของปัญหา ดังนั้นจึงทำการศึกษาผ่านตารางทำไม-ทำไม เพื่อหาสาเหตุที่เจาะลึกที่เกิดจากกลไกการทำงานที่แผนภาพก้างปลาไม่สามารถวิเคราะห์ได้

ตารางที่ 4-9 การวิเคราะห์ ตาราง ทำไม-ทำไมของการสูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์ในกระบวนการล้างบ่อน้ำยาง

ปรากฏการณ์	สิ่งที่สำรวจได้	ทำไม (1)	ทำไม (2)	ทำไม (3)	ทำไม (4)	พิจารณา	แนวทางแก้ไข
สูญเสียน้ำใช้ในกระบวนการล้างบ่อน้ำยาง	ใช้น้ำเยอะในการฉีดล้างพื้น	ท่อน้ำมีขนาดใหญ่	การสั่งซื้อที่ผิดพลาด	ไม่ได้สอบถาม / ตรวจสอบหน้างานจริงก่อนซื้อ		OK	ให้ผู้ซื้อถ่ายรูปหรือระบุรายละเอียดที่ชัดเจน
	เปิดน้ำทิ้งไว้	ใช้เวลาในการเดินทางไปเปิดปิดน้ำ	ปลายสายยางอยู่ห่างจากก๊อกน้ำ	ปลายสายไม่มีก๊อกน้ำ	ไม่มีการติดตั้งให้	OK	ติดวาล์วที่ปลายสาย
	ใช้น้ำจากท่อน้ำใหม่ (ใช้ผิดท่อ)	ไม่เข้าใจสัญลักษณ์บนท่อน้ำ	เป็นตัวอักษรย่อภาษาอังกฤษ	มาตรฐานของโรงงาน		NG	
	ใช้น้ำจากท่อน้ำใหม่ (ใช้ผิดท่อ)	ไม่เข้าใจสัญลักษณ์บนท่อน้ำ	ไม่ได้รับการอบรม			OK	จัดการอมรม

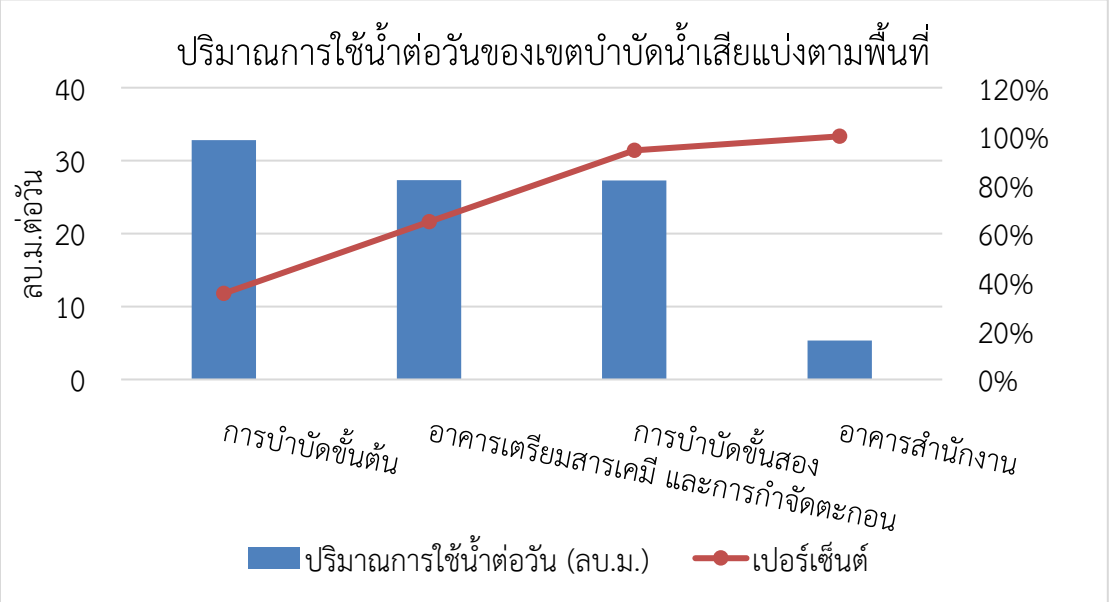
4.2.2 เขตบำบัดน้ำเสีย

1. การจัดลำดับความสำคัญที่ทำให้ปริมาณน้ำใช้มีค่าสูง

เขตบำบัดน้ำเสียนั้นไม่มีมาตรวัดปริมาณการใช้น้ำตามจุดหรือกระบวนการต่างๆ ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำได้มาจากการสอบถามพนักงาน และจากการวัดอัตราการไหลของน้ำตามจุดต่างๆ ในเขตบำบัดน้ำเสีย จากนั้นนำข้อมูลอัตราการไหลและความถี่ในการเปิดใช้งานมาหาปริมาณการใช้น้ำ โดยจะแบ่งประเภทของการใช้น้ำต่างๆ ออกเป็น 2 ประเภท คือ แบ่งตามพื้นที่และแบ่งตามกิจกรรม

1.1 ปริมาณการใช้น้ำตามพื้นที่

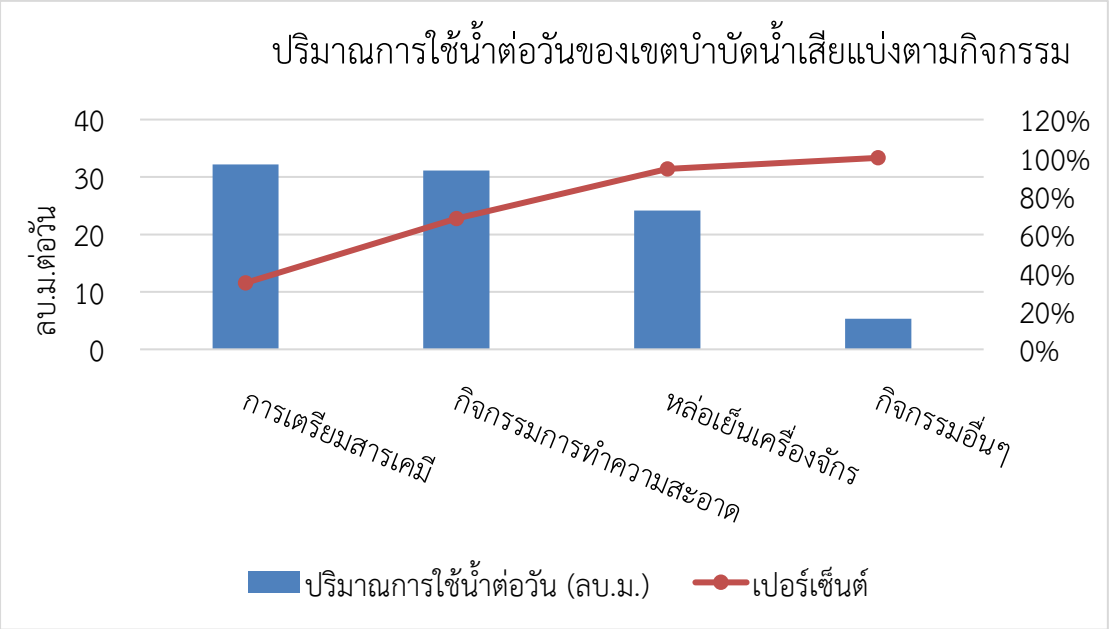
ปริมาณการใช้น้ำตามพื้นที่ เป็นการแบ่งพื้นที่การใช้น้ำออกเป็น 4 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่การบำบัดขั้นต้น พื้นที่อาคารเตรียมสารเคมี พื้นที่การบำบัดขั้นที่สอง และพื้นที่อาคารสำนักงาน จากข้อมูลพบว่าพื้นที่การบำบัดขั้นต้นมีการใช้น้ำในปริมาณมากที่สุด รองลงมาคืออาคารเตรียมสารเคมี การบำบัดขั้นที่สอง และอาคารสำนักงาน ตามลำดับ จากข้อมูลในรูปที่ 4-16 พบว่าพื้นที่อาคารเตรียมสารเคมี และพื้นที่การบำบัดขั้นที่สองมีปริมาณการใช้น้ำที่ใกล้เคียงกันมาก และหากพิจารณาที่การปรับปรุงภาพรวม 80% จำเป็นต้องลดปริมาณการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่โดยให้ความสำคัญกับพื้นที่ของการบำบัดขั้นต้น และอาคารเตรียมสารเคมี และการบำบัดขั้นที่สอง เป็นสำคัญ เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำของ 3 พื้นที่นี้ เป็นปริมาณการใช้น้ำที่กลุ่มใหญ่ของเขตบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 4-17 ปริมาณการใช้น้ำต่อวันของเขตบำบัดน้ำเสียแบ่งตามพื้นที่

1.2 ปริมาณการใช้น้ำตามกิจกรรม

ปริมาณการใช้น้ำตามกิจกรรม เป็นการแบ่งประเภทของกิจกรรมที่มีการใช้น้ำออกเป็น 4 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมการเตรียมสารเคมี กิจกรรมการทำความสะอาด กิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร และกิจกรรมอื่น จากข้อมูลพบว่ากิจกรรมการเตรียมสารเคมีมีการใช้น้ำในปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ กิจกรรมการทำความสะอาด กิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร และกิจกรรมอื่นๆ ตามลำดับ จากข้อมูลในรูปที่ 4-17 พบว่ากิจกรรมการเตรียมสารเคมี และกิจกรรมการทำความสะอาดมีปริมาณการใช้น้ำที่ใกล้เคียงกันมาก และหากพิจารณาที่การปรับปรุงภาพรวม 80% จำเป็นต้องลดปริมาณการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรมโดยให้ความสำคัญกับกิจกรรมการเตรียมสารเคมี และกิจกรรมการทำความสะอาดเป็นสำคัญ เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำของ 2 พื้นที่นี้ เป็นปริมาณการใช้น้ำที่กลุ่มใหญ่ของเขตบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 4-18 ปริมาณการใช้น้ำต่อวันของเขตบำบัดน้ำเสียแบ่งตามกิจกรรม

จากการจัดลำดับความสำคัญที่ทำให้ปริมาณน้ำใช้มีค่าสูงโดยการแบ่งตามพื้นที่และแบ่งตามกิจกรรมนั้นพบว่าการแบ่งตามประเภทกิจกรรมนั้นสามารถลดขอบเขตการศึกษาได้มากกว่า เนื่องจากการแบ่งตามพื้นที่นั้นเป็นพื้นที่ที่มีบริเวณกว้าง มีหลายกระบวนการบำบัด ทำให้ต้องแบ่งออกเป็นกระบวนการบำบัดย่อยของแต่ละพื้นที่ ทำให้ขอบเขตการศึกษากว้างเกินไป ซึ่งแต่ละพื้นที่นั้นมีกิจกรรมที่คล้ายคลึงกัน และสามารถแบ่งกิจกรรมแต่ละกิจกรรมได้ชัดเจนกว่าการแบ่งกิจกรรมในแต่พื้นที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการใช้น้ำตามกิจกรรมของเขตบำบัดน้ำเสียมาวิเคราะห์อย่างละเอียดเพื่อหาสาเหตุต่อไป

หลังจากนั้นทำการประเมินเทคโนโลยีสะอาด เพื่อเลือกกิจกรรมที่ต้องทำการประเมินโดยละเอียด โดยประเมินร่วมกับหน่วยงานสิ่งแวดล้อม ผู้จัดการฝ่ายผลิต และฝ่ายบำรุงรักษา โดยการคัดจุดที่เกี่ยวข้องต่างๆ ตามเกณฑ์ 4 ด้าน ได้แก่ การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยคำนึงถึงกระบวนการที่ก่อให้เกิดมลพิษและของเสียปริมาณมาก การประเมินการลงทุนโดยคำนึงถึงค่าความสูญเสีย ซึ่งคิดเป็นมูลค่าสูง (มีต้นทุนสูง) การประเมินโอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาด ที่เห็นได้ชัดเจน ที่สามารถลงมือทำได้ทันที โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและเห็นได้ชัดว่ามีค่าสูง และเกณฑ์ความสนใจ/ร่วมมือ โดยคำนึงถึงความเห็นชอบและความพร้อมที่จะให้ความร่วมมือ (มีความสนใจและความร่วมมือสูง) โดยคะแนนที่ให้สำหรับเกณฑ์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาด และความสนใจ/ความร่วมมือ คือ ปริมาณสูง ให้ 3 คะแนน ปริมาณปานกลางให้ 2 คะแนน และปริมาณน้อยให้ 1 คะแนน ส่วนคะแนนสำหรับเกณฑ์ การลงทุน คือ ยิ่งการลงทุนสูง คะแนนยิ่งน้อย ดังนั้น การลงทุนต่อให้ 3 คะแนน การลงทุนปานกลางให้ 2 คะแนน และการลงทุนสูงให้ 1 คะแนน ซึ่งจะให้ความสำคัญเท่าๆกันทั้ง 4 ด้าน ดังนั้นจุดที่มีคะแนนรวมมากที่สุด 4 อันดับแรกจะเป็นจุดที่ถูกนำไปวิเคราะห์โดยละเอียดต่อไป โดยมีผลการประเมินดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 การเลือกจุดในเขตบำบัดน้ำเสียเพื่อการประเมินโดยละเอียด

กิจกรรม	เกณฑ์การเลือก(คะแนน)*				คะแนนรวม	ลำดับที่
	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	โอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาด	การลงทุน**	ความสนใจ/ความร่วมมือ		
การเตรียมสารเคมี	3	3	3	3	12	1
หล่อเย็นเครื่องจักร	1	3	3	3	10	2
การทำความสะอาด	2	1	1	3	7	3
อื่นๆ	1	2	2	1	6	4

***คะแนน 1 = ต่ำ**
2 = ปานกลาง
3 = สูง

****คะแนนสำหรับการลงทุน 1 = ลงทุนสูง**
2 = ลงทุนปานกลาง
3 = ลงทุนต่ำ

หลังจากนั้นทำการประเมินเทคโนโลยีสะอาดในเขตบำบัดน้ำเสียเพื่อการประเมินโดยละเอียด พบว่าจุดที่ได้คะแนนสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ กิจกรรมการเตรียมสารเคมี กิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร และกิจกรรมการทำความสะอาด ตามลำดับ

การประเมินโดยใช้แนวทางตามเกณฑ์ 4 ด้านดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว พบว่า

1. กิจกรรมการเตรียมสารเคมี ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก เนื่องจากมีปริมาณการใช้น้ำสูงเป็นอันดับหนึ่ง และค่าภาระความสกปรกในน้ำเสียสูงด้วยเช่นกัน เนื่องจากเป็นการผสมสารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย มีระดับการลงทุนต่ำ เนื่องจากสามารถลดปริมาณการเติมน้ำโดยการเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมแต่ละครั้งได้โดยไม่กระทบต่อคุณภาพของสารเคมี โอกาสและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและความร่วมมือจากทางโรงงานมีสูงมาก เนื่องจากไม่ได้เป็นกระบวนการหลักในการบำบัดน้ำเสีย เป็นพื้นที่เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ซึ่งเป็นส่วนประกอบของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย และยังสามารถลดเวลาการเตรียมสารเคมีในแต่ละครั้งของพนักงานได้อีกด้วย เมื่อทำการรวมคะแนนทั้งหมด จึงได้คะแนนรวมเท่ากับ 12 ซึ่งสูงสุดสำหรับการเลือกกระบวน การประเมินละเอียด

2. หล่อเย็นเครื่องจักร ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เนื่องจากน้ำที่ใช้เป็นน้ำสะอาดที่ไม่มีการปนเปื้อนสารเคมีหรือค่าภาระความสกปรกใดๆ มีระดับการลงทุนต่ำและโอกาสในการทำในทางปฏิบัติสูง เนื่องจากเครื่องจักรในเขตบำบัดน้ำเสียจะมี 2 ตัวเสมอ คือ หนึ่งตัวสำหรับใช้งาน และอีกหนึ่งตัวสำหรับสำรอง แต่ระบบหล่อเย็นเครื่องจักรจะทำงานทุกเครื่องจักร แม้แต่ในเครื่องจักรที่สำรองที่ไม่ได้เปิดใช้งานก็ตาม ความสนใจในการปรับปรุงสูง เนื่องจากเป็นจุดที่ทุกคนเห็นว่าเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างสิ้นเปลือง ซึ่งได้คะแนนรวมทั้งหมดเท่ากับ 10 เป็นลำดับที่ 2 ที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุง

3. การทำความสะอาด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลาง เนื่องจากเป็นน้ำสำหรับใช้ทั่วไปในกิจกรรมย่อยของการบำบัดน้ำเสีย เช่น การล้างพื้น การฉีดล้างอุปกรณ์เครื่องจักร การล้างถัง การทำความสะอาดผ้าในกระบวนการกำจัดตะกอน เป็นต้น โอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาดต่ำ และการลงทุนสูง เนื่องจากเป็นการใช้น้ำตามจุดต่างๆ ของเขตบำบัดน้ำเสีย ที่ใช้น้ำเพียงเล็กน้อย แต่มีพื้นที่กว้างมาก หากจะต้องปรับปรุงก็มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างสูง เนื่องจากน้ำสำหรับใช้ในการทำความสะอาดไม่ได้เป็นน้ำใช้ซ้ำ จึงได้คะแนนรวมเท่ากับ 7 เป็นลำดับที่ 3 ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการศึกษา

4. น้ำใช้อื่นๆ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เนื่องจากมีการใช้น้ำในปริมาณน้อย มีระดับการลงทุนและโอกาสและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ ปานกลาง เนื่องจากน้ำส่วนนี้เป็นน้ำที่ใช้ในอาคารสำนักงานและห้องปฏิบัติการของแผนกบำบัดน้ำเสีย เช่น น้ำห้องน้ำ น้ำล้างอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ และน้ำใช้ทั่วไป ความร่วมมือจากทางโรงงานน้อย เนื่องจากหากมีการลดปริมาณการใช้ลงอาจจะส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของพนักงานได้ จึงได้คะแนนรวม 6 เป็นลำดับที่ 4 ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการศึกษา

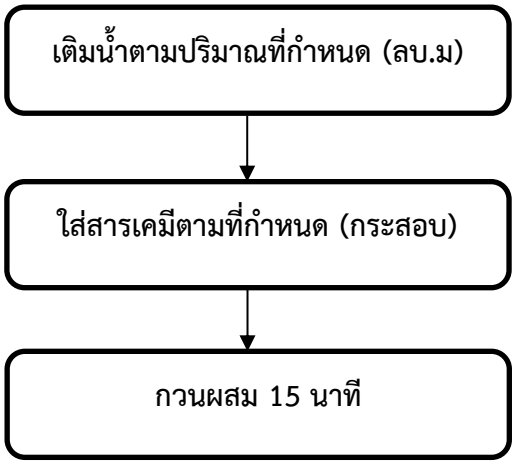
ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษากิจกรรมการเตรียมสารเคมี และน้ำหล่อเย็นเครื่องจักร เป็นหลักโดยรายละเอียดเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำ และการศึกษาหาสาเหตุและเสนอแนะแนวทางเบื้องต้นในการลดปริมาณการใช้น้ำ

2. การตรวจประเมินหาสาเหตุการสูญเสียน้ำเบื้องต้น

2.1 การศึกษาและการลดการใช้น้ำในกิจกรรมการเตรียมสารเคมี

กระบวนการทำงานในกิจกรรมการเตรียมสารเคมี

กระบวนการทำงานในกิจกรรมการเตรียมสารเคมี เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการผสมสารเคมีเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย โดยส่วนใหญ่จะเป็นการละลายสารเคมีในสถานะของแข็งให้เป็นของเหลวตามความเข้มข้นที่กำหนด ดังรูปที่ 4-18



รูปที่ 4-19 กระบวนการเตรียมสารเคมี

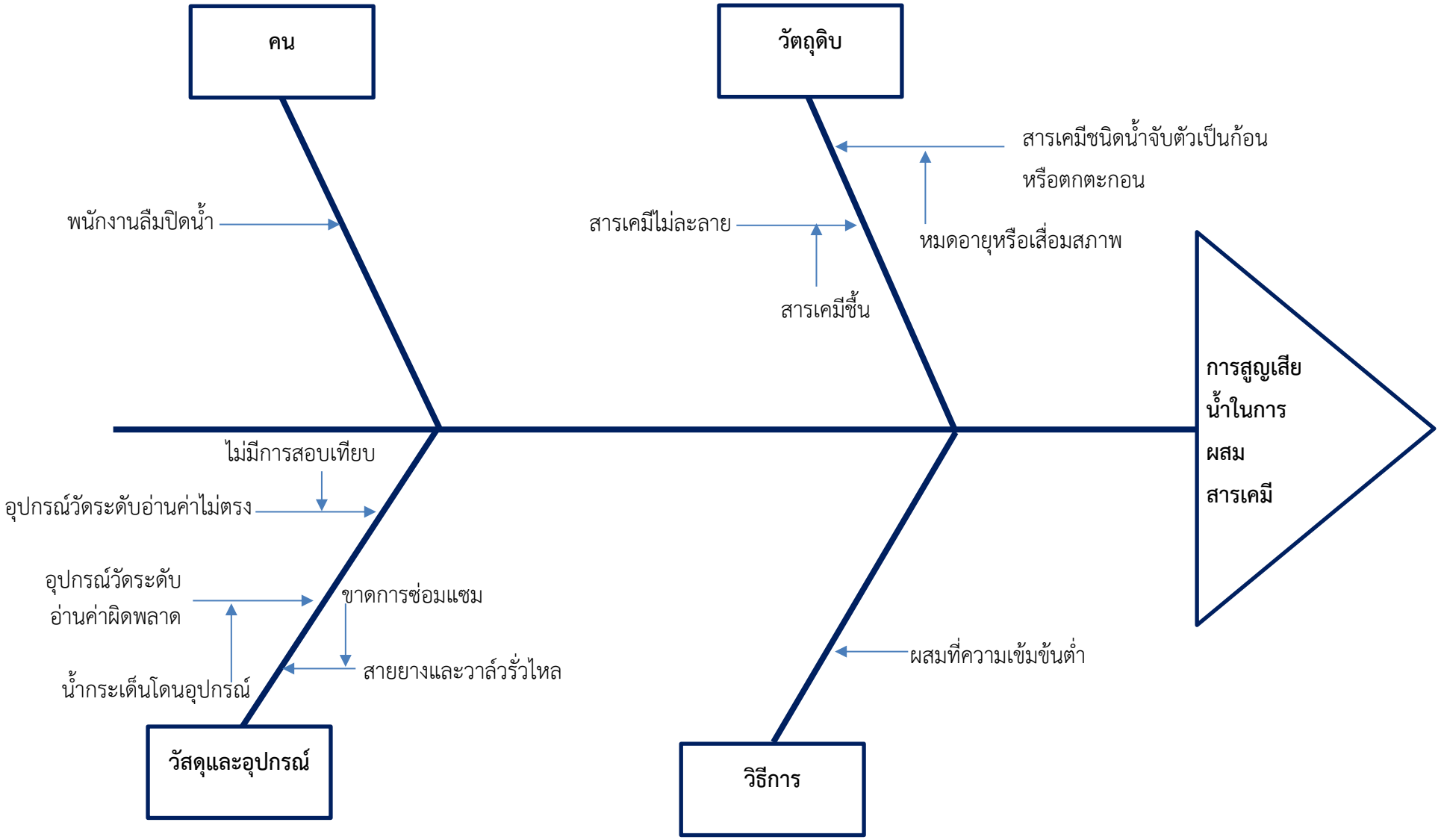
จากข้อมูลสารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่ามีสารเคมีทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ โพลิเมอร์ไอออนบวก (WPE Precipition Package), แพคผง (PAC storage tank (Solid)), แพคน้ำ (PAC storage tank (Liquid)), โพลิเมอร์ไอออนลบ (PE Precipition package), โพลิเมอร์ไม่มีประจุ (DWPE precipition package), โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodiam Bicabanate Preparation Tank) และน้ำตาล (Sugar Preparation Tank) จากการศึกษาปริมาณการใช้น้ำของแต่ละการผสมสารเคมีมากที่สุดคือ โพลิเมอร์ไอออนบวก โพลิเมอร์ไม่มีประจุ และโพลิเมอร์ไอออนลบ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับการผสมสารเคมีชนิดต่างๆ ของเดือนมีนาคม ถึงพฤษภาคม 2562 สำหรับผลผลิตเฉลี่ย 1,800 ตัน

ถังเตรียมสารเคมี	ปริมาณน้ำใช้	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์
	(ลบ.ม./วัน)	(ลบ.ม./วัน)	
โพลิเมอร์ไอออนบวก	15.00	15.00	47%
แพคผง	2.32	0.77	2%
แพคน้ำ	1.52	0.51	2%
โพลิเมอร์ไอออนลบ	4.32	4.32	13%
โพลิเมอร์ไม่มีประจุ	9.59	9.59	30%
โซเดียมไบคาร์บอเนต	1.00	1.00	3%
น้ำตาล	1.00	1.00	3%
รวม	34.75	32.19	

การหาสาเหตุเบื้องต้นโดยใช้แผนผังก้างปลาในการเตรียมสารเคมี

จากการศึกษาข้อมูลการใช้น้ำในการเตรียมสารเคมี หาสาเหตุเบื้องต้นและอาการของปัญหา ด้วยการใช้ความรู้เฉพาะด้าน และความรู้จากการสังเกตการณ์ในการระดมสมองด้วยแผนภาพก้างปลา เพื่อค้นหาสาเหตุในเชิงโครงสร้าง พบว่า ปัญหาการสูญเสียน้ำในการเตรียมสารเคมีเกิดจาก 4 ประเด็นหลักๆ ดังรูปที่ 4-19



รูปที่ 4-20 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำผสมสารเคมี

1. **สาเหตุจากคน**
   - เนื่องจากการเตรียมบางสารเคมีใช้คนในการควบคุมการทำงานเพียงอย่างเดียว ไม่มีอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำหรือระดับน้ำในถัง จึงมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาดระหว่างการปฏิบัติงาน โดยปัญหาที่พบคือ พนักงานเปิดน้ำใส่ถัง และในระหว่างนั้นพนักงานได้ไปทำงานอื่นแล้วกลับมาปิดน้ำไม่ทัน ทำให้น้ำล้นถัง โดยสารเคมีที่ต้องใช้คนในการเติมน้ำ ได้แก่ น้ำตาล และโซเดียมไบคาร์บอเนต
2. **สาเหตุจากวัตถุดิบ**
   - สารเคมีไม่ละลาย เพราะสารเคมีที่เป็นชนิดผงได้รับความชื้น แล้วจับตัวกันเป็นก้อนทำให้ความสามารถในการละลายน้ำลดลง เนื่องจากพื้นที่ในการเก็บสารเคมีไม่เพียงพอ ทำให้จำเป็นต้องนำสารเคมีมาวางไว้นอกอาคารทำให้สารเคมีโดนแดดและฝน โดยปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการลดปริมาณการเก็บสารเคมีลงให้เพียงพอต่อพื้นที่เก็บสารเคมีที่มีอยู่ หรือการหาแนวทางในการรับสารเคมีทีละน้อยๆ แต่เพิ่มความถี่ในการรับมากขึ้น
   - สารเคมีชนิดน้ำจับตัวเป็นก้อนหรือตกตะกอน เพราะสารเคมีนั้นหมดอายุหรือเสื่อมสภาพ จากการเก็บสารเคมีไว้นานเกินไป เนื่องจากไม่มีระบบ FIFO ในการควบคุม
3. **สาเหตุวัสดุและอุปกรณ์**
   - อุปกรณ์วัดระดับอ่านค่าไม่ตรง เนื่องจากอุปกรณ์วัดระดับไม่มีการสอบเทียบ
   - อุปกรณ์วัดระดับอ่านค่าผิดพลาด เนื่องจากถังเตรียมการผสมสารเคมีมีใบกวนอยู่ในถัง และวิธีการเตรียมสารเคมีจะมีการเติมน้ำลงไปก่อน เมื่อใบกวนในถังทำงานในขณะที่น้ำในถังมีระดับต่ำถึงปานกลางจะทำให้เกิดน้ำกระเด็นไปโดนหัวอ่านอุปกรณ์วัดระดับจนทำให้อุปกรณ์อ่านค่าผิดพลาดได้ ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการเช็ดทำความสะอาดหัวอ่านของอุปกรณ์วัดระดับเป็นประจำเพื่อลดโอกาศในการอ่านค่าผิดพลาด
   - อุปกรณ์มีการรั่วไหล จากการลงพื้นที่ตรวจสอบวิธีการทำงานพบว่ามีท่อน้ำรั่วไหลในอาคารผสมสารเคมี
4. **สาเหตุวิธีการ**
   - ผสมที่ความเข้มข้นต่ำ โดยความเข้มข้นที่ผสมจะเป็นค่าคงที่ ไม่ค่อยมีการปรับเปลี่ยนบ่อย ดังนั้นสัดส่วนของน้ำและสารเคมีที่ผสมไม่ได้เปลี่ยนแปลงบ่อย เนื่องจากคุณภาพน้ำเสียค่อนข้างคงที่ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปริมาณน้ำในการผสมแต่ละครั้ง สามารถเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายได้

จากการหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาเพื่อค้นหาสาเหตุในภาพกว้าง ทำให้พบสาเหตุหลักของปัญหาในวิธีการทำงาน นั่นคือ การกำหนดความเข้มข้นของสารเคมีที่ต่ำเกินไปซึ่งสามารถปรับเพิ่มความเข้มข้นในการเตรียม เพื่อลดการเติมน้ำในถังลงได้

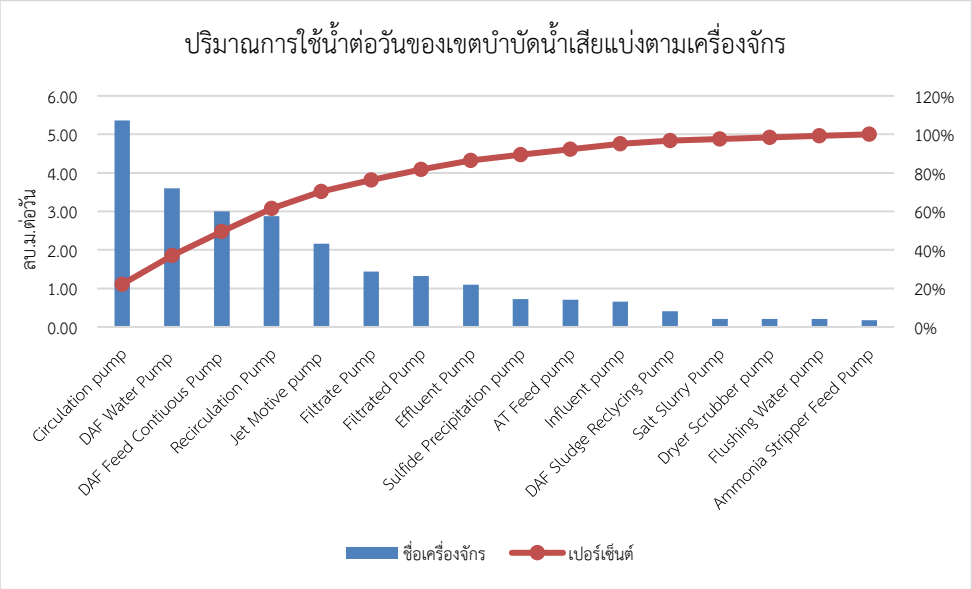
2.2 การศึกษาและการลดการใช้น้ำในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร

กระบวนการทำงานในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร

กระบวนการทำงานในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับระบบการหมุนเวียนน้ำในเครื่องจักร เพื่อลดความร้อนของเครื่องจักร โดยระบบการหล่อเย็นมี 2 ระบบ คือ ระบบการหล่อเย็นแบบไหลเข้าสู่ท่อน้ำ และระบบการหล่อเย็นแบบทิ้ง โดยระบบการหล่อเย็นแบบไหลเข้าสู่ท่อน้ำเป็นการเติมน้ำเข้าไปหล่อเย็นในเครื่องจักร และไหลออกไปรวมกับน้ำเสียในระบบ ระบบการหล่อเย็นแบบทิ้ง เป็นการเติมน้ำเข้าไปหล่อเย็นในเครื่องจักร และไหลออกนอกเครื่องจักรทิ้งลงสู่ดิน ซึ่งระบบการหล่อเย็นเครื่องจักรทั้ง 2 แบบเป็นการใช้น้ำแบบไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ โดยเครื่องจักรส่วนใหญ่ที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย คือ ปั๊มน้ำ และปั๊มลม เป็นต้น จากข้อมูลเครื่องจักรทั้งหมดที่มีระบบหล่อเย็นในเขตบำบัดน้ำเสียมี 16 ตัว ดังตารางที่ 4-12 โดยเครื่องจักรที่มีปริมาณการใช้น้ำที่สูงที่สุดได้แก่ Circulation pump, DAF Water Pump และ DAF Feed Contiuous Pump ตามลำดับ ดังรูปที่ 4-20 แสดงปริมาณการใช้น้ำสำหรับการหล่อเย็นเครื่องจักรในเขตบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4-12 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับการหล่อเย็นเครื่องจักร

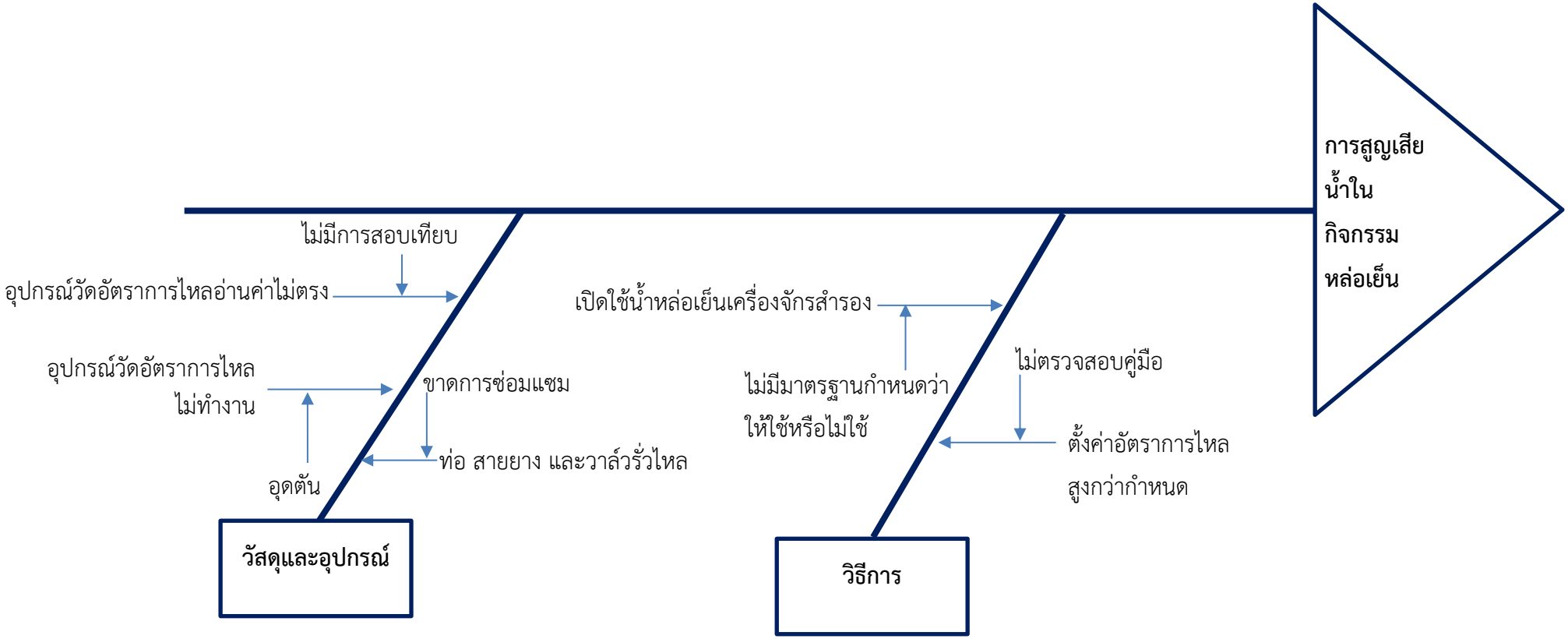
ชื่อเครื่องจักร	อัตราการไหล		เวลาที่เปิดใช้งาน	ปริมาณน้ำใช้	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย
	(ลิตรต่อนาที)	(ลบ.ม./ชั่วโมง)	(ชั่วโมง/วัน)	(ลบ.ม./วัน)	(ลบ.ม./วัน)
Influent pump	2	0.12	11	1.32	0.66
Ammonia Stripper Feed Pump	0.27	0.0162	11	0.18	0.18
Circulation pump	8.12	0.4872	11	5.36	5.36
Sulfide Precipitation pump	1	0.06	12	0.72	0.72
Jet Motive pump	1	0.06	36	2.16	2.16
Effluent Pump	5	0.3	11	3.30	1.10
Filtrated Pump	2	0.12	11	1.32	1.32
DAF Feed Contiuous Pump	5	0.3	20	6.00	3.00
DAF Water Pump	6	0.36	20	7.20	3.60
DAF Sludge Reclycing Pump	0.68	0.0408	20	0.82	0.41
AT Feed pump	0.49	0.0294	24	0.71	0.71
Recirculation Pump	2	0.12	24	2.88	2.88
Salt Slurry Pump	1	0.06	12	0.72	0.21
Dryer Scrubber pump	1	0.06	12	0.72	0.21
Filtrate Pump	1	0.06	24	1.44	1.44
Flushing Water pump	2	0.12	24	2.88	0.21
รวม					24.15



รูปที่ 4-21 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับการหล่อเย็นเครื่องจักร

การหาสาเหตุเบื้องต้นโดยใช้แผนผังก้างปลาในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร

จากการศึกษาข้อมูลการใช้น้ำในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร หาสาเหตุเบื้องต้นและอาการของปัญหา ด้วยการใช้ความรู้เฉพาะด้าน และความรู้จากการสังเกตการณ์ในการระดมสมองด้วยแผนภาพก้างปลา เพื่อค้นหาสาเหตุในเชิงโครงสร้าง พบว่า ปัญหาการสูญเสียน้ำในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร 2 ประเด็นหลักๆ ดังรูปที่ 4-21



รูปที่ 4-22 การวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร

1. สาเหตุวัสดุและอุปกรณ์

- อุปกรณ์วัดอัตราการไหลอ่านค่าไม่ตรง เนื่องจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหลไม่มีการสอบเทียบ
- อุปกรณ์วัดอัตราการไหลอ่านค่าผิดพลาด เนื่องจากน้ำที่ไหลเข้าสู่การหล่อเย็นเครื่องจักรในเขตบำบัดน้ำเสีย เป็นน้ำที่ไม่ได้ผ่านระบบหล่อเย็นของโรงงาน ดังนั้นน้ำที่ไหลเข้าสู่อุปกรณ์วัดอัตราการไหลจะยังคงมีตระกรัน และมีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่ามาตรฐานค่าการนำไฟฟ้าของระบบหล่อเย็นของโรงงาน ทำให้เกิดปัญหาการอุดตันในอุปกรณ์วัดอัตราการไหลจนอ่านค่าผิดพลาดได้
- อุปกรณ์มีการรั่วไหล จากการลงพื้นที่ตรวจสอบวิธีการทำงานพบว่ามีท่อน้ำรั่วไหลที่ท่อส่งน้ำหล่อเย็น

2. สาเหตุวิธีการ

- เครื่องจักรสำรองที่ไม่ได้ใช้งานอยู่ในขณะนั้นมีการเปิดใช้ระบบน้ำหล่อเย็นอยู่ตลอดเวลา ทำให้สิ้นเปลืองน้ำใช้โดยเปล่าประโยชน์
- ตั้งค่าอัตราการไหลสูงกว่ากำหนด เนื่องจากไม่เคยมีการตรวจสอบอัตราการไหลที่ตั้งค่าไว้กับมาตรฐานอัตราการไหลต่ำสุดในคู่มือการใช้งานของเครื่องจักรนั้นๆ ทำให้ปัจจุบันเครื่องจักรใช้อัตราการไหลที่สูงที่สุดที่ระบบหล่อเย็นจะทำได้ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองน้ำใช้โดยเปล่าประโยชน์

จากการหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาเพื่อค้นหาสาเหตุในภาพกว้าง ทำให้พบสาเหตุหลักของปัญหา 2 ปัญหา คือ ปัญหาวัสดุและอุปกรณ์ และปัญหาวิธีการทำงาน ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการทำความสะอาดอุปกรณ์การวัดอัตราการไหลทั้งหมดในเขตบำบัดน้ำเสีย การปิดการใช้งานระบบหล่อเย็นเครื่องจักรที่ไม่ได้ใช้งาน และการตั้งค่าอัตราการไหลของเครื่องจักรที่ต่ำที่สุดที่คู่มือระบุ เป็นต้น

4.3 เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา

จากการระดมสมองเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกันกับพนักงานฝ่ายผลิต พนักงานฝ่ายบำบัดน้ำเสีย ผู้จัดการฝ่ายผลิต ผู้จัดฝ่ายฝ่ายบำบัดน้ำเสีย วิศวกรโรงงาน และพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1) แสดงข้อมูลปริมาณการใช้น้ำในส่วนต่างๆของโรงงาน พร้อมทั้งเป้าหมายที่โรงงานกำหนด
2) แบ่งกลุ่มพนักงานออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อสำรวจพื้นที่ปฏิบัติงานจริง โดยแบ่งเป็นกลุ่มฝ่ายผลิต กลุ่มฝ่ายบำบัดน้ำเสีย และกลุ่มทั่วไป
3) สำรวจพื้นที่ปฏิบัติงานจริง
4) เสนอและรวบรวมแนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการระดมสมองและการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในพื้นที่ต่างๆ สามารถรวบรวมแนวทางแก้ไขได้ตามตารางที่ 4-13 ถึง ตารางที่ 4-22

เขตอาคารสำนักงานและการผลิต

ตารางที่ 4-13 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตอาคารฝ่ายผลิต

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
คน	ลดน้ำที่ใช้ในการผลิต	ในกรณี production run 2 SL ต้องการ flow communicate - Stop 1 unit of process cooling water pump, circulating water pump, CT fan
	เปลี่ยนวิธีการฉีดน้ำล้างพื้น เป็นกวาดถู	Communicate to operator (โดยเฉพาะ RM & DWE)
เครื่องจักร	ลดน้ำที่ใช้ในการผลิต	Improve cooling tower cycle of concentration
วัสดุและอุปกรณ์	ลดน้ำที่ใช้ในการผลิต	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที
วิธีการ	ลดน้ำที่ใช้ในการผลิต	ปรับแผนการผลิตให้เอื้อกับการควบคุม MEF เลือกผลิตแบบ 2SL ในLine เดียวกัน

ตารางที่ 4-14 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตอาคาร BDG135

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
วิธีการ	น้ำที่ค่าน้ำไม่ผ่านของ B135 ให้เอาไปผสมกับน้ำยางใหม่	ศึกษาวิธีการทำงาน และความเป็นไปได้
	ใช้น้ำ reuse มาใช้ในการยกยาง	ต่อท่อน้ำ flush water เข้าอาคาร BDG135
	ยกเลิก B135	นำน้ำยางใน Buffer tank ไปขาย
	ลดน้ำในการล้าง pool	ศึกษาปริมาณการใช้น้ำสำหรับ B135 (จดบันทึก flow น้ำ flush)

ตารางที่ 4-15 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตอาคารน้ำยาง

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
วัสดุและอุปกรณ์	ก๊อกน้ำอยู่ห่างจากจุดใช้งาน	ติดวาล์วน้ำที่ปลายทาง
วิธีการ	ลดน้ำในการล้าง pool	ลดความถี่ในการล้าง pool
คน	ลดน้ำในการล้าง pool	ศึกษาปริมาณน้ำสำหรับการล้าง pool (จดบันทึก flow น้ำ flush)

ตารางที่ 4-16 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตถังน้ำชำระล้าง

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
วัสดุและอุปกรณ์	ตรวจสอบหาพื้นที่ที่มีน้ำรั่วไหล	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที
คน	การรณรงค์เรื่องการประหยัดน้ำ	ให้ Cell เป็นคนนำร่องในการรณรงค์ใน N1
วิธีการ	ปรับ Set point ในการเติมน้ำที่ flush water tank	ปรับ set point ใน CCS ให้เติมน้ำที่ level ต่ำลง
	ใช้น้ำ flush หรือ น้ำฝนในกิจกรรมการทำความสะอาดทุกกิจกรรม	ต่อท่อและระบบเติมน้ำ flush หรือน้ำฝน เข้าระบบ flushing
	ติดตั้งระบบน้ำ flush เพื่อใช้ล้างพื้นที่อาคาร CB (CB s, CB screener และ CB mass flow bin)	ต่อท่อ flushing ไปยังอาคาร CB ทุกชั้น
	นำน้ำ storm water มาแทน process water for fill to flushing	ต่อท่อและระบบเติมน้ำฝน เข้าระบบ flushing

ตารางที่ 4-17 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตน้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
วิธีการ	ลดน้ำขาเข้า Cooling bath	ลดน้ำขาเข้า Cooling bath โดยการเพิ่มอุณหภูมิ Set point
เครื่องจักร	ลดน้ำขาเข้า Cooling bath	ศึกษาวิธีการปรับค่า Heat exchanger
	ปรับคุณภาพน้ำเพื่อลดการอุดตันที่ heat exchanger	ติดตั้งระบบการบำบัดขั้นต้น

ตารางที่ 4-18 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตUtility

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
คน	การลดการ run ระบบของ Utility	Set ข้อกำหนดให้ flow เวลามีการ shutdown/break down แล้วต้องแจ้ง Utility

ตารางที่ 4-19 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตทั่วไป

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
คน	การรณรงค์เรื่องการประหยัดน้ำ	ให้ Cell เป็นคนนำร่องในการรณรงค์ใน N1
	การรณรงค์เรื่องการประหยัดน้ำ	จัดการรณรงค์ใน EP day
	การรณรงค์เรื่องการประหยัดน้ำ	ประกวดสโลแกนการประหยัดน้ำ
เครื่องจักร	ลดน้ำที่ใช้ในการผลิต	ปรับ Flow ของห้องน้ำเพื่อลดการใช้น้ำ
วิธีการ	ปรับ Set point ในการเติมน้ำที่ flush water tank	ปรับ set point ใน CCS ให้เติมน้ำที่ level ต่ำลง
	นำน้ำฝนมารดน้ำต้นไม้แทนน้ำประปา	ต่อท่อและระบบ pump

เขตบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4-20 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมผสมสารเคมี

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
วิธีการ	ลดปริมาณน้ำในการผสมสารเคมี	เพิ่มความเข้มข้นในการผสม
วัสดุและอุปกรณ์	ตรวจสอบหาพื้นที่ที่มีน้ำรั่วไหล	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที
วัตถุดิบ	สารเคมีไม่ละลาย	ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บสารเคมี และทำ FIFO

ตารางที่ 4-21 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมอื่นๆ

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
วิธีการ	ยกเลิก Crystallization	ติดต่อหาผู้รับน้ำ AS
	นำน้ำ storm water มา re-treated เพื่อไปใช้ในระบบ cooling และ potable system	สร้างระบบบำบัดน้ำ storm water และต่อท่อเข้าระบบ cooling และ potable system

ตารางที่ 4-22 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
วัสดุและอุปกรณ์	ตรวจสอบหาพื้นที่ที่มีน้ำรั่วไหล	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที
วิธีการ	เครื่องจักรสำรองมีการใช้น้ำหล่อเย็นตลอด	ปิดน้ำหล่อเย็นสำหรับเครื่องจักรสำรอง
	ลดน้ำ flushing water สำหรับ Pump ทุกตัวที่ไม่ได้ใช้	Close flushing water สำหรับ Pump ทุกตัวที่ไม่ได้ใช้ (ตัว back up)
	ปรับ Set point ในการเติมน้ำที่ flush water tank	ปรับ set point ใน CCS ให้เติมน้ำที่ level ต่ำลง
เครื่องจักร	ลดปริมาณของน้ำ Flushing mech seal	หาปริมาณของน้ำ Flushing mech seal ลดปริมาณน้ำ Flush ให้ได้เท่ากับ Minimum
	ลดน้ำที่ใช้ในการผลิต	ปรับ Balance flow from cooling mechanical seal

ตารางที่ 4-23 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมการทำความสะอาด

สาเหตุจาก	หัวข้อ	แนวทางในการแก้ไขปัญหา
คน	ลดปริมาณน้ำในการ Clean rotary screen	ลดความถี่การทำความสะอาด Rotary screen โดยการปรับ timer ของ spray
วัสดุและอุปกรณ์	ตรวจสอบหาพื้นที่ที่มีน้ำรั่วไหล	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที
วัสดุและอุปกรณ์	ก๊อกน้ำอยู่ห่างจากจุดใช้งาน	ติดวาล์วน้ำที่ปลายทาง
วิธีการ	ลดน้ำที่ใช้ในการผลิต	นำน้ำ Flushing or outlet sulfide มาใช้ในทุกกิจกรรม
วิธีการ	นำน้ำ CBs หลังตกตะกอนไปใช้ในระบบ cooling tower หรือ flushing ล้างพื้นใน wwtp	ต่อท่อ และระบบ pump

ตารางที่ 4-24 การวิเคราะห์ระยะเวลาดำเนินการและการลงทุน ในแนวทางการแก้ไขปัญหา

พื้นที่	แนวทางในการแก้ไข	ระยะเวลาดำเนินการ	ระดับการลงทุน	การประเมินเงินลงทุน (บาท)
ถังน้ำชำระล้าง	ปรับ set point ใน CCS ให้เติมน้ำที่ level ต่ำลง	ระยะสั้น	ต่ำ	0
ทั่วไป	ให้ Cell เป็นคนนำร่องในการรณรงค์ใน N1	ระยะสั้น	ต่ำ	0
ทั่วไป	จัดการรณรงค์ใน EP day	ระยะสั้น	ต่ำ	0
ทั่วไป	ประกวดสโลแกนการประหยัดน้ำ	ระยะสั้น	ต่ำ	0
อาคารฝ่ายผลิต	Communicate to operator (โดยเฉพาะ RM & DWE)	ระยะสั้น	ต่ำ	0
อาคาร BDG135	นำน้ำยางใน Buffter tank ไปขาย	ระยะยาว	ต่ำ	0
อาคารน้ำยาง	ลดความถี่ในการล้าง pool	ระยะยาว	ต่ำ	0
อาคารน้ำยาง	ศึกษาปริมาณน้ำสำหรับการล้าง pool (จดบันทึก flow น้ำ flush)	ระยะยาว	ต่ำ	0
อาคาร BDG135	ศึกษาปริมาณการใช้น้ำสำหรับ B135 (จดบันทึก flow น้ำ flush)	ระยะยาว	ต่ำ	0
อาคาร BDG135	ศึกษาวิธีการทำงาน และความเป็นไปได้	ระยะกลาง	ต่ำ	0
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์	ลดน้ำขาเข้า Cooling bath โดยการเพิ่มอุณหภูมิ Set point	ระยะสั้น	ต่ำ	0
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์	ศึกษาวิธีการปรับค่า Heat exchanger	ระยะสั้น	ต่ำ	0
หล่อเย็นเครื่องจักร	Close flushing water สำหรับ Pump ทุกตัวที่ไม่ได้ใช้ (ตัว back up)	ระยะสั้น	ต่ำ	0
หล่อเย็นเครื่องจักร	หาปริมาณของน้ำ Flushing mech seal ลดปริมาณน้ำ Flush ให้ได้เท่ากับ Minimum	ระยะสั้น	ต่ำ	0
กิจกรรมอื่นๆ	ติดต่อหาผู้รับน้ำ AS	ระยะยาว	ต่ำ	0

ตารางที่ 4-24 แสดงการวิเคราะห์ระยะเวลาดำเนินการและการลงทุน ในแนวทางการแก้ไขปัญหา (ต่อ)

พื้นที่	แนวทางในการแก้ไข	ระยะเวลาดำเนินการ	ระดับการลงทุน	การประเมินเงินลงทุน (บาท)
กิจกรรมทำความสะอาด	ลดความถี่การทำความสะอาด Rotary screen โดยการปรับ timer ของ spray	ระยะสั้น	ต่ำ	0
อาคารฝ่ายผลิต	ปรับแผนการผลิตให้เอื้อกับการควบคุม MEF เลือกผลิตแบบ 2SL ในLine เดียวกัน	ระยะสั้น	ต่ำ	0
กิจกรรมทำความสะอาด	นำน้ำ Flushing or outlet sulfide มาใช้ในทุกกิจกรรม	ระยะกลาง	ปานกลาง	100,000
อาคารฝ่ายผลิต	incase production run 2 SL ต้องการ flow communicate	ระยะสั้น	ต่ำ	0
อาคารฝ่ายผลิต	Improve cooling tower crycle of concentration	ระยะสั้น	ต่ำ	0
ทั่วไป	ปรับ Flow ของห้องน้ำเพื่อลดการใช้น้ำ	ระยะสั้น	ต่ำ	0
หล่อเย็นเครื่องจักร	ปรับ Balance flow from cooling mechanical seal	ระยะสั้น	ต่ำ	0
ทั่วไป	ปรับปรุงกิจกรรมซ้อมดับเพลิง กำหนดให้ฉีดจริง 2 time/year	ระยะสั้น	ต่ำ	0
อาคารฝ่ายผลิต	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที	ระยะสั้น	ต่ำ	0
ถังน้ำชำระล้าง	ต่อท่อและระบบเติมน้ำ flush หรือน้ำฝน เข้าระบบ flushing	ระยะยาว	สูง	3,000,000
ถังน้ำชำระล้าง	ต่อท่อและระบบเติมน้ำฝน เข้าระบบ flushing	ระยะยาว	สูง	3,000,000
ถังน้ำชำระล้าง	ต่อท่อ flushing ไปยังอาคาร CB ทุกชั้น	ระยะยาว	ปานกลาง	1,000,000
กิจกรรมอื่นๆ	สร้างระบบบำบัดน้ำ strom water และต่อท่อเข้าระบบ cooling และ potable system	ระยะยาว	สูง	3,000,000
อาคาร Utility	Set ข้อกำหนดให้ flow เวลามีการ shutdown/break down แล้วต้องแจ้ง Utility	ระยะสั้น	ต่ำ	0

จากการรวบรวมแนวทางในการแก้ไขปัญหาสามารถแยกปัญหาออกตามเขตพื้นที่ความรับผิดชอบระหว่างเขตอาคารสำนักงานและการผลิต และเขตบำบัดน้ำเสีย พบว่าจำนวนแนวทางในการแก้ไขปัญหาของเขตอาคารสำนักงานและการผลิตเท่ากับ 28 แนวทาง และเขตบำบัดน้ำเสีย 16 แนวทาง โดยมีการแบ่งตามระยะเวลาดำเนินการที่ได้ประมาณไว้ ดังตารางที่ 4-25

ตารางที่ 4-25 จำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตพื้นที่ต่างๆ

พื้นที่	ระยะสั้น	ระยะกลาง	ระยะยาว	รวม	เปอร์เซ็นต์
เขตบำบัดน้ำเสีย	10	2	4	16	36%
เขตอาคารสำนักงานและการผลิต	18	1	9	28	64%
รวม	28	3	13	44	100%

เมื่อนำจำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิตมาแยกปัญหาออกตามกระบวนการที่มีมารตวัดน้ำ พบว่าจำนวนแนวทางในการแก้ไขที่มีจำนวนมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ น้ำใช้ทั่วไป น้ำใช้ในอาคารฝ่ายผลิต และน้ำใช้ใสถังน้ำชำระล้าง ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-26

ตารางที่ 4-26 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกระบวนการต่างๆในเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต

พื้นที่	ระยะสั้น	ระยะกลาง	ระยะยาว	รวม	เปอร์เซ็นต์
ถังน้ำชำระล้าง	3	0	3	6	21%
ทั่วไป	5	0	1	6	21%
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์	2	0	1	3	11%
อาคาร BDG135	1	1	2	4	14%
อาคาร Utility	1	0	0	1	4%
อาคารน้ำยาง	1	0	2	3	11%
อาคารฝ่ายผลิต	5	0	0	5	18%
Grand Total	18	1	9	28	100%

เมื่อนำจำนวนแนวทางการแก้ไขในเขตบำบัดน้ำเสียมาแยกปัญหาออกตามกิจกรรม พบว่าจำนวนแนวทางในการแก้ไขที่มีจำนวนมากที่สุด ได้แก่ กิจกรรมการทำความสะอาด กิจกรรมอื่นๆ และกิจกรรมหล่อเย็นเครื่องจักร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-27

ตารางที่ 4-27 จำนวนแนวทางการแก้ไขในกิจกรรมต่างๆในเขตบำบัดน้ำเสีย

กิจกรรม	ระยะสั้น	ระยะกลาง	ระยะยาว	รวม	เปอร์เซ็นต์
กิจกรรมการทำความสะอาด	3	1	1	5	31%
กิจกรรมอื่นๆ	0	0	2	2	13%
น้ำผสมสารเคมี	2	1	0	3	19%
หล่อเย็นเครื่องจักร	5	0	1	6	38%
รวม	10	2	4	16	100%

4.4 การศึกษาความเป็นไปได้

จากแนวทางการแก้ไขที่ได้ในข้อ 4.3 อาจมีข้อเสนอทางการแก้ปัญหาหลายข้อ แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกประเมินความเป็นไปได้ของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดในด้านเทคนิค เพื่อเลือกกิจกรรมที่จะนำไปปฏิบัติ โดยประเมินร่วมกับหน่วยงานสิ่งแวดล้อม ผู้จัดการฝ่ายผลิต และฝ่ายบำรุงรักษา โดยการใช้เกณฑ์ 3 ด้าน ได้แก่ การประเมินด้านเทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง การประเมินด้านระยะเวลาในการดำเนินการ และการประเมินความคุ้มทุน ผลตอบแทนที่ได้รับ และระยะเวลาคืนทุน เกณฑ์ต่างๆจะมีน้ำหนักของความสำคัญไม่เท่ากัน โดยการประเมินด้านเทคนิคและโอกาสในการปรับปรุงมีน้ำหนักความสำคัญน้อยให้ 1 คะแนน การประเมินด้านระยะเวลาในการดำเนินการมีน้ำหนักความสำคัญมากให้ 3 คะแนน และการประเมินความคุ้มทุน ผลตอบแทนที่ได้รับและระยะเวลาคืนทุนมีน้ำหนักความสำคัญปานกลางให้ 2 คะแนน แนวทางการแก้ปัญหาที่มีคะแนนรวมมากจะเป็นแนวทางที่ถูกแก้ไขก่อนเป็นอันดับแรกต่อไป โดยมีผลการประเมินของเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต และเขตบำบัดน้ำเสีย ดังตารางที่ 4-28 และตารางที่ 4-29 โดยมีรายละเอียดการประเมินมีดังนี้

1) การประเมินด้านเทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง

การประเมินด้านเทคนิค คือ การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ในประเด็นความยากง่าย โดยความยากน้อยให้ 3 คะแนน ความยากปานกลางให้ 2 คะแนน และความยากน้อยให้ 1 คะแนน ตามลำดับ

2) การประเมินด้านระยะเวลาในการดำเนินการ

การประเมินด้านระยะเวลาในการดำเนินการ จะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว โดยระยะสั้น หมายถึง ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่า 3 เดือน ระยะกลาง หมายถึง ใช้เวลาในการดำเนินการ 3 ถึง 6 เดือน และระยะยาว หมายถึง ใช้เวลาในการดำเนินการมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป ตามลำดับ โดยระยะสั้นให้ 3 คะแนน ระยะกลางให้ 2 คะแนน และระยะยาวให้ 1 คะแนน ตามลำดับ

3) การประเมินความคุ้มทุน ผลตอบแทนที่ได้รับ และระยะเวลาคืนทุน

โดยศึกษาค่าใช้จ่ายของการใช้น้ำต่อตันผลผลิต ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ และผลตอบแทนต่อปี เมื่อมีการนำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ และนำมาคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ที่นำมาใช้ในการปฏิบัติตามข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด โดย

ระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่า 1 ปีให้ 3 คะแนน ระยะเวลาคืนทุน 1-2 ปีให้ 2 คะแนน และระยะเวลาคืนทุนมากกว่า 2 ปีให้ 1 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 4-28 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต

พื้นที่	แนวทางในการแก้ไขปัญหา	เทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง	ระยะเวลาในการดำเนินการ	ระยะเวลาคืนทุน	คะแนนรวม
ถังน้ำชำระล้าง	ปรับ set point ใน CCS ให้เติมน้ำที่ level ต่ำลง	3	3	3	18
ถังน้ำชำระล้าง	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที	3	3	3	18
ถังน้ำชำระล้าง	ให้ Cell เป็นคนนำร่องในการรณรงค์ใน N1	3	3	3	18
ทั่วไป	ให้ Cell เป็นคนนำร่องในการรณรงค์ใน N1	3	3	3	18
ทั่วไป	จัดการรณรงค์ใน EP day	3	3	3	18
ทั่วไป	ประกวดสโลแกนการประหยัดน้ำ	3	3	3	18
ทั่วไป	ปรับปรุงกิจกรรมซ้อมดับเพลิงกำหนดให้ฉีดจริง 2 time/year	3	3	3	18
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์	ลดน้ำขาเข้า Cooling bath โดยการเพิ่มอุณหภูมิ Set point	3	3	3	18
อาคาร Utility	Set ข้อกำหนดให้ flow เวลามีการ shutdown/break down แล้วต้องแจ้ง Utility	3	3	3	18
อาคารฝ่ายผลิต	ในกรณี production run 2 SL ต้องการ flow communicate - Stop 1 unit of process cooling water pump, circulating water pump, CT fan	3	3	3	18

ตารางที่ 4-28 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต (ต่อ)

พื้นที่	แนวทางในการแก้ไขปัญหา	เทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง	ระยะเวลาในการดำเนินการ	ระยะเวลาคืนทุน	คะแนนรวม
อาคารฝ่ายผลิต	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที	3	3	3	18
ทั่วไป	ปรับ Flow ของห้องน้ำเพื่อลดการใช้น้ำ	2	3	3	17
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์	ศึกษาวิธีการปรับค่า Heat exchanger	2	3	3	17
อาคารฝ่ายผลิต	Communicate to operator (โดยเฉพาะ RM & DWE)	2	3	3	17
อาคารฝ่ายผลิต	ปรับแผนการผลิตให้เอื้อกับการควบคุม MEF เลือกผลิตแบบ 2SL ในLine เดียวกัน	2	3	3	17
อาคารน้ำยาง	ติดวาล์วน้ำที่ปลายทาง	3	3	2	16
อาคารฝ่ายผลิต	Improve cooling tower cycle of concentration	1	3	3	16
อาคาร BDG135	ศึกษาวิธีการทำงาน และความเป็นไปได้	3	2	3	15
อาคาร BDG135	ต่อท่อน้ำ flush water เข้าอาคาร BDG135	3	2	2	13
อาคาร BDG135	นำน้ำยางใน Buffer tank ไปขาย	1	1	3	10
อาคาร BDG135	ศึกษาปริมาณการใช้น้ำสำหรับ B135 (จดบันทึก flow น้ำ flush)	1	1	3	10
อาคารน้ำยาง	ลดความถี่ในการล้าง pool	1	1	3	10
อาคารน้ำยาง	ศึกษาปริมาณน้ำสำหรับการล้าง pool (จดบันทึก flow น้ำ flush)	1	1	3	10

ตารางที่ 4-28 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต (ต่อ)

พื้นที่	แนวทางในการแก้ไขปัญหา	เทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง	ระยะเวลาในการดำเนินการ	ระยะเวลาคืนทุน	คะแนนรวม
ถังน้ำชำระล้าง	ต่อท่อและระบบเติมน้ำ flush หรือน้ำฝน เข้าระบบ flushing	2	1	1	7
ถังน้ำชำระล้าง	ต่อท่อ flushing ไปยังอาคาร CB ทุกชั้น	2	1	1	7
ทั่วไป	ต่อท่อและระบบ pump	2	1	1	7
ถังน้ำชำระล้าง	ต่อท่อและระบบเติมน้ำฝน เข้าระบบ flushing	1	1	1	6
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์	ติดตั้งระบบการบำบัดขั้นต้น	1	1	1	6

ตารางที่ 4-29 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตบำบัดน้ำเสีย

กิจกรรม	แนวทางในการแก้ไขปัญหา	เทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง	ระยะเวลาในการดำเนินการ	ระยะเวลาคืนทุน	คะแนนรวม
การทำความสะอาด	ลดความถี่การทำความสะอาด Rotary screen โดยการปรับ timer ของ spray	3	3	3	18
การทำความสะอาด	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที	3	3	3	18
น้ำผสมสารเคมี	เพิ่มความเข้มข้นในการผสม	3	3	3	18
น้ำผสมสารเคมี	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที	3	3	3	18

ตารางที่ 4-29 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

กิจกรรม	แนวทางในการแก้ไขปัญหา	เทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง	ระยะเวลาในการดำเนินการ	ระยะเวลาคืนทุน	คะแนนรวม
หล่อเย็นเครื่องจักร	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที	3	3	3	18
หล่อเย็นเครื่องจักร	ปิดน้ำหล่อเย็นสำหรับเครื่องจักรสำรอง	3	3	3	18
หล่อเย็นเครื่องจักร	Close flushing water สำหรับ Pump ทุกตัวที่ไม่ได้ใช้ (ตัว back up)	3	3	3	18
หล่อเย็นเครื่องจักร	หาปริมาณของน้ำ Flushing mech seal ลดปริมาณน้ำ Flush ให้ได้เท่ากับ Minimum	3	3	3	18
หล่อเย็นเครื่องจักร	ปรับ Balance flow from cooling mechanical seal	3	3	3	18
การทำความสะอาด	ติดวาล์วน้ำที่ปลายทาง	3	3	2	16
น้ำผสมสารเคมี	ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บสารเคมี และทำ FIFO	3	2	3	15
การทำความสะอาด	นำน้ำ Flushing or outlet sulfide มาใช้ในทุกกิจกรรม	1	2	3	13
อื่นๆ	ติดต่อหาผู้รับน้ำ AS	1	1	3	10
อื่นๆ	สร้างระบบบำบัดน้ำ storm water และต่อท่อเข้าระบบ cooling และ potable system	1	1	2	8
การทำความสะอาด	ต่อท่อ และระบบ pump	2	1	1	7
หล่อเย็นเครื่องจักร	ซื้อ MOV valve	2	1	1	7

4.5 การเลือกข้อเสนอมาปฏิบัติ และติดตามผล

4.5.1 การเลือกข้อเสนอมาปฏิบัติ

หลังจากได้คะแนนรวมของข้อเสนอแนวทางการลดปริมาณน้ำของเทคโนโลยีสะอาดแล้ว ทีมงานผู้ร่วมประเมินจะเลือกข้อเสนอมาปฏิบัติ โดยใช้หลักการเลือกข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางที่ปฏิบัติได้ทันที และมีผู้รับผิดชอบหลักในแต่ละแนวทาง โดยแนวทางที่ทีมงานเลือกสำหรับเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิตมีทั้งหมด 13 แนวทาง สำหรับเขตบำบัดน้ำเสียมีทั้งหมด 4 แนวทาง ดังตารางที่ 4-30 และ ตารางที่ 4-31

ตารางที่ 4-30 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต

พื้นที่	แนวทางในการแก้ไขปัญหา	เทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง	ระยะเวลาในการดำเนินการ	ระยะเวลาคืนทุน	คะแนนรวม
ถังน้ำชำระล้าง	ปรับ set point ใน CCS ให้เติมน้ำที่ level ต่ำลง	3	3	3	18
ถังน้ำชำระล้าง	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที	3	3	3	18
ถังน้ำชำระล้าง	ให้ Cell เป็นคนนำร่องในการรณรงค์ใน N1	3	3	3	18
ทั่วไป	ให้ Cell เป็นคนนำร่องในการรณรงค์ใน N1	3	3	3	18
ทั่วไป	จัดการรณรงค์ใน EP day	3	3	3	18
ทั่วไป	ประกวดสโลแกนการประหยัดน้ำ	3	3	3	18
ทั่วไป	ปรับปรุงกิจกรรมซ้อมดับเพลิงกำหนดให้ฉีดจริง 2 time/year	3	3	3	18
น้ำหล่อเย็นผลิตภัณฑ์	ลดน้ำขาเข้า Cooling bath โดยการเพิ่มอุณหภูมิ Set point	3	3	3	18
อาคาร Utility	Set ข้อกำหนดให้ flow เวลามีการ shutdown/break down แล้วต้องแจ้ง Utility	3	3	3	18

ตารางที่ 4-30 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต (ต่อ)

พื้นที่	แนวทางในการแก้ไขปัญหา	เทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง	ระยะเวลาในการดำเนินการ	ระยะเวลาคืนทุน	คะแนนรวม
อาคารฝ่ายผลิต	ในกรณี production run 2 SL ต้องการ flow communicate - Stop 1 unit of process cooling water pump, circulating water pump, CT fan	3	3	3	18
ทั่วไป	ปรับ Flow ของห้องน้ำเพื่อลดการใช้น้ำ	2	3	3	17

ตารางที่ 4-31 คะแนนการประเมินเทคโนโลยีสะอาดของเขตบำบัดน้ำเสีย

กิจกรรม	แนวทางในการแก้ไขปัญหา	เทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง	ระยะเวลาในการดำเนินการ	ระยะเวลาคืนทุน	คะแนนรวม
การทำความสะอาด	ลดความถี่การทำความสะอาด Rotary screen โดยการปรับ timer ของ spray	3	3	3	18
การทำความสะอาด	เมื่อพบจุด leak หรือรั่วไหลให้ทำการแจ้ง Team TEC เพื่อซ่อมทันที	3	3	3	18
น้ำผสมสารเคมี	เพิ่มความเข้มข้นในการผสม	3	3	3	18
หล่อเย็นเครื่องจักร	ปิดน้ำหล่อเย็นสำหรับเครื่องจักรสำรอง	3	3	3	18
หล่อเย็นเครื่องจักร	หาปริมาณของน้ำ Flushing mech seal ลดปริมาณน้ำ Flush ให้ได้เท่ากับ Minimum	3	3	3	18
น้ำผสมสารเคมี	ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บสารเคมี และทำ FIFO	3	2	3	15

สรุปแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงการใช้น้ำ

1. เขตพื้นที่อาคารสำนักงานและการผลิต

1.1 การสื่อสารและรณรงค์ให้พนักงานทุกคนในโรงงานทราบถึงนโยบายการลดปริมาณการใช้น้ำ เพื่อให้พนักงานทุกคนมีความตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรน้ำมากขึ้น โดยการติดป้ายประกาศและในงาน EP day ของโรงงาน การสื่อสารผ่านช่องทางการประชุมรายวันโดยผู้จัดการของแต่ละแผนก และประกวดสโลแกนการประหยัดน้ำ เป็นต้น

1.2 การลดปริมาณการใช้น้ำในกิจกรรมทั่วไปที่มีความจำเป็นการใช้น้ำน้อย เช่น กิจกรรมการซ้อมดับเพลิงของแผนกรักษาความปลอดภัย และอัคคีภัยของโรงงาน การลดปริมาณน้ำในการลดน้ำต้นไม้หรือสนามหญ้าของโรงงานในวันที่มีฝนตก พร้อมทั้งปรับความถี่ของการลดน้ำต้นไม้หรือสนามหญ้าให้เหมาะสม เป็นต้น

1.3 การวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับการลดการใช้น้ำในส่วนของอาคารการผลิต เช่น การวางแผนการผลิตสำหรับเครื่องจักรให้ทำงานต่อเนื่องเพียงเครื่องจักรเดียว ไม่เปิดปิดการผลิตของเครื่องจักรบ่อยครั้ง เป็นต้น

1.4 การบริหารการใช้น้ำในการผลิตสำหรับเครื่องจักรที่ไม่ได้ทำงาน ให้มีการปิดวาล์วน้ำของทุกระบบที่ไม่ได้ทำงานทุกครั้ง พร้อมทั้งสื่อสารแผนกที่เกี่ยวข้องให้รับทราบว่ามีการหยุดระบบการผลิต เพื่อให้แผนกอื่นที่เกี่ยวข้องได้บริหารจัดการการใช้น้ำของตัวเองให้เหมาะสม เป็นต้น

1.5 การลดปริมาณการใช้น้ำสำหรับการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ โดยการปรับลดการเติมน้ำ การทำความสะอาดท่อแลกเปลี่ยนความร้อน การทำความสะอาดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน และการศึกษากระบวนการทำงานของการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุงกระบวนการต่อไป

1.6 การลดการใช้น้ำในห้องน้ำ โดยการปรับอัตราการไหลของน้ำสำหรับโถชักโคลก และการลดแรงดันน้ำที่ไหลเข้าห้องน้ำโดยการลดการเปิดวาล์วขาเข้าห้องน้ำ เป็นต้น

1.7 การตรวจสอบจุดรั่วไหล และอุปกรณ์ชำรุดในทุกพื้นที่ พร้อมทั้งแก้ไขและซ่อมทันที

1.8 การใช้น้ำซ้ำ ในกระบวนการยกยางเครป ของอาคาร BDG135

1.9 การติดตั้งวาล์วที่ปลายสายยาง และเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงสำหรับกิจกรรมทำความสะอาด

2. เขตพื้นที่บำบัดน้ำเสีย

2.1 การลดปริมาณการใช้น้ำในกิจกรรมทำความสะอาด เช่น การลดความถี่ในการทำความสะอาดเครื่องจักร และอุปกรณ์ การนำน้ำเสียมาทำความสะอาดพื้น เป็นต้น

2.2 การปิดวาล์วน้ำหล่อเย็นเครื่องจักรของเครื่องจักรสำรองที่ไม่ได้ใช้งาน

2.3 การลดปริมาณน้ำในการผสมสารเคมี โดยการเพิ่มความเข้มข้นหลังผสม

2.4 การตรวจสอบจุดรั่วไหล และอุปกรณ์ชำรุดในทุกพื้นที่ พร้อมทั้งแก้ไขและซ่อมทันที

2.5 การจัดระเบียบการจัดเก็บสารเคมีและระบบ Frist In Frist Out

2.6 การติดตั้งวาล์วที่ปลายสายยาง และเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงสำหรับกิจกรรมทำความสะอาด

หลักการเทคโนโลยีสะอาดที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการลดปริมาณการใช้น้ำนั้น ส่วนใหญ่จะมาจากเทคโนโลยีสะอาดประเภทการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ดังตารางที่ 4-32

ตารางที่ 4-32 เทคโนโลยีสะอาดที่นำมาใช้ในมาตรการการลดปริมาณการใช้น้ำ

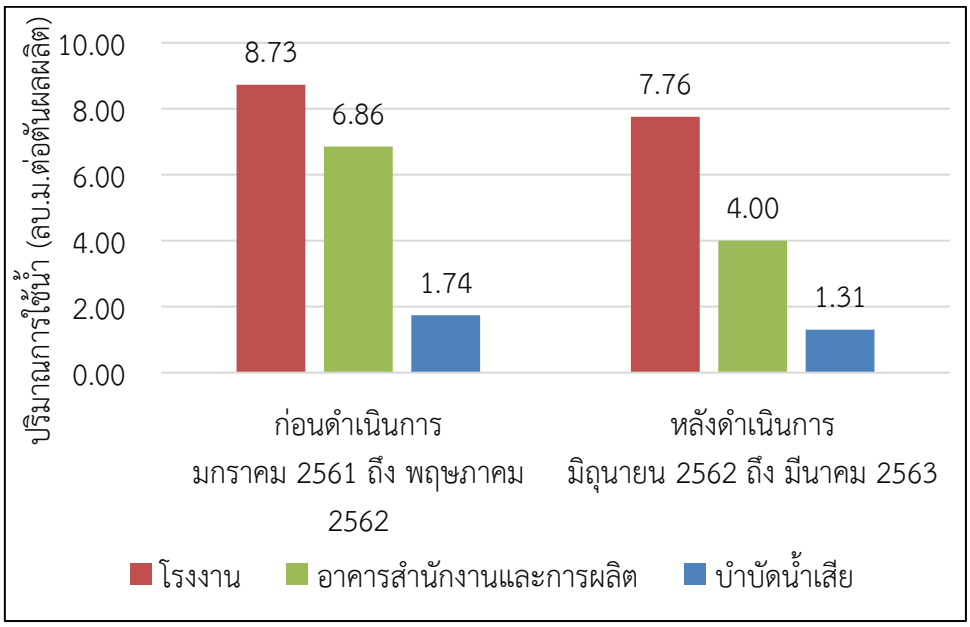
มาตรการที่นำมาใช้ในการลดปริมาณการใช้น้ำ	ประเภทเทคโนโลยีสะอาดที่เลือกใช้
การสื่อสารและรณรงค์	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การลดปริมาณการใช้น้ำในกิจกรรมทั่วไปที่มีความสำคัญในการใช้น้ำน้อย	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การวางแผนการผลิต	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การบริหารการใช้น้ำในการผลิตสำหรับเครื่องจักรที่ไม่ได้ทำงาน	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องหล่อเย็น	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การลดการใช้น้ำ	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การตรวจสอบจุดรั่วไหล	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การใช้น้ำซ้ำ สำหรับกระบวนการยกยาง	การนำกลับมาใช้ซ้ำ
การติดตั้งวาล์วที่ปลายสายยาง และเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงสำหรับกิจกรรมทำความสะอาด	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การลดปริมาณการใช้น้ำในกิจกรรมทำความสะอาด	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การปิดวาล์วน้ำหล่อเย็นเครื่องจักรของเครื่องจักรสำรองที่ไม่ได้ใช้งาน	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การลดปริมาณน้ำในการผสมสารเคมี	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด
การจัดระเบียบการจัดเก็บสารเคมีและระบบ Frist In Frist Out	การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด

4.5.2 การติดตามผล

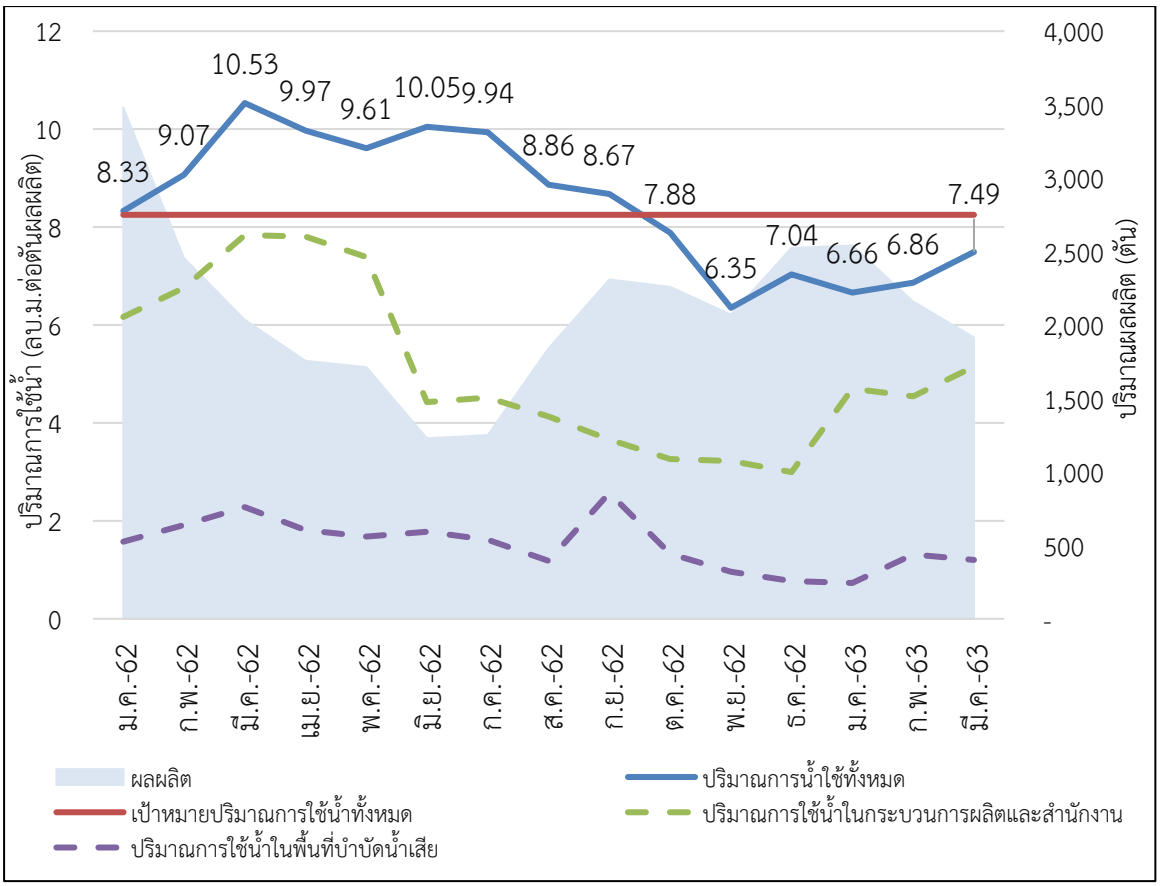
สำหรับการติดตามการดำเนินงานตามแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งเริ่มดำเนินการในเดือนมิถุนายน 2562 เป็นต้นมาถึงมีนาคม 2563 เมื่อนำปริมาณการใช้น้ำของโรงงานต่อตันผลผลิตของเดือน มกราคม 2561 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562 มีค่าเท่ากับ 8.73 ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต และปริมาณการใช้น้ำของโรงงานต่อตันผลผลิตของเดือนมิถุนายน 2562 ถึงเดือนมีนาคม 2563 มีค่าเท่ากับ 7.76 ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต พบว่าปริมาณการใช้น้ำของโรงงานลดลง 11.09% ดังตารางที่ 4-33 โดยแนวโน้มในการลดลงเริ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ณ เดือนตุลาคม ดังรูปที่ 4-24 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตของเขตอาคารสำนักงานและการผลิตดังตารางที่ 4-34 และพื้นที่ที่มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญคือ พื้นที่อาคารผลิต และพื้นที่ถังชำระล้าง

ตารางที่ 4-33 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตก่อนและหลังดำเนินการของโรงงาน เขตอาคารสำนักงานและการผลิต และเขตบำบัดน้ำเสีย

พื้นที่	ก่อนดำเนินการ มกราคม 2561 ถึง พฤษภาคม 2562	หลังดำเนินการ มิถุนายน 2562 ถึง มีนาคม 2563	เปอร์เซ็นต์
โรงงาน	8.73	7.76	11.09%
อาคารสำนักงานและการผลิต	6.86	4.00	41.69%
บำบัดน้ำเสีย	1.74	1.31	25.11%



รูปที่ 4-23 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของโรงงาน อาคารสำนักงานและการผลิต และเขตบำบัดน้ำเสีย

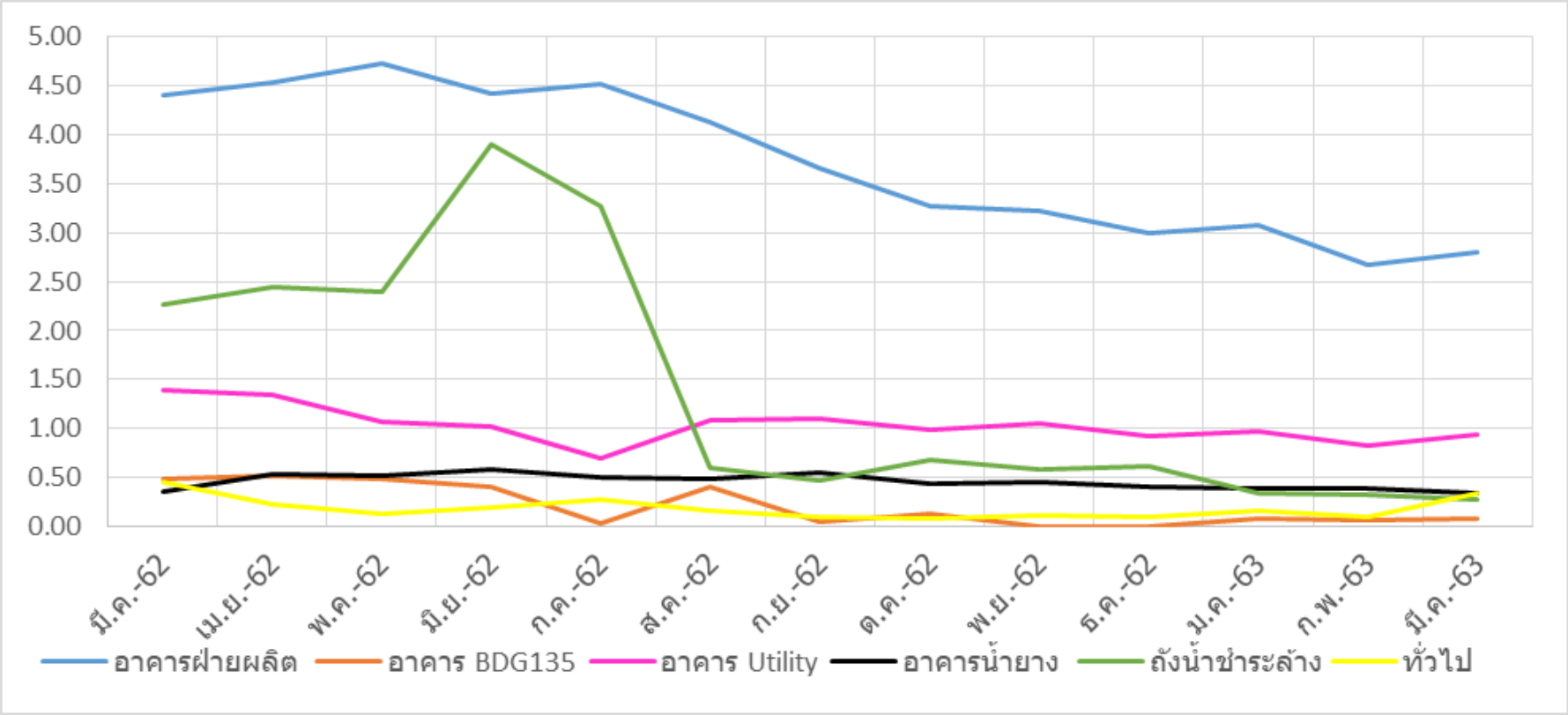


รูปที่ 4-24 ปริมาณการใช้น้ำต่อเดือน (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต)

ปริมาณการใช้น้ำของโรงงานมี 2 ประเภทหลักๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว คือ การใช้น้ำคงที่ และการใช้น้ำไม่คงที่ โดยการใช้น้ำคงที่ หมายถึง การใช้น้ำที่ไม่แปรผันตามปริมาณการผลิต เช่น การใช้น้ำห้องน้ำ การใช้น้ำรดน้ำต้นไม้ การใช้น้ำสำหรับชำระล้าง และน้ำใช้ในโรงอาหาร เป็นต้น โดยการใช้น้ำประเภทนี้จะมีผลกระทบต่อปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิต เมื่อมีการลดกำลังการผลิตลง แต่ปริมาณการใช้น้ำเท่าเดิม ทำให้ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตสูงขึ้นในเดือนนั้นๆที่มีผลผลิตต่ำ และส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตในแต่ละเดือนมีค่าที่แตกต่างกันมาก ดังรูปที่ 4-24 การใช้น้ำไม่คงที่ หมายถึง การใช้น้ำที่แปรผันตามปริมาณการผลิต เช่น น้ำสำหรับหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ น้ำสำหรับหล่อเย็นเครื่องจักร เป็นต้น โดยการใช้น้ำประเภทนี้จะมีผลกระทบต่อปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตน้อยกว่าการใช้น้ำคงที่ ซึ่งโดยส่วนมากจะส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้น้ำเมื่อมีสิ่งผิดปกติในกระบวนการผลิต หรือประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่ำเท่านั้น

ตารางที่ 4-34 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตรายเดือนของเขตอาคารสำนักงานและการผลิต

จุดติดตั้งมาตรวัดน้ำ	ปริมาณการใช้น้ำในจุดหลักของอาคารสำนักงานและการผลิต (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต)												
	มี.ค.-62	เม.ย.-62	พ.ค.-62	มิ.ย.-62	ก.ค.-62	ส.ค.-62	ก.ย.-62	ต.ค.-62	พ.ย.-62	ธ.ค.-62	ม.ค.-63	ก.พ.-63	มี.ค.-63
อาคารฝ่ายผลิต	4.41	4.53	4.73	4.43	4.52	4.13	3.66	3.26	3.22	3.00	3.08	2.68	2.80
อาคาร BDG135	0.48	0.52	0.48	0.40	0.03	0.41	0.04	0.13	0.00	0.00	0.07	0.06	0.08
อาคาร Utility	1.40	1.34	1.07	1.01	0.69	1.08	1.11	0.99	1.05	0.92	0.97	0.83	0.93
อาคารรถบรรทุก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
อาคารน้ำยาง	0.35	0.54	0.52	0.59	0.50	0.49	0.55	0.43	0.46	0.41	0.38	0.39	0.35
ถังน้ำชำระล้าง	2.27	2.44	2.39	3.90	3.28	0.60	0.46	0.68	0.59	0.61	0.33	0.33	0.28
ทั่วไป	0.45	0.22	0.13	0.19	0.27	0.17	0.10	0.08	0.11	0.09	0.16	0.10	0.33
น้ำหล่อเย็น	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
น้ำ Safety Shower	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
น้ำ Fire + Electrical + Gas Washing	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

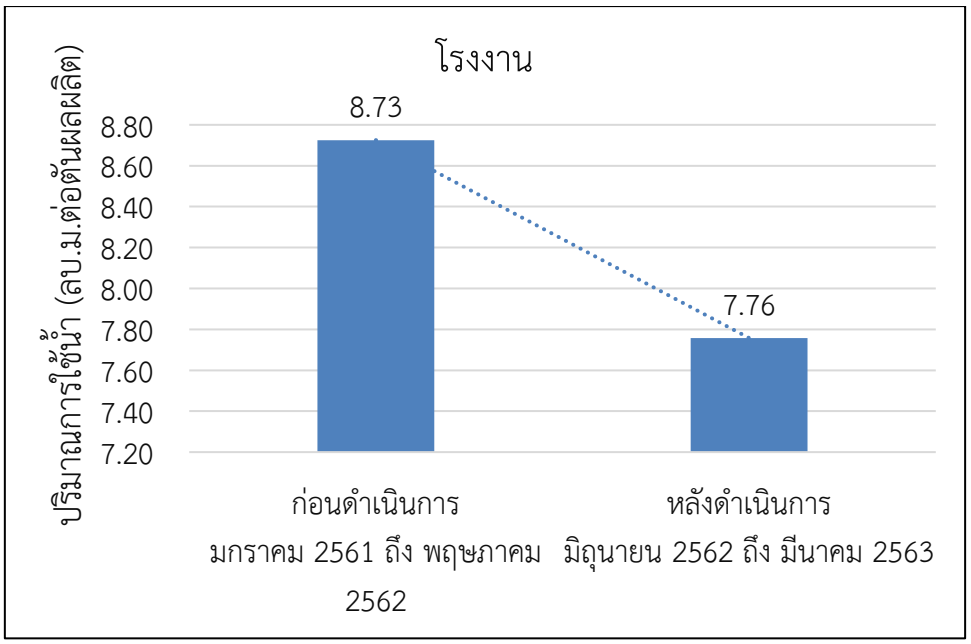


รูปที่ 4-25 ปริมาณการใช้น้ำต่อเดือน (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต) ของพื้นที่ในเขตอาคารสำนักงานและการผลิต

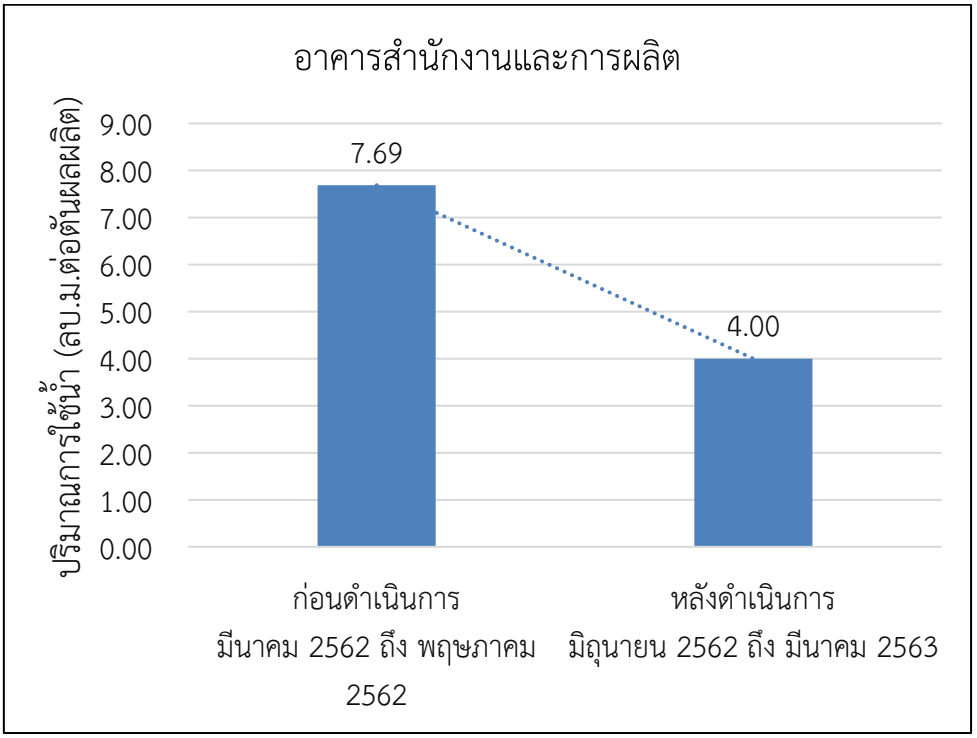
สำหรับผลการดำเนินงานของพื้นที่ต่างๆ เปรียบเทียบก่อนการดำเนินการ คือ เดือนมีนาคม 2562 ถึงพฤษภาคม 2562 กับหลังดำเนินการในเดือนมิถุนายน 2562 ถึงมีนาคม 2563 มีอัตราการลดลดที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 4-26 ถึง 4-36

ตารางที่ 4-35 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตก่อนและหลังดำเนินการของพื้นที่ต่างๆ

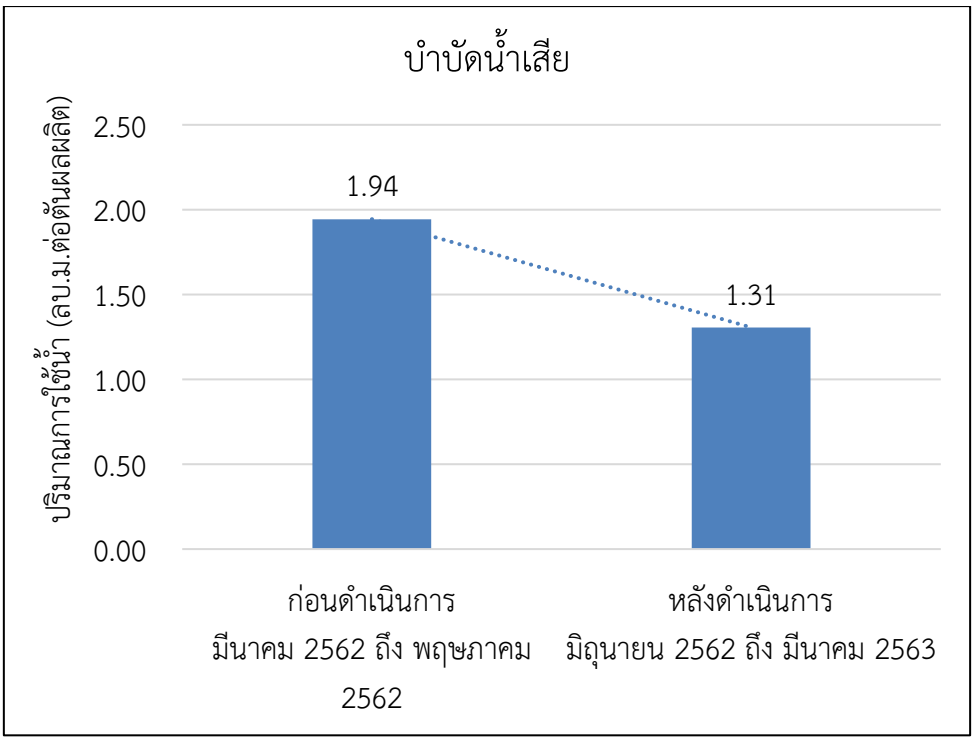
พื้นที่	ก่อนดำเนินการ	หลังดำเนินการ	เปอร์เซ็นต์	มาตรการหลักที่ใช้ได้ผลในการลดปริมาณการใช้น้ำ
	มีนาคม 2562 ถึง พฤษภาคม 2562 (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต)	มิถุนายน 2562 ถึง มีนาคม 2563 (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต)		
โรงงาน	10.06	7.76	22.92%	ทุกมาตรการรวมกัน
อาคารสำนักงานและการผลิต	7.69	4.00	47.97%	การรณรงค์ และปรับปรุงเทคโนโลยี
- อาคารฝ่ายผลิต	4.55	3.37	25.85%	การปรับวิธีการทำงานและการซ่อมบำรุง
- อาคาร BDG135	0.49	0.11	78.39%	การใช้ซ้ำ
- อาคาร Utility	1.28	0.97	24.28%	การปรับวิธีการทำงานและการสื่อสาร
- อาคารรถบรรทุก	0.00	0.00	0.00%	-
- อาคารน้ำยาง	0.46	0.45	3.75%	การปรับปรุงวิธีการทำงาน
- ถังน้ำชำระล้าง	2.36	0.87	63.23%	การปรับปรุงการทำงานของโปรแกรม
- ทั่วไป	0.28	0.15	46.17%	การรณรงค์ และปรับปรุงเทคโนโลยี
บำบัดน้ำเสีย	1.94	1.31	32.80%	การปรับวิธีการทำงานและการซ่อมบำรุง



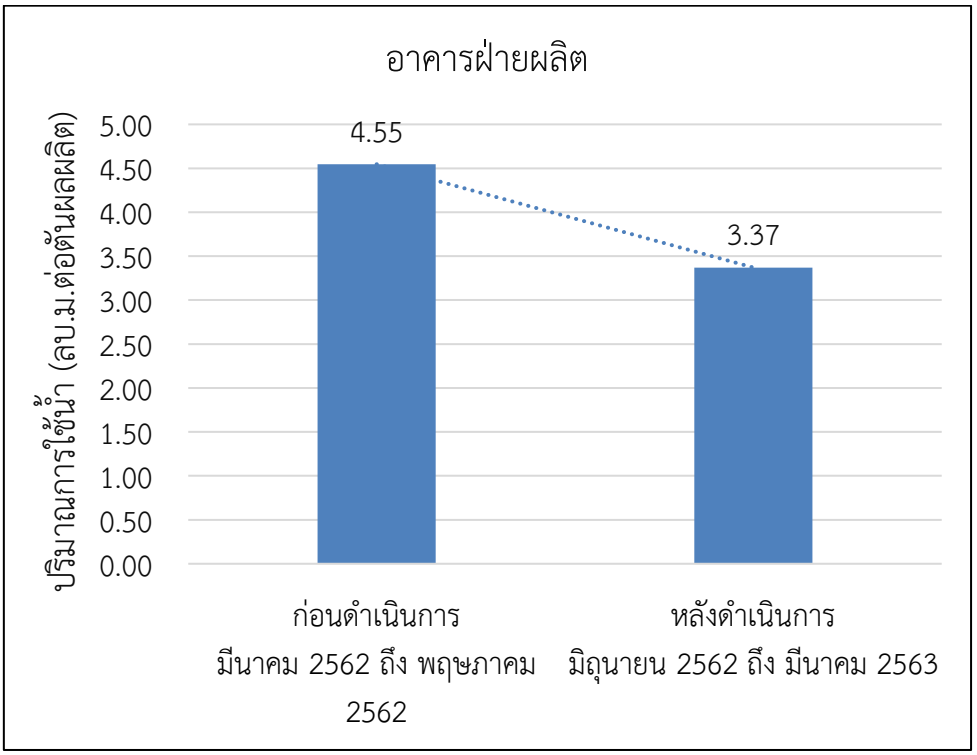
รูปที่ 4-26 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของโรงงาน



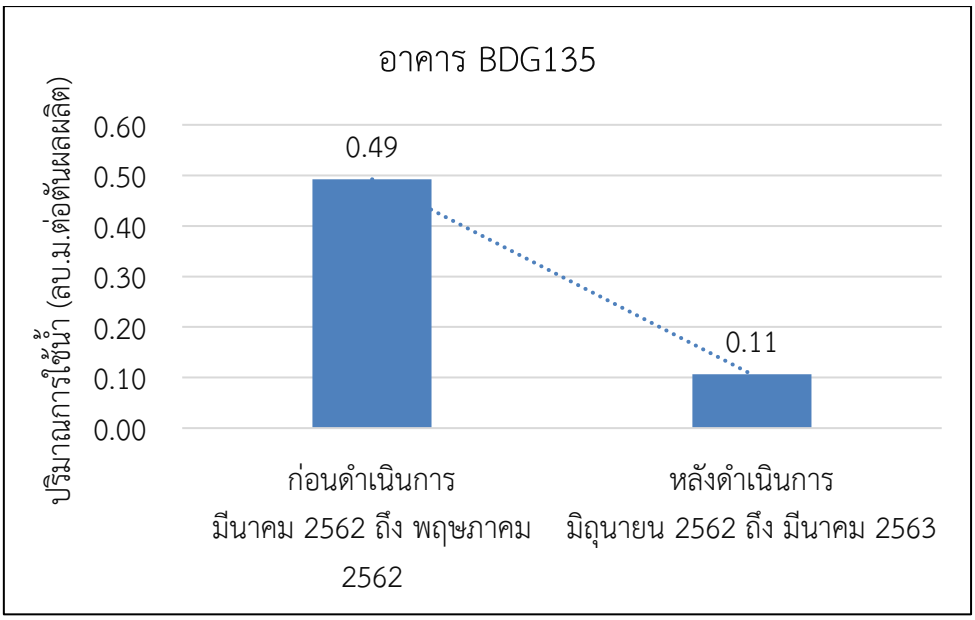
รูปที่ 4-27 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารสำนักงานและการผลิต



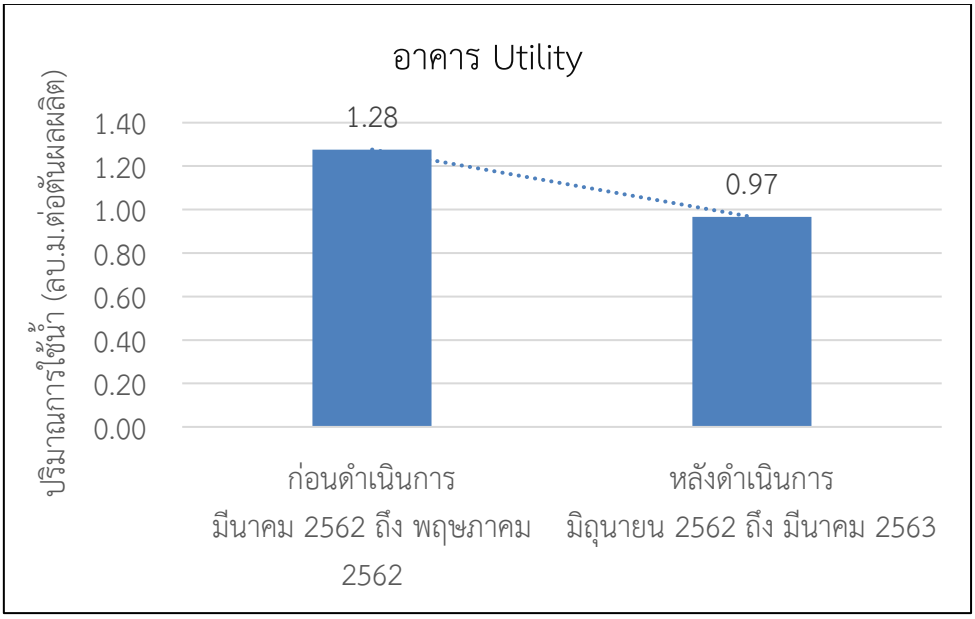
รูปที่ 4-28 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของเขตบำบัดน้ำเสีย



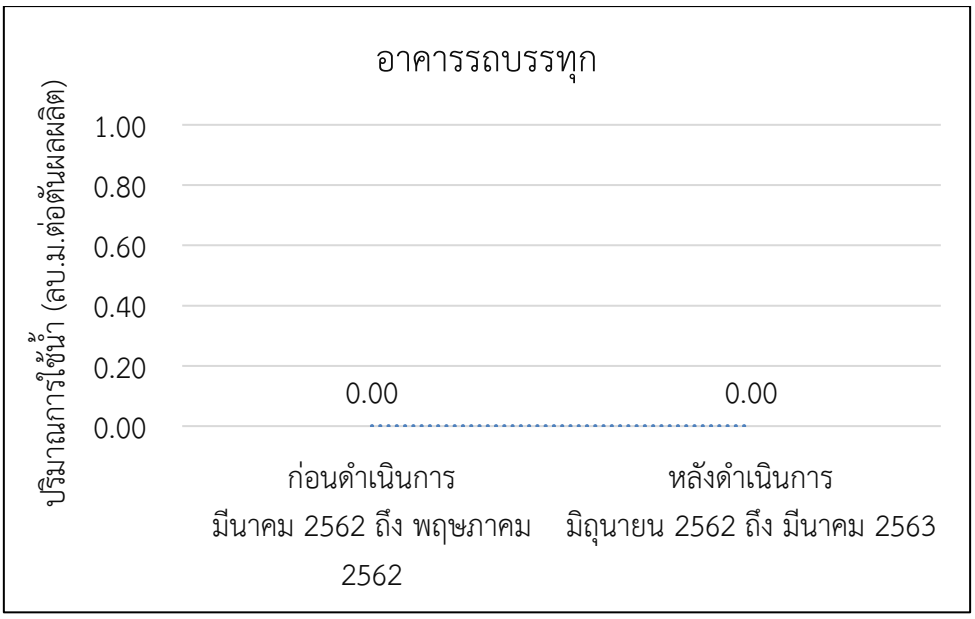
รูปที่ 4-29 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารฝ่ายผลิต



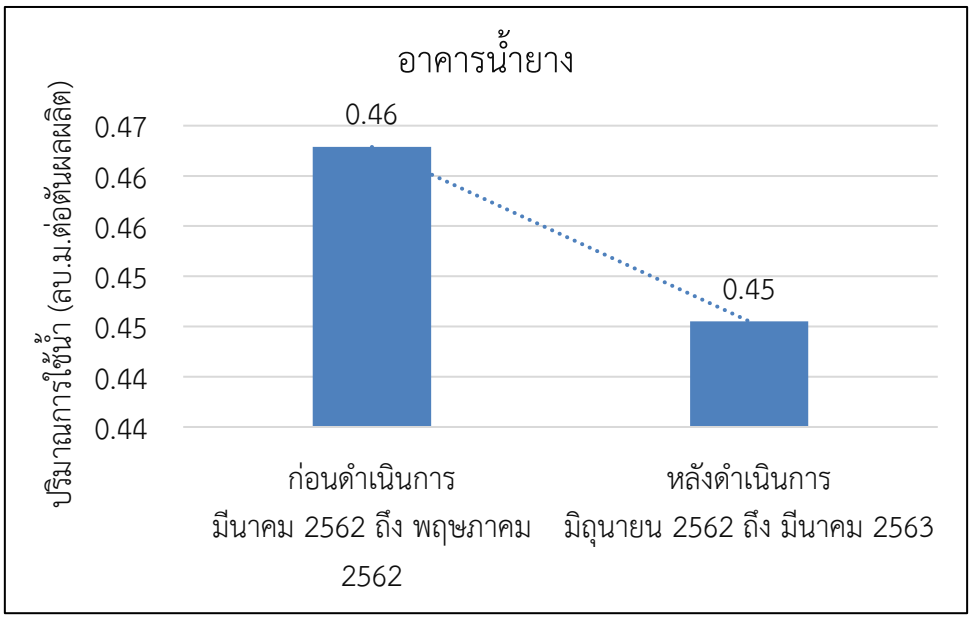
รูปที่ 4-30 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคาร BDG135



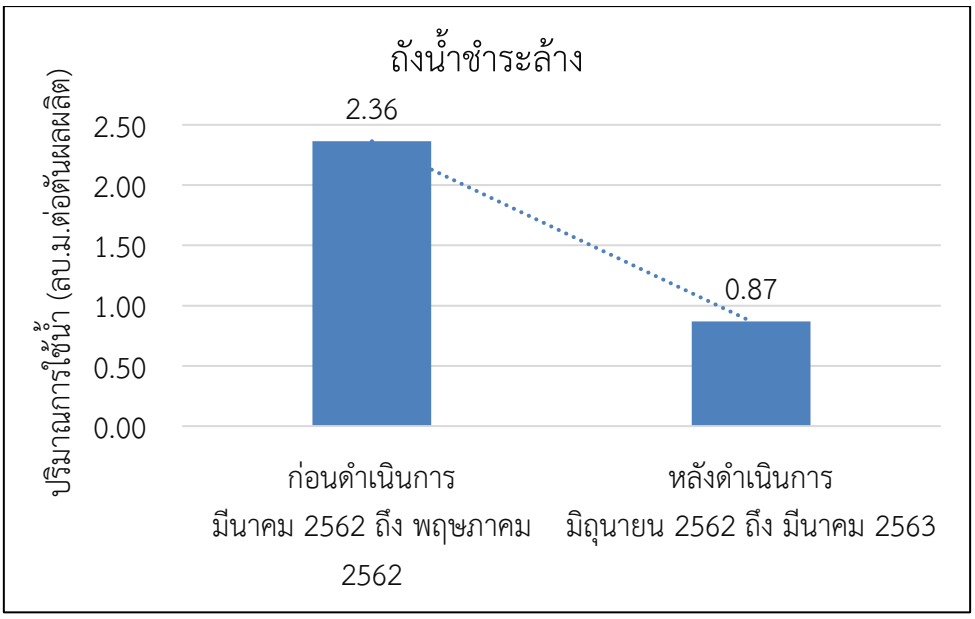
รูปที่ 4-31 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคาร Utility



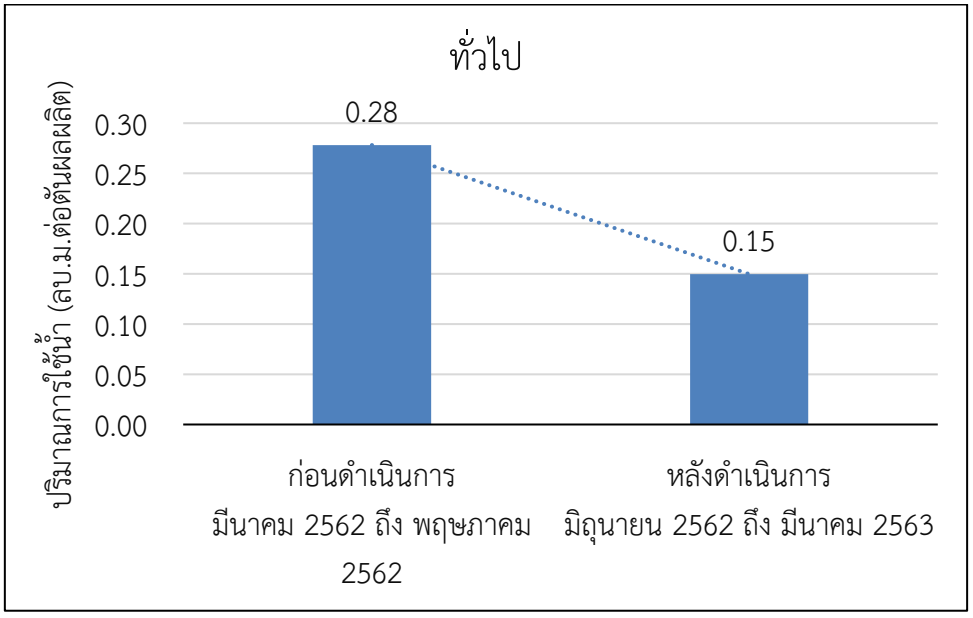
รูปที่ 4-32 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารรถบรรทุก



รูปที่ 4-33 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารน้ำยาง



รูปที่ 4-34 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของถังน้ำชำระล้าง



รูปที่ 4-35 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อนและหลังดำเนินการของอาคารทั่วไป

หลังจากประสบผลสำเร็จในการลดปริมาณการใช้น้ำ โรงงานได้มีมาตรการเพื่อความยั่งยืนของผลการดำเนินการ ดังนี้

1. มอบหมายให้ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญของโรงงานเป็นผู้ดูแลและตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำของโรงงาน

2. จัดการประชุมประจำเดือนเพื่อติดตามปริมาณการใช้น้ำในจุดต่างๆ โดยให้ตัวแทนของแต่ละแผนกเป็นผู้เข้าร่วมประชุม เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงข้อมูลการดำเนินงาน และการติดตามผลการดำเนินงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. มอบหมายให้แผนกบำบัดน้ำเสียติดตามปริมาณการใช้น้ำรายวันของโรงงานและของแผนกบำบัดน้ำเสียในหน่วยต่อตันผลผลิต และรายงานในการประชุมประจำวันเมื่อพบว่ามีการใช้น้ำเกินมาตรฐานที่โรงงานกำหนด เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ตรวจสอบหาจุดที่มีการใช้น้ำเกินมาตรฐาน และหาผู้รับผิดชอบในการแก้ไขปัญหา ณ ขณะนั้น
4. มีการติดป้ายเตือนให้ประหยัดน้ำ หรือปิดน้ำเมื่อใช้เสร็จตามจุดต่างๆ ที่มีก๊อกน้ำ เช่น ห้องน้ำ โรงอาหาร จุดล้างมือ จุดเก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด เป็นต้น พร้อมทั้งใส่ช่องทางในการติดต่อเมื่อพบปัญหาอุปกรณ์ชำรุด หรือพบน้ำรั่วไหล เพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างทันท่วงที
5. การกำหนดเป้าหมาย หรือปริมาณการใช้น้ำในจุดต่างๆ โดยกำหนด 2 เป้าหมาย คือ เป้าหมายที่กำหนดปริมาณการลดการใช้น้ำของแผนกต่างๆ ในปีนั้นๆ และเป้าหมายปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลผลิตของแผนกต่างๆ ในปีนั้นๆ เป็นต้น

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำของโรงงาน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต) ลงอย่างน้อย 10% โดยทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำตามพื้นที่ต่างๆ ในโรงงาน และวิเคราะห์กระบวนการต่างๆที่มีการใช้น้ำในแต่ละกระบวนการอย่างละเอียด และนำเสนอแนวทางการปฏิบัติเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำ ลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสีย ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน ลดต้นทุนในการผลิต และเพิ่มความได้เปรียบในเชิงธุรกิจ ซึ่งมีผลการวิจัยสรุป ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่าแนวทางการลดความสูญเสียที่สามารถดำเนินการได้ ซึ่งประกอบด้วย 1) การบริหารการวางแผนการผลิตและการปรับปรุงการสื่อสารของการผลิตไปยังแผนกที่เกี่ยวข้องให้ปรับกระบวนการทำงานตามแผนการผลิตปัจจุบัน 2) การปรับวิธีการทำงานของกระบวนการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ 3) การซ่อมบำรุงเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ 4) การนำน้ำใช้มาใช้ซ้ำในกระบวนการยกยางแผ่น การล้างพื้น เป็นต้น 5) การปรับความถี่การทำความสะอาดและการปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความสะอาด โดยสามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ดังนี้

1. สามารถการลดปริมาณการใช้น้ำของโรงงาน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต) ลงได้ 11.09% ซึ่งหากคำนวณจากปริมาณน้ำใช้ต่อตันผลผลิตของโรงงานเฉลี่ยต่อเดือนสามารถลดได้ 0.97 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต
2. สามารถลดค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนในการซื้อน้ำและการบำบัดน้ำเสียจากนิคมอุตสาหกรรมลงได้ ประมาณ 11,723,934 บาทต่อปี โดยค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำและค่าบำบัดน้ำเสียจากนิคมอุตสาหกรรม 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 14 บาท
3. สามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียได้ประมาณ 17,585,901 บาทต่อปี โดยค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียของโรงงาน 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 21 บาท เนื่องจากน้ำที่ใช้ทั้งหมดจะไหลลงสู่รางระบายน้ำรวม เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดมีปริมาณมากขึ้น ซึ่งเมื่อลดการใช้น้ำลงได้ จึงเป็นการลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสีย และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียไปด้วยเช่นกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

การติดมาตรวัดน้ำ เพื่อตรวจวัดการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่ย่อยโดยเฉพาะพื้นที่ส่วนรวม เช่น ห้องน้ำ โรงอาหาร อาคารแต่ละอาคาร เป็นต้น รวมถึงพื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น น้ำใช้ในกิจกรรม

ต่างๆ น้ำใช้ในเครื่องจักร หรือพื้นที่ต่างๆ เป็นต้น จะช่วยให้การวิเคราะห์สะดวกขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนที่สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ตรงจุดมากยิ่งขึ้น

การวัดผลความสามารถในการลดปริมาณการใช้น้ำด้วยการวิเคราะห์ด้วยหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิตจะมีความยากลำบากมากยิ่งขึ้น หากยอดผลิตลดลง เนื่องจากมีการใช้น้ำในส่วนอื่นๆ ที่ไม่ได้มีความสัมพันธ์กันกับยอดผลิต เช่น โรงอาหาร ห้องน้ำ น้ำใช้ในสำนักงาน เป็นต้น โดยปริมาณน้ำใช้เหล่านี้จะมีค่าค่อนข้างคงที่ตามปริมาณพนักงานมากกว่ายอดผลิตของโรงงาน

บรรณานุกรม

[1] ศูนย์นานาชาติเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม 2546 “รายงานของประเทศไทยเกี่ยวกับพื้นที่คุ้มครองและการพัฒนา” สืบค้นเมื่อเดือนธันวาคม 2560.

[2] องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ 2559 “สถิติข้อมูลน้ำเพื่อการเกษตร-ประเทศไทย” สืบค้นเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2561.

[3] ศูนย์การจัดการสิ่งแวดล้อมนานาชาติ 2546 “ประเทศไทย: รายงานระดับชาติเกี่ยวกับพื้นที่คุ้มครองและการพัฒนา” สืบค้นเมื่อเดือนธันวาคม 2560

[4] ชีวิตของนก 2546 “พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทย” ในการช่วยชีวิตนกที่ถูกคุกคามในเอเชีย: คู่มือสำหรับรัฐบาลและประชาสังคม สืบค้นเมื่อเดือนธันวาคม 2560

[5] โสภณ นฤชัยกุศล 2559 “การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและผลกระทบต่อประเทศไทย: ภาพรวมสั้นๆ เกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงและอาจเกิดขึ้นจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้” สืบค้นเมื่อเดือนธันวาคม 2560

[6] ชาร์ทจัดทำโดย ODT เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2561 ภายใต้ลิขสิทธิ์ CC BY SA 4.0 แหล่งข้อมูล: องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ 2558 สถิติข้อมูลน้ำเพื่อการเกษตรฐานข้อมูลหลัก

[7] เว็บไซต รายงาน Sunrise – Sunset Industry ส่วนเศรษฐกิจรายสาขา ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจธุรกิจและเศรษฐกิจฐานราก สืบค้นจาก www.oie.go.th

[8] เว็บไซต์ โดย เขตต์โสภณ วิเวก บรรณาธิการบริหาร “ส่องทิศทางยางพาราไทย ปี 62 รุ่ง หรือร่วง?” February 5, 2019 สืบค้นจาก http://rubberplasmedia.com/2019/ 02/05/

[9] เว็บไซต รายงาน สถาบันพลาสติก โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางและไม้ยางพารา “บทวิเคราะห์เรื่อง ทิศทางอุตสาหกรรมยางล้อของไทย สืบค้นจาก http://rubber.oie.go.th/box/Article/55473/

[10] เดชา สีดูกา. 2556. การใช้น้ำของโรงแรม กรณีศึกษาจังหวัดภูเก็ต. สงขลา: เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[11] ชวัลชร สมละออ. 2550. การใช้กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า น้ำใช้และลดปริมาณขยะมูลฝอยในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา โรงเรียนสุเหร่าทรายกองดิน สำนักงานเขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร: สิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

[12] พัชรินทร์ สรรเพชร. 2553. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในอุตสาหกรรมทูน่าประป๋อง. สงขลา: วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[13] พิทยา ภูสง่า. 2549. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำ ในโรงพยาบาลกาฬสินธุ์. ขอนแก่น: อนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[14] อรัญ หันพงศ์กิตติกูล กัลยา ศรีสุวรรณ และ วีระศักดิ์ ทองลิมป์. 2547. โครงการลดมลพิษในโรงงานอาหารทะเล โรงงานน้ำยางข้น และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม. สกว. มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์.

[15] ฐาปนันดร์ เขียวสังข์ และ ศุภรัชชัย วรรัตน์. 2555. “การลดของเสียในกระบวนการผลิตการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์พลาสติก.” การประชุมวิชาการงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ.2555.

[16] คู่มือเทคโนโลยีสะอาดสำหรับประชาชน สนับสนุนโดย สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, US-AEP, The Asia Foundation, กลุ่มความร่วมมือระหว่างองค์กรพัฒนาเอกชนและกลุ่มอุตสาหกรรมไทยเพื่อสิ่งแวดล้อม (IN GROUP) ปี 2552

[17] ชนิดา วสันต์, ประสิทธิภาพด้านการจัดสรรการปลูกอ้อยของเกษตรกรในประเทศไทย ,ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2557

[18] Tawatchai Suwanabutvipa. (2552) การแก้ไขปัญหาหน้างานอย่างมีประสิทธิภาพด้วย Why-Why Analysis + 5 Gen. สืบค้นจาก : http://leanmanufacturing-tawatchai.blogspot.com/2009/12/why-why-analysis-5-gen.html (13 มิถุนายน 2562)

[19] นครินทร์ เทอดเกียรติกุล พัชรี หอวิจิตร และ สมุนา ราษฎร์ภัคดี. (2558). การจัดการการใช้น้ำสำหรับกระบวนการย้อมใน อุตสาหกรรมผลิตพรมตามแนวทางเทคโนโลยีสะอาด. ในการประชุมการวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ ระดับชาติครั้งที่ 2 11-12 กันยายน 2558 ณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, (น. 11-18). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[20] Anonymous. (2560). กระบวนการผลิต. สืบค้น 2563 พฤษภาคม 18, จาก https://www.deestone.com/whydeestone/production.aspx#.XsJRhfmsWBo

[21] มนตรี ฟังอารมณ์. 2559. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางคอมปาวด์ กรณีศึกษาโรงงานผลิตยางรถยนต์: วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถาม

<u>แบบสอบถาม</u> ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่ต่างๆ

ชื่อ ..... ตำแหน่ง .....

พื้นที่	ระยะเวลาในการเปิดใช้แต่ละครั้ง (นาที)	ความถี่ในการเปิดใช้
Primary Zone		
Rotary Screen		
High jet at Rotary Screen		
Influent pump		
Valve at Flash tank		
Valve at Primary Clarify		
Valve at Sulfide Precipitation		
Ammonia Stripper Feed Pump		
Circulation pump		
Valve At Stripper		
Sulfide Precipitation pump		
Valve at Filter Press feed pump		
Clarifier feed pump (In 1)		
Valve at Primary Thickener		
Intermediate Sludge pump		
Secondary Zone		
SBR sludge transfer pump		
SBR feed pump		
Jet Motive pump		
Effluent Pump		
Filtrated Pump		
DAF Feed Continuous Pump		
DAF Water Pump		
DAF Sludge Recycling Pump		
AT Feed pump		
DWPE Precipitation Package		

พื้นที่	ระยะเวลาในการเปิดใช้แต่ละครั้ง (นาที)	ความถี่ในการเปิดใช้
Support zone		
Chemical Zone		
PAC storage tank (Solid)		
PAC storage tank (Liquid)		
PE Precipitation package		
DWPE precipitation package		
1% NaOH storage tank		
Sodium Bicarbonate Preparation Tank		
Sugar Preparation Tank		
Valve at Chemical Zone		
Crystallization		
Recirculation Pump		
Salt Slurry Pump		
Dryer Scrubber pump		
Filtrate Pump		
Flushing Water pump		
Valve at Crystallization plant		
Flush line		
Filter Press		
clean Filter cloth (high jet)		
Valve at Filter Press		

ขอขอบคุณที่ท่านกรุณาสละเวลาตอบแบบสอบถามครบทุกข้อไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

อรปรียา เล่งวงค์

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถาม

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำใช้ในเขตบำบัดน้ำเสีย

พื้นที่	อัตราการไหล		เวลาที่ใช้	ปริมาณการใช้น้ำ
	(ลิตรต่อนาที)	(ลบ.ม ต่อชั่วโมง)	(ชั่วโมงต่อวัน)	(ลบ.ม ต่อวัน)
Primary Zone				
Rotary Screen	75.00	4.50	4.37	19.67
High jet at Rotary Screen	8.33	0.50	0.75	0.38
Influent pump	2.00	0.12	11.00	1.32
Valve at Flash tank	30.00	1.80	0.10	0.18
Valve at Primary Clarify	30.00	1.80	0.25	0.45
Valve at Sulfide Precipitation	36.68	2.20	6.00	13.20
Ammonia Stripper Feed Pump	0.27	0.02	11.00	0.18
Circulation pump	8.12	0.49	11.00	5.36
Valve At Stripper	25.53	1.53	6.00	9.19
Sulfide Precipitation pump	1.00	0.06	12.00	0.72
Filter Press feed pump	ไม่ใช้			
Clarifier feed pump (In 1)				
Valve at Primary Thickener				
Intermediate Sludge pump				
Secondary Zone				
SBR sludge transfer pump	ไม่ใช้			
SBR feed pump				
Jet Motive pump	1.00	0.06	36.00	2.16
Effluent Pump	5.00	0.30	11.00	3.30
Filtrated Pump	2.00	0.12	11.00	1.32
DAF Feed Continuous Pump	5.00	0.30	20.00	6.00
DAF Water Pump	6.00	0.36	20.00	7.20

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำใช้ในเขตบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

พื้นที่	อัตราการไหล		เวลาที่ใช้	ปริมาณการใช้น้ำ
	(ลิตรต่อนาที)	(ลบ.ม ต่อชั่วโมง)	(ชั่วโมงต่อวัน)	(ลบ.ม ต่อวัน)
DAF Sludge Recycling Pump	0.68	0.04	20.00	0.82
AT Feed pump	0.49	0.03	24.00	0.71
DWPE Precipitation Package				15.00
Chemical Zone				
PAC storage tank (Solid)				2.32
PAC storage tank (Liquid)				1.52
PE Precipitation package				4.32
DWPE precipitation package				9.59
1% NaOH storage tank		-		-
Sodium Bicarbonate				1.00
Sugar Preparation Tank				1.00
Valve at Chemical Zone	43.00	2.58	0.08	0.22
Crystallization				
Recirculation Pump	2.00	0.12	24.00	2.88
Salt Slurry Pump	1.00	0.06	12.00	0.72
Dryer Scrubber pump	1.00	0.06	12.00	0.72
Filtrate Pump	1.00	0.06	24.00	1.44
Flushing Water pump	2.00	0.12	24.00	2.88
Valve at Crystallization plant	ไม่ใช้			
Flush line	80.00	4.80	0.50	2.40
Filter Press				
clean Filter cloth (high jet)	8.33	0.50	5.00	5.00
Valve at Filter Press	16.08	0.96	1.00	0.96

ภาคผนวก ค
ปริมาณการใช้น้ำ

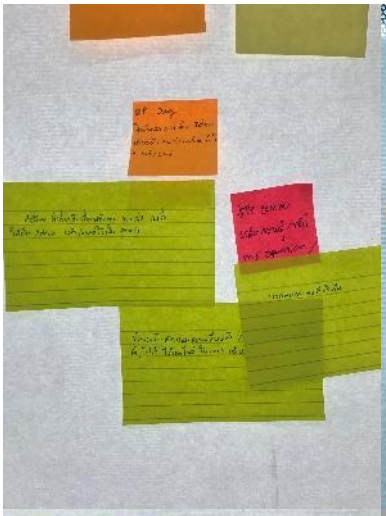
ตารางที่ ค-2 ปริมาณการใช้น้ำ

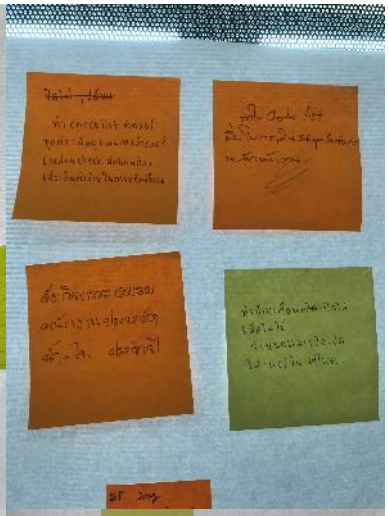
เดือน	ปริมาณการใช้น้ำ		
	ทั้งหมด	อาคารสำนักงานและการผลิต	บำบัดน้ำเสีย
	ลบ.ม.	ลบ.ม.	ลบ.ม.
ม.ค.-61	26,893	22,580	4,313
ก.พ.-61	16,620	15,840	780
มี.ค.-61	23,636	19,118	4,518
เม.ย.-61	22,283	18,219	4,064
พ.ค.-61	19,022	13,284	5,738
มิ.ย.-61	22,682	18,248	4,434
ก.ค.-61	28,731	23,313	5,418
ส.ค.-61	27,655	23,198	4,457
ก.ย.-61	24,089	19,602	4,487
ต.ค.-61	19,360	14,529	4,831
พ.ย.-61	21,317	15,204	6,113
ธ.ค.-61	22,902	16,620	6,282
ม.ค.-62	28,978	21,455	5,487
ก.พ.-62	22,263	16,598	4,709
มี.ค.-62	21,427	15,942	4,644
เม.ย.-62	17,511	13,708	3,180
พ.ค.-62	16,460	12,659	2,876
มิ.ย.-62	12,352	5,441	2,188
ก.ค.-62	12,427	5,652	2,021
ส.ค.-62	16,316	7,605	2,173
ก.ย.-62	20,036	8,462	5,941
ต.ค.-62	17,800	7,373	2,997
พ.ย.-62	13,149	6,673	1,986
ธ.ค.-62	17,770	7,566	1,949

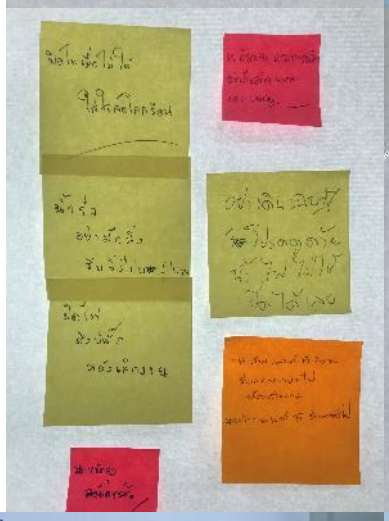
ตารางที่ ค-2 ปริมาณการใช้น้ำ (ต่อ)

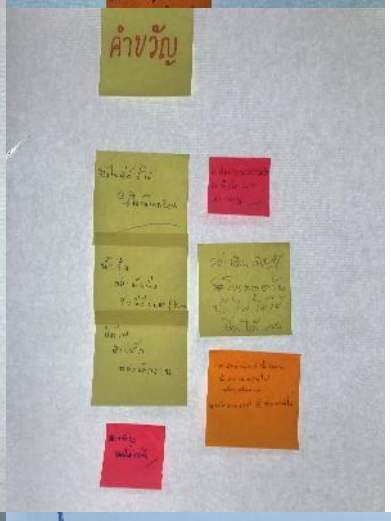
เดือน	ปริมาณการใช้น้ำ		
	ทั้งหมด	อาคารสำนักงานและการผลิต	บำบัดน้ำเสีย
	ลบ.ม.	ลบ.ม.	ลบ.ม.
ม.ค.-63	16,916	11,932	1,860
ก.พ.-63	14,822	9,814	2,841
มี.ค.-63	14,351	9,870	2,302

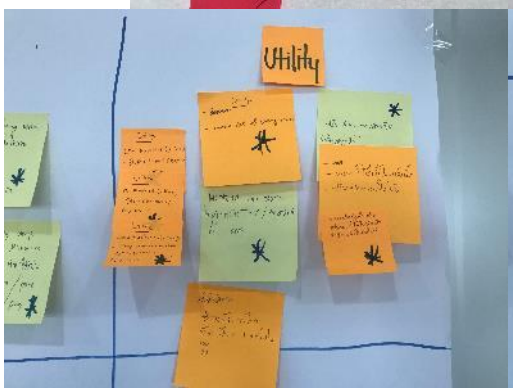
ภาคผนวก ง
ภาพกิจกรรมการดำเนินงาน

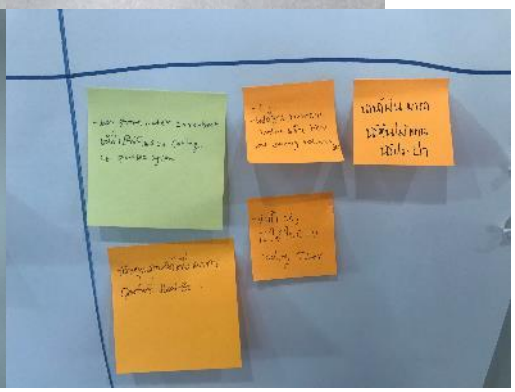







คำขวัญ


Utility



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวอรปรียา เล่งวงค์
รหัสประจำตัวนักศึกษา 6210121044
วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมเคมี)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2564

ตำแหน่งงานและสถานที่ทำงาน

-