สารบัญ

หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
(การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ)
สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก)

ส่วนผู้บริหาร

ส่วนผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค

บทที่ 1 ประเด็นเป้าหมายสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

1.1 ประเด็นการใช้ไฟฟ้า 1-1
1.2 ประเด็นการใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิง 1-3
1.3 ประเด็นการใช้น้ำ 1-4
1.4 ประเด็นการเกิดน้ำเสียและความสกปรกของน้ำเสีย 1-6
1.5 ประเด็นการใช้แรงงาน หรือจำนวนคนงานในการผลิต 1-7
1.6 ประเด็นการใช้วัตถุดิบ (เนื้อสัตว์) 1-8

บทที่ 2 วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ 2-1

บทที่ 3 ตัวอย่างและกรณีศึกษาของวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ

3.1 ด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ 3-1
3.2 ด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ลดปริมาณ และความสกปรกของน้ำเสีย 3-21
3.3 ด้านอื่นๆ 3-28

บทที่ 4 การเริ่มต้นงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

4.1 รายการประเมินสำหรับผู้ปฏิบัติการ 4-2
4.2 ขั้นตอนและกลยุทธ์ในการดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด 4-5

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. กระบวนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก)
ภาคผนวก ข. สภาพและลักษณะการใช้ทรัพยากร อุปกรณ์ / เครื่องจักร และวิธีดำเนินงานของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์
ภาคผนวก ค. รายละเอียดการคำนวณ
ภาคผนวก ง. แหล่งข้อมูลสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
ภาคผนวก จ. แหล่งสนับสนุนทางการเงินสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
ภาคผนวก ฉ. กฎ ระเบียบ สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก)
ภาคผนวก ช. เอกสารอ้างอิง
ภาคผนวก ซ. รายชื่อคณะกรรมการอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก)
ภาคผนวก ฌ. กิตติกรรมประกาศ

ส่วนผู้บริหาร

ส่วนผู้บริหาร

1. บทนำ

อุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) เป็นอุตสาหกรรมประเภทอาหารซึ่งนับเป็นอุตสาหกรรมหลักอย่างหนึ่งของประเทศ ทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และเพื่อการส่งออกนำเงินตราเข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก แต่ก็เป็นที่ทราบดีว่าปัจจัยการผลิตที่สำคัญของอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไฟฟ้า น้ำมัน ก๊าซหุงต้ม และน้ำ เป็นต้น นับวันจะมีราคาสูงขึ้น รวมทั้งอุตสาหกรรมนี้ก็ก่อให้เกิดมลภาวะโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสีย เป็นจำนวนมาก

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology / CT) หรือการป้องกันมลพิษ เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการป้องกันการเกิดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ทำให้อุตสาหกรรมใช้วัตถุดิบและปัจจัยการผลิตอื่นๆอย่างมีประสิทธิภาพและลดของเสียไปพร้อมๆ กัน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน และเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบกิจการโรงงาน เนื่องจากสามารถช่วยลดต้นทุนทางการผลิต โดยการลดของเสียและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนี้ยังช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นำไปสู่ระบบมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14000) ได้ด้วย

เพื่อสนับสนุนให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) นำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปสู่การปฏิบัติใช้อย่างเป็นรูปธรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้จัดทำหลักปฏิบัติ (Code of Practice-CoP) เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) หลักปฏิบัติฯ นี้ได้ผ่านการกลั่นกรองโดยคณะกรรมการรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ มีความรู้และมีประสบการณ์ตรงในรายสาขาฯ นี้ ภายในหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนแรกนี้เป็นบทสรุปสำหรับผู้บริหาร มีเป้าหมายสำหรับผู้บริหาร ซึ่งมีอำนาจในการตัดสินใจในการริเริ่มและสนับสนุนการดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในองค์กร และส่วนที่สองเป็นรายละเอียดสำหรับผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค เพื่อให้สามารถนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างแท้จริง

2. ความหมาย

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology: CT) หมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย จึงเป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ทั้งนี้รวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนในการผลิตไปพร้อมๆ กัน

หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology Code of Practice) หมายถึง แนวทางการปฏิบัติตามหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมในรายสาขาอุตสาหกรรมที่กำหนด ประกอบด้วย (1) ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต และ (2) วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (Key Factor) หมายถึง ปริมาณการใช้วัตถุดิบและทรัพยากร หรือปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น/ระบายออก โดยเทียบต่อหนึ่งหน่วยวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ของแต่ละอุตสาหกรรมรายสาขา เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพในการผลิตหรือความสูญเสียที่เกิดขึ้น และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (Cleaner Technology Option: CT Option) หมายถึง แนวทางหรือวิธีการปรับปรุงค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตให้ดีขึ้น

3. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการจัดทำหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) เพื่อให้ทราบถึงประโยชน์และเป้าหมายของการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด และพร้อมใช้เป็นแนวทางให้โรงงานอุตสาหกรรมในรายสาขาฯ นำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและรักษาสิ่งแวดล้อมไปพร้อมๆกันด้วย

4. ประเด็นเป้าหมายในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก)

จากการศึกษาตรวจประเมินเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์ประเภทลูกชิ้น-ไส้กรอก พบว่าค่าใช้จ่ายในการผลิต (ไม่รวมค่าแรง) สูงสุด 5 อันดับ ได้แก่ ค่าวัตถุดิบประเภทเนื้อสัตว์ ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าพลังงานความร้อน ค่าน้ำและค่าบำบัดน้ำเสีย ตามลำดับ โดยค่าวัตถุดิบประเภทเนื้อสัตว์มีค่าสูงถึง 80-90 % ของค่าใช้จ่ายรวม 5 ประเภท และหากตัดค่าใช้จ่ายเรื่องวัตถุดิบประเภทเนื้อสัตว์ พบว่าใน 4 อันดับของค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยคิดเป็นสัดส่วนดังต่อไปนี้ ค่าพลังงานไฟฟ้า 64.0% ค่าพลังงานเชื้อเพลิงความร้อน 27.9% ค่าน้ำ 5.8% และค่าบำบัดน้ำเสีย 2.3% ดังนั้น การใช้ทรัพยากรที่สำคัญของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ประเภทลูกชิ้น-ไส้กรอก ได้แก่ วัตถุดิบประเภทเนื้อสัตว์ ไฟฟ้า เชื้อเพลิงความร้อน และน้ำ โดยของเสียที่สำคัญ ได้แก่ น้ำเสีย และความสกปรกของน้ำเสีย (รวมเศษเนื้อสัตว์) ในรูปของค่าบีโอดี นอกจากนี้จำนวนคนงานก็เป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญ (สามารถเชื่อมโยงกับประสิทธิภาพการผลิต เทคโนโลยีเครื่องจักรที่ใช้ และของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต) ด้วย ดังนั้นในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) เพื่อที่จะลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม จึงมุ่งเน้นประเด็นเป้าหมายที่มีการสูญเสียหรือมีการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง ดังนี้

1. ประเด็นการใช้ไฟฟ้า
2. ประเด็นการใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิง
3. ประเด็นการใช้น้ำในกระบวนการผลิต
4. ประเด็นการเกิดน้ำเสียและความสกปรกของน้ำเสีย
5. ประเด็นการใช้แรงงานหรือ จำนวนคนงานในการผลิต
6. ประเด็นการใช้วัตถุดิบ (เนื้อสัตว์)

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต

การบ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาฯ ในประเด็นเป้าหมาย 6 ประเด็นที่กล่าวถึงข้างต้นสามารถพิจารณาจากค่าปัจจัยหลักฯ ซึ่งคำนวณได้จากค่าปริมาณการใช้ทรัพยากรการผลิต/หรือการเกิดของเสียต่อตันผลิตภัณฑ์ โดยอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์ ประเภทลูกชิ้น-ไส้กรอก มีค่าปัจจัยหลักฯ ที่สำคัญดังนี้

1. ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
2. ปริมาณการใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
3. ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
4. ปริมาณการเกิดน้ำเสียต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
5. ภาระความสกปรกของน้ำเสียในรูปของกิโลกรัมบีโอดีต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
6. ปริมาณผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยคนงาน (ใช้แทนจำนวนคนงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)

ปัจจัยหลักฯ 4 ข้อแรกเป็นไปตามสัดส่วนค่าใช้จ่ายที่สำคัญ และบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและการปล่อยน้ำเสีย สำหรับปัจจัยหลักฯ ข้อ 5 จะช่วยแสดงถึงประสิทธิภาพในการลดการสูญเสียเนื้อสัตว์ในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งจะสะท้อนถึงค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของน้ำเสียด้วย สำหรับปัจจัยหลักฯข้อ 6 จะบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพการใช้กำลังคน ตลอดจนระดับเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตด้วย

สำหรับประเด็นการใช้วัตถุดิบ (เนื้อ) นั้นไม่สามารถกำหนดเป็นค่าปัจจัยที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมรายสาขาได้ เนื่องจากปริมาณการใช้วัตถุดิบ (เนื้อ) ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ สำหรับแต่ละโรงงานจะมีค่าแตกต่างกัน เพราะมีสูตรการผลิตที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม ค่านี้สามารถใช้เป็นดัชนีเปรียบเทียบภายในโรงงานเอง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาปรับปรุงให้มีการใช้วัตถุดิบ (เนื้อ) อย่างมีประสิทธิภาพได้

นอกจากปัจจัยหลักฯ ที่กล่าวถึงข้างต้นแล้ว ยังมีประเด็นอื่นๆ ที่อาจนำมาพิจารณาร่วมด้วย ได้แก่

- ปริมาณกากของเสียต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่น ถุงพลาสติก ภาชนะบรรจุ เป็นต้น
- สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่น คลอรีน ดีเทอร์เจน เป็นต้น

ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตทั้ง 6 ปัจจัย สำหรับโรงงานขนาดต่างๆ แสดงในตารางที่ 1 2 และ 3

ตารางที่ 1 ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม**ขนาดเล็ก**

รายการ	ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต *	
	ค่าเฉลี่ย	พิสัย
ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	1,610	491 - 2,748
ปริมาณเชื้อเพลิง (เมกะจูลต่อตันผลิตภัณฑ์)	12,960	2,171 - 31,760
ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	50.4	15.5 - 90.4
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	44.7	12.4 - 90.0
ความสกปรกของน้ำเสีย (กก.บีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์)	21.0	3.5 - 55.5
การใช้แรงงาน (กก.ผลิตภัณฑ์ต่อคน-ชั่วโมง)	4.2	1.7 – 8.8

ตารางที่ 2 ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม**ขนาดกลาง**

รายการ	ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต *	
	ค่าเฉลี่ย	พิสัย
ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	302	161 - 427
ปริมาณเชื้อเพลิง (เมกะจูลต่อตันผลิตภัณฑ์)	1,197	625 - 1,676
ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	9.1	3.6 - 13.9
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	7.7	2.9 - 10.2
ความสกปรกของน้ำเสีย (กก.บีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์)	4.6	2.91 - 7.8
การใช้แรงงาน (กก.ผลิตภัณฑ์ต่อคน-ชั่วโมง)	16.2	7.1 – 22.0

ตารางที่ 3 ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม**ขนาดใหญ่**

รายการ	ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต *	
	ค่าเฉลี่ย	พิสัย
ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	419	142 - 860
ปริมาณเชื้อเพลิง (เมกะจูลต่อตันผลิตภัณฑ์)	2,495	676 - 3,718
ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	6.8	4.6 - 10.9
ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	7.2	3.9 - 12.7
ความสกปรกของน้ำเสีย (กก.บีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์)	4.4	2.25 - 6.1
การใช้แรงงาน (กก.ผลิตภัณฑ์ต่อคน-ชั่วโมง)	16.0	5.0 – 35.0

* ข้อมูลจากโรงงานนำร่อง 10 แห่ง (ขนาดเล็ก 4 โรงงาน ขนาดกลาง 3 โรงงาน และ ขนาดใหญ่ 3 โรงงาน)

หมายเหตุ:
1. ปริมาณไฟฟ้า เป็นปริมาณไฟฟ้ารวมทั้งที่ใช้ในโรงงาน รวมกระบวนการผลิต สำนักงานที่ตั้งอยู่ภายในโรงงาน ไฟแสงสว่าง และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ (แต่ไม่รวมปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักคนงานภายในบริเวณโรงงาน)
2. ปริมาณเชื้อเพลิง เป็นปริมาณค่าความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงประเภทน้ำมัน (รวมทั้งก๊าซหุงต้ม) สำหรับหม้อไอน้ำ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ความร้อนอื่นๆเช่น ตู้อบไส้กรอก หม้อต้มลูกชิ้น หม้อต้มไก่ยอ ฯลฯ
3. ปริมาณการใช้น้ำ เป็นปริมาณน้ำรวมทั้งที่ใช้ในโรงงาน รวมกระบวนการผลิต สำนักงานที่ตั้งอยู่ภายในโรงงาน ห้องน้ำ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ (ไม่รวมปริมาณน้ำที่ใช้ในบ้านพักคนงานภายในบริเวณโรงงาน)
4. ปริมาณน้ำเสีย เป็นปริมาณน้ำเสียรวมที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน
5. ความสกปรกของน้ำเสีย เป็นค่าความสกปรก วัดเป็นบีโอดี ของน้ำเสียในข้อ 4
6. การใช้แรงงาน วัดจากจำนวนพนักงานทั้งหมดของโรงงาน ทั้งในส่วนผลิตและส่วนสำนักงาน (ไม่รวมสำนักงาน และ/หรือฝ่ายอื่นๆ ที่ไม่อยู่ในบริเวณโรงงาน)
7. ผลิตภัณฑ์ วัดเป็นปริมาณผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์รวมของโรงงาน เช่น ลูกชิ้น ไส้กรอก หมูยอ ฯลฯ (ไม่รวมผลิตภัณฑ์ประเภทที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ เช่น ซอส น้ำจิ้ม ฯลฯ)

จากค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมรายสาขาฯ จะเห็นว่าการใช้ทรัพยากรต่างๆ ปริมาณของเสีย และการใช้แรงงาน ในรูปค่าปัจจัยหลักฯ ของแต่ละโรงงาน มีค่าแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของ (1) การเลือกใช้วัตถุดิบ และสูตรการผลิต (2) อุปกรณ์การผลิต เครื่องจักร และระดับเทคโนโลยี (3) การวางผังการผลิต (4) การใช้พลังงานไฟฟ้า เชื้อเพลิงความร้อน แหล่งน้ำใช้ (5) ระบบจัดการและบำบัดของเสีย / น้ำเสีย (6) วิธีปฏิบัติงานและการบริหารจัดการการผลิต เป็นต้น ซึ่งแสดงว่ามีความหลากหลายของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (ดูภาคผนวก ข.)

ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตในตารางข้างต้น สามารถใช้เป็นแนวทางบ่งชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการปรับปรุงของโรงงานต่างๆ ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) เท่านั้น อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบค่าปัจจัยหลักฯ เพื่อให้เกิดการปรับปรุงพัฒนาอย่างแท้จริง โรงงานควรใช้ค่าปัจจัยหลักฯ ดังกล่าวเปรียบเทียบกับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีลักษณะกระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยอาจเปรียบเทียบกับบริษัทฯ ในเครือ หรือเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละเดือนของบริษัทฯ เอง (Internal Benchmarking)

5. วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) คือ ข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับนำไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยอาศัยหลักการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด การนำกลับมาใช้ซ้ำ และการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงการเปลี่ยนการใช้วัตถุดิบหรือสารเคมีที่มีความเป็นพิษน้อยกว่า ซึ่งมีวิธีปฏิบัติทั้งทางด้านเทคนิคและการจัดการที่ดี (Good Housekeeping) โดยสามารถจัดกลุ่มเป็น 3 ประเด็นใหญ่ๆ คือ

(1) ด้านการใช้พลังงาน แบ่งเป็นระบบความเย็น ระบบความร้อน ระบบแสงสว่างและอื่นๆ (ตามปัจจัยหลัก 1 2 และ 6)

(2) ด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย (ตามปัจจัยหลัก 3-6)

(3) ด้านอื่นๆ เช่น สุขอนามัย ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม (ช่วยเสริม ปัจจัยหลัก 1-6 ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น)

ทั้งนี้ ได้ยกตัวอย่างข้อเสนอที่สำคัญๆ รวมทั้งผลการคำนวณค่าใช้จ่ายที่โรงงานสามารถประหยัดได้ และผลประโยชน์กับสิ่งแวดล้อมที่โรงงานมีส่วนช่วยชุมชน สังคม และประเทศ จากการนำข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติใช้ แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างผลประโยชน์ที่ได้จากการปฏิบัติตามข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	เงินลงทุน (บาท)	ผลที่ได้รับ (บาท/ปี)	ผลด้านสิ่งแวดล้อม	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	หมายเหตุ
ด้านการใช้พลังงาน					
1. การฉีดโฟมฉนวนป้องกันการสูญเสียความเย็นจากใต้พื้นห้องเย็น	84,500	126,374	ลดการใช้ไฟฟ้าได้ 43,131 กิโลวัตต์-ชม./ปี	8 เดือน	ใช้ได้ทั้งพื้น ผนังและหลังคาที่อุณหภูมิสองด้านต่างกันมากๆ
2. การปรับอุณหภูมิห้องผลิตโดยระบบ Save mode	8,000	304,720	ลดการใช้ไฟฟ้าได้ 104,000 กิโลวัตต์-ชม./ปี	10 วัน	
3. การหุ้มฉนวนหม้อต้ม	1,200,000	4,155,637	ลดการใช้น้ำมันเตา 407,807 ลิตร/ปี	4 เดือน	
4. การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ผสมน้ำป้อนหม้อไอน้ำ	340,000	294,978	ลดการใช้น้ำมันเตา 27,960 ลิตร/ปี	1.2	
5. การปรับเปลี่ยนขนาดของหม้อแปลงให้เหมาะสมกับภาระงาน	106,000	26,320	ลดการใช้ไฟฟ้าได้ 8,983 กิโลวัตต์-ชม./ปี	4.03	
6. การนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศมาทำน้ำร้อน	290,000	91,152	ลดการใช้ไฟฟ้าได้ 31,110 กิโลวัตต์-ชม./ปี	3.2	
7. ปรับเปลี่ยนบัลลาสต์ขดลวดเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง	62,850	19,888	ลดการใช้ไฟฟ้าได้ 6,788 กิโลวัตต์-ชม./ปี	3.2	ควรปรับเปลี่ยนเมื่อบัลลาสต์เดิมหมดอายุการใช้งาน หรือมีอายุงานมากแล้ว
8. การปรับปรุงประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ	65,000	781,360	ลดการใช้น้ำมันเตา 53,335 ลิตร/ปี	1 เดือน	ลงทุนโดยการซื้อเครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซเผาไหม้
ด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย					
1. การใช้ระบบหัวฉีดน้ำแรงดันสูงในการล้างพื้น	22,000	11,325	ลดการใช้น้ำได้ 975 ลบ.ม./ปี	1.9	ค่าลงทุนรวมค่าไฟฟ้า
2. การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ ลดการสูญเสียน้ำล้างมือ	5,000	2,040	ลดการใช้น้ำได้ 120 ลบ.ม./ปี	2.4	
3. เปลี่ยนวิธีการล้างอุปกรณ์ผสม (Mixer)	11,000	6,627	ลดการใช้น้ำได้ 556 ลบ.ม./ปี	1.6	
4. การปรับปรุงวิธีการลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์	500,000	2,796,210	ลดการใช้น้ำได้ 12,750 ลบ.ม./ปี	2 เดือน	คำนวณทั้งค่าน้ำและค่าไฟฟ้า
5. การลดความสกปรกของน้ำเสียโดยการติดตั้งตะแกรงกรองเศษวัตถุดิบ	4,000	12,000	ลดบีโอดีของน้ำเสียได้ 20% หรือ 4,800 กิโลกรัม/ปี	4 เดือน	ลดค่าไฟฟ้าของเครื่องเติมอากาศสำหรับลดบีโอดี

ตัวอย่างข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดข้างต้น ได้มาจากการศึกษาจากโรงงานตัวอย่างที่มีขนาดและสภาวะที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่เหมาะสมและครอบคลุมทั่วทั้งกระบวนการผลิต เพื่อนำไปประยุกต์ปฏิบัติใช้ในโรงงานตนเอง ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในส่วนผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค ตารางที่ 5 แสดงผลสรุปของค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตและข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) ขนาดต่างๆ

ตารางที่ 5 สรุปค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตและข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่เหมาะสมสำหรับโรงงานขนาดต่างๆ

ขนาดของโรงงานฯ	เล็ก	กลาง	ใหญ่
ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (ค่าเฉลี่ย)			
1. ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	1,610	302	419
2. ปริมาณเชื้อเพลิง (เมกะจูลต่อตันผลิตภัณฑ์)	12,960	1,197	2,495
3. ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	50.4	9.1	6.8
4. ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)	44.7	7.7	7.2
5. ความสกปรกของน้ำเสีย (กก.บีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์)	21.0	4.6	4.4
6. การใช้แรงงาน (กก.ผลิตภัณฑ์ต่อคน-ชั่วโมง)	4.2	16.2	16.0
ข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด			
1. ด้านการใช้พลังงาน			
1.1 การฉีดโฟมฉนวนป้องกันการสูญเสียความเย็นจากใต้พื้นห้องเย็น	◉	◉	●
1.2 การปรับอุณหภูมิห้องผลิตโดยระบบ Save mode	◉	◉	●
1.3 การหุ้มฉนวนหม้อต้ม	●	●	●
1.4 การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ผสมน้ำป้อนหม้อไอน้ำ	◉	●	●
1.5 การปรับเปลี่ยนขนาดของหม้อแปลงให้เหมาะสมกับภาระงาน	○	◉	◉
1.6 การนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศมาทำน้ำร้อน	◉	◉	●
1.7 ปรับเปลี่ยนบัลลาสต์ขดลวดเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง	◉	●	●
1.8 การปรับปรุงประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ	●	●	●
2. ด้านการใช้น้ำและปริมาณความสกปรกของน้ำเสีย			
2.1 การใช้ระบบหัวฉีดน้ำแรงดันสูงในการล้างพื้น	◉	◉	●
2.2 การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ ลดการสูญเสียน้ำล้างมือ	●	●	●
2.3 เปลี่ยนวิธีการล้างอุปกรณ์ผสม (Mixer)	◉	◉	●
2.4 การปรับปรุงวิธีการลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์	◉	◉	●
2.5 การลดความสกปรกของน้ำเสียโดยการติดตั้งตะแกรงกรองเศษวัตถุดิบ	●	●	●
3. ด้านอื่น ๆ			
3.1 การลดปริมาณวัตถุดิบ off-spec และผลิตภัณฑ์ off-spec	●	●	●
3.2 การหลีกเลี่ยงหรือปรับเปลี่ยนใช้วัตถุเจือปนอาหารเพื่อยืดอายุการเสียที่เหมาะสม	●	●	●
3.3 การติดตั้งแผ่นกรองฝุ่นและแมลงสำหรับพัดลมดูดอากาศ	●	●	●
3.4 การแยกบริเวณการผลิต-ร้อนเย็น ดิบสุก และห้องน้ำ ห้องเก็บขยะ	●	●	●

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ ● หมายถึง เหมาะสม
◉ หมายถึง อาจเหมาะสม ควรศึกษาเพิ่มเติม
○ หมายถึง ไม่เหมาะสม (หากประสงค์จะนำมาใช้ ควรศึกษาเพิ่มเติมโดยละเอียด)

6. การเริ่มต้นงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

จากข้อมูลที่กล่าวในข้อ 5 เป็นตัวอย่างเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่ได้ปฏิบัติจริงและเห็นผลแล้วในโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ ประเภทลูกชิ้น-ไส้กรอก (โรงงานนำร่อง 10 แห่ง) ทำให้แต่ละโรงงานสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย (ลดต้นทุน) ได้หลายแสนบาทต่อปี รวมทั้งยังสามารถลดปัญหามลพิษของโรงงาน ซึ่งเป็นการช่วยให้สิ่งแวดล้อมของชุมชนใกล้เคียงและประเทศโดยรวมดีขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันจึงควรพิจารณาเริ่มใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดด้วย โดยสามารถนำข้อเสนอไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับโรงงานของตนเองได้เลย โดยทั่วไปโรงงานอาจเริ่มต้นจากข้อเสนอที่อยู่ในกลุ่มปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโดยการจัดการที่ดี ซึ่งเป็นข้อเสนอที่ไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนเพียงเล็กน้อย จากนั้นจึงพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้วยการนำข้อเสนอที่อาจต้องมีการลงทุนในการปรับปรุงด้วย เช่น ต้องมีการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีให้ทันสมัย ในกรณีนี้อาจต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์มาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในเรื่องของการลงทุนและผลกำไรด้วย

ในการเริ่มต้นงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ผู้บริหารมีความสำคัญและมีบทบาทที่สำคัญยิ่ง โดยผู้บริหารต้องเห็นความสำคัญ มีความมุ่งมั่นที่จะนำแนวคิดเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาปฏิบัติใช้ในโรงงานของตน เพื่อลดต้นทุนและลดมลพิษไปพร้อมๆ กัน หลังจากนั้นจึงจัดตั้งทีมงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขึ้นเพื่อดำเนินงานต่อไป โดยผู้บริหารควรติดตามผลความก้าวหน้าของการดำเนินงาน และให้ความสนับสนุนทีมงานฯ ตามความเหมาะสม (ดูรายละเอียด 5 ขั้นตอนของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในบทที่ 4 ส่วนผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค)

ผู้บริหารสามารถใช้รายการประเมินสำหรับผู้บริหาร เพื่อประเมินประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานเบื้องต้น เพื่อช่วยตัดสินใจประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ทำให้โรงงานสามารถลดต้นทุนการผลิต และ/หรือลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ รายการประเมินมีทั้งแบบเชิงคุณภาพสำหรับผู้บริหาร (ใช้ประสบการณ์) และแบบเชิงปริมาณ (สำหรับผู้ปฏิบัติการ โดยใช้ข้อมูลและค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพ) โดยในบทนี้จะแสดงเฉพาะแบบประเมินเชิงคุณภาพ ส่วนแบบประเมินเชิงปริมาณดูรายละเอียดได้ในบทที่ 4 ส่วนผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค

ตารางที่ 6 รายการประเมินประสิทธิภาพการผลิตของโรงงาน สำหรับผู้บริหาร (เชิงคุณภาพ)

ประเด็น	โรงงานของท่านมีปัญหาเหล่านี้หรือไม่		
	ไม่ใช่	**ใช่**	**ไม่มีข้อมูล**
1. มีการใช้วัตถุดิบประเภทเนื้อสัตว์ มากเกินไป ค่าใช้จ่ายสูงไป			
2. มีการใช้ไฟฟ้าสิ้นเปลือง ค่าไฟฟ้าสูงเกินไป			
3. มีการใช้เชื้อเพลิง (แก๊ส/น้ำมัน/พลังงานความร้อนรูปแบบอื่นๆ) มากไป ค่าเชื้อเพลิงสูงไป			
4. มีการใช้น้ำอย่างสิ้นเปลือง มีการใช้จ่ายมากเกินไปสำหรับค่าน้ำ			
5. มีปัญหาเรื่องน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียมากไป น้ำมีความสกปรกสูง ค่าใช้จ่ายบำบัดน้ำเสียมากไป			
6. มีปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น กลิ่น ควัน ฯลฯ			
7. มีความจำเป็นต้องรักษาภาพพจน์ที่ดีต่อชุมชน			
8. มีปัญหาเรื่องผลผลิตต่ำ ผลิตไม่ทัน			
9. มีปัญหาเรื่องการหยุดฉุกเฉินหน้างาน			
10. ต้องการพัฒนาโรงงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดต้นทุน ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม			

เกณฑ์พิจารณาโดยสังเขป

1. ถ้าตอบว่า ไม่ใช่ น้อยกว่า 5 ข้อ (< 50%) แสดงว่าโรงงานของท่าน **มีปัญหา** ควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน โดยการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดแก้ไขปัญหาที่มี
2. ถ้าตอบว่า ไม่ใช่ 5 – 8 ข้อ (50% - 80%) แสดงว่าโรงงานของท่านอยู่ในเกณฑ์ **พอใช้** ควรพิจารณาปรับปรุงประเด็นที่ระบุ ทั้ง 3 โดยการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
3. ถ้าตอบว่า ไม่ใช่ มากกว่า 8 ข้อ (> 80%) แสดงว่าโรงงานของท่านอยู่ในเกณฑ์ **ดี** แต่หากโรงงานต้องการพัฒนาสู่แนวหน้า ก็ควรพิจารณาใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตาม ในการเริ่มต้นงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สิ่งสำคัญพื้นฐานที่จะนำไปสู่การปฏิบัติใช้อย่างแท้จริง คือ

1. ผู้บริหารต้องเห็นความสำคัญและมีความมุ่งมั่นในการนำแนวคิดเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาปฏิบัติใช้
2. โรงงานควรทำความเข้าใจกับพนักงานเกี่ยวกับเหตุผลที่ต้องมีการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด และจัดตั้งทีมงานเพื่อเป็นแกนหลักในการดำเนินการ
3. ในการเริ่มตรวจประเมินด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ควรปฏิบัติตามขั้นตอนที่แสดงไว้ในส่วนของผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค
4. พิจารณาประเด็นการสูญเสีย/ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สามารถปรับปรุงได้
5. ทำการประมาณค่าใช้จ่ายและจัดลำดับความสำคัญ ในการปรับปรุงประเด็นการสูญเสีย/ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่กล่าวในข้อ 4
6. เริ่มดำเนินการในส่วนที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ หรือส่วนที่โรงงานเห็นว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน

ถ้าโรงงานต้องการให้มีการประเมินด้านเทคนิคเพิ่มเติมสำหรับการตรวจประเมินหรือสำหรับการหาทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่ต้องมีการลงทุนสูง โรงงานควรติดต่อกับที่ปรึกษา ผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์หรือแหล่งความช่วยเหลือทางเทคนิคอื่น

ส่วนผู้ปฏิบัติการด้านเทคนิค

บทที่ 1
ประเด็นเป้าหมายสำหรับการดำเนินงาน ด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ในอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) มีประเด็นเป้าหมายในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เพื่อที่จะเป็นการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะมุ่งเน้นประเด็นเป้าหมายที่สำคัญดังนี้

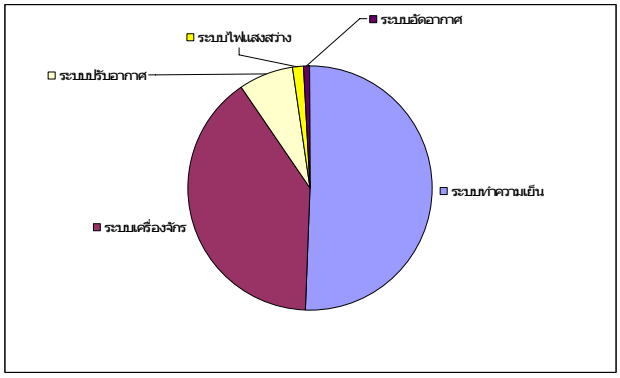
1. ประเด็นการใช้ไฟฟ้า
2. ประเด็นการใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิง
3. ประเด็นการใช้น้ำ
4. ประเด็นการเกิดน้ำเสียและความสกปรกของน้ำเสีย
5. ประเด็นการใช้แรงงานหรือจำนวนคนงานในการผลิต
6. ประเด็นการใช้วัตถุดิบ (เนื้อสัตว์)

1.1 ประเด็นการใช้ไฟฟ้า

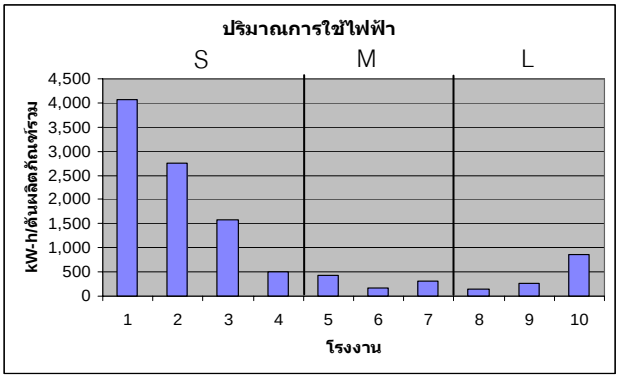
การใช้ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ประเภทลูกชิ้น-ไส้กรอก นับเป็นทรัพยากรหลักที่มีผลต่อต้นทุนการผลิต รองจากค่าใช้จ่ายด้านวัตถุดิบเนื้อสัตว์ เนื่องจากมีการใช้เครื่องจักรในการผลิต และเครื่องทำความเย็นเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การใช้ไฟฟ้า จึงเป็นประเด็นสำคัญในการพิจารณาเพื่อดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

โดยเมื่อพิจารณาเฉพาะประเด็นการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อเทียบในหน่วยเดียวกัน (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี) พบว่า สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยเฉลี่ยของโรงงานนำร่อง ดังแสดงในรูปที่ 1-1 แบ่งเป็น

- ระบบทำความเย็น (Refrigeration) 50.6 %
- ระบบเครื่องจักรในการผลิต 39.9 %
- ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning) 7.4 %
- ระบบไฟแสงสว่าง 1.2 %
- ระบบอัดอากาศ 0.9 %



รูปที่ 1-1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 1-2 ค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อตันผลิตภัณฑ์ของโรงงานนำร่อง

เนื่องจากไฟฟ้าเป็นทรัพยากรหลัก ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อตันผลิตภัณฑ์รวม จึงเป็นปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตที่สำคัญในอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) ซึ่งจากการตรวจวัดโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาฯ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อตันผลิตภัณฑ์รวม ดังแสดงในรูปที่ 1-2 โดยเมื่อแยกตามขนาดของโรงงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

- โรงงานขนาดเล็ก เท่ากับ 1,610 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันผลิตภัณฑ์รวม (ไม่รวมโรงงานที่ 1)
- โรงงานขนาดกลาง เท่ากับ 302 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันผลิตภัณฑ์รวม
- โรงงานขนาดใหญ่ เท่ากับ 419 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันผลิตภัณฑ์รวม

หมายเหตุ : 1) การแบ่งขนาดของโรงงานที่นำมาเป็นเกณฑ์ พิจารณาจากกำลังการผลิต (รวม)

ขนาดเล็ก (S) น้อยกว่า 5 ตัน/วัน
ขนาดกลาง (M) ระหว่าง 5-50 ตัน/วัน
ขนาดใหญ่ (L) มากกว่า 50 ตัน/วัน

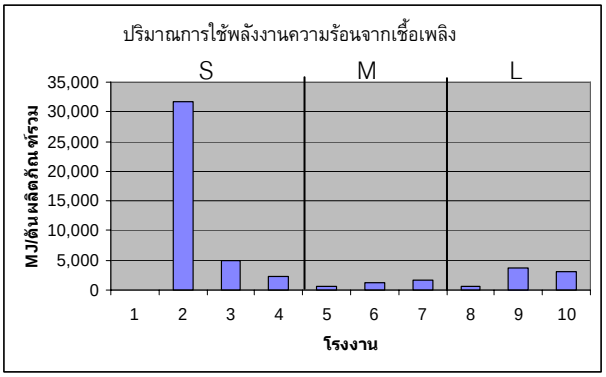
2) ค่าเฉลี่ยของโรงงานขนาดเล็ก ไม่นำค่าของโรงงานที่ 1 มาคิดรวมเป็นค่าเฉลี่ย เนื่องจากโรงงานที่ 1 ใช้ไฟฟ้าในการผลิตพลังงานความร้อนด้วย ซึ่งจัดเป็นกรณีพิเศษเฉพาะ

ค่าปัจจัยหลักฯ เฉลี่ยด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานขนาดกลางมีค่าที่ต่ำสุด (ดีสุด) รองลงมาคือโรงงานขนาดใหญ่ และโรงงานขนาดเล็ก ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยที่เรียกว่า economy of scale คือ โรงงานขนาดกลาง มีกำลังผลิตที่พอเหมาะกับการใช้เครื่องทำความเย็น เครื่องจักรในการผลิต และการใช้พลังงานไฟฟ้าอื่นๆ หากเป็นโรงงานขนาดใหญ่อาจต้องเพิ่มขนาด และ/หรือจำนวนห้องเย็น และเครื่องจักร เกินจุดที่เหมาะสม ส่วนโรงงานขนาดเล็กมีกำลังการผลิตต่ำ แต่ก็ยังอาจต้องใช้เครื่องทำความเย็น เครื่องจักรในการผลิต และการใช้พลังงานไฟฟ้าอื่นๆ ขั้นต่ำ เพื่อให้ผลิตได้ ทำให้ค่าปัจจัยหลักฯ เฉลี่ยด้านการใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่าค่อนข้างสูงมาก

อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่วิเคราะห์และประเมินนี้ ไม่ได้ใช้เป็นค่าเกณฑ์มาตรฐานที่แต่ละโรงงานควรจะเป็น หากแต่เป็นข้อสรุปจากผลการศึกษา ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าโรงงานที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าเฉลี่ยนั้น ควรมีการปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (เช่น โรงงานที่ 1 มีค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อตันผลิตภัณฑ์รวมสูงมาก สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากโรงงานตั้งอุณหภูมิห้องผลิตอยู่ที่ 12 องศาเซลเซียส ซึ่งค่อนข้างต่ำเกินความจำเป็น นอกจากนี้โรงงานมีการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้ความร้อนในการทำให้ผลิตภัณฑ์สุก แทนการใช้เชื้อเพลิง ส่วนโรงงานที่ 2 มีสาเหตุจากเป็นโรงงานขนาดเล็กมาก กำลังผลิตค่อนข้างต่ำ แต่อุปกรณ์การผลิตใช้ไฟฟ้ามากตามปกติ ประกอบกับการที่ฉนวนห้องเย็นที่เริ่มชำรุดเสียหายทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปกับระบบทำความเย็นเป็นจำนวนมาก) ส่วนโรงงานที่มีการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ควรจะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยการนำเอาแนวทางของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในโรงงาน ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งเพื่อช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า และให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

1.2 ประเด็นการใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิง

ในอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ ลูกชิ้น-ไส้กรอก มีการใช้พลังงานความร้อนในรูปของไอน้ำเป็นส่วนใหญ่ (มีการใช้ก๊าซหุงต้มหรือ LPG บ้างเป็นส่วนน้อย) เพื่อใช้ในการทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในตู้อบ หรือหม้อต้มลูกชิ้น-ไส้กรอก โดยทั่วไปการใช้หม้อไอน้ำจำเป็นต้องมีการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ทุกๆ 3-6 เดือนเพื่อปรับสัดส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศ (fuel to air ratio) ให้เหมาะสม เนื่องจากหากสัดส่วนดังกล่าวไม่เหมาะสมจะทำให้หม้อไอน้ำมีประสิทธิภาพต่ำ เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและยังมีก๊าซเสียเป็นจำนวนมาก ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้อุปกรณ์ความร้อนต่างๆ ควรมีการหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันมิให้ความร้อนสูญเสีย จากการตรวจประเมินโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาฯ พบว่ามีการใช้พลังงานเชื้อเพลิง (ความร้อน) ต่อตันผลิตภัณฑ์รวม ดังแสดงในรูปที่ 1-3



รูปที่ 1-3 ค่าปริมาณพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงต่อตันผลิตภัณฑ์ของโรงงานนำร่อง
(หมายเหตุ : โรงงานที่ 1 ไม่มีการใช้เชื้อเพลิง แต่ใช้ไฟฟ้าในการให้ความร้อน)

โดยเมื่อแยกตามขนาดของโรงงาน สามารถสรุปค่าปัจจัยหลักฯ ได้ดังนี้

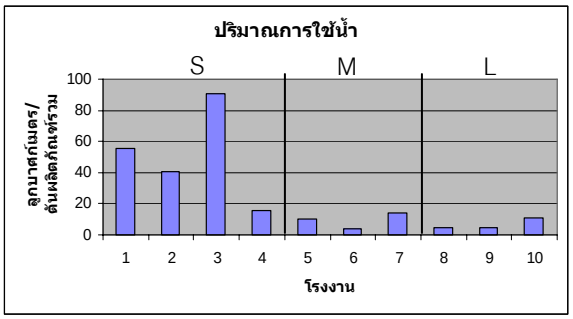
- โรงงานขนาดเล็ก เท่ากับ 12,960 เมกะจูล/ตันผลิตภัณฑ์รวม
- โรงงานขนาดกลาง เท่ากับ 1,197 เมกะจูล/ตันผลิตภัณฑ์รวม
- โรงงานขนาดใหญ่ เท่ากับ 2,495 เมกะจูล/ตันผลิตภัณฑ์รวม

ค่าปัจจัยหลักฯ เฉลี่ยด้านการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของโรงงานขนาดกลางมีค่าที่ต่ำสุด (ดีสุด) รองลงมาคือโรงงานขนาดใหญ่ และโรงงานขนาดเล็ก ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากปัจจัยที่เรียกว่า economy of scale คือ โรงงานขนาดกลางมีกำลังผลิตที่พอเหมาะกับการใช้ หม้อไอน้ำ ตู้อบ หม้อต้มลูกชิ้น-ไส้กรอก และการใช้พลังงานความร้อนอื่นๆ หากเป็นโรงงานขนาดใหญ่อาจต้องเพิ่มขนาด และ/หรือจำนวนหม้อไอน้ำ ตู้อบ หม้อต้มลูกชิ้น-ไส้กรอก เกินจุดที่เหมาะสม ส่วนโรงงานขนาดเล็กมีกำลังการผลิตต่ำ แต่ก็ยังอาจต้องใช้หม้อไอน้ำ ตู้อบ หม้อต้มลูกชิ้น-ไส้กรอก และการใช้พลังงานความร้อนอื่นๆ ขั้นต่ำเพื่อให้ผลิตได้ ทำให้ค่าปัจจัยหลักฯเฉลี่ยด้านการใช้พลังงานเชื้อเพลิงความร้อนมีค่าค่อนข้างสูงมาก (เช่นโรงงานที่ 2 มีค่าการใช้พลังงานเชื้อเพลิงสูงมาก มีสาเหตุจากการใช้แก๊สหุงต้มให้ความร้อนตู้อบ ที่มีจำนวนมากและมีขนาดใหญ่ ซึ่งจะใส่ผลิตภัณฑ์ไม่เต็มความจุ ประกอบกับมีการเปิดตู้อบบ่อยครั้งเพื่อดูสี-ความสุกของผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนจากตู้อบมาก และอีกสาเหตุคือโรงงานมีกำลังการผลิตค่อนข้างต่ำ จึงส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานเชื้อเพลิงต่อตันผลิตภัณฑ์รวมของโรงงานสูง)

ในส่วนของค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในรูปของปริมาณความร้อน (หน่วยเมกะจูล) ที่แสดงไว้นั้น เป็นเพียงแนวทางให้กลุ่มโรงงานแต่ละขนาดได้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้เชื้อเพลิงโดยภาพรวม ผลการศึกษานี้ไม่ได้ใช้ค่าเฉลี่ยดังกล่าวกำหนดเป็นเกณฑ์การใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงที่โรงงานแต่ละขนาดควรจะเป็น แต่เพื่อประเมินผลให้มีข้อสรุปที่ชัดเจน คือ ถ้าหากโรงงานที่มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสูงกว่าค่าเฉลี่ย โรงงานนั้นควรที่จะให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพในการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง ถ้าหากโรงงานใดมีปริมาณการใช้ที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่แล้ว ควรที่จะมีการพัฒนาและปรับปรุงการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงนี้ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นอย่างต่อเนื่องต่อไป

1.3 ประเด็นการใช้น้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่า และปริมาณความต้องการในการใช้น้ำจืดมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายในด้านการใช้น้ำภายในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ประเภทลูกชิ้น-ไส้กรอก ปัจจุบันมีมูลค่าไม่สูงมากนัก แต่ค่าน้ำก็มีแนวโน้มสูงขึ้นประกอบกับปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปนั้นก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ตามมาหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้ ตลอดจนการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยกลับสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนเป็นค่าใช้จ่ายที่แฝงมากับการใช้น้ำทั้งสิ้น โดยทั่วไปแล้วที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมลูกชิ้น-ไส้กรอก มีผลโดยตรงต่อแหล่งที่มาของการใช้น้ำ โดยโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตตัวเมือง หรือที่ที่น้ำประปาเข้าถึง มักจะเลือกใช้น้ำประปา เนื่องจากความสะดวกและมีมาตรฐานที่สม่ำเสมอ ส่วนโรงงานที่ตั้งอยู่เขตนอกตัวเมือง มักเลือกใช้แหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น แม่น้ำคลอง เป็นต้น ซึ่งระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้มาตรฐานค่อนข้างจำเป็นต่อการนำน้ำเหล่านี้มาใช้ ซึ่งจากการตรวจวัดโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาฯ พบว่ามีปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลิตภัณฑ์รวม ดังแสดงในรูปที่ 1-4

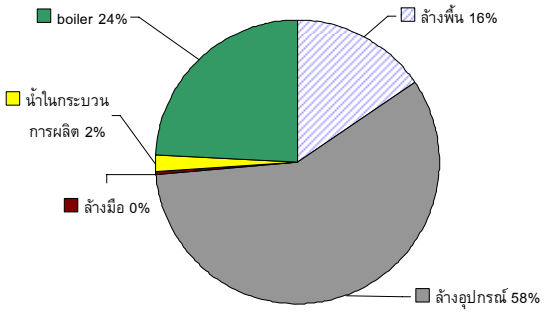


รูปที่ 1-4 ปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลิตภัณฑ์รวมของโรงงานนำร่อง

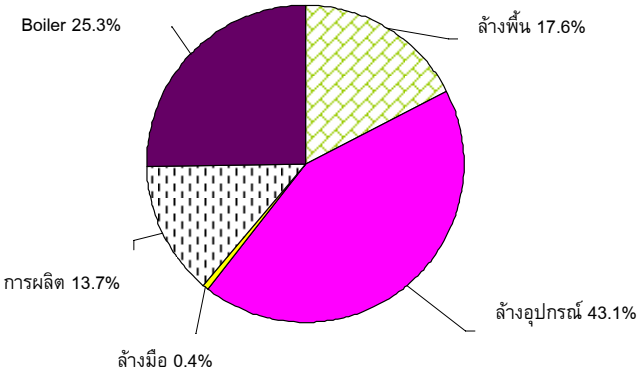
โดยเมื่อแยกตามขนาดของโรงงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

- โรงงานขนาดเล็ก เท่ากับ 50.4 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์รวม
- โรงงานขนาดกลาง เท่ากับ 9.1 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์รวม
- โรงงานขนาดใหญ่ เท่ากับ 6.8 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์รวม

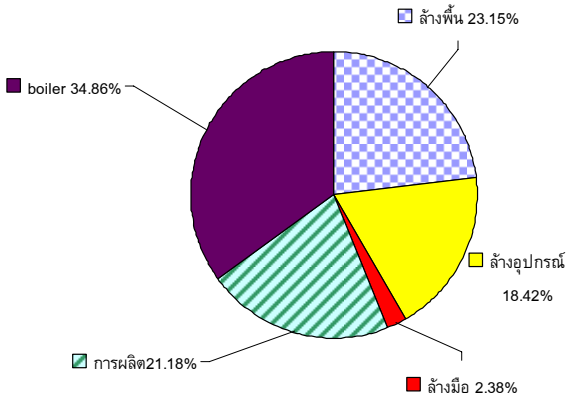
เมื่อพิจารณาการใช้น้ำในขั้นตอนการผลิตของโรงงานขนาดต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 1-5 จะเห็นว่า การใช้น้ำส่วนใหญ่อยู่ในขั้นตอนการล้างอุปกรณ์ (18.42 % - 58 %) การล้างพื้น (15.6 % - 23.15 %) และน้ำใช้ใน boiler (24 % - 35 %) เป็นหลัก ส่วนน้ำใช้ในขั้นตอนอื่นๆ คือ การใช้ในหม้อต้ม และ น้ำล้างมือพนักงาน เป็นต้น



ขนาดเล็ก



ขนาดกลาง



ขนาดใหญ่

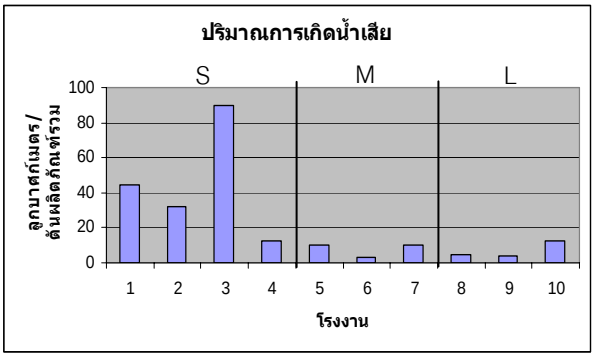
รูปที่ 1-5 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตของโรงงานขนาดต่างๆ

ค่าปัจจัยหลักฯ เฉลี่ยด้านการใช้น้ำของโรงงานขนาดใหญ่มีค่าที่ต่ำสุด (ดีสุด) รองลงมาคือ โรงงานขนาดกลาง และโรงงานขนาดเล็ก ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากประสิทธิภาพในการล้างอุปกรณ์การผลิต คือ โรงงานขนาดใหญ่มีการใช้น้ำล้างอุปกรณ์การผลิตในสัดส่วนเพียง 18.42% ขณะที่โรงงานขนาดกลางใช้น้ำล้างถึง 43.1% และโรงงานขนาดเล็กใช้น้ำล้างถึง 58%ทำให้ค่าปัจจัยหลักฯ เฉลี่ยด้านการใช้น้ำในกระบวนการผลิตมีค่าค่อนข้างสูงมาก (น้ำใช้อื่นๆ มีสัดส่วนไม่ต่างกันมาก) โรงงานที่ 3 มีปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลิตภัณฑ์รวมสูงมาก เนื่องมาจากโรงงานทำการล้างอุปกรณ์ในบริเวณห้องผลิต โดยมิได้แยกอุปกรณ์ไปล้างเป็นสัดส่วน มีผลให้พื้นและผนังห้องผลิตมีความสกปรกมากขึ้นจากน้ำล้างที่กระเด็นปนเปื้อนทำให้ต้องล้างห้องผลิตด้วย จึงต้องใช้เวลาในการล้างมาก ส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำสูง

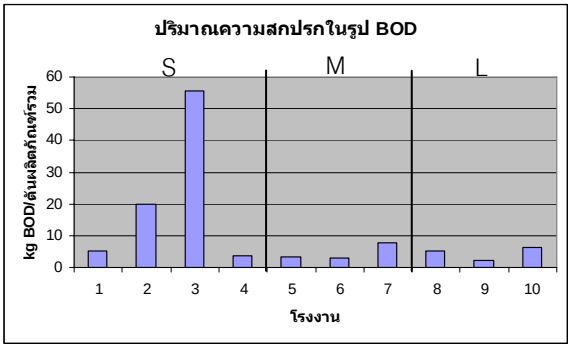
ถึงแม้ว่าการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ อาจลดค่าใช้จ่ายตรงด้านการใช้น้ำลงได้ไม่มากนัก แต่การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพนอกจากจะประหยัดค่าใช้จ่ายได้โดยตรงแล้ว ยังสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้ในกระบวนการผลิต ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย นอกจากนี้การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพยังช่วยรักษาทรัพยากรน้ำ (ในขณะที่ประเทศไทยเรากำลังมีปัญหาขาดแคลนแหล่งน้ำที่มีคุณภาพ ตลอดจนปัญหาการจัดสรรน้ำระหว่างภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรม และน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค) ลดปริมาณน้ำเสีย มีผลต่อชุมชนและประเทศ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีของโรงงานด้วย

1.4 ประเด็นการเกิดน้ำเสียและความสกปรกของน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสียและภาระความสกปรกในน้ำเสีย เป็นผลที่เกิดจากการใช้น้ำในกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงาน และมาจากส่วนประกอบที่มีอยู่ในวัตถุดิบต่างๆ ปริมาณการเกิดน้ำเสียในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมต่างๆ นั้น จะมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกับปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ซึ่งหากปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตมาก และมีค่าบีโอดี (BOD) สูง จะทำให้ค่าความสกปรกในรูปแบบของ BOD loading มีค่าที่สูงขึ้นด้วย (โรงงานที่ 3 ใช้น้ำมากในการล้างอุปกรณ์การผลิตและห้องผลิต จึงส่งผลให้ปริมาณน้ำเสียมาก และมีค่าความสกปรกสูง) ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดค่อนข้างสูง จากการตรวจประเมินโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาฯ พบว่ามีค่าปัจจัยหลักฯ คือ ปริมาณน้ำเสียต่อตันผลิตภัณฑ์รวม และปริมาณกิโลกรัมบีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์รวม ดังแสดงในรูปที่ 1-6 และรูปที่ 1-7



รูปที่ 1-6 ปริมาณน้ำเสียต่อตันผลิตภัณฑ์รวม



รูปที่ 1-7 ความสกปรกในรูปกิโลกรัมบีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์รวม

โดยเมื่อแยกตามขนาดของโรงงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

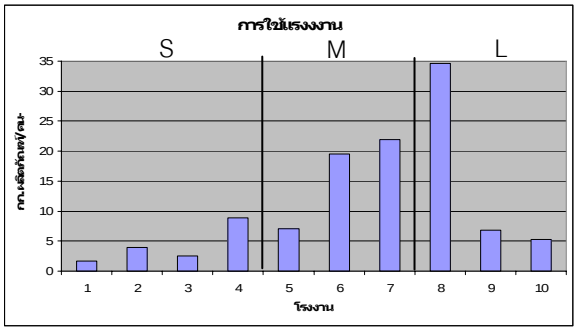
- โรงงานขนาดเล็ก
  ปริมาณการเกิดน้ำเสียเท่ากับ 44.7 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์รวม
  ปริมาณ BOD loading เท่ากับ 21.0 กิโลกรัม/ตันผลิตภัณฑ์รวม
- โรงงานขนาดกลาง
  ปริมาณการเกิดน้ำเสียเท่ากับ 7.7 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์รวม
  ปริมาณ BOD loading เท่ากับ 4.6 กิโลกรัม/ตันผลิตภัณฑ์รวม
- โรงงานขนาดใหญ่
  ปริมาณการเกิดน้ำเสียเท่ากับ 7.2 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์รวม
  ปริมาณ BOD loading เท่ากับ 4.4 กิโลกรัม/ตันผลิตภัณฑ์รวม

ค่าปัจจัยหลักฯ เฉลี่ยด้านปริมาณน้ำเสียและค่าความสกปรกในรูปบีโอดี ของโรงงานขนาดใหญ่มีค่าที่ต่ำสุด (ดีสุด) รองลงมาคือ โรงงานขนาดกลาง และโรงงานขนาดเล็ก ตามลำดับ ทั้งนี้สอดคล้องกับค่าปัจจัยหลักฯเฉลี่ยด้านการใช้น้ำที่กล่าวไปแล้วในข้อ 1.3

ค่าเฉลี่ยของปริมาณการเกิดน้ำเสียและภาระความสกปรกในน้ำเสีย ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ ประเภทลูกชิ้น-ไส้กรอกแต่ละขนาดเป็นเพียงแนวทางที่ต้องการให้โรงงานเล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้น้ำในกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ได้มีจุดประสงค์เพื่อกำหนดเป็นค่าเกณฑ์การปลดปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการผลิตที่โรงงานควรจะเป็น หากเพียงแต่โรงงานที่มีปริมาณการเกิดน้ำเสียสูงกว่าค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นว่าโรงงานนั้นควรที่จะให้ความสำคัญต่อการใช้น้ำ และตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด เนื่องจากการเกิดน้ำเสียที่มีปริมาณมากจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการบำบัดที่ค่อนข้างสูงขึ้น และยังส่งผลกระทบต่อสภาวะสิ่งแวดล้อมตามมาอีกด้วย แต่ถ้าโรงงานมีปริมาณการเกิดน้ำเสียที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ก็ควรที่จะดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่องต่อไป

1.5 ประเด็นการใช้แรงงานหรือ จำนวนคนงานในการผลิต

ปริมาณการผลิตต่อหน่วยคนงาน เป็นสิ่งที่จะชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ประเภทลูกชิ้น-ไส้กรอก ว่ามีความสามารถในการผลิตมากน้อยเพียงใด รวมถึงระดับเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่โรงงานใช้ ซึ่งเป็นประเด็นด้านผลิตภาพ แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนแรงงาน ระดับเทคโนโลยี และเครื่องจักรที่แตกต่างกันก็มีส่วนทำให้มีการใช้ทรัพยากรและการเกิดของเสียแตกต่างกันด้วย เนื่องจากโดยส่วนใหญ่โรงงานที่มีระดับเทคโนโลยีสูงใช้เครื่องจักรทันสมัย ผลิตอย่างต่อเนื่องเป็นปริมาณมากๆ จะมีของเสียต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ต่ำ เมื่อเทียบกับโรงงานที่มีระดับเทคโนโลยีต่ำใช้แรงงานมาก ผลการวิเคราะห์ค่าปัจจัยหลักฯ ด้านการใช้แรงงานงาน (กก.ผลิตภัณฑ์ต่อคน-ชั่วโมง) จากการตรวจประเมินโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาฯ พบว่ามีค่าแสดงดังกราฟรูปที่ 1-8



รูปที่ 1-8 ปริมาณผลิตภัณฑ์ต่อจำนวนคนงานของโรงงานนำร่อง

โดยเมื่อแยกตามขนาดของโรงงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

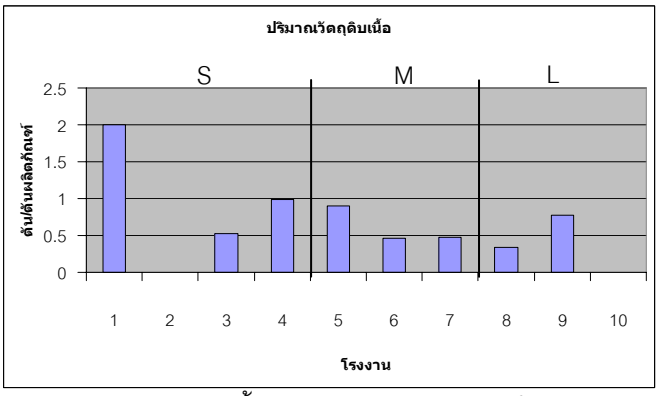
- โรงงานขนาดเล็ก เท่ากับ 4.2 กก.ผลิตภัณฑ์รวม/คน-ชั่วโมง
- โรงงานขนาดกลาง เท่ากับ 16.2 กก.ผลิตภัณฑ์รวม/คน-ชั่วโมง
- โรงงานขนาดใหญ่ เท่ากับ 16.0 กก.ผลิตภัณฑ์รวม/คน-ชั่วโมง

ค่าปัจจัยหลักฯเฉลี่ยด้านการใช้แรงงาน (กก.ผลิตภัณฑ์ต่อคน-ชั่วโมง) ของโรงงานขนาดกลางมีค่าที่สูงสุด (ดีสุด) รองลงมาคือ โรงงานขนาดใหญ่ (ค่าลดลงเล็กน้อย) และโรงงานขนาดเล็ก ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยที่เรียกว่า economy of scale คือ โรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่ มีกำลังผลิตที่พอเหมาะกับการใช้แรงงานและเทคโนโลยีการผลิต (โรงงานที่ 8 มีค่ากก.ผลิตภัณฑ์ต่อคน-ชั่วโมง สูงสุด เนื่องจากมีกำลังผลิตสูง ใช้อุปกรณ์การผลิตที่ทันสมัยเป็นระบบอัตโนมัติ ผลิตทั้งไส้กรอกและลูกชิ้น ซึ่งเปลี่ยนขนาดและชนิดของผลิตภัณฑ์น้อยทำให้จัดกำลังคนได้สะดวก) ส่วนโรงงานขนาดเล็กมีค่าปัจจัยหลักฯค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีกำลังการผลิตต่ำ ใช้อุปกรณ์การผลิตที่เป็นมาตรฐานของอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นอุปกรณ์ใช้พลังงานสูง และผลิตเป็นระบบแบทช์ไม่ใช่ระบบต่อเนื่อง จึงต้องพึ่งพาแรงงานค่อนข้างมาก (โรงงานที่ 1-4) ซึ่งก็สอดคล้องกับค่าปัจจัยหลักฯ เฉลี่ยด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน ที่กล่าวไปแล้วในข้อ 1.1 และ 1.2

การพิจารณาปัจจัยหลักฯด้านแรงงาน ในหน่วย กก.ผลิตภัณฑ์/คน-ชั่วโมง สามารถใช้พิจารณาถึงโรงงานที่มีการใช้คนงานเป็นแรงงานหลักในกระบวนการผลิตของโรงงานมากกว่าการใช้เครื่องจักรกล หรือการใช้เทคโนโลยีที่เดินระบบแบบอัตโนมัติและใช้คนควบคุมเพียงไม่กี่คนก็เพียงพอ ปัจจัยด้านแรงงานนี้ สามารถบ่งชี้ถึงการผลิตแบบ labour Intensive หรือการใช้เทคโนโลยีและเครื่องจักรกลอัตโนมัติในการผลิต รวมทั้งอาจสามารถใช้ประเมินประสิทธิภาพการบริหารกำลังคนของโรงงานได้ด้วย แต่อย่างไรก็ตาม โรงงานอาจพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วยเพื่อความสมบูรณ์ครบถ้วนในการวิเคราะห์ พัฒนาประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานอย่างต่อเนื่องต่อไป

1.6 ประเด็นการใช้วัตถุดิบ (เนื้อสัตว์)

ปัจจัยเรื่องปริมาณวัตถุดิบเนื้อต่อตันผลิตภัณฑ์รวมของแต่ละโรงงาน มีค่าแตกต่างกันขึ้นกับสูตรการผลิตและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ของแต่ละโรงงาน จึงอาจไม่เหมาะที่จะนำไปเปรียบเทียบระหว่างโรงงาน แต่เนื่องจากเนื้อสัตว์ (เช่น หมู ไก่ เนื้อ ฯลฯ) เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตลูกชิ้น-ไส้กรอก แต่ละโรงงานจึงควรพิจารณาประเด็นนี้อย่างละเอียด โดยใช้เป็นดัชนีเปรียบเทียบภายในโรงงานเอง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาปรับปรุงให้มีการใช้วัตถุดิบเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสีย ซึ่งนอกจากจะประหยัดต้นทุนหลักแล้วยังลดของเสียและค่าบีโอดีของน้ำเสียได้อีกด้วย และจากการตรวจวัดโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาฯ พบว่ามีปริมาณการใช้วัตถุดิบเนื้อต่อตันผลิตภัณฑ์รวม ดังแสดงในรูปที่ 1-9



รูปที่ 1-9 ปริมาณวัตถุดิบเนื้อต่อตันผลิตภัณฑ์รวมของโรงงานนำร่อง
หมายเหตุ : โรงงานที่ 2 และ 10 ไม่เปิดเผยข้อมูล

ค่าเฉลี่ยด้านปริมาณการใช้วัตถุดิบเนื้อต่อตันผลิตภัณฑ์รวม สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบ แสดงให้เห็นว่าหนึ่งหน่วยของวัตถุดิบเนื้อสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นและไส้กรอกได้เท่าไร อย่างไรก็ตาม ค่าปัจจัยหลักฯ นี้อาจมีความแตกต่าง เนื่องจากสูตรการผลิตที่แตกต่างกัน เกรดของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ชนิดของผลิตภัณฑ์และลักษณะกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณการใช้วัตถุดิบ เนื่องจากแต่ละโรงงานและแต่ละผลิตภัณฑ์จะมีส่วนประกอบวัตถุดิบเนื้อที่แตกต่างกัน

สรุป ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ ประเภทลูกชิ้น-ไส้กรอก มี 5 ประเด็น ได้แก่ (1) ประเด็นการใช้ไฟฟ้า (2) ประเด็นการใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิง (3) ประเด็นการใช้น้ำ (4) ประเด็นการเกิดน้ำเสียและความสกปรกของน้ำเสีย (5)ประเด็นการใช้แรงงานหรือจำนวนคนงานในการผลิต และ ประเด็นอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ประเด็นการใช้วัตถุดิบ (เนื้อสัตว์) เป็นต้น

จะเห็นว่าการใช้ทรัพยากรต่างๆ ปริมาณของเสีย และการใช้แรงงาน ในรูปค่าปัจจัยหลักฯ ของแต่ละโรงงาน มีค่าแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของ (1) อุปกรณ์การผลิต เครื่องจักร และระดับเทคโนโลยี (2) การวางผังการผลิต (3) การใช้พลังงานไฟฟ้า เชื้อเพลิงความร้อน แหล่งน้ำใช้ (4) ระบบจัดการและบำบัดของเสีย / น้ำเสีย (5) วิธีปฏิบัติงานและการบริหารจัดการการผลิต (6) การเลือกใช้วัตถุดิบ และสูตรการผลิต เป็นต้น ซึ่งแสดงว่ามีความหลากหลายของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตที่กล่าวถึงข้างต้น สามารถใช้เป็นแนวทางบ่งชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการปรับปรุงของโรงงานต่างๆ ในอุตสาหกรรมรายสาขาฯ โดยโรงงานฯ สามารถนำวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options) ดังจะกล่าวละเอียดต่อไปในบทที่ 2 ที่เหมาะสมกับสภาพโรงงานฯ มาปฏิบัติใช้เพื่อปรับปรุงค่าปัจจัยหลักฯ ให้ดีขึ้น

บทที่ 2
วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น -ไส้กรอก) คือ ข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับนำไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยอาศัยหลักการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด การนำกลับมาใช้ซ้ำ และการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงการเปลี่ยนการใช้วัตถุดิบหรือสารเคมีที่มีความเป็นพิษน้อยกว่า ซึ่งมีวิธีปฏิบัติทั้งทางด้านเทคนิคและการจัดการที่ดี (Good Housekeeping) โดยสามารถจัดกลุ่มเป็น 3 ประเด็นใหญ่ๆ ดังสรุปในตารางที่ 2-1 คือ

(1) ด้านการใช้พลังงาน แบ่งเป็นระบบความเย็น ระบบความร้อน ระบบแสงสว่าง และอื่นๆ
(2) ด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ลดปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย
(3) ด้านอื่นๆ เช่น สุขอนามัย ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2-1 สรุปวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษในอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก)

ประเด็นหลัก	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options)
1.การใช้พลังงาน 1.1 ระบบความเย็น	1. ติดตั้งฉนวนกันความเย็นรั่วไหล/ความร้อนถ่ายเท ใช้ฉนวนคุณภาพดี 2. ตรวจสภาพของห้องเย็นและฉนวนอย่างสม่ำเสมอ ซ่อมแซมในกรณีที่มีรูรั่วทันที 3. ติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิระบบอิเลคทรอนิกส์ ให้ควบคุมอย่างแม่นยำสม่ำเสมอ ลดการใช้ความเย็นมากเกินกำหนด 4. ควบคุมการเปิด-ปิดห้องเย็นให้เหมาะสม ป้องกันการเปิดทิ้งไว้หรือเปิดบ่อยเกินความจำเป็น 5. จัดการควบคุมปริมาณวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ ในห้องเย็นให้เหมาะสมกับขนาดห้องเย็น ป้องกันการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ และอาจปิด (ไม่ใช้งาน) ในห้องเย็นที่ไม่มีความจำเป็นเป็นครั้งคราว 6. ใช้ระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดพลังงาน 7. ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิห้องผลิตให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน เช่น ใช้ระบบ Save mode (เพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นเล็กน้อย) ในช่วงที่นอกเวลางานปกติ (เย็น-ค่ำและวันหยุด) ซึ่งไม่มีการเปิดห้องใช้งานจะช่วยลดพลังงานได้เป็นอย่างมาก 8. อย่าให้น้ำแข็งเกาะในห้องเย็นมาก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน (ตรวจสอบระบบละลายน้ำแข็ง) 9. ในสำนักงานปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่นำอุปกรณ์ความร้อนไว้ในห้องปรับอากาศ 10. ในกรณีของการใช้ระบบแช่น้ำเย็นลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ ควรจัดให้มีการแช่ในภาชนะที่มีอุณหภูมิลดหลั่นกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียความเย็นของน้ำโดยไม่จำเป็น เนื่องจากการลดอุณหภูมิจำเป็นต้องใช้เวลาในการถ่ายเทความร้อนออกจากผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ประเด็นหลัก	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options)
1.2 ระบบความร้อน	1. หุ้มฉนวนท่อไอน้ำ ท่อน้ำร้อน หม้อต้มลูกชิ้น และอุปกรณ์ความร้อนอื่นๆ ฯลฯ 2. นำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ในทุกกรณีที่สามารถทำได้ เช่น นำน้ำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ นำความร้อนจากระบบเครื่องทำความเย็นมาเป็นแหล่งพลังงานความร้อน เช่นใช้เพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้ร้อนก่อนนำไปใช้ เป็นต้น 3. หมั่นตรวจสอบซ่อมแซมรอยรั่วต่างๆ ของอุปกรณ์และท่อความร้อน 4. เลือกวัสดุที่ถ่ายเทความร้อนได้ดี เป็นอุปกรณ์เกี่ยวกับความร้อน (เช่น หม้อต้ม) โดยเฉพาะสแตนเลสซึ่งไม่เป็นสนิมด้วย 5. ใส่ปริมาณไส้กรอกในหม้ออบให้มากพอ เพื่อไม่ให้สิ้นเปลืองพลังงานความร้อนโดยไม่เกิดประโยชน์ 6. ติดตั้งสตีมแทรปในท่อไอน้ำเพื่อกำจัดคอนเดนเสท เพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนให้กับระบบ 7. สำหรับระบบแก๊สให้ความร้อน ปรับหัววาล์วแก๊สให้เหมาะสม ทำอุปกรณ์ครอบให้แก๊สสัมผัสให้ความร้อนได้เต็มที่ 8. กรณีอุปกรณ์ให้ความร้อน เช่น หม้อต้ม เครื่องผัดหมูหยอง ฯลฯ ควรมีแผ่นกั้นความร้อนติดตั้งและมีฝาปิดเพื่อประหยัดพลังงาน ป้องกันความร้อนสูญเสีย 9. ตรวจสอบประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำอย่างสม่ำเสมอ ตรวจวัดอุณหภูมิและปริมาณก๊าซออกซิเจน/คาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อปรับอัตราส่วนเชื้อเพลิงกับอากาศให้เหมาะสม
1.3 ระบบแสงสว่าง	1. ควรใช้แสงสว่างธรรมชาติให้เป็นประโยชน์สูงสุด (แต่ต้องระวังเรื่องการเปลืองระบบปรับอากาศเนื่องจากความร้อนของแสงแดดจากภายนอก) 2. ควรปรับระดับความสูงของโคมไฟให้เหมาะสม ไม่สูงจนเกินไป 3. ตรวจวัดความสว่างในบริเวณต่างๆ (ด้วยลักซ์มิเตอร์) หากสว่างมากเกินความจำเป็นให้ลดจำนวนหลอดไฟแสงสว่างให้เหมาะสม 4. ปรับระบบเปิด-ปิด สวิทซ์ให้เปิด-ปิดเฉพาะจุด/บริเวณ ได้เหมาะสมตามต้องการ (บางครั้งอาจใช้เบอร์ปิดบอกตำแหน่ง การปิด-เปิดให้ถูกต้องตามความต้องการได้) 5. ใช้สวิทช์กระตุกปิด-เปิดเฉพาะจุด โดยเฉพาะบริเวณที่มีเจ้าหน้าที่หลายคน และเดินเข้าออกไม่พร้อมกัน 6. ใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน และโคมไฟสะท้อนแสงช่วย 7. ใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน เช่น บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนระบบแกนแม่เหล็ก 8. ใช้สวิทช์แสงช่วยปิด-เปิด สำหรับไฟแสงสว่างระบบนอกอาคาร 9. หมั่นดูแลไม่ให้มีการเปิดไฟแสงสว่างทิ้งไว้โดยไม่จำเป็น และเช็ดทำความสะอาดหลอดไฟแผ่นสะท้อนแสงอย่างสม่ำเสมอ
1.4 ระบบอื่นๆ	1. ตรวจวัด Load Curve ของการใช้พลังงาน และพยายามกระจาย Load พลังงานเพื่อลด demand charge 2. วางแผนการผลิตให้ใช้เครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ลดเวลาการเดินเครื่องจักรโดยเปล่าประโยชน์ 3. จัดระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ดูแลเรื่องการประหยัดพลังงานอย่างสม่ำเสมอ 4. ใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน/ประสิทธิภาพสูง ในทุกกรณีที่เหมาะสม 5. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดภาระเหมาะสมกับการทำงาน ไม่ให้มีขนาดใหญ่เกินไป (สิ้นเปลือง) หรือเล็กเกินไป (โอเวอร์โหลด) 6. จัดทำคู่มือ วิธีทำงานมาตรฐาน เพื่อการประหยัดพลังงาน 7. จัดฝึกอบรมพนักงานให้ทราบถึงวิธีการประหยัดพลังงาน 8. รณรงค์เรื่องการประหยัดพลังงานให้บุคลากรในโรงงานทุกระดับ

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ประเด็นหลัก	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options)
2.การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ลดปริมาณ และความสกปรกของน้ำเสีย	*ในกระบวนการผลิต* 1. ดูแลป้องกันการละลายของน้ำแข็ง ลดการสิ้นเปลืองน้ำแข็งและลดน้ำเสีย 2. ดูแลวัตถุดิบเนื้อให้สะอาด ลดการใช้น้ำล้างโดยไม่จำเป็น 2.1 เลือกซื้อวัตถุดิบ (เนื้อ) จากโรงฆ่าที่สะอาดและมีการฆ่าถูกวิธีตามขั้นตอนการฆ่าที่ดีและขนส่งโดยใช้รถห้องเย็นเพื่อป้องกันปัญหาเชื้อจุลินทรีย์ 2.2 รวบรวมเศษเนื้อที่ติดที่อุปกรณ์การผลิต และนำกลับมาใช้ใหม่ (หากฉีดน้ำล้างทิ้งไป จะทำให้มีน้ำเสียมาก และค่าความสกปรกในรูปบีโอดีสูง) 2.3 ล้างวัตถุดิบด้วยน้ำแรงดันต่ำ ป้องกันเศษเนื้อสูญเสียไปกับน้ำล้าง 2.4 ไม่ทิ้งเศษเนื้อติดอุปกรณ์การผลิตนาน เพราะจะทำให้ติดแน่นล้างออกยาก ทำให้สิ้นเปลืองน้ำล้าง 2.5 ลดปริมาณการใช้น้ำแข็ง โดยพยายามใช้วัตถุดิบที่เย็นในการผลิต 2.6 ในระหว่างการขนส่งวัตถุดิบเนื้อ อาจมีน้ำเนื้อไหลออกมา ควรใช้ภาชนะรอง (แทนการปล่อยลงระบบน้ำทิ้ง) แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต(โดยอาจใช้แทนน้ำที่ผสมกับเนื้อในสูตรการผลิต) 3. จัดระบบการเดินเครื่องผลิต สำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมเพื่อช่วยลดการล้างเครื่องบ่อยครั้ง ลดการสูญเสียน้ำและการสูญเสียผลิตภัณฑ์ที่ติดไปกับเครื่องผลิตขณะล้าง (ลดน้ำใช้ น้ำทิ้ง และเศษเนื้อสูญเสียจากการล้าง) 4. ลดปริมาณน้ำเย็นที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ 4.1 กรณีที่ใช้ระบบพรมน้ำเพื่อลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ โดยการแขวนผลิตภัณฑ์และพ่นน้ำจากหัวจ่ายน้ำด้านบนหรือด้านข้าง ควรตรวจสอบว่ามีการจัดวางตำแหน่งหัวฉีดพ่นน้ำ (Nozzle) อย่างสม่ำเสมอ และควรปรับหัวฉีดให้พ่นละอองน้ำขนาดเล็กเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับผลิตภัณฑ์จะทำให้ลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น 4.2 ควรทำการทดลองวัดอัตราเร็วในการฉีดพ่นน้ำผ่านหัวจ่ายและระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิเพื่อควบคุมให้พอเหมาะไม่ฉีดพ่นมากหรือนานเกินความจำเป็น 4.3 ควรจัดเรียงผลิตภัณฑ์ให้มีช่องว่างเพียงพอเพื่อให้ละอองน้ำสามารถพ่นผ่านได้อย่างเหมาะสมในระหว่างการลดอุณหภูมิทำให้ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิดีขึ้น 5. นำน้ำคอนเดนเสทของระบบท่อไอน้ำ (ที่ให้ความร้อนแบบทางอ้อม: ไม่สัมผัสผลิตภัณฑ์) กลับมาใช้ใหม่ (ซึ่งจะประหยัดน้ำและประหยัดพลังงานด้วย) เป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำ 6. ป้องกันการระเหยของน้ำร้อนในระบบการต้มผลิตภัณฑ์ (ลูกชิ้น, หมูยอ ฯลฯ) โดยใช้ระบบปิด ซึ่งจะช่วยประหยัดทั้งน้ำและพลังงาน 7. ดูแลป้องกันการรั่วไหลของน้ำในระบบท่อส่งน้ำในกระบวนการผลิต สังเกตจุดรั่วไหลต่างๆ และแจ้งหน่วยงานมี่เกี่ยวข้องซ่อมแซมโดยด่วน 8. ในการผลิต ปรับสภาพน้ำสำหรับกระบวนการผลิต เลือกวิธีที่เหมาะสมและประหยัด หากจำเป็นต้องใช้ระบบรีเวอร์สออสโมซิส ให้นำน้ำที่มีความเข้มข้นสูงไปใช้ในบริเวณอื่นๆ ที่เหมาะสม เช่น เป็นน้ำล้างพื้น น้ำในระบบชักโครก ราดห้องน้ำ หรือน้ำรดต้นไม้ต่างๆ 9. ในการฉีดน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของไส้กรอก (ปกติใช้น้ำประมาณ 3.5 ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์ : ข้อมูลจากประเทศนอร์เวย์) 9.1 ควรใช้หัวฉีดประหยัดน้ำ 9.2 จัดตำแหน่งหัวฉีดให้ตรงตำแหน่งผลิตภัณฑ์ 9.3 ทำระบบตั้งเวลา ฉีด/หยุด อัตโนมัติ 9.4 ใช้ระบบสเปรย์ฝอยรวมกับระบบดูดอากาศขึ้นด้านบน จะทำให้น้ำที่ติดผลิตภัณฑ์ระเหย (ดึงความร้อนแฝงจากผลิตภัณฑ์ : evaporative cooling) จึงเย็นเร็ว ทำให้ประหยัดน้ำเย็นและประหยัดพลังงานด้วย

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ประเด็นหลัก	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options)
(ต่อ) 2. การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย	*ในระบบท่อส่งน้ำ* 10. ติดมิเตอร์แยกตามจุด/บริเวณ ที่เหมาะสมเพื่อสามารถตรวจวัดควบคุมปริมาณการใช้ให้เหมาะสมได้ในแต่ละส่วนและสามารถตรวจสอบและแก้ไขซ่อมแซมได้รวดเร็วเมื่อมีการรั่วไหล 11. หมั่นตรวจสอบดูการรั่วไหลของระบบท่อส่งน้ำอย่างสม่ำเสมอ *ในระบบการล้าง* 12. ดูแลการใช้รองเท้าบู๊ทของพนักงานให้สะอาด เมื่อผ่านบริเวณล้างฆ่าเชื้อจะได้ไม่ต้องเปลี่ยนน้ำล้างบ่อย (ประหยัดน้ำและน้ำยาฆ่าเชื้อ) 13. ใช้ก๊อกประหยัดน้ำ และอุปกรณ์ประหยัดน้ำอื่นๆ เช่น ชักโครกประหยัดน้ำ (จาก 12 ลิตร/ครั้ง เป็น 6-8 ลิตร/ครั้ง) 14. การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อควบคุมการใช้น้ำ 14.1 ติดตั้งวาล์วเพื่อควบคุมการใช้น้ำในจุดที่จำเป็น เช่น การติดตั้งวาล์วปิด-เปิด และปรับความแรงของน้ำบริเวณปลายสายยางฉีดล้าง เพื่อตัดน้ำทันทีหลังการล้างเสร็จ 14.2 ในการล้างมือ ควรติดตั้งระบบสปริงหรือระบบใช้เท้าเหยียบ หรือระบบเซ็นเซอร์เปิด-ปิดน้ำอัตโนมัติเพื่อประหยัดน้ำ 14.3 ติดตั้งเครื่องควบคุมปริมาณน้ำใช้ (Automatic shut off) และหัวจ่ายน้ำแบบประหยัดน้ำ (หัวฟู่) บริเวณจุดล้างมือหรือบริเวณที่ล้างภาชนะรวม เพื่อลดปริมาณน้ำโดยไม่ลดประสิทธิภาพในการล้าง 14.4 ติดตั้งเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง เพื่อใช้ในการล้างพื้นบริเวณกระบวนการผลิตและภาชนะขนาดใหญ่ที่มีความสามารถเคลื่อนย้ายได้ การล้างด้วยเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงจะทำให้ระยะเวลาและปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างลดลง โดยเฉพาะการล้างพื้นหรืออุปกรณ์ในบริเวณที่เข้าถึงได้ยาก 15. กำหนดจุดล้างภาชนะหรืออุปกรณ์รวมเพื่อควบคุมการล้างให้มีประสิทธิภาพและประหยัดน้ำได้ 16. ใช้การล้างแบบไหลสวนทาง (Counter current) สำหรับอุปกรณ์ที่ต้องมีการล้างหลายครั้งจะช่วยประหยัดน้ำได้มาก (โดยสะอาดเท่าเดิม) 17. กรองแยกเศษเนื้อ/ของเสียออกจากน้ำก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อลดความสกปรกของน้ำทิ้ง และลดการอุดตันในระบบท่อ 18. หากสามารถล้างอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยระบบแห้ง (ใช้ลม) ได้ก่อน จะช่วยประหยัดน้ำและลดน้ำเสีย 19. จัดทำคู่มือมาตรฐานและขั้นตอนการใช้น้ำอย่างประหยัดและถูกวิธี 20. อบรมให้ความรู้เรื่องการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพให้กับพนักงาน 21. รณรงค์เรื่องการประหยัดน้ำ โดยติดป้ายรณรงค์ให้มีการประกวดกิจกรรม/ข้อเสนอ ลดการใช้น้ำ 22. นำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ใช้ซ้ำในทุกขั้นตอน โดยใช้ในกิจกรรมที่ไม่ต้องการคุณภาพสูง เช่น การล้างพื้น การรดน้ำต้นไม้ เป็นต้น 23. จัดวางผังการผลิต แยกขั้นตอนการผลิต ห้องเปียก ห้องแห้ง เพื่อลดบริเวณพื้นที่เปียกที่ต้องทำการล้าง เป็นการประหยัดเวลา จำนวนพนักงานทำความสะอาด ปริมาณน้ำและสารเคมีที่ใช้ล้าง
3. อื่น ๆ (สุขอนามัย ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม และอื่น ๆ)	*สุขอนามัย* 1. ควรติดตั้ง แผ่นกรองอากาศ (filter) ป้องกันไม่ให้ฝุ่นจากภายนอกเข้ามาในบริเวณผลิต 2. ควรใส่ฝาครอบใสสำหรับโคมไฟ (ที่เพดาน) และทำความสะอาดโคมเป็นประจำ เพื่อป้องกันฝุ่นและหยากไย่ 3. ควรปรับเปลี่ยนให้ประตูห้องน้ำเปิดออกสู่ด้านนอกแยกจากห้องผลิต 4. ใช้อุปกรณ์สำหรับดึงไส้กรอกแทนการใช้มือ

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ประเด็นหลัก	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options)
(ต่อ) อื่น ๆ (สุขอนามัย ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและอื่น ๆ)	5. ใช้กรดแลคติกหรือโซเดียมแลกเตทในการยืดอายุการเก็บแทนการใช้เบนโซเอทและโซเดียมซอร์เบท ซึ่งกฎหมายไม่อนุญาตให้ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ 6. ดูแลน้ำแข็งให้สะอาด ไม่ปนเปื้อน 7. ควรจัดบริเวณผลิตให้เป็นสัดส่วนและทำความสะอาดได้ง่าย เช่น ส่วนแห้ง-ส่วนเปียก เป็นต้น 8. ควรดูแลไม่ให้มีฝุ่นติดไปกับตัวพนักงานก่อนเข้าบริเวณกระบวนการผลิต 9. ไม่ควรใส่รองเท้าบู๊ทที่ใช้ใส่ในห้องผลิตออกนอกบริเวณผลิต ควรมีการเปลี่ยนใส่รองเท้าที่เหมาะสม 10. ควรกวดขันเรื่องการล้างมือ ล้างเท้า (รองเท้าบู๊ท) ฆ่าเชื้อก่อนเข้าบริเวณผลิต 11. การกั้นห้องให้เป็นสัดส่วน แยกบริเวณต่างๆ ให้เหมาะสม แยกส่วนสุกกับส่วนดิบ แยกบริเวณผลิตกับห้องน้ำ เป็นต้น 12. ควรเทแป้งให้ต่ำและเฉพาะจุดเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย 13. ควรควบคุมอุณหภูมิห้องผลิตให้เหมาะสมเพื่อควบคุมการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ 14. ควรมีการซ่อมบำรุงเครื่องจักร/อุปกรณ์ทุกครั้งเมื่อเกิดสนิมเพื่อป้องกันการปนเปื้อน 15. ควรคัดแยกขยะแห้ง-เปียก 16. หลังจากใช้สารฆ่าเชื้อทำความสะอาดเครื่องจักร/อุปกรณ์แล้วจะต้องไม่มีสารที่ปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์และมั่นใจว่าทำให้อาหารปลอดภัย 17. อาจใช้ไอน้ำแทนสารฆ่าเชื้อในบางกรณีได้ 18. ให้พนักงานทุกคนใส่หมวกคลุมผมในการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันเศษผม *ความปลอดภัย* 1. ปรับปรุงพื้นห้องให้เรียบในส่วนห้องผลิตเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ 2. หาที่ครอบหูให้พนักงานใส่เมื่อเวลาปฏิบัติงานหรือทำอุปกรณ์กั้นเสียงบริเวณแหล่งกำเนิดเสียงดัง 3. สวมชุดป้องกันอันตรายในระหว่างปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยง เช่น ใช้ถุงมือในการตัดแต่งเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์ 4. ควรมีการจัดการเก็บสายไฟให้เป็นระเบียบเพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูด 5. ติดป้ายเตือนรณรงค์ “Safety First” ตามบริเวณต่างๆ ให้ทั่วถึง *สิ่งแวดล้อม* 1. บรรจุภัณฑ์ที่ไม่ได้ใส่สารอันตรายควรทำจากวัสดุที่รีไซเคิล หรือย่อยสลายได้ซึ่งมีขายตามท้องตลาดในรูปถุงพลาสติกแบบย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ (Biodegradable) 2. บรรจุภัณฑ์สารเคมีที่ไม่ใช่สารอันตราย สามารถนำมาทำความสะอาดและนำมาใช้ใหม่ได้ หรือสามารถใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น นำมาทำเป็นภาชนะใส่น้ำ เป็นต้น 3. สารซักฟอก สบู่หรือน้ำยาล้างมือ และสารฆ่าเชื้อ ควรเลือกที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายตามธรรมชาติ (เช่น สารซักฟอก และสบู่ที่ใช้สารซีโอไลต์แทนฟอสเฟตจะช่วยลดปัญหาพืชน้ำเติบโตเร็วกว่าปกติหรือ Eutrophication ได้) ปราศจากสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อการใช้งาน สิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ นอกจากนี้ค่าความเป็นกรด-ด่างต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน *อื่นๆ* 1. ติดตั้งตระแกรงดักไขมันเพื่อไม่ให้ไหลปะปนไปกับน้ำเสีย 2. ทำรางระบายหรือร่องระบายน้ำ เพื่อป้องกันน้ำขังบริเวณผลิต 3. ควรติดตะแกรงปิดที่รูระบายน้ำกันเศษเนื้อปนไปกับน้ำเสียและป้องกัน แมลงและสัตว์เข้ามาในบริเวณผลิต

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ประเด็นหลัก	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options)
(ต่อ) อื่น ๆ (สุขอนามัย ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมและอื่น ๆ)	4. จัดหาภาชนะรองรับน้ำเลือดที่ไหลลงพื้นและทำความสะอาดสม่ำเสมอ 5. ควรตรวจสอบและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ เครื่องจักร อย่างสม่ำเสมอ 6. หยุดการทำควัน (ปกติใช้ไม้เผาทำให้เกิดควัน) ก่อนสิ้นสุดกระบวนการรมควันประมาณ 15-30 นาที จะทำให้ประหยัดเศษไม้ (ตัวอย่าง ประเทศนอร์เวย์ ลดไม้ได้จาก 8.5 เป็น 3.6 กก./ตันไส้กรอก) โดยที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง 7. ใช้ระบบไม้ขัดสีกับผิวลูกกลิ้ง เกิดเป็นควัน (แทนการใช้ไม้เผา) ทำให้ได้ควันสะอาด (มีเขม่า / สิ่งสกปรก/สารก่อมะเร็ง น้อย) และหมุนเวียนใช้ควันเป็นระบบปิดได้ ทำให้ประหยัดพลังงานที่ใช้ในระบบนี้กว่า 50% และล้างระบบได้ง่าย ลดการใช้น้ำล้างและผงซักฟอกได้

บทที่ 3
ตัวอย่างและกรณีศึกษาของวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT-Options) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) ใช้หลักการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด การนำกลับมาใช้ซ้ำ และการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงการเปลี่ยนการใช้วัตถุดิบหรือสารเคมีที่มีความเป็นพิษน้อยกว่า ดังสรุปไว้ในบทที่ 2 เป็นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษที่มีทั้งทางด้านเทคนิคและการจัดการที่ดี (Good Housekeeping) หากโรงงานนำไปปฏิบัติ จะทำให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และลดมลพิษไปพร้อมๆ กันด้วย ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมผลิตลูกชิ้น-ไส้กรอก มีขีดความสามารถในการแข่งขันเพิ่มขึ้น และเป็นอุตสาหกรรมที่สะอาดขึ้นด้วย ในบทนี้จะนำเสนอตัวอย่างและกรณีศึกษาของวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) ที่ครอบคลุม 3 ประเด็นใหญ่ๆ คือ

(1) ด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งเป็น ระบบความเย็น ระบบความร้อน ระบบแสงสว่าง
และอื่นๆ
(2) ด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และลดปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย และ
(3) ด้านอื่นๆ เช่น สุขอนามัย ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3.1 ด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวอย่างการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งเป็น 3 ส่วนสำคัญ คือ ระบบความเย็น ระบบความร้อน ระบบแสงสว่าง โดยแต่ละกรณีจะครอบคลุมผลประโยชน์ที่ได้ทั้งด้านการเงินและด้านสิ่งแวดล้อมด้วย

1. การฉีดโฟมฉนวนป้องกันการสูญเสียความเย็นจากใต้พื้นห้องเย็น

1.1 สภาพปัจจุบัน

บริเวณใต้พื้นห้องเย็นมีพื้นที่ (A) ประมาณ 169 ตารางเมตร พบว่ามีอุณหภูมิต่ำ (T_L, ประมาณ 12-15 หรือเฉลี่ย = 13 องศาเซลเซียส) เมื่อเทียบกับอุณหภูมิภายนอก (T_H) ที่ประมาณ 23-27 หรือเฉลี่ย = 25 องศาเซลเซียส จึงเกิดความสูญเสียพลังงานเนื่องจากความแตกต่างอย่างมากของอุณหภูมิ

1.2 แนวทางการปรับปรุง

กรณีความเย็นสูญเสียจากพื้นห้องเย็น (พื้นวัสดุคอนกรีตหนา, L=10 ซม. มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน k = 0.34 วัตต์/เมตร-องศาเซลเซียส) สามารถฉีดโฟมฉนวน (มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน = 0.023 วัตต์/เมตร-องศาเซลเซียส) หนา 1 นิ้ว (= 2.54 ซม.)

จากสูตร $Q = k A (T_H - T_L) / L$

เดิม สูญเสียพลังงาน = (0.34)(169)(25-13)/(0.1) = 6,895 วัตต์ = 6.895 กิโลวัตต์ = (6.895)/(3.52) = 1.96 ตันความเย็น (1 ตันความเย็น เท่ากับ 3.52 กิโลวัตต์)

หลังฉีดโฟมฉนวน สูญเสียพลังงาน = (0.34)(169)(T-13)/(0.1) = (0.023)(169)(25-T)/(0.0254) จะได้ T = 15.52 องศาเซลเซียส ดังนั้น ปริมาณการสูญเสียพลังงาน = (0.34)(169)(15.52-13)/(0.1) = 1,448 วัตต์ = 1.448 กิโลวัตต์ = 0.41 ตันความเย็น

1.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

  ค่าฉีดโฟมตารางเมตรละ = 500 บาท
  พื้นที่ใต้อาคาร = 169 ตารางเมตร
  ค่าลงทุน = 169 x 500 = 84,500 บาท

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

  การปรับปรุงการฉีดโฟมฉนวนกันความเย็นสูญเสียบริเวณใต้อาคารพื้นห้องเย็น สามารถคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ได้ดังนี้

  ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด = 6.895 – 1.448= 5.447 กิโลวัตต์ (= 1.5 ตันความเย็น)
  = 5.447x24 ชม./วัน = 130.7 กิโลวัตต์-ชม./วัน
  = 130.7 กิโลวัตต์-ชม./วัน x 330 วัน/ปี x 2.93 บาท/กิโลวัตต์-ชม.
  = 126,374 บาท/ปี

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 84,500/126,374 = **0.67 ปี** ~ 8 เดือน

- **ผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม**

โรงงานมีส่วนช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 43,131 กิโลวัตต์-ชม./ปี โดยสามารถคิดเป็น การลดปริมาณก๊าซพิษที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้าได้ดังนี้

NO_X = 96.35 กิโลกรัม

SO_X = 60.73 กิโลกรัม

CO_2 = 31,441 กิโลกรัม

TSP = 0.215 กิโลกรัม (TSP = Total suspended particulates)

(ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิต และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย 2544 สมมติฐาน โรงไฟฟ้าขนาด 300 เมกะวัตต์ Plant Factor 75% ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง)

2. การปรับอุณหภูมิห้องผลิตโดยระบบ Save Mode

2.1 สภาพปัจจุบัน

โรงงานมีการปรับอากาศในบริเวณส่วนการผลิตที่อุณหภูมิ 12-15 องศาเซลเซียส ตลอดช่วงระยะเวลาการทำงาน ตั้งแต่ห้องรับวัตถุดิบ จนถึงสิ้นสุดกระบวนการ(ไม่รวมห้องเย็นและสำนักงาน)ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงและระมัดระวังการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ตลอดกระบวนการผลิต

จากแนวคิดที่ว่ามีการสูญเสียความเย็นระหว่างวัน เพราะมีการปิด-เปิด เข้า-ออกห้องผลิต และมีความร้อนที่มาจากผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย ทำให้ต้องใช้พลังงานในการควบคุมอุณหภูมิ เกิดการสูญเสียพลังงาน และค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก

2.2 แนวทางการปรับปรุง

ในเวลาหลังเลิกงานและช่วงวันหยุด ควรจะตั้งอุณหภูมิของห้องผลิตให้สูงขึ้นได้ (เพราะไม่มีการปิด-เปิดเข้า-ออกห้องผลิต และไม่มีความร้อนที่มาจากผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย) โดยไม่กระทบกับคุณภาพวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในห้องผลิต ในกรณีนี้มีการปรับเปลี่ยนช่วงความต่างของอุณหภูมิ (ช่วง Save Mode) โดยการปรับเปลี่ยนดังนี้ (เดิมควบคุมอุณหภูมิที่ 12 องศาเซลเซียส ตลอด)

- ในการทำงาน ควบคุมอุณหภูมิที่ 12-15 องศาเซลเซียส
- นอกเวลาทำงานและช่วงวันหยุด (Save mode) ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 18-21 องศาเซลเซียส
- ช่วง Save mode คือ วันจันทร์-วันเสาร์ ตั้งแต่เวลา 18.00-04.00 น.
  และวันอาทิตย์ทั้งวัน (ไม่มีการผลิต)

2.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**
  ค่าติดตั้งระบบควบคุมและค่าแรง = 8,000 บาท
- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**
  การประหยัดไฟฟ้าช่วงเวลา Save mode ตลอดสัปดาห์ (จากการตรวจวัดของโรงงาน)
  ประหยัดได้สัปดาห์ละ = 2,000 กิโลวัตต์-ชม. (104,000 กิโลวัตต์-ชม./ปี)
  ใน 1 สัปดาห์ประหยัดได้ = 2,000 x 2.93
  = 5,860 บาท

ใน 1 ปี (52 สัปดาห์) จะประหยัดได้ = 5,860 x 52 = 304,720 บาท

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 8,000/304,720 = **0.026 ปี หรือ = ~ 10 วัน**

- **ผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม**

โรงงานมีส่วนช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 104 เมกะวัตต์-ชม./ปี โดยสามารถคิดเป็น การลดปริมาณก๊าซพิษที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้าได้ดังนี้

NO_X	=	232.33	กิโลกรัม
SO_X	=	146.43	กิโลกรัม
CO_2	=	75,813	กิโลกรัม
TSP	=	0.52	กิโลกรัม (TSP = Total suspended particulates)

(ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิต และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย 2544 สมมติฐาน โรงไฟฟ้าขนาด 300 เมกะวัตต์ Plant Factor 75% ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง)

หมายเหตุ: 1) กรณีนี้ต้องตรวจสอบให้มั่นใจว่าไม่เกิดปัญหาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์
(มีการทดสอบ ณ โรงงานนำร่องแห่งหนึ่งแล้วว่าไม่เกิดผลเสียใดๆ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์)

2) หากใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบอิเลคทรอนิคส์ (ควบคุมช่วงอุณหภูมิได้แคบกว่า) จะได้ผลดีและประหยัดกว่าระบบแมกนิติค

3) ในการคำนวณอาจใช้สูตร $Q = (mC_p)\Delta T$

โดย Q คือ ปริมาณพลังงาน (หน่วยกิโลวัตต์)

(mC_p) คือ สัมประสิทธิ์ความจุความร้อนของห้องเย็น (หน่วย กิโลวัตต์ต่อองศาเซลเซียส)

ΔT คือ อุณหภูมิที่ตั้งให้แตกต่างกัน (หน่วย องศาเซลเซียส)

สำหรับห้องผลิตของโรงงานตัวอย่างมีค่า mC_p ประมาณ 3.968 กิโลวัตต์ต่อองศาเซลเซียส (แต่ละโรงงานจะมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ขนาด ชนิด และจำนวน อุปกรณ์และของที่อยู่ในห้องผลิต) เมื่อตั้งอุณหภูมิให้สูงขึ้นในช่วง save mode 6 องศาเซลเซียส (18-12 = 6 องศาเซลเซียส) จะได้ $Q = (3.968)(6) = 23.8$ กิโลวัตต์ ในเวลา 1 สัปดาห์เป็นช่วงเวลา save mode รวม 84 ชั่วโมง

ดังนั้นจะประหยัดไฟฟ้าได้ $= (23.8)(84) = 2,000$ กิโลวัตต์-ชั่วโมง

3. การหุ้มฉนวนหม้อต้มลูกชิ้น และอุปกรณ์ความร้อนต่าง ๆ

3.1 สภาพปัจจุบัน

จากการสำรวจการใช้พลังงานในการต้มผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลูกชิ้น ไก่ยอเส้น แฮม ซึ่งใช้แหล่งความร้อนจากหม้อต้มไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิง พบว่ามีการสูญเสียพลังงานความร้อนจากผนังหม้อต้มสแตนเลส เนื่องจากการที่ไม่ได้หุ้มฉนวน (หม้อต้มถูกใช้งานประมาณ 260 วันต่อปี)

โดยในขั้นตอนการต้มผลิตภัณฑ์นั้นจะมีหน่วยการผลิตที่สำคัญ 6 หน่วย คือ

- หม้อต้มลูกชิ้น (บ่อใหญ่) 1 ใบ ขนาดพื้นที่ผิว 54.72 ตารางเมตร
- หม้อต้มลูกชิ้น (บ่อเล็ก) 1 ใบ ขนาดพื้นที่ผิว 10.56 ตารางเมตร
- หม้อต้มไก่ยอเส้น 3 ใบ ขนาดพื้นที่ผิว 8.24 ตารางเมตร
- หม้อต้มแฮม 1 ใบ ขนาดพื้นที่ผิว 5.07 ตารางเมตร

หม้อต้มลูกชิ้น (บ่อเล็ก และบ่อใหญ่)

หม้อต้มไก่ยอ หม้อต้มแฮม

รูปที่ 3-1 สภาพปัจจุบันของหม้อต้ม

3.2 แนวทางการปรับปรุง

ทำการหุ้มฉนวนหม้อต้มที่หน่วยการผลิตทั้ง 6 หน่วย เพื่อลดพลังงานความร้อนที่สูญเสียจากผนังหม้อต้ม โดยใช้ฉนวนหนา 25 มิลลิเมตร สำหรับ Tank/ Flat Surface ซึ่งจะลดการสูญเสียได้ 66% (ที่มา: เอกสารประกอบการฝึกอบรม “การจัดการพลังงานความร้อน” กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน) โดยพลังงานความร้อนที่สูญเสียจากผนังหม้อต้ม 6 หม้อ สรุปได้ดัง**ตารางที่ 3-1**

ตารางที่ 3-1 ปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากผนังหม้อต้ม และน้ำมันเตาสูญเสียจากการให้ความร้อนของหม้อต้มผลิตภัณฑ์ (รายละเอียดการคำนวณแสดงดัง**ภาคผนวก ค-1**)

หน่วยการผลิต	ปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากผนังหม้อต้ม (เมกะจูล/วัน)	ปริมาณน้ำมันเตาสูญเสีย (ลิตร/วัน)	ค่าทางการเงิน (บาท/วัน)
1. หม้อต้มลูกชิ้น (บ่อใหญ่)	69,962	1,759	17,924
2. หม้อต้มลูกชิ้น (บ่อเล็ก)	5,481	137.8	1,404
3. หม้อต้มไก่ยอเส้น (3 หม้อ)	15,395	387.1	3,945
4. หม้อต้มแฮม	3,684	92.6	944
รวม	**94,522**	**2,376.5**	**24,217 หรือ 6,296,420 บาท/ปี (คิด 260 วัน/ปี)**

** ค่าพลังงานความร้อนของน้ำมันเตาเกรด C เป็น 39.77 เมกะจูล/ลิตร*

*** คิดค่าน้ำมันเตาเกรด C ราคา 10.19 บาทต่อลิตร*

3.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

  ค่าหุ้มฉนวน (ค่าวัสดุ+ค่าแรง) = 1,200,000 บาท

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

  น้ำมันเตาที่ประหยัดได้และระยะเวลาคืนทุน (ลดการสูญเสียได้ 66%)

  น้ำมันเตาที่ประหยัดได้ = (2,376.5)(0.66)(260) = 407,807 ลิตร/ปี

  คิดเป็นเงิน = (6,296,420)(0.66) = 4,155,637 บาท/ปี

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 1,200,000 / 4,155,637 ~ **0.3 ปี (~ 4 เดือน)**

- **ผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม**

โรงงานมีส่วนช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากพลังงานที่ประหยัดได้ = (94,522)(0.66)(260)/(3,600) = 4,505 เมกะวัตต์-ชม./ปี สามารถคิดเป็น การลดปริมาณก๊าซพิษที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้าได้ดังนี้

NO_X	=	10,064	กิโลกรัม
SO_X	=	6,343	กิโลกรัม
CO_2	=	3.28×10^6	กิโลกรัม
TSP	=	22.5	กิโลกรัม

4. การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ผสมน้ำป้อนหม้อไอน้ำ

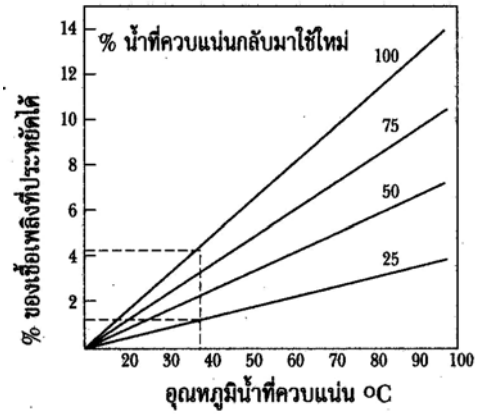
4.1 สภาพปัจจุบัน

โรงงานมีหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ 2 ชุด หม้อที่ 1 มีอัตราการผลิตไอน้ำเท่ากับ 6,000 กก./ชม. และหม้อที่ 2 มีอัตราการผลิตเท่ากับ 12,000 กก./ชม. ใช้น้ำมันเตา (เกรด C) เป็นเชื้อเพลิงจำนวน 233,000 ลิตรต่อเดือน

ปัจจุบันมีการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่เพียง 10% โดยใส่ในถังสำหรับการนำไอน้ำกลั่นตัวกลับมาใช้งานใหม่ (Condensate recovery) ขนาด 15,000 ลิตร ดังนั้น โรงงานจึงมีศักยภาพการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ได้อีก (พบว่ามีการปล่อยคอนเดนเสททิ้งหลายจุด ซึ่งสามารถที่จะรวบรวมนำกลับมาใช้ใหม่ได้)

4.2 แนวทางการปรับปรุง

การนำน้ำที่ควบแน่นกลับมาใช้ใหม่ (Condensate recovery) ยิ่งมีการใช้น้ำควบแน่นมากเท่าใด ยิ่งทำให้ประหยัดมากขึ้น การนำน้ำที่ควบแน่นกลับคืนมาจากแหล่งต่างๆ นั้นจะต้องสะอาดไม่มีสารปนเปื้อน จะช่วยทำให้ประหยัดความร้อน ประหยัดน้ำที่เติมเข้าไป และประหยัดสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ทั้งยังช่วยลดการสูญเสียจากการระบายน้ำจากหม้อไอน้ำทิ้งด้วย ดังนั้น การได้น้ำที่มีการควบแน่นที่มีอุณหภูมิสูงกลับคืนมา จึงเป็นการประหยัดทั้งเชื้อเพลิง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ



รูปที่ 3-2 การประหยัดที่เกิดจากการนำน้ำที่ควบแน่นกลับมาใช้ใหม่

จากรูปที่ 3-2 (ที่มา : การใช้หม้อไอน้ำ ชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงอย่างประหยัด ของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม) ถ้ากำหนดให้ความสามารถในการนำน้ำที่ควบแน่นกลับมาใช้ใหม่ได้เพิ่มขึ้นอีก 25% โรงงานจะสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ไม่น้อยกว่า 1% (ที่อุณหภูมิน้ำคอนเดนเสทประมาณ 38 องศาเซลเซียส ณ ถังเก็บรวบรวมคอนเดนเสท) ดังนั้น จากค่าใช้จ่ายของบริษัทฯ ที่ใช้จ่ายค่าน้ำมันเตา (คิดค่าน้ำมันเตาเกรด C ราคา 10.55 บาทต่อลิตร) = 233,000 ลิตร/เดือน x 10.55 บาท/ลิตร x 12 เดือน = 29,497,800 บาท/ปี ดังนั้นเมื่อประหยัดเชื้อเพลิงได้ 1% จึงสามารถประหยัดได้เป็นเงิน 29,497,800 บาท/ปี x 1/100 = **294,978 บาท/ปี**

หมายเหตุ : ถ้าสามารถรวบรวมน้ำคอนเดนเสท (มาจากไอน้ำควบแน่น ณ จุดต่างๆ ในโรงงาน) ที่อุณหภูมิสูงขึ้นกว่า 38 องศาเซลเซียส จะทำให้สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้มากขึ้นอีก

4.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

ค่าถังน้ำเก็บคอนเดนเสท (ซื้อเพิ่ม) = 150,000 บาท

ท่อ ลิ้น และข้อต่อต่าง = 150,000 บาท

ค่าแรงดำเนินงาน = 40,000 บาท

รวมเงินลงทุน = 340,000 บาท

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

ประหยัดน้ำมันเตาได้ = (233,000 x 0.01 x 12 ลิตร/ปี = **27,960 ลิตร/ปี**

= **294,978 บาท/ปี**

คิดเป็นพลังงานได้ = 27,960 ลิตร/ปี x 39.77 เมกะจูล/ลิตร)/ 3,600

= 309 เมกะวัตต์-ชม./ปี

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 340,000 / 294,978 = **1.15 ปี**

- **ผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม**

ค่าพลังงานที่ประหยัดได้ 309 เมกะวัตต์-ชม./ปี สามารถคิดเป็น การลดปริมาณก๊าซพิษที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้าได้ดังนี้

NO_X	=	690	กิโลกรัม
SO_X	=	435	กิโลกรัม
CO_2	=	225,252	กิโลกรัม
TSP	=	1.55	กิโลกรัม

5. การปรับเปลี่ยนขนาดของหม้อแปลงให้เหมาะสมกับภาระงาน

5.1 สภาพปัจจุบัน

โรงงานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,250 เควีเอ (KVA หรือ กิโลโวลท์แอมแปร์) จำนวน 2 ชุด ซึ่งมีขนาดใหญ่เกินความต้องการ เนื่องจากมีหม้อแปลงลูกหนึ่งมี Load Factor 54.41% และอีกลูกมี Load Factor 12.91% ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงทั้งสองชุดเป็นเงิน 243,848.36 บาท/ปี

5.2 แนวทางการปรับปรุง

การรวมหม้อแปลงไฟฟ้า คือ จากจำนวน 2 ชุด เหลือชุดเดียว ซึ่งจะลดการสูญเสียพลังงานของหม้อแปลง ได้แก่ Core Loss และ Copper Loss ตลอดจนทำให้หม้อแปลงที่ใช้มีประสิทธิภาพโดยรวมดีขึ้นอีกด้วย เมื่อพิจารณาการสูญเสียในหม้อแปลงมีดังนี้

1. *ค่าพลังงานที่สูญเสียของหม้อแปลง 1,250 เควีเอ (1 ชุด รวมโหลด)*

   Core Loss ของหม้อแปลงขนาด 1,250 เควีเอ เป็น 2 กิโลวัตต์

   Copper Loss ของหม้อแปลงขนาด 1,250 เควีเอ เป็น 14.5 กิโลวัตต์ ที่พิกัดโหลด

   ดังนั้น มีการสูญเสียรวม 16.5 กิโลวัตต์

   คิดเป็นเงินโดยประมาณ คือ

   - ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (16.5 กิโลวัตต์ x 132.93 บาท/กิโลวัตต์ x 12 เดือน/ปี)
     = 26,320.14 บาท/ปี
   - ค่าพลังงานไฟฟ้า (16.5 กิโลวัตต์ x 13 ชม. x 313 วัน (จ-ส) x 2.6950 บาท/กิโลวัตต์-ชม.)
     + (16.5 กิโลวัตต์x11 ชม.x313 วัน (จ-ส) x 1.1914 บาท/กิโลวัตต์-ชม.)
     + (16.5 กิโลวัตต์x24 ชม.x52 วัน (อา) x 1.1914 บาท/กิโลวัตต์-ชม.)) = 273,154.40 บาท/ปี

   รวมมูลค่าการสูญเสียทั้งหมด = 299,474.54 บาท/ปี

2. *ค่าพลังงานที่สูญเสียของหม้อแปลง ชุดที่ 1 (ปัจจุบัน)*

   ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า = 26,320.14 บาท/ปี

   ค่าพลังงานไฟฟ้า ประมาณ 50% = 136,577.20 บาท/ปี

   รวมค่าไฟฟ้าที่สูญเสียพลังงานของหม้อแปลง ชุดที่ 1 = 162,897.34 บาท/ปี

หมายเหตุ การคำนวณนี้คิดในกรณีที่มีหม้อแปลงใช้งานเต็มพิกัด แต่เนื่องจาก Copper Loss แปรตามสภาพโหลดที่ใช้อยู่ด้วย แต่ในกรณีนี้มีการใช้หม้อแปลงในชุดที่ 1 ประมาณ 50% ของพิกัดโหลดหม้อแปลง

3. *ค่าพลังงานที่สูญเสียของหม้อแปลง ชุดที่ 2 (ปัจจุบัน)*

   ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า = 26,320.14 บาท/ปี

   ค่าพลังงานไฟฟ้า ประมาณ 20% = 54,630.88 บาท/ปี

   รวมค่าพลังงานที่สูญเสียพลังงานของหม้อแปลง ชุดที่ 2 = 80,951.02 บาท/ปี

ดังนั้น รวมค่าพลังงานสูญเสียพลังงานของหม้อแปลง ชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 = **243,848.36 บาท/ปี (ปัจจุบัน)**

หมายเหตุ : การคำนวณนี้คิดในกรณีที่มีหม้อแปลงใช้งานเต็มพิกัด เนื่องจาก Copper Loss แปรตามสภาพโหลดที่ใช้อยู่ด้วย ในกรณีนี้มีการใช้หม้อแปลงในชุดที่ 2 ประมาณ 20% ของพิกัดโหลดหม้อแปลง

เมื่อมีการถอนการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าออก 2 ชุดและเปลี่ยนไปใช้หม้อแปลงขนาด 1,000 กิโลโวลท์แอมแปร์แทนดังนั้นค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้จริงประมาณ

ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า(Core Loss) = 26,320.14 บาท/ปี

5.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

ค่าการลงทุนในการเปลี่ยนหม้อแปลง (เลือกใช้ขนาด 1,000 กิโลโวลท์แอมแปร์ เนื่องจากความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าของโรงงานมีน้อย และเพื่อให้ขนาดหม้อแปลงไม่เกินขนาดที่กฎหมายกำหนดตาม พรบ.อนุรักษ์พลังงาน)

- ค่าหม้อแปลงขนาด 1,000 กิโลโวลท์แอมแปร์ จำนวน 1 ตัว	450,000	บาท
- ค่าเปลี่ยนมิเตอร์	56,000	บาท
- หักค่าหม้อแปลงขนาด 1,250 กิโลโวลท์แอมแปร์ จำนวน 2 ตัว (ขายคืน)	(-400,000)	บาท
รวมเป็นเงินค่าลงทุนประมาณ	**106,000**	**บาท**

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการเปลี่ยนหม้อแปลงเท่ากับ 26,320 บาท/ปี (ใช้สมมติฐานว่าหม้อแปลงตัวใหม่ขนาด 1,000 กิโลโวลท์แอมแปร์ มีค่าสูญเสียเทียบเท่าหม้อแปลงชุดที่ 1 ขนาด 1,250 กิโลโวลท์แอมแปร์ ที่คำนวณในข้อ 5.2)

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 106,000/ 26,320
  = **4.03 ปี**

6. การนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศมาทำน้ำร้อน

6.1 สภาพปัจจุบัน

จากการสำรวจโรงงาน พบว่ามีการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมาก ทำให้มีความร้อนเหลือทิ้งที่คอนเดนเซอร์เป็นจำนวนมาก และสม่ำเสมอ ประกอบกับกระบวนการผลิตของโรงงานส่วนใหญ่มีความต้องการใช้น้ำร้อน จึงมีความเป็นไปได้ในการนำความร้อนเหลือทิ้งมาทำน้ำร้อนใช้งานในกระบวนการผลิต โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานได้มาก

6.2 แนวทางการปรับปรุง

เนื่องจากการปล่อยความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน โดยทั่วไปจะปล่อยที่ชุดคอนเดนเซอร์ โดยมีอัตราการปล่อยความร้อนทิ้งประมาณ 1.25 เท่าของขนาดทำความเย็น และปกติการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ชุดคอมเพรสเซอร์จะทำงานประมาณ 70% เพราะฉะนั้น ใน 1 ชั่วโมง เครื่องปรับอากาศขนาดทำความเย็น 3.52 กิโลวัตต์ความเย็น (12,000 บีทียู/ชม. หรือ 1 ตัน) จะมีอัตราการปล่อยความร้อนทิ้งเท่ากับ 3.52x1.25 = 4.4 กิโลวัตต์ และถ้าพิจารณาให้คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศทำงาน **70%** ใน 1 ชั่วโมง เครื่องปรับอากาศจะมีปริมาณการทำงานปล่อยทิ้งเท่ากับ 4.4x0.70 = 3.08 กิโลวัตต์-ชม.

ใน 1 ชั่วโมง เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะสามารถนำความร้อนทิ้งของเครื่องปรับอากาศขนาด 3.52 กิโลวัตต์ (1 ตัน หรือ 12,000 บีทียูต่อชม.) มาผลิตน้ำร้อน ในที่นี้จะคิดให้คอมเพรสเซอร์ทำงาน **60%** (ต่ำกว่าค่า 70% ที่กำหนดข้างต้น) จะได้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เท่ากับ **45.5 ลิตร/ชั่วโมง** (ที่มา: รายงานฉบับสุดท้ายโครงการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์ในโรงพยาบาลและโรงแรม ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548)

หมายเหตุ : รายละเอียดการคำนวณอัตราการผลิตน้ำร้อน (ลิตร/ชั่วโมง) แสดงดัง**ภาคผนวก ค-2**)

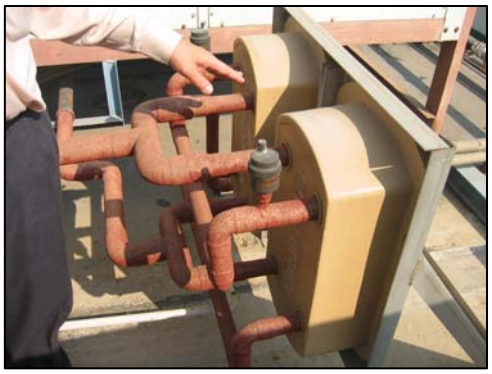
6.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

โรงงานตัวอย่างเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 7 ตัน (84,000 บีทียูต่อชม.) ในการนำความร้อนกลับเพื่อผลิตน้ำร้อน คิดเป็นมูลค่าการลงทุนได้ดังนี้

- ถังเก็บน้ำร้อน (1,500 ลิตร ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้น้ำ หรือความต้องการในการสำรองน้ำไว้ใช้)
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (ที่เหมาะสมกับขนาดเครื่องปรับอากาศ 7 ตัน ควรมีพื้นที่ถ่ายเทความร้อนไม่น้อยกว่า 1.05 ตารางเมตร: ดูรายละเอียดการคำนวณเพื่อเลือกขนาดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แสดงดัง**ภาคผนวก ค-2**)
- ปั๊มทนความร้อน
- ท่อน้ำร้อน (ทองแดงหุ้มฉนวน)
- อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ (เช่น วาล์ว เกจวัดอุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น)

รวมเป็นเงินค่าลงทุนประมาณ 290,000 บาท



รูปที่ 3-3 ลักษณะ Plate heat exchanger และการติดตั้ง

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

  การคำนวณประโยชน์ที่ได้รับ

  เครื่องทำความเย็นขนาด 7 ตัน (84,000 บีทียูต่อชม.) ใช้งาน 8 ชั่วโมง/วัน สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณ = 7 x 8 ชั่วโมง/วัน x 45.5 ลิตร/ชม.

  = 2,548 ลิตรต่อวัน หรือ ~ 2,548 กิโลกรัมต่อวัน

  คำนวณพลังงานความร้อนที่ประหยัดได้

  จาก $Q = m C_p \Delta T$

  $= 2,548 \times 1 \times (60-25)$

  = 89,180 กิโลแคลอรีต่อวัน

  จาก 1 กิโลวัตต์-ชม. = 860 กิโลแคลอรี

  ∴ คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 89,180 / 860 = 103.7 กิโลวัตต์-ชม./วัน

  = 31,110 กิโลวัตต์-ชม./ปี (คิดที่ 300 วัน/ปี)

  คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ต่อปี = 31,110 x 2.93 = 91,152.30 บาท

  (ราคาค่าไฟฟ้า 2.93 บาท/กิโลวัตต์-ชม.)

- **ระยะเวลาคืนทุน = 290,000 / 91,152.30 = 3.2 ปี**

- **ผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม**

ค่าพลังงานที่ประหยัดได้ 31.11 เมกะวัตต์-ชม./ปี สามารถคิดเป็นการลดปริมาณก๊าซพิษที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้าได้ดังนี้

NO_X	=	69.5	กิโลกรัม
SO_X	=	43.8	กิโลกรัม
CO_2	=	22,678	กิโลกรัม
TSP	=	0.156	กิโลกรัม

7. ปรับเปลี่ยนบัลลาสต์ขดลวดมาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง

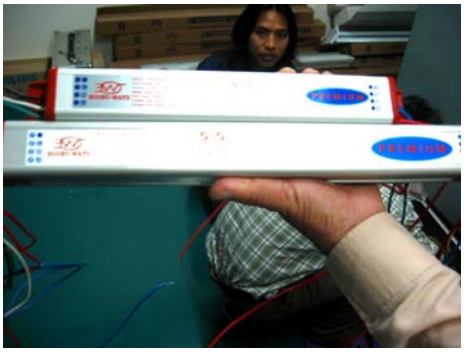
7.1 สภาพปัจจุบัน

จากการสำรวจภายในโรงงานมีจำนวนหลอดไฟทั้งหมด 419 ชุด ซึ่งเป็นหลอดไฟบัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กธรรมดา ซึ่งมีการสูญเสียภายในตัวบัลลาสต์สูงถึง 10 วัตต์ต่อหลอด ไม่ว่าจะใช้กับหลอด 36 วัตต์ หรือ 40 วัตต์

รูปที่ 3-4 สภาพการใช้หลอดไฟก่อนการปรับเปลี่ยน

7.2 แนวทางการปรับปรุง

โรงงานควรปรับเปลี่ยนบัลลาสต์ขดลวดมาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง ซึ่งบัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กแบบเดิมมีการสูญเสียประมาณ 10 วัตต์ต่อหลอด โดยที่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูงมีการสูญเสียประมาณ 5.5 วัตต์ต่อหลอด ซึ่งจะสามารถลดพลังงานไฟฟ้าต่อตัวได้ประมาณ 4.5 วัตต์ต่อหลอด (ไม่ว่าจะใช้กับหลอด 36 วัตต์ หรือ 40 วัตต์) ดังนั้นหากโรงงานได้เปลี่ยนบัลลาสต์จากเดิมเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 419 ชุด x 4.5 วัตต์ = 1,885.5 วัตต์ หรือ 1.8855 กิโลวัตต์



รูปที่ 3-5 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

7.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

  ค่าลงทุนเปลี่ยนหลอดบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ หลอดละ 150 บาท x 419 หลอด = 62,850 บาท

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

  โรงงานสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ปีละ = 1.8855 กิโลวัตต์ x 12 ชม. x 300 วัน
  = 6,787.8 กิโลวัตต์-ชม. (22.6 กิโลวัตต์-ชม./วัน)

  คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 19,888.25 บาท (ราคาค่าไฟฟ้า 2.93 บาท/กิโลวัตต์-ชม.)

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 62,850/19,888.25 = **3.2 ปี**

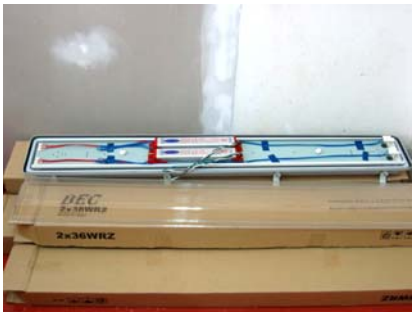
- **ผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม**

  ค่าพลังงานที่ประหยัดได้ 8.26 เมกะวัตต์-ชม./ปี สามารถคิดเป็น การลดปริมาณก๊าซพิษที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้าได้ดังนี้

NO_X	=	18.45	กิโลกรัม
SO_X	=	11.63	กิโลกรัม
CO_2	=	6,021	กิโลกรัม
TSP	=	0.0413	กิโลกรัม

(หากโรงงานปรับเปลี่ยน เมื่อบัลลาสต์เดิมหมดอายุการใช้งาน หรือมีอายุงานมากแล้ว ก็จะยิ่งมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น)

หลอดเดี่ยว



บัลลาสต์

รูปที่ 3-6 การเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง

8. การปรับปรุงประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ

8.1 สภาพปัจจุบัน

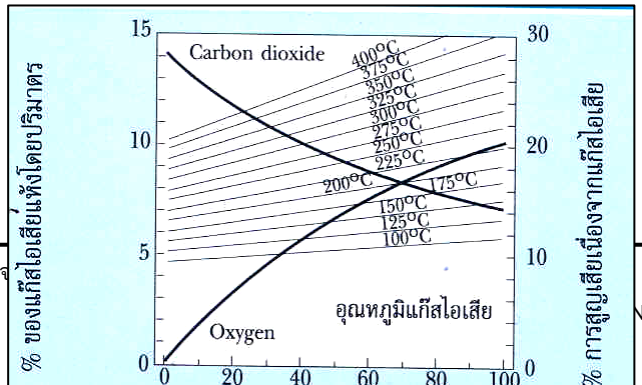
จากการตรวจสอบหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ ของโรงงานแห่งหนึ่ง มีอัตราการผลิตไอน้ำ 10 ตัน/ชม. ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (เกรด C) ประมาณ 320-350 ลิตร/ชม. พบว่าจากการวิเคราะห์ก๊าซไอเสียมีปริมาณออกซิเจน 6.6 % คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 10.8 % อุณหภูมิ 240.7 องศาเซลเซียส (ประสิทธิภาพความร้อน 84.9 %) ซึ่งค่า ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซไอเสีย ควรอยู่ในช่วง 13–14 % (อากาศส่วนเกินประมาณ 15–20 %) จึงจะทำให้หม้อไอน้ำมีประสิทธิภาพความร้อนสูงสุด

8.2 แนวทางการปรับปรุง

โรงงานสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนค่าน้ำมันเตาได้โดยการปรับอัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศ (Fuel to Air ratio) เพื่อให้มีการเผาไหม้ดี ถ้าเชื้อเพลิงมากไปจะเผาไหม้ไม่สมบูรณ์น้ำมันส่วนเกินจะสูญเสียไปกับไอเสีย แต่หากใช้อากาศมากเกินไปจะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงบางส่วนในการให้ความร้อนแก่อากาศ (โดยไม่เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้) สภาวะการเดินเครื่องที่เหมาะสมนั้นในทางปฏิบัติจะใช้อากาศส่วนเกิน (Excess air) ประมาณ 15-20% ปริมาณอากาศส่วนเกินที่เหมาะสมจะทำให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำมีประสิทธิภาพความร้อนสูงสุด

การทำงานและประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ ควรได้รับการตรวจสอบด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซ เผาไหม้ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อควบคุมปริมาณออกซิเจนให้อยู่ในระดับ 4% โดยประมาณ (คาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซไอเสีย ควรอยู่ในช่วง 13–14 %) โดยปัจจุบันเป็นแบบกระเป๋าหิ้ว และสามารถอ่านค่าเป็นประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำได้ การปรับปรุงจึงทำได้โดยการปรับอัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศให้เหมาะสม ซึ่งค่าประสิทธิภาพความร้อนสูงสุดที่ได้ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง รวมทั้งอายุของหม้อไอน้ำ ทั้งนี้เครื่องวัดประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำมีราคาประมาณ 65,000 บาท แต่โรงงานอาจพิจารณาเช่าเครื่องพร้อมผู้ตรวจวัดได้ โดยค่าใช้จ่ายดังกล่าวจะมีต้นทุนประมาณ 10,000 บาทต่อครั้ง โดยโรงงานควรมีการตรวจวัดอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง (ที่มา: สถาบันวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

รูปที่ 3-7 การใช้เครื่องมือตรวจวัดก๊าซไอเสีย



รูปที่ 3-8 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเนื่องจากแก๊สไอเสีย เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

8.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

  เครื่องวัดประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ มีราคาประมาณ 65,000 บาท

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

  โรงงานทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ และปรับค่าอัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศให้เหมาะสม พบว่าผลการวิเคราะห์ก๊าซไอเสียของหม้อไอน้ำ ก่อนและหลังการปรับค่าอัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศ แสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ผลการวิเคราะห์ก๊าซไอเสียของหม้อไอน้ำก่อนและหลังการปรับอัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศ

ค่าจากการตรวจวัด	ก่อนการปรับ	หลังการปรับ
1. ออกซิเจน (%)	6.6	4.3
2. คาร์บอนไดออกไซด์ (%)	10.8	12.6
3. อุณหภูมิก๊าซไอเสีย (°C)	240.7	229.3
4. ความร้อนสูญเสียไปกับก๊าซไอเสีย (กิโลแคลอรี/ชม.)	353,132	281,623
5. ความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสีและอื่นๆ (กิโลแคลอรี/ชม.)	130,075	126,560
6. ความร้อนสูญเสียไปกับน้ำโบลว์ดาวน์ (กิโลแคลอรี/ชม.)	5,781	5,781
7. ความร้อนที่ใช้ไปกับการผลิตไอน้ำ (กิโลแคลอรี/ชม.)	2,762,888	2,750,044
8. รวมพลังงานความร้อนที่ป้อนเข้าทั้งหมด (กิโลแคลอรี/ชม.) รวมข้อ 4-7	3,251,875	3,164,008
9. ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (%) คิดจาก ข้อ 7 / ข้อ 8	84.96	86.92

(รายละเอียดการคำนวณ แสดงใน**ภาคผนวก ค-3)**

ดังนั้น โรงงานจะสามารถประหยัดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงซึ่งคำนวณได้จาก

พลังงานความร้อนที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำทั้งหมด ลดลง = 3,251,875 – 3,164,008 = 87,867 กิโลแคลอรี/ชม.

คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงเท่ากับ 87,867 /(9,900) = 8.875 ลิตร/ชม.

หมายเหตุ : ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงน้ำมันเตาเกรด C (HHV) เท่ากับ 9,900 กิโลแคลอรี/ลิตร

หม้อไอน้ำทำงานวันจันทร์-วันเสาร์ (313 วัน) วันละ 24 ชั่วโมง

รวมชั่วโมงการทำงานของหม้อไอน้ำเท่ากับ 24 x 313 = 7,512 ชม./ปี

คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงเท่ากับ 8.875 x 7,512 = 66,669 ลิตร/ปี
ดังนั้นคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้เท่ากับ 66,669 x 14.65 = 976,700 บาท/ปี
(โรงงานซื้อน้ำมันเตาเกรด C อยู่ที่ราคา 14.65 บาท/ลิตร)

แต่ในทางปฏิบัติ ผลการประหยัดจะประมาณ 80% ของผลที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี (เนื่องจากมีการสูญเสียอื่นๆ บางส่วน)

ประหยัดเชื้อเพลิงน้ำมันเตาได้ เท่ากับ 66,669 x 0.8 = **53,335 ลิตร/ปี**
คิดเป็นเงินที่ประหยัดที่ได้ เท่ากับ 976,700 x 0.8 = **781,360 บาท/ปี**

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 65,000 / 781,360 = **0.083 ปี หรือ ~ 1 เดือน**
- **ผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม**

ค่าความร้อนที่ประหยัดได้ = 87,867 กิโลแคลอรี/ชม. x 0.8 x 7,512 ชม./ปี
= 5.28×10^8 กิโลแคลอรี/ปี
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 5.28×10^8 / 860 / 1000 = 614 เมกะวัตต์-ชม./ปี

หมายเหตุ : จาก 1 กิโลวัตต์-ชม. = 860 กิโลแคลอรี
สามารถคิดเป็น การลดปริมาณก๊าซพิษที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้าได้ดังนี้

NO_X	=	1,371	กิโลกรัม
SO_X	=	865	กิโลกรัม
CO_2	=	447,589	กิโลกรัม
TSP	=	3.1	กิโลกรัม

3.2 ด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ลดปริมาณ และความสกปรกของน้ำเสีย

ตัวอย่างการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพจะคลอบคลุมถึงเทคนิคการใช้น้ำอย่างประหยัด การลดปริมาณน้ำเสียและการลดปริมาณความสกปรก (บีโอดี) ของน้ำเสีย โดยจะครอบคลุมผลประโยชน์ที่ได้ทั้งในด้านการเงินและด้านสิ่งแวดล้อมด้วย

1. การใช้ระบบหัวฉีดแรงดันสูงในการล้างพื้น

1.1 สภาพปัจจุบัน

โรงงานมีพื้นที่ห้องผลิตที่ต้องทำความสะอาดรวม 310 ตารางเมตร ปัจจุบันใช้การล้างโดยฉีดน้ำล้างผ่านสายยางจำนวน 4 จุด มีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย 0.295 ลิตรต่อวินาที และใช้เวลาล้างรวม 60 นาที ทำการล้างจำนวน 1 ครั้งต่อวัน

ดังนั้น มีปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างพื้น = 0.295x4x60x60/1000 = 4.25 ลูกบาศก์เมตร/วัน

1.2 แนวทางการปรับปรุง

การลดปริมาณการใช้น้ำในการล้างพื้นของโรงงาน สามารถทำได้โดยนำเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงมาใช้ เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงที่ใช้มีขนาด 2.2 kW แรงดันน้ำ 130 บาร์ มีอัตราการจ่ายน้ำ 0.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จำนวน 2 เครื่อง แทนการล้างผ่านสายยาง จากผลการทดสอบ พบว่าใช้ระยะเวลาใช้การล้างเท่าเดิม คือ 60 นาที

ดังนั้น ปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างพื้นหลังการปรับปรุง = 0.5x2 = 1.0 ลูกบาศก์เมตร/วัน

1.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

  เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงมีค่าลงทุนรวม = 11,000x2 = 22,000 บาท

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

  โรงงานสามารถประหยัดน้ำในการล้างพื้นได้เท่ากับ 4.25-1.0 = 3.25 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

  = 975 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

  คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 3.25x15x300 = 14,625 บาทต่อปี

  (คิดค่าน้ำ 15 บาทต่อลูกบาศก์เมตร และจำนวนวันปฏิบัติงานของโรงงาน 300 วันต่อปี)

  ค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง 2 เครื่อง = 2x2.2x1x300x2.5 = 3,300 บาทต่อปี

  (คิดค่าไฟฟ้า 2.5 บาทต่อ kWh)

  ดังนั้น ค่าใช้จ่ายสุทธิที่ประหยัดได้ = 14,625-3,300 = 11,325 บาทต่อปี

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 22,000/11,325 = **1.94 ปี**

ข้อสังเกต : การปรับปรุงวิธีการล้างพื้นโดยใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงแทนวิธีการล้างพื้นแบบใช้สายยางฉีด ยังสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งไม่ได้มีการนำมาวิเคราะห์ร่วมอีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนี้ การล้างด้วยเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงยังจะสามารถลดระยะเวลาและประหยัดน้ำในการล้างลงได้ หากพนักงานมีความชำนาญในการใช้เครื่องมากขึ้น

2. การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำในการลดการสูญเสียน้ำล้างมือ

2.1 สภาพปัจจุบัน

โรงงานมีจำนวนพนักงาน 75 คน ซึ่งในระหว่างการผลิต พนักงาน 1 คน มีการล้างมือโดยเฉลี่ย 10 ครั้งต่อวัน การล้างมือของพนักงานใช้อ่างล้างมือติดหัวก๊อกแบบธรรมดา มีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย 8 ลิตรต่อนาที และพนักงานใช้เวลาในการล้างมือโดยเฉลี่ย 18 วินาทีต่อครั้ง (ล้างครั้งที่ 1 ใช้เวลา 3 วินาที ฟอกสบู่ และล้างครั้งที่ 2 ใช้เวลา 15 วินาที)

ดังนั้น พนักงานใช้น้ำในการล้างมือ = 8x(18/60)x75x10 = 1,800 ลิตรต่อวัน

รูปที่ 3-9 การตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำ

2.2 แนวทางการปรับปรุง

หากโรงงานปรับเปลี่ยนการใช้อุปกรณ์หัวก๊อกน้ำแบบเติมอากาศเพื่อประหยัดน้ำ รวมทั้งติดตั้งระบบควบคุมการไหลแบบเข่ากด ซึ่งจากการตรวจวัดอัตราการไหลของหัวก๊อกน้ำแบบเติมอากาศ พบว่ามีค่าเฉลี่ย 7 ลิตรต่อนาที การใช้ระบบควบคุมการไหลแบบเข่ากด ทำให้พนักงานไม่เสียเวลาในการปิดก๊อกน้ำ ส่งผลให้มีระยะเวลาการล้างมือลดลงเหลือ 16 วินาทีต่อครั้ง (ล้างครั้งที่ 1 ใช้เวลา 3 วินาที ฟอกสบู่ และล้างครั้งที่ 2 ใช้เวลา 13 วินาที)

ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำหลังการปรับปรุง = 7x(16/60)x75x10 = 1,400 ลิตรต่อวัน

2.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

  การปรับปรุงหัวก๊อกน้ำและระบบควบคุมการไหลแบบเข่ากดมีค่าลงทุนรวม 5,000 บาท

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

  โรงงานสามารถประหยัดน้ำในการล้างมือของพนักงานได้เท่ากับ 1,800-1,400 = 400 ลิตรต่อวัน หรือ 120 ลบ.ม./ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = (400/1000)x17x300 = 2,040 บาทต่อปี

(คิดค่าน้ำ 17 บาทต่อลูกบาศก์เมตร และจำนวนวันปฏิบัติงานของโรงงาน 300 วันต่อปี)

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 5,000/2,040 = **2.45 ปี**

3. การลดปริมาณน้ำล้างเครื่องผสม (Mixer)

3.1 สภาพปัจจุบัน

เครื่องผสมของโรงงานมีความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร ต้องล้างทำความสะอาด 2 ครั้งต่อวัน โดยใช้น้ำฉีดผ่านสายยางด้วยอัตราเฉลี่ย 0.62 ลิตรต่อวินาที ใช้เวลาในการล้างโดยเฉลี่ย 30 นาทีต่อครั้ง

ดังนั้น โรงงานมีปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างเครื่องผสม = 0.62x30x60x2/1000 = 2.232 ลูกบาศก์เมตร/วัน

3.2 แนวทางการปรับปรุง

การลดปริมาณการใช้น้ำในการล้างเครื่องผสมของโรงงาน สามารถทำได้โดยใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงที่ใช้มีขนาด 2.2 kW แรงดันน้ำ 130 บาร์ มีอัตราการจ่ายน้ำ 0.105 ลิตรต่อวินาที จากผลการทดสอบพบว่าใช้ระยะเวลาใช้การล้างเท่าเดิม คือ 30 นาทีต่อครั้ง

ดังนั้น ปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างพื้นหลังการปรับปรุง = 0.105x30x60x2/1000 = 0.378 ลูกบาศก์เมตร/วัน

3.3 ผลการปรับปรุง

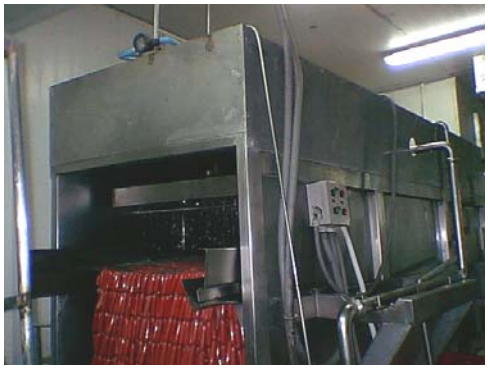
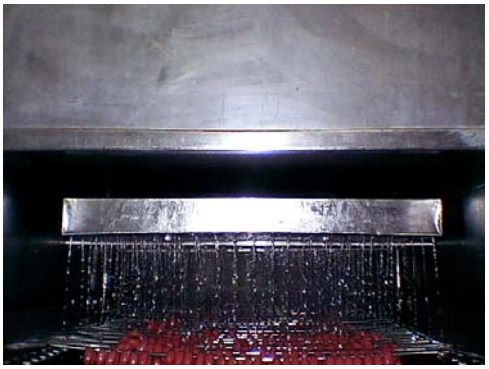
- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**
  เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงมีค่าลงทุนรวม 11,000 บาท
- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**
  โรงงานสามารถประหยัดน้ำในการล้างพื้นได้เท่ากับ 2.232-0.378 = 1.854 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
  (หรือ 556.2 ลบ.ม./ปี)
  คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 1.854x15x300 = 8,343 บาทต่อปี
  (คิดค่าน้ำ 15 บาทต่อลูกบาศก์เมตร และจำนวนวันปฏิบัติงานของโรงงาน 300 วันต่อปี)
  แต่ต้องเสียค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง = 2.2x1x300x2.6 = 1,716 บาทต่อปี
  (คิดค่าไฟฟ้า 2.6 บาทต่อ kWh)
  ดังนั้น ค่าใช้จ่ายสุทธิที่ประหยัดได้ = 8,343-1,716 = 6,627 บาทต่อปี
- **ระยะเวลาคืนทุน** = 11,000/6,627 = **1.66 ปี**

ข้อสังเกต : การล้างเครื่องผสมโดยใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงแทนวิธีการล้างแบบใช้สายยางฉีดจะมีระยะเวลาคืนทุนเร็วขึ้น หากโรงงานจะนำอุปกรณ์นี้ไปใช้ในการล้างอุปกรณ์อื่นหรือล้างพื้น ซึ่งจะสามารถประหยัดน้ำได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากการวิเคราะห์นี้คิดเฉพาะการใช้งานกับเครื่องผสมเพียง 1 ชั่วโมงต่อวัน นอกจากนี้ การล้างด้วยเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงดังกล่าว ยังสามารถประหยัดน้ำในการล้างได้เพิ่มขึ้นอีกส่วนหนึ่งหากพนักงานมีความชำนาญในการใช้เครื่องมากขึ้น

4. การปรับปรุงวิธีการลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์

4.1 สภาพปัจจุบัน

เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ของโรงงานในปัจจุบันเป็นการใช้น้ำฉีดพ่นน้ำจากด้านบน เพื่อลดอุณหภูมิจาก 80 ถึง 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7.5 นาที จากนั้นใช้เครื่องลดอุณหภูมิแบบถาดเจาะรู ซึ่งใช้เครื่องสูบน้ำเย็นจากน้ำแข็งให้กระจายบนถาดเจาะรู ตามรูปที่ 3-10 เพื่อลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ให้เหลือ 8 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาอีก 16.5 นาที โรงงานผลิตไส้กรอก 30 ตันต่อวัน การลดอุณหภูมิดังกล่าวสิ้นเปลืองน้ำในการฉีดสเปรย์และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการผลิตและหรือซื้อน้ำแข็ง

รูปที่ 3-10 ลักษณะเครื่องลดอุณหภูมิไส้กรอก (Chiller) แบบถาดเจาะรู

จากการตรวจวัดอัตราการใช้น้ำในระบบฉีดน้ำเท่ากับ 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีและระบบฉีดน้ำสามารถลดอุณหภูมิไส้กรอกได้ 200 กิโลกรัมต่อครั้ง ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า (1.5 kW) (ค่าประปาเท่ากับ 15 บาท/ลบม. และค่าไฟเท่ากับ 2.5 บาทต่อหน่วย)

ปริมาณน้ำใช้ในระบบฉีดน้ำ	= 0.3x7.5x30/0.2	= 337.5	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ค่าน้ำจากระบบฉีดน้ำ	= 0.3x7.5x15/0.2	= 168.75	บาทต่อตันผลิตภัณฑ์
ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในระบบฉีดพ่นน้ำ	= 1.5x7.5x2.5/60/0.2	= 2.33	บาทต่อตันผลิตภัณฑ์

จากการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำแข็งเท่ากับ 500 บาทต่อตันน้ำแข็งและเครื่องลดอุณหภูมิแบบถาดใช้น้ำแข็ง 0.5 ลบม.ต่อครั้งต่อผลิตภัณฑ์ 600 กิโลกรัม ใช้มอเตอร์ขนาด 6 แรงม้า

ปริมาณน้ำแข็งในเครื่องลดอุณหภูมิ	= 0.5x30/0.6	= 25	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ค่าน้ำแข็งจากเครื่องลดอุณหภูมิ	= 0.5x500/0.6	= 416.7	บาทต่อตันผลิตภัณฑ์
ค่าไฟฟ้าที่ใช้เครื่องลดอุณหภูมิ	= 6x0.7457x16.5x2.5/60/0.6		
	= 5.13		บาทต่อตันผลิตภัณฑ์

4.2 แนวทางการปรับปรุง

โรงงานสามารถเปลี่ยนวิธีการลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ไปใช้เครื่องพ่นน้ำแบบหมุนรอบจากด้านบนผลิตภัณฑ์ตามรูป เพื่อลดอุณหภูมิจาก 80 องศาเซลเซียสถึง 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที และต่อด้วยการแช่ในห้องเย็นเพื่อลดอุณหภูมิให้เหลือ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

รูปที่ 3-11 ลักษณะเครื่องลดอุณหภูมิไส้กรอก (Chiller) แบบก้านหมุนด้านบน

จากการตรวจวัดอัตราการใช้น้ำในระบบเครื่องพ่นน้ำหมุนรอบจากด้านบน 0.032 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที และระบบฉีดน้ำสามารถลดอุณหภูมิไส้กรอกได้ 30 กิโลกรัมต่อครั้ง ใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า

ปริมาณน้ำใช้ในเครื่องพ่นน้ำหมุนรอบ = 0.032x10x30/0.03 = 320 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ค่าน้ำจากเครื่องพ่นน้ำหมุนรอบ = 0.032x10x15/0.03 = 160 บาทต่อตันผลิตภัณฑ์
ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องพ่นน้ำหมุนรอบ = 1x0.7457x10x2.5/60/0.03
= 10.36 บาทต่อตันผลิตภัณฑ์

จากการเก็บข้อมูลห้องเย็นลดอุณหภูมิไส้กรอกได้ 100 กิโลกรัมต่อครั้งใช้มอเตอร์ขนาด 6 แรงม้า
ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในห้องเย็น = 6x0.7457x60x2.5/60/0.1
= 111.86 บาทต่อตันผลิตภัณฑ์

4.3 ผลการปรับปรุง

หากทำการปรับปรุงสามารถสรุปเปรียบเทียบเทคโนโลยีได้ดังนี้

ตารางที่ 3-3 สรุปการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

การลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนการลดอุณหภูมิ	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	เวลา (นาที)	ค่าน้ำ บาท/ตันผลิตภัณฑ์	ค่าไฟ บาท/ตันผลิตภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายรวม บาท/ตันผลิตภัณฑ์
หลังปรับปรุง	ระบบพ่นน้ำแบบหมุนรอบจากด้านบน	80 → 35	10	160	10.36	282.22
	ห้องเย็น	35 → 8	60	-	111.86	
ก่อนปรับปรุง	ระบบฉีดน้ำ	80 → 35	7.5	168.75	2.33	592.91
	เครื่องลดอุณหภูมิ	35 → 8	16.5	416.70	5.13	

เนื่องจากระบบพ่นน้ำแบบหมุนรอบจากด้านบนลดอุณหภูมิไส้กรอก 30 กิโลกรัมต่อครั้งในขณะที่เครื่องลดอุณหภูมิลดได้ 600 กิโลกรัมต่อครั้ง ดังนั้นต้องติดตั้งระบบพ่นน้ำแบบหมุนรอบจากด้านบนจำนวน 20 เครื่อง (ขนาดเครื่องกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร สูง 2.5 เมตร พร้อมพื้นที่โดยรอบ 0.5 เมตรเพื่อความสะดวกในการทำงาน) มีค่าลงทุน 25,000 บาทต่อเครื่อง โรงงานมีกำลังผลิตไส้กรอก 30 ตันต่อวัน และไม่ต้องก่อสร้างห้องเย็นเนื่องจากมีอยู่แล้ว

ปริมาณน้ำที่สามารถประหยัดได้ = 337.5+25-320 = 42.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
(หรือ 12,750 ลบ.ม./ปี เมื่อคิดการทำงาน 300 วัน/ปี)

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**
  ค่าติดตั้งระบบพ่นน้ำ = 20*25,000 = 500,000 บาท
- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้** = (592.91 – 282.22) บาท/ตันผลิตภัณฑ์ * 30 ตันต่อวัน
  = 9,320.70 บาทต่อวัน = 2,796,210 บาท/ปี
- **ระยะเวลาคืนทุน** = 500,000/2,796,210 = 0.18 ปี ~ 2.15 เดือน

เนื่องจากพื้นที่ในการติดตั้งระบบพ่นน้ำแบบหมุนรอบจากด้านบนจำนวน 20 เครื่องมีขนาด 80 ตารางเมตร ทำให้สามารถใช้พื้นที่เดิมที่มีการวางเครื่องลดอุณหภูมิแบบถาดเจาะรู (4x20 ตารางเมตร) ในติดตั้งระบบพ่นน้ำแบบหมุนรอบจากด้านบน นอกจากนี้ควรมีการปรับการใช้พื้นที่ห้องเย็นเพื่อให้เหมาะสมกับการปรับปรุงระบบ

5. การลดความสกปรก (BOD) ของน้ำเสียโดยติดตั้งตะแกรงกรองเศษวัตถุดิบ

5.1 สภาพปัจจุบัน

โรงงานแห่งหนึ่งระบายน้ำเสียจากกระบวนการผลิตลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียโดยตรงในอัตรา 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยน้ำเสียมีความเข้มข้นของ BOD เฉลี่ย 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งประกอบด้วยสารอินทรีย์จากเศษวัตถุดิบที่ติดไปกับน้ำทิ้งประมาณร้อยละ 20-30 ของความสกปรกทั้งหมดในน้ำเสีย

ดังนั้น BOD loading ของโรงงานก่อนการปรับปรุง = 100x(800/1000) = 80 กิโลกรัมต่อวัน

5.2 แนวทางการปรับปรุง

หากโรงงานติดตั้งตะแกรงดักเศษวัตถุดิบที่บริเวณรางรับน้ำเสียในห้องผลิต จะช่วยแยกเศษวัตถุดิบออกจากน้ำเสีย ซึ่งสามารถลดความเข้มข้นของบีโอดีในน้ำเสียลงได้ประมาณร้อยละ 20 ส่งผลให้ความเข้มข้นของ BOD ในน้ำเสียลดลง

ความเข้มข้นของ BOD ในน้ำเสียหลังการติดตั้งตะแกรง = (1-0.2)x 800 = 640 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่งผลให้ BOD loading ของโรงงานหลังการปรับปรุง = 100x(640/1000) = 64 กิโลกรัมต่อวัน

5.3 ผลการปรับปรุง

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน**

  การติดตั้งตะแกรงในห้องผลิตของโรงงานมีค่าลงทุน 4,000 บาท

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้**

  BOD loading ที่ลดลงจากการติดตั้งตะแกรงดักเศษวัตถุดิบ = 80-64 = 16 กิโลกรัมต่อวัน

  หากเครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานมีอัตราการให้ออกซิเจน 1.0 กิโลกรัม/กิโลวัตต์/ชั่วโมง ทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน

  ดังนั้น กำลังของเครื่องเติมอากาศที่ประหยัดได้ = 16/(24x1) = 0.67 กิโลวัตต์

  คิดเป็นค่าไฟฟ้าของเครื่องเติมอากาศที่ประหยัดได้ = 0.67x24x300x2.5 = 12,000 บาท

  (คิดค่าไฟฟ้า 2.5 บาทต่อ kWh และจำนวนวันปฏิบัติงานของโรงงาน 300 วันต่อปี)

- **ระยะเวลาคืนทุน** = 4,000/12,000 = 0.33 ปี = ~ 4 เดือน

ข้อสังเกต : การติดตั้งตะแกรงดักเศษวัตถุดิบนอกจากช่วยให้ระบบบำบัดน้ำเสียมี BOD loading ลดลงแล้ว ยังช่วยแก้ไขปัญหาการอุดตันของเศษวัตถุดิบในระบบอีกด้วย

3.3 ด้านอื่น ๆ

ตัวอย่างวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษในหัวข้อนี้จะครอบคลุมประเด็นสำคัญของอุตสาหกรรมอาหาร เช่นสุขอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งนับเป็นหัวใจสำคัญของอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะประเด็นที่พบเห็นบ่อยครั้งในโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานขนาดเล็กและขนาดกลาง

1. การลดปริมาณวัตถุดิบ off-spec และผลิตภัณฑ์ off-spec

1.1 สภาพปัจจุบัน

โรงงานมีวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ off-spec เป็นจำนวนมาก วัตถุดิบ off-spec ต้องทิ้งเป็นของเสียหรือขายเป็นอาหารสัตว์ ได้ราคาต่ำ ส่วนผลิตภัณฑ์ off-spec ต้องขายได้ราคาต่ำหรือให้เป็นสวัสดิการแก่พนักงาน วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ off-spec เหล่านี้ หากป้องกันได้จะเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่าของโรงงาน

1.2 แนวทางการปรับปรุง

ก) วางระบบคัดเลือก / จัดซื้อวัตถุดิบให้เข้มงวด และดูแลให้ความสำคัญอย่างสม่ำเสมอ
ข) ดูแลจัดระบบควบคุมการผลิต ป้องกันการหกหล่น และการปนเปื้อน
ค) จัดระบบดูแลการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบทวีผล ให้เครื่องจักร / อุปกรณ์ ใช้งานได้ดี สม่ำเสมอ
ง) วางมาตรการจูงใจให้รางวัลผู้ปฏิบัติที่ลดวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ off-spec

2. การหลีกเลี่ยงหรือปรับเปลี่ยนใช้วัตถุเจือปนอาหารเพื่อยืดอายุการเสียที่เหมาะสม

2.1 สภาพปัจจุบัน

โรงงานมีการใช้วัตถุเจือปนอาหารเพื่อยืดอายุการเสีย เช่น โซเดียมแลคเทต โซเดียมเบนโซเอท เป็นต้น ในปริมาณสูง สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และขัดต่อข้อกำหนดของทางราชการ

2.2 แนวทางการปรับปรุง

หลีกเลี่ยงการใช้วัตถุเจือปนอาหารเพื่อยืดอายุการเสีย โดยควบคุมการผลิตให้ผลิตได้เร็ว สะอาด ใช้หลัก first in first out และให้อยู่ภายใต้สภาวะการผลิตที่เหมาะสม (อุณหภูมิตามกำหนด)

วัตถุเจือปนอาหารประเภทเกลือเบนโซเอท เช่น โซเดียมเบนโซเอท และเกลือซอร์เบท เช่น โปตัสเซียมซอร์เบท กฎหมายไม่อนุญาตให้ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ หากจำเป็นสามารถใช้กรดแลกติกหรือโซเดียมแลกเตทได้ในการยืดอายุการเสีย และควรปรับปรุงทางด้านสุขลักษณะให้ดี และใช้อุณหภูมิเย็นจัดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

3. การติดตั้งแผ่นกรองฝุ่นและแมลงสำหรับพัดลมดูดอากาศ

3.1 สภาพปัจจุบัน

โรงงานมีฝุ่นและแมลงในบริเวณการผลิต โดยส่วนใหญ่เข้ามากับลมจากพัดลมดูดอากาศ กรณีนี้ทำให้ผลิตภัณฑ์ปนเปื้อนได้ง่าย ไม่ถูกสุขลักษณะ และขัดต่อข้อกำหนดของทางราชการ

3.2 แนวทางการปรับปรุง

ก) ติดตั้ง filter กรองอากาศ ป้องกันฝุ่นและแมลงไม่ให้เข้ามาในบริเวณผลิต

ข) ควรใส่ฝาครอบใสสำหรับโคมไฟ (ที่เพดาน) และการทำความสะอาดโคมเป็นประจำ เพื่อป้องกันฝุ่นและหยากไย่

ค) ควรดูแลไม่ให้มีฝุ่นติดไปกับตัวพนักงานก่อนเข้าบริเวณกระบวนการผลิต

ง) ให้พนักงานทุกคนใส่หมวกคลุมผมในการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันเศษผมตกปนเปื้อนไปกับผลิตภัณฑ์

จ) ปฏิบัติตามข้อกำหนดของ GMP

4. การแยกบริเวณการผลิต-ร้อนเย็น ดิบสุก และห้องน้ำ ห้องเก็บขยะ

4.1 สภาพปัจจุบัน

กระบวนการผลิตในโรงงาน

- ส่วนร้อน (อบ นึ่ง ต้มสุก ทอด ฯลฯ) ปะปน (ไม่แยกส่วนชัดเจน) กับส่วนเย็น (แช่แข็ง ห้องเย็น ห้องผลิตควบคุมอุณหภูมิต่ำ ฯลฯ)
- ส่วนดิบ (วัตถุดิบที่ยังไม่ถูกทำให้สุก) ปะปน (ไม่แยกส่วนชัดเจน) กับส่วนสุก
- ส่วนผลิต ปะปน (ไม่แยกส่วนชัดเจน) กับ ห้องน้ำ ห้องเก็บขยะ ฯลฯ ประตูจากห้องน้ำเปิดเข้าสู่กระบวนการผลิต

4.2 แนวทางการปรับปรุง

ควรจัดบริเวณผลิตให้เป็นสัดส่วน

ก) แยกส่วนร้อน-เย็น ทำให้ลดการสูญเสียพลังงาน จากการถ่ายเทความร้อน เนื่องจากความต่างของอุณหภูมิ

ข) แยกส่วนดิบ-สุก ให้ชัดเจน ป้องกันการปนเปื้อนจากส่วนดิบไปยังส่วนสุก ควรแยกทางเข้าออก แยกสีเครื่องแต่งกาย หรือสีหมวกของพนักงานแต่ละส่วนให้ชัดเจน

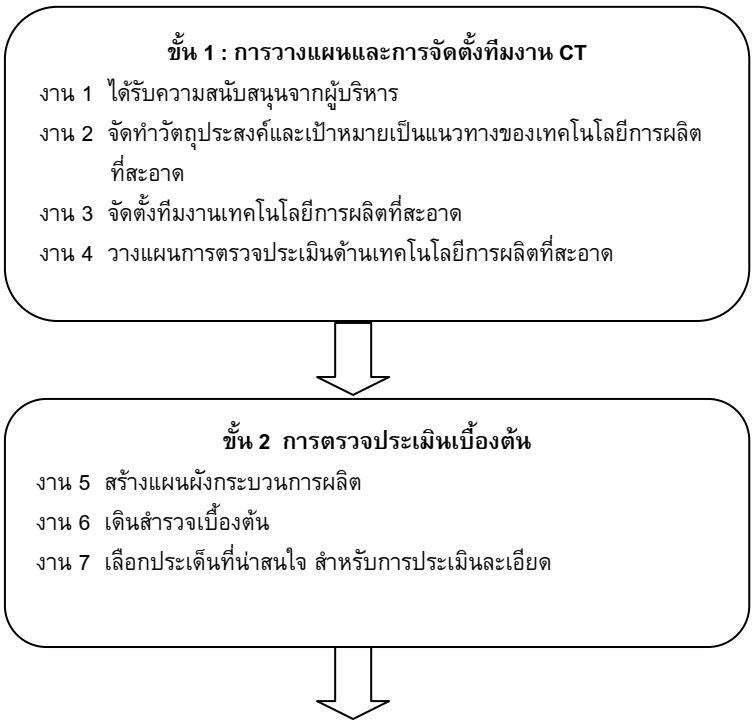
ค) แยกส่วนผลิตกับ ห้องน้ำ ห้องเก็บขยะ ฯลฯ ให้ชัดเจน ควรปรับเปลี่ยนให้ประตูห้องน้ำเปิดออกสู่ด้านนอก แยกจากห้องผลิต ป้องกันการปนเปื้อนของสิ่งสกปรก/เชื้อโรค สู่ส่วนผลิตที่ต้องควบคุมสุขอนามัยให้เข้มงวด

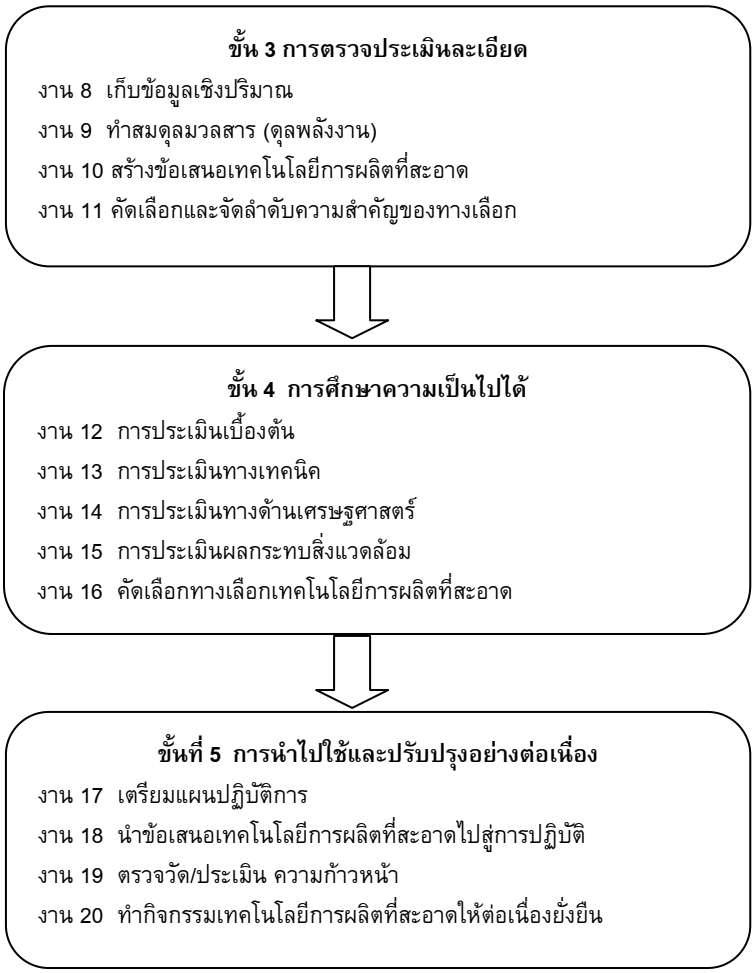
บทที่ 4
การเริ่มต้นงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ในบทนี้กล่าวถึงการเริ่มต้นงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

4.1 ***รายการประเมินสำหรับผู้ปฏิบัติการ*** เพื่อให้ผู้ปฏิบัติการใช้ประเมินประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานเบื้องต้น เพื่อช่วยตัดสินใจประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ทำให้โรงงานสามารถลดต้นทุนการผลิตและ/หรือลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ รายการประเมินนี้เป็นแบบเชิงปริมาณ (ใช้ข้อมูลและค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพ) ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดต่อไป (ดูเปรียบเทียบกับรายการประเมินมีแบบเชิงคุณภาพ สำหรับผู้บริหาร ซึ่งได้กล่าวรายละเอียดแล้วใน “ส่วนผู้บริหาร” บทที่ 1)

4.2 ***ขั้นตอนและกลยุทธ์ในการดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด*** โดยเป็นรายละเอียดขั้นตอนมาตรฐาน 5 ขั้นตอน ในการดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ซึ่งจะช่วยให้โรงงานสามารถใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานที่เหมาะสม ขั้นตอนมาตรฐานนี้ กำหนดขึ้นโดยองค์กรสหประชาชาติ และได้มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 4-1





รูปที่ 4-1 ขั้นตอนในการตรวจประเมินเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

โดยขั้นตอนที่ 1 : การวางแผนและจัดตั้งทีมงาน CT นับเป็นหัวใจสำคัญที่ชี้ว่าการเริ่มต้นงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจะเป็นไปได้ และดำเนินการโดยรายอื่นต่อไปหรือไม่ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับผู้บริหารขององค์กร ซึ่งเป็นผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ ส่วนขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 5 เป็นรายละเอียดทางเทคนิค ที่วางเป็นแนวทางให้การดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขององค์กรเป็นระบบ เป็นขั้นเป็นตอนอย่างเหมาะสม และประสบความสำเร็จตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้

4.1 รายการประเมินสำหรับผู้ปฏิบัติการ

รายการประเมินประสิทธิภาพการผลิตของโรงงาน สำหรับผู้ปฏิบัติการ (เชิงปริมาณ) แสดงในตารางที่ 4-1 ถึง 4-3

ตารางที่ 4-1 รายการประเมินประสิทธิภาพการผลิตของโรงงาน สำหรับผู้ปฏิบัติการ (เชิงปริมาณ)
สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม**ขนาดเล็ก**

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต	ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต									
	ค่าของโรงงาน (A)	ข้อมูลโรงงานนำร่อง 10 แห่ง				คะแนน				
		ค่าเฉลี่ย (B)	3/4ของค่าเฉลี่ย (3B/4)	พิสัย		5 A≤C	4 C≤A<3B/4	3 3B/4≤A≤B	2 B<A<D	1 A≥D
				ต่ำสุด (C)	สูงสุด (D)					
1.ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)		1,610	1,207	491	2,748					
2.ปริมาณเชื้อเพลิง (เมกะจูลต่อตันผลิตภัณฑ์)		12,960	9,720	2,170	31,760					
3. ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)		50.4	37.8	15.5	90.4					
4.ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)		44.7	33.5	12.4	90.0					
5.ความสกปรกของน้ำเสีย (กก. บีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์)		21.04	15.78	3.54	55.50					
รวม										
รวมทั้งหมด										

ตารางที่ 4-2 รายการประเมินประสิทธิภาพการผลิตของโรงงาน สำหรับผู้ปฏิบัติการ (เชิงปริมาณ)
สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม**ขนาดกลาง**

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต	ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต									
	ค่าของโรงงาน (A)	ข้อมูลโรงงานนำร่อง 10 แห่ง				คะแนน				
		ค่าเฉลี่ย (B)	3/4ของค่าเฉลี่ย (3B/4)	พิสัย		5 A≤C	4 C≤A<3B/4	3 3B/4≤A≤B	2 B<A<D	1 A≥D
				ต่ำสุด (C)	สูงสุด (D)					
1.ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)		302	226	161	427					
2.ปริมาณเชื้อเพลิง (เมกะจูลต่อตันผลิตภัณฑ์)		1,197	898	625	1,676					
3. ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)		9.1	6.8	3.6	13.9					
4.ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)		7.7	5.8	2.9	10.2					
5.ความสกปรกของน้ำเสีย (กก. บีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์)		4.61	3.46	2.91	7.77					
รวม										
รวมทั้งหมด										

ตารางที่ 4-3 รายการประเมินประสิทธิภาพการผลิตของโรงงาน สำหรับผู้ปฏิบัติการ (เชิงปริมาณ)
สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม**ขนาดใหญ่**

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต	ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต									
	ค่าของโรงงาน (A)	ข้อมูลโรงงานนำร่อง 10 แห่ง				คะแนน				
		ค่าเฉลี่ย (B)	3/4ของค่าเฉลี่ย (3B/4)	พิสัย		5 A≤C	4 C≤A<3B/4	3 3B/4≤A≤B	2 B<A<D	1 A≥D
				ต่ำสุด (C)	สูงสุด (D)					
1.ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)		419	314	142	860					
2.ปริมาณเชื้อเพลิง (เมกะจูลต่อตันผลิตภัณฑ์)		2,495	1,871	676	3,718					
3. ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)		6.8	5.1	4.6	10.9					
4.ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์)		7.2	5.4	3.9	12.7					
5.ความสกปรกของน้ำเสีย (กก. บีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์)		4.44	3.33	2.25	6.11					
รวม										
รวมทั้งหมด										

หมายเหตุ : 1. ใส่ค่าเฉลี่ยของโรงงานในช่อง (ค่า A)
2. พิจารณาค่า A เปรียบเทียบกับค่า B, 3B/4, C, D แล้วใส่คะแนน (1 หรือ 2 หรือ 3 หรือ 4 หรือ 5) ในช่องที่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด
3. รวมคะแนนแต่ละช่อง ช่องที่ว่างให้ถือเป็นคะแนนศูนย์
4. รวมคะแนนทั้งหมดจาก 5 ช่อง รวมในข้อ 3

เกณฑ์การพิจารณาจากคะแนนรวมที่โรงงานได้รับจากการประเมิน (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)

(1) ถ้าคะแนน น้อยกว่า 12.5 คะแนน (< 50%) แสดงว่าโรงงานของท่าน**มีปัญหา** ควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน โดยการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดแก้ไขปัญหาที่มี

(2) ถ้าคะแนน 12.5-20 คะแนน (50-80%) แสดงว่าโรงงานของท่านอยู่ในเกณฑ์ **พอใช้** ควรพิจารณาปรับปรุงประเด็นที่มีปัญหา โดยการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

(3) ถ้าคะแนน มากกว่า 20 คะแนน (> 80%) แสดงว่าโรงงานของท่านอยู่ในเกณฑ์ **ดี** แต่หากโรงงานต้องการพัฒนาสู่แนวหน้า ก็ควรพิจารณาใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

การแบ่งขนาดของโรงงานที่นำมาเป็นเกณฑ์ พิจารณาจากกำลังการผลิต (รวม)

ขนาดเล็ก (S) น้อยกว่า 5 ตัน/วัน
ขนาดกลาง (M) ระหว่าง 5-50 ตัน/วัน
ขนาดใหญ่ (L) มากกว่า 50 ตัน/วัน

อย่างไรก็ตาม คะแนนและเกณฑ์ข้างต้นโรงงานสามารถใช้เป็นแนวทางพิจารณาเบื้องต้น ซึ่งเมื่อโรงงงานมีประสบการณ์ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดบ้างแล้ว อาจพิจารณาปรับเกณฑ์และคะแนน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าเฉลี่ย และพิสัยของโรงงานนำร่อง 10 โรงงาน อาจปรับเปลี่ยนเป็นค่าในอดีตของโรงงานเอง เพื่อใช้ประเมินตนเองในการพัฒนาอย่างต่อเนื่องต่อไปได้

4.2 ขั้นตอนและกลยุทธ์ในการดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

หลักการสำคัญของการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด คือการตรวจสอบกระบวนการผลิตเพื่อหาประเด็นที่น่าสนใจสำหรับบริเวณที่มีการใช้ทรัพยากรอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ และมีการจัดการของเสียที่ยังไม่ดีพอ โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับทรัพยากรของเสียและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต ขั้นตอนในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก (รูปที่ 4-1) ดังนี้

ขั้น 1 : การวางแผนและการจัดตั้งทีมงาน CT

ในขั้นตอนนี้ คือ การเตรียมงานทั้งด้านบุคลากรและทรัพยากรอื่นๆ และวางแผนโครงการ เพื่อให้โครงการตรวจประเมินเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดได้รับการอนุมัติจากผู้บริหารให้ดำเนินการ

- กำหนดนโยบายอย่างชัดเจนและเป็นลายลักษณ์อักษร โดยแจ้งทุกแผนกเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วม ทำการชี้แจงนโยบายเป็นระยะๆ เพื่อให้เกิดการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง โดยนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมต้องประกอบด้วยวิสัยทัศน์และภารกิจขององค์กร วัตถุประสงค์ในการลดการใช้วัตถุดิบและทรัพยากรในการผลิต รวมทั้งการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นโดยมีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน วัดผลได้ และมีกรอบเวลากำหนดไว้
- จัดตั้งทีมงานที่ประกอบด้วยผู้แทนจากฝ่ายต่างๆในโรงงาน ได้แก่ ฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายซ่อมบำรุง เป็นต้น เพื่อปรึกษาหารือและเสนอแนวข้อคิดเห็นต่างๆ เพื่อค้นหาของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต แล้วหาทางแก้ไขเพื่อให้การสูญเสียเป็นศูนย์ หรือเป็นการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงเพิ่มคุณภาพและอัตราการผลิต

ขั้น 2 : การตรวจประเมินเบื้องต้น

ในการตรวจประเมินเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตของโรงงานและประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง โดยทางทีมงานสามารถใช้เครื่องมือที่สำคัญ คือ ผังกระบวนการผลิตในการอธิบายกระบวนการผลิต ซึ่งผังกระบวนการผลิตนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการทำสมดุลมวล เมื่อทำการตรวจประเมินโดยละเอียดในขั้นต่อไป การตรวจประเมินเบื้องต้นประกอบด้วย

- *สร้างแผนผังกระบวนการผลิต* โดยจะให้ความสนใจกับกิจกรรมที่มักไม่อยู่ในแผนผังกระบวนการผลิตทั่วไป เช่น
  - การทำความสะอาด
  - การขนส่ง เก็บวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์
  - การซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ เป็นต้น

  ในการสร้างแผนผังกระบวนการผลิต ทีมงานสามารถบันทึกรายละเอียดของแต่ละกระบวนการ
- *การเดินสำรวจเบื้องต้น* ซึ่งการเดินสำรวจควรเดินตั้งแต่เริ่มจนจบกระบวนการผลิต (ตั้งแต่รับวัตถุดิบจนได้เป็นผลิตภัณฑ์) โดยให้ความสนใจในส่วนการใช้ทรัพยากร ของเสียที่เกิดขึ้น และ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ ในระหว่างการเดินสำรวจทีมงานควรพูดคุยกับพนักงานประจำเครื่อง เพื่อสอบถามให้ได้ข้อมูลของการทำงานจริง ลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งมักนำมาสู่โอกาสในการใช้ทรัพยากรให้น้อยลง หรือการลดของเสีย ถ้าเป็นไปได้นอกจากนี้ทีมงานควรจดบันทึกปัญหาและแนวทางแก้ไขที่พบระหว่างการเดินสำรวจ

- *เลือกประเด็นที่น่าสนใจ สำหรับการประเมินละเอียด* เนื่องจากบางครั้งการตรวจประเมินโดยละเอียดไม่สามารถทำได้ในทุกกระบวนการ ซึ่งทีมงานสามารถกำหนดประเด็นที่น่าสนใจในบางกระบวนการโดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้
  - ก่อให้เกิดของเสียในปริมาณมาก
  - ใช้หรือทำให้เกิดสารเคมีหรือวัตถุอันตราย
  - คิดเป็นจำนวนเงินที่สูญเสียไปสูง
  - มีประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปใช้อย่างเห็นได้ชัดเจน

ขั้น 3 : การตรวจประเมินละเอียด

ในขั้นตอนนี้ทีมงานจะทำการเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณสำหรับประเด็นที่น่าสนใจที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการตรวจประเมินเบื้องต้น เพื่อนำมาทำสมดุลมวล

- *เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ* ในการพิจารณาว่าควรเก็บข้อมูลใดบ้าง ทีมงานสามารถใช้แผ่นงานแสดงมวลเข้า-ออกของแต่ละหน่วยกระบวนการผลิตประกอบการพิจารณา โดยข้อมูลที่ทำการเก็บบันทึกควรเป็นปริมาณต่อหน่วยการผลิต เช่น ปริมาณน้ำใช้ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะช่วยในการวิเคราะห์จุดที่มีการสูญเสีย เช่น ปริมาณการใช้น้ำต่อคนในส่วนของสำนักงานสูงขึ้นมากในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา อาจมีสาเหตุมาจากท่อรั่ว หรือก๊อกน้ำชำรุดปิดไม่สนิท เป็นต้น
- *ทำสมดุลมวลสาร (ดุลพลังงาน)* เพื่อต้องการทราบปริมาณน้ำ น้ำใช้ และพลังงานทั้งหมดที่เข้าและออกจากระบบ โดยตามทฤษฎีแล้วมวลเข้า (Input) ต้องเท่ากับมวลออก (Output) อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะได้ข้อมูลปริมาณมวลเข้า-ออกทั้งหมด โดยเฉพาะในส่วนของของเสียและผลพลอยได้ มักจะเป็นการประมาณการจากการทำสมดุลมวล ดังนั้นจึงขึ้นอยู่กับทีมงานว่าสามารถยอมรับระดับความผิดพลาดได้เท่าไร
- *สร้างข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด* ข้อเสนอของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่ได้จากการประเมิน ส่วนมากแล้วมักจะขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของทีมงาน นอกจากนี้การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้สมดุลมวลประกอบการพิจารณาจะช่วยให้ทีมงานมองเห็นข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดด้วยเช่นกัน สำหรับแหล่งข้อมูลอื่นๆ นอกองค์กรที่ช่วยในการหาข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดประกอบด้วย
  - บริษัทที่ปรึกษา/บริษัทผู้จำหน่ายเครื่องจักรอุปกรณ์
  - สมาคมทางการค้า
  - มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย และหน่วยงานราชการ
  - บทความและข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต

  โดยทั่วไปแล้วข้อเสนอของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสามารถแบ่งออกเป็นประเภทหลักๆ ได้ดังนี้
  - การจัดการที่ดีภายในโรงงานและวิธีการทำงานที่ถูกต้อง (Good Housekeeping) คือ การบริหารกระบวนการผลิตและการปฏิบัติงานให้มีศักยภาพ
  - การปรับปรุงเทคโนโลยี

- การนำกลับมาใช้ซ้ำ/นำกลับมาใช้ใหม่

- *คัดเลือกและจัดลำดับความสำคัญของข้อเสนอ* เมื่อทีมงานได้คัดเลือกข้อเสนอในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดได้แล้ว ต้องมีการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละข้อเสนอ และความยากง่ายในการปฏิบัติ (นำไปปฏิบัติได้ทันทีหรือต้องทำการศึกษาเพิ่ม)

ขั้น 4 : การศึกษาความเป็นไปได้

เมื่อทีมงานเลือกแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดได้แล้วต้องมีการประเมินและศึกษาความเป็นไปได้ทั้งด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเลือกเฉพาะแนวทางที่มีความเหมาะสมมาใช้

- *การประเมินเบื้องต้น* โดยการประเมินร่วมกันระหว่างทีมงานและผู้บริหาร เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้เบื้องต้นของแต่ละแนวทาง ซึ่งผลของการประเมินเบื้องต้นจะบอกได้ว่าแนวทางไหนมีความเป็นไปได้และแนวทางไหนต้องศึกษาข้อมูลเพิ่ม

- *การประเมินทางเทคนิค* ต้องมีการศึกษาถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และความปลอดภัยที่จะเกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี หรือวิธีการทำงาน นอกจากนี้ต้องพิจารณาด้วยว่าจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมพนักงานเพิ่มเติมหรือการบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นหรือไม่

- *การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์* โดยการเปรียบเทียบต้นทุนในการเปลี่ยนแปลงกับมูลค่าที่จะประหยัดได้ โดยต้นทุนแบ่งได้เป็นเงินลงทุนและค่าดำเนินการโดยปกติการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์จะใช้การคิดระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback period) มูลค่าปัจจุบันของโครงการ (NPV) และ Internal rate of return (IRR)

- *การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม* ในบางกรณีประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้จากข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจะค่อนข้างชัดเจน แต่ในบางกรณีการประเมินประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจะกระทำการได้ค่อนข้างยาก การประเมินความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อมโดยอิงกับกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆ จะช่วยให้การประเมินทำได้สะดวกขึ้น

ขั้นที่ 5 : การนำไปใช้และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ถึงแม้ทางทีมงานจะเลือกแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่มีความเหมาะสมไว้แล้ว แต่หากไม่มีการนำไปปฏิบัติใช้วิธีการป้องกันมลพิษนั้นจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ใดๆ เลยกับโรงงาน ดังนั้นจึงต้องมีการจัดทำแผนปฏิบัติงานและตรวจติดตามเพื่อทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

- *เตรียมแผนปฏิบัติการ* รายละเอียดของแผ่นปฏิบัติงานต้องประกอบด้วย
  - กิจกรรมที่ต้องกระทำ
  - วิธีการที่ต้องปฏิบัติในกิจกรรมนั้นๆ
  - ทรัพยากรที่ต้องการในการปฏิบัติงาน (เงินและคน)
  - บุคคลที่จะรับผิดชอบกิจกรรมนั้นๆ
  - กรอบเวลาในการทำงาน

- *นำข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปสู่การปฏิบัติ* ในบางครั้งการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานหรือติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่ตามแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่นำมาใช้ อาจต้องมีการฝึกอบรมพนักงานเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบถึงวิธีปฏิบัติงานใหม่หรือวิธีการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่

- *ตรวจวัด/ประเมิน ความก้าวหน้า* การตรวจวัด/ประเมิน ความก้าวหน้าเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการประเมินผลที่ได้รับจากการนำแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติใช้ โดยปกติแล้วตัวบ่งชี้ผลการทำงานดีขึ้นประกอบด้วย
  - ปริมาณของเสียต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ลดลง
  - ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ลดลง
  - ความสามารถในการทำกำไรสูงขึ้น

ทำกิจกรรมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดให้ต่อเนื่องยั่งยืน เพื่อให้มีการดำเนินกิจกรรมด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอย่างต่อเนื่อง ทีมงานต้องนำผลที่ได้รับจากการตรวจสอบติดตามมาปรับปรุงข้อเสนอในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในโรงงาน ทางทีมงานต้องเผยแพร่แนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปยังพนักงานทุกระดับ นอกจากนี้ทางโรงงานยังสามารถนำแนวคิดด้านเทคโนโลยีการผลิต

ภาคผนวก

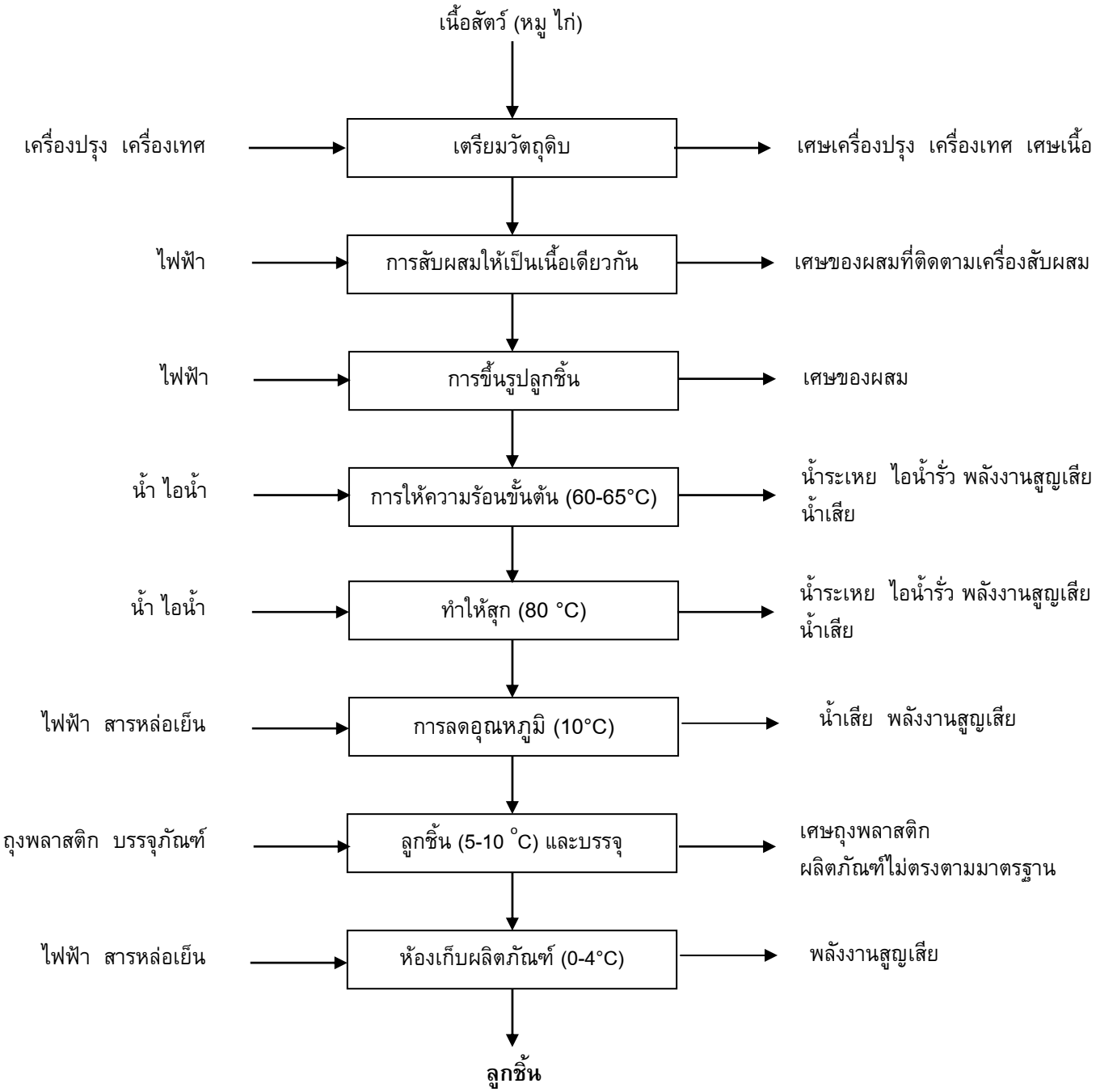
ภาคผนวก ก.
กระบวนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขา
ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก)

ก-1 การผลิตลูกชิ้น

ในการผลิตลูกชิ้น จะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. คัดคุณภาพวัตถุดิบ (เนื้อสัตว์) ให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด
2. คลุกเคล้าเครื่องเทศ เครื่องปรุง ให้ได้ตามสัดส่วนที่ต้องการ จากนั้นทำการสับผสมที่เครื่องสับผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเพื่อให้ส่วนผสมและเนื้อผสมกันอย่างทั่วถึง
3. นำไปขึ้นรูปลูกชิ้น โดยการนำเข้าเครื่องปั้นโดยใส่วัตถุดิบไปที่เครื่องและเครื่องจะทำการขึ้นรูปลูกชิ้นเป็นลูกลงในหม้อต้มลูกชิ้น ที่มีน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 60-65 องศาเซลเซียส (ให้ความร้อนขั้นต้น-preheat เพื่อทำให้ลูกชิ้นคงตัว และป้องกันการเกิดฟองอากาศในลูกชิ้น) เมื่อลูกชิ้นลอยตักไปใส่ในอ่างน้ำร้อนอีกใบหนึ่ง ที่มีอุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส ปิดฝาทิ้งไว้ 3 นาที ตักใสน้ำเย็น หรือพ่นเป่าลมเย็น (แล้วแต่โรงงาน)

4) เมื่อต้มจนสุกแล้วจะทำการลดอุณหภูมิของลูกชิ้น (อุณหภูมิ 10 °C) ให้ได้ลูกชิ้นที่มีอุณหภูมิประมาณ 5-10 °C จากนั้นทำการบรรจุในภาชนะบรรจุ และเก็บที่ห้องเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 0 -4 °C เพื่อควบคุมการเกิดเชื้อ และรอการจำหน่ายต่อไป



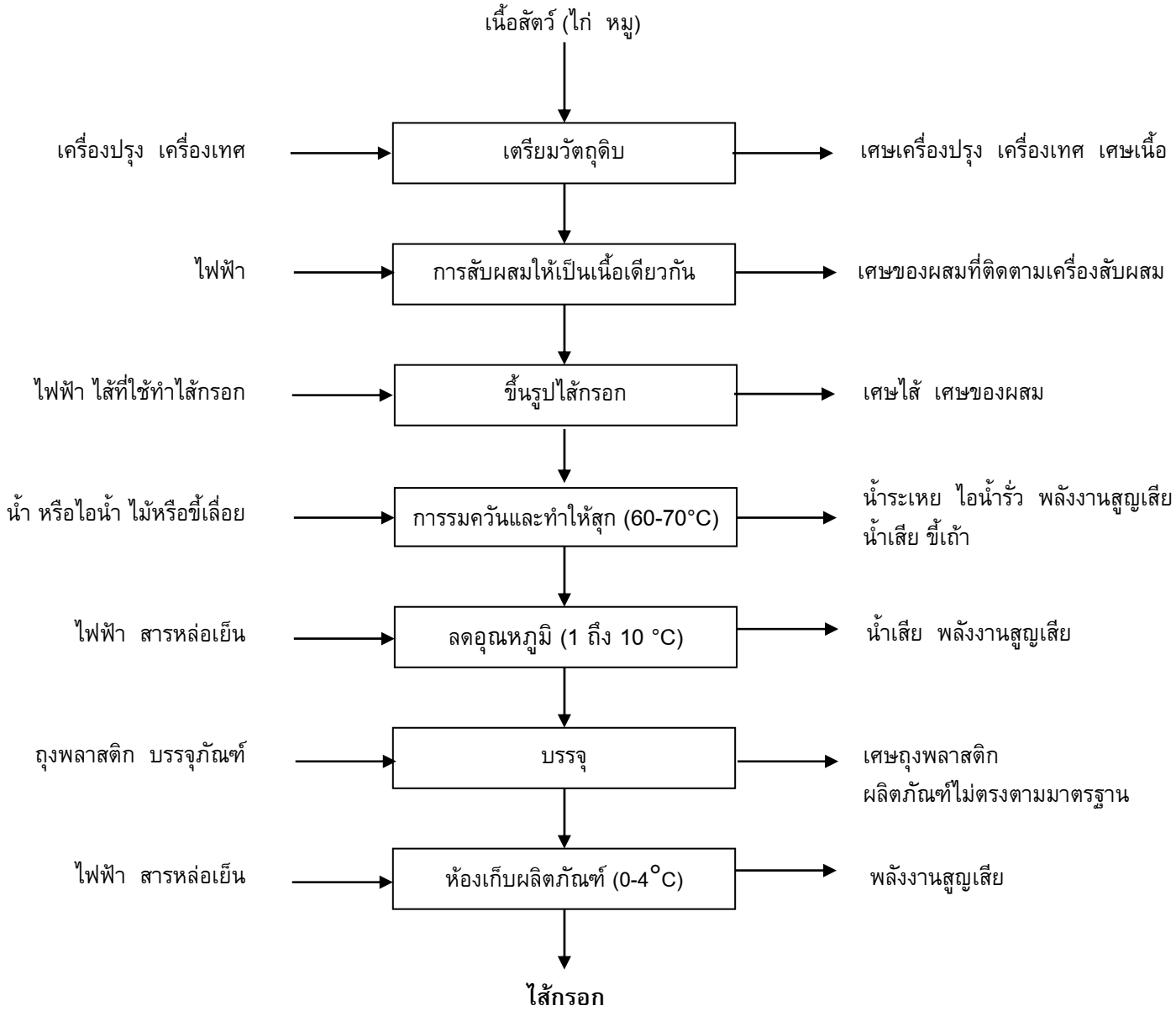
รูปที่ ก-1 กระบวนการผลิตลูกชิ้น

ก-2 กระบวนการผลิตไส้กรอก

ในการผลิตไส้กรอกจะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. คัดคุณภาพวัตถุดิบ (เนื้อสัตว์) ให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด และส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ เครื่องเทศ เครื่องปรุง
2. เตรียมวัตถุดิบชิ้นเนื้อสัตว์ เครื่องเทศ และเครื่องปรุงรส แล้วสับผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ที่มีการผสมคลุกเคล้าเครื่องเทศต่างๆ ตามสูตรเฉพาะภายในห้องควบคุมอุณหภูมิ เครื่องสับผสมจะไม่มีการผสมเครื่องเทศหรือส่วนผสมในขณะบด
3. นำวัตถุดิบที่ผ่านการบดเป็นเนื้อเดียวกันแล้วมาขึ้นรูป โดยการบรรจุลงในไส้ชนิดต่างๆ ตามขนาดของผลิตภัณฑ์ ผูกเป็นท่อนๆ โดยใช้เครื่องผูกแขวนไส้กรอก
4. ทำให้สุกตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ในตู้หรือเตาอบให้ความร้อน 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และรมควันที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที ให้ความร้อนอีกครั้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลาขึ้นอยู่กับขนาดของไส้กรอก ถ้าเป็นไส้กรอกเวียนนาใช้เวลาประมาณ 20 นาที ควรควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้คงที่อยู่เสมอ โดยทั่วไปเส้นผ่านศูนย์กลางของไส้กรอก 1 มิลลิเมตร ต้มนาน 1 นาที
5. เมื่อไส้กรอกสุกจนได้ที่แล้ว นำไปลดอุณหภูมิโดยให้อยู่ที่ 1-10 °C โดยการสเปรย์น้ำเย็นที่ตัวไส้กรอก หรือใช้เทคนิคการลดอุณหภูมิอื่นๆ
6. บรรจุใส่ถุงแล้วเก็บที่ห้องเก็บผลิตภัณฑ์ ที่อุณหภูมิประมาณ 0-4 °C เพื่อควบคุมการเกิดเชื้อ และรอการจำหน่ายต่อไป

หมายเหตุ : ในการผลิตไส้กรอกอาจมีการรมควัน หรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีการรมควันจะรมควันก่อนการทำให้สุกหรือการต้ม



รูปที่ ก-2 กระบวนการผลิตไส้กรอก

ภาคผนวก ข.

สภาพและลักษณะการใช้ทรัพยากร อุปกรณ์ / เครื่องจักร และวิธีดำเนินงาน ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์

จากโรงงานนำร่อง อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ที่ทำการตรวจประเมิน จำนวน 10 โรงงาน สามารถสรุปสภาพและลักษณะการใช้ทรัพยากร อุปกรณ์ / เครื่องจักร และวิธีดำเนินงาน ได้ดังตารางที่ ข-1

ตารางที่ ข-1 สรุปสภาพและลักษณะการใช้ทรัพยากร อุปกรณ์ / เครื่องจักร และวิธีดำเนินงาน ของโรงงานนำร่อง อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์(ลูกชิ้น-ไส้กรอก)

ลักษณะอุปกรณ์ เครื่องจักร / วิธีดำเนินงาน	โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) / สภาพและลักษณะ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. กำลังการผลิต (ตัน/วัน)	1.2	0.3	0.7	0.7	30	28	24	100	108	53
2. ชนิดผลิตภัณฑ์	ไส้กรอกและอื่นๆ เช่น แฮม เบคอน (หลากหลายชนิด)	ไส้กรอกและอื่นๆ เช่น แฮม เบคอน	ไส้กรอก หมูยอ และอื่นๆ	ลูกชิ้น	ไส้กรอกและอื่นๆ เช่น แฮม เบคอน โบโลน่า	ไส้กรอก	ไส้กรอก ลูกชิ้น และอื่นๆ เช่น หมูยอ และเบคอน	ไส้กรอก ลูกชิ้น และอื่นๆ เช่น ไก่ยอ แฮม โบโลน่า	ไส้กรอก ลูกชิ้น และอื่นๆ เช่น ไก่ยอ แฮม โบโลน่า	
3. การควบคุมอุณหภูมิห้องผลิต	12-15 °C	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิห้อง	15-20 °C	15-20 °C	อุณหภูมิห้อง	16-18 °C	15-20 °C	16-18 °C
4. การทำให้สุก										
4.1 ลูกชิ้น (หม้อต้ม)	ไม่มี	ไม่มี	มี (ต้มหมูยอ โดยใช้ไอน้ำ) แบบ Indirect	มี (ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง)	ไม่มี	ไม่มี	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Indirect	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Direct และ Indirect	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Direct และ Indirect	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Direct และ Indirect
4.2 ไส้กรอก (ตู้อบ)	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Indirect	มี (ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง)	ไม่มี	ไม่มี	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Direct และ Indirect	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Indirect	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Indirect	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Direct และ Indirect	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Direct และ Indirect	มี (ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ) แบบ Direct และ Indirect
5. การลดอุณหภูมิ										
5.1 เทคนิคการลดอุณหภูมิ	Showering spray (น้ำ chill)	1. พัดลมเป่า 2. เข้าตู้เย็น	ปล่อยให้เย็น	พัดลมเป่า	Showering spray (น้ำ chill)	1. Showering spray (น้ำธรรมดา) 2. เครื่อง Chiller แบบถาดเจาะรู	สายยางฉีด (น้ำธรรมดา)	Showering spray (น้ำ chill)	Showering spray (น้ำ chill)	Showering spray (น้ำ chill)
5.2 เวลาในการลดอุณหภูมิ	20-30 นาที (72 → 25 °C)	60 นาที (85 → 35 °C)	40 นาที (60-70 → 30 °C)	30 นาที (85-90 → 35 °C)	20 นาที (76 → 25 °C)	30 นาที (80 → 35 °C)	30 นาที (75-80 → 25-30°C)	7 นาที (70 → 35 °C)	1 ชม. (78 → 10 °C)	40 นาที (40-60 → 4 °C)
		60 นาที (35 → 5-6 °C)				14 นาที (35 → 8 °C)				
6. การเก็บผลิตภัณฑ์										
6.1 การเก็บผลิตภัณฑ์	ห้องเย็น	ตู้เย็น	ตู้เย็น	ตู้เย็น	ห้องเย็น	ห้องเย็น	ห้องเย็น	ห้องเย็น	ห้องเย็น	ห้องเย็น
6.2 อุณหภูมิในการเก็บผลิตภัณฑ์	0-4 °C	0-4 °C	0-4 °C	0-4 °C	0-4 °C	0-4 °C	0-4 °C	0-4 °C	0-4 °C	0-4 °C

ตารางที่ ข-1 สรุปสภาพและลักษณะการใช้ทรัพยากร อุปกรณ์ / เครื่องจักร และวิธีดำเนินงาน ของโรงงานนำร่อง อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์(ลูกชิ้น-ไส้กรอก)

ลักษณะอุปกรณ์ เครื่องจักร / วิธีดำเนินงาน	โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) / สภาพและลักษณะ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. ลักษณะการใช้พลังงานความร้อน										
7.1 หม้อไอน้ำ	ไม่มี	ไม่มี	แบบท่อไฟ+ น้ำมันเตาเกรด C ขนาด 1 ตัน/ ชั่วโมง	ไม่มี	แบบท่อไฟ+ น้ำมันเตาเกรด C ขนาด 2 ตัน/ ชั่วโมง	แบบท่อไฟ+ น้ำมันเตาเกรด C ขนาด 2 ตัน/ ชั่วโมง	แบบท่อไฟ+น้ำมัน เตาเกรด C ขนาด 2 ตัน/ชั่วโมง	แบบท่อไฟ+ น้ำมันเตาเกรด C ขนาด 2 ตัน/ชม. และ 5 ตัน/ชม.	แบบท่อไฟ+ น้ำมันเตาเกรด C ขนาด 6 ตัน/ชม. และ 10 ตัน/ชม.	แบบท่อไฟ+น้ำมัน เตาเกรด C ขนาด 2 ตัน/ชม. และ 3 ตัน/ชม.
7.2 ไฟฟ้า (heater)	มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
7.3 แก๊สหุงต้ม (LPG)	มี	มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี
8. ลักษณะการใช้น้ำ										
8.1 แหล่งน้ำ	การนิคมฯ	น้ำประปา	น้ำบาดาล	น้ำประปา	การนิคมฯ	น้ำบาดาล	น้ำบาดาล	น้ำประปา/ น้ำบาดาล	น้ำจากแม่น้ำ	น้ำประปา
8.2 วิธีการล้างอุปกรณ์เครื่องจักร	ล้างด้วยสาย ยางธรรมดา	ล้างด้วยสายยาง ธรรมดา (ใช้ แรงดันสูงเฉพาะ ล้างใหญ่ทุกวัน เสาร์)	ล้างด้วยสายยาง ธรรมดา (มีการ ล้างรวมในห้อง ผลิต)	ล้างด้วยสายยาง ธรรมดา	ล้างด้วยก๊อก แรงดันสูง	ล้างในอ่างน้ำ +ก๊อกแรงดันสูง	ล้างด้วยน้ำจากก๊อก แรงดันสูง	ล้างในอ่างน้ำ +ก๊อกแรงดันสูง	ล้างในอ่างน้ำ +ก๊อกแรงดันสูง	ล้างในอ่างน้ำ +ก๊อกแรงดันสูง (บางจุดใช้ก๊อกน้ำ ธรรมดา)
8.3 อ่างล้างมือ	เข่ากด	ก๊อกธรรมดา	เข่ากด	เข่ากด	เท้าเหยียบ	เท้าเหยียบ	เท้าเหยียบ	เข่ากด	เท้าเหยียบ	เข่ากด
9. ระบบบำบัดน้ำเสีย	ระบบบำบัดรวม ของการนิคมฯ	กรองด้วยถ่าน	ถังเกรอะ (Septic tank) + บ่อ ธรรมชาติ	บ่อเกรอะ+ถังดัก ไขมัน	Activated Sludge ขนาดกลาง	Activated Sludge	Activated Sludge	Stabilization Pond+บ่อ ตกตะกอนเติม สารเคมีช่วย	Stabilization Pond	Stabilization Pond

ภาคผนวก ค.
รายละเอียดการคำนวณ

ค-1 การหุ้มฉนวนหม้อต้มลูกชิ้น และอุปกรณ์ความร้อนต่าง ๆ

- **การคำนวณปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากผนังหม้อต้มและน้ำมันเตาสูญเสียจากการให้ ความร้อนของหม้อต้มผลิตภัณฑ์**

จากการสำรวจโรงงานตัวอย่างพบว่ามีการสูญเสียพลังงานความร้อนจากผนังหม้อต้มสแตนเลส เนื่องจากการที่ไม่ได้หุ้มฉนวน ซึ่งทางโรงงานมีอยู่ 6 หน่วย คือ

- หม้อต้มลูกชิ้น (บ่อใหญ่) 1 หม้อ ขนาดพื้นที่ผิว 54.72 ตารางเมตร
  เวลาในการดำเนินการ 12.3 ชั่วโมง/วัน, T_2 = 85 องศาเซลเซียส , T_1 = 80 องศาเซลเซียส
- หม้อต้มลูกชิ้น (บ่อเล็ก) 1 หม้อ ขนาดพื้นที่ผิว 10.56 ตารางเมตร
  เวลาในการดำเนินการ 5 ชั่วโมง/วัน, T_2 = 85 องศาเซลเซียส , T_1 = 80 องศาเซลเซียส
- หม้อต้มไก่ยอเส้น 3 หม้อ ขนาดพื้นที่ผิว 8.24 ตารางเมตร
  เวลาในการดำเนินการ 6 ชั่วโมง/วัน, T_2 = 85 องศาเซลเซียส , T_1 = 80 องศาเซลเซียส
- หม้อต้มแฮม 1 หม้อ ขนาดพื้นที่ผิว 5.07 ตารางเมตร
  เวลาในการดำเนินการ 5 ชั่วโมง/วัน, T_2 = 85 องศาเซลเซียส , T_1 = 78 องศาเซลเซียส

ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณความร้อนสูญเสียได้จากสมการการคำนวณค่าการนำความร้อน (Heat Conduction)

$$q = \frac{kA}{L}(T_2 - T_1)$$

ตัวอย่างการคำนวณหาพลังงานความร้อนจากการสูญเสีย (q) ที่ผนัง**หม้อต้มลูกชิ้นบ่อใหญ่**

จากสมการการคำนวณค่าการนำความร้อน (Heat Conduction) เมื่อ

k สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของหม้อต้มสแตนเลส ซึ่งมีค่า k = 17.3 วัตต์/เมตร-เคลวิล

A พื้นที่นำความร้อนรอบหม้อต้มทั้งหมดเป็น 54.72 ตารางเมตร

L ความหนาของสแตนเลส ประมาณ 3 มิลลิเมตร

จะได้

$$q = \frac{(17.3)(54.72)}{(3\times10^{-3})}(85-80) = 1.58\times10^{6}$$ วัตต์ หรือจูล/วินาที

เวลาในการดำเนินการ 12.3 ชั่วโมง/วัน

ดังนั้น พลังงานความร้อนที่สูญเสียที่ผนังหม้อต้มลูกชิ้นบ่อใหญ่เป็น 69,962 เมกะจูล/วัน

คิดเป็นปริมาณน้ำมันเตาสูญเสีย $\frac{\text{69,962 เมกะจูล/วัน}}{\text{39.77 เมกะจูล/ลิตร}}$ = 1,759 ลิตร/วัน

ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ สามารถคำนวณปริมาณความร้อนสูญเสียได้ผลดัง**ตาราง ค-1**

ตารางที่ ค-1 ปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากผนังหม้อต้มและน้ำมันเตาสูญเสียจากการให้ความร้อนของหม้อต้มลูกชิ้น

หน่วยการผลิต	ปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากผนังหม้อต้ม (เมกะจูล/วัน)	ปริมาณน้ำมันเตาสูญเสีย (ลิตร/วัน)	ค่าทางการเงิน (บาท/วัน)
1. หม้อต้มลูกชิ้น (บ่อใหญ่)	69,962	1,759	17,924
2. หม้อต้มลูกชิ้น (บ่อเล็ก)	5,481	137.8	1,404
3. หม้อต้มไก่ยอเส้น (3 หม้อ)	15,395	387.1	3,945
4. หม้อต้มแฮม	3,684	92.6	944
รวม	**94,522**	**2,376.5**	**24,217 หรือ 6,296,420 บาท/ปี (คิด 260 วัน/ปี)**

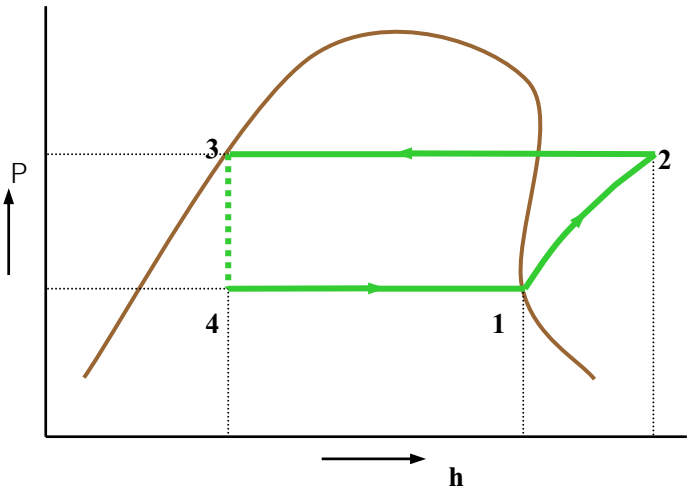
* *ค่าพลังงานความร้อนของน้ำมันเตาเกรด C เป็น 39.77 เมกะจูล/ลิตร*

** *คิดค่าน้ำมันเตาเกรด C ราคา 10.19 บาทต่อลิตร*

ค-2 การนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศมาทำน้ำร้อน

ในการประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคของการผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศจะอาศัยวิธีการคำนวณจากหนังสือเรื่อง “Principle of Refrigeration” แต่งโดย Roy J. Dossat และ “Fundamental of Heat and Mass Transfer” แต่งโดย Frank P. Incorpera และ David P. Dewitt ในการคำนวณจะพิจารณาใช้เครื่องปรับอากาศขนาดทำความเย็น 3.52 กิโลวัตต์ความเย็น (1 ตันความเย็นหรือ 12,000 บีทียู/ชม.) เป็นเครื่องมาตรฐานในการคำนวณ โดยมีค่าต่างๆ ที่กำหนดให้สำหรับประกอบการคำนวณดังนี้

สารทำความเย็น	R – 22
ความดันขณะทำงาน ด้านสูง (Hi – side)	1.729 เมกะปาสคาล
ความดันขณะทำงาน ด้านต่ำ (Low – side)	0.62256 เมกะปาสคาล
อุณหภูมิสารทำความเย็นขณะทำงาน	7 องศาเซลเซียส



รูปที่ ค-1 P – h diagram ของวัฏจักรทำความเย็น

h_1 = 252.40 กิโลจูล/กิโลกรัม h_3 = 101.00 กิโลจูล/กิโลกรัม
h_2 = 277.80 กิโลจูล/กิโลกรัม h_4 = 101.00 กิโลจูล/กิโลกรัม

ขั้นตอนการคำนวณ :

- **การคำนวณอัตราการผลิตน้ำร้อน (ลิตร/ชั่วโมง)**

ขั้นตอนที่ 1 หาอัตราการไหลเชิงมวลของสารทำความเย็น, $\dot{m}_R$

$$\dot{m}_R = \frac{3.52}{h_1 - h_4} = \frac{3.52}{252.40 - 101.00}$$

= 0.02325 กิโลกรัม/วินาที

ขั้นตอนที่ 2 หาอัตราการปล่อยความร้อนทิ้งที่คอนเดนเซอร์

$$\dot{Q} = \dot{m}_R (h_2 - h_3)$$
$$= 0.02325 (277.80-101.00)$$
$$= 4.1106 \text{ กิโลวัตต์}$$

ขั้นตอนที่ 3 หาอัตราการผลิตน้ำร้อน $(\dot{m}_w)$โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีค่า effectiveness 0.75

$$\dot{Q}' = \dot{m}_w C_p \Delta t$$
$$0.75\dot{Q} = \dot{m}_w C_p \Delta t$$
$$\dot{m}_w = \frac{0.75\dot{Q}}{C_p \Delta t}$$

กำหนดให้ Cp มีหน่วยเป็น แคลอรี / (กรัม-องศาเซลเซียส)
กำหนดให้อุณหภูมิน้ำเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 25 องศาเซลเซียส
กำหนดให้อุณหภูมิน้ำออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 60 องศาเซลเซียส

$$\dot{m}_W = \frac{0.75 \text{ x } 4.1106}{4.178 \text{ x } (60 - 25)}$$

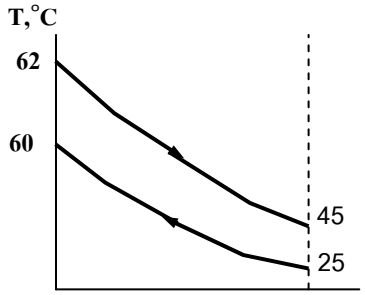
= 0.02108 กิโลกรัม/วินาที

ดังนั้นใน 1 ชั่วโมงเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะสามารถนำความร้อนทิ้งของเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน (3.52 กิโลวัตต์) มาผลิตน้ำร้อนได้ (โดยคิดให้ คอมเพรสเซอร์ ทำงาน 60 %)

$\dot{m}_W$ = 0.02108 x 3600 x 0.60 = 45.54 กิโลกรัม/ชม.
= **45.5 ลิตร/ชม.**

- **การคำนวณเพื่อเลือกขนาดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Plate heat exchanger)**

ขั้นตอนที่ 4 หาพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (A_H)



รูป ค-2 กราฟการแลกเปลี่ยนความร้อน

จากสมการ $\dot{Q} = UA_H(\Delta t_m)$

โดยที่ $\dot{Q}$ = 4.1106 กิโลวัตต์ $A_H = \frac{\dot{Q}}{U(\Delta t_m)}$

U_C = 5000 วัตต์/ตารางเมตร-องศาเซลเซียส หรือ 5 กิโลวัตต์/ตารางเมตร -องศาเซลเซียส (เป็นค่า U ที่ไม่คิดค่าความสกปรกที่ผิวการถ่ายเทความร้อนอันเนื่องจากการใช้งาน)

U_f = 0.7 U_C (เป็นค่า U ที่ไม่คิดค่าความสกปรกที่ผิวการถ่ายเทความร้อนอันเนื่องจากการใช้งาน)

Δt_m = ค่า Log Mean Temperature Different (LMTD) จากกราฟข้างบน โดยใช้ค่า Δt_S = 2 องศาเซลเซียส และ Δt_L =20 องศาเซลเซียส จะได้ค่า LMTD = (20 – 2) / ln (20/2) = 7.82 องศาเซลเซียส

กรณีใช้ค่า U_C

$$A_H = \frac{4.1106}{5x7.82}$$

= 0.1052 ตารางเมตร

กรณีใช้ค่า U_f

$$A_H = \frac{4.1106}{0.7x5x7.82}$$

= 0.1502 ตารางเมตร

หมายเหตุ : ค่า A_H ที่ได้คำนวณเทียบจากเครื่องปรับอากาศขนาดทำความเย็น 3.52 กิโลวัตต์ความเย็น (1 ตันความเย็นหรือ 12,000 บีทียู/ชม.) เมื่อได้พื้นที่ก็สามารถนำค่าไปเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศเพื่อเลือกซื้อเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนต่อไป

**** กรณีโรงงานใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 7 ตัน จะต้องใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนไม่น้อยกว่า 0.1502 x 7 = 1.05 ตารางเมตร

ค-3 การปรับปรุงประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ

การตรวจวัดประสิทธิภาพความร้อนหม้อไอน้ำของโรงงานตัวอย่าง

พลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ

ตาราง แสดงผลการตรวจวัดหม้อไอน้ำ (ใช้ตำแหน่งที่ 4) ขนาด 10 ตัน

รายละเอียดการตรวจวัด			ก่อนปรับ	หลังปรับ
ชนิดเชื้อเพลิง			น้ำมันเตาเกรด C	น้ำมันเตาเกรด C
ความหนาแน่นของเชื้อเพลิง	D	(กิโลกรัม/ลิตร)	0.9900	0.9900
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง	HHV	(กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	10,000.0	10,000.0
		(กิโลแคลอรี/ลิตร)	9,900	9,900
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	F	(ลิตร/ชม.)	328.47	319.60
ปริมาณการใช้น้ำป้อน	F_W	(ลบ.ม./ชม.)	4.95	4.95
อุณหภูมิน้ำป้อน	T_W	(องศาเซลเซียส)	70	70
ความดันไอใช้งาน	P_{st}	(บาร์)	6.5-8	6.5-8
อุณหภูมิของก๊าซไอเสีย	T_g	(องศาเซลเซียส)	240.7	229.3
ปริมาณก๊าซออกซิเจน	O_2	(%)	6.60	4.30
ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	(%)	10.8	12.6
อุณหภูมิโบลว์ดาวน์	T_B	(องศาเซลเซียส)	100	100
อุณหภูมิผิวหม้อไอน้ำ	T_s	(องศาเซลเซียส)	55	55
สภาพฉนวนกันความร้อน			ดี	ดี
อุณหภูมิสภาพแวดล้อม	T_a	(องศาเซลเซียส)	33.9	33.9

หมายเหตุ: 1. เนื่องจากหม้อไอน้ำมีการทำงาน 10 ตำแหน่ง และตำแหน่งที่ 4 เป็นช่วงที่มีการเดินของหม้อไอน้ำเป็นส่วนมาก ดังนั้นการตรวจสอบ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำเพื่อหาประสิทธภาพ จึงใช้ตำแหน่งนี้เป็นตัวแทนเพื่อเปรียบเทียบในการปรับปรุงและการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

2. ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงและค่าความร้อนของเชื้อเพลิงได้จากข้อมูลของผู้ผลิต ซึ่งการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านความร้อนได้จากการตรวจวัด

ตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำหลังดำเนินการปรับปรุง

การคำนวณสมดุลพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ

จากกราฟ Boiler Bottom Blowdown Rate ที่ Pressure 8 บาร์เกจ และขนาดท่อน้ำโบลว์ดาวน์ 50 มิลลิเมตร จะได้ปริมาณน้ำโบลว์ดาวน์ (B) = 9.6 กิโลกรัม/วินาที หม้อไอน้ำทำการโบลว์ดาวน์นาน 10 วินาที ทุก 30 นาที นั่นคือ 1 วัน โบลว์ดาวน์ 48 ครั้ง นานครั้งละ 10 วินาที และหม้อไอน้ำทำงาน 24 ชั่วโมง/วัน

B = (9.6 x 10 x 48) / 24
= 192 กิโลกรัม/ชม. (1 วัน)

ความร้อนเข้า

ความร้อนของเชื้อเพลิง (QC)

QC = F x HHV
QC = 319.60 x 9,900
QC = 3,164,008 กิโลแคลอรี/ชม.

ความร้อนออก

ปริมาณอากาศเชิงทฤษฎี (Ao)

Ao = [(0.85 x HHV) / 1,000] + 2
= [(0.85 x 10,000) / 1,000] + 2
Ao = 10.50 นิวตัน-ลบ.เมตร/กิโลกรัม

ปริมาณอากาศของก๊าซไอเสียเชิงทฤษฎี (Go)

Go = [(1.11 x HHV) / 1,000]
= [(1.11 x 10,000) / 1,000]
Go = 11.10 นิวตัน-ลบ.เมตร/กิโลกรัม

อัตราส่วนอากาศ (R)

R = 21 / (21 - O2)
= 21 / (21 - 4.30)
R = 1.257

ปริมาณอากาศจริงของก๊าซไอเสีย (G)

G = Go + Ao (R - 1)
= 11.100 + [10.500 x (1.257 - 1)]
G = 13.804 นิวตัน-ลบ.เมตร/กิโลกรัม

ความร้อนสูญเสียในก๊าซไอเสีย(QE)

QE = F x D x G x Cp x (Tg - Ta)

เมื่อ Cp คือ ค่าความร้อนจำเพาะของก๊าซไอเสีย

= 319.60 x 0.9900 x 13.804 x 0.33 x (229.3 - 33.9)
QE = 281,623 กิโลแคลอรี/ชม.

ความร้อนสูญเสียผ่านผนังหม้อไอน้ำ (QR)

ทางปฏิบัติ สำหรับหม้อไอน้ำฉนวนกันความร้อนอยู่ในสภาพดี ค่าความร้อนสูญเสียผ่านหม้อไอน้ำจะมีค่าประมาณ 2-4 % ของความร้อนเข้า จากการตรวจวัดอุณหภูมิผิวด้านข้างของหม้อไอน้ำมีความร้อนสูญเสียน้อยมาก แต่ด้านบนและด้านล่างมีการสูญเสียผ่านผนังค่อนข้างมาก (ตรวจวัดได้ค่า 45-55 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าปกติ) ดังนั้นค่าความร้อนสูญเสียผ่านผนังหม้อไอน้ำจะมีค่าประมาณ 4 % ของค่าความร้อนเข้า

QR = 0.04 x 3,164,008

= 126,560 กิโลแคลอรี/ชม.

ความร้อนสูญเสียในโบลว์ดาวน์ (QB)

QB = B x (hfB - hfw)

เมื่อ hfB คือ Enthalpy ของน้ำโบลว์ดาวน์ = hf (@ 100 ^{O}C) = 100.08 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

hfw คือ Enthalpy ของน้ำป้อนหม้อไอน้ำ = hf (@ 70 ^{O}C) = 69.97 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

QB = 192.00 x (100.08 - 69.97)

= 5,781 กิโลแคลอรี/ชม.

สมดุลพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ

ความร้อนเข้า = ความร้อนในไอน้ำที่ผลิตได้ + ความร้อนสูญเสียในก๊าซไอเสีย
+ ความร้อนสูญเสียในโบลว์ดาวน์ + ความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสีและอื่นๆ

QC = Qst + QE + QB + QR

เมื่อ Qst คือ ความร้อนในไอน้ำที่ผลิตได้

3,164,008 = Qst + 281,623 + 5,781 + 126,560

Qst = 2,750,044 กิโลแคลอรี/ชม.

สรุปความร้อนเข้า

ความร้อนของเชื้อเพลิง	3,164,008 กิโลแคลอรี/ชม.	100 %

สรุปความร้อนออก

ความร้อนสูญเสียในก๊าซไอเสีย	281,623	8.9 %
ความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสีและอื่นๆ	126,560	4.0 %
ความร้อนสูญเสียในน้ำโบลว์ดาวน์	5,781	0.2 %
ความร้อนที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ	2,750,044	86.92 %
รวม	3,164,008	100.0 %

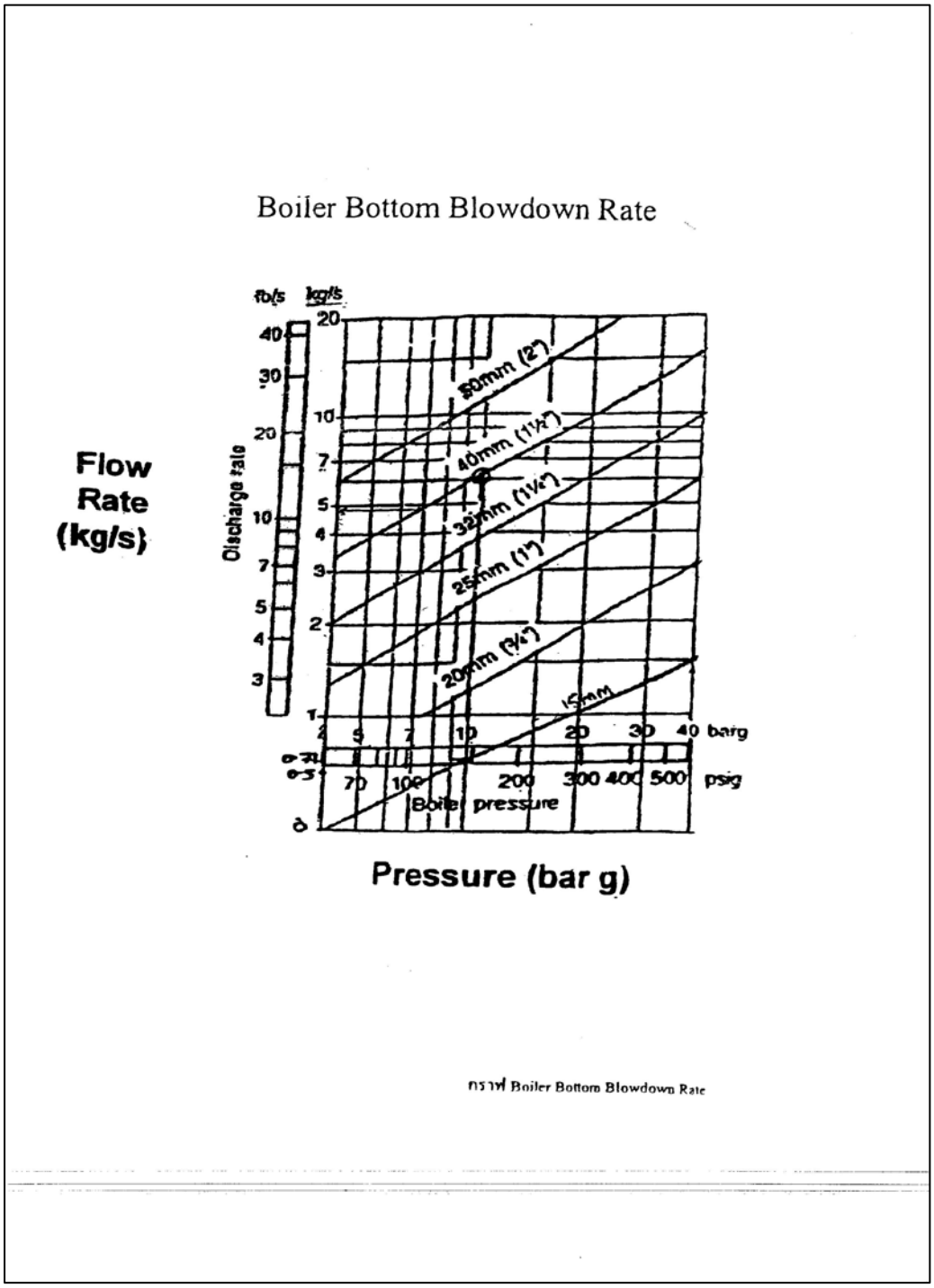
ประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ = ความร้อนที่ในการผลิตไอน้ำ/ความร้อนของเชื้อเพลิง

= 2,750,044 / 3,164,008

= 86.92 %

สำหรับการคำนวณประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำก่อนดำเนินการปรับปรุง ก็ทำได้เช่นเดียวกัน

ความร้อนสูญเสียในก๊าซไอเสีย	353,132	10.9 %
ความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสีและอื่นๆ	130,075	4.0 %
ความร้อนสูญเสียในน้ำโบลว์ดาวน์	5,781	0.2 %
ความร้อนที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ	2,762,888	84.96 %
รวม	3,164,008	100.0 %



รูปที่ ค- 3 กราฟ Boiler Bottom Blowdown Rate

ค-4 ตารางแสดงค่าการปล่อยก๊าซพิษจากโรงไฟฟ้า (กิโลกรัม / เมกะวัตต์-ชม.)

มลพิษ / เชื้อเพลิง	NO_x	SO_x	CO_2	TSP
Natural Gas	0.583	0.002	378.961	0.003
Heavy Oil	2.234	1.408	728.973	0.005

ที่มา : กฝพ. และ TEI (2001)

หมายเหตุ : TSP = Total Suspended Particulates

สมมติฐาน โรงไฟฟ้าขนาด 300 MW, Plant Factor 75%

ภาคผนวก ง.
แหล่งข้อมูล
สำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

รายชื่อหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

หน่วยงาน	การบริการ	ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์
1. กลุ่มเทคโนโลยีการป้องกันมลพิษ สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม http://www2.diw.go.th/ctu E-mail: ctu@diw.go.th	- ข้อมูลทั่วไปด้าน CT - นโยบายและแผน CT - จัดทำหลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขา	75/6 ถ.พระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400	โทรศัพท์: 0-2202-4154, แฟกซ์: 0 2202 4170
2. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (สสท.) http://www.tei.or.th E-mail: info@tei.or.th	- ข้อมูลทั่วไปด้าน CT - การฝึกอบรมหลักสูตรผู้จัดการสิ่งแวดล้อม - โครงการสาธิต - การตรวจประเมิน CT - รายงานการจัดการสิ่งแวดล้อม	16/151 เมืองทองธานี ถนนบอนด์สตรีท ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120	โทรศัพท์: 0 2503 3333 แฟกซ์: 0 2504 4826-8
3. สถาบันสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย http://internet1.off.fti.or.th/iei/ E-mail : information@off.fti.or.th	- ข้อมูลทั่วไปด้าน CT - ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกฎหมายสิ่งแวดล้อม - การฝึกอบรม สัมมนา จัดหาทุน - ตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม - การจัดระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม - การจัดทำคู่มือเทคโนโลยีสะอาดฉบับประชาชน	ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ โซน C ชั้น 4 60 ถ.รัชดาภิเษกตัดใหม่ เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110	โทรศัพท์: 0 2345 1000 แฟกซ์: 0-2345-1258-9, 0-2229-4283
4. กรมควบคุมมลพิษ http://www.pcd.go.th	- ข้อมูลทั่วไปด้าน CT - ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกฎหมายสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานต่างๆ - ตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม - รายงานการจัดการสิ่งแวดล้อม - จัดทำคู่มือแนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษ	92 ซอยพหลโยธิน 7 ถนนพหลโยธิน สามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400	โทรศัพท์: 0 2298 2000, 2298 2271 แฟกซ์: 0 2298 2002

(ต่อ) รายชื่อหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

หน่วยงาน	การบริการ	ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์
5. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสะอาด (CTAP) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) http://www.nstda.or.th http://www.mtec.or.th http://www.mtec.or.th/th/research/ctap/	- กิจกรรมฝึกงานเทคโนโลยีสะอาด - เครือข่ายกลุ่มการวิจัยและการศึกษาด้านเทคโนโลยีสะอาด - ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสะอาด - การสนับสนุนทุนการวิจัยด้านเทคโนโลยีสะอาด - งานด้านเทคโนโลยีสะอาด การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ และการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ(EcoDesign หรือ Green Design)	73/1 อาคาร สวทช. ถนนพระรามที่ 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400	โทรศัพท์: 0 2644 8150-97 แฟกซ์: 0 2644 8077
6. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน http://www.dede.go.th/dede	- ข้อมูลด้านการอนุรักษ์พลังงาน พลังงานทดแทนและข้อมูลทั่วไป - สนับสนุนเงินกู้ในการอนุรักษ์พลังงาน - การฝึกอบรม ถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยีด้านพลังงานและพลังงานทดแทน	17 ถ.พระราม1 แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330	โทรศัพท์: 0 2223 0021-9 แฟกซ์: 0 2226 1416
7. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน http://www.eppo.go.th	- ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน - มาตรการประหยัดพลังงานสำหรับประชาชน - กรณีศึกษา ให้ทุน และส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน - ดำเนินโครงการรวมพลังหาร 2 และส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน	121/1-2 ถ.เพชรบุรี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400	โทรศัพท์: 0 2612 1555 แฟกซ์: 0 2612 1358

ภาคผนวก จ.
แหล่งสนับสนุนทางการเงิน
สำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

รายชื่อกองทุน/โครงการที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุน
แหล่งสนับสนุนทางการเงิน

หน่วยงาน	กองทุน/โครงการ	รายละเอียดกองทุน/โครงการ	ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์
สำนักงานกองทุนสิ่งแวดล้อม สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	กองทุนสิ่งแวดล้อม http://www.onep.go.th/oefweb/fund/fund.html	-กองทุนสิ่งแวดล้อมจัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นมาตรการทางการเงินส่งเสริมสำหรับการสนับสนุนภาครัฐ ทั้งส่วนราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และรัฐวิสาหกิจ รวมทั้งเอกชน ในการจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย อากาศเสีย ระบบกำจัดของเสียหรืออุปกรณ์อื่นใดเพื่อควบคุมหรือขจัดมลพิษ โดยจะให้การสนับสนุนในรูปเงินอุดหนุนและเงินกู้	60/1 ซ.พิบูลวัฒนา 7 ถ.พระรามที่ 6 เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400 โทร 0 2279 8087, 0 2298 6048-9 โทรสาร 0 2271 4239
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	สินเชื่อดอกเบี้ยต่ำเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีภาคอุตสาหกรรม http://www.nstda.or.th/cd/	-โครงการนี้ให้การสนับสนุนทั้งในรูปแบบของเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ ซึ่งให้การสนับสนุนได้ในวงเงินไม่เกิน 30 ล้านบาท และไม่เกินร้อยละ 75 ของงบประมาณโครงการ รูปแบบที่สองเป็นเงินทุนให้เปล่า ซึ่งให้การสนับสนุนได้ในวงเงินไม่เกิน 3 ล้านบาท และไม่เกินร้อยละ 50 ของงบประมาณโครงการทั้งหมด สาเหตุที่ให้ไม่เกินร้อยละ 50 ของโครงการก็เพื่อให้ฝ่ายเอกชนได้ลงทุนในส่วนที่เหลือเพื่อแสดงความจริงจัง ในการดำเนินโครงการให้บรรลุวัตถุประสงค์ เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำมักจะเป็นลักษณะพัฒนาและวิศวกรรม ขณะที่เงินให้เปล่ามักจะเป็นการวิจัย เพื่อใช้เทคโนโลยีในการนำไปปรับปรุงผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตตามความต้องการของบริษัท	ฝ่ายพัฒนาอุตสาหกรรมและธุรกิจเทคโนโลยี สวทช. 111 ถ.พหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 0 2564 7000 ต่อ 1334-1336

(ต่อ) รายชื่อกองทุน/โครงการที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุน

หน่วยงาน	กองทุน/โครงการ	รายละเอียดกองทุน/โครงการ	ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์
กองทุนพัฒนานวัตกรรม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	1. โครงการ “นวัตกรรมดีไม่มีดอกเบี้ย” http://www.nia.or.th/html/ProjectSupport/ProjectSupport.htm	-เป็นการสนับสนุนเงินอุดหนุนในรูปแบบของการสนับสนุนดอกเบี้ยเงินกู้ในระยะเวลาหนึ่งให้แก่โครงการนวัตกรรมที่อยู่ในระยะเริ่มต้นสู่กระบวนการผลิตจริง โดยอาจเป็นโครงการที่เกิดจากการขยายผลของการสร้างต้นแบบ หรือการทดสอบนำร่องและพัฒนาออกสู่ตลาดในระยะแรก โดยสถาบันการเงินที่ได้รับความเห็นชอบจาก สนช. ทั้งนี้การสนับสนุนดังกล่าวจะเป็นการเข้าร่วมรับความเสี่ยงและผลักดันให้ภาคเอกชนเกิดโอกาสในการลงทุนในธุรกิจนวัตกรรม	กองทุนพัฒนานวัตกรรม สวทช. 111 ถ.พหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทร 0 2564 7000 โทรสาร 0 2644 8444
	2. โครงการ “แปลงเทคโนโลยีเป็นทุน” http://www.nia.or.th/html/ProjectSupport/ProjectSupport.htm	-เป็นการสนับสนุนเงินอุดหนุนในรูปแบบของเงินให้เปล่าสำหรับโครงการนวัตกรรมที่อยู่ในระยะของการทดสอบยืนยันความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีในขั้นตอนของการทำต้นแบบหรือการนำร่อง ซึ่งอาจต่อยอดจากงานวิจัยและพัฒนา สิ่งประดิษฐ์ หรือสิทธิบัตรที่มีการรับรองและผ่านการประเมินทางเทคโนโลยี	
	3. โครงการ “ทุนเครือข่ายวิสาหกิจนวัตกรรม” http://www.nia.or.th/html/ProjectSupport/ProjectSupport.htm	-เป็นการสนับสนุนเงินอุดหนุนในรูปแบบของเงินให้เปล่าในการสนับสนุน โครงการนวัตกรรมที่มีลักษณะการพัฒนาโครงการในรูปแบบเครือข่ายวิสาหกิจ เช่น กลุ่มอุตสาหกรรม สมาคม จังหวัดหรือกลุ่มจังหวัด ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ระดับการทำต้นแบบ การทดสอบระดับนำร่อง จนถึงการผลิตในเชิงพาณิชย์	
	4. โครงการ “ร่วมลงทุนธุรกิจนวัตกรรม” http://www.nia.or.th/html/ProjectSupport/ProjectSupport.htm	-เป็นการลงทุนร่วมกับสถาบันร่วมลงทุนเพื่อสนับสนุนให้เกิดการลงทุนในธุรกิจนวัตกรรมที่มีศักยภาพสูง และสามารถยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศ	

(ต่อ) รายชื่อกองทุน/โครงการที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุน

หน่วยงาน	กองทุน/โครงการ	รายละเอียดกองทุน/โครงการ	ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์
บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม (บอย.)	บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมขนาดย่อม http://intranet.dip.go.th/boc/Data-Support/013.htm	-ทำหน้าที่บริการค้ำประกันสินเชื่อแก่อุตสาหกรรมขนาดย่อม ที่มีหลักทรัพย์ไม่เพียงพอในการกู้ยืมจากสถาบันการเงิน ทำให้รับสินเชื่อจากสถาบันการเงินจำนวนมากขึ้น วงเงินค้ำประกันจะค้ำประกันเต็มจำนวนของสินเชื่อส่วนที่ขาดประกัน แต่ไม่เกินครึ่งหนึ่งของสินเชื่อรวม ทั้งนี้ วงเงินค้ำประกันสูงสุดรวมไม่เกิน 20 ล้านบาท	IFCT Tower 1770 ถ. เพชรบุรีตัดใหม่ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320 โทร 0 2308 2741-8 โทรสาร 0 2308 2749
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	1. โครงการเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน http://www.dede.go.th/RFProgram/detail/index.php	-สถาบันการเงินจะเป็นอนุมัติเงินกู้เพื่อโครงการอนุรักษ์พลังงานตามแนวหลักเกณฑ์ของสถาบันการเงินนั้นๆ และต้องเป็นโครงการอนุรักษ์พลังงานหรือการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรา 7 และมาตรา 17 วงเงินไม่เกิน 50 ล้านบาทต่อโครงการ มีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 7 ปี	ศูนย์อำนวยการโครงการเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน อาคาร 8 ชั้น 2 เลขที่ 17 ถนนพระราม 1 แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน 0 2226 3850-1 0 2225 3106 โทรสาร 0 2226 3851
	2. โครงการนำร่องสิทธิประโยชน์ทางภาษีเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=66	-การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีเพื่อการอนุรักษ์พลังงานทำได้โดยนำผลประหยัดที่ตรวจวัดได้อย่างชัดเจนจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานมาคิดเพิ่มเป็นค่าใช้จ่ายก่อนการคำนวณภาษี โดยสนับสนุนเป็นจำนวนเงินสูงสุดไม่เกิน 2 ล้านบาท ต่อสถานประกอบการ ระยะเวลาดำเนินโครงการ 15 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 15 สิงหาคม 2548 เป็นต้นไป	ศูนย์อำนวยการโครงการนำร่องสิทธิประโยชน์ทางภาษีเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน อาคาร 8 ชั้น 2 เลขที่ 17 ถนนพระราม 1 แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน 0 2222 4485-7 0 2612 9511-4 โทรสาร 0 2222 4487

(ต่อ) รายชื่อกองทุน/โครงการที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุน

หน่วยงาน	กองทุน/โครงการ	รายละเอียดกองทุน/โครงการ	ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	3. โครงการมาตรการภาษีเพื่อสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=66	-เพื่อเป็นการสนับสนุนให้ผู้ประกอบการธุรกิจเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานและประหยัดพลังงานในระยะยาว จึงเห็นควรให้ผู้ประกอบการที่เป็นบุคคลธรรมดาและนิติบุคคลซึ่งทำการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เดิมเป็นอุปกรณ์ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน สามารถหักรายจ่ายเพื่อการลงทุนได้ในอัตรา 1.25 เท่าของมูลค่าทรัพย์สินสำหรับมูลค่าการลงทุน 50 ล้านบาทแรก โดยให้ทยอยหักรายจ่ายดังกล่าวภายใน 5 รอบระยะเวลาบัญชี โดยที่อุปกรณ์ประหยัดพลังงานดังกล่าวจะต้องพร้อมใช้งานภายในวันที่ 31 ธันวาคม 2549 และจะต้องไม่ได้รับหรืออยู่ระหว่างการพิจารณาขอรับการสนับสนุนจากโครงการอื่นใดเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน	ศูนย์อำนวยการโครงการนำร่องสิทธิประโยชน์ทางภาษีเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน อาคาร 8 ชั้น 2 เลขที่ 17 ถนนพระราม 1 แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน 0 2222 4485-7 0 2612 9511-4 โทรสาร 0 2222 4487
ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย (ธพว.)	1. สินเชื่อเพื่อสนับสนุนโครงการครัวไทยสู่โลก http:/www.smebank.co.th/chfood.htm	-การสนับสนุนการเงินแก่ธุรกิจ SMEs โดยมีเป้าหมายธุรกิจที่เกี่ยวข้อง ทั้งธุรกิจที่ตั้งกิจการในประเทศไทย อันได้แก่ ผู้ผลิต/ผู้แปรรูปอาหาร สินค้า OTOP ตลอดจนผู้รวบรวมสินค้า/ผู้ค้าส่ง-ค้าปลีก และผู้ส่งออกสินค้าประเภทอาหาร/สินค้า OTOP ไปยังร้านค้าและร้านอาหารไทยในต่างประเทศ และให้การสนับสนุนธุรกิจนำเข้าสินค้า ธุรกิจค้าส่ง-ค้าปลีก ตลอดจนร้านอาหารไทยที่ตั้งกิจการในต่างประเทศ ซึ่งเป็นการสนับสนุนทางการเงินอย่างครบวงจร	475 อาคารสิริภิญโญ ชั้น 9 ถนนศรีอยุธยาฯ ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 0 2201 3700 โทรสาร 0 2207 3723-4

(ต่อ) รายชื่อกองทุน/โครงการที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุน

หน่วยงาน	กองทุน/โครงการ	รายละเอียดกองทุน/โครงการ	ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์
ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย (ธพว.)	2. การกู้สินเชื่อเร่งด่วน (Fast track) http:/www.smebank.co.th/l-fasttrack.html	-เพื่อใช้สำหรับดำเนินกิจการทุกรูปแบบหรือเพิ่มสภาพคล่องให้กับธุรกิจหรือสำหรับบุคคลที่ได้รับการบริการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และเสริมสร้างผู้ประกอบการใหม่ของหน่วยงานรัฐบาล วงเงินกู้กรณีใช้บุคคลค้ำประกัน กู้ได้ไม่เกิน 300,000 บาท กรณีใช้นิติบุคคลค้ำประกัน กู้ได้ไม่เกิน 500,000 บาท เงินกู้มีระยะเวลาไม่เกิน 3 ปี ระยะเวลาของโครงการตั้งแต่วันที่ 9 พ.ค. 46 หรือจนหมดวงเงินสนับสนุน	475 อาคารสิริภิญโญ ชั้น 9 ถนนศรีอยุธยาฯ ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 0 2201 3700 โทรสาร 0 2207 3723-4
	3. โครงการแปลงสินทรัพย์ประเภทเครื่องจักรเป็นทุน http:/www.smebank.co.th/eiectic.html	-เพื่อสนับสนุนผู้ประกอบการรายย่อยหรือธุรกิจขนาดเล็กที่ไม่สามารถเข้าถึงแหล่งเงินทุนตามหลักเกณฑ์ทั่วไปของสถาบันการเงิน โดยการใช้ประโยชน์จากสินทรัพย์ประเภทเครื่องจักรที่มีอยู่นำมาเป็นหลักประกันในการเข้าสู่แหล่งเงินทุนในการปรับปรุงกิจการ หรือขยายธุรกิจต่อไป รวมถึงผู้ประกอบการขนาดเล็กรายใหม่ที่ต้องการซื้อเครื่องจักรใหม่ในการทำธุรกิจวงเงินกู้ตั้งแต่ 50,000 – 2,000,000 บาท ต่อราย ระยะเวลาสูงสุดไม่เกิน 5 ปี ทั้งนี้ระยะเวลากู้ต้องน้อยกว่าอายุการใช้งานคงเหลือของเครื่องจักรไม่ต่ำกว่า 2 ปี	
ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน)	1. สินเชื่อกรุงศรี SMEs http:/www.krungsri.com/40/42241.htm	-สินเชื่อของธนาคารที่ให้บริการแก่ธุรกิจ SMEs ให้บริการด้านสินเชื่อธุรกิจที่ต้องการเงินทุนหมุนเวียนเพิ่มเติม ต้องการปรับปรุงเครื่องจักร หรือขยายกิจการ คิดอัตราดอกเบี้ยพิเศษ โดยมีอัตราต่ำสุดถึง MLR – 2.75% ขึ้นกับประเภทของวงเงินสินเชื่อและคุณสมบัติของผู้กู้	1222 ถนนพระราม 3 บางโพงพาง ยานนาวา กรุงเทพฯ 10120 0 2683 1275 ศูนย์บริการ 1572

(ต่อ) รายชื่อกองทุน/โครงการที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุน

หน่วยงาน	กองทุน/โครงการ	รายละเอียดกองทุน/โครงการ	ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์
ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน)	2. เงินกู้กรุงศรีอนุรักษ์พลังงาน http:/www.krungsri.com/40/energy.htm	-โครงการนี้เกิดขึ้นจากความร่วมมือระหว่าง กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน และสถาบันการเงิน 6 แห่ง โดยมีเป้าหมายเพื่อการกระจายเงินกองทุนหมุนเวียน และเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีอาคารและโรงงานควบคุมภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมพลังงาน พ.ศ. 2535 เป็นลูกค้าเป้าหมาย	1222 ถนนพระราม 3 บางโพงพาง ยานนาวา กรุงเทพฯ 10120 0 2683 1275 ศูนย์บริการ 1572
ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) http://www.ktb.co.th/thai/pro_loan_sme.html	1. โครงการสินเชื่อ SME-KTB	-เพื่อสนับสนุนสินเชื่อสำหรับการลงทุนใหม่ ขยายกิจการ และส่งเสริมสภาพคล่องแก่ผู้ประกอบการ SMEs	2 ถนนสุขุมวิท ชั้น 5 อาคารเพลินจิตเซ็นเตอร์ กรุงเทพฯ 0 2208 8364-8 โทรสาร 0 2256 8188
	2. โครงการรับซื้อตั๋วสัญญาใช้เงินของ ธปท.	-เพื่อสนับสนุนทางการเงินแก่ผู้ประกอบการ SMEs โดยการให้สินเชื่อเพื่อหมุนเวียนในกิจการในรูปของการรับซื้อตั๋วสัญญาใช้เงิน	
	3. โครงการให้กู้โดยตั๋วสัญญาใช้เงินอัตราดอกเบี้ยพิเศษ	-เพื่อสนับสนุนทางการเงินแก่ผู้ประกอบการ SMEs ให้มีสภาพคล่องทางธุรกิจโดยการให้สินเชื่อเพิ่มหมุนเวียนในกิจการ	
	4. โครงการชุบชีวิตธุรกิจไทย	-เพื่อสนับสนุนสินเชื่อทุกประเภทในเงื่อนไขผ่อนปรน แก่ผู้ประกอบการ SMEs ให้สามารถดำเนินการต่อไป รวมทั้งคงสภาพการจ้างงานไว้ได้	
โครงการสินเชื่อเพื่อธุรกิจแก่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) http://www.gsb.or.th/services/ser_credit_sme.htm	ธนาคารออมสิน	-บริการสินเชื่อและให้คำปรึกษาด้านการเงินแก่ธุรกิจ SMEs ทั้งประเภทอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม เพื่อใช้เป็นเงินทุนหมุนเวียนในการดำเนินธุรกิจ อุตสาหกรรมการบริการ อุตสาหกรรมการเกษตร ธุรกิจค้าปลีก-ค้าส่ง ธุรกิจบริการบริการ ธุรกิจนำเข้า ธุรกิจส่งออก วงเงินกู้ตั้งแต่ 100,000 ถึงไม่เกิน 50 ล้านบาท	สำนักสินเชื่อธุรกิจ กระทรวงการคลัง ถนนพระราม 6 สามเสนใน พญาไท กรุงเทพฯ 10400 โทร 0 2299 8000 ต่อ 2110-2113

(ต่อ) รายชื่อกองทุน/โครงการที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุน

หน่วยงาน	กองทุน/โครงการ	รายละเอียดกองทุน/โครงการ	ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์
ธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน)	สินเชื่อโครงการแปลงสินทรัพย์เป็นทุน http://www.tmb.co.th/TMBbusiness/default_th.html	-เพื่อพัฒนาผู้ประกอบการที่มีศักยภาพในการดำเนินธุรกิจโดยใช้สินทรัพย์ทางปัญญา เครื่องจักร หรือสิทธิการเช่าพื้นที่เป็นหลักประกันเสริมในการพิจารณาให้การสนับสนุนทางการเงินโดยใช้สินทรัพย์ต่อไปนี้เป็นหลักประกันสินเชื่อได้ *ทรัพย์สินทางปัญญา* ซึ่งได้แก่ เครื่องหมายการค้า สิทธิบัตร โดยผู้กู้ต้องมีหนังสือรับรองจากกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ *สิทธิการเช่าที่ราชพัสดุ* โดยผู้กู้ต้องยื่นความประสงค์ขอกู้กับกรมธนารักษ์ *เครื่องจักร* ผู้กู้ต้องขอจดทะเบียนเครื่องจักรต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมและนำทะเบียนเครื่องจักรมาเป็นหลักประกันเงินกู้	3000 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 0 2299 1111 คุณปิโยรส จิตต์โอภาส E-mail: piyoros.jit@tmbbank.com โทร 0 2230 6154
ธนาคารนครหลวงไทย	สินเชื่อเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน http://www.scib.co.th/th/customer/	-ธนาคารให้การสนับสนุนสินเชื่อสำหรับโรงงานหรืออาคารควบคุมในการลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอัตราดอกเบี้ยต่ำ วงเงินกู้สูงสุดไม่เกิน 50 ล้านบาท ระยะเวลากู้สูงสุดไม่เกิน 7 ปี อัตราดอกเบี้ยไม่เกินร้อยละ 4 ต่อปี	1101 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงมักกะสัน เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทร 0 2208 5380

ภาคผนวก ฉ.
กฎ ระเบียบ สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขา ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก)

ทั้งนี้ได้รวบรวมกฎหมายและระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบกิจการโรงงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) โดยกฎหมายและระเบียบต่างๆ ที่รวบรวมไว้ สามารถจัดหมวดหมู่ตามพระราชบัญญัติ ดังต่อไปนี้

ฉ-1 พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

ฉ-2 พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541

ฉ-3 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

ฉ-4 พระราชบัญญัติการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พ.ศ. 2535

ฉ-5 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

ฉ-6 พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

ฉ-7พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

ฉ-8 พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522

ฉ-9 อื่นๆ

ฉ-1 พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

(ทั้งนี้ พระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 มาตรา 114 โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบเปลี่ยนจากกระทรวงอุตสาหกรรมเป็นกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ประกอบด้วย

หมวด 1 คณะกรรมการน้ำบาดาล

หมวด 2 การขอใบอนุญาตและการออกใบอนุญาตเกี่ยวกับการประกอบกิจการน้ำบาดาล

หมวด 3 หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตเกี่ยวกับการประกอบกิจการน้ำบาดาล

หมวด 4 พนักงานเจ้าหน้าที่

หมวด 5 การแก้ไขใบอนุญาตและการเพิกถอนใบอนุญาต

หมวด 6 บทกำหนดโทษ

โดยมีประกาศของหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ ฉ-1

ตารางที่ ฉ-1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

ศักดิ์ของกฎหมายและหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
กฎกระทรวงอุตสาหกรรม	2547	กำหนดอัตราค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล และหลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขการเรียกเก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2542	ฉบับที่ 11เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะน้ำบาดาลและการเลิกเจาะน้ำบาดาล
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2542	ฉบับที่ 12เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2537	ฉบับที่ 8 เรื่อง กำหนดเขตน้ำบาดาลและความลึกของน้ำบาดาล
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2528	ฉบับที่ 7 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับใช้น้ำบาดาลแบบอนุรักษ์
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2521	ฉบับที่ 5 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล

ฉ-2 พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541

(ทั้งนี้ พระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 มาตรา 114 โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบเปลี่ยนจากกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม เป็น กระทรวงแรงงาน)

พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 ประกอบด้วย

หมวด 1 บททั่วไป
หมวด 2 การใช้แรงงานทั่วไป
หมวด 3 การใช้แรงงานหญิง
หมวด 4 การใช้แรงงานเด็ก
หมวด 5 ค่าจ้าง ค่าล่วงเวลา ค่าทำงานในวันหยุด และค่าล่วงเวลาในวันหยุด
หมวด 6 คณะกรรมการค่าจ้าง
หมวด 7 สวัสดิการ
หมวด 8 ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน
หมวด 9 การควบคุม
หมวด 10 การพักงาน
หมวด 11 ค่าชดเชย
หมวด 12 การยื่นคำร้องและการพิจารณาคำร้อง
หมวด 13 กองทุนสงเคราะห์ลูกจ้าง
หมวด 14 พนักงานตรวจแรงงาน
หมวด 15 การส่งหนังสือ
หมวด 16 บทกำหนดโทษ

โดยมีประกาศของหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ ฉ-2

ตารางที่ ฉ-2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541

ศักดิ์ของกฎหมาย และหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
ประกาศกระทรวงแรงงาน	2546	ฉบับที่ 3 เรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ
ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน	2540	เรื่อง หลักเกณฑ์การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน
ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน	2540	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานของลูกจ้าง

ฉ-3 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

(ทั้งนี้ พระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 มาตรา 114 โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบเปลี่ยนจากกระทรวงอุตสาหกรรมเป็นกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกอบด้วย

หมวด 1 คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

หมวด 2 กองทุนสิ่งแวดล้อม

หมวด 3 การคุ้มครองสิ่งแวดล้อม

- ส่วนที่ 1 มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม
- ส่วนที่ 2 การวางแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม
- ส่วนที่ 3 เขตอนุรักษ์และพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม
- ส่วนที่ 4 การทำรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

หมวด 4 การควบคุมมลพิษ

- ส่วนที่ 1 คณะกรรมการควบคุมมลพิษ
- ส่วนที่ 2 มาตรฐานควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิด
- ส่วนที่ 3 เขตควบคุมมลพิษ
- ส่วนที่ 4 มลพิษทางอากาศและเสียง
- ส่วนที่ 5 มลพิษทางน้ำ
- ส่วนที่ 6 มลพิษอื่นและของเสียอันตราย
- ส่วนที่ 7 การตรวจสอบและควบคุม
- ส่วนที่ 8 ค่าบริการและค่าปรับ

หมวด 5 มาตรการส่งเสริม

โดยมีประกาศของหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ ฉ-3

ตารางที่ ฉ-3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

ศักดิ์ของกฎหมาย และหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	2543	ฉบับที่ 20 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน
ประกาศกรมควบคุมมลพิษ	2539	เรื่อง วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ความถี่ และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม
ประกาศกรมควบคุมมลพิษ	2539	เรื่อง กำหนดประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่อนุญาตให้ระบายน้ำทิ้ง ให้มีค่ามาตรฐานแตกต่างจากค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม(ฉบับที่3) พ.ศ. 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุม
ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2539	ฉบับที่ 4 เรื่อง กำหนดประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม
ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2539	ฉบับที่ 3 เรื่อง กำหนดประเภทและขนาดของโครงการหรือกิจการของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือเอกชนที่ต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม
ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2539	ฉบับที่ 3 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ ระเบียบปฏิบัติและแนวทางในการจัดทำรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม
ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2539	ฉบับที่ 6 เรื่อง กำหนดให้ที่ดินจัดสรรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม
ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2539	ฉบับที่ 6 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร
ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2539	ฉบับที่ 3 เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภท โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม
ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	2538	ฉบับที่ 12 เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยทั่วไป

ตารางที่ ฉ-3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

ศักดิ์ของกฎหมายและหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	2538	ฉบับที่ 10 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป
ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	2537	ฉบับที่ 8 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน
ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2538	ฉบับที่ 2 เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

ฉ-4 พระราชบัญญัติการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พ.ศ. 2535

(ทั้งนี้ พระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 มาตรา 114 โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบเปลี่ยนจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เป็น กระทรวงพลังงาน)

โดยมีประกาศของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ ฉ-4

ตารางที่ ฉ-4 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พ.ศ. 2535

ศักดิ์ของกฎหมายและหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
กฎกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2539	เรื่อง การขอใบอนุญาตและการออกใบอนุญาตและการออกใบอนุญาตผลิตหรือขยายการผลิตพลังงานควบคุม
พระราชกฤษฎีกา	2536	เรื่องการกำหนดพลังงานไฟฟ้าซึ่งขนาดการผลิตรวมแต่ละแหล่งผลิตตั้งแต่ 200 กิโลโวลต์แอมแปร์ขึ้นไปเป็นพลังงานควบคุม

ฉ-5 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

(ทั้งนี้ พระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 มาตรา 114 โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบเปลี่ยนจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เป็น กระทรวงพลังงาน)

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ประกอบด้วย
หมวด 1 การอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน
หมวด 2 การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
หมวด 3 การอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักร อุปกรณ์ และส่งเสริมการใช้วัสดุเพื่ออนุรักษ์พลังงาน
หมวด 4 กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

หมวด 5 มาตรการส่งเสริมและช่วยเหลือ
หมวด 6 ค่าธรรมเนียมพิเศษ
หมวด 7 พนักงานเจ้าหน้าที่
หมวด 8 การอุทธรณ์
หมวด 9 บทกำหนดโทษ
โดยมีประกาศของหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ ฉ-5

ตารางที่ ฉ-5 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

ศักดิ์ของกฎหมายและหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2543	ฉบับที่ 2 เรื่อง หลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานควบคุม
ประกาศกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน	2543	เรื่องกำหนดแนวทางการปฏิบัติและแบบคำขอผ่อนผันการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	2540	เรื่อง วิธีการจัดทำรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานของโรงงานควบคุม
ประกาศคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ	2540	ฉบับที่ 1 เรื่อง การกำหนดอัตราเงินส่งเข้ากองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ทำในราชอาณาจักรและนำเข้ามาเพื่อใช้ในราชอาณาจักร
พระราชกฤษฎีกา	2540	กำหนดโรงงานควบคุม

ฉ-6 พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

(ทั้งนี้ พระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 มาตรา 114 โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ คือ กระทรวงกลาโหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงมหาดไทย กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กระทรวงอุตสาหกรรม และกระทรวงพลังงาน เฉพาะที่เกี่ยวกับวัตถุที่อยู่ในขอบอำนาจหน้าที่ของกระทรวง)
พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ประกอบด้วย
หมวด 1 คณะกรรมการวัตถุอันตราย
หมวด 2 การควบคุมวัตถุอันตราย
หมวด 3 หน้าที่และความรับผิดทางแพ่ง
หมวด 4 บทกำหนดโทษ
โดยมีประกาศของหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ ฉ-6

ตารางที่ ฉ-6 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

ศักดิ์ของกฎหมายและหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2547	เรื่องระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2547	เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 2)
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2546	เรื่อง ขนส่งวัตถุอันตรายทางบก
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2543	เรื่อง การขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางอุตสาหกรรม
ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กระทรวงสาธารณสุขและกระทรวงอุตสาหกรรม	2525	เรื่อง กำหนดวิธีการขนส่ง การเก็บรักษา การทำลายวัตถุมีพิษหรือการปฏิบัติกับภาชนะบรรจุซึ่งวัตถุมีพิษ (ฉบับที่ 1)

ฉ-7 พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ประกอบด้วย

หมวด 1 การประกอบกิจการโรงงาน

หมวด 2 การกำกับและดูแลโรงงาน

หมวด 3 บทกำหนดโทษ

โดยมีประกาศของหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ ฉ-7

ตารางที่ ฉ-7 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

ศักดิ์ของกฎหมายและหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
กฎกระทรวงอุตสาหกรรม	2548	ว่าด้วยกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบกลิ่นในอากาศจากโรงงาน
กฎกระทรวงอุตสาหกรรม	2548	ว่าด้วยการยกเว้นค่าธรรมเนียม แก่โรงงานที่ตั้งอยู่ในท้องที่จังหวัดนราธิวาส จังหวัดปัตตานี และจังหวัดยะลา
กฎกระทรวงอุตสาหกรรม	2547	ว่าด้วยการยกเว้นค่าธรรมเนียมรายปีให้แก่ผู้ประกอบกิจการโรงงาน
กฎกระทรวงอุตสาหกรรม	2547	ว่าด้วยการยกเว้นค่าธรรมเนียมรายปีและค่าธรรมเนียมการต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ให้แก่ผู้ประกอบกิจการโรงงานซึ่งได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติ
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2548	เรื่องกำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2548	เรื่อง การยกเว้นค่าธรรมเนียมรายปีและค่าธรรมเนียมการต่ออายุใบอนุญาต

ตารางที่ ฉ-7 (ต่อ)

ศักดิ์ของกฎหมายและหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2548	เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพิ่มเติม (ฉบับที่ 2)
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2547	เรื่อง กำหนดลักษณะของน้ำมันที่ใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนน้ำมันเตา พ.ศ. 2547
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2547	เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (เพิ่มเติม)
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2547	เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ระบายออกจากโรงงาน ซึ่งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2546	เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2545	เรื่อง การกำหนดชนิดและขนาดโรงงาน กำหนดวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษ หรือสิ่งใดๆที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กำหนดคุณสมบัติของผู้ควบคุมดูแลผู้ปฏิบัติงานประจำ และหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมดูแลสำหรับระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2545	ฉบับที่ 1 เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2544	เรื่อง กำหนดให้โรงงานประเภทต่างๆต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษ เพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศจากปล่องแบบอัตโนมัติ
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2541	เรื่อง มาตรการการสนับสนุนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2541	ฉบับที่ 1 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2540	ฉบับที่ 6 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	2539	ฉบับที่ 2 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

ฉ-8 พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522

พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ประกอบด้วย
หมวด 1 คณะกรรมการอาหาร
หมวด 2 การขออนุญาตและการออกใบอนุญาต
หมวด 3 หน้าที่ของผู้รับอนุญาตเกี่ยวกับอาหาร
หมวด 4 การควบคุมอาหาร
หมวด 5 การขึ้นทะเบียนและการโฆษณาเกี่ยวกับอาหาร
หมวด 6 พนักงานเจ้าหน้าที่
หมวด 7 การพักใช้ใบอนุญาตและการเพิกถอนใบอนุญาต
หมวด 8 บทกำหนดโทษ
โดยมีประกาศของหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ ฉ-8

ตารางที่ ฉ-8 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522

ศักดิ์ของกฎหมาย และหน่วยงานที่ประกาศ	ปี พ.ศ.	เรื่อง
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	2547	ฉบับที่ 285 เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 4)
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	2547	ฉบับที่ 281 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	2547	ฉบับที่ 247 เรื่อง กำหนดวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหาร (ฉบับที่ 2)
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	2544	ฉบับที่ 244 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารที่มีวัตถุที่ใช้เพื่อรักษาคุณภาพ หรือมาตรฐานของอาหารรวมอยู่ในภาชนะบรรจุ
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	2544	ฉบับที่ 219 เรื่อง ฉลากโภชนาการ (ฉบับที่ 2)
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	2544	ฉบับที่ 223 เรื่อง วัตถุแต่งกลิ่นรส
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	2543	ฉบับที่ 194 เรื่อง ฉลาก
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	2543	ฉบับที่ 193 เรื่อง วิธีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหาร

ระบบการจัดการสุขลักษณะที่ดีในการผลิต (Good Manufacturing Practice/GMP)

หลักเกณฑ์ GMP ที่กำหนดเป็นกฎหมาย ซึ่งปรากฏในบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ. 2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หัวข้อ	เนื้อหา
1. สถานที่ตั้งและอาคารผลิต	1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง ต้องอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้อาหารที่ผลิตเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย 1.2 อาคารผลิตมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การทำนุบำรุงสภาพ รักษาความสะอาด และสะดวกในการ ปฏิบัติงาน โดยแบ่งเป็นสัดส่วน ไม่ปะปนกับที่อยู่อาศัย และมีป้องกันสัตว์และแมลงไม่ให้เข้า และมีแสงสว่างและการระบายอากาศที่เหมาะสมเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน ภายในอาคารผลิต
2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต	2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับอาหาร ต้องทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารอันอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค 2.2 โต๊ะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตในส่วนที่สัมผัสกับอาหาร ต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่เกิดสนิม ทำความสะอาดง่าย และไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยา ที่อาจเป็นอันตรายแก่สุขภาพของผู้บริโภค โดยมีความสูงเหมาะสมและมีเพียงพอในการปฏิบัติงาน 2.3 การออกแบบติดตั้งเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสมและคำนึงถึงการปนเปื้อนที่อาจจะเกิดขึ้น รวมทั้งสามารถทำความ สะอาดตัวเครื่องมือ เครื่องจักร และบริเวณที่ตั้งได้ง่ายและทั่วถึง 2.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต ต้องเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน
3. การควบคุมกระบวนการผลิต	3.1 การดำเนินการทุกขั้นตอนจะต้องมีการควบคุมตามหลักสุขาภิบาลที่ดีตั้งแต่การตรวจรับวัตถุดิบและส่วนผสมในการผลิตอาหาร การขนย้าย การจัดเตรียม การผลิต การบรรจุ การเก็บรักษาอาหาร และการขนส่ง 3.2 จัดทำบันทึกและรายงานอย่างน้อยดังต่อไปนี้ 3.2.1 ผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ 3.2.2 ชนิดและปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์และวันเดือนปีที่ผลิต โดยให้เก็บบันทึกและรายงานไว้อย่างน้อย 2 ปี
4. การสุขาภิบาล	4.1 น้ำที่ใช้ภายในโรงงานต้องเป็นน้ำสะอาดและจัดให้มีการปรับคุณภาพน้ำตามความจำเป็น 4.2 จัดให้มีห้องส้วมและอ่างล้างมือหน้าห้องส้วมให้เพียงพอสำหรับผู้ปฏิบัติงาน และต้องถูกสุขลักษณะ และต้องแยกต่างหากจากบริเวณผลิต หรือไม่เปิดสู่บริเวณผลิตโดยตรง 4.3 จัดให้มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์และแมลงในสถานที่ผลิตตามความเหมาะสม 4.4 จัดให้มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่มีฝาปิดในจำนวนที่เพียงพอ และมีระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม 4.5 จัดให้มีทางระบายน้ำทิ้งและสิ่งโสโครกอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสม และไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตอาหาร

(ต่อ)

หัวข้อ	เนื้อหา
5. การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด	5.1 ตัวอาคารสถานที่ผลิตต้องทำความสะอาดและรักษาให้อยู่ในสภาพสะอาดถูกสุขลักษณะโดยสม่ำเสมอ 5.2 ต้องทำความสะอาด ดูแล และเก็บรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิตให้อยู่ในสภาพที่สะอาดทั้งก่อนและหลังการผลิต สำหรับชิ้นส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ ที่อาจเป็นแหล่งสะสมจุลินทรีย์ หรือก่อให้เกิดการปนเปื้อนอาหาร สามารถทำความสะอาดด้วยวิธีที่เหมาะสมและเพียงพอ 5.3 พื้นผิวของเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตที่สัมผัสกับอาหาร ต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ 5.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต ต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสม่ำเสมอ 5.5 การใช้สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด ตลอดจนเคมีวัตถุที่ใช้เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ปลอดภัย และการเก็บรักษาวัตถุ ดังกล่าวจะต้องแยกเป็นสัดส่วนและปลอดภัย
6. บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน	6.1 ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณผลิตต้องไม่เป็นโรคติดต่อหรือโรคน่ารังเกียจตามที่กำหนดโดยกฎกระทรวง หรือมีบาดแผลอันอาจก่อให้เกิด การปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์ 6.2 เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทุกคนในขณะที่ดำเนินการผลิตต้อง สวมเสื้อผ้าที่สะอาดและเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง ใช้ถุงมือที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์และสะอาดถูกสุขลักษณะ ไม่สวมใส่เครื่องประดับต่าง ๆ ขณะปฏิบัติงาน และสวมหมวก หรือผ้าคลุมผม หรือตาข่าย 6.3 มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับสุขลักษณะทั่วไป และความรู้ทั่วไปในการผลิตอาหารตามความเหมาะสม

ฉ-9 อื่น ๆ

ระบบ HACCP

HACCP ย่อจากคำภาษาอังกฤษที่ว่า Hazard Analysis Critical Control Point ซึ่งหมายถึง การวิเคราะห์อันตรายจุดควบคุมวิกฤต เป็นแนวคิดเกี่ยวกับมาตรการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรมใดๆ โดยมีกระบวนการดำเนินงานเชิงวิทยาศาสตร์ คือ มีการศึกษาถึงอันตรายหาทางป้องกันไว้ล่วงหน้า รวมทั้งมีการควบคุมและเฝ้าระวัง เพื่อให้แน่ใจว่ามาตรการป้องกันที่กำหนดขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพตลอดเวลา ที่มาของการเปลี่ยนแนวคิด HACCP ให้เป็นวิธีปฏิบัติในอุตสาหกรรมอาหารเกิดขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2502 โดย บริษัท พิลสเบอรี่ ในสหรัฐอเมริกา ต้องการระบบงานที่สามารถใช้สร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัย สำหรับการผลิตอาหารให้แก่นักบินอวกาศในโครงการขององค์การนาซ่า แห่งสหรัฐอเมริกา ต่อมาองค์การอาหาร และเกษตรแห่งสหประชาชาติ และองค์การอนามัยโลก ได้เห็นความสำคัญของการประยุกต์ใช้ HACCP ในกระบวนการผลิตอาหาร ในระดับต่างๆ ตั้งแต่ในครัวเรือน การผลิตวัตถุดิบที่เป็นอาหาร จนถึงอุตสาหกรรมอาหารขนาดใหญ่ ในที่สุดคณะกรรมาธิการว่าด้วยมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ ซึ่งมีรัฐบาลของประเทศต่างๆ เป็นสมาชิกอยู่เป็นจำนวนมากได้จัดทำเอกสารวิชาการ เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในการประยุกต์ใช้ HACCP สำหรับการผลิตอาหารขึ้น พร้อมทั้งมีนโยบายสนับสนุนการใช้ HACCP ในกระบวนการผลิตอาหาร เพื่อการค้าระหว่างประเทศ ทำให้ระบบ HACCP เป็นที่ยอมรับ และนานาชาติให้ความสำคัญ เอกสารวิชาการเกี่ยวกับระบบ HACCP

และแนวทางการนำไปใช้ ที่คณะกรรมาธิการว่าด้วยมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ จัดทำขึ้นฉบับล่าสุดเป็นฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 ออกเมื่อปี พ.ศ. 2540

หลักการสำคัญของระบบ HACCP มี 7 ประการกล่าวคือ

หลักการที่ 1 การวิเคราะห์อันตรายจากผลิตภัณฑ์นั้นๆ ที่อาจมีต่อผู้บริโภค ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยการประเมินความรุนแรงและโอกาส ที่จะเกิดอันตรายต่างๆ ในทุกขั้นตอนการผลิต จากนั้นจึงกำหนดวิธีการป้องกัน เพื่อลดหรือขจัดอันตรายเหล่านั้น

หลักการที่ 2 การกำหนดจุดควบคุมวิกฤตในกระบวนการผลิต จุดควบคุมวิกฤต หมายถึง ตำแหน่งวิธีการหรือขั้นตอนในกระบวนการผลิต ซึ่งหากสามารถควบคุมให้อยู่ในค่า หรือลักษณะที่กำหนดไว้ได้แล้ว จะทำให้มีการขจัดอันตราย หรือลดการเกิดอันตรายจากผลิตภัณฑ์นั้นได้

หลักการที่ 3 การกำหนดค่าวิกฤต ณ จุดควบคุมวิกฤต ค่าวิกฤต อาจเป็นค่าตัวเลข หรือลักษณะเป้าหมายของคุณภาพ ด้านความปลอดภัยที่ต้องการของผลผลิต ณ จุดควบคุมวิกฤต ซึ่งกำหนดขึ้นเป็นเกณฑ์สำหรับการควบคุม เพื่อให้แน่ใจว่าจุดควบคุมวิกฤตอยู่ภายใต้การควบคุม

หลักการที่ 4 ทำการเฝ้าระวัง โดยกำหนดขึ้นอย่างเป็นระบบ มีแผนการตรวจสอบ หรือเฝ้าสังเกตการณ์ และบันทึกข้อมูลเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่าการปฏิบัติงาน ณ จุดควบคุมวิกฤต มีการควบคุมอย่างถูกต้อง

หลักการที่ 5 กำหนดมาตรการแก้ไข สำหรับข้อบกพร่อง และใช้มาตรการนั้นทันที กรณีที่พบว่าจุดควบคุมวิกฤตไม่อยู่ภายใต้การควบคุมตามค่าวิกฤตที่กำหนดไว้

หลักการที่ 6 ทบทวนประสิทธิภาพ ของระบบ HACCP ที่ใช้งานอยู่ รวมทั้งใช้ผลการวิเคราะห์ทดสอบทางห้องปฏิบัติการ เพื่อประกอบการพิจารณาในการยืนยันว่าระบบ HACCP ที่ใช้อยู่นั้นมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ได้

หลักการที่ 7 จัดทำระบบบันทึก และเก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดไว้เพื่อเป็นหลักฐานให้สามารถค้นได้เมื่อจำเป็น

จากหลักการทั้ง 7 ประการนี้ ทำให้ต้องมีการจัดทำวิธีปฏิบัติในรายละเอียดให้เหมาะสมกับแต่ละผลิตภัณฑ์ แต่ละกระบวนการผลิต แต่ละสถานที่ผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการป้องกันอันตราย อย่างเต็มที่ วิธีการที่ใช้ในระบบ HACCP เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการศึกษารวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล ตัดสินใจ วางแผน ดำเนินงานตามแผน ติดตามกำกับดูแล การปฏิบัติงานในระบบ แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และทบทวนประสิทธิภาพของระบบอยู่ตลอดเวลา จึงจำเป็นที่ผู้ประกอบการผลิตอาหารที่จะใช้ระบบนี้ต้องจัดตั้งทีมงาน ซึ่งประกอบด้วยผู้มีความรู้ ความชำนาญหลายสาขา เช่น ด้านวิทยาศาสตร์ การอาหาร วิศวกรรมโรงงาน สุขาภิบาลอาหาร หรืออื่นๆ ตามความจำเป็น เพื่อทำหน้าที่พัฒนาระบบจัดทำเอกสาร และตรวจประเมินผล การปฏิบัติงาน เมื่อเดือนกันยายน 2540 กระทรวงสาธารณสุข ได้ออกประกาศ ฉบับที่ 2276 (พ.ศ.2540) เรื่องกำหนดมาตรฐาน อุตสาหกรรมระบบการวิเคราะห์อันตราย และจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร และข้อแนะนำการใช้ เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก. 7000-2540 นอกจากนี้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และสำนักงานคณะกรรมการ อาหารและยา ยังได้ร่วมกันเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ ให้การรับรองแก่ผู้ประกอบการอีกด้วย
ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ระบบ HACCP มีหลายประการที่สำคัญ ได้แก่

ประการแรก ทำให้ภาคอุตสาหกรรมอาหารสามารถสร้างความมั่นใจต่อผู้บริโภค ในคุณภาพความปลอดภัย ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น หรือจัดจำหน่าย ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายแก่ผู้ประกอบการ ในระยะยาวได้ดี เนื่องจากมีการจัดสรรทรัพยากรไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ควรจะใช้ การกำหนดจุดควบคุมวิกฤตที่เหมาะสม จะทำให้ผู้ประกอบการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ ช่วยให้มีการศึกษาปัญหา และหาทางป้องกัน แก้ไขไว้ล่วงหน้า เมื่อมีแนวโน้มว่าจะเกิดปัญหาในการผลิต ก็จะทำให้แก้ไขได้อย่างทันท่วงที ช่วยลดการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถดำเนินการอาหารแต่

ละตำรับ แต่ละรุ่น ได้อย่างราบรื่น ตามเป้าหมายที่กำหนด นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ประกอบการศึกษา ความปลอดภัย ของกระบวนการผลิตใหม่ๆ ที่จะพัฒนาขึ้น และผู้ประกอบการจะสามารถประยุกต์ใช้ ระบบ HACCP นี้ กับทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต และการประกอบอาหาร

ประการที่ 2 เจ้าหน้าที่ภาครัฐที่ทำหน้าที่กำกับดูแลความปลอดภัย ของอาหาร จะได้รับประโยชน์ ถ้าผู้ผลิตใช้ระบบเพราะบันทึกข้อมูลหลักฐานการผลิตในระบบ HACCP ที่ผู้ประกอบการบันทึกไว้ ระหว่างการผลิตอาหาร แต่ละรุ่นจะเป็นเครื่องมือประกอบการตรวจสอบที่ดี ช่วยให้งานควบคุมคุณภาพอาหารของเจ้าหน้าที่ภาครัฐ สะดวก และมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เพราะรูปแบบเดิมของการตรวจสอบจะมีการทำแผนให้เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ เข้าทำการตรวจสอบ สถานที่ผลิตอาหารเป็นครั้งคราว แต่ละครั้งอาจใช้เวลาห่างกัน 1 ถึง 2 ปี และข้อมูลที่ได้จากการตรวจเยี่ยมเป็นเพียงข้อมูลการผลิต ณ เวลาที่เข้าทำการตรวจสอบเท่านั้น

ประการที่ 3 ก่อให้เกิดความสัมพันธ์และความร่วมมืออันดี ระหว่างผู้ประกอบการผลิตอาหาร กับเจ้าหน้าที่ผู้กำกับดูแลภาครัฐ เนื่องจากมีข้อเสนอแนะให้มีการให้ความเห็นชอบร่วมกัน ในการจัดทำแผนดำเนินการ ระบบ HACCP และผู้ผลิตจะต้องเก็บข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับการผลิตไว้ให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้ตลอดเวลา ซึ่งทำให้เกิดความโปร่งใส ในการปฏิบัติงาน

ประการที่ 4 การรับรองระบบ HACCP โดยหน่วยงานที่เหมาะสมนั้นจะเป็นประโยชน์ต่อการค้า อาหารระหว่างประเทศ คือ จะช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจปล่อยสินค้า เมื่อส่งถึงเมืองท่าปลายทาง เนื่องจากผู้รับผิดชอบตรวจสอบมีความเชื่อมั่นในคุณภาพความปลอดภัยของระบบการผลิตสินค้ามากขึ้น นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์อาหารส่งออกที่ปลอดภัยเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ยังสามารถสร้างเศรษฐกิจ และชื่อเสียงแก่ประเทศชาติ รวมทั้งช่วยลดปัญหาสาธารณสุขระหว่างประเทศอันเนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารนำเข้าและส่งออกได้อีกด้วย

ประการที่ 5 ผู้บริโภคเป็นผู้ได้รับประโยชน์สูงสุด เนื่องจากมีผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความปลอดภัย ให้เลือกซื้อหามาบริโภคเพิ่มขึ้น

สภาพเศรษฐกิจปัจจุบันและอนาคต ทำให้มีการกีดกันทางการค้าอาหารระหว่างประเทศมากขึ้น เป็นลำดับการนำระบบ HACCP มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร แม้จะต้องมีการลงทุนลงแรงในระยะเริ่มต้นมากพอสมควร แต่เป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เพราะช่วยเพิ่มโอกาสในการแข่งขัน สร้างความเชื่อมั่นในระบบการผลิตสอดคล้องกับความต้องการของประเทศคู่ค้า และลดต้นทุนการผลิตในระยะยาว

ภาคผนวก ช.
เอกสารอ้างอิง

1. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2546. หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) อุตสาหกรรมรายสาขาก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่
2. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548. หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) อุตสาหกรรมรายสาขาแป้งมันสำปะหลัง
3. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548. หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) อุตสาหกรรมรายสาขาชุบโลหะ
4. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548. หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) อุตสาหกรรมรายสาขาปลากระป๋อง
5. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2545 . เอกสารเผยแพร่ข้อแนะนำการประหยัดพลังงานในบ้านอยู่อาศัย ฉบับที่ B2
6. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2545 . เอกสารเผยแพร่แนวทางการประหยัดพลังงานในอาคาร ฉบับที่ B3
7. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2545 . เอกสารเผยแพร่บุฉนวนกันความร้อนช่วยประหยัดพลังงาน ฉบับที่ B4
8. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548 . โครงการสาธิตและส่งเสริมการใช้หม้อต้มก๋วยเตี๋ยวประสิทธิภาพสูง
9. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2547 . เอกสารเผยแพร่คู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ หมายเลข 13 การใช้ฉนวนในกระบวนการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ
10. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2547 . เอกสารเผยแพร่คู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ หมายเลข 1 การใช้หม้อไอน้ำชนิดน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงอย่างประหยัด
11. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548 . โครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงาน สำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม (นำร่อง)
12. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2545 . การประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์ GMP กฎหมายในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์

ภาคผนวก ซ.
รายชื่อคณะกรรมการอุตสาหกรรมรายสาขา

รายชื่อคณะกรรมการอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์(ลูกชิ้น-ไส้กรอก)

ประธานกรรมการ

นาย โกศล	ใจรังษี	รองอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

รองประธานกรรมการ

นายยงยุทธ	ทองสุข	ผู้อำนวยการสำนักโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขา 3 กรมโรงงานอุตสาหกรรม

กรรมการ

นางสุกัญญา	บรรณเภสัช	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
นางสาวเพ็ญศรี	จูงศิริวัฒน์	กรมปศุสัตว์
นายสุดกล้า	บุญญนันท์	สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
รศ.ดร. ศิริกัลยา	สุวจิตตานนท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายอเนก	พินิจ	บริษัท กรุงเทพโปรดิ๊วส์ จำกัด (มหาชน)

กรรมการและเลขานุการ

นางสาวแคทลียา	คงสุภาพศิริ	กรมโรงงานอุตสาหกรรม

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นางสาวเบญจพร	ศิริพรหมโชติ	กรมโรงงานอุตสาหกรรม

รายชื่อคณะกรรมการประสานและรับมอบงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม

นายยงยุทธ	ทองสุข	ผู้อำนวยการสำนักโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขา 3
นายสายันต์	รื่นเริง	สำนักโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขา 3
นางสุกัญญา	บรรณเภสัช	สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน
นายณรงค์	บัวบาน	สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน
นายวันชัย	มณีโชติ	สำนักโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขา 5
นางสาวแคทลียา	คงสุภาพศิริ	สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน
นางสาวเบญจพร	ศิริพรหมโชติ	สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน

รายชื่อผู้ดำเนินการศึกษาโครงการ

ผู้ดำเนินการศึกษาโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ อุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์(ลูกชิ้น-ไส้กรอก) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประกอบด้วยบุคคลดังนี้

ผศ.ดร.ธำรงรัตน์	มุ่งเจริญ	ผู้จัดการโครงการ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
รศ.ดร. ชาติ	เจียมไชยศรี	รองผู้จัดการโครงการ ผู้เชี่ยวชาญด้านน้ำและสิ่งแวดล้อม
รศ.ดร.ธงไชย	ศรีนพคุณ	ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
รศ.เกียรติไกร	อายุวัฒน์	ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน
ผศ.ดร.จีมา	ชมสุรินทร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านน้ำและสิ่งแวดล้อม
อ.กาญจนารัตน์	ทวีสุข	ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขอนามัย (GMP, HACCP)
อ.มณฑาทิพย์	ยุ่นฉลาด	ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขอนามัย (GMP, HACCP)
ดร.อรรถศักดิ์	อารี	วิศวกรเคมี
นายสัญชัย	เลิศพิสิฐฐากูร	วิศวกรเคมี
นางสาวจิรัญญา	เผ่าหลักแหลม	วิศวกรเคมี
นางสาวพิมลรัตน์	พุทธมิลินประทีป	ผู้ประสานงานโครงการ
นายคมเดช	งามสมจิตร	ผู้ช่วยผู้ประสานงานโครงการ
นางสาววรรณิภา	หน่องพงษ์	ผู้ช่วยผู้ประสานงานโครงการ

ภาคผนวก ฌ.
กิตติกรรมประกาศ

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ขอขอบคุณโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (ลูกชิ้น-ไส้กรอก) ที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพและการป้องกันมลพิษ (สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์) ดังรายนามต่อไปนี้

1. บริษัท ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (ในเครือสหฟาร์ม) จำกัด
2. บริษัท ซี พี อินเตอร์ฟู้ด (ไทยแลนด์) จำกัด
3. บริษัท กรุงเทพโปรดิ๊วส์ จำกัด (มหาชน)
4. บริษัท ไทยเยอรมัน มีท โปรดักท์ จำกัด
5. บริษัท โกลเด้นท์ ซอสเสจบิสซิเนส จำกัด
6. บริษัท ผลิตภัณฑ์อาหารศรีไทย จำกัด
7. บริษัท ฟู้ดแลนด์ ซุปเปอร์มาร์เก็ต จำกัด
8. บริษัท สุวรรณภูมิฟู้ด จำกัด
9. บริษัท พี วาย ฟู้ด จำกัด
10. โรงงานไส้กรอกเมืองทองซอสเซส