

บทที่ 4

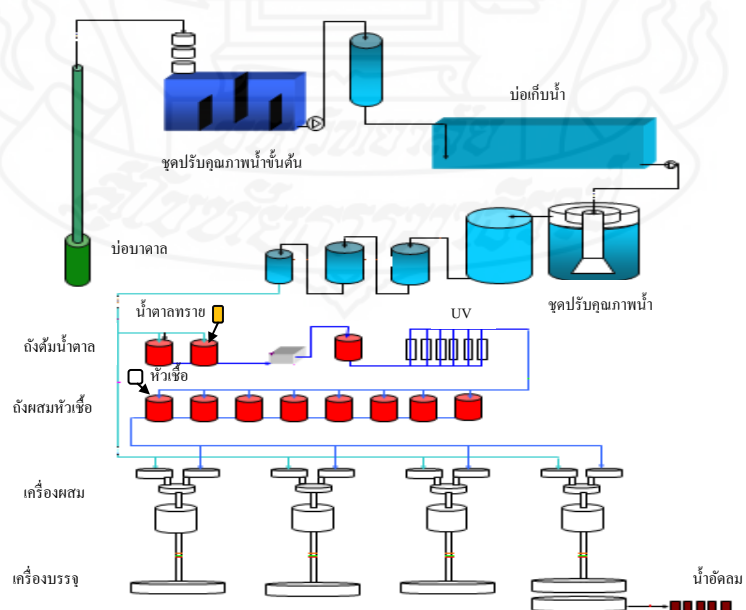
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยทำการทดลองในโรงงานผลิตน้ำอัดลมแห่งหนึ่งในภาคใต้ ซึ่งมีกระบวนการผลิตน้ำอัดลมดังนี้

1. กระบวนการผลิตน้ำอัดลม

ประกอบด้วย กระบวนการเตรียมน้ำอัดลม และกระบวนการบรรจุ

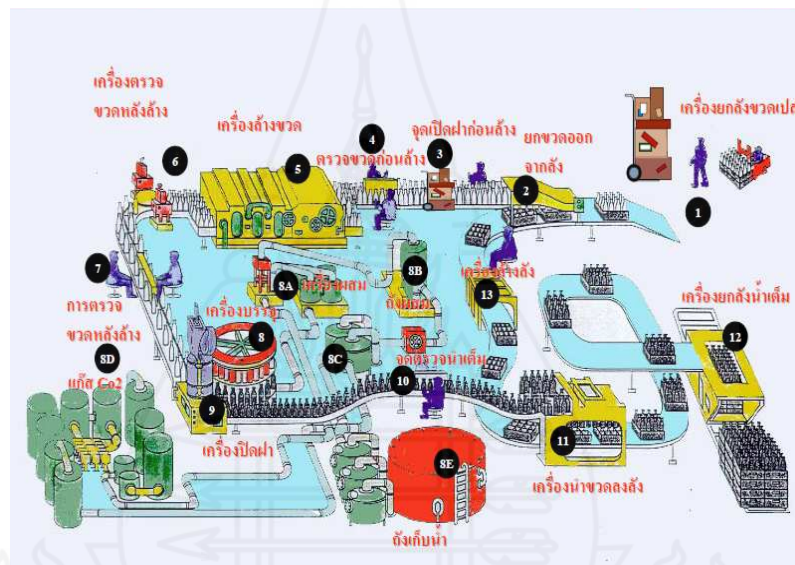
1.1 กระบวนการเตรียมน้ำอัดลม ดังภาพที่ 4.1 โดยสูบน้ำบาดลามาแยกเหล็กที่ชุดปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น เติมน้ำขาว และคลอรีน เพื่อปรับค่า pH และฆ่าเชื้อโรค จากนั้นนำน้ำนี้ไปเข้าสู่ชุดปรับคุณภาพน้ำ จะได้น้ำที่ปรับคุณภาพแล้วเหมาะต่อการผลิตน้ำอัดลม เรียกว่า น้ำทรีท (Treated water) นำน้ำทรีทไปทำน้ำเชื่อม (Simple syrup) ให้ได้ค่าความหวาน 60 บริก ต้มน้ำทรีทให้ร้อน 70 องศาเซลเซียส เพื่อละลายน้ำตาลทราย แล้วทำให้เย็นลง 25 องศาเซลเซียส จากนั้นเติม หัวเชื้อตามมาตรฐานที่กำหนดได้เป็นน้ำหวานเข้มข้น (Finished syrup) ส่งไปที่เครื่องผสม (Mixer) ในสายการผลิต เพื่อปรับค่าความหวานให้ได้ 10-14 บริก ตามชนิดของน้ำอัดลม ทำน้ำหวานให้เย็น 4 องศาเซลเซียส และอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะได้น้ำอัดลมพร้อมส่งไปบรรจุที่เครื่องบรรจุ



ภาพที่ 4.1 กระบวนการเตรียมน้ำอัดลม

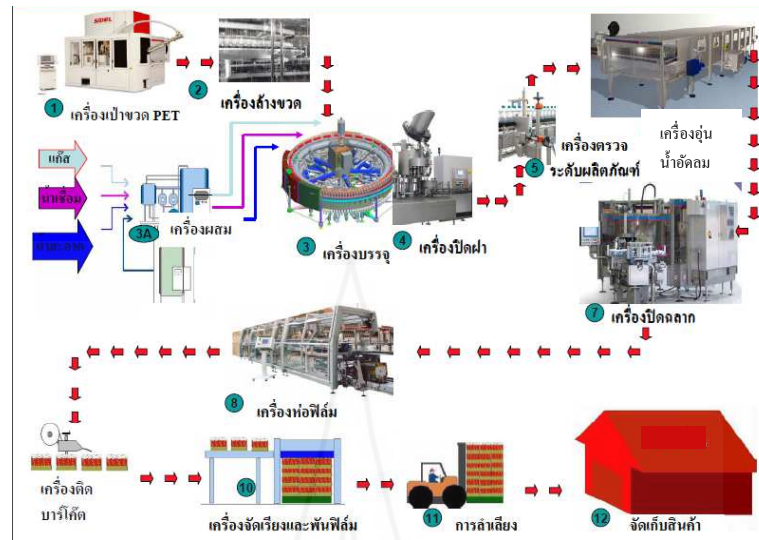
1.2 กระบวนการบรรจุ แบ่งเป็นการบรรจุขวดแก้วที่นำกลับมาใช้ซ้ำ (Returnable bottle) กับ การบรรจุขวดที่ใช้ครั้งเดียว (One-way bottle)

(1) การบรรจุขวดแก้วที่นำกลับมาใช้ซ้ำ (Returnable bottle) ดังภาพที่ 4.2 นำขวดที่นำกลับมาจากตลาด ซึ่งมีคราบน้ำหวานภายในขวด นำมาผ่านเครื่องล้างขวด (Washer) เพื่อล้างขวดด้วยน้ำโซดาไฟ (NaOH) เข้มข้น 1.5-3 มก./ลิตร อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส แล้วล้างด้วยน้ำอุ่น และน้ำเย็นตามลำดับ จนอุณหภูมิขวดเท่าอุณหภูมิห้องและสะอาด จากนั้นส่งขวดเข้าเครื่องบรรจุ เพื่อบรรจุน้ำอัดลม ปิดฝา บรรจุลง และส่งออกขาย



ภาพที่ 4.2 กระบวนการบรรจุขวดแก้วที่นำกลับมาใช้ซ้ำ

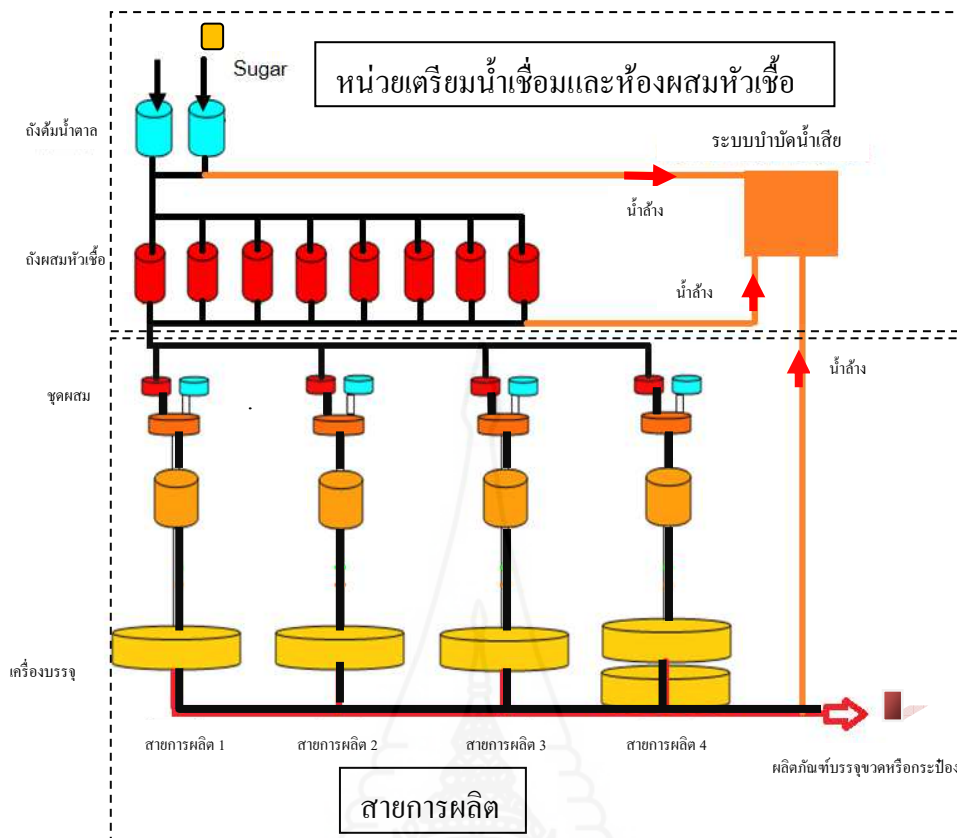
(2) การบรรจุขวดที่ใช้ครั้งเดียว (One-way bottle) ดังภาพที่ 4.3 นำขวดใหม่ที่รับจากโรงงานผลิตขวดมาล้าง ภายในขวดที่เครื่องล้าง (Rinser) ก่อนส่งเข้าเครื่องบรรจุ เพื่อบรรจุน้ำอัดลมที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แล้วปิดฝา จากนั้นนำเข้าเครื่องอุ่นน้ำอัดลม (Warmer) ให้ได้ อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เพื่อไม่ให้เกิดหยดน้ำจับข้างขวด แล้วนำไปปิดฉลาก บรรจุหีบห่อก่อนส่งออกขาย



ภาพที่ 4.3 กระบวนการบรรจุขวดที่ใช้ครั้งเดียว

2. การศึกษาหาจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำใช้ในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม

2.1 การศึกษาหาจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาล โดยพิจารณาจาก สมดุลมวลน้ำตาล (Sugar balance) ดังภาพที่ 4.4 ดังนี้ เทน้ำตาลทรายลงในถังคั้นน้ำตาล ในการเตรียมน้ำเชื่อม และผสมหัวเชื่อมกับน้ำเชื่อมที่มีความหวานเข้มข้นในถังผสม ต่อมาส่งไปยังเครื่องผสมอัตโนมัติ เพื่อปรับความหวานให้ได้ตามมาตรฐาน ของแต่ละผลิตภัณฑ์ และเครื่องบรรจุของ แต่ละสายการผลิต พบวัตถุดิบที่สูญเสียจากการผลิตเช่น น้ำความหวานต่ำ จากการผสมกับน้ำที่ค้างในเครื่องผสม เครื่องบรรจุ ถัง และท่อ ซึ่งพบในช่วงเริ่มผสมครั้งแรก ต้องถ่ายน้ำหวานเหล่านี้ออกทิ้ง และช่วงเลิกเครื่องต้องถ่ายน้ำหวานที่ค้างในเครื่อง ท่อ และ ถังออก นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย จึงได้มีแนวคิดในการนำน้ำสูญเสียที่มีน้ำตาลเจือปนเหล่านี้อีกกลับมาใช้อีก



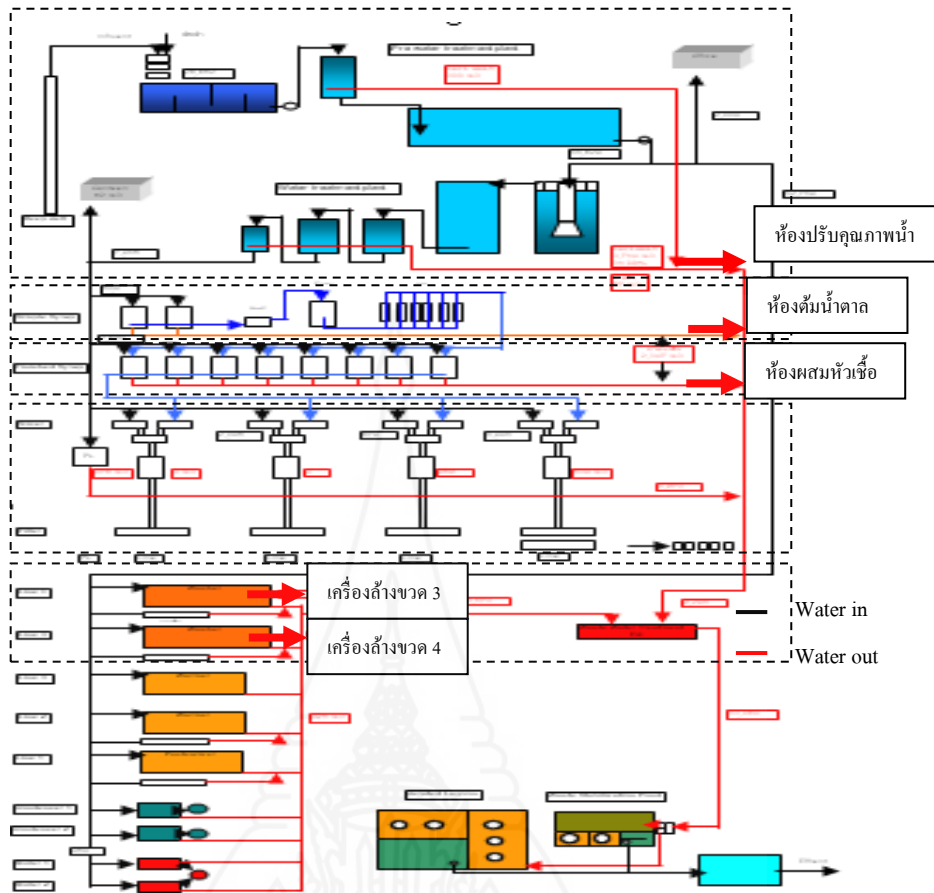
ภาพที่ 4.4 สมดุลมวลของน้ำตาล (Sugar balance)

จากการวิเคราะห์การสมดุลมวลของน้ำตาลพบจุดที่สามารถนำน้ำล้างน้ำตาลกลับมาใช้ใหม่แทนการปล่อยสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ดังภาพที่ 4.4 ดังนี้

1. หน่วยเตรียมน้ำเชื่อมและห้องผสมหัวเชื้อ
2. หน่วยสายการผลิต 1-4

2.2 การศึกษาหาจุดที่มีการสูญเสียน้ำ โดยพิจารณาจาก สมดุลมวลน้ำ (Water balance)

ดังภาพที่ 4.5 เริ่มจากการสูบน้ำบาดาล ส่งไปยังชุดปรับปรุงคุณภาพน้ำขั้นต้น (Pre-water treatment unit) และส่งต่อไปยังชุดปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อการผลิต (Water treatment unit) ชุดเตรียมน้ำเชื่อม (Simple syrup) ชุดผสมหัวเชื้อ (Finished syrup) ชุดผสม-บรรจุ (Mixer-Filler) ชุดล้างขวด (Washer) ชุดล้างขวดเบื้องต้น (Rinser) ชุดเครื่องเย็น (Cooling unit) ชุดหม้อน้ำ (Boiler) น้ำล้างพื้น และน้ำใช้ในสำนักงาน



ภาพที่ 4.5 สมดุลมวลของน้ำ (Water balance)

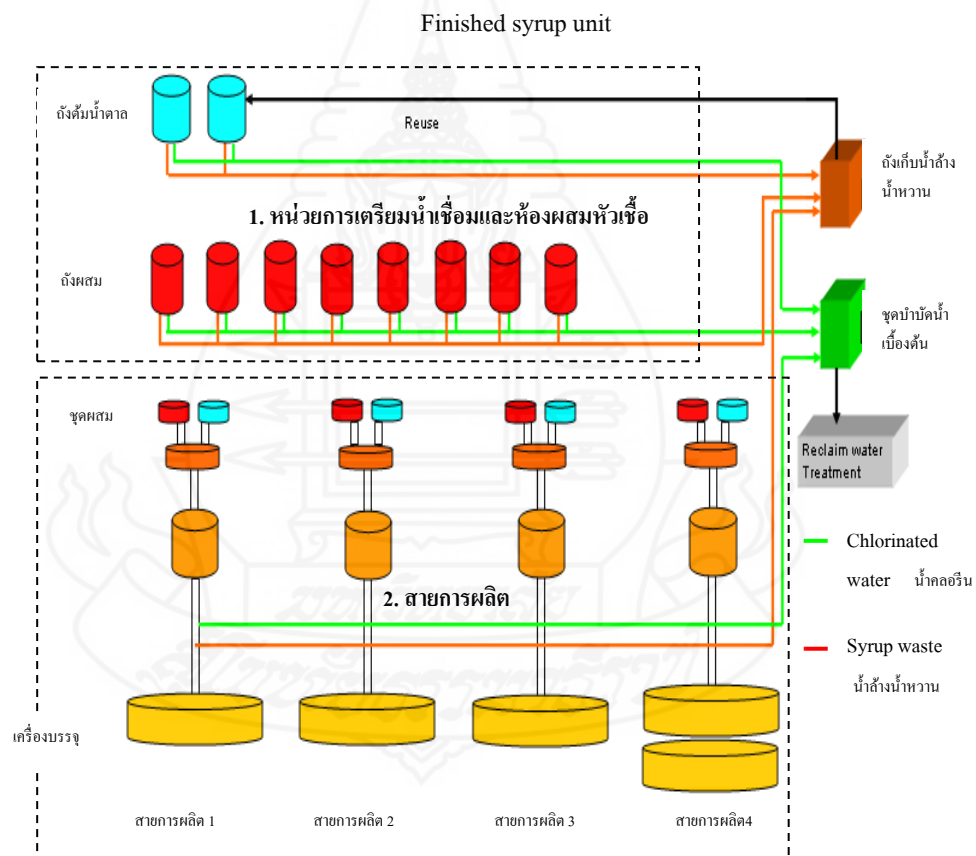
จากการวิเคราะห์การสมดุลมวลของน้ำพบจุดที่ใช้น้ำมากดังภาพที่ 4.5 คือ

1. ห้องปรับอากาศน้ำ	11,546.17	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
2. ห้องต้มน้ำตาล	1,214.67	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
3. ห้องผสมหัวเชื้อ	2,965.58	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
4. เครื่องล้างขวดสายการผลิต 3	3,559.00	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
5. เครื่องล้างขวดสายการผลิต 4	3,000.42	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
รวม	22,285.84	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
ปริมาณน้ำใช้ทั้งเดือน	25,000.00	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
คิดเป็น	90%	ของน้ำใช้ทั้งเดือน

3. การศึกษาการนำ เทคโนโลยีสะอาดมาลดการใช้ น้ำตาล ดังนี้

3.1 หน่วยการเตรียมน้ำเชื่อมและผสมหัวเชื้อและสายการผลิตที่ 1-4: โดยพิจารณาจากสมดุลมวลของน้ำตาล พบจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลที่ 2 หน่วยคือ 1) หน่วยเตรียมน้ำเชื่อมและห้องผสมหัวเชื้อ และ 2) หน่วยสายการผลิต 1-4

แนวทางการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ ดังภาพที่ 4.6 โดยนำน้ำล้างน้ำหวาน ที่มีน้ำตาลค้าง อยู่ภายในถังและท่อ ของหน่วยการเตรียมน้ำเชื่อมและผสมหัวเชื้อ ภายในเครื่องผสมเครื่องบรรจุ ของสายการผลิต กลับมาใช้จนหมด ในช่วงเตรียมการผลิต และช่วงเลิกการผลิตน้ำ ส่วนน้ำผสม คลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ สามารถนำกลับมาใช้ ทำให้ลดการสูญเสีย น้ำตาล น้ำ และลดภาระ ในการบำบัดน้ำเสีย

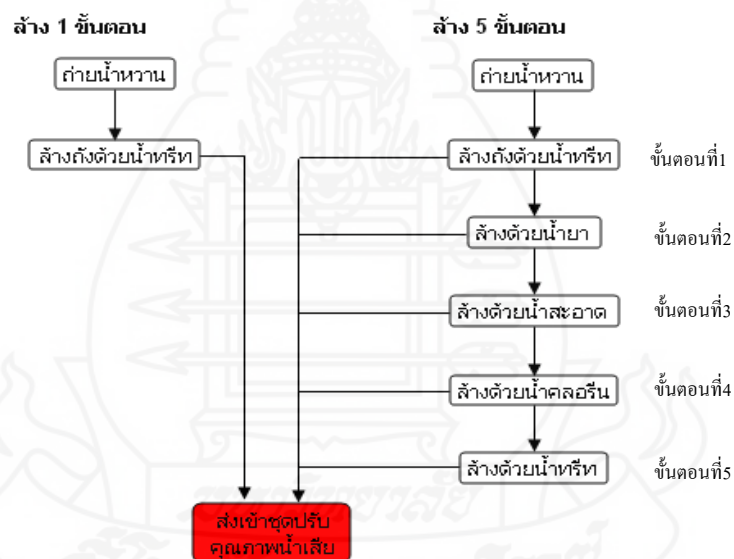


ภาพที่ 4.6 แนวทางการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

ในการผลิตน้ำอัดลม เมื่อผลิตเสร็จสิ้น แต่ละผลิตภัณฑ์แล้ว จะต้องล้างทำความสะอาดภายในระบบ (CIP) ทั้งหมด โดยมีการล้าง 2 แบบ คือ การล้างแบบ 1 ขั้นตอน และแบบ 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 4.7 โดยผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นอ่อน เช่น ผลิตภัณฑ์ C ,O และ P ใช้การล้าง 1 ขั้นตอน และผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเข้มเช่นผลิตภัณฑ์ S และ G ใช้การล้าง 5 ขั้นตอน

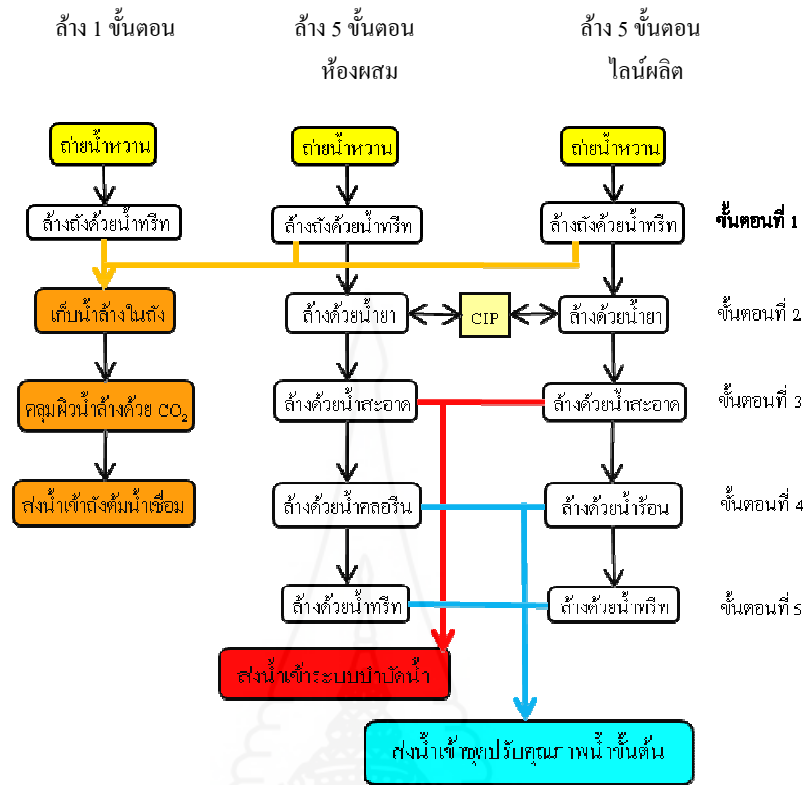
การล้าง 1 ขั้นตอน โดยใช้น้ำทรีทล้างถึงจนสะอาด แล้วเริ่มต้นผสมใหม่

การล้าง 5 ขั้นตอน โดยใช้น้ำล้างถึงจนสะอาด ตามด้วยการล้างด้วยน้ำยาสารเคมี ในการทำความสะอาดเพื่อล้างคราบน้ำหวาน สี กลิ่น ที่ติดอยู่ภายในถัง ท่อ และเครื่องจักร ต่อมาล้างด้วยน้ำสะอาด จนน้ำยาออกหมด ตามด้วยการล้างด้วยน้ำคลอรีน เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ และล้างด้วยน้ำทรีทจนคลอรีนออกหมดโดยน้ำทั้งหมดจะส่งเข้าสู่ระบบบำบัด น้ำเสีย



ภาพที่ 4.7 ขั้นตอนการล้างเครื่อง

แนวทางการปรับปรุง เพื่อคืนน้ำหวานกลับมาใช้อีก ดังภาพที่ 4.8 โดยการรวบรวมน้ำล้างถึงไว้ในถังเก็บ ส่วนขั้นตอนที่เหลือของการล้าง 5 ขั้นตอน ที่เป็นน้ำยาสารเคมี ให้นำไปบำบัดในระบบ บำบัดน้ำเสีย และส่วนที่เป็นน้ำคลอรีน และน้ำล้างคลอรีน สามารถนำกลับมาใช้ที่ชุดปรับคุณภาพน้ำเบื้องต้น



ภาพที่ 4.8 ขั้นตอนการลั้งเครื่องหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

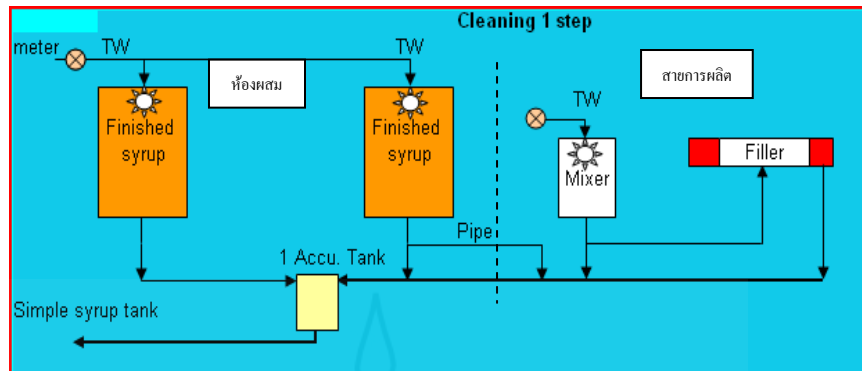
การดำเนินการทดลองที่ห้องผสมและที่สายการผลิต

การลั้ง 1 ขั้นตอน ดังภาพที่ 4.9

ที่ห้องผสม เมื่อลั้งน้ำหวานไปบรรจุ ที่สายการผลิตจนหมดถังแล้ว ใช้น้ำทรีทลั้งภายใน ถังผสมเพื่อลั้งน้ำหวานออกให้หมดแล้วเริ่มทำการผสมใหม่อีกครั้ง

ที่สายการผลิต เมื่อเสร็จสิ้นการผลิตแล้ว ใช้น้ำทรีท ลั้งภายในถังผสม ท่อลั้งน้ำหวาน เครื่องผสมและเครื่องบรรจุ จนหมดคราบน้ำหวาน จึงเริ่มการผลิตใหม่อีกครั้ง

ทำการรวบรวมน้ำลั้งเหล่านี้ ซึ่งมีน้ำหวานปนอยู่มาเก็บที่ถังเก็บ (Accumulation tank) ก่อนส่งต่อไปยังถังดักน้ำตาล ทำให้ลดการใช้น้ำทรีทในการดักน้ำตาลและได้น้ำตาลที่ละลายอยู่ใน น้ำลั้งเหล่านี้ด้วย

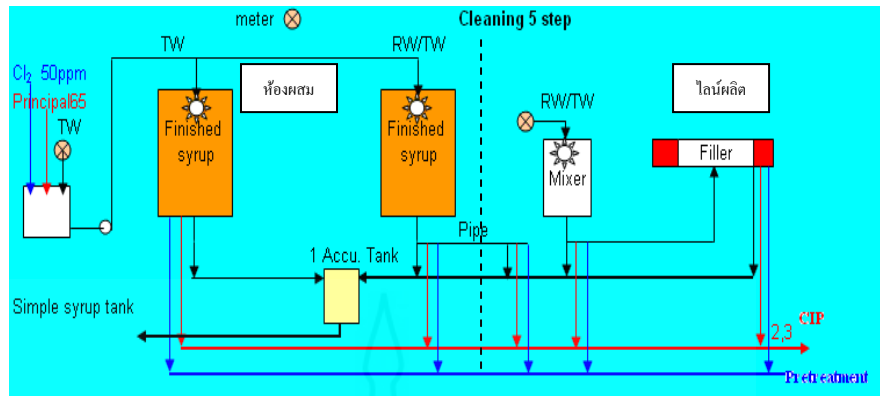


ภาพที่ 4.9 การล้าง 1 ขั้นตอน

การล้าง 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 4.10 เฉพาะชนิดน้ำ S และ G ซึ่งมีสีและกลิ่นเข้ม

ที่ห้องผสม เมื่อส่งน้ำหวานไปบรรจุที่สายการผลิตจนหมดแล้วจะใช้น้ำทรีทล้างภายในถังเพื่อล้างน้ำหวานออกให้หมด และนำไปเก็บในถังเก็บ แล้วล้างภายในถังผสมจนทั่ว ด้วยน้ำยาสารเคมี ตามด้วยการล้างน้ำยาออกให้หมดด้วยน้ำสะอาด นำนํ้าล้างนี้ไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย และล้างถังผสมด้วยน้ำคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และล้างด้วยน้ำทรีทอีกครั้ง เพื่อล้างคลอรีนออกให้หมด น้ำล้างนี้ค่อนข้างสะอาด สามารถนำกลับไปใช้ที่ระบบปรับคุณภาพน้ำขึ้นต้นเพื่อนำมาใช้ใหม่ จากนั้นจึงพร้อมเตรียมการผสมใหม่ในรอบต่อไป

ที่สายการผลิต หลังจากเสร็จสิ้นการผลิตแล้ว ใช้น้ำทรีทล้างในถังผสม ในท่อส่งน้ำหวาน เครื่องผสมและเครื่องบรรจุ โดยรวบรวมน้ำล้างเหล่านี้ ซึ่งมีน้ำหวานเจือปนอยู่ มาเก็บที่ถังเก็บแล้วล้างด้วยน้ำยาสารเคมี จนทั่วภายในถังผสม ท่อส่งน้ำหวาน เครื่องผสมและ เครื่องบรรจุ ตามด้วยการล้างน้ำยาออกให้หมดด้วยน้ำสะอาด นำนํ้าล้างนี้ไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย และล้างด้วยน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และตามด้วยน้ำทรีทอีกครั้ง เพื่อลดอุณหภูมิเครื่องผสม เครื่องบรรจุ น้ำล้างช่วงนี้ค่อนข้างสะอาด สามารถนำกลับไปใช้ที่ระบบปรับคุณภาพน้ำขึ้นต้น เพื่อนำมาใช้ใหม่ จากนั้นจึงเตรียมการผสมใหม่ในรอบต่อไป



ภาพที่ 4.10 การล้าง 5 ขั้นตอน

ส่วนน้ำล้างน้ำหวานที่เก็บในถังเก็บน้ำหวาน ดังภาพที่ 4.11 ต้องทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ก่อนส่งต่อไปยังถังต้ม ทำให้ลดการใช้น้ำทรีท ในการต้มน้ำตาล และได้น้ำตาลที่ละลายในน้ำล้างเหล่านี้ รวมทั้งได้รับความร้อนจากการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ช่วยในการละลายน้ำตาลด้วย



ภาพที่ 4.11 ถังเก็บน้ำหวานและเครื่องทำความร้อน

การเก็บตัวอย่างที่ห้องผสม

ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำล้างที่ห้องผสมแต่ละครั้ง

ตามขั้นตอนที่ 1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำล้างที่ถังผสมแต่ละครั้ง ซึ่งมี 3 ขนาดคือ ขนาด 3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร ขนาดละ 10 ครั้ง แยกตามชนิดของน้ำอัดลม C, O, S, G และ P โดยวัดปริมาณน้ำล้างถังผสม และค่าความหวาน (Brix) ต่อครั้ง (แสดงในภาคผนวก ก) (syrup1) นำมาคูณกันได้เป็นปริมาณน้ำตาลที่เก็บได้ต่อการล้างถัง และปริมาณน้ำทรีทที่ใช้ล้างถังต่อการล้าง สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการเก็บน้ำตาลในถังผสมตามชนิดของน้ำผลิตภัณฑ์ (กก.ต่อครั้ง)

ขนาดถัง ชนิดผลิตภัณฑ์	3,000 ลิตร	8,000 ลิตร	10,000 ลิตร
C	0.72	1.34	2.49
O	1.16	2.26	3.66
S	1.06	2.33	3.75
G	1.10	2.34	3.64
P	1.09	2.09	2.99

ตามขั้นตอนที่ 2 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างด้วยน้ำยาสารเคมี ของถังทั้ง 3 ขนาด (3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร) เฉพาะชนิดน้ำอัดลม S และ G สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.2

ตามขั้นตอนที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างด้วยน้ำยาสารเคมี ของถังทั้ง 3 ขนาด (3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร) เฉพาะชนิดน้ำอัดลม S และ G สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.2

ตามขั้นตอนที่ 4 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างด้วยน้ำคลอรีน เข้มข้น 50 มก.ต่อลิตร ของถังทั้ง 3 ขนาด (3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร) เฉพาะชนิดน้ำอัดลม S และ G สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.2

ตามขั้นตอนที่ 5 การเก็บตัวอย่าง น้ำล้างน้ำคลอรีนเข้มข้น 50 มก.ต่อลิตร ของถังทั้ง 3 ขนาด (3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร) เฉพาะชนิดน้ำอัดลม S และ G สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปปริมาณน้ำล้างแต่ละขั้นตอนในห้องผสมหัวเชื้อ (ลิตรต่อครั้ง)

ขนาดถัง ขั้นตอนที่	3,000 ลิตร	8,000 ลิตร	10,000 ลิตร
1. น้ำทรีทล้างน้ำหวาน	270	300	350
2. น้ำยาสารเคมี	400	400	400
3. น้ำดิบ	100	100	100
4. น้ำคลอรีน 50 ppm	400	400	400
5. น้ำทรีท	500	700	700
รวมน้ำที่ใช้	1,670	1,900	1,950

จากการเก็บข้อมูลในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการล้างถังผสมหัวเชื้อต่อเดือน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เฉลี่ยจำนวนครั้งต่อเดือน ในการล้างถังผสมหัวเชื้อ (พค.-กค.'54)

ขนาดถัง ชนิดผลิตภัณฑ์	3,000 ลิตร	8,000 ลิตร	10,000 ลิตร
C	15.00	47.67	44.33
O	8.67	15.00	16.00
S	12.00	23.33	23.67
G	6.33	8.67	11.33
P	5.00	16.00	15.00

การเก็บตัวอย่างที่สายการผลิต

ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำล้างที่สายการผลิตแต่ละครั้ง

ตามขั้นตอนที่ 1 มี 4 สายการผลิต แยกตามชนิดของชนิดน้ำอัดลม C, O, S, G และ P เก็บตัวอย่างชนิดละ 3 ซ้ำ โดยวัดปริมาณน้ำล้างและค่าความหวาน(Brix) ต่อครั้ง (แสดงในภาคผนวก ข) นำมาคูณกันได้ปริมาณน้ำตาลต่อครั้ง ในการล้างสายการผลิต สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการล้างเครื่องในสายการผลิต (กก.ต่อครั้ง)

สายการผลิต ชนิดน้ำ	1	2	3	4
C	7.19	37.82	23.38	21.25
O	9.93	36.84	24.47	35.27
S	7.90	37.32	24.53	35.17
G	9.84	56.70	25.85	41.04
P	8.99	47.82	24.81	24.73

ตามขั้นตอนที่ 2 การเก็บตัวอย่างล้างด้วยน้ำยาสารเคมี ของสายการผลิต 1-4 เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.5

ตามขั้นตอนที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างน้ำยาสารเคมี ของสายการผลิต 1-4 เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.5

ตามขั้นตอนที่ 4 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างด้วยน้ำร้อน อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ของสายการผลิต 1-4 เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.5

ตามขั้นตอนที่ 5 การเก็บตัวอย่างน้ำทรีท เพื่อลดอุณหภูมิของสายการผลิต 1-4 เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สรุปปริมาณการใช้น้ำในการล้างสายการผลิต (ลิตรต่อครั้ง)

สายการผลิต ขั้นตอนที่	1	2	3	4
1. น้ำทรีทล้างสายการผลิต	477	680	467	1,027
2. น้ำยาสารเคมี	2,500	2,500	2,500	2,500
3. น้ำล้างน้ำยา	3,170	9,000	2,500	4,270
4. น้ำร้อน	1,370	5,000	1,770	3,000
5. น้ำทรีต	3,170	9,000	2,630	1,370
รวมน้ำที่ใช้	10,687	26,180	9,867	12,167

จากการเก็บข้อมูลในช่วง 3 เดือนเพื่อหาค่าเฉลี่ยของการล้างเครื่องผสมต่อเดือน ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เฉลี่ยจำนวนครั้งต่อเดือน ในการล้างเครื่องผสม (พค.-กค. '54)

สายการผลิต ชนิดน้ำ	1	2	3	4
C	6.33	5.33	9.33	8.33
O	2.33	3.33	4.33	2.00
S	1.66	3.33	6.33	2.33
G	0.66	2.66	3.66	1.33
P	2.66	2.33	4.00	2.66

จากการเก็บข้อมูลในช่วง 3 เดือน เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำตาลต่อเดือน ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการใช้น้ำตาลต่อเดือน

เดือน	กกต่อเดือน	% การใช้น้ำตาล
พฤษภาคม'54	1,474,126.73	99.04
มิถุนายน'54	1,241,116.91	99.18
กรกฎาคม'54	1,490,499.12	99.20
เฉลี่ย	1,401,904.00	99.14

การคำนวณการประหยัดเงินที่ได้จากการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ ดังนี้

1. เงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน = เงินที่ประหยัดได้จากการล้างถังผสม(1.1)
 + เงินที่ประหยัดได้จากการล้างสายการผลิต(1.2)
 + เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย(1.3)

1.1 เงินที่ประหยัดได้จากการล้างถังผสมต่อเดือน(บาท/เดือน)(แสดงในตารางที่ 4.8) = ปริมาณน้ำตาที่ประหยัดได้ (กก.ต่อถัง) (แสดงในตารางที่ 4.1) X ประสิทธิภาพการผสมรายเดือน (ถังต่อเดือน)(แสดงในตารางที่ 4.3) X ราคาน้ำตาล (20 บาทต่อกก.)

ปริมาณน้ำตาลที่ประหยัดได้ = ปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ใหม่
 ประสิทธิภาพการผสมรายเดือน = ปริมาณการผสมตามแผนการผลิตทั้งเดือน

ตารางที่ 4.8 สรุปปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ได้จากถังผสมหัวเชื้อ

ขนาดถัง	กก.ต่อเดือน	บาทต่อเดือน
3,000 ลิตร	46.04	920.80
8,000 ลิตร	206.58	4,131.60
10,000 ลิตร	343.90	6,878.00

1.2 เงินที่ประหยัดได้จากการล้างสายการผลิตต่อเดือน(บาทต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.9) = ปริมาณน้ำตาลที่ประหยัดได้ (กก.ต่อครั้ง)(แสดงในตารางที่ 4.4) X ประสิทธิภาพการล้างสายการผลิตรายเดือน (ครั้งต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.6) X ราคาน้ำตาล (20 บาทต่อกก.)

ปริมาณน้ำตาลที่ประหยัดได้ = ปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการล้างเครื่อง
 ประสิทธิภาพการล้างไลน์ผลิตรายเดือน = ปริมาณการล้างไลน์ผลิตตามแผนการผลิต
 รายเดือน

ตารางที่ 4.9 สรุปปริมาณน้ำตลที่นำกลับมาใช้ได้จากสายการผลิต

สายการผลิต	กก.ต่อเดือน	บาทต่อเดือน
1	112.16	2,243.20
2	710.78	14,215.60
3	673.22	13,464.40
4	449.86	8,997.20

สรุปปริมาณน้ำตลที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ทั้งหมดดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปริมาณน้ำตลที่นำกลับมาใช้ได้ทั้งหมด

	กก.ต่อเดือน	บาทต่อเดือน
ถึงผลม	596.52	11,930.40
สายการผลิต	1,946.02	38,920.40
รวม	2,542.54	50,850.80

- 1.3 เงินที่ประหยัดได้จากการบำบัดน้ำเสียต่อเดือน(บาทต่อเดือน)(แสดงในตารางที่ 4.11)
 = ค่าบำบัดน้ำเสีย (39.13 บาทต่อกก_{น้ำตล}) (แสดงในภาคผนวก จ) X ปริมาณน้ำตลที่
 ประหยัดได้ (กก.ต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.10) + บำส่งน้ำ (แสดงในภาคผนวก จ)

ตารางที่ 4.11 สรุปการประหยัดจากการบำบัดน้ำเสีย

	กก _{น้ำตล} ต่อเดือน	บาทต่อกก _{น้ำตล}	บาทต่อเดือน
ถึงผลม	596.52	39.13	23,341.83
สายการผลิต	1,946.02	39.13	76,147.76
บ้ำส่งน้ำ			1,078.13
รวม			100,567.72

$$\begin{aligned}
 \text{รวมเงินที่ประหยัดได้ทั้งหมด} &= \text{เงินที่ประหยัดน้ำตาลได้(แสดงในตารางที่ 4.10)} \\
 &+ \text{เงินที่ประหยัดจากการบำบัดน้ำเสีย(แสดงในตารางที่ 4.11)} \\
 &= 50,850.80 + 100,567.72 \\
 &= \mathbf{151,418.52 \text{ บาทต่อเดือน}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{1.4 \text{ รวมน้ำที่ประหยัดได้}} &= \text{น้ำที่ประหยัดได้จากห้องผสม(ตารางที่ 4.2) x (ตารางที่ 4.3) +} \\
 &\quad \text{น้ำที่ประหยัดได้จากสายการผลิต(ตารางที่ 4.5) x (ตารางที่ 4.6)} \\
 &= 217,368.50 + 359,175.38 \\
 &= 576,543.88 \quad \text{ลิตรต่อเดือน} \\
 &= \mathbf{567.54 \quad \text{ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน}}
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{2. \text{ ระยะเวลาคืนทุน}} = \text{เงินลงทุน(บาท)} / \text{เงินที่ประหยัดได้(บาทต่อเดือน)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เงินลงทุน} &= \text{เครื่องจักร อุปกรณ์ ท่อ อื่นๆ} \\
 &= 2,500,000 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 2,500,000 \text{ บาท} / 151,418.52 \text{ บาทต่อเดือน} \\
 &= \mathbf{16.51 \text{ เดือน}}
 \end{aligned}$$

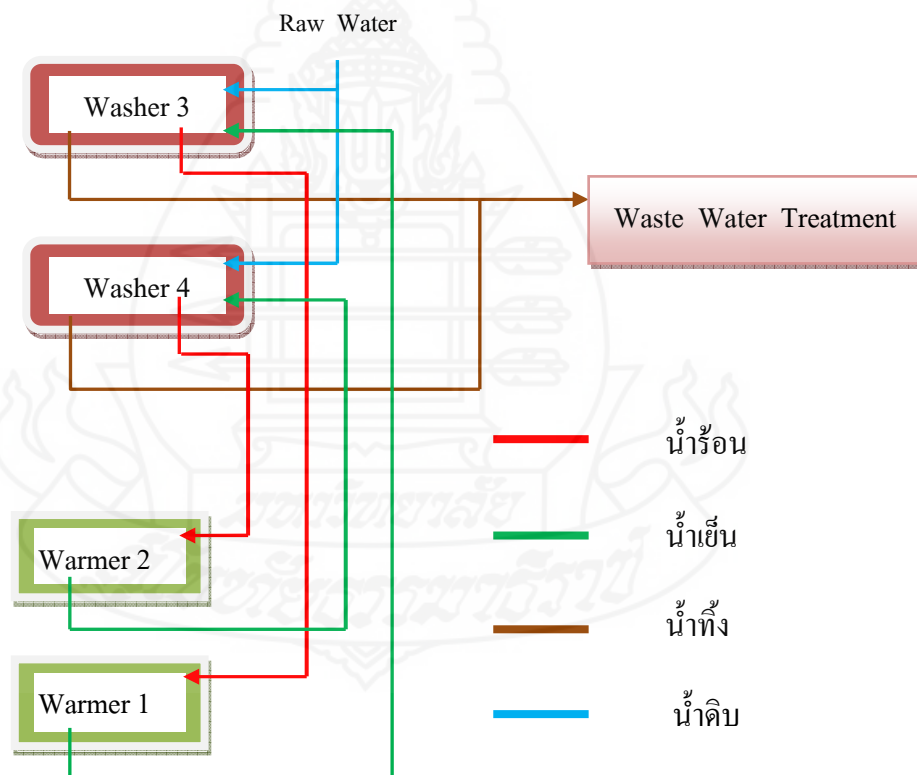
สรุปผลการดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาลในการผลิตดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาลในการผลิต

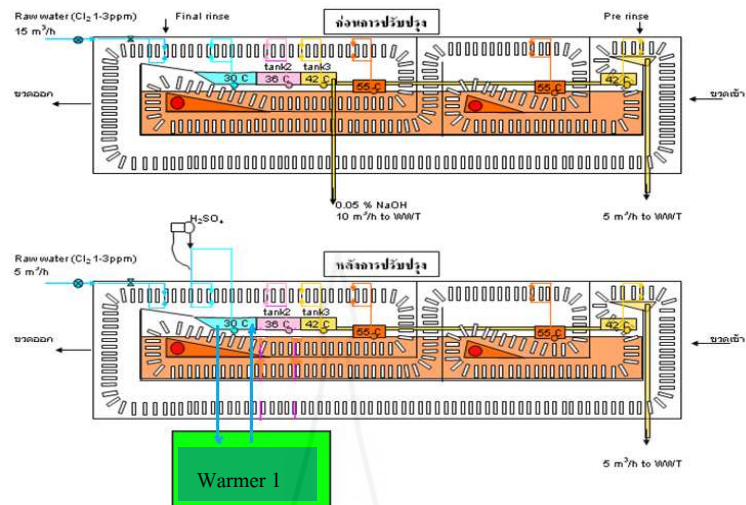
รายการ	ปริมาณก่อนใช้ CT	ปริมาณหลังใช้ CT	ปริมาณที่แตกต่าง
การใช้น้ำตาล (กก.น้ำตาล ต่อเดือน)	1,401,904.00	1,399,361.46	2,542.54
อัตราการใช้น้ำตาล (%)	99.14	99.32	0.18
ค่าใช้จ่ายน้ำตาล (บาทต่อเดือน)	28,038,080.00	27,987,229.20	50,850.80
ค่าใช้จ่ายน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)	213,048.40	112,480.68	100,567.72
รวมค่าใช้จ่าย (บาทต่อเดือน)	28,251,128.40	28,099,709.88	151,418.52

4. การศึกษาการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการลดการใช้น้ำ ดังนี้

4.1 หน่วยการล้างขวด (Washer) : น้ำที่ใช้ในการล้างขวด แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นน้ำจากการล้างขวดเบื้องต้น เพื่อล้างน้ำหวานและสิ่งสกปรกทั้งหลายที่ค้างในขวดที่นำ กลับจากร้านค้าเข้าสู่โรงงาน ส่วนที่สองเป็นน้ำล้างขวดที่มี โซดาไฟเจือปนได้เติมกรดซัลฟูริก เพื่อปรับ pH ก่อนทิ้ง น้ำทั้งสองส่วนจะปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย แต่การลดการใช้น้ำในการล้างขวดจะทำให้ อุณหภูมิในเครื่องล้างขวดสูงขึ้น จึงใช้สมดุลพลังงาน (Energy balance) ดังภาพที่ 4.12 ในการหา แหล่งที่ต้องการความร้อน เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งกันและกัน พบว่าความร้อนจากเครื่องล้างขวด 3 (Washer 3) สามารถแลกเปลี่ยนความร้อน กับเครื่องอุ่นน้ำหวาน1 (Warmer 1) และความร้อนจากเครื่องล้างขวด 4 (Washer 4) สามารถแลกเปลี่ยนความร้อน กับเครื่องอุ่นน้ำหวาน 2 (Warmer 2)



ภาพที่ 4.12 สมดุลมวลของพลังงาน (Energy Balance)



ภาพที่ 4.13 เครื่องล้างขวดสายการผลิต 3

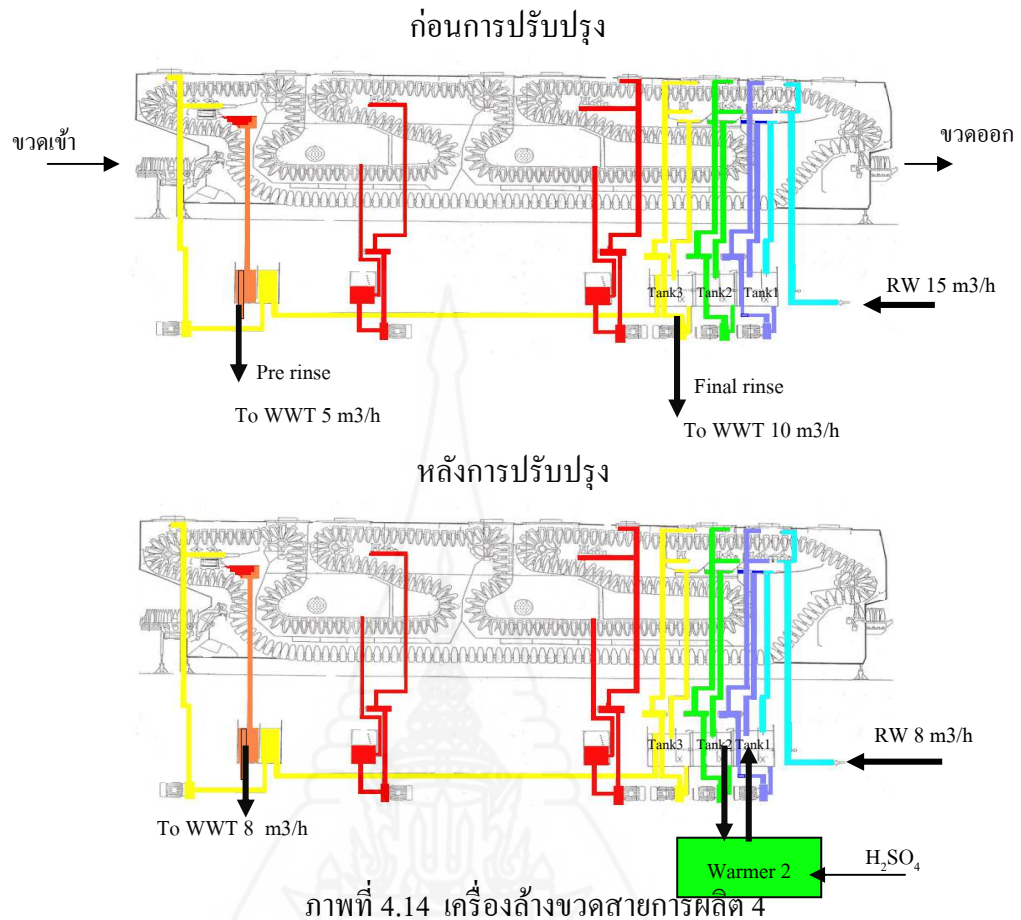
ทำการวัดปริมาณน้ำล้างขวดทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงดังภาพที่ 4.13 ที่เครื่องล้างขวดสายการผลิต 3

ก่อนการปรับปรุง ปริมาณน้ำเข้าสู่เครื่องล้างขวด 15 ลบ.ม.ต่อชม. ทำการวัดปริมาณโซดาไฟและอุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำแต่ละถัง ดังตารางข้างล่าง

L3	09.30 น.		10.00 น.		10.30 น.		11.00 น.		11.30 น.	
ถัง	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C
1	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32
2	<0.05	36	<0.05	36	<0.05	36	<0.05	36	<0.05	36
3	0.05	42	0.05	42	0.05	42	0.05	42	0.05	42

หลังการปรับปรุง โดยการลดปริมาณน้ำ เข้าเครื่องล้างขวดเหลือ 8 ลบ.ม.ต่อชม. ทำให้อุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำแต่ละถังสูงขึ้น ดังตารางข้างล่าง

L3	09.30 น.		10.00 น.		10.30 น.		11.00 น.		11.30 น.	
ถัง	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C
1	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36
2	<0.05	44	<0.05	44	<0.05	44	<0.05	44	<0.05	44
3	0.05	50	0.05	50	0.05	50	0.05	50	0.05	50



ภาพที่ 4.14 เครื่องล้างขวดสายการผลิต 4

ทำการวัดปริมาณน้ำล้างขวดทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงดังภาพที่ 4.14 ที่เครื่องล้างขวดสายการผลิต 4

ก่อนการปรับปรุง ปริมาณน้ำเข้าสู่ เครื่องล้างขวด 15 ลบ.ม.ต่อชม. ทำการวัดปริมาณโซดาไฟและอุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำแต่ละถัง ดังตารางข้างล่าง

L4	09.00น.		09.30น.		10.00น.		11.00น.	
ถัง	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C
1	0	37	0	37	0	37	0	37
2	<0.05	42	<0.05	42	<0.05	41	<0.05	42
3	0.05	48	0.05	48	0.05	48	0.05	48

หลังการปรับปรุง โดยการลดปริมาณ น้ำเข้าเครื่องล้างขวดเหลือ 8 ลบ.ม.ต่อชม. ทำให้อุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำแต่ละถังสูงขึ้น ดังตารางข้างล่าง

L4	09.00น.		09.30น.		10.00น.		11.00น.	
ถัง	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C
1	0	40	0	40	0	40	0	40
2	<0.05	45	<0.05	45	<0.05	45	<0.05	45
3	0.05	52	0.05	52	0.05	52	0.05	52

ผลการทดลองหลังจากได้ปรับลดน้ำเข้าเครื่องล้างขวดเหลือ 8 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง มีผลทำให้ อุณหภูมิขวด ที่ออกจากเครื่องล้างขวดสูงขึ้น ต้องระบายความร้อนน้ำในถังน้ำเย็น ดังภาพที่ 4.13 และ 4.14 โดยพิจารณาจากผังสมดุลพลังงาน ดังภาพที่ 4.12 พบว่าสามารถนำน้ำที่มีอุณหภูมิสูงไป ใช้ที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลม ในการอุ่นน้ำอัดลมในขวดพลาสติก หรือในกระป๋อง ที่ออกจากเครื่องบรรจุ ซึ่งมีอุณหภูมิ 10 - 15 องศาเซลเซียส ให้มีอุณหภูมิสูง 30 องศาเซลเซียส เพื่อไม่ให้มีหยดน้ำจับที่ ข้างขวด และเป็นการประหยัดพลังงานที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลมด้วย ได้ทำการตรวจสอบความต้องการ พลังงานของแต่ละเครื่องดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ความร้อนที่ดึงออกจาก Washer 3} &= \text{ความร้อนจากขวด} + \text{ความร้อนจากช่องขวด} \\
 &= [200 \text{ bpm} \times 0.897 \text{ kg/b} \times 0.2 \text{ kcal/kgC} \\
 &\quad \times (70-30) \text{ C}] + [200 \text{ bpm} \times 1 \text{ kg/b} \times 0.12 \\
 &\quad \text{Kcal/KgC} \times (70-50) \text{ C}] \\
 &= 1,915.20 \text{ Kcal/min}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความร้อนที่ต้องการใช้ใน Warmer 1} &= \text{ความร้อนที่ให้น้ำอัดลมในกระป๋อง} \\
 &= 300 \text{ bpm} \times 0.325 \text{ L/b} \times 1 \text{ kcal/kgC} \\
 &\quad \times (30-10) \text{ C} \\
 &= 1,950.00 \text{ Kcal/min} \\
 &> \mathbf{1,915.20 \text{ Kcal/min (Washer 3)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความร้อนที่ดึงออกจาก Washer 4} &= \text{ความร้อนจากขวด} + \text{ความร้อนจากช่องขวด} \\
 &= 1,000 \text{ bpm} \times 0.381 \text{ kg/b} \times 0.2 \text{ kcal/kgC} \\
 &\quad \times (70-30) \text{ C} + 1,000 \text{ bpm} \times 0.5 \text{ kg/b} \times 0.12 \\
 &\quad \text{Kcal/KgC} \times (70-50) \text{ C} \\
 &= 4,248.00 \text{ Kcal/min}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความร้อนที่ต้องการใช้ใน Warmer 2} &= \text{ความร้อนที่ให้น้ำอัดลมในขวด} \\
 &= 200 \text{ bpm} \times 1.25 \text{ L/b} \times 1 \text{ kcal/kgC} \\
 &\quad \times (30-10) \text{ C} \\
 &= 5,000.00 \text{ Kcal/min} \\
 &> \mathbf{4,248.00 \text{ Kcal/min (Washer 4)}}
 \end{aligned}$$

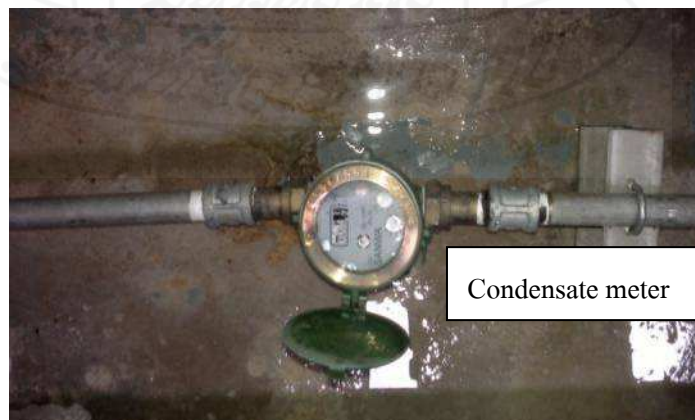
สรุปผลการปรับปรุง

ความร้อนที่ต้องการใช้ใน warmer 1 มากพอที่จะดึงความร้อน ออกจากเครื่องล้างขวด 3 ทำให้ขวดที่ออกจากเครื่องล้างขวด 3 มีอุณหภูมิปกติ 30 องศาเซลเซียส และความร้อนที่ต้องการใช้ใน warmer 2 มากพอ ที่จะดึงความร้อนออกจากเครื่องล้างขวด 4 ทำให้ขวดที่ออกจากเครื่องล้างขวด 4 มีอุณหภูมิปกติ 30 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างเครื่องล้างขวดกับเครื่องอุ่นน้ำหวาน

การวัดการประหยัดพลังงานความร้อนที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลม 1,2 ดังภาพที่ 4.16 โดยวัดปริมาณน้ำที่ควบแน่นจากไอน้ำที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลม ก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง ดังตารางที่ 4.13



ภาพที่ 4.16 มิเตอร์วัดน้ำควบแน่นของ(Warmer)

ตารางที่ 4.13 สรุปปริมาณน้ำคอนกรีตเสก ก่อนและหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

	ก่อนปรับปรุง ลิตรต่อชั่วโมง	หลังปรับปรุง ลิตรต่อชั่วโมง	ประหยัด ลิตรต่อชั่วโมง
Warmer 1	142	62	80
Warmer 2	387	251	136

จากการรวบรวมข้อมูลสามารถสรุปผลการดำเนินการที่เครื่องล้างขวด ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สรุปผลการดำเนินการเครื่องล้างขวด

	Washer 3	Washer 4	รวม
จำนวนชั่วโมงการผลิตต่อเดือน	120	112	
ประหยัดน้ำลบ.ม.ต่อเดือน	958	897	1,855
ค่าพลังงาน (บาทต่อเดือน)	922	863	1,785

การคำนวณการประหยัดเงินที่ได้จากการนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ดังนี้

1. เงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน = เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 3 + เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 4 + เงินที่ประหยัดได้จากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 1 + เงินที่ประหยัดได้จากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 2

- 1.1 เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 3 (บาทต่อเดือน)

$$= \text{ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.14) + ค่าน้ำดิบที่ประหยัดได้ (3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.14) - ค่าพลังงานในการส่งน้ำไปยังเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 1 (บาทต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.14)}$$

$$= (0.75 \text{ บาทต่อลูกบาศก์เมตร X } 958 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน}) + (3.5 \text{ บาทต่อลูกบาศก์เมตร X } 958 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน}) - 922 \text{ บาทต่อเดือน}$$

$$= 3,149.50 \text{ บาทต่อเดือน}$$

1.2 เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 4 (บาทต่อเดือน)

$$\begin{aligned}
 &= \text{ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้} \\
 &\quad (\text{ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน}) (\text{แสดงในตารางที่ 4.14}) + \text{ค่าน้ำดิบที่ประหยัดได้ (3.5} \\
 &\quad \text{บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดง} \\
 &\quad \text{ในตารางที่ 4.14)} - \text{ค่าพลังงานในการส่งน้ำไปยังเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 2 (บาทต่อ} \\
 &\quad \text{เดือน) (แสดงในตารางที่ 4.14)} \\
 &= (0.75 \text{ บาทต่อลูกบาศก์เมตร X } 897 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน}) + (3.5 \text{ บาทต่อลูกบาศก์} \\
 &\quad \text{เมตร X } 897 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน}) - 863 \text{ บาทต่อเดือน} \\
 &= 2,949.25 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

1.3 เงินที่ประหยัดได้จากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 1 โดยใช้น้ำจากเครื่องล้างขวด 3

$$\begin{aligned}
 &= \text{ค่าคอนเดินเสด (1.43 บาทต่อลิตร) X ปริมาณคอนเดินเสดที่ลดลง (ลิตรต่อชั่วโมง)} \\
 &\quad (\text{แสดงในตารางที่ 4.13}) \times \text{จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องล้างขวด 3 (ชั่วโมงต่อเดือน)} \\
 &\quad (\text{แสดงในตารางที่ 4.14}) \\
 &= 1.43 (\text{บาทต่อลิตร}) \times (142-62) (\text{ลิตรต่อชั่วโมง}) \times 120 (\text{ชั่วโมงต่อเดือน}) \\
 &= 13,728.00 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

1.4 เงินที่ประหยัดจากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 2 โดยใช้น้ำจากเครื่องล้างขวด 4

$$\begin{aligned}
 &= \text{ค่าคอนเดินเสด (1.43 บาทต่อลิตร) X ปริมาณคอนเดินเสดที่ลดลง (ลิตรต่อชั่วโมง)} \\
 &\quad (\text{แสดงในตารางที่ 4.13}) \times \text{จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องล้างขวด 4 (ชั่วโมงต่อเดือน)} \\
 &\quad (\text{แสดงในตารางที่ 4.14}) \\
 &= 1.43 (\text{บาทต่อลิตร}) \times (387-251) (\text{ลิตรต่อชั่วโมง}) \times 112 (\text{ชั่วโมงต่อเดือน}) \\
 &= 21,781.76 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{รวมเงินที่ประหยัดได้} &= 3,149.50 + 2,949.25 + 13,728.00 + 21,781.76 \\
 &= 41,608.51 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

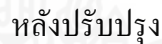
2. ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน(บาท) / เงินที่ประหยัดได้(บาทต่อปี)

$$\text{เงินลงทุน} = \text{ปั๊ม อุปกรณ์ ท่อ อื่นๆ}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = 300,000 \text{ บาท} / 41,608.51 \text{ บาทต่อเดือน}$$

$$= 7.21 \text{ เดือน}$$

ก่อนปรับปรุง

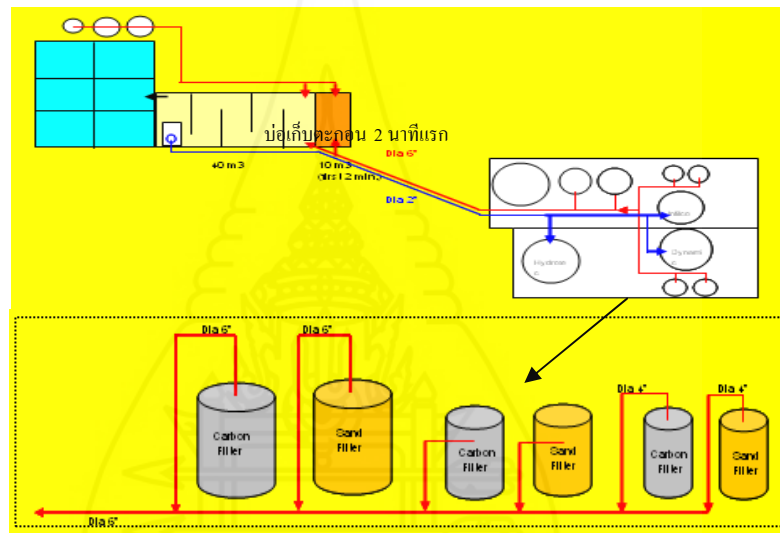


ระบบปรับอากาศน้ำจืด มี 1 ชุด ดังภาพที่ 4.17 ประกอบด้วยถังตกตะกอนขนาด 50

ลูกบาศก์เมตร ถึงกรองทรายขนาด 8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 3 ถึง ขนาด 12 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 1 ถึง และบ่อเก็บน้ำ ขนาด 700 ลูกบาศก์เมตร 2 บ่อ มีแผนการล้างถังกรองทรายทุกสัปดาห์ ใช้น้ำในการล้างถังกรองเฉลี่ย 30 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

ระบบปรับคุณภาพน้ำ มี 2 ชุดขนาด 13 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และ 36 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ทุกชุดจะมีหลักการทำงานเหมือนกัน ประกอบด้วยถังปฏิกิริยา (Reaction tank) ถังกรองทราย (Sand filter) ถังกรองคาร์บอน (Activated carbon filter) มีแผนการล้างถังกรองทรายและกรองคาร์บอนทุกสัปดาห์ ใช้น้ำในการล้างถังกรองเฉลี่ย 350 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

การปรับปรุงวิธีการล้างถังกรอง ดังภาพที่ 4.18 โดยถ่ายตะกอนเข้มข้นทิ้งที่ 2 นาทีแรก (3 ลูกบาศก์เมตร) ลงในบ่อขนาด 10 ลูกบาศก์เมตร นำน้ำส่วนที่เหลือเก็บที่บ่อขนาด 40 ลูกบาศก์เมตร ทิ้งให้ตกตะกอน 2 ชั่วโมง น้ำใสส่วนบนนำกลับไปยัง ถังปฏิกิริยาของชุด Hydrotek และชุด Dynamic ในอัตราส่วน 10 % ของน้ำเข้าสู่ชุดปรับคุณภาพน้ำ



ภาพที่ 4.18 การล้างถังกรอง

ทำการเก็บข้อมูลน้ำที่ใช้ล้างถังกรองของชุดปรับคุณภาพน้ำดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 สรุปผลการล้างถังกรอง

ชุดปรับคุณภาพน้ำ	น้ำล้างถังกรอง (ลบ.ม.ต่อเดือน)
ไฮโดรเทค	248.3
ไดนามิก	109.6
ขั้นต้น	22.3
รวม	380.2

การคำนวณการประหยัดเงินที่ได้จากการนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 1. \text{ เงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน} &= \text{เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุด} \\
 &\quad \text{ปรับคุณภาพน้ำ(Hydrotek)} \\
 &+ \text{เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุด} \\
 &\quad \text{ปรับคุณภาพน้ำ(Dynamic)} \\
 &+ \text{เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุด} \\
 &\quad \text{ปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น(Pre treatment unit) ต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

1.1 เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุดปรับคุณภาพน้ำ

$$\begin{aligned}
 (\text{Hydrotek}) \text{ ต่อเดือน (บาทต่อเดือน)} &= \text{ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร)} \\
 &\times \text{ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15)} + \text{ค่าน้ำ} \\
 &\quad \text{ดิบที่ประหยัดได้ (3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) } \times \text{ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์} \\
 &\quad \text{เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15)} \\
 &= 0.75 \times 248.3 + 3.5 \times 248.3 \\
 &= 1,055.28 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

1.2 เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุดปรับคุณภาพน้ำ

$$\begin{aligned}
 (\text{Dynamic}) \text{ ต่อเดือน (บาทต่อเดือน)} &= \text{ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) } \times \\
 &\quad \text{ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15)} + \text{ค่าน้ำดิบที่} \\
 &\quad \text{ประหยัดได้ (3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) } \times \text{ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อ} \\
 &\quad \text{เดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15)} \\
 &= 0.75 \times 109.6 + 3.5 \times 109.6 \\
 &= 465.80 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

1.3 เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ของชุดปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น

$$\begin{aligned}
 (\text{Pre treatment unit}) \text{ ต่อเดือน (บาทต่อเดือน)} &= \text{ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อ} \\
 &\quad \text{ลูกบาศก์เมตร) } \times \text{ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่} \\
 &\quad \text{4.15)} + \text{ค่าน้ำดิบที่ประหยัดได้ (3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) } \times \text{ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้} \\
 &\quad \text{(ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15)} \\
 &= 0.75 \times 22.3 + 3.5 \times 22.3 \\
 &= 94.78 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{รวมเงินที่ประหยัดได้} &= 1,055.28 + 465.80 + 94.78 \\
 &= 1,615.86 \text{ บาทต่อเดือน} \\
 \text{รวมน้ำที่ประหยัดได้} &= 248.30 + 109.60 + 22.30 \\
 &= 380.20 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

2. ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน(บาท) / เงินที่ประหยัดได้(บาทต่อเดือน)

เงินลงทุน = บ่อตกตะกอน อุปกรณ์ ท่อ ปูนขาว อื่นๆ

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 300,000 \text{ บาท} / 1,615.86 \text{ บาทต่อเดือน} \\
 &= 185.66 \text{ เดือน}
 \end{aligned}$$

เนื่องจากระยะเวลาในการคืนทุนยาวมาก ไม่คุ้มค่าในการลงทุน ในอนาคตจะมีการเข้มงวดในการใช้น้ำบาดาลมากขึ้น จึงมีแผนสำรองที่จะใช้น้ำประปามาทดแทน กรณีที่ใช้น้ำประปา ราคา 20 บาทต่อลบ.ม.

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 300,000 \text{ บาท} / 7,604 \text{ บาทต่อเดือน} \\
 &= 39.45 \text{ เดือน}
 \end{aligned}$$

ซึ่งสามารถนำมาพิจารณาในการลงทุนได้ และถ้าการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี ระยะเวลาการคืนทุนก็ลดลงได้อีก

สรุป ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ต่อเดือน

$$\begin{aligned}
 \text{รวมน้ำที่ประหยัดได้ทั้งหมด} &= \text{น้ำล้างน้ำหวาน} + \text{น้ำล้างขวด} + \text{น้ำล้างถังกรอง} \\
 &= 576.54 + 1,855 + 380.20 \\
 &= 2,811.74 \text{ ลบ.ม.ต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

จากการเก็บข้อมูลในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมาเพื่อหาค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำต่อเดือนดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ปริมาณการใช้น้ำต่อเดือน

	(ลิตร น้ำ/เดือน)	(ลิตร น้ำอัดลม/เดือน)	(ลิตร น้ำ / ลิตร น้ำอัดลม)
พฤษภาคม	25,000,000	11,737,000	2.13
มิถุนายน	24,800,000	11,535,000	2.15
กรกฎาคม	25,200,000	11,721,000	2.15
เฉลี่ย	25,000,000	11,664,000	2.14

อัตราการใช้น้ำหลังการปรับปรุงต่อเดือน = (อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย-น้ำที่ประหยัดได้) / อัตรา
การผลิตน้ำอัดลมต่อเดือน

$$\text{ลิตร}_{\text{น้ำ}} / \text{ลิตร}_{\text{น้ำอัดลม}} = (25,000,000 - 2,811,740) / 11,664,000$$

$$= 1.90$$

$$\text{ประหยัดน้ำ} = (2.14 - 1.90) / 2.14 \times 100$$

$$= 11.21\%$$

ทำการสรุปผลการดำเนินการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการลดการใช้น้ำในการผลิต
น้ำอัดลม ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 สรุปผลการดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำในการผลิต

รายการ	ปริมาณก่อนใช้ CT	ปริมาณหลังใช้ CT	ปริมาณที่ลดได้
อัตราการใช้น้ำ (ลิตร _{น้ำ} / ลิตร _{น้ำอัดลม})	2.14	1.90	0.24

5. สรุปผลการคืนทุน

ในการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้มีระยะเวลาคืนทุนในการประหยัดน้ำตาลและน้ำ ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 สรุปผลการคืนทุนหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาลและน้ำในการผลิต

รายการ	ระยะการคืนทุน (เดือน)
การประหยัดน้ำตาลจากห้องผสมและสายการผลิต	16.51
การประหยัดน้ำจากหน่วยการล้างขวด	7.21
การประหยัดน้ำจากหน่วยการปรับคุณภาพน้ำ	185.66