หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ

(เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด)

สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขา

อุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง

โดย...

กลุ่มเทคโนโลยีการผลิต

สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

พฤษภาคม 2546

สารบัญ

<u>ส่วนผู้บริหาร</u>

- บทนำ..... บ-1
- วัตถุประสงค์..... บ-2
- ส่วนประกอบของหลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ..... บ-2
- ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต..... บ-2
- ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด..... บ-4
- การเริ่มต้นกับเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด..... บ-6

<u>ส่วนผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค</u>

บทที่ 1 : ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต..... 1-1

- ปัจจัยหลักที่ 1: ปริมาณการใช้ไฟฟ้า..... 1-1
- ปัจจัยหลักที่ 2: ปริมาณการใช้น้ำ..... 1-2
- ปัจจัยหลักที่ 3: ปริมาณการใช้น้ำเย็น..... 1-2
- ปัจจัยหลักที่ 4: ปริมาณการใช้น้ำแข็ง..... 1-3

บทที่ 2 : ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด..... 2-1

2.1 การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ..... 2-4
2.2 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ..... 2-12
2.3 การลดและแยกของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ..... 2-21
2.4 การปรับปรุงระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ..... 2-29
2.5 การเติมคลอรีน..... 2-34
2.6 การจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม..... 2-40

บทที่ 3 : การเริ่มต้นกับเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด..... 3-1

- รายการคำถามเบื้องต้นสำหรับผู้บริหาร..... 3-2
- ขั้นตอนและกลยุทธ์ในการดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด..... 3-3
- แหล่งข้อมูลเพิ่มเติมด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด..... 3-9
- แหล่งสนับสนุนด้านเงินทุน..... 3-13

<u>ภาคผนวก</u>

ภาคผนวก ก : สภาพและลักษณะการใช้ทรัพยากรของโรงงานที่เข้าทำการตรวจประเมิน..... ก-1
ภาคผนวก ข : รายละเอียดการคำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ทางด้านพลังงาน..... ข-1
ภาคผนวก ค : การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน..... ค-1
ภาคผนวก ง : กฎหมายโรงงาน..... ง-1
ภาคผนวก จ : เอกสารอ้างอิง..... จ-1
ภาคผนวก ฉ : คณะกรรมการอุตสาหกรรมรายสาขาอาหารทะเลแช่แข็ง..... ฉ-1
ภาคผนวก ช : กิตติกรรมประกาศ..... ช-1

ส่วนผู้บริหาร

ส่วนผู้บริหาร

บทนำ

หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษฉบับนี้ จัดทำขึ้นมาเพื่อช่วยภาคอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง ในการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology/CT) มาประยุกต์ใช้ในโรงงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อม

ด้วยแนวทางแห่งเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ภาคอุตสาหกรรมมีศักยภาพในการแข่งขันและสามารถพึ่งตนเองได้มากขึ้น ด้วยเหตุผลสำคัญ 2 ประการ คือ

ประการแรก "เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด" จะช่วยเสริมสร้างให้ภาคอุตสาหกรรมมีการสร้างระบบพื้นฐานในการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาตลอดจนการใช้ประโยชน์ของข้อมูลร่วมกันและวิเคราะห์อย่างมีระบบ เพื่อจะได้รู้สถานะของตนและใช้เปรียบเทียบกับโรงงานในอุตสาหกรรมรายสาขาเดียวกัน หรือที่เรียกว่า Benchmarking

ประการที่สอง แนวทางแห่งเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด จะส่งเสริมให้พนักงานของโรงงานได้ใช้จิตสำนึก (Common Sense) ความรู้และประสบการณ์ที่ดีนำมาทบทวน ตรวจสอบและประเมินผลในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต ตลอดจนการออกแบบสินค้าและผลิตภัณฑ์ ซึ่งทั้งหมดเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ วิทยาการหรือเทคโนโลยีที่พึ่งตนเองมากขึ้น

โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง ซึ่งเป็นธุรกิจอุตสาหกรรมที่มีรายได้หลักมาจากการส่งออก และได้รับผลกระทบจากมาตรการการกีดกันทางการค้าของประเทศคู่ค้าทั้งจากทางตรงและทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของมาตรการทางภาษีหรือข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น การเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับสถานการณ์ดังกล่าว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อภาคอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง เพื่อคงความสามารถในการแข่งขันในตลาดการค้าเสรีนี้ โดยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจะเป็นกลไกหนึ่งที่นำพาอุตสาหกรรมไปสู่เป้าหมายดังกล่าว ด้วยเหตุและผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของหลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษส่วนผู้บริหาร คือ ต้องการให้ผู้บริหารทราบถึงประโยชน์และเป้าหมายของการนำแนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ และพร้อมที่จะให้การสนับสนุน และส่งเสริมให้เกิดการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในองค์กร

ส่วนประกอบของหลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (Key Factor) คือ ปริมาณในการใช้วัตถุดิบและทรัพยากรโดยเทียบต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ ของแต่ละอุตสาหกรรมรายสาขา เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพในการผลิตของแต่ละโรงงานภายในอุตสาหกรรมรายสาขาเดียวกัน

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (CT Option) คือ วิธีการลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขา เพื่อปรับปรุงปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตให้ดีขึ้น

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต

อุตสาหกรรมรายสาขาอาหารทะเลแช่แข็งนั้น มีปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต 5 ปัจจัย ได้แก่ การใช้ไฟฟ้าต่อตันผลิตภัณฑ์ การใช้น้ำต่อตันผลิตภัณฑ์ การใช้น้ำเย็นต่อตันผลิตภัณฑ์ การใช้น้ำแข็งต่อตันผลิตภัณฑ์ และร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้เทียบกับวัตถุดิบ หรือผลผลิตที่ได้ (Yield)

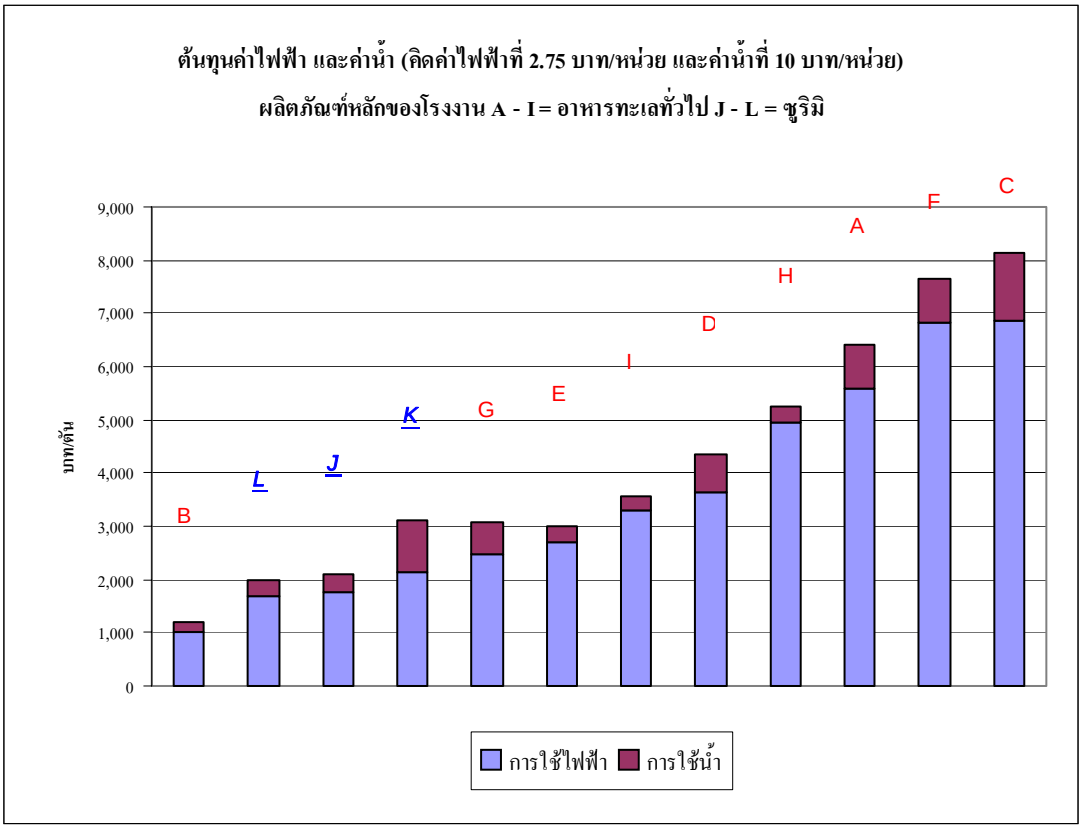
อนึ่ง ข้อมูลปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตทางด้านผลผลิต (Yield) มิได้ถูกนำเสนอไว้ในหลักปฏิบัติเล่มนี้ เนื่องจากข้อจำกัดด้านการเก็บข้อมูล และความพร้อมในการเปิดเผยข้อมูลส่วนนี้ของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเอง ตลอดจนปัจจัยทางตรงต่อต้นทุนของวัตถุดิบ นับเนื่องตั้งแต่คุณภาพของวัตถุดิบ ราคา ค่าขนส่ง และความสัมพันธ์กับผู้จัดหาวัตถุดิบในแต่ละพื้นที่อาจส่งผลให้ผลผลิตที่ได้แตกต่างกัน

ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตทั้ง 4 ปัจจัย มีค่าดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 1 ซึ่งค่าดังกล่าวได้จากการสำรวจโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง 12 โรงงาน (โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งทั่วไปที่มีผลิตภัณฑ์เป็น กุ้ง ปลา และปลาหมึก 9 โรงงาน และโรงงานซูริมิ 3 โรงงาน) โดยเมื่อนำมาแสดงเป็นจำนวนเงินเพื่อสะท้อนต้นทุนการผลิต ในรูปของค่าไฟฟ้าต่อตันผลิตภัณฑ์และค่าน้ำทั้งหมดต่อตันผลิตภัณฑ์ (น้ำใช้ในการผลิต น้ำเย็น และน้ำแข็ง) โดยคิดส่วนของน้ำเย็นและน้ำแข็งเป็นต้นทุนแฝงอยู่ในค่าไฟฟ้าและค่าน้ำทั้งหมด (คิดค่าไฟฟ้าที่ 2.75 บาท/หน่วย และค่าน้ำที่ 10 บาท/ลบ.ม.) จะแสดงได้ดังรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยการผลิตหลักที่ได้รับจาก 12 โรงงาน (เฉลี่ย 6 เดือนหรือตามที่โรงงานมีข้อมูล)

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันผลิตภัณฑ์)	ปริมาณการใช้น้ำในการผลิต * (ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์)	ปริมาณการใช้น้ำเย็น (ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์)	ปริมาณการใช้น้ำแข็ง (ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์)	จำนวนโรงงาน
อาหารทะเลทั่วไป	366 - 2,491	13 - 83	7 - 39	1 - 11	9
ซูริมิ	610 - 777	14 - 58	15 - 31	1 - 7	3

* ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตไม่รวมปริมาณการใช้น้ำเย็นและปริมาณการใช้น้ำแข็ง



รูปที่ 1 ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำต่อตันผลิตภัณฑ์

อย่างไรก็ตาม ตัวเลขที่นำเสนอนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นำมาเปรียบเทียบกัน หรือเปรียบเทียบกับตัวเลขของโรงงานของท่าน เนื่องจากโรงงานในรายสาขานี้มีความหลากหลาย แต่ต้องการแสดงให้เห็นถึงโอกาสของการปรับปรุง สาเหตุของความแตกต่างนี้มีหลายประการ เช่น

- ลักษณะของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์
- สภาพของโรงงาน เครื่องจักร
- การใช้ประโยชน์จากกำลังการผลิตติดตั้ง

- ระบบสนับสนุนการผลิต เช่น น้ำเย็น น้ำแข็ง
- ระบบการจัดการ และขั้นตอนวิธีการทำงาน ฯ

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

การที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ปัจจัยหลักหนึ่งที่สำคัญและส่งผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดของโรงงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและรักษาสิ่งแวดล้อม คือ การกำหนดทางเลือกด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่เหมาะสมมาปฏิบัติใช้งาน ซึ่งทางเลือกด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดนี้ มีตั้งแต่การปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต โดยการเปลี่ยนแปลงวิธีทำงานและการจัดการที่ดีภายในโรงงาน การพัฒนาและปรับปรุงเทคโนโลยี รวมไปถึงการใช้ซ้ำหรือการนำกลับมาใช้ใหม่

ประเด็นสำคัญของรายสาขานี้ ที่ใช้เพื่อพิจารณาถึงการกำหนดทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมี 6 ประเด็น ได้แก่

1. การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การลดและแยกของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ
4. การปรับปรุงระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ
5. การเติมคลอรีน
6. การจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม

จากสิ่งที่พบเห็นในระหว่างการสำรวจโรงงาน พบว่าทุกโรงงานมีศักยภาพในการลดค่าใช้จ่ายลงได้ทั้งจากการจัดการที่ดี และการปรับปรุงเพียงเล็กน้อย ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายอย่างต่ำที่ประหยัดได้จากการนำทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติใช้ แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากการทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	ประหยัดได้ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
ปรับปรุงฉนวน และวัสดุรอบเครื่องแช่แข็ง/ห้องเย็น (ต่อตู้)	50,000 – 250,000	60,000 – 420,000	1 – 2
ติดตั้งประตูอัตโนมัติ (ต่อประตู)	100,000 – 185,000	60,000 – 180,000	1 – 2
ติดตั้งม่านที่ประตูห้องเย็น (ต่อประตู)	25,000	12,000 – 24,000	1 – 2
ลดความดันดิสชาร์จจาก 16 บาร์ ให้เหลือ 14 บาร์ ด้วยการติดตั้ง Evaporative condenser	800,000 – 1,100,000	540,000 – 780,000	1 – 2

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	ประหยัดได้ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	600,000	1,560,000	< 1
ติดตั้งอินเวอร์ทเตอร์กับสกรูคอมเพรสเซอร์ขนาด 250 กิโลวัตต์ ที่มีภาระใช้งาน 75%	1,450,000	720,000	2
เพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นจาก –22 องศาเซลเซียส ให้สูงขึ้นเป็น –20 องศาเซลเซียส	-	138,000	ทันที
ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติในระบบทำความเย็นแบบ 2 ขั้นตอน	350,000 – 600,000	360,000 – 1,020,000	1 – 2
ติดตั้งเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง เพื่อใช้ในการทำความสะอาด	50,000	70,000	< 1
ในการหักหัวและปอกเปลือกกุ้ง แยกเปลือกและหัวกุ้งไว้ในตะกร้า ไม่ใส่รวมลงไปในขันใส่น้ำสำหรับล้างมือ	-	20,000	ทันที
ปรับลดความเข้มข้นของคลอรีนหลงเหลือลง โดยให้ผลในการควบคุมเชื้อเช่นเดิม	-	90,000	ทันที

ตัวอย่างที่ยกมานี้เป็นตัวอย่างเพียงบางส่วนที่สามารถดำเนินการได้ทันทีหรือมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 2 ปี ซึ่งแต่ละโรงงานย่อมมีทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่แตกต่างกันไป และการนำแนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้สำหรับอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งจำเป็นต้องนำมาใช้ทั่วทั้งโรงงานเพื่อให้ได้ผลการประหยัดที่ชัดเจน จากการตรวจประเมินเบื้องต้นในโรงงาน พบว่าหากโรงงานมีการใช้แนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอย่างจริงจัง โรงงานมีความเป็นไปได้ที่จะลดการใช้ทรัพยากรลงมา 5 – 10% โดยไม่ต้องมีการลงทุนจำนวนมาก

ตัวอย่างเช่น ในกลุ่มกุ้งแช่แข็ง เฉลี่ยค่าไฟฟ้าและค่าน้ำจากโรงงานที่ได้รับข้อมูลอยู่ในช่วงประมาณ 4,000 – 5,000 บาท/ตันผลิตภัณฑ์ การลดการใช้ไฟฟ้าและน้ำลงมา 5 – 10% คิดเป็นประมาณ 200 – 500 บาท/ตันผลิตภัณฑ์ หากกำลังการผลิตของโรงงานอยู่ที่ 3,000 ตันต่อปี จะมีศักยภาพในการประหยัดได้ถึง 600,000 – 1,500,000 บาท/ปี

การเริ่มต้นกับเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าการประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตสามารถทำได้ด้วยการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาปฏิบัติใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการนำวิธีปฏิบัติในการป้องกันมลพิษหรือการปรับปรุงประสิทธิภาพที่หลากหลายมาใช้นั้นขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งสามารถปรับปรุงได้โดยการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานและการจัดการที่ดีภายในโรงงาน ซึ่งเป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ อาจต้องมีการลงทุนในการปรับปรุง ด้วยต้องมีการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีให้ทันสมัย ในกรณีนี้อาจต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์มาวิเคราะห์เพื่อให้เกิดความมั่นใจในเรื่องของการลงทุนและผลกำไร

โรงงานส่วนใหญ่มักประสบปัญหาในการจัดหาเวลาและบุคลากรเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำแนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาปฏิบัติใช้ ดังนั้นเพื่อช่วยโรงงานในการแก้ปัญหาดังกล่าว หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษนี้ได้อธิบายขั้นตอนในการเริ่มต้นนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาปฏิบัติใช้ในโรงงาน พร้อมทั้งแหล่งข้อมูลสำหรับศึกษาและค้นคว้าข้อมูลด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเพิ่มเติม รวมไปถึงแหล่งสนับสนุนด้านเงินทุนต่างๆ โดยรายละเอียดแสดงไว้ในบทที่ 3 ของส่วนผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค

อย่างไรก็ตาม ในการเริ่มต้นกับเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สิ่งสำคัญพื้นฐานที่จะนำไปสู่การปฏิบัติใช้อย่างแท้จริง คือ

1. ผู้บริหารต้องเห็นความสำคัญและมีความมุ่งมั่นในการนำแนวคิดเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาปฏิบัติใช้
2. โรงงานควรทำความเข้าใจกับพนักงานเกี่ยวกับเหตุผลที่ต้องมีการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
3. ในการเริ่มตรวจประเมินด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ควรปฏิบัติตามขั้นตอนที่แสดงไว้ในส่วนของผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค
4. ระบุประเด็นการสูญเสีย/ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สามารถปรับปรุงได้
5. การประมาณค่าใช้จ่ายและจัดลำดับความสำคัญ ในการปรับปรุงประเด็นการสูญเสีย/ปัญหาสิ่งแวดล้อม
6. เริ่มดำเนินการในส่วนที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ หรือส่วนที่โรงงานเห็นว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน

ถ้าโรงงานต้องการให้มีการประเมินด้านเทคนิคเพิ่มเติมสำหรับการตรวจประเมินหรือสำหรับการหาทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่ต้องมีการลงทุนสูง โรงงานควรติดต่อกับที่ปรึกษา ผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์หรือแหล่งความช่วยเหลือทางเทคนิคอื่นๆ

ส่วนผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค

บทที่ 2
ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

การที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ปัจจัยหลักหนึ่งที่สำคัญและส่งผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดของโรงงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและรักษาสิ่งแวดล้อม คือ การกำหนดทางเลือกด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่เหมาะสมมาปฏิบัติใช้งาน ซึ่งทางเลือกด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดนี้ มีตั้งแต่การปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต โดยการเปลี่ยนแปลงวิธีทำงานและการจัดการที่ดีภายในโรงงาน การพัฒนาและปรับปรุงเทคโนโลยี รวมไปถึงการใช้ซ้ำหรือการนำกลับมาใช้ใหม่

ประเด็นสำคัญของรายสาขานี้ ที่ใช้เพื่อพิจารณากำหนดทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มี 6 ประเด็น ได้แก่

1. การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การลดและแยกของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ
4. การปรับปรุงระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ
5. การเติมคลอรีน
6. การจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม

โดยในแต่ละประเด็นจะประกอบด้วย

- **ข้อมูลพื้นฐาน** ซึ่งอธิบายถึงสภาพและลักษณะการปฏิบัติงานของอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งในปัจจุบัน ปัญหาที่เกิดขึ้น และประโยชน์ที่จะได้รับหากดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
- **วิธีการดำเนินงาน** อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา การปรับปรุงอย่างเป็นระบบ และแสดงวิธีการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและจัดลำดับความสำคัญในการดำเนินการ เพื่อให้ผู้บริหารมีข้อมูลสำหรับการกำหนดกลยุทธ์และเลือกทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่เหมาะสมมาใช้
- **ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด** แสดงแนวทางการปรับปรุงที่ทางทีมงานรวบรวมจากการตรวจประเมิน และเอกสารด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดทั้งในและต่างประเทศ และเพื่ออำนวยความสะดวกในการพิจารณานำไปประยุกต์ใช้

- **ตัวอย่างกรณีศึกษา** เพื่อแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด กรณีศึกษาดัดแปลงมาจากตัวอย่างจริงที่พบในระหว่างการตรวจประเมิน

การดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตตามแนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้า/ผลิตภัณฑ์ ดังนั้นหากโรงงานมีทีมงานที่ดำเนินการตามระบบคุณภาพอื่นๆ เช่น GMP HACCP TQM และ ISO 14001 เป็นต้น อาจมอบหมายให้ทีมงานนี้ดำเนินการ หรืออาจจัดตั้งทีมงานขึ้นใหม่ ตามขั้นตอนการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในบทที่ 3

เนื่องจากลักษณะกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งในประเทศไทย มีการพึ่งพาแรงงานคนเป็นจำนวนมาก จากการทำงานในลักษณะนี้ทำให้การจัดการที่ดีภายในโรงงานและวิธีการทำงานที่ถูกต้อง (Good Housekeeping) เป็นแนวทางที่ช่วยลดการสูญเสียวัตถุดิบและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมหรือมีไม่มากนัก และเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของประเด็นเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดทั้ง 6 ประเด็นที่นำเสนอไว้ในบทที่ 2 นี้ ตัวเลขสถิติจากการรายงานของ United Nations Environment Programme (UNEP) แสดงไว้ว่าการนำการจัดการที่ดีภายในโรงงานและวิธีการทำงานที่ถูกต้องมาใช้พร้อมกับการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตบางส่วนจะช่วยลดการสูญเสียลงได้ถึง 50%

นอกจากนี้การวิเคราะห์กระบวนการทำงานทั้งหมดโดยอาศัยหลักการ Waiting Line Model เพื่อศึกษากระบวนการทำงานแต่ละจุด สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และลดระยะเวลาที่เกิดจากการรอ ในการแปรรูปลงได้ (คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น)

แนวทางในการนำการจัดการที่ดีภายในโรงงานและวิธีการทำงานที่ถูกต้องมาใช้อย่างประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย

1. ฝ่ายบริหารให้ความสำคัญกับการนำการจัดการที่ดีภายในโรงงานและวิธีการทำงานที่ถูกต้องมาใช้ โดยจัดตั้งวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนและวัดผลได้
2. มอบหมายอำนาจให้กับทีมงานในการประสานงานเพื่อดำเนินการแก้ไข
3. จัดการฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับ
   - วิธีการจัดการกับวัตถุดิบและการใช้ทรัพยากรต่างๆ เพื่อลดการสูญเสียและหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ
   - การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะช่วยในการใช้น้ำ ไฟฟ้า และวัตถุดิบ อย่างมีประสิทธิภาพ
   - การตรวจสอบและการลดการสูญเสียวัตถุดิบและทรัพยากรต่างๆ

- วิธีการทำงานเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน เพื่อลดการสูญเสียวัตถุดิบและทรัพยากรต่างๆ

4. ชักชวนให้พนักงานเข้ามามีส่วนร่วมในการลดการสูญเสียและใช้ทรัพยากรต่างๆในการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ทำการติดตามผลการดำเนินการ และติดตามว่าพนักงานได้นำการจัดการที่ดีภายในโรงงานและวิธีการทำงานที่ถูกต้องมาใช้ในการปฏิบัติงานอยู่เสมอ

2.1 การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.1 ข้อมูลพื้นฐาน

พลังงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งส่วนใหญ่เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปกับระบบทำความเย็น ได้แก่ การแช่แข็ง ห้องเย็น การผลิตน้ำแข็ง และการผลิตน้ำเย็น นอกจากนี้ผลจากการตรวจประเมินโรงงานทั้ง 12 โรงงาน แสดงให้เห็นว่าโรงงานที่มีการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์สูงจะมีการใช้น้ำเย็นและน้ำแข็งสูงไปด้วย ซึ่งสามารถสันนิษฐานได้ 2 ประเด็นคือ

- เมื่อมีการใช้น้ำ (โดยเฉพาะน้ำเย็น) และน้ำแข็งมาก หมายถึง การใช้พลังงานไฟฟ้ามากทั้งทางตรงและทางอ้อม
- ความแตกต่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์แม้ในกลุ่มที่มีผลิตภัณฑ์คล้ายคลึงกันก็มีความแตกต่างกันอย่างมาก ซึ่งค่าที่ต่างกันนี้ไม่สามารถที่จะอธิบายได้ด้วยสภาพของเครื่องจักรเพียงอย่างเดียว แต่ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากรูปแบบการใช้งานเครื่องแช่แข็ง ห้องเย็น น้ำเย็น และน้ำแข็งที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ผลของฤดูกาล เช่น ปริมาณวัตถุดิบ คำสั่งผลิต อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น มีผลต่อการใช้ไฟฟ้าด้วยเช่นกัน รวมถึงรูปแบบโครงสร้างค่าไฟฟ้าที่โรงงานเลือกใช้ (แบบปกติ ตามช่วงเวลาของวัน และตามช่วงเวลาการใช้) ก็มีผลต่อค่าไฟฟ้าเช่นกัน ดังนั้นในการประเมินความเป็นไปได้ในการลดค่าไฟฟ้าจึงควรนำปัจจัยเหล่านี้มาพิจารณาร่วมด้วย

2.1.2 วิธีการดำเนินงาน

เริ่มต้นจากการหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ โดยควรที่จะรวบรวมข้อมูลย้อนหลังอย่างน้อย 1 ปีเพื่อลดผลกระทบจากฤดูกาล และสามารถทราบผลที่เกิดขึ้นจากฤดูกาลได้ นอกจากนี้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า และข้อมูลผลิตภัณฑ์ยังเป็นข้อมูลที่หาได้ง่ายและมีความน่าเชื่อถือสูง ถึงแม้ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงภาพโดยรวมของโรงงานแต่ก็เพียงพอสำหรับการเริ่มต้น แล้วจึงขยายผลไปยังแต่ละจุดที่มีการใช้พลังงานจำนวนมาก

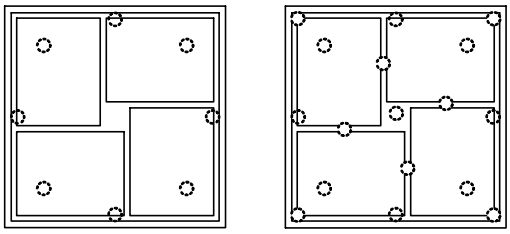
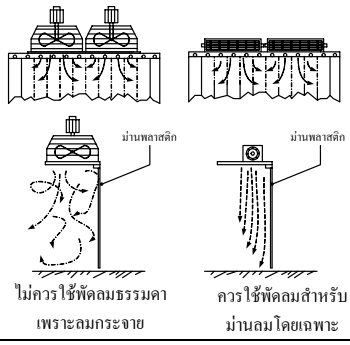
2.1.3 ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

แนวทางต่างๆ ที่แสดงไว้ ณ ที่นี้ เป็นตัวอย่างส่วนหนึ่งที่ทางคณะทำงานรวบรวมได้ นอกจากนี้โรงงานสามารถหาแนวทางอื่นๆ ที่เหมาะสมกับโรงงานเพิ่มเติมได้ จากการตรวจประเมินของทีมงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดของโรงงานเอง

ตารางที่ 2.1 แนวทางการดำเนินงานเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ทางเลือก		ข้อควรระวัง
1	***การใช้งานเครื่องแช่แข็งและห้องเย็นอย่างมีประสิทธิภาพ*** - การแช่แข็งแต่ละครั้งควรใส่สินค้าให้เต็มเครื่องแช่แข็ง - อุณหภูมิตั้งต้นของผลิตภัณฑ์มีผลกับการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องแช่แข็ง ดังนั้นโรงงานควรลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลงให้มากที่สุดก่อนแช่แข็ง - หมั่นตรวจสอบสภาพประตู และฉนวนโดยรอบให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ - ลดช่องเปิดต่างๆ ที่เป็นเหตุของการสูญเสียพลังงานให้เหลือน้อยที่สุด หากช่องเปิดใดที่ไม่ได้ใช้งานควรทำการปิดอย่างถาวร หากยังใช้งานอยู่ควรติดอุปกรณ์เพื่อกันการไหลออกของอากาศเย็น เช่น ม่านพลาสติก เป็นต้น - กำชับพนักงานให้ปิดประตูเครื่องแช่แข็ง และห้องเย็นให้สนิททุกครั้งหลังจากปฏิบัติงาน - เก็บสินค้าในห้องเย็นให้เต็ม เพราะ ห้องเย็นที่มีปริมาณสินค้าน้อยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่แตกต่างไปจากห้องเย็นที่มีปริมาณสินค้าอยู่เต็ม - การตั้งอุณหภูมิในห้องเย็นไม่ควรตั้งต่ำจนเกินไป เพราะจะสิ้นเปลืองพลังงาน ซึ่งการลดอุณหภูมิในห้องเย็นลงหนึ่งองศา จะใช้พลังงานโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 3 % - จัดการหมุนเวียนของอากาศเย็นในห้องเก็บให้มีการหมุนเวียนได้ดี เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่สม่ำเสมอทั่วทั้งห้อง - หลีกเลี่ยงการนำแหล่งความร้อน เช่น หม้อน้ำร้อนที่ไม่มีฝาปิด และไม่ได้หุ้มฉนวน เข้ามาในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ - ลดปริมาณความชื้นในบริเวณผลิตที่เกิดจากน้ำแข็งละลาย อากาศภายนอก ไอน้ำร้อน ให้มากที่สุด	- โรงงานควรศึกษาถึงความสัมพันธ์ของระดับอุณหภูมิและองค์ประกอบต่างๆในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ภายในห้องเย็นของโรงงาน เช่น คุณภาพผลิตภัณฑ์, ระยะเวลาที่ใช้เก็บรักษา และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 แนวทางการดำเนินงานเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

	ทางเลือก	ข้อควรระวัง
	- ถาดรองบล็อกสำหรับเข้าเครื่องแช่แข็ง ควรเจาะรูให้เหมาะสม เพื่อระบายน้ำที่หกลงมาขังอยู่ให้ออกไปจากถาดรองบล็อกให้มากที่สุด เพราะพลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการทำให้น้ำในส่วนนี้กลายเป็นน้ำแข็ง  - ติดตั้งฉนวนและซีลโดยรอบเครื่องแช่แข็ง และห้องเย็นด้วยวัสดุที่เหมาะสม - ติดตั้งแผ่นพลาสติก หรือม่านอากาศควบคู่ไปกับประตูของห้องเย็นเพื่อลดการสูญเสียมวลอากาศเย็น	- ไม่ควรเปิดแผ่นพลาสติกทิ้งไว้ และม่านลมที่ใช้ควรให้ลมในปริมาณและทิศทางที่สม่ำเสมอ  ไม่ควรใช้พัดลมธรรมดา เพราะลมกระจาย ควรใช้พัดลมสำหรับม่านลมโดยเฉพาะ
2	***การใช้งานน้ำเย็นและน้ำแข็งอย่างมีประสิทธิภาพ*** - ใช้น้ำแข็งอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การดองน้ำแข็งสลับกับวัตถุดิบเป็นชั้นๆ จะช่วยให้ใช้น้ำแข็งน้อยกว่าและเป็นการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น การสังเกตประสิทธิภาพการใช้น้ำแข็งอย่างง่าย คือ หากยังพบเห็นน้ำแข็งค้างอยู่ตามพื้นและช่องเปิดบนรางระบาย แสดงว่าโรงงานยังมีโอกาสในการลดการใช้น้ำแข็งลงได้อีก	

ตารางที่ 2.1 แนวทางการดำเนินงานเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

	ทางเลือก	ข้อควรระวัง
	- แยกท่อน้ำเย็นและท่อน้ำใช้อื่นๆ ให้ชัดเจน เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานผิดวัตถุประสงค์ - ลดอุณหภูมิของน้ำดิบที่จะใช้ในการผลิตน้ำเย็นและน้ำแข็งลงให้ต่ำที่สุด เช่น การเก็บในบ่อพัก การใช้หอระบายความร้อน การแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำทิ้งที่อุณหภูมิต่ำ เป็นต้น เพื่อลดการใช้พลังงานในการทำน้ำเย็น และน้ำแข็ง - จัดทำห้องเก็บน้ำแข็งเพื่อเก็บน้ำแข็งที่ผลิตสำรองไว้ในช่วงที่ค่าไฟฟ้ามีราคาถูก - การใช้น้ำแข็งในการรักษาอุณหภูมิของน้ำเย็นและวัตถุดิบ ควรใช้น้ำแข็งก้อนที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากน้ำแข็งเกล็ดขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก จึงละลายเร็วกว่าน้ำแข็งก้อน	- ห้องเก็บน้ำแข็งควรมีช่องเปิดเท่าที่จำเป็น, มีสภาพฉนวนที่ดี, จำกัดพนักงานในการผ่านเข้าออก และไม่ควรเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลา
3	***การดูแลและใช้งานระบบทำความเย็นอย่างมีประสิทธิภาพ*** - ทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ - ตรวจสอบคุณภาพน้ำในระบบระบายความร้อนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันปัญหาการกัดกร่อน และการเกิดตะกรัน - ตรวจสอบความดันดิสชาร์จ ไม่ควรให้สูงกว่า 14 – 14.5 บาร์ - ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมรอบของตัวขับคอมเพรสเซอร์ (Inverter) เพื่อช่วยให้คอมเพรสเซอร์มีภาระการใช้งานเหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริง	- ความสูญเสียเชิงไฟฟ้าของตัวขับ มีค่าอยู่ระหว่าง 3 – 4 % ของกำลังงานทั้งหมด ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น และต้องการการปรับอากาศเป็นพิเศษ จึงเกิดค่าไฟฟ้าส่วนนี้เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2.1 แนวทางการดำเนินงานเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

ทางเลือก		ข้อควรระวัง
		- ถึงแม้ตัวขับสามารถใช้งานที่ความเร็วรอบต่ำๆ ได้ แต่คอมเพรสเซอร์ไม่สามารถปฏิบัติงานที่รอบต่ำมากๆได้ ปกติแล้วข้อจำกัดจะอยู่ที่ประมาณ 50 – 100% - ค่าติดตั้งสูง และตัวขับต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งาน

2.1.4 ตัวอย่างกรณีศึกษา

ทางเลือก โรงงานแห่งหนึ่งมีน้ำทิ้งอุณหภูมิต่ำ และต้องการนำมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำเย็น จึงทำการเก็บข้อมูลดังนี้

อัตราการไหลของน้ำทิ้ง (น้ำเย็น)	50	ลบ.ม./ชม.
อุณหภูมิของน้ำทิ้ง	15	องศาเซลเซียส
อัตราการไหลของน้ำใช้	60	ลบ.ม./ชม.
อุณหภูมิของน้ำดิบ	30	องศาเซลเซียส
ระยะเวลาที่มีน้ำทิ้ง (น้ำเย็น)	10	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	300	วัน/ปี

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ประมาณ 600,000 บาท (อาจแตกต่างกันไปในแต่ละกรณี)

ระยะเวลาคืนทุน 5 เดือน

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 1.56 ล้านบาทต่อปี

ตามสมมติฐานข้างต้นสามารถคำนวณได้ดังนี้

อุณหภูมิของน้ำดิบลดลงเหลือ 23.2 องศาเซลเซียส

พลังงานความร้อนที่ประหยัดได้ คำนวณจากสูตร

(อัตราการไหลของน้ำใช้) x (ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ) x (อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง)

มีค่า = 60,000 x (1) x (30 – 23.2) หรือเท่ากับ 408,000 กิโลแคลอรี่/ชั่วโมง

กำลังไฟฟ้าที่ต้องใช้ (คิด COP เท่ากับ 2.5) = 408,000 x 1.16/2.5 = 189,312 วัตต์

หรือ 189 กิโลวัตต์

ค่าไฟที่ประหยัดได้ 189 x 2.75 x 10 x 300 1.56 ล้านบาท/ปี

หมายเหตุ

COP = Coefficient of Performance = Heat removed from product/Energy used by compressor

1 kcal/hr = 1.16 W

สรุป

ประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

- ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 1.56 ล้านบาทต่อปี
- ระยะเวลาคืนทุน 5 เดือน

ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม

- ลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และมลพิษทางอากาศจากการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 567 เมกกะวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นปริมาณมลสารที่ลดลงเท่ากับ (ใช้ตัวเลขเปรียบเทียบจากน้ำมันเตาเกรด C กำมะถัน ร้อยละ 2)

มลสาร	Key Emission Factor (กิโลกรัม/(เมกกะวัตต์-ชั่วโมง/ปี))	ปริมาณที่ลดลง (ตัน/ปี)
CO_2	266	150
SO_2	3.2	1.8
NO_2	0.18	0.1

- ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้ดีขึ้น

นอกจากกรณีศึกษาข้างต้น ค่าใช้จ่ายและเงินที่ประหยัดได้ของแนวทางการดำเนินการเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพอื่นๆ ที่ได้จากการประเมินเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงการประเมินค่าใช้จ่ายและเงินที่ประหยัดได้เบื้องต้นของทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอื่นๆ ด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ *

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	เงินลงทุน (บาท)	ประหยัดได้ (บาท/เดือน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
ปรับปรุงฉนวนและวัสดุรอบเครื่องแช่แข็ง/ห้องเย็น (ต่อตู้)	50,000 – 250,000	5,000 – 35,000	1 – 2
การติดตั้งประตูอัตโนมัติ (ต่อประตู)	100,000 – 185,000	5,000 – 15,000	1 – 2
การติดตั้งม่านที่ประตูห้องเย็น (ต่อประตู)	25,000	1,000 – 2,000	< 1
การเพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นจาก –22 องศาเซลเซียส ให้สูงขึ้นเป็น –20 องศาเซลเซียส	-	11,500	ทันที
การติดตั้งอินเวอร์ทเตอร์กับสกรูคอมเพรสเซอร์ ขนาด 250 กิโลวัตต์ ที่มีภาระการใช้งาน 75%	1,450,000	60,000	2
ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติในระบบทำความเย็น 2 ขั้นตอน	350,000 – 600,000	360,000 – 1,020,000	1 – 2

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	เงินลงทุน (บาท)	ประหยัดได้ (บาท/เดือน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
การลดความดันดิสชาร์จจาก 16 บาร์เป็น 14 บาร์โดยการติดตั้ง Evaporative Condenser	800,000 – 1,100,000	45,000 – 65,000	1 – 2

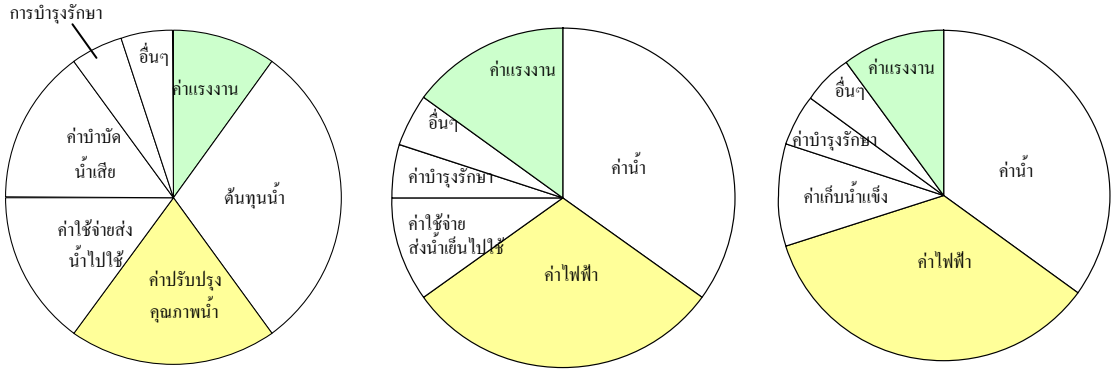
* รายละเอียดการคำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ด้านพลังงาน แสดงไว้ใน ภาคผนวก ข

2.2 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.1 ข้อมูลพื้นฐาน

อุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมาก ทั้งการล้างวัตถุดิบ การล้างภาชนะและเครื่องจักรอุปกรณ์ การล้างผลิตภัณฑ์ในระหว่างกระบวนการผลิต การทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ทำงาน และช่วยในการลำเลียงเศษซาก นอกจากนี้น้ำบางส่วนยังอาจถูกนำไปทำเป็นน้ำเย็นและน้ำแข็ง เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตอีกด้วย

นอกจากค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำ โรงงานยังมีค่าใช้จ่ายส่วนอื่นๆ ในการเตรียมน้ำให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำไปใช้งาน ในการพิจารณาโครงสร้างต้นทุนของการใช้น้ำ น้ำเย็น และน้ำแข็ง เพื่อประกอบการหามูลค่าที่ประหยัดได้ โรงงานอาจใช้ตัวอย่างโครงสร้างดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1



ต้นทุนการใช้น้ำ **ต้นทุนการใช้น้ำเย็น** **ต้นทุนการใช้น้ำแข็ง**

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างโครงสร้างต้นทุนการใช้น้ำ น้ำเย็น และน้ำแข็ง ของโรงงาน

หากทางโรงงานสามารถปรับปรุงลักษณะการใช้น้ำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดหรือใช้ให้คุ้มค่าที่สุดก่อนระบายทิ้ง จะช่วยประหยัดต้นทุนทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ค่าน้ำ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ค่าไฟฟ้าในการปรับปรุงคุณภาพน้ำและนำน้ำมาใช้งาน รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพจะต้องคำนึงถึงเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย

2.2.2 วิธีการดำเนินงาน

การที่โรงงานจะพัฒนารูปแบบการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องอาศัยการวิเคราะห์รูปแบบการใช้น้ำของทั้งกระบวนการผลิต เพื่อที่จะกำหนดกลยุทธ์และทางเลือกในการจัดการการใช้น้ำที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตของโรงงาน

วิธีการดำเนินงานเพื่อนำไปสู่การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. รวบรวมและศึกษาข้อมูลของการใช้น้ำของกระบวนการผลิตทั้งระบบ
   ข้อมูลของการใช้น้ำเปรียบเสมือนแผนที่เบื้องต้นที่แสดงภาพรวมเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมมาดำเนินการ ข้อมูลของการใช้น้ำเหล่านี้ได้มาจากการจดบันทึกค่าการใช้น้ำตามจุดต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีความสมบูรณ์มากขึ้น หากการใช้น้ำในแต่ละจุดใช้เฉพาะกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง เช่น จุดรับวัตถุดิบ เป็นต้น และค่าที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาเมื่อนำมาสัมพันธ์กับลำดับในกระบวนการผลิต จะทำให้ทราบวัตถุประสงค์การใช้น้ำในช่วงนั้นๆ เช่น ช่วงทำความสะอาดเตรียมสายการผลิตในช่วงเช้า ช่วงดำเนินการผลิต และช่วงทำความสะอาดตอนพักเที่ยง เป็นต้น

2. วิเคราะห์รูปแบบการใช้น้ำ
   ข้อมูลการใช้น้ำของทั้งระบบจะบ่งชี้ถึงรูปแบบการใช้น้ำของโรงงาน ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ถึงสัดส่วนการใช้น้ำ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของการเข้าไปศึกษาโดยละเอียดเพื่อให้เกิดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

3. วิเคราะห์หาจุดสมดุลระหว่างปริมาณการใช้น้ำและคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับได้
   การหาจุดสมดุลระหว่างปริมาณการใช้น้ำและคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับได้ เพื่อกำจัดการใช้น้ำในส่วนที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ หรือมีการใช้มากเกินความจำเป็น เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพในเชิงปฏิบัติการ เมื่อเริ่มเดินสายการผลิตครั้งแรก การใช้น้ำแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิตอาจได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดีและเหมาะสม แต่เมื่อโรงงานมีการขยายการผลิตหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต อาจทำให้การใช้น้ำที่เคยเหมาะสมเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น นอกจากนี้พฤติกรรมการทำงานของพนักงานเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่อาจทำให้เกิดการใช้น้ำอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพได้ การวิเคราะห์หาจุดสมดุลนี้ต้องใช้ความร่วมมือจากหลายฝ่าย ทั้งฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และฝ่ายวิศวกรรม เพื่อทราบถึงจุดสมดุลที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านปริมาณการใช้น้ำและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

4. นำเทคนิคการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดมาประยุกต์ใช้
   เมื่อได้ปรับปริมาณการใช้น้ำในแต่ละขั้นตอนให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุดแล้ว โรงงานยังสามารถพัฒนาไปสู่การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ โดยการนำเทคนิคการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดมาประยุกต์ใช้ ได้แก่
   - การล้างแบบสวนกระแส (Countercurrent) / ป้องกันการไหลลัดวงจร (Short Circuit)
   - การนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ / การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

โดยต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จะนำกลับมาใช้งาน เพื่อควบคุมผลของการใช้งานให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

2.2.3 ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

แนวทางต่างๆ ที่แสดงไว้ ณ ที่นี้ เป็นตัวอย่างส่วนหนึ่งที่ทางคณะทำงานรวบรวมได้ นอกจากนี้ โรงงานสามารถหาแนวทางอื่นๆ ที่เหมาะสมกับโรงงานเพิ่มเติมได้ จากการตรวจประเมินของทีมงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดของโรงงานเอง

ตารางที่ 2.3 แนวทางการดำเนินงานเพื่อการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

	ทางเลือก	ข้อควรระวัง
1	***การพัฒนาบุคลากร*** พฤติกรรมในการทำงานของพนักงานเป็นกลไกสำคัญที่จะช่วยทำให้เกิดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างการดำเนินการเพื่อพัฒนาบุคลากรประกอบด้วย - กำหนดให้เรื่องการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพเป็นนโยบายของบริษัทและประกาศให้ทราบอย่างทั่วถึง - จัดการฝึกอบรมเพื่อให้พนักงานมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ - จัดกิจกรรมเพื่อรณรงค์ให้พนักงานใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การให้รางวัลสำหรับพนักงานที่เสนอแนวทางในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น	ความร่วมมือของพนักงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการนำแนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในโรงงาน ผู้บริหารต้องสร้างเสริมความเข้าใจกับพนักงานโดยชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่พนักงานและโรงงานจะได้รับ พร้อมทั้งแสดงความจริงจังและจริงใจในการดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
2	***ตรวจสอบหาจุดที่มีการสูญเสียน้ำ*** - ตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำบริเวณวาล์วและรอยต่อ หากพบการรั่วซึมควรรีบทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ทันที - ตรวจสอบการรั่วซึมของท่อน้ำด้วยตาเปล่า และจากตัวเลขของมิเตอร์น้ำ หากในเวลาที่ไม่มีการใช้น้ำ แต่มิเตอร์น้ำยังคงเดินอยู่ แสดงว่าท่อน้ำมีรอยรั่ว	

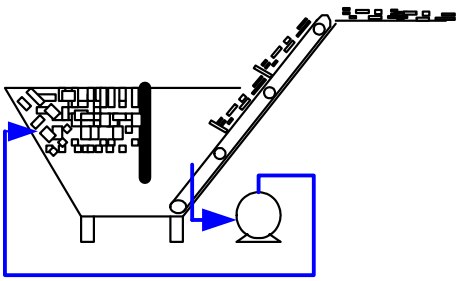
ตารางที่ 2.3 แนวทางการดำเนินงานเพื่อการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

	ทางเลือก	ข้อควรระวัง
	- หากก๊อกน้ำจุดใดที่ไม่มีการใช้งาน ควรทำการถอดออกแล้วปิดด้วยหน้าแปลน - ตรวจสอบสภาพของหัวฉีดสเปรย์ (Spray Nozzle) ที่ใช้ในโรงงานว่ามีการสึกหรอจนปล่อยน้ำออกมามากเกินไปหรือไม่ - สำหรับจุดที่ต้องการให้มีการฉีดล้างแบบทั่วถึง (ทั้งส่วนที่ใช้แรงงานคน และเครื่องจักร เช่น บนสายพาน เป็นต้น) ควรใช้การฉีดน้ำแบบหัวฉีดสเปรย์ เพื่อให้เกิดการกระจายน้ำอย่างทั่วถึง - ติดตั้งวาล์วเปิด-ปิด หรือที่ฉีดน้ำ (Spray Gun) ที่ปลายสายยางที่ต้องใช้งานไกลจากก๊อกเปิด-ปิด - ติดมิเตอร์น้ำในจุดสำคัญๆ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการปรับปรุง และตรวจติดตามการใช้น้ำ	
3	***ปรับลดปริมาณการใช้น้ำในจุดต่างๆ*** - ปรับปริมาณน้ำจากหัวฉีดสเปรย์ของเครื่องจักรต่างๆ เช่น สายพานลำเลียงวัตถุดิบ และเครื่องคัดขนาด เป็นต้น ให้เหมาะสม โดยทดลองปรับลดทีละน้อย - กำหนดปริมาณน้ำในถังที่ใช้ล้างมือและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสม เพราะน้ำใช้เหล่านี้ต้องมีการถ่ายทิ้งเมื่อถึงเวลาที่กำหนด หากเผื่อไว้มากเกินไป จะทำให้ไม่ได้ใช้ประโยชน์น้ำที่ต้องเหลือทิ้งอย่างเต็มที่ โรงงานอาจทำการทดลองปรับลดปริมาณน้ำในปัจจุบันลงทีละน้อย เพื่อหาจุดที่เหมาะสม (อาจลดขนาดภาชนะด้วย) - ติดเซ็นเซอร์เพื่อควบคุมการฉีดน้ำของหัวฉีดน้ำบนสายพานลำเลียง และในเครื่องจักรต่างๆ - ตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำของเครื่องจักรแต่ละตัวในการหล่อเย็น ขนส่ง กับข้อกำหนด คู่มือเครื่องจักรและปรับใช้ให้ถูกต้อง	การปรับลดปริมาณการใช้น้ำโรงงานต้องคำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ด้วย วิธีการที่ดีที่สุดในการหาจุดเหมาะสม คือ การที่แต่ละโรงทำการเก็บข้อมูลในขณะที่ทดลองปรับลดปริมาณการใช้น้ำ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาจุดที่มีความเหมาะสมที่สุด ที่สามารถประหยัดน้ำโดยที่ยังสามารถคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ตามที่ต้องการ

ตารางที่ 2.3 แนวทางการดำเนินงานเพื่อการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

ทางเลือก		ข้อควรระวัง
	- ตรวจสอบปริมาณที่เหมาะสมของน้ำเริ่มต้นในการล้างวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์ วิธีการทำงานที่ดี คือ ไม่ควรเติมน้ำจนเต็มถัง แต่ควรเผื่อปริมาตรไว้สำหรับวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องเติมลงไป ในกรณีนี้รวมถึงการเผื่อปริมาตรสำหรับน้ำแข็งที่ต้องเติมเพื่อรักษาอุณหภูมิด้วย - การใช้น้ำแข็งในการรักษาอุณหภูมิของน้ำเย็น โรงงานควรเลือกใช้น้ำแข็งก้อนที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากน้ำแข็งเกล็ดขนาดเล็กซึ่งมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากจะละลายเร็วกว่าทำให้สิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น	
4	***การทำความสะอาด*** - ก่อนที่จะทำความสะอาดแต่ละครั้ง ควรให้พนักงานทำความสะอาดแบบแห้ง โดยการกวาดเศษวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากบริเวณที่จะทำความสะอาดก่อนแล้วจึงทำการฉีดล้างด้วยน้ำ - เลือกสารทำความสะอาดที่เหมาะสม เพื่อลดการใช้น้ำในการชำระล้างสารทำความสะอาด - ใช้การฉีดล้างแบบแรงดันสูง (อาจต่อจากเครื่องสูบน้ำแรงดันสูงหรือใช้เครื่องฉีดล้างแบบความดันสูง) เพราะจะช่วยให้ประหยัดน้ำได้กว่า 50% และใช้คนและเวลาในการทำความสะอาดน้อยกว่า	
5	***การล้างแบบสวนกระแส (Countercurrent)*** - ปรับตำแหน่งท่อน้ำเข้าและน้ำออก (หรือน้ำล้น) ของถังล้างต่างๆ ให้เป็นการล้างแบบสวนกระแส และเกิดการไหลลัดวงจรน้อยที่สุด เพื่อใช้ประโยชน์น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ - น้ำล้างภาชนะและอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการล้างหลายน้ำ น้ำสุดท้ายสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เพราะเป็นน้ำที่มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด	การล้างแบบ Counter current เป็นวิธีการล้างที่ใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้การล้างสะอาดขึ้น เพราะวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์จะสัมผัสกับน้ำที่สะอาดมากกว่าและสามารถนำไปสู่การลดปริมาณการใช้น้ำลง

ตารางที่ 2.3 แนวทางการดำเนินงานเพื่อการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

	ทางเลือก	ข้อควรระวัง
	- ปรับเปลี่ยนการล้างจาก 1 ถัง เป็นแบบการล้างแบบหลายถัง และมีการไหลของน้ำแบบ Countercurrent	
6	***การนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ/ใช้ใหม่*** - นำน้ำแข็งที่เหลือจากการใช้งานไปใช้ประโยชน์ เช่น นำไปละลายรวมกับน้ำเพื่อผ่าน Plate Heat Exchanger เป็นต้น - แยกรางน้ำฝนออกจากรางน้ำเสีย และสำรองน้ำฝนไว้ใช้ประโยชน์ - น้ำที่ใช้งานในกระบวนการผลิตบางจุดแล้ว มีความสะอาดเพียงพอที่จะนำไปใช้กับกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องการใช้น้ำที่มีความสะอาดน้อยกว่าได้ เช่น น้ำในถังล้างในส่วนที่ติดกับสายพานลำเลียงที่มีการฉีดน้ำทำความสะอาดวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ มีความสะอาดมากกว่าน้ำในส่วนหน้าของถัง โรงงานอาจพิจารณานำน้ำในส่วนที่มีความสะอาดมากกว่ามาหมุนเวียนเติมให้กับส่วนหน้าของถัง เป็นต้น 	- การนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ/ใช้ใหม่ ต้องคำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ แต่เนื่องจากในกระบวนการผลิตจุดต่างๆ มีความต้องการใช้น้ำที่คุณภาพแตกต่างกัน การตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ต้องการ จะช่วยเพิ่มโอกาสในการนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ/ใช้ใหม่ได้

ตารางที่ 2.3 แนวทางการดำเนินงานเพื่อการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

ทางเลือก		ข้อควรระวัง
	- น้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียแล้วสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ หากไม่ใช้สัมผัสกับวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์ เช่น นำมาล้างพื้นในบริเวณอื่นๆที่ไม่ใช่อาคารผลิต โดยก่อนที่จะนำกลับมาใช้ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้งาน ซึ่งระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของน้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย ตัวอย่างของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำในส่วนนี้ เช่น การใช้ถังกรองทราย ถังกรองคาร์บอน และการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น	- การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาปรับปรุงคุณภาพเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำอีกครั้ง ต้องระมัดระวังเรื่องการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์กับวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์

2.2.4 ตัวอย่างกรณีศึกษา

ทางเลือก โรงงานแห่งหนึ่งใช้พนักงานประมาณ 3 คน ในการทำความสะอาดพื้นที่ขนาด 100 ตารางเมตร ในช่วงพักเที่ยงและหลังเลิกงาน โดยพนักงานแต่ละคนจะใช้เวลาประมาณ 30 นาทีในการทำความสะอาดในแต่ละช่วงเวลา ปัจจุบันพนักงานจะใช้สายยางขนาด 1 นิ้ว ในการฉีดทำความสะอาด

อัตราการไหลของน้ำจากสายยาง	2	ลบ.ม./ชม.
ค่าน้ำ	10	บาท/ลบ.ม.
ค่าไฟฟ้า	2.75	บาท/หน่วย
วันทำงาน	300	วัน/ปี

ทางโรงงานต้องการนำเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงมาใช้ในการทำความสะอาด แต่ต้องการทราบว่าจะคุ้มหรือไม่ โดยที่เครื่องสูบน้ำแรงดันสูงมีอัตราการไหล 0.6 ลบ.ม./ชม. ใช้กำลังไฟฟ้า 2.2 กิโลวัตต์

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงประมาณ 50,000 บาท/เครื่อง (อาจแตกต่างกันไปแล้วแต่รุ่นและยี่ห้อ)

ระยะเวลาคืนทุน ประมาณ 9 เดือน

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 71,925 บาทต่อปี สำหรับพื้นที่ทำความสะอาด 500 ตารางเมตร

ตามสมมติฐานข้างต้นสามารถคำนวณได้ดังนี้

เวลาที่พนักงานทั้ง 3 คน ใช้ในการทำความสะอาดเท่ากับ	3	ชั่วโมง/วัน
มีการใช้น้ำในการทำความสะอาดทั้งหมด	6	ลบ.ม./วัน
หรือเท่ากับ	1,800	ลบ.ม./ปี

หากใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง สามารถลดพนักงานในการฉีดล้างเหลือ 1 คน (คนอื่นช่วยขัดและกวาดพื้น)

ดังนั้นเวลาที่พนักงานใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงเท่ากับ	1	ชม./วัน
มีการใช้น้ำจากเครื่องสูบน้ำแรงดันสูงในการทำความสะอาด	0.6	ลบ.ม./วัน
หรือเท่ากับ	180	ลบ.ม./ปี
คิดเป็นค่าน้ำที่สามารถประหยัดได้เท่ากับ (1,800 – 180) x 10	16,200	บาท/ปี

จากการประมาณในกรณีศึกษานี้ ในพื้นที่การล้าง 100 ตารางเมตร

สามารถประหยัดค่าน้ำได้ประมาณ	16,200	บาท/ปี
และมีค่าไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้เครื่องสูบน้ำแรงดันสูง	1,815	บาท/ปี

ดังนั้นสามารถประหยัดได้	14,385	บาท/ปี

หากโรงงานมีพื้นที่ที่ต้องใช้การฉีดล้างทำความสะอาดทั้งสิ้น 500 ตารางเมตร

สามารถประหยัดค่าน้ำได้ประมาณ	81,000	บาท/ปี
และมีค่าไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้เครื่องสูบน้ำแรงดันสูง	9,075	บาท/ปี
ดังนั้นสามารถประหยัดได้	71,925	บาท/ปี

นอกจากนี้ยังมีประโยชน์จากประสิทธิภาพการล้างที่สูงขึ้นและเร็วขึ้น

สรุป

ประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

- ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 71,925 บาทต่อปี
- ระยะเวลาคืนทุน 9 เดือน

ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม

- ลดปริมาณการใช้น้ำ
- ลดปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด

2.3 การลดและแยกของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.1 ข้อมูลพื้นฐาน

โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งในปัจจุบัน มีกระบวนการแปรรูปที่หลากหลาย และเกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งแตกต่างจากการผลิตลักษณะเดิมที่เน้นที่การแช่แข็งเพียงอย่างเดียว ซึ่งผลที่ตามมาจากการแปรรูปที่มากขึ้นนั้นคือ เศษซาก ต่างๆ เช่น หนังปลา ก้างปลา หัวกุ้ง เปลือกกุ้ง ฯลฯ ที่ไม่เป็นที่ต้องการโดยตรงของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งมีปริมาณที่มากขึ้น เศษซากเหล่านี้โดยปกติจะมีผู้มาซื้อไปเพื่อใช้ในการผลิตเป็นอาหารสัตว์ หรือผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป หรือในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งบางประเภทอาจมีโรงงานผลิตอาหารสัตว์ของตัวเองไว้รองรับเศษซากส่วนนี้โดยเฉพาะก็ได้

โดยปกติเศษซากที่เกิดขึ้นจากการแปรรูปเบื้องต้นของพนักงานจะถูกรวบรวมโดยการใช้แรงงานคน หากมีปริมาณไม่มากนัก หรือใช้แรงงานคนร่วมกับอุปกรณ์ลำเลียง ได้แก่ สายพานลำเลียง (Belt conveyor) หรือ สายพานเกลียว (Screw conveyor) หากปริมาณที่เกิดขึ้นมีมาก และค่อนข้างสม่ำเสมอ แต่ไม่ว่าจะใช้วิธีการใดก็ตาม วัตถุประสงค์หลัก คือการรวบรวมเศษซาก (ที่หลีกเลี่ยงไม่ได้) ให้ได้มากที่สุด ตลอดจนลำเลียงเศษซากออกจากบริเวณผลิตให้รวดเร็ว และสูญเสีย (หกหล่น) น้อยที่สุด เนื่องจากเศษซากเหล่านี้จะถูกขายออกไปโดยการชั่งน้ำหนัก

สิ่งหนึ่งที่มักละเลยคือการปล่อยให้เศษซากเหล่านี้สัมผัสกับน้ำโดยไม่จำเป็น หรือสัมผัสกับน้ำเป็นระยะเวลานาน แล้วจึงไปรอให้น้ำระบายออกจากรถบรรทุกที่รับเศษซาก ทำให้โรงงานรับภาระในการบำบัดความสกปรกในน้ำเสียที่เกิดขึ้น

การแก้ปัญหาที่ต้นทางตามแนวคิดเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด โดยการแยกของเสียหรือหลีกเลี่ยงไม่ให้เศษซากสัมผัสกับน้ำโดยไม่จำเป็นนั้น จะช่วยให้เกิดผลดีทั้งกับโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งและโรงงานผลิตอาหารสัตว์คือ

1. โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง ไม่ต้องรับภาระในการบำบัดค่าความสกปรกในเศษซากที่น้ำได้ชะออกมา รวมทั้งได้น้ำหนักของเศษซากเพิ่มขึ้น (เนื่องจากสารอินทรีย์ส่วนใหญ่ในเศษซากละลายน้ำได้ การปล่อยแช่น้ำหรือมีน้ำไหลผ่านจะชะเอาสารอินทรีย์เหล่านี้ออกมาอยู่ในน้ำ)
2. โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพเนื่องจากสารอินทรีย์ต่างๆ (รวมทั้งโปรตีน) ไม่ถูกชะออกไปกับน้ำที่มาสัมผัส

หลักการที่สำคัญ คือ สารอินทรีย์ที่มากับเศษซากหากยังอยู่ในเศษซาก จะมีคุณค่าในการใช้งาน แต่เมื่อถูกชะออกมาอยู่ในน้ำเสียแล้ว จะกลายเป็นภาระของโรงงานในการกำจัดออกไป

2.3.2 วิธีการดำเนินงาน

การที่โรงงานจะลดและแยกของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นโรงงานควรทราบสถานะในปัจจุบันของโรงงานในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. ประเภท ลักษณะของของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ ขนาด ปริมาณ อัตราการเกิด บริเวณที่เกิด เวลาที่เกิด
2. วิธีการคัดแยก ลำเลียง และเก็บรักษาของเสียในแต่ละจุด ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน รวมทั้งเศษซากที่ตะแกรงดักก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียด้วย (บ่อยครั้งที่พบวัตถุดิบขนาดใหญ่ไปติดค้างอยู่ที่ตะแกรงตัวสุดท้ายก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งไม่ควรจะเกิดขึ้น)

จากข้อ 1 และ 2 โรงงานจะสามารถทราบถึงสภาพปัจจุบันของการจัดการของเสียว่า จุดใดที่เป็นบริเวณที่มีการสูญเสียมากที่สุด มีเศษซากถูกแช่น้ำโดยไม่จำเป็น และควรให้ความสำคัญในการดำเนินการเป็นอันดับแรกๆ

การประมาณค่าอย่างหนึ่งที่โรงงานสามารถดำเนินการได้ คือการทดลองนำเศษซากที่เกิดขึ้นของโรงงานมากวนในน้ำและวัดค่าความสกปรก (BOD) หรือค่า TKN ที่เวลา 5 และ 10 นาที หรือขึ้นอยู่กับเวลาที่เศษซากสัมผัสกับน้ำระหว่างการลำเลียง เพื่อประมาณค่าความสกปรกที่ถูกชะออกมา หรือโปรตีนที่ถูกชะออกไปแทนที่จะส่งไปยังโรงงานผลิตอาหารสัตว์ (การประมาณค่าโปรตีน สามารถคำนวณได้คร่าวๆ จากค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) คูณด้วย 6.25)

หลังจากที่ได้ภาพทั้งหมดและสามารถกำหนดจุดที่จะเริ่มต้นปรับปรุงได้แล้ว (โดยอาจใช้แนวทางในทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดด้านล่างนี้) จึงทำการประเมินโดยละเอียดและเก็บข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง เพื่อประเมินความสำเร็จของงานด้วย

โดยข้อมูลที่จะทำการเก็บนี้สามารถแบ่งออกคร่าวๆ ได้เป็นสองส่วนคือ

- ผลผลิต (Yield) แสดงเป็นร้อยละ บอกถึงความสามารถในการสร้างผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบ
- ประสิทธิภาพ (Efficiency) อาจแสดงเป็น กิโลกรัม/คน/ชั่วโมง บอกถึงความเร็วในการแปรรูปวัตถุดิบ

ซึ่งข้อมูลทั้งสองตัวมีความแตกต่างกัน แต่ก็มีความสำคัญและมีความเกี่ยวข้องกับประสิทธิผลโดยรวมของโรงงานเช่นกัน

2.3.3 ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

แนวทางต่างๆ ที่แสดงไว้ ณ ที่นี้ เป็นตัวอย่างส่วนหนึ่งที่ทางคณะทำงานรวบรวมได้ นอกจากนี้ โรงงานสามารถหาแนวทางอื่นๆ ที่เหมาะสมกับโรงงานเพิ่มเติมได้ จากการตรวจประเมินของทีมงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดของโรงงานเอง

ตารางที่ 2.4 แนวทางการดำเนินงานสำหรับการลดและแยกของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ

	ทางเลือก	ข้อควรระวัง
1	***การเพิ่มผลผลิต***	
	- ตรวจสอบน้ำหนักที่สูญเสีย โดยคำนวณจากน้ำหนักของวัตถุดิบลบด้วยน้ำหนักวัตถุดิบที่ตัดแต่งแล้ว และน้ำหนักเศษซากที่ขายออกไป จุดประสงค์เพื่อให้ทราบปริมาณวัตถุดิบที่สูญเสียไปกับน้ำทิ้งโดยไม่ได้เกิดประโยชน์ใดๆ และยังก่อภาระในการบำบัดอีกต่อหนึ่ง	- น้ำหนักที่ตรวจสอบได้อาจจะมีความคลาดเคลื่อนไปได้ เนื่องจากปัจจัยหลายๆ อย่าง เช่น ความชื้น (น้ำ และน้ำแข็ง) ที่ปะปนไปกับเศษซาก ดังนั้นค่าที่ได้นี้จึงควรนำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะเป็นแนวโน้ม (Trend) ที่ใช้พิจารณาร่วมกับองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย
	- การตรวจติดตามผลผลิต (Yield) ในการตัดแต่งของพนักงานแต่ละคน เพื่อดูโอกาสในการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มผลผลิต	- การตรวจติดตามผลผลิตนี้อาจใช้วิธีการสุ่ม โดยไม่ควรสร้างแรงกดดันให้กับพนักงานที่ทำงานอยู่ในขณะนั้น
2	***การแยกของเสียออกจากน้ำ***	
	- น้ำแข็งที่ละลายอยู่ในถัง หรือกระบะที่ใช้ใส่กุ้งที่มาจากฟาร์ม (การดองกุ้ง) มีความสกปรกมาก ควรแยกออกก่อนที่จะเทกุ้งลงในถังล้าง เพื่อที่จะได้ไม่ต้องเปลี่ยนน้ำในถังล้างบ่อย เนื่องจากน้ำสกปรกที่ลงไปผสมอยู่ในถัง	

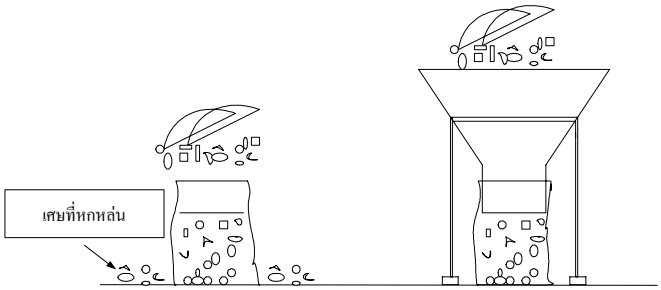
ตารางที่ 2.4 แนวทางการดำเนินงานสำหรับการลดและแยกของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

ทางเลือก	ข้อควรระวัง
- การล้างสายพานเศษซาก ควรกวาดแห้งก่อนที่จะฉีดล้างด้วยน้ำ และควรใช้ยางปาด (กวาด) เศษซากเพื่อทำความสะอาดแทนการใช้แปรงกวาดทำความสะอาด เนื่องจากขนแปรงอาจร่วงหล่น และอาจปนเปื้อนไปกับวัตถุดิบ หรือเศษซากได้	- การทำความสะอาดเบื้องต้นโดยการเก็บกวาด ไม่ใช้น้ำจะช่วยให้ปริมาณน้ำที่ใช้และสารอินทรีย์ที่ถูกชะออกมามีปริมาณน้อยลงอย่างมาก
- จัดหาตะแกรง/ฝาปิดที่มีช่องเปิดขนาดเหมาะสมกับเศษซาก และควรเก็บกวาดเศษซากออกอย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรเปิดฝารางระบายน้ำไว้โล่งๆ ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม	- ต้องหมั่นเก็บเศษซากออกอย่างสม่ำเสมอเพื่อไม่ให้อุดตัน และกำชับไม่ให้พนักงานดันเศษซากผ่านช่องเปิดออกไปโดยต้องชี้แจงถึงผลเสียที่จะตามมา
- หลีกเลี่ยงการเกิดน้ำท่วมขังบริเวณพื้น หรือรางระบาย	- หากรางรับน้ำที่พื้นที่หน้าตัดเล็กเกินไปทำให้น้ำท่วม ควรขยายพื้นที่หน้าตัดของรางระบายน้ำเพิ่มขึ้น แต่ไม่ควรนำตะแกรงดักเศษซากออก
- ระดับและตำแหน่งของสายพานที่ส่งเศษซากลงสายพานรวมควรอยู่ในระดับที่สูงกว่าสายพานรวมเล็กน้อย และยื่นเข้าไปในสายพานรวม เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสม หกหล่นของเศษซาก	- ต้องตรวจสอบค่าระดับจากจุดที่เกิดเศษซาก ไปยังจุดขนถ่ายเศษซากที่ปลายทางว่าสามารถทำได้หรือไม่
- หลีกเลี่ยงการใช้น้ำในการขนส่งเศษซาก หรือหากจำเป็นต้องใช้ในการเลี้ยงราง ควรรีบปิดน้ำทันทีที่ไม่จำเป็นต้องใช้	- บางครั้งการนำน้ำล้นจากกระบวนการอื่น มาใช้เลี้ยงรางส่งเศษซาก เพราะเห็นว่าเป็นการหมุนเวียนน้ำใช้ ไม่ได้ใช้น้ำใหม่ แต่หากใช้น้ำมากเกินไปก็จะเกิดผลเสียหายดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 2.4 แนวทางการดำเนินงานสำหรับการลดและแยกของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

ทางเลือก	ข้อควรระวัง
- ไม่ควรทิ้งเศษซากแช่น้ำไว้บนโต๊ะทำงาน ควรแยกตะกร้าสำหรับเศษซากและภาชนะสำหรับล้างมือออกจากกัน ไม่ควรทิ้งเศษซากลงในภาชนะสำหรับจุ่มน้ำล้างมือ เพราะนอกจากจะทำให้น้ำล้างมือสกปรกเร็วแล้ว ยังทำให้สารอินทรีย์ละลายออกมากับน้ำจำนวนมาก - ตะกร้ารวมเศษซากไม่ควรวางซ้อนทับกันโดยตรง และไม่ควรวางในบริเวณที่มีน้ำขัง	- ต้องชี้แจงทำความเข้าใจกับพนักงานถึงวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้อง และจัดพื้นที่ทำงานให้เหมาะสม
- หลีกเลี่ยงการปะปนของน้ำแข็งไปกับเศษซาก เพราะจะทำให้การแยกของเสียทำได้ยาก เนื่องจากในสภาพการทำงานที่อุณหภูมิโดยรอบไม่สูงนัก น้ำแข็งจะลายได้ช้า แต่น้ำแข็งจะไปละลายเมื่อถูกลำเลียงออกไปจากบริเวณทำงานแล้ว	- บางครั้งน้ำแข็งที่ใช้ในการรักษาอุณหภูมิและคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้สำหรับการแปรรูปเบื้องต้น มีมากเกินความจำเป็น ทำให้ปริมาณน้ำแข็งบางส่วนไปขัดขวางการทำงานของพนักงานบนโต๊ะ จึงทิ้งน้ำแข็งรวมไปกับเศษซากบางส่วน ดังนั้นในการเตรียมวัตถุดิบจึงควรมีการกำหนด หรือประมาณปริมาณน้ำแข็งให้พอเหมาะกับปริมาณวัตถุดิบ และอุณหภูมิห้องในขณะนั้น หรืออย่างน้อยไม่ควรทิ้งน้ำแข็งปะปนไปกับเศษซาก

ตารางที่ 2.4 แนวทางการดำเนินงานสำหรับการลดและแยกของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

ทางเลือก	ข้อควรระวัง
- การบรรจุผลิตภัณฑ์ควรมีอุปกรณ์ช่วยในการบรรจุ เช่น กรวยพร้อมขาตั้ง เพื่อให้พนักงานทำงานได้ง่ายขึ้น และผลิตภัณฑ์หกหล่นน้อยลง  	

2.3.4 ตัวอย่างกรณีศึกษา

ทางเลือก ในการหักหัวและปลอกเปลือกกุ้ง พนักงานใส่เศษซากที่ได้ลงไปในขันน้ำล้างมือ ซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสียที่ต้องเข้าระบบบำบัดน้ำเสียโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงจัดการฝึกอบรมพนักงานให้แยกขันน้ำล้างมือกับขันใส่เศษซาก

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ไม่มี

ระยะเวลาคืนทุน ทันทีที่ปฏิบัติ

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้โดยประมาณ

ในการเปลี่ยนน้ำแต่ละครั้งใช้น้ำ	1.5	ลิตร/ครั้ง
ในการแกะกุ้ง 10 กิโลกรัมมีการเปลี่ยนน้ำ	5	ครั้ง
ใช้น้ำทั้งสิ้น	0.75	ลบ.ม./ตันวัตถุดิบ
ความเข้มข้นของน้ำทิ้งในรูป BOD เท่ากับ	2,500	มิลลิกรัม/ลิตร
ความสกปรกที่เกิดขึ้น	2	กิโลกรัม/ตันวัตถุดิบ
(คิดว่าโรงงานมีการบำบัดน้ำเสียโดยบ่อหมักไร้อากาศก่อน และให้ความสกปรกถูกกำจัดที่ระบบเติมอากาศ 50% คิดค่าไฟฟ้าสำหรับการบำบัดน้ำเสียที่ 1.5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/กิโลกรัม BOD ค่าไฟฟ้า 2.75 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)		
ดังนั้นค่าไฟฟ้าที่ลดลง เท่ากับ (2 x 0.5 x 1.5 x 2.75) =	4	บาท/ตัน
หากมีการผลิตปีละ	5,000	ตัน
สามารถประหยัดจากการบำบัดน้ำเสียได้	20,000	บาท/ปี

โรงงานสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียดังที่ได้อธิบายไว้ในกรณีศึกษานี้ได้ก็ต่อเมื่อมีการตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) เพื่อปรับลดการเติมอากาศในบ่อเติมอากาศ (ควรรักษาระดับค่าออกซิเจนละลายน้ำให้อยู่ประมาณ 0.5 – 1 มิลลิกรัม/ลิตร) ด้วยการหยุดการทำงานของเครื่องเติมอากาศ แต่ทั้งนี้โรงงานต้องคำนึงถึงพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการเริ่มการทำงานของมอเตอร์ของเครื่องเติมอากาศที่โรงงานใช้ด้วย

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ยังอยู่ในรูปอื่นๆ ที่ไม่ได้รวมไว้ในการประมาณข้างต้นอีกได้แก่

- ปริมาณน้ำใช้น้อยลง ลดจำนวนครั้งที่ต้องเปลี่ยนน้ำ เนื่องจากน้ำมีความสกปรกน้อยลง
- เศษซากที่ได้มีคุณภาพดีขึ้นสำหรับใช้ผลิตเป็นอาหารสัตว์ และผลพลอยได้อื่นๆ

สรุป

ประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

- ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 20,000 บาทต่อปี
- ระยะเวลาคืนทุน ทันที

ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม

- ลดปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

2.4 การปรับปรุงระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ

2.4.1 ข้อมูลพื้นฐาน

น้ำถือเป็นทรัพยากรพื้นฐานของการผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง เพราะในกระบวนการผลิตจำเป็นต้องใช้น้ำในการล้างวัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องจักร ใช้ในการระบายความร้อน ใช้ในการรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ในระหว่างการแช่แข็ง ใช้ผลิตน้ำเย็น ใช้ผลิตน้ำแข็ง

ทั้งนี้ความต้องการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรมก็ต้องการน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกัน โดยปกติแล้วน้ำใช้ในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งจะแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่

1. น้ำใช้ทั่วไปในการผลิต
2. น้ำเย็นใช้ในกระบวนการผลิต
3. น้ำสำหรับใช้เป็นน้ำหล่อเย็นเครื่องจักร ระบายความร้อน และใช้ในหม้อไอน้ำ

น้ำใช้ทั่วไปในการผลิตมักจะเป็นน้ำที่ผ่านการกรอง และเติมคลอรีนเพื่อควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่านั้น ในส่วนของน้ำที่ใช้ผลิตน้ำเย็นและใช้กับเครื่องจักรมักจะเป็นน้ำอ่อนหรือน้ำที่มีคุณภาพสูงกว่าที่ผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนอิออนมาแล้ว

การปรับปรุงคุณภาพน้ำมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตของโรงงานอย่างยิ่ง แต่มักจะถูกละเลยไป เนื่องจากโรงงานยังไม่ทราบความสำคัญ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำที่มีคุณภาพไม่เหมาะสม

ในหัวข้อนี้จะได้พูดถึงการใช้งานชุดเรซินเพื่อผลิตน้ำอ่อนเป็นหลัก เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่พบเห็นได้ในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งทุกโรงงาน แต่ผู้ใช้งานยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการใช้งานอยู่มาก อีกทั้งในโรงงานที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำหรือน้ำดิบมีคุณภาพไม่ดี การใช้งานถังเรซินให้ใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมีความสำคัญอย่างยิ่ง

โดยทั่วไปในน้ำบาดาล (รวมทั้งน้ำประปาบางแห่ง) มักจะมีสารละลายของ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ที่เป็นสาเหตุของความกระด้างเจือปนอยู่มากกว่าน้ำที่มาจากแหล่งน้ำผิวดิน ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องควบคุมค่าความกระด้างในน้ำ จึงต้องกำจัดอิออนดังกล่าวออกก่อนที่จะนำน้ำไปใช้งาน วิธีการลดความกระด้างในน้ำที่ใช้อยู่ทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม คือ การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange) โดย Ca^{2+} และ Mg^{2+} ในน้ำกระด้างจะถูกแลกเปลี่ยนกับ Na^{+} ในถังแลกเปลี่ยนประจุ ทำให้ได้น้ำที่มีปริมาณ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ลดลงเมื่อใช้งานไปได้ระยะหนึ่งแล้วแต่การออกแบบขนาดถัง เรซินในถังไม่มี Na^{+} มากพอที่จะแลกเปลี่ยนกับ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ในน้ำกระด้าง จึงต้องมีการหยุดการผลิตน้ำอ่อนเพื่อทำการฟื้นฟูสภาพเรซิน โดยการล้างด้วยน้ำเกลือ (NaCl)

ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณ Na^+ กลับไปให้กับเรซินนั่นเอง ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ควรใช้ที่ 10% จึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุด และปริมาณน้ำเกลือที่ต้องเตรียมขึ้นอยู่กับระดับการรีเจนเนอร์เรชั่น (Regeneration Level) ของเรซิน โดยปกติอยู่ระหว่าง 110 – 150 กรัม/ลิตรเรซิน หลังจากทำการล้างเรียบร้อยแล้วเรซินก็พร้อมที่จะถูกใช้งานได้อีกครั้ง ปกติแล้วเรซินนี้จะมีการล้างด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 7 – 8% ปีละครั้ง โดยมีการนำเรซินที่เสียสภาพทิ้งออกไป และเติมเรซินเพิ่มให้ได้ปริมาตรตามต้องการ

ปัญหาสำคัญที่ทำให้การผลิตน้ำอ่อนไม่ได้ประสิทธิภาพสูงเท่าที่ควร คือ ขั้นตอนการล้างเรซินยังทำได้ไม่ถูกต้อง รวมทั้งการผ่านน้ำที่มีคลอรีนหลงเหลือเข้าไปในถังเรซิน ซึ่งเป็นการทำลายโครงสร้างของเรซินที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนประจุทำให้เรซินมีอายุใช้งานสั้นลงจากปกติที่ควรได้ถึง 3 – 4 ปี เหลือเพียง 1 – 2 ปี ส่วนเรซินที่ทนคลอรีนได้จะมีราคาสูงกว่าเรซินโดยทั่วไปมาก (เรซินโดยทั่วไปมีราคาอยู่ที่ประมาณ 55 บาท/ลิตร – ราคาปี 2546) ทั้งนี้ประสิทธิภาพของเรซินสามารถดูได้จากความสามารถของเรซิน (อย่างน้อยควรได้ 50 กรัมความกระด้าง/ลิตรเรซิน สำหรับเรซินใหม่ผู้ขายมักรับประกันที่ 60 กรัมความกระด้าง/ลิตรเรซิน)

$$\text{ความสามารถของเรซิน} = \frac{\text{ค่าความกระด้างทั้งหมด (มก./ลิตร)x ปริมาณน้ำอ่อนที่ผลิตได้ต่อรอบ (ลบ.ม.)}}{\text{ปริมาตรเรซินในถัง (ลิตร)}}$$

ดัชนีชี้วัดอีกตัวหนึ่งที่จะบอกถึงประสิทธิภาพ ได้แก่ ปริมาณการใช้เกลือต่อกิโลกรัมของความกระด้าง ในทางทฤษฎีอัตราส่วนนี้อยู่ที่ 1.16 แต่จากการทดลองของสถาบันเทคโนโลยีน้ำอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม กับโรงงานฟอกย้อมที่มีการใช้น้ำอ่อนวันละ 7,585 ลบ.ม./วัน พบว่าอัตราส่วนนี้อยู่ที่ 3.17 ก่อนการปรับปรุงวิธีการล้างเรซิน (เฉลี่ยจากการเก็บข้อมูล 20 รอบ) และหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ย 1.90 (เฉลี่ยจากการทดลอง 31 รอบ)

$$\text{เกลือ/กก.ความกระด้าง} = \frac{\text{ปริมาณเกลือที่ใช้ในการล้างแต่ละรอบ (กิโลกรัม)} \times 10^3}{\text{ค่าความกระด้างทั้งหมด (มก./ลิตร)} \times \text{ปริมาณน้ำอ่อนที่ผลิตได้ต่อรอบ (ลบ.ม.)}}$$

จากค่าดัชนีต่างๆ ข้างต้น ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ทั้งในการควบคุมการใช้งานชุดเรซิน และใช้ในการหาประสิทธิภาพของการใช้งานเรซิน คือ ปริมาณน้ำที่ผ่านเรซินก่อนที่จะทำการล้างในแต่ละรอบการผลิต ซึ่งไม่สามารถทราบได้หากไม่มีการติดตั้งมิเตอร์ที่ทางเข้าถังเรซิน

2.4.2 วิธีการดำเนินงาน

ก่อนที่จะทำการปรับปรุงการใช้งานถังเรซิน เราจำเป็นต้องทราบประสิทธิภาพของการใช้งานเรซินที่เป็นอยู่ในปัจจุบันก่อน โดยข้อมูลดิบที่ต้องทราบคือ

1. ปริมาณน้ำที่ผ่านถังเรซินในแต่ละรอบการล้าง
2. ความกระด้างเฉลี่ยของน้ำที่เข้าถังเรซิน
3. ปริมาณเกลือที่ใช้ในแต่ละครั้งของการล้าง
4. ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เข้าถังเรซิน

ดังนั้น สิ่งแรกที่จำเป็นต้องมีคือมาตรวัดน้ำก่อนเข้าถังเรซิน (การติดตั้งมาตรวัดน้ำก่อนเข้าถังเรซินแทนที่จะติดในด้านน้ำออก จะมีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่า) และชุดตรวจสอบความกระด้างของน้ำดิบ

หลังจากมีความพร้อมในการเก็บข้อมูลดังกล่าวแล้ว จึงทำการเก็บข้อมูลสภาพปัจจุบันและคำนวณหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้

1. ปริมาณการใช้เกลือต่อค่าความกระด้าง (กก. เกลือ/กก. ความกระด้าง)
2. ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ (%)
3. ความสามารถของเรซิน (กรัมความกระด้าง/ลิตรเรซิน)

และใช้ตัวเลขเหล่านี้ในการตั้งเป้าหมายในการปรับปรุง

2.4.3 ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

เนื่องจากการปรับปรุงในส่วนนี้เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการล้างเรซินเป็นหลัก ในหลักปฏิบัติฯ นี้จึงได้นำเสนอวิธีการล้างที่เหมาะสม ซึ่งได้นำมาจากเอกสารเผยแพร่ของ สถาบันเทคโนโลยีน้ำอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม ไว้เป็นแนวทางดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ขั้นตอนการล้างเรซิน

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์/วิธีการ	ค่าที่เหมาะสม
1. หยุดการผลิต	หยุดผลิตน้ำอ่อนเพื่อเตรียมการล้างย้อน	-
2. ล้างย้อน	ล้างสิ่งสกปรก และให้เม็ดเรซินคลายตัว	การขยายตัวของชั้นเรซิน 50 – 80% อัตราการไหล 15 – 20 เมตร/ชม. 10 – 20 นาที

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์/วิธีการ	ค่าที่เหมาะสม
3. หยุด	หยุดให้เม็ดเรซินจมตัวตามแรงโน้มถ่วงก่อนระบายน้ำทิ้ง	5 นาที
4. ล้างน้ำเกลือ	เพื่อให้เม็ดเรซินทำปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนอิออนกับน้ำเกลือ โดยการสูบน้ำเกลือเข้าถังเรซินจนถึงระดับผิวชั้นเรซิน (ท่วมเรซิน) จากนั้นปรับวาล์วเพื่อปล่อยให้น้ำเกลือไหลผ่านชั้นเรซิน	อัตราการไหล 2 – 8 bv/hr, เวลาอย่างน้อย 30 นาที
การเตรียมสารละลายเกลือ	เตรียมสารละลายเกลือ	Regeneration level 110 – 150 g/l-resin ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เข้าถังเรซิน 10% หรือค่าความถ่วงจำเพาะ 1.074
5. ล้างช้า	เพื่อให้ประสิทธิภาพการใช้เกลือสูงสุด โดยการล้างด้วยน้ำต่อเนื่องจากขั้นตอนการฟื้นฟูสภาพเรซิน	ปริมาตรน้ำล้าง 1 – 2 bv อัตราการไหลเท่ากับขั้นตอนการฟื้นฟูสภาพเรซิน
6. ล้างเร็ว	ล้างน้ำจนสะอาด จนสามารถใช้งานได้ โดยตรวจสอบด้วยวิธีชุดหยดสีทดสอบ (ควรใช้น้ำอ่อนในการล้างหากน้ำดิบมีค่าความกระด้างสูงมากๆ และควรเก็บน้ำส่วนท้ายๆ ก่อนเริ่มผลิตน้ำไว้สำหรับเตรียมน้ำเกลือในการล้างครั้งต่อไป)	ปริมาตรน้ำล้าง 4 – 8 bv อัตราการไหลเท่ากับขั้นตอนการผลิตน้ำอ่อน
7. เริ่มผลิตน้ำ	เริ่มขั้นตอนการทำน้ำอ่อน จนกระทั่งค่าความกระด้างเกินเกณฑ์ที่ต้องการ	อัตราการไหล 5 – 40 bv/h

* bv = ปริมาตรของเรซิน

2.4.4 ตัวอย่างกรณีศึกษา

โรงงานแห่งหนึ่งมีการล้างเรซินประมาณ 2 วันต่อครั้ง โดยใช้เกลือในการล้าง 4 กระสอบ (200 กิโลกรัม) ต่อเรซิน 1,300 ลิตร คิดเป็นระดับการรีเจนเนอร์เรชั่น 153 กรัม/ลิตรเรซิน และขั้นตอนการล้างยังยังไม่ได้เป็นไปตามมาตรฐาน

ทางเลือก การปรับปรุงขั้นตอน วิธีการล้างเรซินให้เป็นไปตามมาตรฐาน และลดระดับการรีเจนเนอร์เรชั่น มาอยู่ที่ 115 กรัม/ลิตร (เพื่อให้พอดีกับปริมาณเกลือ 3 กระสอบ) โดยปริมาณน้ำที่ใช้เตรียมสารละลายเกลือต้องปรับเปลี่ยนตาม เพื่อให้ได้สารละลายเกลือที่มีความเข้มข้น 10% ซึ่งมีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนประจุสูงสุด และใช้ขั้นตอนการล้างตามมาตรฐาน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ไม่มี

ระยะเวลาคืนทุน ทันทีที่ปฏิบัติ

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้โดยประมาณ

คิดจากค่าเกลือกิโลกรัมละ	3	บาท
ลดการใช้เกลือไปได้	150	บาทต่อสองวัน
คิดเป็น	27,000	บาท/ปี

ในกรณีที่ยังไม่มีมาตรวัดน้ำทางเข้าถังเรซิน ควรทำการติดตั้งเพื่อได้ค่าปริมาณน้ำที่ผ่านเรซินแต่ละรอบการล้างเพื่อนำมาคำนวณความสามารถของเรซินได้

สรุป

ประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

- ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 27,000 บาทต่อปี
- ระยะเวลาคืนทุน ทันที

ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม

- ลดปริมาณ Total Dissolved Solids ในน้ำทิ้ง จากการใช้เกลือไม่เต็มประสิทธิภาพ
- ลดปริมาณน้ำใช้ในการล้างต่อปริมาณน้ำอ่อนที่ผลิตได้

2.5 การเติมคลอรีน

2.5.1 ข้อมูลพื้นฐาน

การฆ่าเชื้อโรคโดยใช้คลอรีน เป็นหลักการที่ใช้ปฏิบัติกันมานานกว่า 100 ปี และเป็นวิธีการฆ่าเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพ ประหยัด และปลอดภัย หากมีการใช้อย่างถูกวิธี

ในอุตสาหกรรมอาหาร มีการใช้คลอรีนผสมไปกับน้ำใช้ในกระบวนการผลิต **โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์** ให้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ทั้งนี้คลอรีนที่เติมลงไปนั้น ในขั้นแรกจะไปทำปฏิกิริยากับสารอนินทรีย์ในน้ำ หลังจากนั้นจึงจะทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ และสารประกอบของไนโตรเจนเกิดเป็น Combined Chlorine Residual ท้ายที่สุดจึงจะเหลือเป็น Free Chlorine Residual ดังนั้นเมื่อมีการเติมคลอรีนหลังจากที่เริ่มมี Free Chlorine Residual แล้วการเกิด Free Chlorine Residual จึงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณคลอรีนที่เติม ในกรณีของคลอรีนน้ำและคลอรีนผง pH ของน้ำผสมคลอรีนควรอยู่ระหว่าง 6.5 – 7.0 เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้มากที่สุด การตรวจติดตามปริมาณคลอรีนหลงเหลืออย่างใกล้ชิด นอกจากจะลดปริมาณการสูญเสียคลอรีนและทำให้การใช้คลอรีนมีประสิทธิภาพแล้ว ยังลดผลกระทบต่อพนักงานและต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้คลอรีนมากเกินไปด้วย เนื่องจากปริมาณคลอรีนหลงเหลือที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ และคลอรีนหลงเหลือจะทำปฏิกริยากับสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ในน้ำเกิดสารประกอบ DBPs (Disinfection By Products) จำพวก Thihalomethane (THMs – cancer group B carcinogen)

โดยทั่วไปคลอรีนที่ใช้ในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งมีทั้งหมด 3 ชนิดได้แก่ คลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) คลอรีนน้ำ (NaClO, 10%) และคลอรีนผง ($Ca(ClO)_2$, 70%) โดยมีจุดใช้งานต่างๆ กันดังนี้คือ

- ClO_2 และ คลอรีนน้ำ ใช้เติมในน้ำใช้ทั่วไปเพื่อควบคุมปริมาณคลอรีนหลงเหลือในเส้นท่อ
- คลอรีนน้ำ ใช้เติมในน้ำใช้เฉพาะจุดให้ได้ความเข้มข้นตามต้องการ และ
- คลอรีนผง ใช้เติมในอ่างล้างเท้า และล้างทำความสะอาดต่างๆ

หลายครั้งที่การควบคุมปริมาณคลอรีนในเส้นท่อที่จุดใช้งาน ไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในค่าต่ำสุดที่ต้องการได้ โรงงานจึงต้องกำหนดค่าคลอรีนหลงเหลือให้สูงขึ้นเพื่อให้มีคลอรีนหลงเหลืออยู่ในท่อตลอดเวลา แต่ในขณะเดียวกันเมื่อกำหนดค่าคลอรีนหลงเหลือให้สูงขึ้นโดยการเพิ่มอัตราการจ่ายคลอรีนทำให้ค่าเฉลี่ยของคลอรีนหลงเหลือในเส้นท่อสูงขึ้น และทำให้อายุการใช้งานของระบบท่อและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สั้นลง รวมทั้งพนักงานต้องสัมผัสกับระดับคลอรีนที่สูงขึ้น ปัจจัยหนึ่งที่อาจเป็นสาเหตุของปัญหาการควบคุมระดับคลอรีน คือ ความไม่สม่ำเสมอของคุณภาพน้ำดิบ ทำให้มี

ความต้องการคลอรีนแตกต่างกัน ปกติการควบคุมการจ่ายคลอรีนสามารถกระทำได้ในรูปแบบดังต่อไปนี้

1. เติมคลอรีนต่อเนื่อง ที่อัตราการเติมคงที่ (Continuous, Uniform Rate of Flow) เป็นการควบคุมอัตราการเติมคลอรีนแบบใช้คนควบคุมการเปิด-ปิด ปั๊มเติมคลอรีน เหมาะสำหรับการใช้น้ำที่มีอัตราการไหลสม่ำเสมอ และคุณภาพน้ำไม่เปลี่ยนแปลง
2. เติมคลอรีนเป็นระยะ ที่อัตราการเติมคงที่ (Intermittent, Uniform Rate of Flow) เป็นการควบคุมอัตราการเติมคลอรีนแบบไม่ใช้คนควบคุม (ตั้งเวลาการเปิด-ปิด ปั๊มเติมคลอรีน) มีทำงานเป็นจังหวะ Start – Stop เหมาะสำหรับน้ำดิบที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างสม่ำเสมอ
3. เติมตามอัตราการไหลเพียงอย่างเดียว (Variable Rate) เป็นการควบคุมการเติมคลอรีนให้สัมพันธ์กับอัตราการไหลในขณะนั้น เหมาะสำหรับน้ำดิบที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างสม่ำเสมอ
4. เติมตามความต้องการคลอรีน (Variable Demand) เป็นการควบคุมการเติมคลอรีนโดยอาศัยการวัดปริมาณคลอรีนหลงเหลือหลังจากจุดที่เติมคลอรีนเพื่อส่งสัญญาณไปยังเครื่องจ่ายคลอรีน เหมาะสำหรับน้ำดิบที่มีคุณภาพน้ำไม่สม่ำเสมอ
5. เติมตามอัตราการไหลและความต้องการคลอรีน (Variable Rate and Variable Demand) เป็นการผสมผสานวิธีการที่ 3 และ 4 โดยควบคุมการเติมคลอรีนทั้งจากอัตราการไหล และการวัดปริมาณคลอรีนหลงเหลือ จึงเป็นวิธีการที่แม่นยำแต่ความจำเป็นขึ้นอยู่กับการใช้งาน

การจะเลือกใช้แบบใดขึ้นอยู่กับความแปรผันของคุณภาพน้ำ และการเลือกใช้งานของโรงงาน

นอกจากนี้ในส่วนของการเตรียมคลอรีนในน้ำใช้เฉพาะจุด เช่น น้ำที่ใช้ในการล้างพื้น ล้างอุปกรณ์ ล้างมือ แช่อุปกรณ์ การเตรียมคลอรีนมักจะเตรียมในช่วงความเข้มข้นสูงสุด กล่าวคือ หากควบคุมปริมาณคลอรีนที่ 50 – 200 ppm จะเตรียมน้ำที่ความเข้มข้น 200 ppm โรงงานควรทำการทดลองลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือในน้ำล้าง (ลดมาตรฐานของคลอรีนหลงเหลือลง) และตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ว่าอยู่ในช่วงที่ควบคุมหรือไม่ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ลืมว่าในบางกรณีที่ผลเชื้อไม่ได้ในเกณฑ์ควบคุม อาจมีสาเหตุมาจากอย่างอื่นที่ไม่ได้เกิดจากการลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือก็ได้ ดังนั้นผลที่ได้รับจากการลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือ นอกจากจะสามารถลดเชื้อได้เหมือนเดิมแล้ว ยังทำให้สภาพแวดล้อมการทำงานในห้องทำงานดีขึ้น กลิ่นของคลอรีนลดลง

เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของสหภาพยุโรป (EU Directives) ที่อาจจะมีการบังคับห้ามใช้คลอรีนในอนาคต โรงงานควรพิจารณาปรับลดปริมาณคลอรีนที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น โดยต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต

2.5.2 วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนแรกในการควบคุมปริมาณการเติมคลอรีนลงในน้ำ โรงงานจำเป็นต้องมีแผนผังการใช้น้ำ (Water Balance Diagram) ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ ของการใช้น้ำทั้งหมดภายในโรงงาน เพื่อที่จะสามารถจัดเตรียมน้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งาน และจัดส่งไปยังจุดใช้งานต่างๆได้ (หรืออาจเรียกว่าเป็น Demand Side ในส่วนนี้ได้กล่าวโดยละเอียดในส่วนของการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว)

จากนั้นจึงต้องมาสำรวจในส่วนของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำตั้งแต่จุดสูบน้ำดิบ จนกระทั่งถึงระบบส่งจ่ายไปยังจุดใช้งานปลายทาง โดยอย่างน้อยต้องคำนึงถึง

1. ความสม่ำเสมอของคุณภาพแหล่งน้ำดิบ
2. ระดับคลอรีนหลงเหลือที่ต้องการต่ำสุดในเส้นท่อที่ยอมรับได้ โดยไม่ทำให้ระบบท่อ หรือวัสดุ อุปกรณ์สึกกร่อน รวมทั้งไม่ส่งผลให้ปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น

โรงงานจำเป็นต้องเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำดิบ (ความต้องการคลอรีน – Chlorine Demand) ของแหล่งน้ำของโรงงาน หากโรงงานใช้น้ำจากหลายแหล่งอาจวัดจากบ่อพักน้ำที่รวบรวมน้ำทั้งหมดมาแล้ว เพื่อดูคุณภาพน้ำที่สัมผัสกับคลอรีน แล้วจึงเลือกการควบคุมการเติมคลอรีนที่เหมาะสมและมีราคาต่ำที่สุด

ในส่วนของการลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือในน้ำใช้เฉพาะจุด ฝ่ายควบคุมคุณภาพต้องเข้าช่วยเหลือในการตรวจสอบปริมาณเชื้อเพื่อทดลองลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือลง

2.5.3 ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

1. หากโรงงานพบว่าคุณภาพน้ำดิบไม่คงที่ และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การควบคุมการเติมคลอรีนครั้งแรกในน้ำ โดยใช้การแปรผันตามปริมาณคลอรีนหลงเหลือ (ด้วยการวัด Oxidation Reduction Potential) จะช่วยให้สามารถควบคุมปริมาณคลอรีนหลงเหลือได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. โรงงานอาจทดลองลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือในน้ำล้างลง โดยตรวจสอบปริมาณเชื้อให้ได้ตามเกณฑ์เดิม

2.5.4 ตัวอย่างกรณีศึกษา

กรณีศึกษา 1

ทางเลือก	โรงงานแห่งหนึ่งมีการควบคุมปริมาณคลอรีนหลงเหลือในเส้นท่อไว้ที่ 2 มก./ลิตร โดยใช้วิธีการเติมคลอรีนตามอัตราการไหล เพียงอย่างเดียว หากสามารถเปลี่ยนวิธีการเติมคลอรีนครั้งแรกให้กับน้ำบาดาล (Pre-chlorination) ให้เป็นไปตามปริมาณความต้องการคลอรีน (Variable demand) ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำ และอัตราการไหล โดยวิธีการวัดอัตราการไหลร่วมกับการวัด ORP (Oxidation Reduction Potential) จะทำให้สามารถควบคุมการจ่ายคลอรีนได้แม่นยำ และหากสามารถลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือส่วนเกิน จาก 2 ppm ลงเป็น 1 ppm จะสามารถลดปริมาณคลอรีนน้ำลงได้ 20 ลิตรต่อวัน (คิดที่อัตราการใช้น้ำของโรงงาน 2,000 ลบ.ม.ต่อวัน) อีกทั้งยังช่วยยืดอายุการใช้งานของถังกรองคาร์บอน และระบบท่อต่างๆ ได้ด้วย (ในกรณีนี้ คุณภาพน้ำบาดาลของโรงงานทั้ง 4 บ่อมีคุณภาพค่อนข้างแตกต่างกัน จากการเก็บตัวอย่าง 2 วัน)
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	การติดตั้งเครื่องมือวัด ORP ประมาณ 50,000 – 70,000 บาท ขึ้นกับยี่ห้อและอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่
ระยะเวลาคืนทุน	ประมาณ 2 ปี
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	ประมาณ 30,000 บาทต่อปี (ค่าใช้จ่ายโดยตรง)

ตามสมมติฐานข้างต้นสามารถคำนวณได้ดังนี้

ปริมาณคลอรีนน้ำที่ลดลง	20 ลิตรต่อวัน หรือ 6,000 ลิตรต่อปี
คิดเป็นราคาเท่ากับ	30,000 บาท/ปี

ทั้งนี้ยังไม่รวมผลจาก

- ลดความเสี่ยงที่จะไม่มีคลอรีนหลงเหลือในเส้นท่อเมื่อคุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปมากโดยไม่ทราบล่วงหน้า (ซึ่งอาจส่งผลให้ความต้องการคลอรีนสูงขึ้น)
- ลดระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของคลอรีนในเส้นท่อ
- ยืดอายุการใช้งานของระบบท่อ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ
- ลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือที่จะไปทำปฏิกริยากับสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ในน้ำเกิดสารประกอบ DBPs (Disinfection By Products)

สรุป

ประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

- ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 30,000 บาทต่อปี
- ระยะเวลาคืนทุน ประมาณ 2 ปี

ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม

- ลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย
- ลดปริมาณสารประกอบ DBPs (Disinfection By Products) จำพวก Thihalomethane (THMs – cancer group B carcinogen) ที่เกิดจากคลอรีนหลงเหลือ กับสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ในธรรมชาติ
- ลดปริมาณ TDS (Total Dissolved Solids) ที่เกิดจาก Chloride
- ลดการสัมผัสกับคลอรีนความเข้มข้นสูงๆ ของพนักงาน สภาพแวดล้อมการทำงานดีขึ้น

กรณีศึกษา 2

ทางเลือก โรงงานแห่งหนึ่งเตรียมน้ำที่ใช้ล้างพื้น ล่างอุปกรณ์ ล้างมือ แช่อุปกรณ์ ที่ความเข้มข้น 50 – 200 ppm โดยจะเตรียมที่ 200 ppm ทุกครั้ง ได้ลดความเข้มข้นในการเตรียมลงเหลือ 100 ppm จากผลการทดลองตรวจสอบผลเชื้ออยู่ในค่าที่ควบคุมคือ
TVC ไม่เกิน 500 CFU/g (CFU = Colony-forming units)
โคลิฟอร์ม (Coliform) ไม่พบ
อี.โคไล (E.Coli) ไม่พบ
ผลที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ใช้จ่ายในการตรวจวัดเชื้อซึ่งเป็นงานควบคุมคุณภาพที่ดำเนินการอยู่แล้ว

ระยะเวลาคืนทุน ทันทีที่เริ่มดำเนินการ

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 90,000 บาทต่อปี (ค่าใช้จ่ายโดยตรง)

ตามสมมติฐานข้างต้นสามารถคำนวณได้ดังนี้

ปริมาณคลอรีนน้ำที่ลดลง	1,500 ลิตร/เดือน
คิดเป็นราคาเท่ากับ	7,500 บาท/เดือน หรือ 90,000 บาท/ปี

สรุป

ประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

- ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ประมาณ 90,000 บาทต่อปี
- ระยะเวลาคืนทุน ทันที

ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม

- ลดปริมาณคลอรีนหลงเหลือที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย
- ลดปริมาณสารประกอบ DBPs (Disinfection By Products) จำพวก Thihalomethane (THMs – cancer group B carcinogen) ที่เกิดจากคลอรีนหลงเหลือ กับสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ในธรรมชาติ
- ลดปริมาณ TDS ที่เกิดจาก Chloride
- ลดการสัมผัสกับคลอรีนความเข้มข้นสูงๆ ของพนักงาน สภาพแวดล้อมการทำงานดีขึ้น

2.6 การจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม

2.6.1 ข้อมูลพื้นฐาน

ประเด็นของเรื่องการจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม เป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากสำหรับอุตสาหกรรม เพราะแสดงถึงแนวทางในการนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์และจัดทำดัชนีชี้วัดหลักๆ ที่ทางโรงงานควรตรวจสอบเพื่อให้รู้ถึงสภาพการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่างๆ ในโรงงาน ที่จะส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งถ้ามีสัญญาณของปัญหาหรือเหตุขัดข้องที่จะเกิดขึ้น การตรวจสอบข้อมูลอยู่อย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้โรงงานทราบถึงปัญหาได้อย่างรวดเร็วและแก้ไขได้ทันท่วงที

การจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมหรือด้านอื่นๆ จะเกิดประโยชน์คุ้มค่าก็ต่อเมื่อมีการนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ ซึ่งเป็นสิ่งที่บางอุตสาหกรรมอาจละเลยในจุดนี้ บางครั้งการใช้ข้อมูลมีเพียงเพื่อตรวจสอบค่าใช้จ่ายเท่านั้น และทำให้ไม่เห็นคุณค่าของข้อมูล ในที่นี้จึงได้แบ่งองค์ประกอบของการจัดการข้อมูล ออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ข้อมูลดิบ (Raw data)
2. ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ (Information)
3. ความรู้ที่เกิดจากข้อมูลที่เป็นประโยชน์ (Knowledge)
4. การปรับปรุงพัฒนาที่เกิดจากการใช้ความรู้ (Improvement)

หากการจัดการข้อมูลขาดความสมดุลในส่วนใดส่วนหนึ่งไปจะทำให้ข้อมูลเหล่านั้นไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรืออาจไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ใดๆเลย ซึ่งจะเป็นผลทำให้ต้นทุนในการจัดการข้อมูลเหล่านั้นเป็นเพียงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น แตกต่างจากการจัดการข้อมูลที่ครอบคลุม และมีการวางแผนที่ดี ที่ทำให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นนอกจากจะต่ำลงแล้ว ยังถือเป็นการลงทุนที่สามารถสร้างผลตอบแทนกลับคืนได้

สำหรับโรงงานที่ยังไม่ได้คำนึงถึงการจัดการข้อมูลอย่างจริงจัง อาจใช้ประโยชน์จากการจัดตั้งทีมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด และการตรวจประเมินเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ช่วยในการหาประเด็นปัญหา แล้วจึงทำงานย้อนกลับมากำหนดข้อมูลดิบที่ต้องการ และวางแผนการจัดการข้อมูลทั้งหมดอีกครั้ง

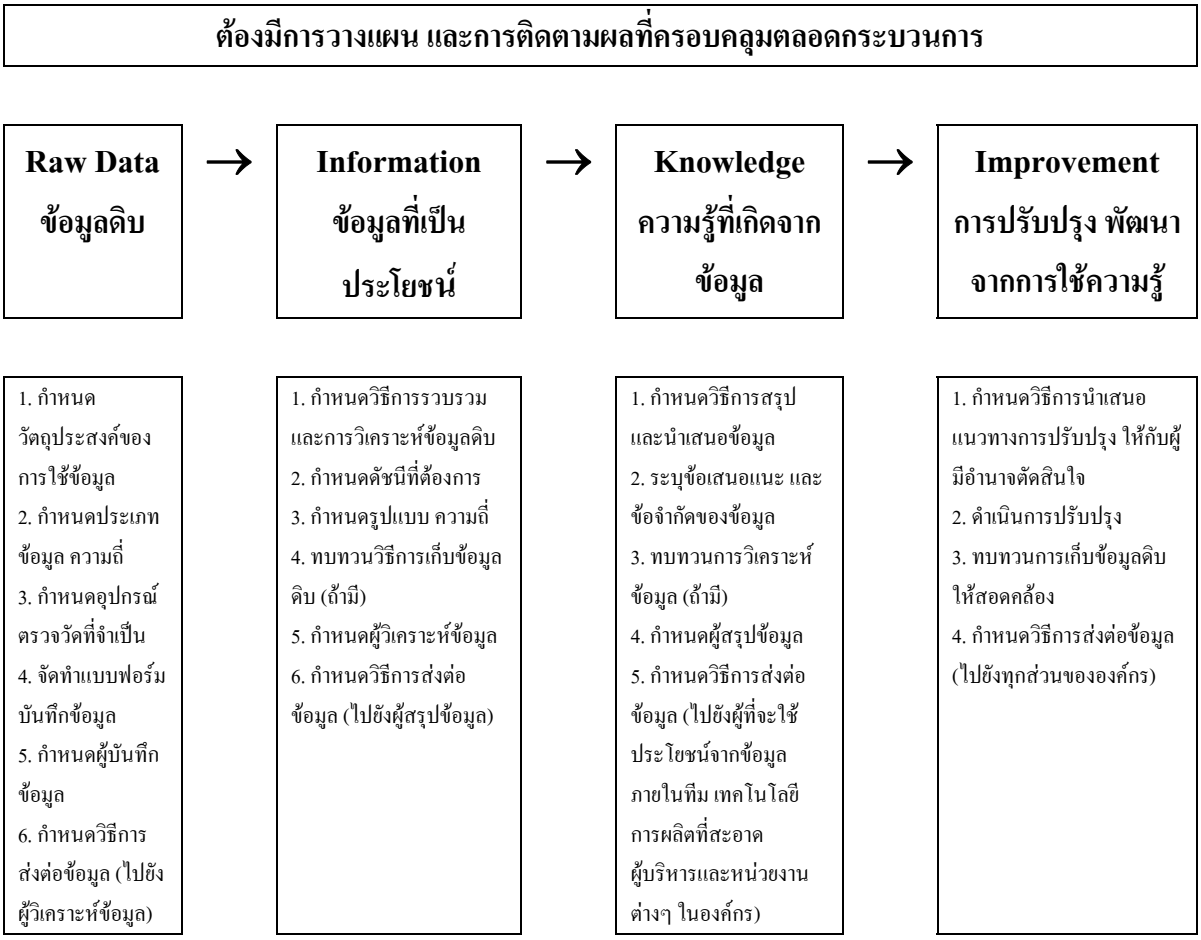
ตัวอย่างเช่น จากการตรวจประเมินพบว่าระบบบำบัดน้ำเสียประสบปัญหาในการบำบัดน้ำเสียในบางช่วงเวลา ทีมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดได้ดำเนินการหาสาเหตุของปัญหา เพื่อแก้ไขปัญหาที่ต้นทาง โดยกำหนดให้มีการเก็บข้อมูลดิบการใช้น้ำในจุดที่มีการใช้น้ำปริมาณมากโดยการติดตั้งมาตรวัดน้ำ และบันทึกตัวเลขตามมาตรวัดทุกชั่วโมง รวมทั้งปริมาณวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการในแต่ละกะ หลังจากนั้นหนึ่งถึงสองสัปดาห์ จึงได้นำข้อมูลดิบที่ได้จากการบันทึกและข้อมูลดิบอื่นๆ

เช่น เวลาในการล้างพื้น มาทำการวิเคราะห์หาดัชนีการใช้น้ำต่อหน่วยของแต่ละจุด (หรือแต่ละหน้าที่) และดูความแตกต่างของแต่ละวัน แต่ละกะ (หรือแต่ละรูปแบบการทำงาน) แล้วจึงร่วมกันนำเสนอทางเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุด สิ่งหนึ่งที่ต้องตระหนักถึงก็คือปัญหาที่เกิดที่ปลายทางเป็นผลมาจากการใช้น้ำในแต่ละจุดย่อย ในกรณีนี้การแก้ปัญหาอาจเป็นเพียงการปรับเปลี่ยนเวลาในการล้างเพื่อลดสภาวะพีคโหลดของระบบก็ได้ ซึ่งหากทำได้จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงระบบ หรือในการเพิ่มปริมาตรบ่อปรับเสถียรของน้ำเสีย (Equalization Tank) ไปได้ หลังจากได้แนวทางที่จะดำเนินการแล้วจึงทำการทบทวนข้อมูลดิบที่ต้องการเก็บให้สอดคล้องกับการตรวจติดตามอีกครั้ง

นอกจากนี้การจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ ยังสามารถขยายผลเพื่อช่วยให้โรงงานมองเห็นค่าใช้จ่ายที่ซ่อนอยู่จากการใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่า ตัวอย่างเช่น ในเรื่องของการใช้น้ำแข็ง หากโรงงานสนใจเพียงข้อมูลค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำแข็งเพียงอย่างเดียว จะมองข้ามต้นทุนที่แท้จริงของการใช้ทรัพยากร เพราะค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการผลิตไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด รวมทั้งยังไม่ครอบคลุมถึงค่าใช้จ่ายในการใช้งาน กล่าวคือน้ำแข็งที่ผลิตได้บางส่วนได้ถูกนำไปใช้งาน บางส่วนละลายไปโดยที่ยังไม่ได้ใช้งาน บางส่วนใช้งานไม่เต็มที่ และยังมีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับทำน้ำแข็ง รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากน้ำแข็งทั้งส่วนที่ใช้งานอย่างเต็มที่แล้วและส่วนที่ยังไม่ได้ใช้งานอย่างเต็มที่ เช่นเดียวกันกับกรณีของการกำจัดบรรจุภัณฑ์ของสารเคมีต่างๆ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นไม่เป็นเพียงค่าใช้จ่ายที่โรงงานจ่ายออกไปให้กับผู้รับเหมาในการกำจัดเศษวัสดุเหล่านั้น แต่ยังมีค่าใช้จ่ายจาก สารเคมีที่ยังค้างอยู่ที่บรรจุภัณฑ์ ค่าใช้จ่ายในการจัดการเศษวัสดุภายในโรงงาน

2.6.2 วิธีการดำเนินงาน

การเริ่มดำเนินการในการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบต้องคำนึงถึงประเด็นต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แนวทางการดำเนินงานในการจัดการข้อมูล

2.6.3 ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

การเริ่มจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบในเรื่องใดก่อนนั้นขึ้นอยู่กับสภาพของโรงงาน และลำดับความสำคัญของแต่ละประเด็นที่ได้จากการตรวจประเมินเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ในเบื้องต้นควรสอดคล้องกับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอื่นๆ ที่จะเลือกทำ โดยอาจเริ่มจากแต่ละส่วนแยกกัน เช่น การใช้น้ำ การใช้ไฟฟ้า เป็นต้น แต่สุดท้ายแล้วข้อมูลทั้งหมดต้องถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไปได้

2.6.4 ตัวอย่างกรณีศึกษา

เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นเรื่องการจัดการข้อมูล จะขอยกตัวอย่างการจัดการข้อมูลที่ใกล้ตัวมากขึ้น ได้แก่ การใช้สบู่ล้างมือ ของพนักงานก่อนเข้าบริเวณผลิต เป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ข้อมูลดิบ (Raw data) ที่ต้องการได้แก่
    - ปริมาณที่ใช้ในแต่ละเดือน (บันทึกรายวัน) (ลิตร)
    - จำนวนพนักงานที่เข้างานในแต่ละเดือน (บันทึกรายวัน) (คน)
    - ปริมาณ และความถี่ที่ซื้อแต่ละครั้ง (ลิตร/…วัน)
2. ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ (Information) ได้แก่
    - ปริมาณการใช้ต่อเดือน (ลิตร/เดือน)
    - รวมคน-วัน ทั้งหมดในแต่ละเดือน (คน-วัน/เดือน)
    - ปริมาณการใช้ต่อคนต่อวัน (ลิตร/คน/วัน)
    - ปริมาณการใช้ที่ควรจะเป็นต่อคนต่อวัน (คิดจากปริมาณการใช้ต่อคนต่อครั้งประมาณ 1 มิลลิลิตร สำหรับอุปกรณ์จ่ายสบู่แบบไดอะแฟรม วันละอย่างน้อย 3 ครั้ง/คน)
3. ความรู้ที่เกิดจากข้อมูลที่เป็นประโยชน์ (Knowledge) ได้แก่
    - เปรียบเทียบปริมาณการใช้ต่อคนต่อวันเทียบกับปริมาณการใช้ที่ควรจะเป็นต่อคนต่อวัน หากมีความแตกต่างกันมาก มีความเป็นไปได้ที่
        ก.1 หากปริมาณที่ใช้น้อยกว่าที่ควรจะเป็นมาก พนักงานอาจไม่ได้ล้างมือก่อน
        ก.2 หากปริมาณที่ใช้มากกว่าที่ควรจะเป็นมาก อุปกรณ์อาจชำรุด
    - เปรียบเทียบปริมาณการใช้ต่อเดือน กับปริมาณการสั่งซื้อเทียบกลับเป็นต่อเดือน หากปริมาณที่ใช้น้อยกว่าที่สั่งซื้อมาก มีความเป็นไปได้ที่
        ข.1 มีสต๊อกมากเกินความจำเป็น หรือมีการสูญเสียระหว่างการเก็บรักษา
4. การปรับปรุงพัฒนาที่เกิดจากการใช้ความรู้ (Improvement)
    - กรณี (ก.1) อาจเริ่มจาก ทำความเข้าใจ อบรมพนักงาน
    - กรณี (ก.2) อาจเริ่มจาก ตรวจสอบอุปกรณ์แต่ละชุด
    - กรณี (ข.1) อาจเริ่มจาก การตรวจสอบการเก็บรักษา การจัดซื้อ

บทที่ 3
การเริ่มต้นกับเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

หลังจากที่ได้นำเสนอปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตในบทที่ 1 ตลอดจนทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในบทที่ 2 แล้วนั้น ในบทนี้จะได้กล่าวถึงในส่วนของการเริ่มต้นกับเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

เนื่องจากปัญหาและอุปสรรคที่พบในการเริ่มต้นลงมือปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาจาก 2 สาเหตุหลัก คือ

1. โรงงานยังมีความไม่แน่ใจว่าแนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจะสามารถช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพได้อย่างไร ตลอดจนยังไม่แน่ใจว่าทางโรงงานของตนเองมีความจำเป็นมากน้อยแค่ไหนกับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
2. โรงงานที่มีความสนใจในแนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด และเห็นว่ามีประโยชน์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต มักจะประสบปัญหาเนื่องจากไม่แน่ใจว่าควรจะเริ่มที่จุดไหนก่อน ตลอดจนขาดแหล่งค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม

ดังนั้นภายในบทนี้จะให้ข้อมูลเพื่อช่วยโรงงานให้สามารถตอบคำถามทั้งสองข้อได้ และเมื่อโรงงานมีความพร้อมที่จะลงมือปฏิบัติแล้ว สามารถดำเนินการตามขั้นตอนที่เสนอแนะไว้ และสามารถติดต่อกับหน่วยงานที่พร้อมจะให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิค ตลอดจนแหล่งสนับสนุนด้านเงินทุน ซึ่งได้รวบรวมไว้ในบทนี้ด้วยเช่นกัน

รายละเอียดในการเริ่มต้นกับเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดนั้นแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนคือ

1. รายการคำถามเบื้องต้นสำหรับผู้บริหาร เพื่อให้ผู้บริหารมีโอกาสประเมินประสิทธิภาพของโรงงานอย่างคร่าวๆ เนื่องจากอำนาจในการตัดสินใจย่อมขึ้นอยู่กับผู้บริหาร ดังนั้นถ้าหากผู้บริหารเห็นความสำคัญแล้วผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิคจึงจะสามารถลงมือปฏิบัติในขั้นต่อไปได้
2. ขั้นตอนและกลยุทธ์ในการดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ในส่วนนี้เป็นระบบการจัดการด้านเทคโนโลยีการผลิตสะอาดให้เกิดขึ้นภายในโรงงาน ซึ่งช่วยให้สามารถปรับเปลี่ยนและประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานภายในโรงงานที่เหมาะสมสำหรับแต่ละแห่ง

3. แหล่งข้อมูลเพิ่มเติมด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ผู้ที่สนใจต้องการได้รับคำแนะนำเพิ่มเติม สามารถติดต่อไปยังหน่วยงานต่างๆ ได้ตามต้องการ (รายชื่อที่นำเสนอมานี้เป็นเพียงบางส่วน)
4. แหล่งสนับสนุนด้านเงินทุน ประกอบด้วยข้อมูลองค์กร ตลอดจนสถาบันการเงินที่ให้ความช่วยเหลือในการกู้ยืมเงิน หรือเป็นกองทุนให้เปล่า สำหรับภาคอุตสาหกรรมที่สนใจดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด แต่ยังขาดงบประมาณในการเริ่มต้น

รายการคำถามเบื้องต้นสำหรับผู้บริหาร

วัตถุประสงค์ของรายการคำถามนี้เพื่อประเมินทัศนคติของผู้บริหารที่มีต่อโรงงานตนเอง เป็นคำถามปลายปิดที่ผู้ตอบอาจจะตอบว่า ใช่ ไม่ใช่ หรือไม่มีข้อมูลก็ได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 หากท่านตอบว่าใช่ หรือ ไม่มีข้อมูลเพียงแค่หนึ่งข้อ แสดงว่าแนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมีประโยชน์ต่อองค์กรของท่าน

ตารางที่ 3.1 ตารางประเมินทัศนคติของผู้บริหาร

	ใช่	ไม่ใช่	ไม่มีข้อมูล
1. มีค่าใช้จ่ายที่มากเกินไปสำหรับวัตถุดิบ			
2. มีค่าใช้จ่ายที่มากเกินไปสำหรับค่าเชื้อเพลิง			
3. มีค่าใช้จ่ายที่มากเกินไปสำหรับค่าไฟฟ้า			
4. มีค่าใช้จ่ายที่มากเกินไปสำหรับค่าน้ำ			
5. มีปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำเสีย กลิ่น			
6. มีความจำเป็นต้องรักษาภาพพจน์ที่ดีต่อชุมชน			
7. มีค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นมากเกินความจำเป็น			
8. มีปัญหาเรื่องการหยุดฉุกเฉินหน้างาน (Breakdown) ของเครื่องจักร ในสัดส่วนที่สูงกว่าการบำรุงรักษาตามแผน			
9. ต้องการพัฒนาโรงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น			

ขั้นตอนและกลยุทธ์ในการดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

การตรวจประเมินด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เป็นวิธีที่ใช้ตรวจสอบเพื่อหาประเด็นที่น่าสนใจสำหรับบริเวณที่มีการใช้ทรัพยากรอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ และมีการจัดการของเสียที่ยังไม่ดีพอ โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับของเสียและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต ขั้นตอนในการตรวจประเมินด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ตามคู่มือการตรวจประเมินของ UNEP (1996) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.1

ขั้นตอนที่ 1: การวางแผนและจัดตั้งทีมงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

วัตถุประสงค์ในขั้นตอนนี้ คือ การเตรียมงานทั้งด้านบุคลากรและทรัพยากรอื่นๆ และวางแผนโครงการ เพื่อให้โครงการตรวจประเมินด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการ รวมทั้งเพื่อให้ฝ่ายบริหารระดับสูงของโรงงานให้ความสำคัญและการสนับสนุนโดย

- กำหนดนโยบายอย่างชัดเจนและเป็นลายลักษณ์อักษร โดยแจ้งทุกแผนกเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วม ทำการชี้แจงนโยบายเป็นระยะๆ เพื่อให้เกิดการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง โดยนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมต้องประกอบด้วยวิสัยทัศน์และภารกิจขององค์กร วัตถุประสงค์ในการลดการใช้วัตถุดิบและทรัพยากรในการผลิต รวมทั้งการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น โดยมีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน วัดผลได้ และมีกรอบเวลากำหนดไว้ เช่น โรงงานจะลดปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ลง 10% ภายใน 1 ปี นับจากเริ่มโครงการ
- จัดตั้งทีมงานที่ประกอบด้วยผู้แทนจากฝ่ายต่างๆ ของโรงงาน ได้แก่ ฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ฝ่ายวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อม ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายจัดซื้อ/จำหน่าย โดยร่วมประชุมเพื่อปรึกษาหารือและเสนอแนวทางข้อคิดเห็นต่างๆ เพื่อค้นหาของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต แล้วหาทางแก้ไขเพื่อให้การสูญเสียนั้นเป็นศูนย์ หรือเป็นการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงเพิ่มคุณภาพและอัตราการผลิต

ขั้นตอนที่ 2: การตรวจประเมินเบื้องต้น

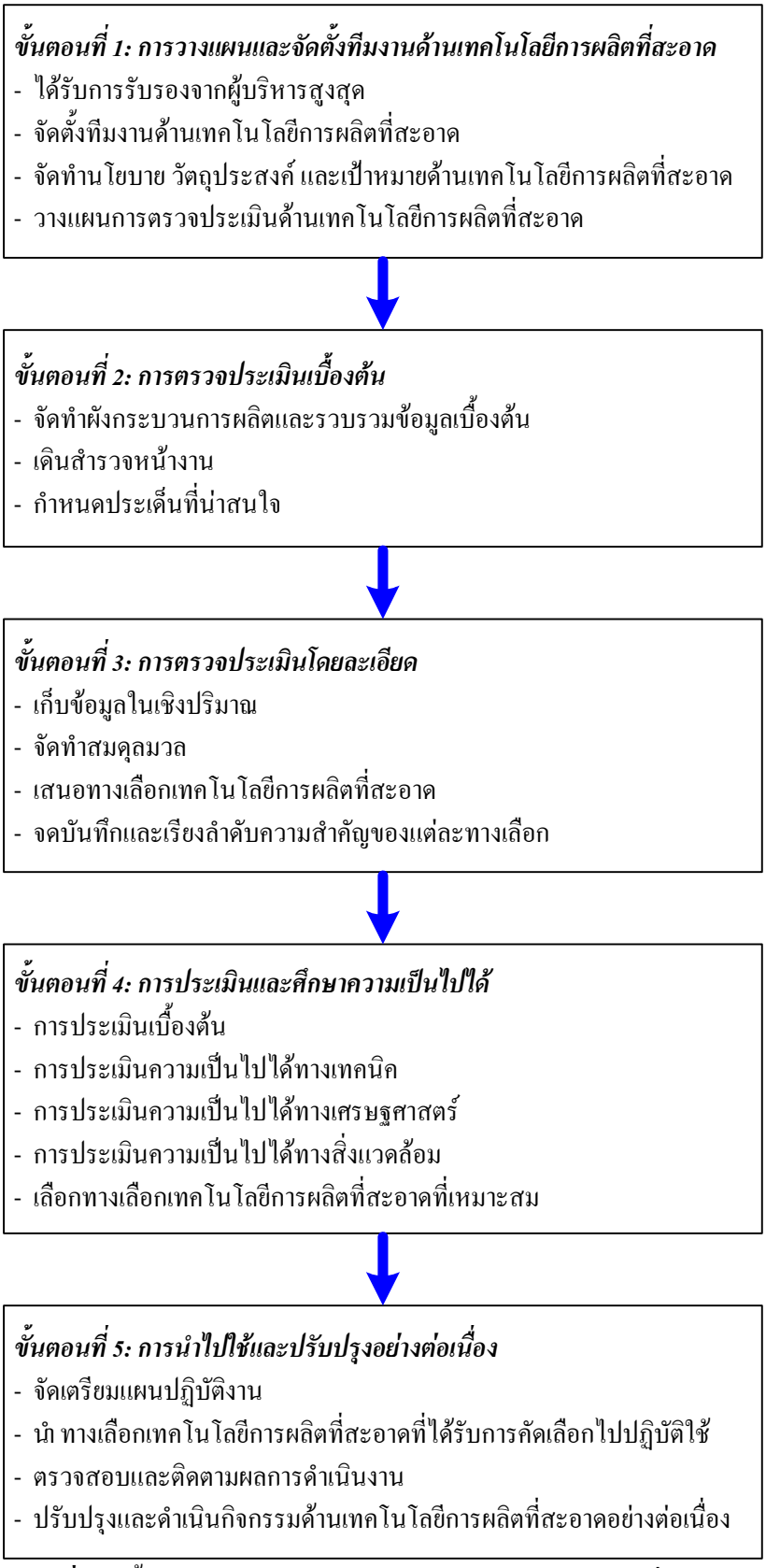
ในการตรวจประเมินเบื้องต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตของโรงงานและประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง โดยทางทีมงานสามารถใช้เครื่องมือที่สำคัญ คือ ผังกระบวนการในการอธิบายกระบวนการผลิต ซึ่งผังกระบวนการนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการทำสมดุลมวลเมื่อทำการตรวจประเมินโดยละเอียดในขั้นต่อไป การตรวจประเมินเบื้องต้นประกอบด้วย

- *จัดทำผังกระบวนการผลิตและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น:* โดยให้ความสนใจกับกิจกรรมที่มักไม่อยู่ในแผนผังกระบวนการทั่วไป เช่น

- การทำความสะอาด
- การขนส่งและเก็บรักษาวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์
- ระบบสนับสนุนอื่นๆ เช่น ระบบน้ำหล่อเย็น ระบบผลิตไอน้ำและอากาศอัด
- การซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์
- สารหรือวัตถุที่ปนเปื้อนออกมา เช่น สารเร่งปฏิกิริยา สารหล่อลื่น เป็นต้น

ในการจัดทำผังกระบวนการผลิต ทีมงานสามารถบันทึกรายละเอียดของแต่ละกระบวนการโดยใช้แผ่นงานแสดงมวลเข้าและมวลออกของแต่ละหน่วยกระบวนการ เพื่อให้การทำงานสะดวกขึ้น

- *การเดินสำรวจเบื้องต้น:* ข้อมูลบางส่วนที่ต้องบันทึกลงในแผ่นงานแสดงมวลเข้าและมวลออกของแต่ละหน่วยกระบวนการจะได้จากการเดินสำรวจเบื้องต้น ซึ่งการเดินสำรวจที่ดีควรจะเดินไล่ตามหน่วยกระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ (เช่น ตั้งแต่รับวัตถุดิบ จนได้เป็นผลิตภัณฑ์และจัดส่งออกไป) โดยให้ความสนใจในส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้ การใช้ทรัพยากร และของเสียที่เกิดขึ้น ในระหว่างการเดินสำรวจทีมงานควรพูดคุยกับพนักงานประจำเครื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลของลักษณะการทำงานจริง ลักษณะ/ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งมักนำมาสู่โอกาสในการลดของเสียหรือโอกาสในการใช้ทรัพยากรให้น้อยลง นอกจากนี้ทางทีมงานควรบันทึกถึงปัญหาที่พบเห็นและแนวทางแก้ไข (ถ้าเป็นไปได้)
- *กำหนดประเด็นที่น่าสนใจ:* เนื่องจากเวลาและบุคลากรที่มีจำกัด ทำให้บางครั้งการตรวจประเมินโดยละเอียดไม่สามารถทำได้ในทุกกระบวนการ ทางทีมงานสามารถกำหนดประเด็นที่น่าสนใจในบางหน่วยกระบวนการ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาว่าเป็นหน่วยกระบวนการที่
  - ก่อให้เกิดของเสียในปริมาณมาก
  - ใช้หรือทำให้เกิดสารเคมีหรือวัตถุอันตราย
  - คิดเป็นจำนวนเงินที่สูญเสียไปสูง
  - มีประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปใช้อย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการตรวจประเมินด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ขั้นตอนที่ 3: การตรวจประเมินโดยละเอียด

ทีมงานทำการเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณสำหรับประเด็นที่น่าสนใจ ที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการตรวจประเมินเบื้องต้น เพื่อนำมาทำสมดุลมวล

- *เก็บข้อมูลในเชิงปริมาณ:* ในการพิจารณาว่าควรเก็บข้อมูลใดบ้าง ทีมงานสามารถใช้แผ่นงานแสดงมวลเข้าและมวลออกของแต่ละหน่วยกระบวนการประกอบการพิจารณา โดยข้อมูลที่ทำการเก็บบันทึกควรเป็นปริมาณต่อหน่วยการผลิต เช่น ปริมาณน้ำใช้ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะช่วยในการวิเคราะห์จุดที่มีการสูญเสีย เช่น ปริมาณการใช้น้ำต่อคนในส่วนของสำนักงานสูงขึ้นมากในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา อาจมีสาเหตุมาจากท่อรั่ว หรือก็อกน้ำชำรุดปิดไม่สนิท เป็นต้น
- *การทำสมดุลมวล:* เพื่อต้องการทราบปริมาณวัตถุดิบ น้ำใช้ และพลังงานทั้งหมดที่เข้าและออกจากระบบ โดยตามทฤษฎีแล้วมวลเข้า (Input) ต้องเท่ากับมวลออก (Output) อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะได้ข้อมูลปริมาณมวลเข้าและมวลออกทั้งหมด โดยเฉพาะในส่วนของของเสียและผลพลอยได้ มักจะเป็นการประมาณการจากการทำสมดุลมวล ดังนั้นจึงขึ้นกับทีมงานว่าสามารถยอมรับระดับความผิดพลาดได้เท่าไร
- *เสนอทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด:* ทางเลือกของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่ได้จากการตรวจประเมิน ส่วนมากแล้วมักจะขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของทีมงาน นอกจากนี้การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้สมดุลมวลประกอบการพิจารณาจะช่วยให้ทีมงานมองเห็นทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดด้วยเช่นกัน สำหรับแหล่งข้อมูลอื่นๆ นอกองค์กรที่ช่วยในการหาทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดประกอบด้วย
  - บริษัทที่ปรึกษา/บริษัทผู้จำหน่ายเครื่องจักรอุปกรณ์
  - สมาคมทางการค้า
  - มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย และหน่วยงานราชการ
  - บทความและข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต

  โดยทั่วไปแล้วทางเลือกของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสามารถแบ่งออกเป็นประเภทหลักๆ ได้ดังนี้
  - การจัดการที่ดีภายในโรงงานและวิธีการทำงานที่ถูกต้อง (Good Housekeeping) คือ การบริหารกระบวนการผลิตและการปฏิบัติงานให้มีศักยภาพ
  - การปรับปรุงเทคโนโลยี
  - การนำกลับมาใช้ซ้ำ/นำกลับมาใช้ใหม่

- *จดบันทึกและเรียงลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก:* เมื่อทีมงานได้คัดเลือกแนวทางเลือกในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดได้แล้ว ต้องมีการเรียงลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก และความยากง่ายในการปฏิบัติ (นำไปปฏิบัติได้ทันที หรือต้องศึกษาเพิ่มเติม)

ขั้นตอนที่ 4: การประเมินและศึกษาความเป็นไปได้

เมื่อทางทีมงานเลือกแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดได้แล้ว ต้องมีการประเมินและศึกษาความเป็นไปได้ทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเลือกเฉพาะแนวทางที่มีความเหมาะสมมาใช้

- *การประเมินเบื้องต้น:* โดยการประเมินร่วมกันระหว่างทีมงานและผู้บริหารเพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้เบื้องต้นของแต่ละแนวทาง ซึ่งผลของการประเมินเบื้องต้นจะบอกได้ว่าแนวทางไหนมีความเป็นไปได้และแนวทางไหนต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม
- *การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค:* ต้องมีการศึกษาถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และความปลอดภัยที่จะเกิดจากการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีหรือวิธีการทำงาน นอกจากนี้ต้องพิจารณาด้วยว่าจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมพนักงานเพิ่มเติมหรือการบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นหรือไม่
- *การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์:* โดยการเปรียบเทียบต้นทุนในการเปลี่ยนแปลงกับมูลค่าที่จะประหยัดได้ โดยต้นทุนแบ่งได้เป็นเงินลงทุนและค่าดำเนินการ โดยปกติการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์จะใช้การคิดระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback period) มูลค่าปัจจุบันของโครงการ (NPV) และ Internal rate of return (IRR)
- *การประเมินความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม:* ในบางกรณีประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้จากทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจะค่อนข้างชัดเจน แต่ในบางกรณีการประเมินประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจะกระทำได้ค่อนข้างยาก การประเมินความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อมโดยอิงกับกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆ จะช่วยให้การประเมินทำได้สะดวกขึ้น

ขั้นตอนที่ 5: การนำไปใช้และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ถึงแม้ทางทีมงานจะเลือกแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่มีความเหมาะสมไว้แล้ว แต่หากไม่มีการนำไปปฏิบัติใช้วิธีการป้องกันมลพิษนั้นจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ใดเลยกับโรงงาน ดังนั้นจึงต้องมีการจัดทำแผนปฏิบัติงานและตรวจติดตามเพื่อทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

- *จัดเตรียมแผนปฏิบัติงาน:* รายละเอียดของแผนปฏิบัติงานต้องประกอบด้วย
  - กิจกรรมที่ต้องกระทำ
  - วิธีการที่ต้องปฏิบัติในกิจกรรมนั้นๆ
  - ทรัพยากรที่ต้องการในการปฏิบัติงาน (เงินและคน)
  - บุคคลที่จะรับผิดชอบกิจกรรมนั้นๆ
  - กรอบเวลาในการทำงาน
- *นำแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่ได้รับการคัดเลือกไปปฏิบัติใช้:* ในบางครั้งการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานหรือติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่ตามแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่นำมาใช้ อาจต้องมีการฝึกอบรมพนักงานเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบถึงวิธีปฏิบัติงานใหม่หรือวิธีการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่
- *ตรวจสอบและติดตามผลการดำเนินงาน:* การตรวจสอบและติดตามผลการดำเนินงานเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการประเมินผลที่ได้รับจากการนำแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติใช้ โดยปกติแล้วตัวบ่งชี้ผลการทำงานดีขึ้นประกอบด้วย
  - ปริมาณของเสียต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ลดลง
  - ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ลดลง
  - ความสามารถในการทำกำไรสูงขึ้น
- *ปรับปรุงและดำเนินกิจกรรมด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอย่างต่อเนื่อง:* เพื่อให้มีการดำเนินกิจกรรมด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอย่างต่อเนื่อง ทีมงานต้องนำผลที่ได้รับจากการตรวจสอบติดตามมาปรับปรุงแนวทางเลือกในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในโรงงาน ทางทีมงานต้องเผยแพร่แนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปยังพนักงานทุกระดับ นอกจากนี้ทางโรงงานยังสามารถนำแนวคิดด้านเทคโนโลยี

การผลิตที่สะอาดไปใช้ร่วมกับระบบคุณภาพต่างๆ ที่โรงงานใช้อยู่ หรือที่จะใช้ในอนาคตได้

แหล่งข้อมูลเพิ่มเติมด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ในปัจจุบันนี้มีหลายหน่วยงาน ทั้งของภาครัฐและเอกชนที่ดำเนินงานในด้านการส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ซึ่งหน่วยงานทั้งหลายที่ได้จัดรวบรวมไว้ในตารางที่ 3.2 เป็นแหล่งในการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมให้กับทางโรงงาน เนื่องจากการศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับแต่ละอุตสาหกรรม เพราะข้อมูลและข่าวสารด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแล้วในส่วนของการตรวจประเมินโดยละเอียดของแต่ละโรงงาน ทางโรงงานย่อมต้องมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ ดังนั้นในการจัดหาข้อมูลที่จำเป็นในเรื่องของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ก่อนที่จะมีการทำการตรวจประเมินโดยละเอียด จึงมีส่วนช่วยให้เกิดความรวดเร็วในการตรวจประเมิน อีกทั้งยังมีส่วนช่วยให้โรงงานเกิดความแน่ใจ และเล็งเห็นถึงความจำเป็นก่อนที่จะเริ่มลงมือดำเนินงาน

ตารางที่ 3.2 รายชื่อหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

หน่วยงาน	การบริการ	ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์
1.สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม www2.diw.go.th/ctu E-mail: ctu@diw.go.th	- ข้อมูลทั่วไปด้าน CT - การฝึกอบรม, สัมมนา - นโยบายและแผน - จัดทำหลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ สำหรับรายอุตสาหกรรม	75/6 ถ.พระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400	0 2202 4154 โทรสาร 0 2354 1641
2.สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย http://www.tei.or.th/Program_Projects/ISO/th_iso_main.htm E-mail: info@tei.or.th	- ข้อมูลทั่วไปด้าน CT - การฝึกอบรม, สัมมนา - การตรวจประเมินโดยละเอียด - โครงการสาธิต	124 สุขุมวิท 62 แยก 1 เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10250	0 2741 6350-7 ต่อ 111,104 โทรสาร 0 2741 6361
3.ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงวิทยาศาสตร์ www.most.go.th E-mail: helpdesk@most.go.th	- ข้อมูลทั่วไปด้าน CT - การฝึกอบรม - สืบค้นข้อมูลผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ	อาคาร กระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 75/47 ถ.พระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400	0 2246 0064
4.สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย http://fti.or.th/nfti/article/tech_index2.htm E-mail: ie.dept@off.fti.or.th	- ข้อมูลทั่วไปด้าน CT - การฝึกอบรม, สัมมนา, จัดหาทุน - การตรวจประเมินโดยละเอียด - ตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม	ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ โซน C ชั้น 4 60 ถ.รัชดาภิเษกตัดใหม่ เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110	0 2229 4930-4 โทรสาร 0 2229 4940
5.กรมควบคุมมลพิษ http://www.pcd.go.th	- ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกฎหมายสิ่งแวดล้อม - ตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม	92 ซอยพหลโยธิน 7 ถ.พหลโยธิน กรุงเทพฯ 10400	0 2298 2271
7.สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ http://www.nstda.or.th	- ข้อมูลทั่วไป - การฝึกอบรม - โครงการสาธิต	111 ถนนพหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120	0 2564 7000 ต่อ 1334-1336
8.ภาควิชาสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย http://www.eng.chula.ac.th ♦ โครงการศูนย์เทคโนโลยีพลังงาน และเทคโนโลยีสะอาด	- ข้อมูลทั่วไปด้านพลังงาน และCT - การฝึกอบรม, โครงการสาธิต - การค้นคว้า สำรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ - การให้คำปรึกษาทางวิชาการ และเทคนิควิชาชีพ	254 ถ.พญาไท แขวงพญาไท กรุงเทพฯ 10330	0 2218 6667 โทรสาร 0 2218 6666

หน่วยงาน	การบริการ	ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์
(อีซีเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) http://www.eng.chula.ac.th/~research/document/nstda.htm			
9. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ http://www.eng.ku.ac.th/services.center.html	- ข้อมูลด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม - เทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต - การพัฒนาคุณภาพ -และข้อมูลอื่นๆ	50 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900	0 2942 8555
10.มหาวิทยาลัยมหิดล http://www.st.mahidol.ac.th/acdsv.htm	- บริการจัดประชุม สัมมนา - บริการวิเคราะห์ตัวอย่าง - บริการพัฒนาและทดสอบเครื่องมือ	25/25 ม.3 พุทธมณฑลสาย 4 ศาลายา นครปฐม 73170	0 2849 6237
11.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี http://www.kmutt.ac.th ♦ ศูนย์ปฏิบัติการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และสุขภาพ (Energy Environment Safety and Health) http://www.eesh.kmutt.ac.th/index_th.html	- ข้อมูลทั่วไปด้านการควบคุม และการจัดการสารเคมี และวัตถุอันตราย - การฝึกอบรม, ให้คำปรึกษา - โครงการสาธิต, ศึกษาวิจัย - ตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม	91 ถ.ประชาอุทิศ (สุขสวัสดิ์) แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140	0 2427 0039, 0 2427 0058-9
12. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน http://www.dedp.go.th/	- ข้อมูลด้านการอนุรักษ์พลังงานและข้อมูลทั่วไป - สนับสนุนทุนในการอนุรักษ์พลังงาน	17 ถ.พระราม1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330	0 2223 0021- 9
13.สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน http://www.eppo.go.th/e_saving/index.php	- ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการอนุรักษ์น้ำและพลังงาน - กรณีศึกษา, ให้ทุน และส่งเสริมการอนุรักษ์น้ำ และพลังงาน	121/1-2 ถ.เพชรบุรี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400	0 2612 1555 0 2612 1358
14.สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี http://www.ttc.most.go.th/exper	- ระบบฐานข้อมูลผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถ.พระราม 6 เขตราชเทวี	0 2246 0064 ต่อ620-628 0 2247 3246

หน่วยงาน	การบริการ	ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์
t/index.asp		กรุงเทพฯ 10400	
15. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย Asian Institute of Technology (AIT) http://www.serd.ait.ac.th	- ข้อมูลทั่วไป - การฝึกอบรม , โครงการสาธิต - การตรวจประเมินโดยละเอียด -การค้นคว้า สำรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ถ.วิภาวดีรังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 10120	0 2524 6069 โทรสาร 0 2524 6071 หรือ 0 2524 5640

แหล่งสนับสนุนด้านเงินทุน

ปัจจุบันภาครัฐ ได้มีกองทุน/โครงการที่ส่งเสริม สนับสนุน การพัฒนาอุตสาหกรรม เทคโนโลยีการผลิตและการรักษาสิ่งแวดล้อม ที่ได้รับแนวทางเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เป็นแนวทางในการพิจารณาให้ความช่วยเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งในรูปของเงินสนับสนุน เงินกู้ และอื่นๆ ผู้ประกอบการบางส่วนอาจจะไม่ได้รับข่าวสารอย่างทั่วถึง ประกอบกับระเบียบ ขั้นตอนการขอรับความสนับสนุนต่างๆ เหล่านี้มักมีการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงในรายละเอียดอยู่เป็นระยะ ในส่วนนี้ได้รวบรวมแหล่งความช่วยเหลือที่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมจะสามารถติดต่อสอบถาม เพื่อหาแหล่งสนับสนุนที่สอดคล้องกับความต้องการของแต่ละโรงงานมากที่สุด รายชื่อกองทุน/โครงการและข้อมูลในการติดต่อ แสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รายชื่อกองทุน/โครงการ และข้อมูลในการติดต่อ

กองทุน/โครงการ/ หน่วยงาน	หน่วยงาน	เงิน สนับสนุน	เงินกู้	อื่นๆ	ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์
กองทุนสิ่งแวดล้อม www.oepp.go.th	สำนักงานกองทุน สิ่งแวดล้อม สำนักนโยบายและแผน สิ่งแวดล้อม		X		60/1 ซ.พิบูลวัฒนา 7 ถ.พระรามที่ 6 เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400	0 2279 8087 0 2298 6048-9
สินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ เพื่อการพัฒนา เทคโนโลยี ภาคอุตสาหกรรม www.nstda.or.th/cd	สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ		X		ฝ่ายพัฒนาอุตสาหกรรม และธุรกิจเทคโนโลยี สวทช. 111 ถ.พหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	0 2564 7000 ต่อ 1334-1336
กองทุนพัฒนา นวัตกรรม (Innovation Development Fund – IDF) www.idf.or.th	สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ	X	X	X	กองทุนพัฒนา นวัตกรรม สวทช.111 ถ.พหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	0 2564 7000 ต่อ 1450-1458
Consultancy Fund www.dip.go.th	กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม			X	กรมส่งเสริม อุตสาหกรรม ถ.พระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400	0 2202 4536-7 0 2202 4430
Training Fund www.dip.go.th	กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม			X	กรมส่งเสริม อุตสาหกรรม ถ.พระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400	
ศูนย์รวมบริการทาง การเงินสถาบัน การเงินเฉพาะกิจ ของรัฐ	ศูนย์รวมบริการทาง การเงินสถาบันการเงิน เฉพาะกิจของรัฐ			X	IFCT Tower ชั้น 3 เลขที่ 1770 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320	

กองทุน/โครงการ/หน่วยงาน	หน่วยงาน	เงินสนับสนุน	เงินกู้	อื่นๆ	ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์
บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย www.ifct.co.th	บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย		X		IFCT Tower 1770 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320	0 2253 7111
บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม www.sifc.or.th	บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม (บอย.)		X		IFCT Tower 1770 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320	
ศูนย์ให้คำปรึกษาทางการเงินสำหรับวิสาหกิจ ขนาดกลาง ขนาดย่อม และประชาชน www.sfac.or.th	ศูนย์ให้คำปรึกษาทางการเงินสำหรับวิสาหกิจ ขนาดกลาง ขนาดย่อม และประชาชน (ศงป.)			X	IFCT Tower 1770 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320	0 2628 0334-7
อนุรักษ์พลังงาน www.dedp.go.th	กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน	X		X	17 ถ. พระรามที่ 1 เชิงสะพานกษัตริย์ศึก แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ10330	0 2223 0021-9 ต่อ 650

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก:
สภาพและลักษณะการใช้ทรัพยากรของโรงงานที่เข้าทำการตรวจประเมิน

ตารางที่ ก แสดงสภาพและลักษณะการใช้ทรัพยากรในการผลิตของโรงงาน A – L

สัญลักษณ์	ผลิตภัณฑ์หลัก	น้ำเย็น	น้ำแข็ง	วัตถุดิบแปรรูปขั้นต้น
A	กุ้ง	ผลิต	ผลิต	ไม่แปรรูป
B	กุ้ง	ไม่ผลิต	ไม่ผลิต	ไม่แปรรูป
C	กุ้ง	ผลิต	ผลิต	ไม่แปรรูป
D	กุ้ง	ผลิต	ผลิต	แปรรูป
E	กุ้ง	ผลิต	ผลิต	ไม่แปรรูป
F	กุ้ง	ผลิต	ผลิต	ไม่แปรรูป
G	กุ้ง	ผลิต	ผลิต	แปรรูป
H	ปลา	ผลิต	ผลิต	ไม่แปรรูป
I	ปลา	ไม่ผลิต	ไม่ผลิต	แปรรูป
J	ซูริมิ	ผลิต	ผลิต	ไม่แปรรูป
K	ซูริมิ	ผลิต	ผลิต	ไม่แปรรูป
L	ซูริมิ	ผลิต	ผลิต	ไม่แปรรูป

ภาคผนวก ข: รายละเอียดการคำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ทางด้านพลังงาน

เนื้อหาในภาคผนวก ข นำเสนอรายละเอียดการคำนวณเบื้องต้นของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ของทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.2 หน้า 2 – 10 ซึ่งการคำนวณค่าใช้จ่ายและเงินที่ประหยัดได้มีสมมุติฐานตามที่แสดงไว้ในแต่ละทางเลือกที่นำเสนอ และหากโรงงานต้องการประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุนและจำนวนเงินที่ประหยัดจากการดำเนินการตามแนวทางที่นำเสนอนี้ โรงงานควรทำการประเมินโดยใช้เงื่อนไขของโรงงานเพื่อให้ได้ตัวเลขที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงของโรงงาน

1. การปรับปรุงฉนวน และวัสดุรอบเครื่องแช่แข็ง/ห้องเย็น

เงินลงทุน	50,000 – 250,000	บาท
ประหยัดได้	5,000 – 35,000	บาท/เดือน
ระยะเวลาคืนทุน	1 – 2	ปี

ข้อมูลพื้นฐาน

การสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งส่วนใหญ่ พบว่าบริเวณประตูเครื่องแช่แข็ง หรือห้องเย็น และบริเวณรอยต่อโดยรอบ เป็นบริเวณที่มักมีการสูญเสียพลังงาน (ความเย็น) เนื่องมาจากการเสื่อมสภาพของฉนวน และโดยส่วนมากแล้วการสูญเสียพลังงานในรูปแบบนี้มักถูกละเลยไปทำให้สิ้นเปลืองเงินโดยไม่จำเป็น หากโรงงานดำเนินการซ่อมแซมและปรับปรุงสภาพฉนวนให้ดีขึ้นจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานลง สำหรับค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้จากการปรับปรุงสภาพฉนวน และเงินลงทุนที่ต้องใช้ขึ้นอยู่กับสภาพในปัจจุบันและส่วนประกอบอื่นๆ ดังนี้

- อายุของเครื่องแช่แข็ง และห้องเย็น: ประสิทธิภาพของฉนวนรุ่นเก่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับฉนวนรุ่นใหม่ที่มีขายในปัจจุบัน ทำให้เครื่องแช่แข็งและห้องเย็นที่มีอายุการใช้งานมานานและยังคงใช้ฉนวนรุ่นเก่า มีแนวโน้มที่จะสูญเสียพลังงานมากกว่าเครื่องแช่แข็งและห้องเย็นใหม่ นอกจากนี้ฉนวนที่ใช้งานจะเสื่อมสภาพลงเมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นควรมีการตรวจสภาพฉนวนเป็นประจำ พร้อมทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนฉนวนใหม่หากพบว่าชำรุดเสียหาย
- การบำรุงรักษา: ปัจจุบันการบำรุงรักษาจะเน้นไปที่ฉนวน โดยไม่ได้คำนึงถึงโครงสร้างอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการสูญเสียพลังงาน เช่น ประตู หรือผนังกั้นของห้องเย็นซึ่งมักเสียหายเนื่องจากการกระแทกของรถโฟล์คลิฟท์ หรือเครื่องจักรขนาดใหญ่อื่นๆ กรณีดังกล่าวจะทำให้อากาศเย็นรั่วไหลออกไปตามช่องที่เกิดขึ้น

- ผลจากสภาพแวดล้อม เช่น การรั่วไหลของพลังงานทางอ้อม จากการเกิดน้ำแข็งใต้ห้องเย็น ซึ่งดันให้พื้นคอนกรีตแตก หรือวัสดุกันความร้อนเสียหาย พลังงานจะรั่วไหลไปตามรอยแตก

ค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการซ่อมแซมแตกต่างกันไปขึ้นกับลักษณะปัญหาที่ต้องทำการแก้ไข ซึ่งหากสามารถตรวจพบจุดที่มีความเสียหายได้จำนวนมาก จะทำให้ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้มากตามไปด้วย สำหรับงานบำรุงรักษาขนาดเล็ก เช่น การเปลี่ยนขอบยางประตู ควรดำเนินการทุก 1 – 2 ปี ขณะที่งานบำรุงรักษาขนาดใหญ่ เช่น ห้องเย็น ควรดำเนินการทุก 8 – 12 ปี ซึ่งอาจต้องใช้เงินลงทุนสูง (ประมาณ 250,000 บาท) แต่มีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 1 – 2 ปี และช่วยยืดอายุการใช้งานห้องเย็นให้เพิ่มขึ้น

สมมติฐาน

- เครื่องแช่แข็งหรือห้องเย็นของโรงงานมีความต้องการกำลังไฟฟ้า 100 กิโลวัตต์
- รอบการทำงาน (Duty cycle) เครื่องแช่แข็งและ/หรือห้องเย็นประมาณ 20 ชั่วโมง/วัน (7 ชั่วโมงสำหรับทำความเย็น และ 1 ชั่วโมงสำหรับละลายน้ำแข็ง)
- การรั่วไหลของพลังงานจากรอยรั่ว หรือรอยฉีกขาดของขอบยาง มีประมาณ 3% ของการใช้พลังงานทั้งหมด
- การสูญเสียเนื่องจากการเสื่อมสภาพของฉนวน หรือการปิดประตูไม่สนิท สามารถทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานสูงถึง 20% ของพลังงานทั้งหมด

การคำนวณ

- การใช้พลังงาน 100 กิโลวัตต์ x 20 ชั่วโมง x 30 วัน = 60,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน

กรณีมีรอยรั่วหรือฉีกขาดของขอบยาง

- สูญเสียพลังงาน 3% คิดเป็น 60,000 x 3% = 1,800 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน
- คิดเป็นเงินที่โรงงานสูญเสียไป 5,000 บาทต่อเดือน จากรอยรั่วหรือรอยฉีกขาดของขอบยาง (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

กรณีมีการเสื่อมสภาพของฉนวน หรือปิดประตูไม่สนิท

- สูญเสียพลังงาน 20% คิดเป็น 60,000 x 20% = 12,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน
- คิดเป็นเงินที่โรงงานสูญเสียไป 35,000 บาทต่อเดือน จากการเสื่อมสภาพของฉนวน หรือปิดประตูไม่สนิท (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

2. การติดตั้งประตูอัตโนมัติ

เงินลงทุน	100,000 – 185,000	บาท
ประหยัดได้	5,000 – 15,000	บาท/เดือน
ระยะเวลาคืนทุน	1 – 2	ปี

ข้อมูลพื้นฐาน

บริเวณประตูห้องเย็นในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง เป็นบริเวณที่มีการสูญเสียพลังงาน (ความเย็น) อย่างมาก เพราะในการใช้งานประจำวันมีการเปิด-ปิดประตูเข้าออกเพื่อขนถ่ายสินค้าบ่อยครั้งระหว่างการปฏิบัติงาน หากมีการนำผลิตภัณฑ์จำนวนมากเข้าหรือออกจากห้องเย็น พนักงานอาจเปิดประตูทิ้งไว้เป็นเวลานาน หรือบางครั้งพนักงานลืมปิดประตูห้องเย็นหลังปฏิบัติงาน ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์ การป้องกันหรือลดการสูญเสียพลังงานดังกล่าวทำได้หลายวิธี เช่น การติดตั้งม่านพลาสติกหรือม่านอากาศ แต่ไม่ว่ากรณีใดๆ การปิดประตูให้สนิทเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันการสูญเสียพลังงาน

สมมติฐาน

- เครื่องแช่แข็งหรือห้องเย็นของโรงงานมีความต้องการกำลังไฟฟ้า 100 กิโลวัตต์
- ประตูแบบเปิดปิดด้วยคนจะถูกเปิดไว้ 8 ชั่วโมง จากชั่วโมงการทำงาน 12 ชั่วโมงต่อวัน
- ประตูแบบเปิดปิดแบบอัตโนมัติจะช่วยลดเวลาเปิดประตูลงเหลือ 3 ชั่วโมง จากชั่วโมงการทำงาน 12 ชั่วโมงต่อวัน
- การสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นจากการเปิดประตูที่มีม่านพลาสติกด้านใน ประมาณ 1% ต่อ ตารางเมตร กรณีประตูมีขนาด 3 x 4 ม. จะเกิดการสูญเสียประมาณ 3 x 4 x 1% ของ 100 กิโลวัตต์ เท่ากับ 12 กิโลวัตต์
- การสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการเปิดประตูที่มีม่านพลาสติกด้านในพร้อมกัน 2 บาน (และประตูทั้ง 2 บานนี้ อยู่ตรงกันข้ามกัน เช่น ส่วน ante corridor) ประมาณ 3% ต่อตารางเมตร กรณีที่ประตูมีขนาด 3 x 4 ม. จะเกิดการสูญเสียประมาณ 3 x 4 x 3% ของ 100 กิโลวัตต์ เท่ากับ 36 กิโลวัตต์
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งประตูอัตโนมัติขนาด 3 x 4 ม. รวมฉนวนกันความร้อน เสียค่าใช้จ่ายประมาณ 100,000 – 185,000 บาท ขึ้นกับน้ำหนักของประตู และชนิดของฉนวนกันความร้อนที่เลือกใช้

การคำนวณ

- การติดตั้งประตูอัตโนมัติ ช่วยลดเวลาเปิดประตูจาก 8 ชั่วโมงต่อวัน ให้เหลือ 3 ชั่วโมงต่อวัน หรือลดเวลาเปิดประตูได้ 5 ชั่วโมงต่อวัน

กรณีที่ห้องเย็นมีประตูเดียว

- พลังงานที่ประหยัดได้จากห้องเย็นที่มีประตูประตูเดียว = 5 ชั่วโมง x 12 กิโลวัตต์ = 60 กิโลวัตต์ต่อวัน
- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 165 บาทต่อวัน หรือ ประมาณ 5,000 บาทต่อเดือน (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

กรณีที่ห้องเย็นมีประตู 2 ด้านตรงข้ามกัน

- พลังงานที่ประหยัดได้จากห้องเย็นที่มีประตู 2 ด้าน = 5 ชั่วโมง x 36 กิโลวัตต์ = 180 กิโลวัตต์ต่อวัน
- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 495 บาทต่อวัน หรือเกือบ 15,000 บาทต่อเดือน (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

3. การติดตั้งม่านที่ประตูห้องเย็น

เงินลงทุน	25,000	บาท
ประหยัดได้	1,000 – 2,000	บาท/เดือน
ระยะเวลาคืนทุน	< 1	ปี

ข้อมูลพื้นฐาน

พลังงาน (ความเย็น) จะสูญเสียออกจากห้องเย็นทุกครั้งที่มีการเปิดประตูห้องเย็น เนื่องจากความแตกต่างของความดันอากาศระหว่างภายในและภายนอกห้องเย็น ทำให้โรงงานสูญเสียพลังงานบางส่วนไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งโรงงานสามารถป้องกันและลดการสูญเสียพลังงานในส่วนนี้ด้วยการติดตั้งม่านพลาสติกที่ประตูห้องเย็น

สมมติฐาน

- เครื่องแช่แข็งหรือห้องเย็นของโรงงานมีความต้องการกำลังไฟฟ้า 100 กิโลวัตต์
- ประตูแบบเปิดปิดด้วยคนจะถูกเปิดไว้ 8 ชั่วโมง จากชั่วโมงการทำงาน 12 ชั่วโมงต่อวัน
- การสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการเปิดประตูที่มีม่านพลาสติกด้านในที่สมบูรณ์ ประมาณ 1% ต่อ ตารางเมตร กรณีที่ประตูมีขนาด 3 x 4 ม. จะเกิดการสูญเสียประมาณ 3 x 4 x 1% ของ 100 กิโลวัตต์ = 12 กิโลวัตต์
- ในกรณีที่ม่านพลาสติกฉีกขาด การสูญเสียพลังงานจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากอากาศเย็นที่หนักกว่าจะไหลออกจากห้องเย็น เช่น ม่านพลาสติกฉีกขาดเป็นพื้นที่รวมขนาด 1 ตารางเมตร จะเกิดความสูญเสียประมาณ 25% หรือ 3 กิโลวัตต์ (25% x 12 กิโลวัตต์ = 3 กิโลวัตต์)
- การซ่อมแซม หรือการเปลี่ยนม่าน เสียค่าใช้จ่ายประมาณ 25,000 บาท ต่อ ประตู

การคำนวณ

- ม่านพลาสติกมีสภาพฉีกขาดทำให้เกิดช่องที่ทำให้สูญเสียพลังงานขนาด 1 ตารางเมตร หรือ คิดเป็น 25% ของพลังงาน 12 กิโลวัตต์ = 3 กิโลวัตต์
- การเปิดประตู 8 ชั่วโมง จากระยะเวลาทำงาน 12 ชั่วโมง ทำให้สูญเสียพลังงาน 8 ชั่วโมง x 3 กิโลวัตต์ = 24 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 66 บาทต่อวัน หรือเกือบ 2,000 บาทต่อเดือน (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

4. การเพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นจาก –22 องศาเซลเซียส ให้สูงขึ้นเป็น –20 องศาเซลเซียส

เงินลงทุน	–	บาท
ประหยัดได้	11,500	บาท/เดือน
ระยะเวลาคืนทุน	ทันที	

ข้อมูลพื้นฐาน

การตั้งอุณหภูมิห้องเย็นเพื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โรงงานควรทำการศึกษาถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการตั้งอุณหภูมิห้องเย็นให้ต่ำมากเกินความจำเป็นจะทำให้โรงงานเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพิ่มขึ้น ดังนั้นโรงงานอาจต้องทำการศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆ เช่น ระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา, คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา เป็นต้น เพื่อนำมาประกอบการพิจารณากำหนดอุณหภูมิห้องเย็น

สมมติฐาน

- ห้องเย็นของโรงงานใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 100 กิโลวัตต์
- การเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส มีผลช่วยให้ลดการใช้พลังงานในห้องเย็นประมาณ 3% ซึ่งเป็นการประเมินจากประสบการณ์ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้เป็นผลมาจาก
  - การเพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นทำให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิกับสภาพแวดล้อมน้อยลง จะช่วยให้สูญเสียพลังงานน้อยลง
  - การเพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นจะเป็นการเพิ่มอุณหภูมิการระบายความร้อนของระบบทำความเย็น ส่งผลให้ระบบทำความเย็นมีค่า COP (Coefficient Of Performance) ที่ดีขึ้น

การคำนวณ

- การเปลี่ยนอุณหภูมิจาก –22 เป็น –20 องศาเซลเซียส เป็นการเพิ่มอุณหภูมิการระบายความร้อนของระบบทำความเย็น 2 องศาเซลเซียส หรือ ช่วยลดพลังงานได้ 6%
- จากการใช้กำลัง 100 กิโลวัตต์ ดังนั้นจะใช้กำลังลดลงเหลือ 100 กิโลวัตต์ x (100%- 6%) = 94 กิโลวัตต์
- พลังงานที่ประหยัดได้ต่อชั่วโมง = 6 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 396 บาทต่อวัน หรือมากกว่า 11,500 บาทต่อเดือน (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

5. การติดตั้งอินเวอร์ทเตอร์กับสกรูคอมเพรสเซอร์ขนาด 250 กิโลวัตต์ ที่มีภาระใช้งาน 75%

เงินลงทุน	1,450,000	บาท
ประหยัดได้	60,000	บาท/เดือน
ระยะเวลาคืนทุน	2	ปี

ข้อมูลพื้นฐาน

การใช้งานคอมเพรสเซอร์ที่กำลังการใช้งานต่ำกว่าความสามารถของคอมเพรสเซอร์ที่จะทำได้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน เป็นสาเหตุหนึ่งของการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า โรงงานอาจพิจารณาติดตั้งอินเวอร์ทเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ที่ขับคอมเพรสเซอร์ โดยอาศัยแนวทางการประเมินดังนี้

สมมติฐาน

- สกรูคอมเพรสเซอร์ขนาดกลาง 250 กิโลวัตต์ เดินเครื่องตลอด 24 ชั่วโมง ที่ภาระการใช้งาน 75% ของความสามารถการทำงานปกติ
- กำลังการใช้งานคอมเพรสเซอร์ถูกควบคุมโดย สไลด์วาล์ว (Capacity slide valve) ซึ่งกำหนดปริมาตรการอัด (Swept volume) ของคอมเพรสเซอร์
- คอมเพรสเซอร์ที่ตั้งค่าภาระใช้งาน 75% มีค่า COP ต่ำกว่าเมื่อตั้งค่าภาระการใช้งานที่กำลังสูงสุด (ภาระการใช้งาน 100%) ประมาณ 15% โรงงานจึงทำการเปลี่ยนมอเตอร์ที่มีความเร็วรอบคงที่แบบเก่ามาเป็นการใช้อินเวอร์ทเตอร์เพื่อควบคุมปริมาตรการอัด
- ความจุของสไลด์วาล์วจะถูกใช้ในการเริ่มเดินเครื่อง และจะมีค่าเท่ากับ 100% ตลอดการใช้งานปกติของคอมเพรสเซอร์ ปริมาตรการอัดของคอมเพรสเซอร์จะถูกควบคุมโดยการปรับความเร็วของตัวขับกำลัง (ระหว่าง 50 – 100% ของความสามารถปกติ)
- พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียเพิ่มจากการใช้งานอินเวอร์ทเตอร์ประมาณ 3%
- ราคาของอินเวอร์ทเตอร์ขนาด 250 กิโลวัตต์ รวมค่าติดตั้งและค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนระบบการควบคุม ประมาณ 1,450,000 บาท

การคำนวณ

- การใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดก่อนการติดตั้งอินเวอร์ทเตอร์มีค่าเท่ากับ 250 กิโลวัตต์ x 24 ชั่วโมง = 6,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน

- หลังการติดตั้งอินเวอร์ทเตอร์ เครื่องคอมเพรสเซอร์จะมีการเดินเครื่องที่ความจุของสไลด์วาล์ว 100% ทำให้ค่า COP มีค่าดีขึ้น 15% ส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง 15% ในการทำความเย็นที่เท่าเดิม
- คอมเพรสเซอร์ใช้พลังงาน 85% ของ 250 กิโลวัตต์ x 24 ชั่วโมง = 5,100 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน
- พลังงานส่วนที่สูญเสียเพิ่มขึ้น 3% จากการใช้อินเวอร์ทเตอร์ หรือเท่ากับ 3% x 5,100 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน= 153 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน
- การใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด เท่ากับ 5,100 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน + 153 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน = 5,253 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน
- พลังงานที่ประหยัดได้ทั้งหมด เท่ากับ [6,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน – 5,253 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน] = 747 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน
- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 2,054 บาทต่อวัน หรือมากกว่า 60,000 บาทต่อเดือน (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

6. ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติในระบบทำความเย็นแบบ 2 ขั้นตอน

เงินลงทุน	350,000 – 600,000	บาท
ประหยัดได้	30,000 – 85,000	บาท/เดือน
ระยะเวลาคืนทุน	1 – 2	ปี

ข้อมูลพื้นฐาน

ทางเลือกนี้เป็นการเปลี่ยนระบบควบคุมการทำงานของระบบทำความเย็น จากระบบขั้นตอนเดียว (Single Stage) มาเป็นระบบทำความเย็นแบบ 2 ขั้นตอน (Two Stage) ซึ่งเป็นระบบที่มีการควบคุมการใช้งานเครื่องจักรในระบบทำความเย็นที่มีความยืดหยุ่นตามสภาพ (ภาระ) การใช้งานจริงด้วยระบบอัตโนมัติ

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากกรณีนี้ เกิดจากการควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้ดีขึ้น ดังเช่นการนำโปรแกรม PLC (Programmable Logic Controllers) มาควบคุมอุณหภูมิด้านดูดแบบอัตโนมัติ ด้วยขั้นตอนดังนี้

- ผู้ใช้งานสามารถกำหนดระดับของอุณหภูมิด้านดูดตามความต้องการของโรงงานได้
- PLC สามารถรับค่าอุณหภูมิด้านดูดที่แท้จริง ภายในท่อแยกจากตัวเซ็นเซอร์
- PLC ควบคุมคอมเพรสเซอร์โดยอัตโนมัติ ด้วยการเริ่มเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์ทีละเครื่องตามลำดับ ปริมาตรการทำงานของคอมเพรสเซอร์แต่ละตัวถูกควบคุมโดยขดลวดโซลินอยด์ (Capacity solinoids) ที่ควบคุมจำนวนกระบอกสูบที่ทำงานในคอมเพรสเซอร์
- ระบบถูกออกแบบให้ทำงานในลักษณะที่ คอมเพรสเซอร์เครื่องถัดไปในลำดับจะเริ่มทำงานเมื่อเครื่องก่อนหน้าทำงานเต็มกำลัง
- การใช้งานคอมเพรสเซอร์จะถูกปรับอยู่ตลอดเวลาให้สอดคล้องตามกำลังการใช้งานจริงของระบบ และในกรณีที่ความต้องการใช้งานคอมเพรสเซอร์ต่ำ คอมเพรสเซอร์จะถูกตัดการทำงานโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงอย่างมาก
- ความดันด้านดูด (Suction) ที่มีค่าคงที่ จะช่วยประหยัดพลังงานและช่วยให้การแช่แข็งได้ผลดีขึ้น

- ระบบจะช่วยป้องกันไม่ให้คอมเพรสเซอร์ที่ทำงานร่วมกันหลายเครื่องทำงานพร้อมกันที่ Partial load ซึ่งให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการทำงานที่ Full load

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ขึ้นอยู่กับการผลิตของโรงงาน และการเดินเครื่องจักรของพนักงานตามหลักการแล้วสามารถใช้คนในการควบคุมระบบให้เป็นไปตามที่กล่าวมา แต่การควบคุมดูแลต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอด 24 ชั่วโมง อีกทั้งในทางปฏิบัติมักจะไม่มีการปรับการใช้งานคอมเพรสเซอร์ระหว่างปฏิบัติงาน ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานบางส่วนจากอุณหภูมิด้านดูดที่ต่ำเกินไปในช่วงที่มีภาระของระบบน้อย แต่ในกรณีที่โรงงานมีการใช้งานคอมเพรสเซอร์เต็มกำลังการผลิตติดตั้งอยู่แล้ว การติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติจะได้รับประโยชน์น้อยกว่าการติดตั้งระบบนี้ในโรงงานที่มีการใช้งานคอมเพรสเซอร์ไม่เต็มกำลัง และมีกำลังการใช้งานไม่คงที่/เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ข้อมูลระบบทำความเย็น

ตัวอย่างนี้เป็นระบบทำความเย็นขนาดกลาง ประกอบด้วย

- ระบบทำความเย็นแบบ 2 ขั้นตอน คือ ใช้งานช่วงอุณหภูมิสูง (High Stage) –10 องศาเซลเซียส และช่วงอุณหภูมิต่ำ (Low Stage) –35 องศาเซลเซียส
- คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ ขนาด 55 กิโลวัตต์ จำนวน 4 เครื่อง ใช้งานในช่วงอุณหภูมิต่ำ
- คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ ขนาด 250 กิโลวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง และขนาด 110 กิโลวัตต์ จำนวน 1 เครื่อง ใช้งานในช่วงอุณหภูมิสูง
- เครื่องจักรและอุปกรณ์ใช้พลังงานต่างๆ ประกอบด้วย air blast freezer, plate freezer 3 เครื่อง, spiral IQF's 3 เครื่อง, ห้องเย็น 3 ห้อง และบริเวณทำงานที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 12 แห่ง

สมมติฐาน

- ระบบทำความเย็นมีลักษณะตามรายละเอียดข้างต้น
- มีการทำงาน 12 ชั่วโมงต่อวัน
- สภาพของวงจรควบคุม และการติดตั้งอุปกรณ์ ระบบ PLC เพื่อควบคุมระบบขนาดดังกล่าว ต้องเสียค่าใช้จ่ายระหว่าง 350,000 – 600,000 บาท โดยแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายของ

ระบบ PLC ประมาณ 200,000 บาท ส่วนที่เหลือเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

- การควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ให้มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับการทำงานทั้งสองช่วงอุณหภูมิ มีผลให้คอมเพรสเซอร์ 1 เครื่องสามารถหยุดเดินเครื่องได้
  - ในกรณีที่ดีที่สุด คือ 50% ของเวลาที่ใช้งานในการผลิต
  - อย่างน้อย 16.7% ของเวลาที่ใช้งานในการผลิต

  ช่วงเวลาที่กล่าวมาอาจเป็นช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานในการผลิตต่ำ เช่น ในช่วงการทำความสะอาด หรือ ช่วงพักกลางวัน

การคำนวณ

กรณีหยุดเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์เป็นเวลา 16.7% ของเวลาที่ใช้งานในการผลิต

- การหยุดเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์ขนาด 55 กิโลวัตต์ ที่ใช้งานในช่วงอุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะสามารถประหยัดพลังงานได้ = 110 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- การหยุดเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์ขนาด 110 กิโลวัตต์ ที่ใช้งานในช่วงอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะสามารถประหยัดพลังงานได้ = 220 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 330 กิโลวัตต์-ชั่วโมง x 2.75 = 907 บาทต่อวัน หรือประมาณ 30,000 บาทต่อเดือน (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

กรณีหยุดเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์เป็นเวลา 50% ของเวลาที่ใช้งานในการผลิต

- การหยุดเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์ขนาด 55 กิโลวัตต์ ที่ใช้งานในช่วงอุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะสามารถประหยัดพลังงานได้ = 330 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- การหยุดเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์ขนาด 110 กิโลวัตต์ ที่ใช้งานในช่วงอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะสามารถประหยัดพลังงานได้ = 660 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 990 กิโลวัตต์-ชั่วโมง x 2.75 = 2,722 บาทต่อวัน หรือประมาณ 85,000 บาทต่อเดือน (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

7. การลดความดันดิสชาร์จจาก 16 บาร์ ให้เหลือ 14 บาร์ ด้วยการติดตั้ง Evaporative condenser

เงินลงทุน	800,000 – 1,100,000	บาท
ประหยัดได้	45,000 – 65,000	บาท/เดือน
ระยะเวลาคืนทุน	1 – 2	ปี

ข้อมูลพื้นฐาน

องค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในระบบทำความเย็น คือ คอนเดนเซอร์ (Condenser) ซึ่งทำหน้าที่ในการระบายความร้อนออกสู่บรรยากาศ โดยปกติประสิทธิภาพของคอนเดนเซอร์จะลดลงตามระยะเวลาการใช้งาน โดยจะลดลงมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นกับระดับการบำรุงรักษาของโรงงาน จุดสังเกตอย่างหนึ่ง คือ เมื่อความดันดิสชาร์จของสารทำความเย็นเริ่มสูงขึ้นแสดงว่าประสิทธิภาพการทำงานของคอนเดนเซอร์เริ่มลดลง หากการบำรุงรักษา และการจัดการอื่นๆ ไม่สามารถรองรับความดันที่สูงขึ้นนี้ได้ โรงงานอาจพิจารณาแนวทางในการเปลี่ยนไปใช้ Evaporative Condenser ใหม่ โดยดูแนวทางการประเมินความคุ้มค่าดังนี้

สมมติฐาน

- ระบบทำความเย็นขนาดกลางใช้กำลังเฉลี่ย 555 กิโลวัตต์ ในการใช้งานคอมเพรสเซอร์ช่วงอุณหภูมิสูง โดยมีรอบการใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ
  - ใช้งานต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง/วัน
  - เดินเครื่อง 16 ชั่วโมง เพื่อรองรับการทำงาน 12 ชั่วโมง
- การลดความดันจาก 16 บาร์ (41 องศาเซลเซียส สำหรับ NH_3) ให้ลดลงเหลือ 14 บาร์ (36.3 องศาเซลเซียส) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้งานคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้น 6% ทั้งคอมเพรสเซอร์ชนิดลูกสูบและชนิดสกรู
- การติดตั้ง Evaporative condenser เครื่องใหม่ (ขนาด 1,000 กิโลวัตต์) เสียค่าใช้จ่ายระหว่าง 800,000 – 1,000,000 บาท ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพ/ชนิดของ Evaporative condenser ที่เลือกใช้

การคำนวณ

- การติดตั้ง condenser เครื่องใหม่ จะช่วยลดความดันจาก 16 บาร์ ให้เหลือ 14 บาร์ เป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพคอมเพรสเซอร์ขึ้น 6%

- ระบบที่มีการใช้พลังงาน 555 กิโลวัตต์ ในส่วนการใช้งานช่วงอุณหภูมิสูง จะช่วยประหยัดพลังงาน 6% ของ 555 กิโลวัตต์ = 33.3 กิโลวัตต์

กรณีที่ระบบมีการใช้งานต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง/วัน

- พลังงานที่ประหยัดได้สำหรับระบบที่มีการใช้งานอยู่ตลอดเวลาเท่ากับ 33.3 กิโลวัตต์ x 24 ชม. = 799 กิโลวัตต์ต่อวัน
- คิดเป็นเงินที่ประหยัด799 กิโลวัตต์-ชั่วโมง x 2.75 = 2,198 บาทต่อวัน หรือประมาณ 65,000 บาทต่อเดือน (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

กรณีที่ระบบมีการใช้งาน 16 ชั่วโมง

- ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 33.3 กิโลวัตต์ x 16 ชั่วโมง = 533 กิโลวัตต์ต่อวัน
- คิดเป็นเงินที่ประหยัด 533 กิโลวัตต์-ชั่วโมง x 2.75 = 1,636 บาทต่อวัน หรือประมาณ 45,000 บาทต่อเดือน (คิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.75 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

ภาคผนวก ค: การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

โรงงานที่มีประสิทธิภาพสูง ต้องมีระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร/อุปกรณ์ ให้ดีอยู่เสมอ เพราะแม้แต่เครื่องจักรทันสมัยที่สุด ก็ต้องมีการดูแลเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ การหยุดเครื่องจักรเพื่อซ่อมบำรุงหรือซ่อมแซม ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งในแง่ของค่าใช้จ่าย เวลา และขวัญกำลังใจของพนักงาน รวมทั้งมีผลต่อความสัมพันธ์กับผู้จัดจำหน่าย (Suppliers) ด้วย

การทำงานของแผนกซ่อมบำรุงจำเป็นต้องมีการวางแผน ในระยะแรกการปฏิบัติตามแผนงานอาจเป็นไปได้ยาก เนื่องจากปัญหาเครื่องจักรชำรุดหรือหยุดทำงานอย่างกระทันหัน และต้องการการแก้ไขซ่อมแซมทันที ส่งผลกระทบต่อแผนงานอื่นๆ ที่วางไว้ ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้ ผู้ที่รับผิดชอบในการวางแผนงานของแผนกซ่อมบำรุง จึงควรกำหนดให้ปริมาณงานน้อยกว่ากำลังบุคลากรที่มีอยู่เล็กน้อย เพื่อพร้อมที่จะรองรับงานซ่อมแซมฉุกเฉิน (งานบำรุงรักษาเชิงแก้ไข หรืองานซ่อมบำรุง) ได้โดยไม่กระทบต่องานบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามแผนงาน

ทั้งนี้ จุดประสงค์ของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คือ

- เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร/อุปกรณ์
- เพื่อปรับปรุงสภาพของเครื่องจักร/อุปกรณ์
- เพื่อดำเนินการบำรุงรักษาก่อนที่ราคาค่าซ่อมแซมจะสูงเกินไป
- เพื่อป้องกันหรือลดความเสี่ยงที่เครื่องจักร/อุปกรณ์จะหยุดทำงาน
- เพื่อลดช่วงเวลาที่เครื่องจักร/อุปกรณ์หยุดทำงาน
- เพื่อทำการบำรุงรักษาขณะที่เครื่องจักร / อุปกรณ์อยู่ในสภาพที่ดีที่สุด
- เพื่อขจัดสาเหตุที่อาจก่ออุบัติเหตุ
- เพื่อเสริมสร้างขวัญกำลังใจของพนักงาน
- เพื่อลดปริมาณงานบำรุงรักษาเชิงแก้ไขให้น้อยลง
- เพื่อลดการสูญเสียทรัพยากร (วัตถุดิบ พลังงาน น้ำ ฯลฯ)

ระบบการบำรุงรักษาที่เสนอไว้เป็นแนวทางนี้ ได้ปรับปรุงและรวบรวมมาในระหว่างการดำเนินงานโครงการเสริมสร้างสมรรถนะด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology Capacity Building in DIW) ที่ได้รับการสนับสนุนจาก Danish Cooperation for Environment and Development (DANCED) ระหว่างปี 2541-2544 ซึ่งออกแบบไว้สำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โรงงานที่สนใจโปรแกรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สามารถติดต่อขอรับโปรแกรมโดยกรอกแบบฟอร์มขอรับโปรแกรม และส่งกลับหรือแฟกซ์ตามที่อยู่ในแบบฟอร์มขอรับโปรแกรม

แบบฟอร์มขอรับโปรแกรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ชื่อ - นามสกุล ผู้ขอรับ_____

ตำแหน่ง _____

หน่วยงาน _____

ลักษณะของกิจการ _____

ที่อยู่ _____

เบอร์โทรศัพท์ _____เบอร์โทรสาร _____

e-mail address _____

ท่านทราบข่าวเรื่องโปรแกรมนี้จาก

☐ เจ้าหน้าที่กรมฯ ☐ ผู้ใช้งานอื่นๆ ☐ แผ่นพับ ☐ เว็บไซต์

☐ อื่นๆ คือ _____

จุดประสงค์ของการขอรับโปรแกรม

☐ นำไปใช้จัดการการบำรุงรักษาในโรงงานของตัวเอง ☐ นำไปศึกษาและปรับปรุงเพื่อใช้งานในด้านอื่น

☐ นำไปเพื่อเผยแพร่ต่อ ☐ อื่นๆ คือ _____

ปัจจุบันโรงงานของท่านทำการบำรุงรักษา ใกล้เคียงกับข้อใดมากที่สุด

☐ ซ่อมเมื่อเสีย เวลาซ่อมใหญ่ใช้กับการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

☐ ต้องการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน แต่ขาดความพร้อมในด้านบุคลากร อะไหล่ และการจัดการที่ดี

☐ มีการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กับบางส่วนของโรงงาน

☐ มีการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน/เชิงทวีผล ในพื้นที่ส่วนใหญ่ของโรงงาน ใช้การจัดการแบบแมนนวล (ใช้กล่อง)

☐ มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน/เชิงทวีผล ในพื้นที่ส่วนใหญ่ของโรงงาน ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดการ

ในหน่วยงานของท่านมีบุคลากรที่มีความพร้อมด้านการใช้งาน และปรับปรุงระบบฐานข้อมูลหรือไม่ อย่างไร

☐ มีมาก ☐ มีพอสมควร ☐ ต้องการความช่วยเหลือ ☐ ไม่แน่ใจ

ท่านคิดว่ากรมโรงงานอุตสาหกรรมควรมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือด้านนี้อย่างไร

_____

_____

_____

กรมโรงงานอุตสาหกรรมขอขอบคุณทุกท่านที่ตอบแบบฟอร์มครบถ้วน

(ลงชื่อ) .....

(.....)

กลุ่มเทคโนโลยีการผลิต สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400โทรศัพท์ 0-2202-4154 แฟกซ์ 0-2354-1641, 0-2202-4135

ภาคผนวก ง: กฎหมายโรงงาน

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการประกอบกิจการโรงงานในด้านคุณภาพ สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย มีจำนวนหลายฉบับ อาจทำให้โรงงานสับสนหรือไม่สามารถรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกฎหมายที่ต้องปฏิบัติตามได้ครบ ในบทนี้คณะทำงานได้รวบรวมกฎหมายและกฎระเบียบต่างๆ รวมทั้งมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการประกอบกิจการโรงงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง

กฎหมายต่างๆ ที่รวบรวมไว้ สามารถจัดหมวดหมู่ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 กฎหมายภายใต้กระทรวงอุตสาหกรรม
ตารางที่ 4.2 กฎหมายภายใต้กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม
ตารางที่ 4.3 กฎหมายภายใต้กระทรวงสาธารณสุข
ตารางที่ 4.4 กฎหมายภายใต้สำนักนายกรัฐมนตรี
ตารางที่ 4.5 กฎหมายภายใต้กระทรวงเกษตร และสหกรณ์
ตารางที่ 4.6 กฎหมายภายใต้กระทรวงคมนาคม
ตารางที่ 4.7 กฎหมายภายใต้กระทรวงมหาดไทย
ตารางที่ 4.8 กฎหมายภายใต้กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม

ตารางที่ 4.1 กฎหมายภายใต้กระทรวงอุตสาหกรรม

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
พระราชบัญญัติ	โรงงาน	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ประเภทโรงงาน	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 2 ที่ตั้ง สภาพแวดล้อม ลักษณะอาคาร โรงงาน เครื่องจักร คนงานประจำโรงงาน การควบคุมการปล่อยของเสีย ความปลอดภัย	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 3 การรายงานข้อมูลต่างๆของโรงงาน (โรงงานสร้างหม้อไอน้ำ โรงงานที่ใช้หม้อไอน้ำ โรงงานใช้สารกัมมันตรังสี)	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 4 กำหนดแบบและรายละเอียดที่ผู้ประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 2	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 5 กำหนดแบบคำขอ แบบใบอนุญาต การขออนุญาต การขอขยายโรงงาน การต่อใบอนุญาต การโอนใบอนุญาต ขั้นตอนการพิจารณาออกใบอนุญาต สำหรับโรงงานจำพวกที่ 3	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 6 กำหนดหลักเกณฑ์และระยะเวลาที่ผู้รับใบอนุญาตแจ้งการทดลองเดินเครื่องจักรก่อนเริ่มประกอบกิจการ	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 7 ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 8 ค่าธรรมเนียมรายปี สำหรับโรงงานจำพวกที่ 2 จำพวกที่ 3	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 9 กำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่จะต้องส่งข้อมูลตามระยะเวลาที่กำหนด (รง. 5)	2538	สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 10 ยกเว้นค่าธรรมเนียมเรียก สำหรับโรงงานภายใต้โครงการหลวงและโครงการตามพระราชดำริ	2539	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 11 กำหนดให้โรงงานติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพื่อรายงานการระบายน้ำทิ้งและอากาศเสียออกจากโรงงานเข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม	2539	กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 12 ยกเลิกความในข้อ 1 ข้อ 2 และข้อ 3 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2535) และให้โรงงานในเขตนิคมอุตสาหกรรมได้รับยกเว้นไม่ต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปี	2540	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 13 ยกเว้นค่าธรรมเนียมรายปีสำหรับปี 2541-2544 สำหรับโรงงานที่ได้รับความเสียหายจากอุทกภัย 12 จังหวัด	2540	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 2 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการ โรงงาน (มีบางส่วนที่ยังใช้บังคับได้)	2513	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 4 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการ โรงงาน (ความปลอดภัยและสุขอนามัย)	2514	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 7 กำหนดชนิดหรือคุณภาพของสินค้าที่ผลิตในโรงงาน	2516	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 13 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (ผู้ควบคุมดูแล ผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่อง)	2525	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 15 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (โรงงานที่ต้องทำรายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาต)	2527	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 18 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (เกี่ยวกับหม้อไอน้ำ)	2528	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 22 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (คุณวุฒิของผู้ควบคุมดูแลโรงงาน)	2528	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 24 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (การเก็บและใช้วัตถุที่อาจเป็นอันตราย)	2530	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 26 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (มาตรการเกี่ยวกับหม้อไอน้ำ)	2534	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 2 กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน	2536	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 9 กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน	2538	กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 2 กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน	2539	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 3 กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน (เพิ่มเติม)	2539	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 6 การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว	2540	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 1 การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว	2541	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 3 มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน	2542	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกรม	ฉบับที่ 1 กำหนดวิธีการเก็บ ทำลายฤทธิ์ กำจัด ฝังทิ้ง เคลื่อนย้าย และการขนส่ง สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว	2531	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกรม	กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน	2540	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ระเบียบกรม	ว่าด้วยการขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมและผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ (ประกาศตาม พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2512)	2528	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ระเบียบกรม	ว่าด้วยการขึ้นทะเบียนเป็นวิศวกรควบคุมและอำนวยการใช้หม้อไอน้ำฯ	2528	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ระเบียบกรม	ว่าด้วยห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของเอกชน (ประกาศตาม พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2512)	2528	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
พระราชบัญญัติ	วัตถุอันตราย	2535	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	การขออนุญาตผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตรายชนิดที่ 3	2537	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 2 ค่าธรรมเนียมรายปี	2537	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 3 ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต	2537	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 13 กำหนดวิธีการผลิต การใช้วัตถุมีพิษ	2525	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย	2538	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	การขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางอุตสาหกรรม	2538	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	วัตถุอันตรายตาม "หมวด 3" หน้าที่และความรับผิดทางแพ่ง	2538	กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
ประกาศกระทรวง	การดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ	2538	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	ยกเว้นไม่ต้องปฏิบัติตาม พ.ร.บ.วัตถุอันตราย พ.ศ.2535 ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ	2538	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวง	หลักเกณฑ์การแจ้งปริมาณของผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก และผู้มีไว้ในครอบครอง ซึ่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ	2538	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ประกาศกรม	การแจ้งการดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ	2538	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
พระราชบัญญัติ	น้ำบาดาล	2520	กรมทรัพยากรธรณี
พระราชบัญญัติ	น้ำบาดาล (ฉบับที่ 2)	2535	กรมทรัพยากรธรณี
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 1 ใบอนุญาตประกอบกิจการ	2521	กรมทรัพยากรธรณี
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 7 อัตราค่าใช้น้ำบาดาล	2540	กรมทรัพยากรธรณี
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 3 กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการใช้น้ำบาดาลแบบอนุรักษ์	2521	กรมทรัพยากรธรณี
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 4 กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ	2521	กรมทรัพยากรธรณี
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 5 กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล	2521	กรมทรัพยากรธรณี
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 7 กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการส่งหรือใช้น้ำบาดาลแบบอนุรักษ์	2528	กรมทรัพยากรธรณี
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 8 กำหนดเขตน้ำบาดาลและความลึกของน้ำบาดาล	2537	กรมทรัพยากรธรณี
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 11 กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะน้ำบาดาล และการเลิกเจาะน้ำบาดาล	2542	กรมทรัพยากรธรณี

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 12 กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการ สำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ	2542	กรมทรัพยากรธรณี
พระราชบัญญัติ	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	2522	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
ประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 13/2530 เรื่อง หลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำเสียลงสู่ระบบกำจัดน้ำเสียส่วนกลาง	2530	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
ประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	คณะกรรมการการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 17/2541 เรื่อง หลักเกณฑ์เงื่อนไขและวิธีการการบริการกำจัดขยะทั่วไปในนิคมอุตสาหกรรม	2541	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
ประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 45/2541 เรื่อง หลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรม	2541	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
ประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 46/2541 เรื่อง การกำหนดอัตราปล่อยมลสารทางอากาศจากปล่องของโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม	2541	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
ประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 47/2541 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุไม่ใช้แล้วในนิคมอุตสาหกรรม	2541	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 4.2 กฎหมายภายใต้กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
พระราชบัญญัติ	ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	2535	
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 2 กำหนดวิธีการวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ	2524	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	กำหนดประเภทและขนาดโครงการหรือกิจการของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจหรือเอกชน ที่ต้องจัดทำ รายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	2535	สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม
ประกาศกระทรวง	กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ ระเบียบปฏิบัติและแนวทางในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบ สิ่งแวดล้อม	2535	สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม
ประกาศกระทรวง	กำหนดประเภทและขนาดโครงการหรือกิจการของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจหรือเอกชน ที่ต้องจัดทำ รายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ฉบับที่ 2)	2535	สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 3 เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม	2539	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 4 เรื่อง กำหนดประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม	2539	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ ระเบียบปฏิบัติและแนวทางในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบ สิ่งแวดล้อม (ฉบับที่ 3)	2539	สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม
ประกาศกระทรวง	กำหนดประเภทและขนาดโครงการหรือกิจการของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจหรือเอกชน ที่ต้องจัดทำรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ฉบับที่ 3)	2539	สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม
ประกาศกระทรวง	กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย	2540	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	กำหนดให้เตาเผามูลฝอยเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ	2540	กรมควบคุมมลพิษ

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
ประกาศกระทรวง	คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 เรื่อง กำหนดให้ท้องที่เขตจังหวัดสมุทรปราการ เป็นเขตควบคุมมลพิษ	2537	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป	2538	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 เรื่อง กำหนดให้ท้องที่เขตจังหวัดปทุมธานี จังหวัดนนทบุรี จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดนครปฐม เป็นเขตควบคุมมลพิษ	2538	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ชั่วโมง	2538	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 เรื่อง กำหนดให้ท้องที่เขตอำเภอบ้านแหลม อำเภอเมืองเพชรบุรี อำเภอท่ายาง อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และอำเภอหัวหินกับอำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นเขตควบคุมมลพิษ	2539	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 เรื่อง กำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป	2540	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่อนุญาตให้ระบายน้ำทิ้งให้มีค่ามาตรฐานแตกต่างจากค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม	2539	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกรม	วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ความถี่ และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคม อุตสาหกรรม	2539	กรมควบคุมมลพิษ
พระราชบัญญัติ	การพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน	2535	กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
พระราชบัญญัติ	การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	2535	กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
พระราชกฤษฎีกา	กำหนดโรงงานควบคุม	2540	กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 5 ว่าด้วยกำหนดแบบและระยะเวลาการส่งข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน และกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน และการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน	2540	กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 6 ว่าด้วยกำหนดหลักเกณฑ์วิธีการและระยะเวลาให้เจ้าของโรงงานควบคุมกำหนดและส่งเป้าหมาย และแผนอนุรักษ์พลังงานของโรงงานควบคุม และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน	2540	กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
ประกาศกระทรวง	วิธีการจัดทำรายงานการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานของโรงงานควบคุม	2540	กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
พระราชบัญญัติ	พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	2508	สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
ระเบียบสำนักฯ	ว่าด้วยการจัดเก็บกากกัมมันตรังสี (ราชกิจจานุเบกษา 28 กรกฎาคม 2541)	2532	สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
ประกาศกระทรวง	กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุม การปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2	2538	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	กำหนดมาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3	2539	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	กำหนดประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม	2536	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ฉบับที่ 5	2539	กรมควบคุมมลพิษ

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
ประกาศกระทรวง	กำหนดให้ที่ดินจัดสรรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 6	2539	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกระทรวง	กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งไอน้ำมันเบนซินจากคลังน้ำมันเชื้อเพลิง	2544	กรมควบคุมมลพิษ
ประกาศกรม	วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ความถี่ และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม	2539	กรมควบคุมมลพิษ

ตารางที่ 4.3 กฎหมายภายใต้กระทรวงสาธารณสุข

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
พระราชบัญญัติ	การสาธารณสุข	2535	
พระราชบัญญัติ	อาหาร	2522	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 2 (ค่าธรรมเนียมเก็บขนขยะ)	2536	กรมอนามัย
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 78 น้ำแข็ง	2527	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
ประกาศกระทรวง	ฉบับที่ 137 น้ำแข็ง ฉบับที่ 2	2534	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
ประกาศกระทรวง	ฉลากและระดับความเป็นพิษวัตถุอันตรายที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยามีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ	2538	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
ประกาศกระทรวง	การขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายที่ใช้ทางการสาธารณสุขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยามีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ	2538	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
ประกาศกระทรวง	กำหนดเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนจากปริมาณที่กำหนดไว้ของสารสำคัญในวัตถุอันตรายที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยามีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ	2538	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
ประกาศกระทรวง	การดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยามีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ	2538	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
ประกาศกระทรวง	ที่ 5/2538 เรื่อง กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ	2538	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
ประกาศกระทรวง	กำหนดวิธีการขนส่ง การเก็บรักษา การทำลายวัตถุมีพิษ หรือการปฏิบัติกับภาชนะบรรจุซึ่งมีพิษ (ฉบับที่ 1)	2525	กรมอนามัย
ประกาศกระทรวง	ที่ 8/2538 เรื่อง กำหนดจำนวนคนต่อจำนวนพื้นที่ของอาคารโรงงานที่ถือว่ามีคนอยู่มากเกินไป	2538	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ตารางที่ 4.4 กฎหมายภายใต้สำนักนายกรัฐมนตรี

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
พระราชบัญญัติ	คุ้มครองผู้บริโภค (ฉบับที่ 2) แก้ไขเพิ่มเติม พระราชบัญญัติคุ้มครอง ผู้บริโภค พ.ศ. 2522 เพื่อปรับปรุง	2541	สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

ตารางที่ 4.5 กฎหมายภายใต้กระทรวงเกษตร และสหกรณ์

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
พระราชบัญญัติ	การประมง แก้ไขเพิ่มเติมโดย พระราชกำหนดแก้ไขเพิ่มเติมพระราชบัญญัติการประมง พ.ศ. 2490 พ.ศ. 2513 และ แก้ไขเพิ่มเติมโดย (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2528	2490	กรมประมง
พระราชบัญญัติ	ว่าด้วยสิทธิการประมงไทยในเขตการประมงไทย	2482	กรมประมง
พระราชบัญญัติ	จัดระเบียบกิจการแพปลา	2496	องค์การสะพานปลา
พระราชกฤษฎีกา	จัดตั้งอุตสาหกรรมห้องเย็น	2501	องค์การอุตสาหกรรมห้องเย็น
ประกาศกระทรวง	กำหนดวิธีการขนส่ง การเก็บรักษา การทำลายวัตถุมีพิษ หรือการปฏิบัติกับภาชนะบรรจุซึ่งมีพิษ (ฉบับที่ 1)	2525	กรมวิชาการเกษตร
ประกาศกระทรวง	การขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ	2538	กรมวิชาการเกษตร
ประกาศกระทรวง	กำหนดเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนจากปริมาณที่กำหนดไว้ของสารสำคัญในวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ	2538	กรมวิชาการเกษตร
ประกาศกระทรวง	การดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตราย ชนิดที่ 4 ที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ	2538	กรมวิชาการเกษตร
ประกาศกระทรวง	กำหนดรายละเอียด หลักเกณฑ์ และวิธีการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ	2538	กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.6 กฎหมายภายใต้กระทรวงคมนาคม

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
พระราชบัญญัติ	การเดินเรือในน่านน้ำไทย (ฉบับที่ 14)	2535	กรมเจ้าท่า
ประกาศกรม	ที่ 67/2534 ให้มีการขออนุญาตการปล่อยน้ำทิ้งทุกประเภทลงสู่แหล่งน้ำ	2534	กรมเจ้าท่า
ประกาศกรม	ที่ 419/2540 กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม	2540	กรมเจ้าท่า
ประกาศกรม	การติดป้ายอักษรภาพและเครื่องหมายของรถบรรทุกวัตถุอันตราย	2543	กรมการขนส่งทางบก
ประกาศกรม	กำหนดประเภทหรือชนิดและลักษณะการบรรทุกวัตถุอันตรายที่ผู้ขับรถต้องได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ขับรถ ชนิดที่ 4	2544	กรมการขนส่งทางบก
ประกาศกรม	ที่ 435/2540 กำหนดประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่อนุญาตให้ระบายน้ำทิ้งให้มีค่ามาตรฐานแตกต่างจากค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกรมเจ้าท่า) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม	2540	กรมเจ้าท่า

ตารางที่ 4.7 กฎหมายภายใต้กระทรวงมหาดไทย

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
พระราชบัญญัติ	ว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง	2474	กรมโยธาธิการ
พระราชบัญญัติ	ว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง (ฉบับที่ 5)	2530	กรมโยธาธิการ
พระราชบัญญัติ	ควบคุมอาคาร	2522	กรมโยธาธิการ
กฎกระทรวง	(ฉบับที่ 33) ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้า และระบบป้องกันเพลิงไหม้ ระบบบำบัดบัดน้ำเสียและการระบายน้ำทิ้ง ระบบกำจัดขยะมูลฝอย	2535	กรมโยธาธิการ
กฎกระทรวง	(ฉบับที่ 39) แบบและวิธีการเกี่ยวกับการติดตั้งระบบการป้องกันอัคคีภัย	2537	กรมโยธาธิการ
กฎกระทรวง	(ฉบับที่ 44) ระบบบำบัดน้ำเสีย มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง ที่รองรับขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล	2538	กรมโยธาธิการ
พระราชบัญญัติ	ป้องกันและระงับอัคคีภัย	2542	กรมโยธาธิการ

ตารางที่ 4.8 กฎหมายภายใต้กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
พระราชบัญญัติ	คุ้มครองแรงงาน	2541	กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน
พระราชบัญญัติ	การฌาปนกิจสงเคราะห์	2545	กระทรวงแรงงาน
พระราชบัญญัติ	กองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ	2544	กระทรวงแรงงาน
พระราชบัญญัติ	แรงงานสัมพันธ์	2518	กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน
พระราชบัญญัติ	การทำงานของคนต่างด้าว	2521	กรมการจัดหางาน
พระราชบัญญัติ	จัดหางานและคุ้มครองคนหางาน พ.ศ.2528 และที่แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2537 และ พ.ศ.2538	2528	กรมการจัดหางาน
พระราชบัญญัติ	ประกันสังคม	2533	สำนักงานประกันสังคม
พระราชบัญญัติ	ประกันสังคม (ฉบับที่ 3)	2542	สำนักงานประกันสังคม
พระราชบัญญัติ	แรงงานรัฐวิสาหกิจสัมพันธ์	2543	กระทรวงแรงงาน
พระราชบัญญัติ	ส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน	2545	กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน
พระราชบัญญัติ	เงินทดแทน	2537	สำนักงานประกันสังคม
กฎกระทรวง	ว่าด้วยนายจ้างที่พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ.2541 ไม่ใช้บังคับ	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ว่าด้วยอัตราชั่วโมงทำงานล่วงเวลาและชั่วโมงทำงานในวันหยุด	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ว่าด้วยงานที่ไม่อาจให้ลูกจ้างหยุดทำงานในวันหยุดประเพณี	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ว่าด้วยการลาเพื่อฝึกอบรม	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ว่าด้วยงานเฝ้าดูแลสถานที่หรือทรัพย์สิน	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ว่าด้วยงานที่พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงานมิให้ใช้บังคับ	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ว่าด้วยงานประมงทะเล	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ว่าด้วยงานบรรทุกหรือขนถ่ายสินค้าเรือเดินทะเล	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ว่าด้วยการรักษาพยาบาล	2539	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ว่าด้วยงานขนส่งทางบก	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	กำหนดหลักเณฑ์วิธีการและอัตราค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูสมรรถภาพในการทำงานของลูกจ้าง	2539	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวง	กำหนดระยะเวลาการจ่ายค่าทดแทนและหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณค่าจ้างรายเดือน	2541	กระทรวงแรงงาน

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
ประกาศกระทรวง	ประเภท ขนาดของกิจการ และท้องที่ที่ให้นายจ้างจ่ายเงินสมทบ	2541	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวง	อัตราเงินสมทบ อัตราเงินฝาก วิธีการประเมินและการเรียกเก็บเงินสมทบ	2541	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวง	กำหนดชนิดของโรคซึ่งเกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน	2541	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวง	กำหนดแบบคำขอรับค่าฟื้นฟูสมรรถภาพในการทำงาน	2541	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวง	หลักเกณฑ์การวินิจฉัยและการประเมินการสูญเสียสมรรถภาพของผู้ป่วย หรือบาดเจ็บด้วยโรคจากการทำงาน	2541	กระทรวงแรงงาน
ระเบียบกระทรวง	ว่าด้วยการยึด อายัด การขายทอดตลาดทรัพย์สินของนายจ้างซึ่งไม่นำส่งเงินสมทบ	2537	กระทรวงแรงงาน
ระเบียบกระทรวง	ว่าด้วย วิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยเงินทดแทนของกองทุนเงินทดแทน	2538	กระทรวงแรงงาน
สำนักงานประกันสังคม	การแจ้งการประสบอันตราย เจ็บป่วย หรือสูญหาย และการขอรับเงินทดแทนฯ	2541	สำนักงานประกันสังคม
สำนักงานประกันสังคม	การลงทะเบียนนายจ้าง	2541	สำนักงานประกันสังคม
สำนักงานประกันสังคม	กำหนดแบบอุทธรณ์	2541	สำนักงานประกันสังคม
สำนักงานประกันสังคม	การออกคำสั่งให้นายจ้างจ่ายเงินทดแทน	2541	สำนักงานประกันสังคม
ประกาศกระทรวง	หลักเกณฑ์หรือวิธีการเรียกหรือรับเงินประกันการทำงานฯ จากลูกจ้าง	2541	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวง	วันแรงงานแห่งชาติ	2541	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวง	มาตรฐานและหลักเกณฑ์เพื่อความปลอดภัยในการทำงานในงานบรรทุกหรือขนถ่ายสินค้าฯ	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 2 กำหนดงานที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัย	2541	กระทรวงแรงงาน
กฎกระทรวง	ฉบับที่ 6 กำหนดงานที่ห้ามลูกจ้างอายุต่ำกว่า 18 ปี ทำงาน	2541	กระทรวงแรงงาน

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
ประกาศกระทรวง	เรื่องกำหนดสถานที่ที่ให้นายจ้างแจ้งการดำเนินการต่อพนักงานตรวจแรงงาน	2545	กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน
ประกาศกระทรวง	อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ	2545	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวง	กำหนดงานที่ให้คนต่างด้าวตามมาตรา 12 แห่งพระราชบัญญัติการทำงานของคนต่างด้าวทำได้ (ฉบับที่9)	2521	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกรม	การรับรายงานตัวเพื่อจดทะเบียนประวัติ และขอรับใบอนุญาตทำงานของคนต่างด้าว สัญชาติพม่า ลาว และกัมพูชา ในกิจการประมงทะเล	2544	กรมการจัดหางาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	การคุ้มครองแรงงาน (ในส่วนที่ไม่ขัดหรือแย้งกับ พ.ร.บ.)	2515	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	กำหนดสวัสดิการเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยสำหรับลูกจ้าง	2515	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร	2519	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม	2519	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)	2520	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า	2522	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (ประดาน้ำ)	2523	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างว่าด้วยลิฟต์ขนส่งวัสดุชั่วคราว	2524	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างว่าด้วยนั่งร้าน	2525	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับก่อสร้างว่าด้วยเขตก่อสร้าง	2528	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับปั้นจั่น	2530	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับการตอกเสาเข็ม	2531	กระทรวงแรงงาน

ศักดิ์ของกฎหมาย	เรื่อง	ปี พ.ศ.	หน่วยงานรับผิดชอบ
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับในสถานที่อับอากาศ	2533	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย	2534	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับหม้อไอน้ำ	2534	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	ความปลอดภัยในการทำงานในสถานที่ที่มีอันตรายจากการตกจากที่สูง วัสดุกระเด็น ตกหล่น และการพังทลาย	2534	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงมหาดไทย	การป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบการเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของลูกจ้าง	2534	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงแรงงาน	คณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน	2538	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกระทรวงแรงงาน	ความปลอดภัยในการทำงานของลูกจ้าง	2540	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกรม	กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการขนส่ง เก็บรักษา เคลื่อนย้าย และกำจัดหีบห่อภาชนะบรรจุหรือวัสดุห่อหุ้มสารเคมีอันตราย	2535	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกรม	กำหนดชนิดและประเภทของสารเคมีอันตราย	2535	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกรม	กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสุขภาพลูกจ้าง	2535	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกรม	กำหนดอุปกรณ์และเวชภัณฑ์ที่จำเป็นแก่การปฐมพยาบาลลูกจ้างที่ได้รับอันตรายจากสารเคมีอันตราย	2535	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกรม	หลักเกณฑ์และวิธีการคัดเลือกผู้แทนลูกจ้างระดับปฏิบัติการเพื่อเป็นคณะกรรมการความปลอดภัย อาชีว-อนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน	2538	กระทรวงแรงงาน
ประกาศกรม	หลักเกณฑ์การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน	2540	กระทรวงแรงงาน

ภาคผนวก จ: เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. รายงานการตรวจประเมินโครงการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน. 2543

สถาบันเทคโนโลยีน้ำอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม. รายงานการประเมินโครงการให้ความช่วยเหลือเพื่อการใช้น้ำในอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ. 2545

Chlorine Chemistry Council. Chlorine and Food Safety White Paper.

Chlorine Chemistry Council. Drinking Water Disinfection with Chlorine: An Effective Public Health practice.

Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance and Division of Water Resources of the North Carolina Department of Environmental and Natural Resources, and Land-of-Sky Regional Council. Water Efficiency Manual for Commercial, Industrial, and Institutional Facilities. 1998

Environmental Technology Best Practice Programme. Cost-Effective Water Saving Devices and Practices. 1997

P3U/GTZ. Good Housekeeping Guide for Small & Medium-Sized Enterprises. 1998

UNEP. Cleaner Production Assessment in Fish Processing.

Wilkes University, Center for Environmental Quality, GeoEnvironmental Science and Engineering Department. Thihalomethanes (THM) in drinking water Disinfection By Products.

WWFSOM21 Environmental Technology Initiative. Chlorine Disinfection Fact Sheet

US Filter and Vivendi Water Company Presentation, Chlorination – equipment and acccessories

ภาคผนวก ฉ: คณะกรรมการอุตสาหกรรมรายสาขาอาหารทะเลแช่แข็ง

คณะกรรมการอุตสาหกรรมรายสาขาอาหารทะเลแช่แข็ง

ประธานกรรมการ

นายวิฑูรย์ สิมะโชคดี	รองอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

รองประธานกรรมการ

นายโกศล ใจรังษี	ผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน

กรรมการ

นางสาวพูลทรัพย์ วิรุฬหกุล	กรมประมง
นายสุทัศน์ ชอบชื่น	สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
นายชนินทร์ ทองธรรมชาติ	กรมควบคุมมลพิษ
นางวรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายสัณห์ชัย กลิ่นพิกุล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
นายทักษิณ เนตรจักร์	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นายวันชัย ตันจารุพันธ์	บริษัท แกลง จำกัด
นายเอดีล หะยีอุมา	บริษัท ยูเนี่ยนโฟรเซนโปรดักส์ จำกัด
นายประสิทธิ์ สุวรรณยุคบดิน	บริษัท สตาร์ฟิช จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นางสุกัญญา บรรณเภสัช	สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นางสาวแคทลียา คงสุภาพศิริ	สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน
นายอัศวิน อิงศรีวรกุล	สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน

คณะทำงาน

นางสุกัญญา บรรณเภสัช	สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน
นางสาวแคทลียา คงสุภาพศิริ	สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน
นายอัศวิน อิงศรีวรกุล	สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน

นางสาวใจทิพย์ สัมฤทธิ์	สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน
Mr.Jens Peter N. Ohlenschlaeger	Danida
นางสาวอุมา วิรัตน์สกุลชัย	บริษัท เอฟ.อี. ซิลลิค (กรุงเทพฯ) จำกัด
นายสุรชัย ลีวัฒนานุกูล	บริษัท เอฟ.อี. ซิลลิค (กรุงเทพฯ) จำกัด
นายแสนศักดิ์ ตันติบุญทวีวัฒน์	บริษัท เอฟ.อี. ซิลลิค (กรุงเทพฯ) จำกัด

ภาคผนวก ช: กิตติกรรมประกาศ

กรมโรงงานอุตสาหกรรมขอขอบคุณ DANIDA และหน่วยงานต่างๆ ที่ให้การสนับสนุนทางเทคนิคและการเงิน รวมทั้งโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง ดังรายนามต่อไปนี้

1.	Mr.Jens Peter N. Ohlenschlaeger	DANIDA
2.	นางสาวพูลทรัพย์ วิรุฬหกุล	กรมประมง
3.	นายสุทัศน์ ชอบชื่น	สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
4.	นางวรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5.	นายสัณห์ชัย กลิ่นพิกุล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
6.	นายทักษิณ เนตรจักร์	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
7.	นายวันชัย ตันจารุพันธ์	บริษัท แกลง จำกัด
8.	นายเอดีล หะยีอุมา	บริษัท ยูเนี่ยนโฟรเซนโปรดักส์ จำกัด
9.	นายประสิทธิ์ สุวรรณยุคบดิน	บริษัท สตาร์ฟิช จำกัด