# บทที่ 4
# ผลการศึกษาและอภิปรายผล

## 4.1 ผลการสำรวจสถานภาพทั่วไปของโรงฟักไข่

จากการสำรวจสถานภาพทั่วไปของโรงฟักไข่ บริษัท เบทาโกรภาคเหนือ เกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ได้ข้อมูลเบื้องต้น (ตารางที่ 4.1) ดังนี้

โรงฟักไข่ ตั้งอยู่เลขที่ 102 หมู่ที่ 2 ตำบลป่าสัก อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน มีพื้นที่ทั้งหมดจำนวน 9 ไร่ 2 งาน 28 ตารางวา แบ่งพื้นที่เป็นอาคารโรงฟัก อาคารคลังสินค้า อาคารซ่อมบำรุง อาคารโรงอาหาร อาคารบ้านพักพนักงาน และบ่อบำบัดน้ำเสียจำนวน 2 บ่อ อาคารโรงฟักมีพื้นที่กว้าง 24 เมตร ยาว 72 เมตร แบ่งเป็น ห้องรมควัน ห้องเย็นเก็บไข่ ห้องคัดไข่ ห้องตู้ฟัก ห้องตู้เกิด ห้องลูกไก่ ห้องล้างทำความสะอาด ห้องเก็บอุปกรณ์ ห้องอาหาร ห้องอาบน้ำ และห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วัตถุดิบหลักคือ ไข่ฟักจากฟาร์มไก่พันธุ์ ซึ่งตั้งอยู่ที่ อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน และอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ มีบุคลากรภายในโรงฟักไข่จำนวน 32 คน คือ ผู้จัดการโรงฟัก 1 คน หัวหน้าหน่วยแผนกผลิต 1 คน พนักงานแผนกควบคุมคุณภาพ 1 คน พนักงานแผนกธุรการทั่วไป 1 คน พนักงานแผนกสถิติ 1 คน พนักงานขับรถ 1 คน และพนักงานแผนกผลิต 26 คน เวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ โดยมีปัจจัยการผลิตที่สำคัญ คือ ไข่ฟักพันธุ์ไก่เนื้อ 15,724,800 ฟองต่อปี ได้ผลผลิตตามนโยบายการผลิตของโรงฟักไข่ คิดเป็นลูกไก่จำนวน 12,579,840 ตัวต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 80 โดยมีของคัดออกที่เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการฟักไข่ ที่มีมูลค่าคิดเป็นร้อยละ 19 คือ ไข่บุบ ไข่ร้าว ไข่แตก ไข่ไม่มีเชื้อ (ไข่ลม) ไข่ฟักไม่ออก (ไข่ตายโคม) ลูกไก่คัดทิ้ง เปลือกไข่ และของเสียที่ไม่มีมูลค่า คือ ไข่เน่า ขนอ่อนลูกไก่ คิดเป็นร้อยละ 1 มีการใช้ไฟฟ้าสูงถึง 582,970 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี จากข้อมูลที่ได้นำมาใช้ในการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดของโรงฟักไข่ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4.1** ข้อมูลทั่วไปของโรงฟักไข่ บริษัท เบทาโกรภาคเหนือ เกษตรอุตสาหกรรม จำกัด

| **ข้อมูลทั่วไป** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ประเภทของกิจการ** | โรงฟักไข่พันธุ์ไก่เนื้อ | | | | |
| จำนวนพนักงานรวม 32 คน<br>- ผู้จัดการโรงฟัก 1 คน<br>- พนักงานทั่วไป 5 คน<br>- พนักงานแผนกการผลิต 26 คน | | | เวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน 6 วันต่อสัปดาห์ | | |
| **ผลิตภัณฑ์** | **ร้อยละของผลิตภัณฑ์รวม** | | **กำลังการผลิต** (ตัวต่อปี) | **มูลค่า** (บาทต่อตัว) | |
| ลูกไก่พันธุ์เนื้อ | 100 | | 12,579,840 | 8.00 | |
| **วัตถุดิบ** | **ปริมาณ** (ฟองต่อปี) | **ราคา** (บาทต่อฟอง) | **สารเคมี** | **ปริมาณ** (ลูกบาศก์เมตรต่อปี) | **ราคา** (บาทต่อลูกบาศก์เมตร) |
| ไข่ฟัก | 15,724,800 | 5.50 | สารฆ่าเชื้อโรค | 4.59 | 129,000 |
| **การใช้ปัจจัยการผลิต** | | | | | |
| **ทรัพยากร และสาธารณูปโภค** | **ปริมาณการใช้** | | **วัตถุประสงค์การใช้** | | **ราคา (บาทต่อหน่วย)** |
| น้ำบาดาล | 27,664 ลูกบาศก์เมตรต่อปี | | - ใช้สเปรย์ในตู้ฟัก<br>- ทำความสะอาดเครื่องจักรและอุปกรณ์<br>- ทำความสะอาดพื้นอาคาร | | 3.50 |
| ไฟฟ้า | 582,970 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี | | - การทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์<br>- แสงสว่าง | | 2.80 |
| น้ำมันดีเซล | 5.76 ลูกบาศก์เมตรต่อปี | | - ใช้ต้มน้ำสำหรับการทำความสะอาดอุปกรณ์ (อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส) | | 24,830* |

**หมายเหตุ** *ราคาน้ำมันดีเซล ณ วันที่ 18 กันยายน 2548

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**การสำรวจกระบวนการฟักไข่ และการจัดทำแผนภูมิกระบวนการฟักไข่**

ผลจากการสำรวจโรงฟักไข่ ของบริษัท เบทาโกรภาคเหนือ เกษตรอุตสาหกรรม จำกัด (ภาพที่ 4.1 ) มีขั้นตอนการฟักไข่ ดังต่อไปนี้

**ภาพที่ 4.1** โรงฟักไข่ ของ บริษัท เบทาโกรภาคเหนือ เกษตรอุตสาหกรรม จำกัด

**1. การตรวจรับและตรวจสอบไข่ฟักจากฟาร์ม** โดยทำการตรวจสอบเบื้องต้นด้วยสายตา โดยไข่ฟักที่รับต้องผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนฟองไข่จากฟาร์มพ่อแม่พันธุ์ ลักษณะของไข่ที่จะนำเข้าฟักต้องได้ตามมาตรฐานของโรงฟัก (ภาพที่ 4.2) ได้แก่ น้ำหนักฟองไข่โดยเฉลี่ยระหว่าง 48 - 70 กรัม มีขนาดที่เหมาะสมและใกล้เคียงกัน ไม่มีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่เกินไป รูปทรงไม่บิดเบี้ยว เปลือกไม่บาง ไม่มีรอยบุบหรือรอยแตกร้าว

**ภาพที่ 4.2** ไข่ฟักพันธุ์ไก่เนื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2. การเก็บรักษาไข่ฟักภายในห้องเย็น** หลังจากที่ตรวจสอบคุณภาพไข่ฟักแล้ว ทำการจัดเรียงไข่ฟักขึ้นรถตู้ฟัก ซึ่งในหนึ่งรถตู้ฟักจะมีไข่ฟักทั้งหมดจำนวน 7,560 ฟอง และเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 15 - 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการจัดเก็บต้องไม่เกิน 14 วัน นับจากวันที่เก็บไข่ และในการจัดเก็บใช้ระบบเข้าก่อน-ออกก่อน (ภาพที่ 4.3)

**ภาพที่ 4.3** การจัดเรียงไข่ฟักในรถตู้ฟักและจัดเก็บภายในห้องเย็น

**3. การฟักไข่ในตู้ฟัก** โดยนำรถไข่ฟักที่เก็บไว้ในห้องเย็นเข้าตู้ฟัก ที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 เก็บเป็นเวลา 18 วัน โดยมีการตรวจเช็คและควบคุมการกลับไข่ การทำงานของอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาวะปกติ (ภาพที่ 4.4)

**ภาพที่ 4.4** การนำไข่ฟักเข้าตู้ฟัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**4. การส่องไข่ฟัก** โดยใช้โต๊ะส่องไข่ (ภาพที่ 4.5) เพื่อคัดแยกไข่ที่ไม่มีเชื้อ ไข่เชื้อตาย ไข่แตก ไข่เน่า ออกจากไข่ฟักคุณภาพดี

**ภาพที่ 4.5** การส่องไข่และการย้ายไข่เข้าตู้เกิด

**5. การนำไข่ฟักเข้าตู้เกิด** โดยนำไข่ฟักจากแผงไข่ตู้ฟักมาพลิกเข้าถาดตู้เกิดจนครบทุกชั้น จากนั้นเข็นรถตู้เกิดเข้าตู้เกิดซึ่งผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 เป็นเวลา 3 วัน

**6. การออกลูกไก่** เมื่อดำเนินการมาครบกำหนดคือวันที่ 21 ลูกไก่จะฟักออกเป็นตัวโดยจะเจาะออกจากเปลือกไข่ (ภาพที่ 4.6) โดยรถตู้เกิดจะถูกย้ายออกจากตู้เกิด และนำมาคัดลูกไก่ออกจากไข่ที่ไม่ฟัก โดยที่ลูกไก่จะถูกลำเลียงลงสู่สายพานลำเลียงลูกไก่เข้าสู่กระบวนการคัดลูกไก่ ส่วนของเสียซึ่งต้องคัดแยกออกไป ได้แก่ ไข่ลม ไข่ตายโคม ลูกไก่เจาะตาย ลูกไก่พิการ และเปลือกไข่ ซึ่งจะนำไปจำหน่ายหรือทำลายทิ้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาพที่ 4.6** ลูกไก่ที่ฟักออกเป็นตัว

**7. การล้างเครื่องจักร อุปกรณ์ และพื้น** หลังจากออกลูกไก่เรียบร้อยแล้ว ต้องทำความสะอาดตู้เกิด อุปกรณ์ต่าง ๆ และพื้น โดยแผงไข่ตู้ฟักและถาดตู้เกิดจะล้างด้วยเครื่องล้างถาดที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.7) และฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่เตรียมไว้ตามอัตราส่วนที่กำหนด

**ภาพที่ 4.7** การล้างถาดตู้เกิด

**8. การคัดลูกไก่** โดยนำลูกไก่ที่ผ่านสายพานลำเลียงมาคัดลูกไก่ก่อนการบรรจุ (ภาพที่ 4.8) ซึ่งลูกไก่ที่คุณภาพไม่ดี เช่น สะดืออักเสบ พิการ จะถูกนำไปทำลายทิ้ง สำหรับลูกไก่ที่ได้คุณภาพ จะทำการนับบรรจุลงกล่องเพื่อนำไปให้วัคซีน

**ภาพที่ 4.8** การคัดลูกไก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**9. การให้วัคซีนลูกไก่** หลังจากคัดลูกไก่แล้วจะทำการฉีดวัคซีนให้กับลูกไก่โดยฉีดเข้าใต้ผิวหนังบริเวณคอลูกไก่ (ภาพที่ 4.9) ซึ่งระหว่างการฉีดวัคซีนจะมีการนับจำนวนลูกไก่ไปด้วย โดยการกำหนดจำนวนลูกไก่เท่ากับ 102 ตัวต่อกล่อง สำหรับการให้วัคซีนชนิดพ่นจะทำตามคำสั่งของลูกค้าเป็นราย ๆ ไป

**ภาพที่ 4.9** การฉีดวัคซีนให้กับลูกไก่

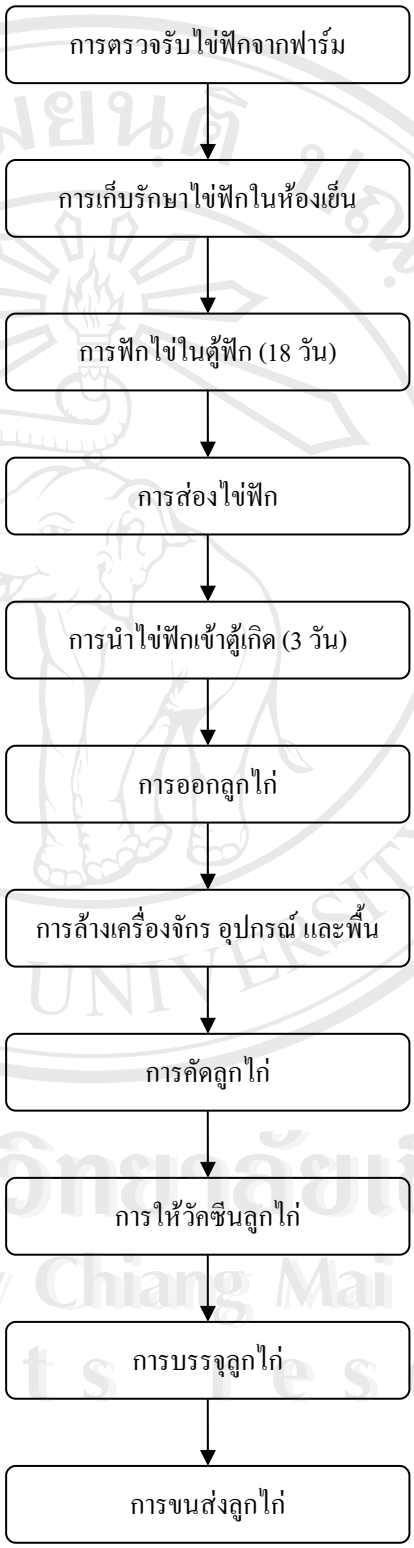
**10. การบรรจุลูกไก่ลงกล่องกระดาษ** กล่องกระดาษบรรจุลูกไก่มีขนาดและรูปแบบมาตรฐาน คือ มีขนาดกว้าง 20 x ยาว 26 x สูง 6 นิ้ว แบ่งเป็น 4 ช่องเท่า ๆ กัน ใช้บรรจุลูกไก่จำนวน 102 ตัว (ภาพที่ 4.10) โดยที่ข้างกล่องจะมีการบันทึกฝูงไก่ อายุ น้ำหนัก และวัคซีนที่ให้ โดยการวางกล่องลูกไก่ที่ตรวจนับบนรถเข็นแล้วนำไปเรียงเก็บในห้องลูกไก่ เพื่อรอการจัดส่งต่อไป

**ภาพที่ 4.10** ลูกไก่ที่บรรจุลงกล่องกระดาษเพื่อรอการจัดส่ง

**11. การขนส่งลูกไก่** หลังจากออกลูกไก่จนครบจำนวนแล้ว จะทำการตรวจนับจำนวนกล่องทั้งหมด และจัดส่งไปยังลูกค้าโดยรถขนส่งของบริษัท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการฟักไข่สรุปดังขั้นตอนในภาพที่ 4.11

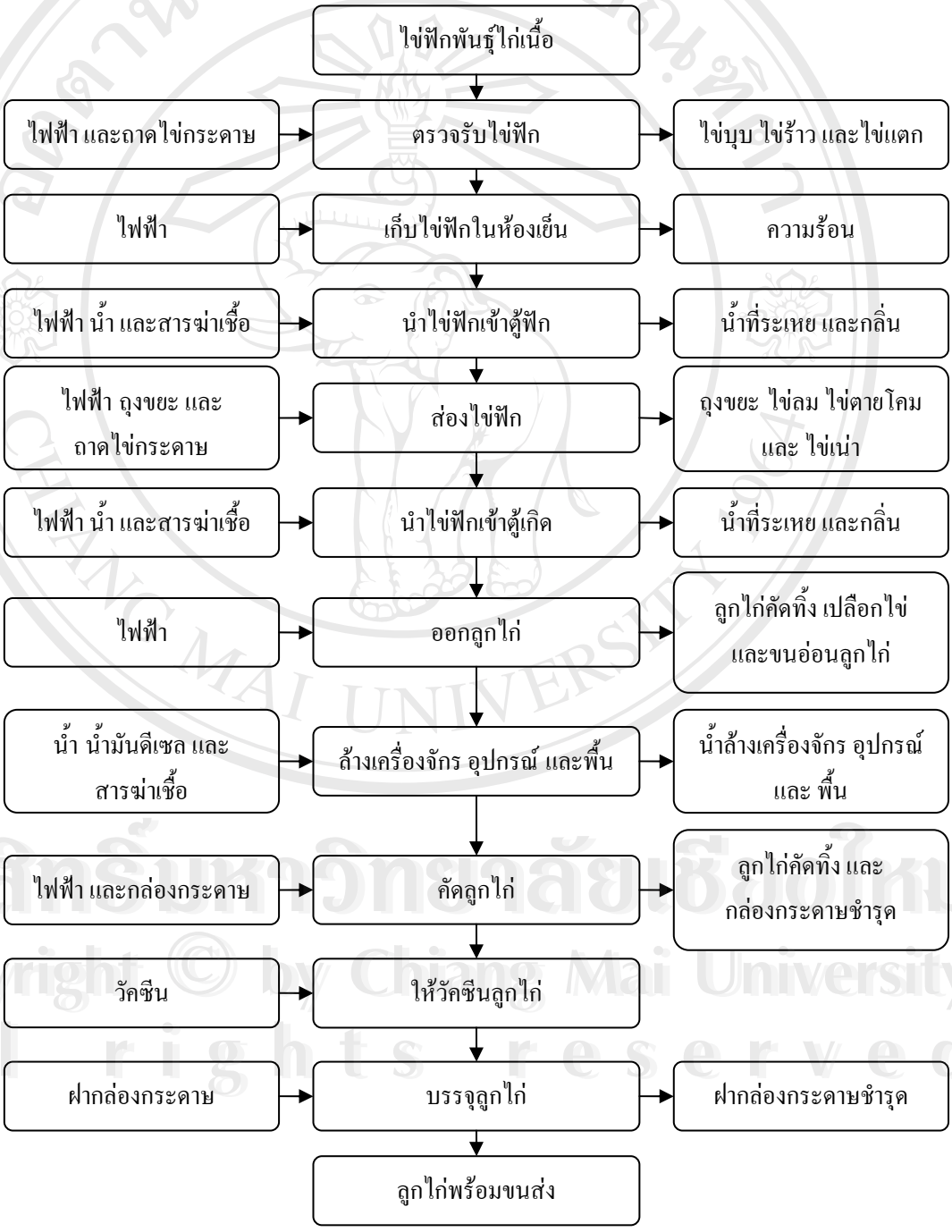



**ภาพที่ 4.11** กระบวนการฟักไข่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

## 4.2 การประเมินโอกาสเบื้องต้น

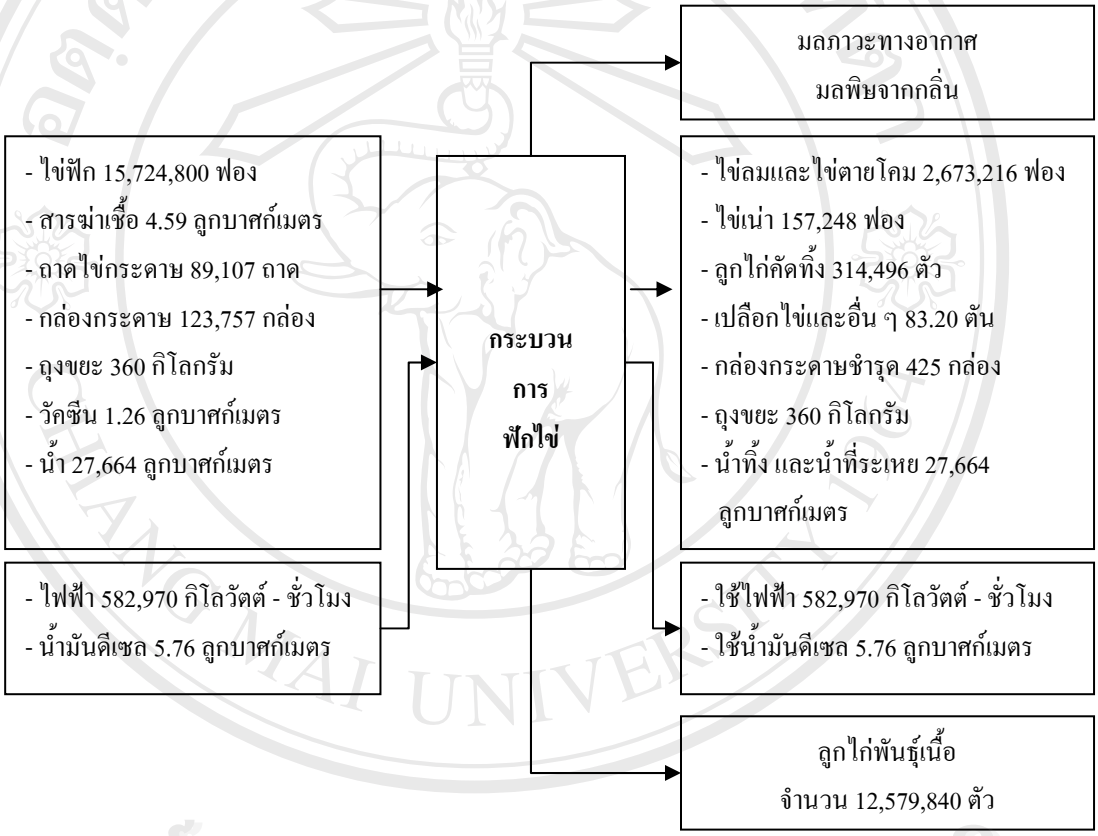
ผลจากการสำรวจกระบวนการฟักไข่ (ภาพที่ 4.11) สามารถนำข้อมูลที่ได้มาประเมินมวลเข้าและออก เพื่อให้ทราบถึงการใช้ทรัพยากรและการสูญเสียในกระบวนการฟักไข่ โดยจัดทำในรูปแบบมวลและพลังงานที่เข้าและออกในแต่ละขั้นตอนการฟักไข่ ดังแสดงในภาพที่ 4.12




**ภาพที่ 4.12** มวลและพลังงานที่เข้าและออกในแต่ละขั้นตอนการฟักไข่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากภาพที่ 4.12 พบว่า กระบวนการฟักไข่มีมวลเข้าประกอบด้วย ไข่ฟัก สารฆ่าเชื้อ ถาดไข่กระดาษ กล่องกระดาษ ถุงขยะ วัคซีน น้ำ ไฟฟ้า และน้ำมันดีเซล มวลออกหรือการใช้ทรัพยากร คือ ลูกไก่พันธ์เนื้อ ไข่บุบ ไข่ร้าว ไข่แตก ไข่ลม ไข่ตายโคม ไข่เน่า ลูกไก่คัดทิ้ง เปลือกไข่และอื่น ๆ กล่องกระดาษชำรุด ถุงขยะ น้ำทิ้ง พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาจัดทำปริมาณมวลและพลังงานของกระบวนการฟักไข่ เพื่อทำการประเมินความสูญเสียเบื้องต้น แสดงดังภาพที่ 4.13




**ภาพที่ 4.13** ปริมาณมวลและพลังงานเข้าและออกของกระบวนการฟักไข่ต่อปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

### 4.3 การจัดลำดับความสำคัญของขั้นตอนการผลิตและบริเวณที่มีการสูญเสีย

จากการสำรวจกระบวนการฟักไข่ พบว่า มีขั้นตอนการผลิตที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและพลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ โดยใช้เกณฑ์ในการเลือก คือ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ปริมาณ / ความเป็นพิษ) การลงทุน โอกาสการทำเทคโนโลยีสะอาดที่เห็นชัดเจน และความสนใจร่วมมือของบริษัท (ตารางที่ 4.2) พบว่า การคัดลูกไก่เป็นขั้นตอนที่มีคะแนนสูงเป็นอันดับหนึ่ง การ

ตรวจรับไข่ฟัก การเก็บรักษาไข่ฟัก การฟักไข่ การส่องไข่ การนำไข่เข้าตู้เกิด และการออกลูกไก่ มีคะแนนเป็นอันดับสอง การให้วัคซีนลูกไก่ และการบรรจุลูกไก่ มีคะแนนเป็นอันดับสาม การล้างเครื่องจักร อุปกรณ์ และพื้น มีคะแนนเป็นอันดับสี่ และการขนส่งลูกไก่ มีคะแนนเป็นอันดับที่ห้า แม้ว่าขั้นตอนการผลิตจะมีความสูญเสียมากน้อยต่างกัน แต่ในการศึกษาหาประเด็นและสาเหตุของการสูญเสียได้ทำการพิจารณาทั้งกระบวนการฟักไข่ เนื่องจากเป็นนโยบายของผู้บริหาร

**ตารางที่ 4.2** การจัดลำดับความสำคัญของขั้นตอนการผลิตที่มีการสูญเสีย

| ขั้นตอนการผลิต | เกณฑ์การเลือก (คะแนน) | | | | คะแนนรวม | ลำดับที่ *** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ปริมาณ/ความเป็นพิษ) * | การลงทุน ** | โอกาสการทำCTที่เห็นชัดเจน * | ความสนใจร่วมมือ * | | |
| การตรวจรับไข่ฟัก | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | 2 |
| การเก็บรักษาไข่ฟัก | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | 2 |
| การฟักไข่ | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | 2 |
| การส่องไข่ | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | 2 |
| การนำไข่เข้าตู้เกิด | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | 2 |
| การออกลูกไก่ | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | 2 |
| การล้างเครื่องจักร อุปกรณ์ และพื้น | 3 | 1 | 2 | 2 | 8 | 4 |
| การคัดลูกไก่ | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | 1 |
| การให้วัคซีนลูกไก่ | 1 | 2 | 3 | 3 | 9 | 3 |
| การบรรจุลูกไก่ | 1 | 2 | 3 | 3 | 9 | 3 |
| การขนส่งลูกไก่ | 1 | 2 | 2 | 2 | 7 | 5 |

* คะแนน 1 = ต่ำ 2 = ปานกลาง 3 = สูง

** คะแนนสำหรับการลงทุนเพื่อให้มีโอกาสทำเทคโนโลยีสะอาด

1 = ลงทุนสูง 2 = ลงทุนปานกลาง 3 = ลงทุนต่ำ

*** ลำดับความสำคัญ ลำดับที่ 1 = สำคัญมากที่สุด ลำดับที่ 4 = สำคัญน้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 4.4 การจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด

ผลของการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด (ตารางที่ 4.3) โดยวิธีการให้คะแนน พบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นประเด็นที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรก เนื่องจากในกระบวนการฟักไข่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานความร้อน ซึ่งใช้ในระบบตู้ฟัก ระบบตู้เกิด ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ อันดับที่สองคือ การใช้พลังงานเชื้อเพลิง พบว่า การล้างอุปกรณ์ต้องใช้น้ำมันดีเซลในการต้มน้ำที่หม้อต้มน้ำเพื่อให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น อันดับที่สามคือ การใช้น้ำ เนื่องจากในกระบวนการฟักไข่มีการใช้น้ำเพื่อการสเปรย์ในตู้ฟัก ตู้เกิด และการล้างเครื่องจักร อุปกรณ์ และพื้นในปริมาณ 27,664 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และประเด็นสำคัญอื่น ๆ ได้แก่ มลพิษทางอากาศ พฤติกรรมการทำงานของพนักงาน และกลิ่น

**ตารางที่ 4.3** การจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด

| ประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด | เกณฑ์การประเมิน ( คะแนน*) | | | | คะแนนรวม | ลำดับ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ | ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม | กฎหมายและมาตรฐาน | นโยบายบริษัท | | |
| การใช้พลังงานไฟฟ้า | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 1 |
| การใช้พลังงานเชื้อเพลิง | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | 2 |
| การใช้น้ำ / น้ำทิ้ง | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | 3 |
| มลพิษทางอากาศ | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 4 |
| พฤติกรรมการทำงานของพนักงาน | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 |
| กลิ่น | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 |

**หมายเหตุ** * คะแนนเกณฑ์การประเมิน 1 = ต่ำ 2 = ปานกลาง และ 3 = สูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

### 4.5. การประเมินหาสาเหตุของการสูญเสีย

การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องมีการบริหารจัดการให้ใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ จากการประเมิน (ตารางที่ 4.4) พบว่า มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า ซึ่งการสูญเสียเกิดจากบัลลาสต์ที่ใช้กับระบบแสงสว่างไม่เหมาะสม (ภาพที่ 4.14) มีการทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศตลอดเวลา (ภาพที่ 4.15) และการเปิดโคมไฟทิ้งไว้ในขณะที่ไม่ปฏิบัติงาน ส่วนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงสำหรับการทำน้ำอุ่น สังเกตพบว่า การต้มน้ำที่หม้อต้มน้ำโดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง (ภาพที่ 4.16) เพื่อให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นสำหรับการล้างอุปกรณ์ ทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายและพลังงานเชื้อเพลิงสูง และยังก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศกับสิ่งแวดล้อม

**ตารางที่ 4.4** การประเมินหาสาเหตุของการสูญเสียในกระบวนการฟักไข่

| ประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด | แหล่งกำเนิด | สาเหตุ |
|---|---|---|
| พลังงานไฟฟ้า | การตรวจรับไข่ฟัก<br>การเก็บรักษาไข่ฟัก<br>การฟักไข่<br>การส่องไข่<br>การนำไข่เข้าตู้เกิด<br>การออกลูกไก่ | - ติดตั้งบัลลาสต์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า |
| | การคัดลูกไก่ | - ติดตั้งบัลลาสต์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า<br>- มอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศทำงานตลอดเวลา ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า<br>- เปิดโคมไฟทิ้งไว้ในขณะที่ไม่ปฏิบัติงาน |
| | การให้วัคซีน<br>การบรรจุลูกไก่ | - ติดตั้งบัลลาสต์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า |
| พลังงานเชื้อเพลิง | การล้างอุปกรณ์ | - ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการทำน้ำอุ่นสำหรับล้างอุปกรณ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาพที่ 4.14** บัลลาสต์ธรรมดา

**ภาพที่ 4.15** มอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศในห้องคัดลูกไก่

**ภาพที่ 4.16** หม้อต้มน้ำที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

### 4.6 การกำหนดทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

เมื่อทราบสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากตารางที่ 4.5 พบว่า หน่วยการผลิตที่ควรปรับปรุง คือ การตรวจรับไข่ฟัก การเก็บรักษาไข่ฟัก การฟักไข่ การส่องไข่ การนำไข่เข้าตู้เกิด การออกลูกไก่ การล้างอุปกรณ์ การคัดลูกไก่ การให้วัคซีน และการบรรจุลูกไก่ จากการสำรวจ วิเคราะห์ ศึกษาจากแหล่งความรู้ ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ และสอบถามบริษัทผู้จำหน่ายอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้พบทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดที่นำมาใช้ปรับปรุงแก้ไข ดังนี้ การเปลี่ยนบัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำที่ใช้กับระบบแสงสว่างในแต่ละขั้นตอนการผลิต การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ และการเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน เพื่อเป็นการลดค่าไฟฟ้าและประหยัดพลังงานไฟฟ้า สำหรับการล้างอุปกรณ์ ควรทำการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นการใช้พลังงานทดแทน เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง และไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศกับสิ่งแวดล้อม

### 4.7 การคัดเลือกเทคโนโลยีสะอาด

จากรายการทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (ตารางที่ 4.5) พบทางเลือกที่สามารถปฏิบัติได้ คือ การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำที่ใช้กับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ในแต่ละขั้นตอนการผลิต เพื่อประหยัดค่าไฟฟ้า การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศเพื่อลดการทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำ และการเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงานเพื่อช่วยประหยัดค่าไฟฟ้า ส่วนทางเลือกที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม คือ การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ร่วมกับระบบทำน้ำร้อนระบบเดิมที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากทางเลือกดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงประมาณ 485,000 บาท และต้องคำนึงถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต (ตารางที่ 4.6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4.5** รายการทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

| ขั้นตอนการผลิต | ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด | เทคนิคเทคโนโลยีสะอาด |
|---|---|---|
| การตรวจรับไข่ฟัก<br>การเก็บรักษาไข่ฟัก<br>การฟักไข่<br>การส่องไข่<br>การนำไข่เข้าตู้เกิด<br>การออกลูกไก่ | เปลี่ยนอุปกรณ์ | - ติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low loss ballast) |
| การล้างอุปกรณ์ | ปรับอุปกรณ์ | - ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ |
| การคัดลูกไก่ | เปลี่ยนอุปกรณ์<br><br><br>ปรับพฤติกรรม | - ติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low loss ballast)<br>- ติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ<br>- การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน |
| การให้วัคซีน<br>การบรรจุลูกไก่ | เปลี่ยนอุปกรณ์ | - ติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low loss ballast) |

**ตารางที่ 4.6** การคัดเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่สามารถปฏิบัติได้

| เทคนิคเทคโนโลยีสะอาด | สามารถปฏิบัติได้ | ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม | ไม่สามารถปฏิบัติได้ | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ | ✓ | | | |
| การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ | ✓ | | | |
| การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน | ✓ | | | |
| การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ | | ✓ | | มีการลงทุนสูง |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**4.8. การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกด้านเทคนิค**

จากตารางที่ 4.6 นำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด มาทำการประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิค พบว่า ทางเลือกด้านเทคนิคของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ (ตารางที่ 4.7) ได้แก่ การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน และการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มีความเป็นไปได้ด้านเทคนิคเป็น 12, 12, 12 และ 11 คะแนนตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ซึ่งทุกทางเลือกมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้

**4.9 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกด้านเศรษฐศาสตร์**

จากตารางที่ 4.6 นำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด มาทำการประเมินความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่า ทางเลือกด้านเศรษฐศาสตร์ของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ (ตารางที่ 4.8) ได้แก่ การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน และการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มีความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์เป็น 3 คะแนนทุกประเด็น จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งแม้จะได้คะแนนต่ำแต่ทุกทางเลือกมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้

**4.10 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกด้านสิ่งแวดล้อม**

จากตารางที่ 4.6 นำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด มาทำการประเมินความเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ทางเลือกด้านสิ่งแวดล้อมของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ (ตารางที่ 4.9) ได้แก่ การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน และการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มีความเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อมเป็น 2, 2, 2 และ 3 คะแนนตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งแม้จะได้คะแนนต่ำแต่ทุกทางเลือกมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4.7** การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกด้านเทคนิคของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้

| ลำดับ | รายการ | ใช่ | | ไม่ใช่ | | ไม่แน่ใจ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | เคยมีบริษัทอื่นใช้ทางเลือกนี้มาก่อนหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 2 | ทางเลือกนี้จะรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 3 | ทางเลือกนี้ไม่กระทบต่อกระบวนการผลิต | ✓ | ✓ | | | | |
| 4 | ไม่ต้องเพิ่มจำนวนพนักงานใช่หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 5 | พนักงานสามารถทำการผลิตโดยใช้ทางเลือกนี้ได้หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 6 | ไม่ต้องให้การอบรมพนักงานเพิ่มเติมใช่หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 7 | ทางเลือกนี้จะทำให้ของเสียน้อยลง | | | ✓ | ✓ | | |
| 8 | ทางเลือกนี้จะไม่เป็นการเปลี่ยนชนิดของของเสียจากอย่างหนึ่งเป็นอย่างอื่นซึ่งอันตรายมากกว่า | ✓ | ✓ | | | | |
| 9 | ทางเลือกนี้เหมาะสมกับผังของโรงงานหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 10 | ผู้ขายเทคโนโลยีสามารถรับประกันได้หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 11 | ทางเลือกนี้จะทำให้สภาพแวดล้อมของการทำงานดีขึ้น ปลอดภัยขึ้นหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 12 | ทางเลือกนี้ลดของเสียที่แหล่งกำเนิดหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 13 | อะไหล่หาง่ายหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 14 | เป็นทางเลือกที่ใช้ง่ายหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 15 | ทางเลือกนี้ส่งเสริมการนำกลับมาใช้ใหม่หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| **คะแนนรวม** | | **12** | **12** | **3** | **3** | **-** | **-** |

หมายเหตุ 1. การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

2. การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4.7** การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกด้านเทคนิคของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ (ต่อ)

| ลำดับ | รายการ | ใช่ | | ไม่ใช่ | | ไม่แน่ใจ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 1 | เคยมีบริษัทอื่นใช้ทางเลือกนี้มาก่อนหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 2 | ทางเลือกนี้จะรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 3 | ทางเลือกนี้ไม่กระทบต่อกระบวนการผลิต | ✓ | ✓ | | | | |
| 4 | ไม่ต้องเพิ่มจำนวนพนักงานใช่หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 5 | พนักงานสามารถทำการผลิตโดยใช้ทางเลือกนี้ได้หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 6 | ไม่ต้องให้การอบรมพนักงานเพิ่มเติมใช่หรือไม่ | ✓ | | | ✓ | | |
| 7 | ทางเลือกนี้จะทำให้ของเสียน้อยลง | | | ✓ | ✓ | | |
| 8 | ทางเลือกนี้จะไม่เป็นการเปลี่ยนชนิดของของเสียจากอย่างหนึ่งเป็นอย่างอื่นซึ่งอันตรายมากกว่า | ✓ | ✓ | | | | |
| 9 | ทางเลือกนี้เหมาะสมกับผังของโรงงานหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 10 | ผู้ขายเทคโนโลยีสามารถรับประกันได้หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 11 | ทางเลือกนี้จะทำให้สภาพแวดล้อมของการทำงานดีขึ้น ปลอดภัยขึ้นหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 12 | ทางเลือกนี้ลดของเสียที่แหล่งกำเนิดหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 13 | อะไหล่หาง่ายหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 14 | เป็นทางเลือกที่ใช้ง่ายหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 15 | ทางเลือกนี้ส่งเสริมการนำกลับมาใช้ใหม่หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| **คะแนนรวม** | | **12** | **11** | **3** | **4** | **-** | **-** |

หมายเหตุ 3. การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน

4. การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4.8** การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกด้านเศรษฐศาสตร์ของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้

| ลำดับ | รายการ | ใช่ | | ไม่ใช่ | | ไม่แน่ใจ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการใช้วัตถุดิบหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 2 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนสาธารณูปโภคหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 3 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจัดเก็บวัสดุและของเสียหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 4 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนค่าปรับตามกฎหมายหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 5 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนเรื่องการเจ็บป่วย / อุบัติเหตุของคนงานหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 6 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจ่ายค่าประกันหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 7 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการกำจัดของเสียหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 8 | ทางเลือกนี้มีระยะเวลาคืนทุนที่น่าพอใจหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 9 | ทางเลือกนี้เหมาะสมกับการลงทุนหรือไม่ (พิจารณาทั้งต้นทุนขั้นแรกและต้นทุนในการบำรุงรักษา) | ✓ | ✓ | | | | |
| **คะแนนรวม** | | **3** | **3** | **6** | **6** | **-** | **-** |

หมายเหตุ 1. การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

2. การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4.8** การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกด้านเศรษฐศาสตร์ของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ (ต่อ)

| ลำดับ | รายการ | ใช่ | | ไม่ใช่ | | ไม่แน่ใจ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 1 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการใช้วัตถุดิบหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 2 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนสาธารณูปโภคหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 3 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจัดเก็บวัสดุและของเสียหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 4 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนค่าปรับตามกฎหมายหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 5 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนเรื่องการเจ็บป่วย / อุบัติเหตุของคนงานหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 6 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจ่ายค่าประกันหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 7 | ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการกำจัดของเสียหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 8 | ทางเลือกนี้มีระยะเวลาคืนทุนที่น่าพอใจหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 9 | ทางเลือกนี้เหมาะสมกับการลงทุนหรือไม่ (พิจารณาทั้งต้นทุนขั้นแรกและต้นทุนในการบำรุงรักษา) | ✓ | ✓ | | | | |
| **คะแนนรวม** | | **3** | **3** | **6** | **6** | **-** | **-** |

หมายเหตุ 3. การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน

4. การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4.9** การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกด้านสิ่งแวดล้อมของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้

| ลำดับ | รายการ | ใช่ | | ไม่ใช่ | | ไม่แน่ใจ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของของเสีย และกากตะกอนหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 2 | ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของน้ำทิ้งหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 3 | ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของมลพิษทางอากาศหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 4 | ทางเลือกนี้ทำให้สุขภาพ และความปลอดภัยของพนักงานดีขึ้นหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 5 | ทางเลือกนี้ลดการใช้วัตถุดิบ (ต่อหน่วยผลผลิต) หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 6 | ทางเลือกนี้ลดการใช้สารเสริมในกระบวนการผลิต (ต่อหน่วยผลผลิต) หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 7 | ทางเลือกนี้ลดปริมาณการใช้พลังงาน (ต่อหน่วยผลผลิต)หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 8 | ทางเลือกนี้ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อีกหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 9 | ทางเลือกนี้เพิ่มโอกาสในการนำเอาของเสียกลับมาใช้ใหม่หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 10 | ทางเลือกนี้เพิ่มโอกาสการนำผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| **คะแนนรวม** | | **2** | **2** | **8** | **8** | **-** | **-** |

หมายเหตุ 1. การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

2. การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4.9** การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกด้านสิ่งแวดล้อมของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ (ต่อ)

| ลำดับ | รายการ | ใช่ | | ไม่ใช่ | | ไม่แน่ใจ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 1 | ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของของเสียและกากตะกอนหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 2 | ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของน้ำทิ้งหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 3 | ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของมลพิษทางอากาศหรือไม่ | | ✓ | ✓ | | | |
| 4 | ทางเลือกนี้ทำให้สุขภาพ และความปลอดภัยของพนักงานดีขึ้นหรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 5 | ทางเลือกนี้ลดการใช้วัตถุดิบ (ต่อหน่วยผลผลิต) หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 6 | ทางเลือกนี้ลดการใช้สารเสริมในกระบวนการผลิต (ต่อหน่วยผลผลิต) หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 7 | ทางเลือกนี้ลดปริมาณการใช้พลังงาน (ต่อหน่วยผลผลิต) หรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 8 | ทางเลือกนี้ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อีกหรือไม่ | ✓ | ✓ | | | | |
| 9 | ทางเลือกนี้เพิ่มโอกาสในการนำเอาของเสียกลับมาใช้ใหม่หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| 10 | ทางเลือกนี้เพิ่มโอกาสในการนำเอาผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่หรือไม่ | | | ✓ | ✓ | | |
| **คะแนนรวม** | | **2** | **3** | **8** | **7** | **-** | **-** |

หมายเหตุ 3. การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน

4. การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## 4.11 การคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติ

ผลจากการประเมินความเป็นไปได้ในด้านต่าง ๆ จากหัวข้อ 4.8 – 4.10 สามารถสรุปความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (ตารางที่ 4.10) ดังนี้ ทางเลือกที่สามารถนำมาปฏิบัติได้ในระยะสั้น คือ การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ และการเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน สำหรับการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ แม้จะได้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ แต่ในการศึกษานี้ยังไม่ได้นำไปปฏิบัติได้ทันที เนื่องจากมีการลงทุนสูง และต้องได้รับการพิจารณาจากผู้บริหารระดับสูงต่อไป

**ตารางที่ 4.10** การคัดทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติ

| ทางเลือก CT | คะแนนความเป็นไปได้ | | | รวมคะแนนปฏิบัติ | ได้/ไม่ได้ |
|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านเทคนิค * | ด้านเศรษฐศาสตร์ ** | ด้านสิ่งแวดล้อม *** | | |
| การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ | 3 | 1 | 1 | 5 | ได้ |
| การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ | 3 | 1 | 1 | 5 | ได้ |
| การเปิด-ปิดโคมไฟตามลักษณะงาน | 3 | 1 | 1 | 5 | ได้ |
| การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ | 3 | 1 | 1 | 5 | ได้ |

**หมายเหตุ :** คะแนนเกณฑ์การประเมิน 1 = ต่ำ 2 = ปานกลาง 3 = สูง โดยประเมินจากผลรวมคะแนนการประเมินความเป็นไปได้ในด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม

* จากตารางที่ 4.8 คะแนน 1-5 ได้ 1 (ต่ำ), 6-10 ได้ 2 (ปานกลาง), 11-15 ได้ 3 (สูง)

** จากตารางที่ 4.9 คะแนน 1-3 ได้ 1 (ต่ำ), 4- 6 ได้ 2 (ปานกลาง), 7 - 9 ได้ 3 (สูง)

*** จากตารางที่ 4.10 คะแนน 1-3 ได้ 1 (ต่ำ), 4- 6 ได้ 2 (ปานกลาง), 7 -10 ได้ 3 (สูง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

## 4.12 มูลค่าการประหยัดและระยะเวลาคืนทุนของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

จากการคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติในข้อ 4.11 พบว่าทุกรายการทางเลือกทางเทคโนโลยีสะอาด ได้แก่ การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน และการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปปฏิบัติ โดยมีมูลค่าการประหยัด และระยะเวลาคืนทุนของแต่ละทางเลือกดังนี้

**1. การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ**

การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (ภาพที่ 4.17) เป็นประเด็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดค่าไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง ซึ่งก่อนการปรับปรุงพบว่า มีการใช้บัลลาสต์ธรรมดาเป็นอุปกรณ์ประกอบวงจรระบบแสงสว่าง ซึ่งปรับปรุงโดยการเปลี่ยนจากบัลลาสต์ธรรมดาเป็นบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำทั้งหมดจำนวน 203 ตัว ราคาบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำเท่ากับ 180 บาทต่อตัว รวมมูลค่าการลงทุน 36,540 บาท สามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ 362.44 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งราคาค่าไฟฟ้า 2.80 บาทต่อหน่วย มีมูลค่าการประหยัด 1,014.83 บาทต่อเดือน หรือ 12,178 บาทต่อปี มีระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 36 เดือน (รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ)

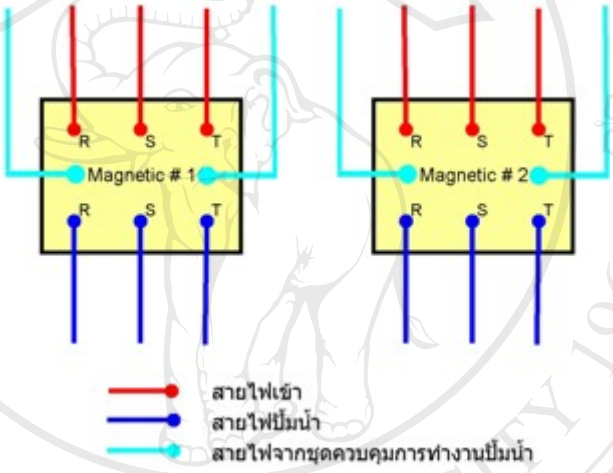
**ที่มา** บริษัท ฟิลิปส์อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

**ภาพที่ 4.17** บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

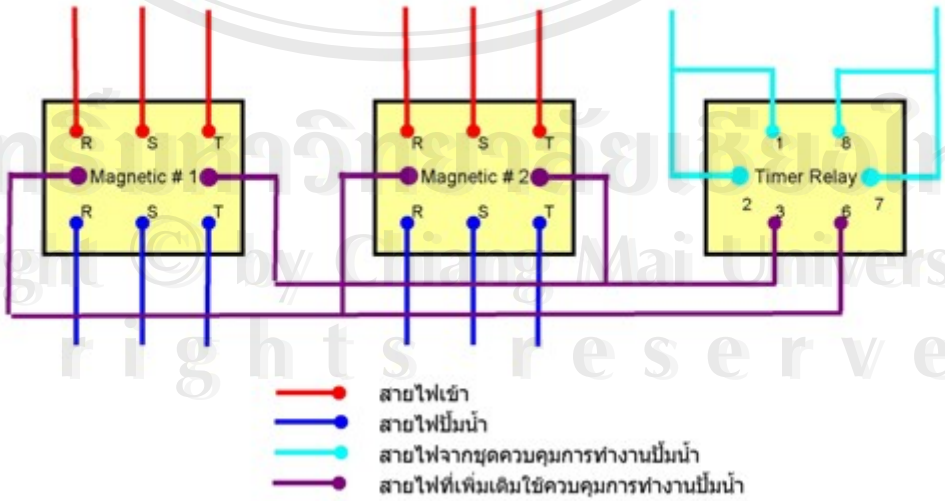
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2. การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ**

การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศที่ห้องลูกไก่ (ภาพที่ 4.18-4.19) เป็นประเด็นหนึ่งที่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า ซึ่งก่อนการปรับปรุง พบว่า การทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำระบบระบายอากาศ ขนาด1/2 แรงม้าต่อตัว ใช้กระแสไฟฟ้า 2.6 แอมป์ ใช้กำลังไฟฟ้า 146.43 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งทำการปรับปรุงโดยการติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำ จำนวน 1 ตัว ราคารวมค่าติดตั้ง 1,900 บาท สามารถประหยัดการใช้กำลังไฟฟ้าได้ 73.28 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็นมูลค่าการประหยัดค่าไฟฟ้า 205 บาทต่อเดือน หรือ 2,462 บาทต่อปี มีระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 9 เดือน 7 วัน (รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ)




**ภาพที่ 4.18** แผนผังระบบไฟฟ้าก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำ

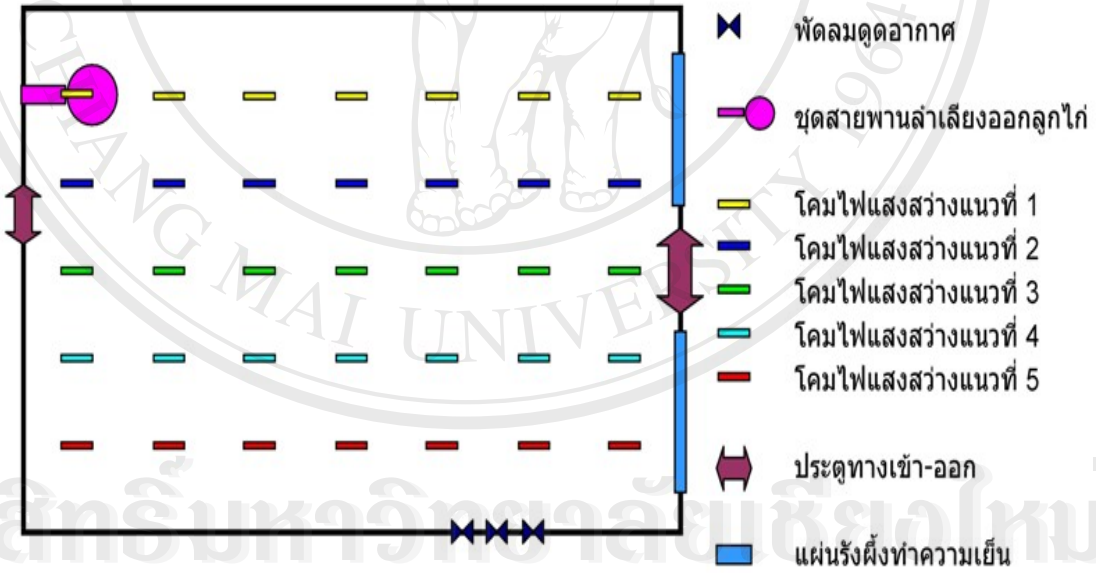



**ภาพที่ 4.19** การออกแบบอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**3. การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน**

การจัดการระบบแสงสว่างที่โรงงานทั่วไปควรทำ คือ การกำหนดระเบียบการปิดโคมไฟทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน ซึ่งจะเป็นการช่วยลดค่าไฟฟ้าลงได้ จากการสำรวจและสังเกตวิธีการทำงานภายในอาคารโรงฟัก พบว่า ไม่มีการปิดโคมไฟในส่วนที่ไม่ได้ใช้งานหรือในส่วนที่เลิกปฏิบัติงาน ทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ การใช้แสงสว่างอย่างถูกต้องโดยการเปิดโคมไฟเฉพาะในขณะปฏิบัติงาน เป็นการจัดการการใช้ไฟฟ้าที่ช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานและค่าไฟฟ้า โดยไม่มีมูลค่าการลงทุน การปิดโคมไฟแนวที่ 1, 2 และ 3 หลังจากเลิกปฏิบัติงาน (ภาพที่ 4.20) สามารถประหยัดไฟได้เท่ากับ 193.18 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งจากราคาค่าไฟฟ้า 2.80 บาทต่อหน่วย จะมีมูลค่าการประหยัด 540.90 บาทต่อเดือน ดังนั้น การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงานทำให้เกิดมูลค่าการประหยัดได้รวม 6,491 บาทต่อปี ผลตอบแทนจะได้ทันทีที่ได้ดำเนินการ (รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ)

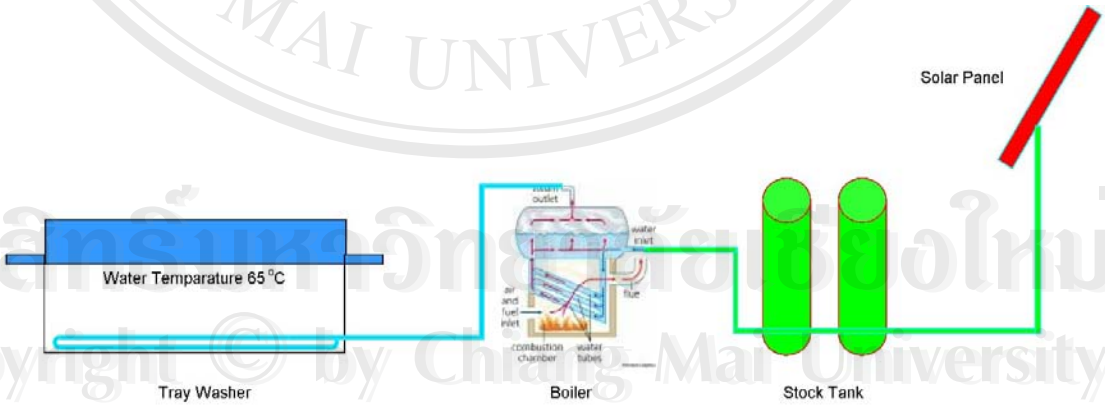



**ภาพที่ 4.20** การออกแบบการปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**4. การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์**

เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นระบบที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานความร้อนแทนการใช้ไฟฟ้า น้ำมัน แก๊ส อีกทั้งยังไร้มลภาวะ ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งในปัจจุบันนี้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีแนวโน้มสูงขึ้น จากเดิมอยู่ในช่วง 11,000 – 24,830 บาทต่อลูกบาศก์เมตร (การคำนวณใช้ 25,000 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งส่งผลต่อภาคอุตสาหกรรมการผลิต ทำให้มีการกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน การใช้พลังงานทดแทน และมีการรณรงค์ให้มีการใช้พลังงานอย่างถูกวิธี และมีประสิทธิภาพ โดยการดำเนินมาตรการต่าง ๆ ในการที่จะทำให้เกิดการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพและได้ประโยชน์สูงสุด การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในขั้นตอนการล้างอุปกรณ์ (ภาพที่ 4.21) เป็นประเด็นที่น่าสนใจ โดยทำการติดตั้งเครื่องทำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ร่วมกับการใช้น้ำมันดีเซลที่เป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำที่หม้อต้มน้ำ โดยเราใช้ระบบทำน้ำร้อนที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นระบบหลัก และให้ระบบที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นระบบเสริมช่วยในกรณีที่ระบบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ให้พลังงานไม่เพียงพอกับความต้องการ การใช้หม้อต้มน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำสำหรับการล้างอุปกรณ์ ก่อนการปรับปรุงพบว่า การต้มน้ำที่ใช้ในกระบวนการล้างอุปกรณ์ มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 5.760 ลูกบาศก์เมตรต่อปี มีค่าซ่อมบำรุงรักษาหม้อต้มน้ำ 85,000 บาทต่อปี รวมค่าใช้จ่ายต่อปีเท่ากับ 229,000 บาท การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ต้องจ่ายค่าลงทุนเป็นเงิน 485,000 บาท (บริษัท ทีซัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด) ดังนั้นคิดเป็นมูลค่าที่ประหยัดได้ 183,200 บาทปี มีระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 31 เดือน 24 วัน (รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ)




**ที่มา** บริษัท ทีซัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

**ภาพที่ 4.21** การออกแบบแผนผังเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในด้านการลงทุน มูลค่าการประหยัด และระยะเวลาในการคืนทุน ประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงประเด็นสิ่งแวดล้อม พบว่า การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน และการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้เกิดมูลค่าการประหยัดทั้งหมด 221,331 บาทต่อปี (ตารางที่ 4.11)

จากรายงานงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการการใช้พลังงาน พบว่า การเปลี่ยนจากบัลลาสต์ธรรมดาเป็นบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ ได้ถูกนำมาใช้กับการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 598,473.10 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 3.93 ปี และมีอัตราผลตอบแทนการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์เท่ากับร้อยละ 29.74 (สุรินทร์ จันทสุรียวิช, 2546) และการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สามารถคิดเป็นมูลค่าที่ประหยัดได้ 1,195,556.85 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 8.78 ปี (ปรีชา ศรีประภาคาร, 2546) สำหรับการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ถูกนำมาใช้กับระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนอาคารสุจิณโณ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ โดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ได้คำนวณรวมไปถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายเริ่มต้น ทั้งนี้เนื่องจากระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้ถูกติดตั้งอยู่ก่อนแล้วตั้งแต่สร้างอาคารสุจิณโณ ทำให้สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 24,717 บาทต่อเดือน (โสภนาท ฤทธิโสม และเอกลักษณ์ ศรีพลากิจ, 2544)

เนื่องจากยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดสำหรับโรงฟักไข่ ดังนั้น ผู้ศึกษาคาดว่าการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเกษตรภาคปศุสัตว์ ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายให้กับโรงฟักได้มากขึ้นและยังช่วยลดมลพิษที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม อีกทั้งถ้าบริษัทให้การสนับสนุนและส่งเสริม และพนักงานให้ความร่วมมือในการทำเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง คาดว่าจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มรายได้ให้แก่องค์กรมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการปลูกจิตสำนึกให้กับบุคลากรในองค์กร ในการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4.11** มูลค่าการลงทุน มูลค่าการประหยัด และระยะเวลาคืนทุนของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่เสนอแนะ

| ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด | การประเมินความเป็นไปได้ | | | ประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ | ประโยชน์ต่อประเด็นสิ่งแวดล้อม |
|---|---|---|---|---|---|
| | มูลค่าการลงทุน (บาท) | มูลค่าการประหยัด (บาท/ปี) | ระยะเวลาคืนทุน (เดือน) | | |
| การติดตั้งบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low loss ballast) | 36,540.00 | 12,178.00 | 36.0 | ลดต้นทุนและประหยัดค่าไฟฟ้า | ประหยัดพลังงาน |
| การติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้กับระบบระบายอากาศ | 1,900.00 | 2,462.00 | 9.2 | ลดต้นทุนและประหยัดค่าไฟฟ้า | ประหยัดพลังงาน |
| การเปิด-ปิดโคมไฟตามเวลาปฏิบัติงาน | - | 6,491.00 | - | ลดต้นทุนและประหยัดค่าไฟฟ้า | ประหยัดพลังงาน |
| การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ | 485,000.00 | 183,200.00 | 31.80 | ลดต้นทุนและประหยัดค่าเชื้อเพลิง | ประหยัดพลังงานและลดมลพิษทางอากาศ |
| **รวม** | **523,440.00** | **204,331.00** | | | |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved