

การใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด
กรณีศึกษา โรงพยาบาลนครพิงค์

ชุตินาถ ทักษจันทร์

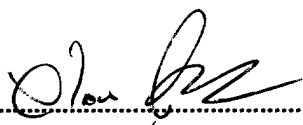
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

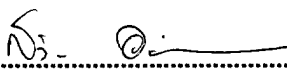
2551

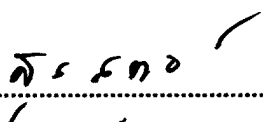
การใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด
กรณีศึกษา โรงพยาบาลนครพิงค์
ชุตินาถ ทักจันทร์
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์..... อิศรา ปรังนต.....ประธานกรรมการ
(ดร.วิสาขา ภูจินดา)

รองศาสตราจารย์..... .....กรรมการ
(ดร.จำลอง โพธิ์บุญ)

อาจารย์..... .....กรรมการ
(ดร.สุวิน อภิชาติพัฒนศิริ)

รองศาสตราจารย์..... .....คณบดี
(ดร.สุรสิทธิ์ วชิรขจร)

วันที่..... ๓.....ตุลาคม พ.ศ. 2551

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	การใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษา โรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่
ชื่อผู้เขียน	นางสาวชุตินาถ ทิศจันทร์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
ปีการศึกษา	2551

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์แนวคิดเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการจัดการพลังงานจากหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลใน โรงพยาบาลนครพิงค์ และศึกษาทางเลือกที่เหมาะสมมาใช้ดำเนินการปรับปรุงหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

การศึกษานี้ได้เก็บข้อมูลจากการสำรวจ สัมภาษณ์ การตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด การวิเคราะห์สาเหตุของการด้อยประสิทธิภาพ ในด้านประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และบริหารจัดการ ประชุมระดมสมองและนำทางเลือกไปปฏิบัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยมีทางเลือกในการปฏิบัติ ได้แก่ การปรับปรุงการเผาไหม้ การซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ และการควบคุมการปล่อยควัน

ผลการดำเนินการตามทางเลือกพบว่า ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำเพิ่มจาก 78.59% เป็น 84.7% ใช้เชื้อเพลิงดีเซลลดลง 3,791 ลิตรต่อเดือน สามารถประหยัดค่าใช้จ่าย 113,750 บาทต่อเดือน และมีของเสียจากหม้อไอน้ำลดลง นอกจากนี้การจัดการที่ดี การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงาน และการได้รับความร่วมมือจากบุคลากรของโรงพยาบาล ดังนั้น การปรับปรุงการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายและพลังงาน

ABSTRACT

Title of Thesis	Application of Cleaner Technology for Efficiency Utilization of Boiler : A Case Study of Nakornping Hospital
Author	Miss Chutinad Taschan
Degree	Master of Science (Environmental Management)
Year	2008

The purposes of this study were 1) to apply cleaner technology concepts to manage energy use in a diesel fuel boiler in Nakornping Hospital, and 2) to assess the feasibility of applying alternatives to improve boiler efficiency. The data collection was carried out by inspection, in-depth interview, and an assessment of cleaner technology use. In addition, problems and obstacle were investigated using brainstorming and focus group. The appropriate alternatives comprised of improvement of combustion, steam leakers repairing and blow down controlling.

The result of the modifications using the concept showed that boiler efficiency increased from 75% to 84.7%, diesel consumption decreased 3,711 liters per month that save 113,750 bath per month, and waste produced from boiler also decreased. Furthermore, good management administration by proper operation, adequate budget allocation and cooperation from hospital personnel could help improve the boiler efficiency and also save cost and energy.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดสำเร็จลุล่วงด้วยการสนับสนุนและช่วยเหลือพร้อมทั้งการให้คำแนะนำเป็นอย่างดีจากบุคคลหลายท่าน

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสาขา ภูจินดา ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. จำลองโพธิ์บุญ และดร. สุวิน อภิชชาติพัฒนศิริ กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอนทำให้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณ ทันตแพทย์รัชชัย นภาพรฤทธิ์เจริญ ในการเขียนบทคัดย่อและ Abstract ตลอดจนคำปรึกษา คุณเชาวลิต เมฆศิริกุล คุณวิรุฬ ศรีทิมาสถาพร คุณถาวร ชมวิหก คุณบุญเลิศ เรียรพานิช ผู้เชี่ยวชาญเรื่องหม้อไอน้ำ กองวิศวกรรมการแพทย์ ที่ได้ตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือเพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ และอาจารย์ทุกท่านของหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม ที่ได้ถ่ายทอดและให้ความรู้แก่ผู้ศึกษา

ขอขอบคุณ คุณประกิจ ประคุณกร รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร คุณวลีลักษณ์ พิพัฒน์รัตนถาวร พยาบาลอาชีวอนามัย คุณอรุณศักดิ์ ปิยะกุล หัวหน้างานซ่อมบำรุง โรงพยาบาลนครพิงค์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการประสานงานติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลตลอดเวลาที่ทำการศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์ของผู้ศึกษาสำเร็จลุล่วง

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณ สมาชิกในครอบครัวของผู้เขียน ที่ได้ช่วยส่งเสริม สนับสนุนและเป็นที่กำลังใจตลอดมา รวมทั้งผู้มีส่วนร่วมให้ความช่วยเหลือที่มีได้กล่าวมา ณ ที่นี้ ซึ่งได้ให้การสนับสนุนด้านต่างๆ และมีส่วนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ชุตินาถ ทักษจันทร์

ตุลาคม 2551

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล	4
2.2 หม้อไอน้ำ	27
2.3 ข้อมูลทั่วไปโรงพยาบาลนครพิงค์	38
2.4 การจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล	39
2.5 ผลงานวิจัย/กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง	47
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	50
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	51
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	53
3.4 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ	54

	หน้า
3.5 วิธีการศึกษา	55
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	56
3.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	72
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 การกำหนดนโยบาย	73
4.2 การจัดตั้งคณะทำงาน	74
4.3 การเตรียมความพร้อมคนในองค์กร	74
4.4 การประเมินเบื้องต้น	75
4.5 การประเมินละเอียด	86
4.6 ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดในการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ	90
4.7 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้	91
4.8 ผลการดำเนินการ	112
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 วิธีการดำเนินงานใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด	116
5.2 ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด และผลการประเมินความเหมาะสมและ ความเป็นไปได้ของทางเลือก	119
5.3 ผลการดำเนินการ ปัญหาและอุปสรรค ด้านประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการบริหารจัดการ	124
5.4 อภิปรายผลการศึกษา	126
5.5 ข้อเสนอแนะ	127
บรรณานุกรม	129
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายนามคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาลนครพิงค์	131
ภาคผนวก ข ตารางที่ ข 1 เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ด้านปริมาณ (Quantity, Q)	132
ตารางที่ ข 2 เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ด้านผลกระทบ (Effect, E)	133

	หน้า
ตารางที่ ข 3 เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	134
ด้านการกระจายตัว (Distribution, D)	
ภาคผนวก ค แนวคำถามการสัมภาษณ์	135
ภาคผนวก ง รายนามผู้เชี่ยวชาญ	145
ภาคผนวก จ รายงานการตรวจวิเคราะห์น้ำ	146
ประวัติผู้เขียน	152

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ก๊าซไอเสียที่เหมาะสมของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด
2.2	การตรวจสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ด้วยตาเปล่า
2.3	มาตรฐานคุณสมบัติของน้ำ
2.4	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฉนวนชนิดต่างๆ
2.5	อัตราบุคลากรของโรงพยาบาลนครพิงค์
3.1	ผู้ให้สัมภาษณ์จำแนกตามตำแหน่งและการให้ข้อมูล
3.2	ผู้เข้าร่วมประชุมระดมสมองจำแนกตามตำแหน่งและการให้ข้อมูล
3.3	การกำหนดน้ำหนักการประเมิน
3.4	รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักทางด้านประสิทธิภาพ
3.5	การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นด้านวิศวกรรม/ประสิทธิภาพ
3.6	รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักทางด้านเศรษฐศาสตร์
3.7	การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นด้านเศรษฐศาสตร์
3.8	รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักทางด้านสิ่งแวดล้อม
3.9	การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม
3.10	รายละเอียดการวิเคราะห์ด้านบริหารจัดการ
3.11	การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นด้านบริหารจัดการ
4.1	รายการเดินสำรวจ
4.2	ข้อมูลการใช้พลังงานในโรงพยาบาลนครพิงค์
4.3	ข้อมูลราคาหรือค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน โรงพยาบาลนครพิงค์
4.4	ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากร
4.5	ผลกระทบเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์
4.6	ผลกระทบสิ่งแวดล้อม
4.7	การจัดลำดับความสำคัญจากการประเมินเบื้องต้น
4.8	การพิจารณาทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดและโอกาส

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.9 ผลการตรวจสอบก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงปริมาณการโบลว์ดาวน์	93
4.10 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้	95
4.11 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้	95
4.12 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการควบคุมการโบลว์ดาวน์	96
4.13 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการควบคุมการโบลว์ดาวน์	97
4.14 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ	97
4.15 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ	98
4.16 ร้อยละ ของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความรู้ ในการใช้หม้อไอน้ำ ให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด	103
4.17 ทศนคติของกลุ่มตัวอย่างต่อการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วย เทคโนโลยีสะอาด	105
4.18 คะแนนที่ได้เทียบกับความสำเร็จของตัวชี้วัด	108
4.19 สรุปผลคะแนนในการประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ด้าน ประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และบริหารจัดการ	111
4.20 การลำดับทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด	112
4.21 ปริมาณการใช้น้ำมันหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	113
4.22 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลของโรงพยาบาลนครพิงค์ก่อนและหลังปรับปรุง ประสิทธิภาพ	114
4.23 ปริมาณและค่าน้ำมันดีเซลก่อนและหลังปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ เฉลี่ยต่อเดือน	114

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กลยุทธ์ในการจัดการสิ่งแวดล้อม	6
2.2 หลักการดำเนินงานของเทคโนโลยีสะอาด	7
2.3 หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟ	27
2.4 ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	28
2.5 แผนภูมิสมดุลพลังงานของหม้อไอน้ำ	29
2.6 การสูญเสียความร้อนของหม้อไอน้ำ	30
2.7 กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซไอเสีย(น้ำมันดีเซล)	32
2.8 กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ	33
3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	51
4.1 สำเนานโยบายเทคโนโลยีสะอาดโรงพยาบาลนครพิงค์	73
4.2 สถานที่ตั้งหม้อไอน้ำของโรงพยาบาล	87
4.3 หม้อไอน้ำของโรงพยาบาลนครพิงค์	87
4.4 การตรวจสอบสภาพหม้อไอน้ำ	88
4.5 รอยรั่วของท่อไอน้ำ	89
4.6 การเก็บน้ำคอนเดนเสท	89
4.7 การตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้	92
4.8 การซ่อมแซมรอยรั่วของหม้อไอน้ำ จุดที่ 1	112
4.9 การซ่อมแซมรอยรั่วของหม้อไอน้ำ จุดที่ 2	113

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีสะอาด เป็นเทคโนโลยีหนึ่งในการจัดการมลพิษที่แหล่งกำเนิด รวมถึงการนำกลับมาใช้ซ้ำ และการนำมาใช้ใหม่ จากการดำเนินการกิจกรรมผลิต และการบริการต่างๆ การใช้เทคโนโลยีสะอาดจะช่วยให้ผู้ประกอบการลดค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมลพิษ วัสดุ และพลังงาน เนื่องจากของเสียหรือมลพิษในระบบลดลง และมีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นการแสดงถึงความรับผิดชอบต่อและเอาใจใส่ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยังช่วยลดมลภาวะที่ทำให้เกิดโลกร้อน (Global warming) ได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำเทคโนโลยีสะอาดไปใช้ในการกิจการโรงงานอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง เพราะนอกจากจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตแล้ว ยังเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง ในขณะที่หน่วยบริการสาธารณสุขเองโดยเฉพาะในโรงพยาบาลเริ่มได้มีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ โดยมีโรงพยาบาลในสังกัดกรมการแพทย์ 1 แห่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) และโรงพยาบาลในสังกัดกรุงเทพมหานคร 9 แห่ง (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยและสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2549: 73-90) ซึ่งเน้นในเรื่องการจัดการมูลฝอยในโรงพยาบาลด้วยเทคโนโลยีสะอาด ทำให้สามารถลดปริมาณมูลฝอยและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการลงไปมาก สำหรับโรงพยาบาลในสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขซึ่งมีจำนวนมากถึง 820 แห่งยังไม่มีมีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

โรงพยาบาลเป็นศูนย์กลางในการให้บริการด้านสุขภาพแก่ประชาชน ทั้งประชาชนที่ป่วยเป็นโรคติดต่อและไม่ติดต่อ รวมถึงประชาชนที่มีสุขภาพดี ในกระบวนการให้บริการนั้นก่อให้เกิดน้ำเสียปนเปื้อนเชื้อโรคมามากมาย เกิดมูลฝอยอันตราย ซึ่งเป็นมูลฝอยที่แตกต่างไปจากมูลฝอยทั่วไปที่เกิดจากชุมชนทั่วไป เช่น มูลฝอยติดเชื้อ ก่อให้เกิดอันตรายหรือเป็นแหล่งในการแพร่กระจายเชื้อโรค ทำให้ประชาชนผู้มารับบริการตลอดจนผู้อาศัยอยู่ในชุมชนใกล้เคียงเกิดการเจ็บป่วยหรือพิการ หรืออาจถึงแก่ความตายได้ นอกจากนี้ ในกระบวนการให้บริการด้านสุขภาพยังประกอบไปด้วยงานสนับสนุนด้านต่างๆ เช่น งานโภชนาการ งานซักฟอก งานจ่ายกลาง เป็นต้น งานต่างๆเหล่านี้ทำให้โรงพยาบาลมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น และยังก่อให้เกิดของเสียหรือมลพิษต่อ

สิ่งแวดล้อม อาทิเช่น มลพิษ ฝุ่นละออง ตลอดจนความร้อน ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งสิ้น

โรงพยาบาลนครพิงค์เป็นโรงพยาบาลหนึ่งที่มีความตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม และให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานเป็นอย่างมาก มีนโยบายที่จะใช้พลังงานทุกประเภทอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดการสูญเสียพลังงานที่ไม่จำเป็นให้มากที่สุด โดยยังคงความสามารถในการให้บริการทางการแพทย์ของโรงพยาบาล ได้มีการใช้หม้อไอน้ำ (Boiler) เป็นแหล่งผลิตพลังงานไอน้ำ ซึ่งเป็นพลังงานหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการทำความสะอาด ตลอดจนการฆ่าเชื้อ ซึ่งมีไอน้ำเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตไอน้ำ ประกอบกับน้ำร้อนที่ออกจากคอนเดนเสทถูกปล่อยทิ้งโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ เป็นต้น ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน สูญเสียค่าใช้จ่าย และยังเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ และผลจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมา

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการใช้หม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษาโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อนำเป็นโรงพยาบาลต้นแบบการพัฒนาการจัดการพลังงานจากหม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดพลังงานสูญเสียด้วยเทคโนโลยีสะอาด ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและอุปสรรคของการใช้หม้อไอน้ำในโรงพยาบาลนครพิงค์

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการจัดการพลังงานจากหม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดพลังงานสูญเสีย

1.2.3 เพื่อประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของทางเลือกในการจัดการพลังงานจากหม้อไอน้ำ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบวิธีการและทางเลือกเพื่อใช้ในการจัดการพลังงานจากหม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ และลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงตลอดจนพลังงานสูญเสียซึ่งนำไปสู่ค่าใช้จ่ายที่ลดลงโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด

1.3.2 ทราบปัญหาและอุปสรรคในการจัดการพลังงานจากหม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ และลดพลังงานสูญเสียด้วยเทคโนโลยีสะอาด ตลอดจนวิธีการในการแก้ไขปัญหา

1.3.3 สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงซึ่งนำไปสู่ค่าใช้จ่ายที่ลดลง

1.3.4 ได้ค้นแบบของโรงพยาบาลในการใช้พลังงานจากหม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้หม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดซึ่งทำการศึกษาเฉพาะหม้อไอน้ำในโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ ระยะเวลาในการศึกษามีถุนายน 2550 - พฤษภาคม 2551

1.5 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้กับหม้อไอน้ำ หมายถึง การปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตพลังงานจากหม้อไอน้ำ โดยก่อให้เกิดผลกระทบหรือความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดและมีความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ร่วมด้วย โดยลดมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิด การนำพลังงานที่ได้ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มกับประโยชน์มากที่สุด เช่น การนำพลังงานกลับมาใช้ซ้ำและการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ตลอดจนการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีและวัตถุดิบ เพื่อลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด

หม้อไอน้ำ หมายถึง เครื่องกำเนิดไอน้ำชนิดภาชนะฝาปิด ขนาด 100 แรงม้า ที่ใช้ในกิจกรรมซักฟอก และงานจ่ายกลางของโรงพยาบาล

พลังงานจากหม้อไอน้ำ หมายถึง พลังงานไอน้ำและพลังงานความร้อน ที่ได้จากหม้อไอน้ำ (Boiler) ในโรงพยาบาลงานสนับสนุนการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาล เช่น งานซักฟอก งานจ่ายกลาง เป็นต้น

การสูญเสียพลังงาน หมายถึง สถานการณ์หรือภาวะการณ์ที่มีการสูญเสียพลังงานทั้งไอน้ำและความร้อนที่ได้จากหม้อไอน้ำ (Boiler) ในโรงพยาบาล เช่น การปล่อยทิ้ง การรั่ว

ประสิทธิภาพ หมายถึง การดำเนินการทำให้ประสบผลสำเร็จและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยการใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด และการดำเนินการเป็นไปอย่างประหยัด ไม่ว่าจะเป็นระยะเวลา ทรัพยากร แรงงาน รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่ต้องใช้ในการดำเนินการนั้นๆ ให้เป็นผลสำเร็จ และถูกต้อง

ทางเลือกที่เหมาะสม หมายถึง ทางเลือกที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานจากหม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพและลดพลังงานสูญเสียโดยเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งได้พิจารณาด้านประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และการบริหารจัดการ

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาเรื่องการใช้พลังงานจากหม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดพลังงานสูญเสียด้วยเทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษาโรงพยาบาลนครพิงค์ ผู้วิจัยได้รวบรวม แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล

- หลักการของเทคโนโลยีสะอาด
- การประเมินความเป็นไปได้
- เทคโนโลยีสะอาดกับการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับหม้อไอน้ำ

2.3 ข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาลนครพิงค์

2.4 การจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล

2.5 ผลงานวิจัย/กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล

2.1.1 เทคโนโลยีสะอาด

2.1.1.1 ความหมายของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology: CT) มีความหมายใกล้เคียงกันหลายคำ เช่น การผลิตที่สะอาด (Cleaner Production: CP) การป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention: P2) การลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด (Waste Minimization: WM) ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-Efficiency) ซึ่งคำที่กล่าวมาข้างต้น ได้เน้นถึงการเปลี่ยนแปลงความคิดจากการแก้ไขที่ปลายเหตุมาเป็นการแก้ไขที่ต้นเหตุหรือแหล่งกำเนิด

ความหมายของเทคโนโลยีสะอาดนั้นได้มีผู้ให้ความหมายไว้มากมาย ดังนี้

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2545: 4-1) ได้ให้ความหมายของ เทคโนโลยีสะอาดว่า หมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด

รวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาเพื่อใช้ใหม่ เพื่อลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด

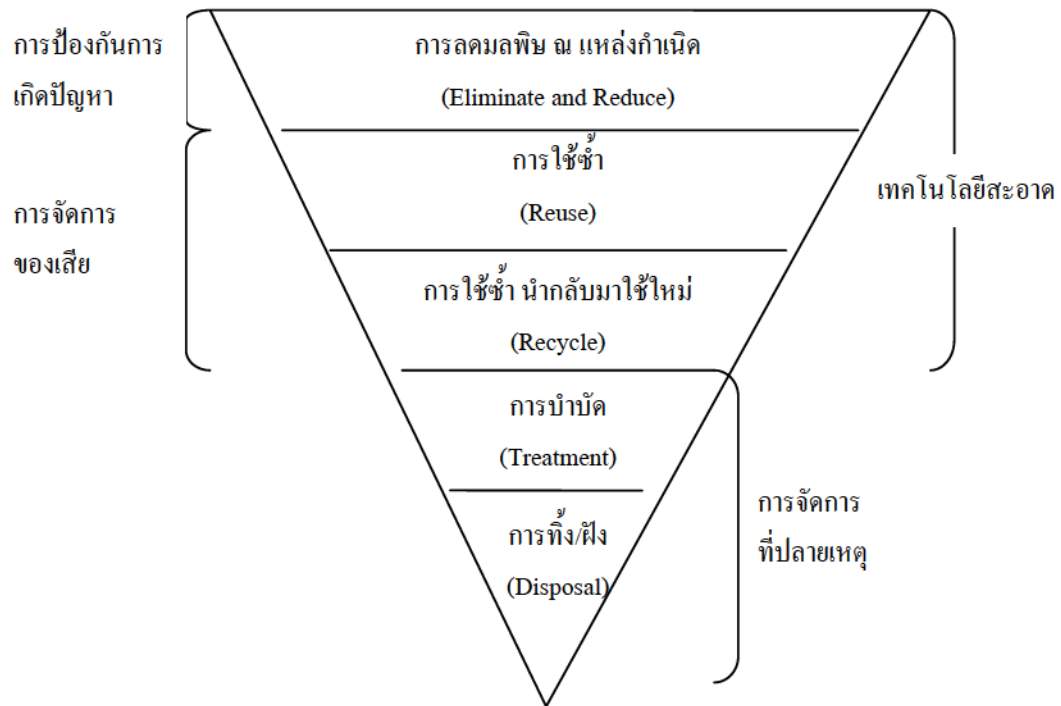
สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม (ม.ป.ป.: 1) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีสะอาด คือ การพัฒนา เปลี่ยนแปลง ปรับปรุงอย่างต่อเนื่องของกระบวนการผลิต หรือ การบริการ โดยก่อให้เกิดผลกระทบ หรือ ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในขณะนั้น โดยมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด และการใช้ซ้ำ และ/หรือ การเปลี่ยนแปลงเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่โดยการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร

สุเทพ ชีรสาสตร์ (2542 : 5-1) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีสะอาดว่า หมายถึง วิธีผสมผสานการป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์และบริการ อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดความเสี่ยงที่จะมีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

จะเห็นได้ว่า ความหมายของคำว่า “เทคโนโลยีสะอาด” ดังกล่าวข้างต้น เป็นหลักการที่เน้นแนวทางเชิงป้องกันด้านสิ่งแวดล้อม แก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุ ช่วยรักษา สภาพแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตไปพร้อมๆกัน

2.1.1.2 หลักการของเทคโนโลยีสะอาด

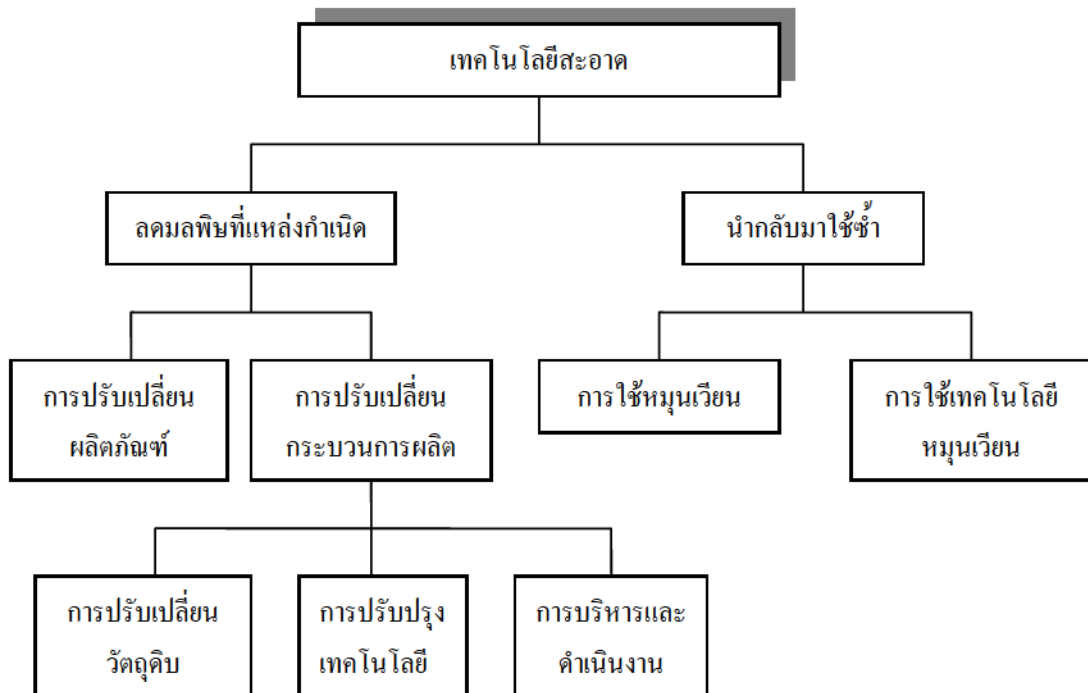
หลักการคิดของเทคโนโลยีสะอาดคือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด เพื่อขจัดปัญหาการสูญเสียและการเกิดมลพิษที่ต้นตอ และหากยังมีของเสียเกิดขึ้นต้องพยายามนำของเสียเหล่านั้นกลับมาใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ เพื่อให้มีของเสียที่ต้องการบำบัด หรือทำลายทิ้งหลงเหลืออยู่ให้น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย (สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.: 1) โดยกลยุทธ์ในการจัดการสิ่งแวดล้อมแสดงไว้ในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กลยุทธ์ในการจัดการสิ่งแวดล้อม

แหล่งที่มา: นพภาพร พานิชและคณะ, 2547: 1-36

เราอาจแบ่งหลักการของเทคโนโลยีสะอาดออกได้เป็น 2 หลักใหญ่ๆคือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการนำกลับมาใช้ซ้ำหรือนำกลับมาใช้ใหม่ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 หลักการดำเนินงานของเทคโนโลยีสะอาด

แหล่งที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545: 4-2

1) การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ในการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดจะต้องค้นหาแหล่งกำเนิดของเสียหรือมลพิษนั้นๆ เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อหาทางลดองค์ประกอบของมลพิษ ความเข้มข้น ปริมาณ และลักษณะความเป็นพิษ ตั้งแต่แหล่งกำเนิด ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงแหล่งรองรับของเสียทางสิ่งแวดล้อม การลดมลพิษสามารถแบ่งออกได้ 2 แนวทางใหญ่ ๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2550) คือ

1.1) การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ (Product Reformulation) เป็นการปรับปรุงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดการเกิดสารพิษ โดยพัฒนาการออกแบบให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เช่น ทำให้อยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นเพื่อลดจำนวนบรรจุภัณฑ์หรือเปลี่ยนเป็นรูปสารละลายผงเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ยกเลิกหีบห่อที่ไม่จำเป็น

1.2) การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต (Process Change) สามารถแบ่งออกได้ 3 แนวทางคือ การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน

1.2.1) เป็นการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ (Input Material

Change) เป็นการเลือกใช้วัตถุดิบที่สะอาด หมายถึง คุณสมบัติของวัตถุดิบเอง เช่น การยกเลิกหรือลดหรือการใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตราย หรือสารที่ก่อมลพิษสูงหากเป็นไปได้ควรมีการกำจัดออกตั้งแต่แหล่งที่มาก่อนการขนส่งเข้าสู่โรงงานเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต

1.2.2) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี (Technology Improvement) โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการ กลไก ในกระบวนการผลิตหรือปรับปรุงอุปกรณ์ในสายการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ หรือลดการสูญเสีย เปลี่ยนการออกแบบใหม่ เพิ่มระบบอัตโนมัติเข้าช่วย ปรับปรุงข้อจำกัดในการปฏิบัติงานและการใช้เทคโนโลยี เป็นต้น

1.2.3) การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน (Operational Improvement) โดยการปรับปรุงการบริหารระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิตให้สามารถลดต้นทุนการผลิต และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น มีกระบวนการทำงานและขั้นตอนการบำรุงรักษาที่ชัดเจน มีการบริหารการปฏิบัติงาน มีการฝึกอบรม มีวิธีปฏิบัติอย่างถูกต้อง มีระบบการจัดเก็บในโกดัง ชั้นเก็บของ ใช้ระบบ First in-First out เพื่อลดการสูญเสียจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีการวางแผนซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ หลีกเลี่ยงการรวมของเสียต่างชนิดเข้าด้วยกัน

2) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เป็นการพยายามนำของเสียที่เกิดขึ้นกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำเพื่อให้มีของเสียที่ต้องทำการบำบัดหรือฝังทิ้งเหลือน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย อาจแบ่งออกได้ 2 แนวทางคือ การใช้ซ้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

2.1) การนำกลับมาใช้ซ้ำ เป็นการนำของเสียจากกระบวนการผลิตมาใช้ซ้ำ โดยนำกลับมาใช้ใหม่โดยตรงเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตเดิมหรือใช้กระบวนการอื่น เช่น การนำขวดที่ใช้แล้วมาล้างเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำ การนำน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้ซ้ำ การนำเศษผ้าจากการตัดเย็บไปใส่ที่นอนแทนนุ่น เป็นต้น

2.2) การนำกลับมาใช้ใหม่เป็นการนำเอาของเสียที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อนำเอาทรัพยากรกลับมาใช้อีกครั้ง หรือเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ที่มีมูลค่าเพิ่ม (Value Added by Product) เช่น การนำพลาสติกมาหลอมใหม่ ผลิตตะกั่วจากหลอมแบตเตอรี่เก่า

ในการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ ควรทำที่จุดกำเนิดมากกว่าการขนย้ายไปจัดการที่อื่น โดยเฉพาะของเสียจากการปนเปื้อนของวัตถุดิบ เช่น การกลั่นแยกตัวทำละลายเพื่อใช้ขจัดคราบไขมันแล้วนำชิ้นงานกลับมาใช้ใหม่ หรือการแยกน้ำเสียด้วยไฟฟ้า เพื่อแยกคัลคูลทองแดง หรือตะกั่ว กลับมาใช้งานซึ่งจะทำให้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งลดอัตราเสี่ยงจากการปนเปื้อนในระหว่างการรวบรวมหรือขนถ่าย

2.1.1.3 ขั้นตอนการจัดการสิ่งแวดล้อมด้วยเทคโนโลยีสะอาด

สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม (ม.ป.ป.: 2-3) ได้กำหนดขั้นตอนในการนำเทคโนโลยีสะอาดไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1) การวางแผนและจัดองค์กร ประกอบด้วย การจัดทำและประกาศนโยบายสิ่งแวดล้อมจากคณะผู้บริหารซึ่งมีความเห็นชอบและให้การสนับสนุน การจัดตั้งคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด การกำหนดเป้าหมายซึ่งเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีสะอาดไปใช้ และการพิจารณาถึงปัญหาและอุปสรรคซึ่งอาจมีผลต่อการดำเนินงานเพื่อหาแนวทางในการแก้ไข รวมถึงการเตรียมการจัดทำโครงการกิจกรรมที่ต้องดำเนินงานโดยกำหนดผู้รับผิดชอบงานให้ชัดเจน และติดตามผลการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง

2) การตรวจประเมินเบื้องต้น เป็นกระบวนการสำรวจ ค้นหา ปัญหา และสาเหตุของการสูญเสีย รวมถึงการประเมินผลกระทบ และบริเวณที่มีศักยภาพในการทำเทคโนโลยีสะอาดโดยรวม มีการตั้งทีมงานเพื่อสอบถามและรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่จริงและเกี่ยวข้องกับโครงการโดยเฉพาะในส่วนของการผลิต วัตถุดิบ น้ำ พลังงานที่ใช้ ศึกษาข้อมูลต่างๆเพื่อหาประเด็นสำคัญทางสิ่งแวดล้อม และวิเคราะห์หาสาเหตุของกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสียหรือสูญเสียวัตถุดิบ น้ำ และพลังงาน อาศัยหลักสามัญสำนึกเป็นส่วนใหญ่ และยังไม่ลงลึกลงไป ในรายละเอียด ผลจากการประเมินนี้จะบ่งชี้บริเวณที่ทำการตรวจประเมินอย่างละเอียด

3) การประเมินโดยละเอียด เป็นกระบวนการศึกษาวิเคราะห์ โดยการจัดทำสมดุลมวลและพลังงาน เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุและแหล่งกำเนิดของเสีย มลพิษ การสูญเสียทรัพยากร และความเสี่ยงที่เกิดขึ้น จากนั้นจึงกำหนดชุดทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดหรือวิธีการป้องกันการสูญเสียหรือลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด อาจเป็นการแยกของเสียที่มีมูลค่าเพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบต่อไป หรือการนำน้ำทิ้งจากการล้างครั้งสุดท้ายหรือจากกระบวนการอื่นที่ยังมีคุณภาพที่เหมาะสมที่จะนำเข้าสู่กระบวนการล้างวัตถุดิบก็ให้นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป

4) การศึกษาความเป็นไปได้โครงการเทคโนโลยีสะอาด เพื่อให้ทราบถึงระดับความละเอียดที่ต้องการศึกษาในแต่ละทางเลือกและความพร้อมของข้อมูล โดยรวบรวมข้อมูล จัดเรียงลำดับความสำคัญและประเด็นปัญหา ประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน ผลดีผลเสียในแง่ต่างๆ เช่น ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเทคนิค เป็นต้น จากนั้นทำการวิเคราะห์ว่าวิธีใดมีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด โดยใช้หลักการวิเคราะห์โครงการ และผลที่ได้ คือ รายการลำดับความสำคัญของทางเลือกที่มีความคุ้มค่าในการลงทุน

5) การลงมือปฏิบัติ การปฏิบัตินั้นจะต้องมีการจัดทำแผนงานโครงการเทคโนโลยีสะอาดจากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการดำเนินโครงการ และลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่กำหนดไว้

6) การติดตามประเมินผล เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะจะเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าโครงการแต่ละโครงการที่ทำนั้นประสบความสำเร็จตามแผนและเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ การติดตามประเมินผลต้องมีการกระทำอย่างต่อเนื่องโดยอาจพิจารณาจากเกณฑ์การป้องกันมลพิษ การใช้พลังงาน วัสดุดิบ และน้ำ พลังงานที่ลดลงขณะที่ผลผลิตเท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสียลดลง เมื่อดำเนินการเป็นไปตามที่กำหนดหรือบรรลุซึ่งวัตถุประสงค์แล้วควรตั้งเกณฑ์ใหม่ให้มีการใช้ทรัพยากรลดลง เพื่อเป็นการปรับปรุงและพัฒนาศักยภาพการผลิตอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การติดตามประเมินผลยังทำให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ทำให้กิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

2.1.1.4 ปัจจัยสำคัญสู่ความสำเร็จในการจัดการสิ่งแวดล้อมด้วยเทคโนโลยีสะอาด (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

ในการนำไปสู่ความสำเร็จนั้นผู้บริหารขององค์กรต้องมีความมุ่งมั่นในการจัดการสิ่งแวดล้อมด้วยเทคโนโลยีสะอาด มีความมั่นคงในนโยบาย บุคลากรในหน่วยงานได้รับการอบรมในทุกระดับ ทุกคนมีศรัทธา และเห็นคุณค่าของเทคโนโลยีสะอาดอย่างแท้จริง มีการสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสม ก่อให้เกิดการมีส่วนร่วมของพนักงานทุกระดับอย่างสม่ำเสมอ มีแหล่งข้อมูลข่าวสารที่ทันสมัยประกอบกับทีมงานที่มีประสิทธิภาพ และมีการทำเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง

2.1.1.5 เทคนิคในการทำเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง สามารถทำได้โดย (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

1) การให้ความสำคัญต่อเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง อาจทำได้โดยการจัดการเพื่อการบำรุงรักษาแบบป้องกัน ตรวจสอบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเสมอเมื่อซื้ออุปกรณ์เครื่องจักรใหม่ ประเมินผลการปรับปรุงเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง วางแผนดำเนินการในระยะยาว และแสวงหาความรู้ในการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาด

- 2) ทำบัญชีความสูญเสียอย่างต่อเนื่อง
- 3) เน้นการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร โดยการให้ความรู้เพิ่ม สนับสนุนให้มีการเสนอแนะและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันอย่างสม่ำเสมอ และควรให้รางวัลแสดงความชื่นชมเพื่อเป็นขวัญและกำลังใจในการทำงาน
- 4) ผนวกเรื่องเทคโนโลยีสะอาดเข้าในแผนการดำเนินงานธุรกิจ หรือ บริการ เช่น แผนการตลาด แผนการเงิน แผนปฏิบัติงาน แผนงานวิจัยและพัฒนา แผนการบริหาร และจัดการ เป็นต้น

2.1.2 การประเมินความเป็นไปได้

การประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ (Feasibility Study) คือการศึกษาวิเคราะห์และจัดทำเอกสารที่ประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็น เพื่อเป็นการแสดงถึงเหตุผลที่จะสนับสนุน (Justification) ถึงความเหมาะสม (Soundness) ของโครงการ อันจะทำให้ได้มาซึ่งโครงการที่ดี สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง และเมื่อโครงการเสร็จจะให้ผลประโยชน์ตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน (Goodman and Love, 1980: ch.5 อ้างถึงใน ปกรณ์ ปรีชากร, 2545: 47)

ในการประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ของโครงการขนาดใหญ่ ทั้งโครงการทั่วไป และโครงการด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โครงการที่มีการก่อสร้างอาคารสถานที่ สิ่งอำนวยความสะดวกหรือระบบต่างๆ ที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพของพื้นที่ จำเป็นต้องมีการประเมินอย่างรอบด้าน แนวทางการประเมินประกอบด้วยการประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ประกอบด้วย ด้านเทคนิค/วิศวกรรม/กายภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการบริหารจัดการ โดยมีรายละเอียดในแต่ละด้าน ดังนี้

2.1.2.1 การประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ด้านเทคนิค/วิศวกรรม/กายภาพ

เป็นการพิจารณาภาพรวมทั้งหมดของลักษณะทางกายภาพของโครงการ โดยศึกษาสภาพพื้นที่ก่อสร้างโครงการ ขนาดของโครงการ ระบบต่างๆ และการออกแบบเครื่องจักร เครื่องมือ และเทคโนโลยีที่จะใช้ จากนั้นประเมินว่าโครงการมีความเหมาะสมและเป็นไปได้ด้านเทคนิคหรือวิศวกรรมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทางเลือกอื่นหรือไม่ โดยพิจารณาว่าเทคนิคหรือเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้สามารถทำให้เกิดผลผลิตตามที่ตั้งเป้าหมายไว้หรือไม่ และโครงการได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อมทางกายภาพหรือไม่ นอกจากนั้น ควรพิจารณาความสัมพันธ์ของโครงการที่เสนอกับโครงการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งที่กำลังดำเนินการ และได้วางแผนไว้ (หน่วยงานความช่วยเหลือพิเศษทางด้านวิชาการสำหรับโครงการกองทุน

สิ่งแวดล้อม ธนาคารเพื่อความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น, 2547: 6-1 ถึง 6-4 อ้างถึงใน จำลอง โพธิ์บุญ, 2550: 97)

ประเด็นต่างๆ ที่ใช้ในการพิจารณาการประเมินโครงการสิ่งแวดล้อมด้านเทคนิค/วิศวกรรม/กายภาพ ประกอบด้วย (จำลอง โพธิ์บุญ, 2550: 97)

1) สภาพของสถานที่ตั้งโครงการ การตรวจสอบสภาพพื้นที่ของสถานที่ตั้งโครงการ รวมทั้งพื้นที่อื่นๆ ที่ได้รับผลกระทบจากโครงการ ได้แก่ ความสูงต่ำของพื้นที่ สภาพทางธรณีวิทยา ภูมิอากาศ ประชากร และสภาพสังคม เส้นทางและสภาพของเส้นทางคมนาคมขนส่ง แรงงานและวัสดุอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ ไฟฟ้าและพลังงาน

2) ขนาดของโครงการ และวันเริ่มต้นการดำเนินการ ขนาดของโครงการ หมายถึง ขนาดขององค์ประกอบต่างๆ ของระบบหรือผลิตผลของโครงการ เช่น พื้นที่โครงการครอบคลุม ความจุของระบบ เป็นต้น ควรจะตรวจสอบขนาดของโครงการประกอบกับแผนการในการลงทุน โดยพิจารณาบนพื้นฐานของการประมาณการความต้องการบริการ วันเริ่มต้นของการดำเนินการ หมายถึง ทั้งวันเริ่มต้นก่อสร้างโครงการและวันเริ่มต้นการดำเนินระบบ

ทั้งนี้ การกำหนดขนาดของโครงการและวันเริ่มต้นที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับกรณีวิเคราะห์ความต้องการบริการทั้งในปัจจุบันและการประมาณการในอนาคต ความเหมาะสมของปีเป้าหมายที่เสนอ ขนาดที่เหมาะสมของโครงการพิจารณาจากศักยภาพในการจัดองค์กรและศักยภาพด้านเทคนิคของหน่วยงานเจ้าของโครงการ และขนาดของโครงการและวันเริ่มต้นการดำเนินงานที่สอดคล้องกับความจำเป็นของโครงการสะท้อนถึงการสนับสนุนและความพึงพอใจที่จะจ่ายของคนในท้องถิ่น

3) การวางแผนองค์ประกอบต่างๆของโครงการ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อต้นทุนของโครงการโดยประเมินการวางแผนทางกายภาพโดยละเอียดครอบคลุมถึงขนาด ที่ตั้ง การวางผัง ส่วนประกอบของระบบ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับระดับความสามารถด้านเทคนิคขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งองค์ประกอบในระบบที่เลือกควรมีพื้นฐานจากการปรึกษาและรับฟังข้อคิดเห็นของประชาชนในท้องถิ่นด้วย

4) การออกแบบโครงการ สามารถแบ่งออกเป็นการออกแบบพื้นฐาน (Basic Design: B/D) หรือการออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design) ซึ่งจัดทำในขั้นความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียด (Detailed Design: D/D) ซึ่งจะดำเนินการในขั้นเตรียมเอกสารเรียกประกวดราคาสำหรับก่อสร้างโครงการ ซึ่งไม่จำเป็นต้องทำการประเมินใหม่ การออกแบบโครงการควรทำการพิจารณาการออกแบบโครงการจากหลายแง่มุม ประกอบด้วยสภาพทางธรรมชาติ สมมติฐานในการออกแบบ มาตรฐานและกระบวนการออกแบบ ความสามารถในการจัดหาวัสดุ

อุปกรณ์และวิธีการก่อสร้าง สำหรับประเด็นที่สำคัญที่จะต้องตรวจสอบในกระบวนการประเมินจากเอกสารและแบบที่เสนอเข้ามาเพื่อพิจารณาดังต่อไปนี้

- 4.1) เกณฑ์ในการออกแบบ
- 4.2) ความเชื่อถือได้ของวิธีการคำนวณออกแบบที่ใช้ หากไม่เป็นไปตามวิธีมาตรฐาน
- 4.3) การรับรองการออกแบบ
- 4.4) โครงสร้างของระบบและอุปกรณ์ต่างๆ
- 4.5) ปัญหาในขั้นตอนก่อสร้างและขั้นตอนดำเนินงานระบบ

2.1.2.2 การประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน

การประเมินโครงการด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจว่าโครงการที่กำลังพัฒนาอยู่นั้นจะให้ผลตอบแทนต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศหรือไม่ เพื่อประกอบการพิจารณาตัดสินใจในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดให้ได้รับผลตอบแทนต่อส่วนรวมมากที่สุด ผลการวิเคราะห์จะปรากฏออกมาในรูปของผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้สูงหรือต่ำกว่าค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไป ถ้าสูงกว่าโครงการนั้นก็จะเป็นโครงการที่ดีทางเศรษฐกิจ (Economically Sound or Profitable) ถ้าต่ำกว่าก็เป็นโครงการที่ไม่ดีทางเศรษฐกิจ (Economically Unwise or Unprofitable) การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจึงมีส่วนช่วยอย่างสำคัญต่อการตัดสินใจที่จะรับหรือปฏิเสธโครงการ

การประเมินโครงการด้านการเงิน เป็นการวิเคราะห์ถึงการลงทุนและผลตอบแทนของโครงการในแง่เอกชนหรือผลกำไรทางการเงินเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังรวมถึงการวางแผนทางการเงินที่เหมาะสมกับโครงการ เพื่อก่อให้เกิดความมั่นใจว่า ถ้ามีโครงการนี้แล้วจะไม่มีปัญหาทางการเงินใดๆ ในทุกขั้นตอนของโครงการ ตลอดจนการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของผู้ร่วมโครงการ เช่น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ธุรกิจเอกชน รัฐวิสาหกิจ และผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เพื่อให้แน่ใจว่าโครงการมีผลตอบแทนให้แก่ผู้ร่วมโครงการมากพอที่จะจูงใจให้เขาเหล่านั้นเข้าร่วมโครงการด้วย นอกจากนั้น ถ้าเป็นโครงการที่จะต้องขอกู้เงินจากองค์กรระหว่างประเทศ จะต้องมีการพิจารณาด้านการเงิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความเพียงพอของเงินทุนที่จะใช้กับโครงการ ทั้งนี้เพราะในทางปฏิบัติ ธนาคารโลกหรือสถาบันการเงินอื่นๆ จะไม่ให้กู้เงินทั้งหมดตามโครงการ แต่อาจให้กู้เพียง 10-20 % หรืออย่างมาก 70-80 % ของวงเงินที่จะใช้ทั้งหมด ไม่เคยให้กู้เต็ม 100 % ฉะนั้นผู้กู้จะต้องจัดเตรียมเงินทุนไว้ส่วนหนึ่ง เพื่อให้การดำเนินงานตามโครงการเป็นไปตามหมายกำหนดการโดยไม่มีปัญหาอุปสรรคด้านการเงินที่ต้องการและเมื่อจะต้องกู้เงิน โครงการนั้น

จะต้องสามารถชำระคืนเงินต้นและดอกเบี้ยอีกด้วย เรื่องต่างๆ เหล่านี้จะต้องมีการพิจารณากันก่อนที่จะมีการขอกู้ยืมเงิน

ซึ่งการวิเคราะห์ประกอบด้วย

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value; NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิแสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตอบแทนตลอดระยะเวลาโครงการ ซึ่งอาจมีค่าเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นศูนย์ก็ได้ ขึ้นอยู่กับมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหักออกด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม จากสมการ

$$NPV = \text{ผลตอบแทนรวม (Benefits)} - \text{ต้นทุนรวม (Costs)}$$

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (2.1)$$

โดย	B_t	คือ	ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t
	C_t	คือ	ต้นทุนของโครงการในปีที่ t
	r	คือ	อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสม
	t	คือ	ระยะเวลาของโครงการ (0, 1, 2, 3,n)

โดยการตัดสินใจที่ว่าโครงการจะมีความเหมาะสมทางการเงินนั้นให้พิจารณาจากค่า NPV ถ้าค่า $NPV > 0$ หรือมีค่าเป็นบวกแสดงว่ามีความเหมาะสมสำหรับการลงทุน กล่าวคือมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ถ้าค่า $NPV = 0$ ต้องพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบด้วย และถ้าค่า $NPV < 0$ หรือเป็นลบไม่ควรทำ

2) อัตราผลตอบแทนสุทธิ (Internal Rate of Return; IRR)

คือ อัตราการคิดลดหรืออัตราส่วนลด (r) ซึ่งทำให้มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในโครงการเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์จากโครงการ โดยคิดได้จากสูตรดังนี้

$$\sum_{t=0}^n (B_t - C_t) / (1+r)^t = 0 \quad (2.2)$$

โดย r คือ อัตราการคิดลด

ค่าของ r ขึ้นอยู่กับว่าค่า $(B_t - C_t)$ จะเปลี่ยนเครื่องหมายกี่ครั้ง แต่โดยปกติแล้วในกรณีส่วนใหญ่โครงการต่างๆ มักจะมีต้นทุนสูงกว่าผลประโยชน์ในปีต้นๆ คือ $(B_t - C_t < 0)$ แต่

ในปีหลายๆ ผลประโยชน์จะมากกว่าต้นทุน ($B_t - C_t > 0$) ฉะนั้นค่า $(B_t - C_t)$ จึงเปลี่ยนเครื่องหมายเพียง 1 ครั้ง ทำให้ได้ค่า r เพียงค่าเดียว

ถ้าค่า r สูงกว่าอัตราดอกเบี้ย (i) แสดงว่าโครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก ($NPV > 0$) ณ อัตราดอกเบี้ย i ฉะนั้นถ้าหาค่า r ได้ค่าเดียว ก็สามารถตัดสินใจได้ว่าโครงการมีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโครงการหรือไม่

3) คำนวณระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) จากสมการ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน(ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มต้น}}{\text{ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี}} \quad (2.3)$$

โดย เงินลงทุนเริ่มต้น คือ ค่าอุปกรณ์ ค่าติดตั้ง และค่าบริหารโครงการ เป็นต้น

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ประหยัดได้ต่อปีหลังจากหักค่าใช้จ่ายจากการดำเนินการและบำรุงรักษาแล้ว (ถ้ามี)

2.1.2.3 การประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อม

การพิจารณาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม สามารถพิจารณาจากผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดจากการดำเนินการตามแผน/โครงการต่อสภาพแวดล้อมรวมทั้งมนุษย์ สัตว์และพืช วิธีการสำคัญที่นำไปใช้คือ การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรือการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA) และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (Initial Environmental Examination: IEE)

1) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA) หมายถึง การศึกษาเพื่อคาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินการของโครงการ รวมทั้งข้อเสนอแนะวิธีการลดผลกระทบที่อาจเกิดจากการดำเนินการ เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินการอย่างเหมาะสม โดยไม่ทำลายทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

1.1) ขั้นตอนการดำเนินการ EIA (สนธิ วรรณแสง และคณะ, 2541: 23-32 อ้างถึงใน จำลอง โพธิ์บุญ, 2550: 120)

1.1.1) การกลั่นกรองโครงการ (Screening)

การกลั่นกรองโครงการเป็นกระบวนการเพื่อตัดสินใจว่าโครงการที่เสนอนั้น จำเป็นต้องมีการศึกษาผลกระทบเต็มรูปแบบ หรือที่เรียกว่ารายงานการ

วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรือไม่ การกลั่นกรองดังกล่าวเกี่ยวกับการใช้วิจารณญาณ (Judgment) พิจารณาว่าผลกระทบจากโครงการที่มีต่อสิ่งแวดล้อมนั้น อยู่ในระดับที่มีนัยสำคัญหรือไม่

1.1.2) การกำหนดขอบเขต (Scoping)

เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับโครงการ (Stakeholders) ได้แก่ สาธารณชนผู้สนใจหรือผู้ที่ได้รับผลกระทบจากโครงการ หน่วยงานของรัฐ และผู้ดำเนินโครงการ ประกอบไปด้วย การกำหนดขอบเขตพื้นที่หรือหัวข้อของ EIA ประเด็นที่สำคัญ ข้อมูลที่จำเป็นเพื่อการตัดสินใจของผู้มีอำนาจในระดับสูง ผลกระทบที่มีนัยสำคัญและตัวแปรที่ต้องพิจารณา

1.1.3) การจัดทำรายงาน EIA (EIA Preparation)

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจำแนกชนิดของผลกระทบ (Impact Identification) การวัดขนาด หรือทำนายผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น (Impact Prediction) การประเมินผลกระทบ (Impact Evaluation) และการเสนอมาตรการป้องกันลดผลกระทบและการติดตามตรวจสอบ

1.2) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (Initial Environmental Examination: IEE)

IEE หมายถึง การวิเคราะห์เบื้องต้นถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมอันอาจได้รับจากการดำเนินโครงการ ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างง่าย สามารถใช้เป็นพื้นฐานตัดสินใจว่าโครงการนั้นจำเป็นต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมฉบับสมบูรณ์หรือไม่ (เกษม จันทรแก้ว, 2540: 23 อ้างถึงใน จำลอง โพธิ์บุญ, 2547: 141)

1.2.1) ประเภทของงานที่ต้องจัดทำ IEE

- (1) จัดทำก่อนที่โครงการจะมีการทำ EIA ในลักษณะศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้น ถ้า IEE บอกว่าไม่จำเป็นต้องทำ EIA ก็ไม่ต้องทำ
- (2) เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ของโครงการก่อสร้างสิ่งสาธารณประโยชน์
- (3) โครงการพัฒนา ซึ่งกฎหมายไม่ได้กำหนดว่าต้องจัดทำ EIA แต่โครงการนั้นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.1.2.4 การประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ด้านการบริหารจัดการ (จำลอง โปธิบุญ, 2550: 155)

เป็นการวิเคราะห์ว่า การจัดองค์กรและการบริหารงานของโครงการควรจะเป็นอย่างไรจึงจะมีความเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพดีที่สุด เช่น รูปแบบการบริหารงานตามโครงการนี้จะป็นอิสระหรือว่าสังกัดหน่วยงานไหน ถ้าเป็นอิสระจะจัดรูปแบบองค์กรและจัดระบบงานอย่างไร ผู้จัดการโครงการและเจ้าหน้าที่จะต้องมีความรู้ ความสามารถ และความชำนาญระดับไหน รวมตลอดถึงระเบียบและวิธีต่างๆที่จำเป็น จะเป็นอย่างไรบ้าง

จากนั้นจึงทำการประเมินรูปแบบการบริหารโครงการที่เสนอว่ามีความเหมาะสมกับลักษณะของโครงการ ขนาดของโครงการ และกิจกรรมของโครงการหรือไม่เพียงใด รวมทั้งประเมินความเหมาะสมของบุคลากรในโครงการว่ามีความรู้ ความสามารถ และคุณสมบัติอื่นๆที่ต้องการหรือไม่ แล้วจึงสรุปว่ารูปแบบการบริหารโครงการและบุคลากรโครงการที่นำเสนอมานี้จะช่วยให้งานโครงการบรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่เพียงใด

2.1.3 เทคโนโลยีสะอาดกับการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล

สุพร ผดุงสุภไธย และชุตินาถ ทศจันทร์ (2548: 3-4) ได้ให้ความหมายของ การจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาลว่า หมายถึง งานที่กระทำเพื่อที่จะควบคุมสิ่งแวดล้อมต่างๆทางกายภาพ ซึ่งทำให้เกิดหรืออาจทำให้เกิดผลกระทบหรือเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยและการดำรงชีวิตของผู้ที่เกี่ยวข้องกับโรงพยาบาล และผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาล

เทคโนโลยีสะอาด เป็นเครื่องมือสำหรับความได้เปรียบในการประกอบกิจการเพื่อลดของเสียและความเสี่ยง โดยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพทำให้ของเสียลดลง เป็นการมองถึงสุขภาพอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ลดโอกาสความเสี่ยงอันตรายของพนักงาน และปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนในการทำดังต่อไปนี้

2.1.3.1 การวางแผนและจัดองค์กร เพื่อให้ผู้บริหารและบุคลากรของโรงพยาบาลตระหนักถึงความจำเป็นของการจัดการสุขภาพสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาล ด้วยเทคโนโลยีสะอาดให้มีระบบและมีประสิทธิภาพ ดังนี้ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 16-22)

1) สร้างความร่วมมือและสนับสนุนจากผู้บริหาร

1.1) แนวทางสร้างการสนับสนุนจากผู้บริหาร ทั้งในด้านการสนับสนุนในการดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาด และการมีส่วนร่วมของผู้บริหาร

1.1.1) เน้นให้เห็นผลประโยชน์ของเทคโนโลยีสะอาด และผลประโยชน์ที่โรงพยาบาลจะได้รับ ทั้งในเชิงเศรษฐศาสตร์ (จำนวนเงินที่ประหยัดได้) เชิง สุขอนามัยและความปลอดภัย และเชิงสิ่งแวดล้อม

1.1.2) เน้นแสดงความจำเป็นเร่งด่วนของการสนับสนุน ให้เกิดนโยบายรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

1.2 แนวทางการสร้างให้ผู้บริหารเข้ามามีส่วนร่วม

1.2.1) ให้ผู้บริหารมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

1.2.2) รายงานความก้าวหน้าของกิจกรรมให้ผู้บริหาร

ทราบอย่างสม่ำเสมอ

1.2.3) แสดงให้ผู้บริหารเห็นประโยชน์อย่างชัดเจน

1.2.4) แสดงผลสำเร็จให้เป็นตัวเลข

1.2.5) ทุ้มความสามารถเพื่อความสำเร็จของกิจกรรม

เทคโนโลยีสะอาด

2) การจัดตั้งทีมงานเทคโนโลยีสะอาด

2.1) หัวหน้าทีมเทคโนโลยีสะอาด

หัวหน้าทีมจะเป็นผู้ใดก็ได้ แต่ควรมีอำนาจหน้าที่เพียงพอในการ ดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพ และควรเป็นผู้มีความเชื่อมั่นในผลสำเร็จของ การตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดด้วย

2.2) สมาชิกทีมเทคโนโลยีสะอาด

ควรเป็นบุคคลที่เข้าใจในกระบวนการทำงานและกิจกรรมของ สถานพยาบาล จำนวนสมาชิกในทีมขึ้นกับขนาดและโครงสร้างของสถานพยาบาล สมาชิกควร เป็นตัวแทนจากทุกหน่วยงาน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย

2.3) การแบ่งทีมงาน

ขึ้นอยู่กับขนาดของสถานพยาบาล ทีมงานอาจจะแบ่งเป็น

กลุ่มหลัก รับผิดชอบงานเฉพาะ เช่น รับผิดชอบด้านการตรวจ ประเมิน เก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยเฉพาะ ซึ่งสมาชิกควรเป็นผู้ที่เข้าใจในกิจกรรมของ หน่วยงานอย่างดี

กลุ่มที่ปรึกษา ประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูง หัวหน้า
หน่วยงาน และบุคลากรสนับสนุน เพื่อกำกับ ติดตาม และผลักดันให้เกิดกิจกรรมเทคโนโลยี
สะอาดได้อย่างสมบูรณ์ทั้งองค์กร

2.4) การกำหนดเป้าหมายและการวางแผน

เป้าหมายของเทคโนโลยีสะอาดควรสูงพอที่จะกระตุ้นให้เกิด
ความพยายามแต่ต้องมีแนวโน้มเป็นไปได้จริง เพื่อให้สามารถวัดผลความสำเร็จได้ อาจเป็น
เป้าหมายระยะสั้นหรือยาวก็ได้ ควรเป็นเป้าหมายเชิงปริมาณ เพื่อให้สามารถวัดและประเมินผลได้
จากนั้นวางแผนงานพร้อมระยะเวลาดำเนินการ แบ่งความรับผิดชอบ และวันสิ้นสุดโครงการ โดย
แผนงานต้องมีความยืดหยุ่นปรับได้ตามความเหมาะสม

2.1.3.2 การเตรียมความพร้อม

เพื่อให้ผู้บริหารและบุคลากรของสถานพยาบาลโดยเฉพาะอย่างยิ่งคณะทำงานซึ่งเป็นแกนนำมีความพร้อมและมีความรู้พื้นฐานด้านการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด ให้เพียงพอ
ก่อนเริ่มดำเนินการจริงต่อไป รวมถึงเพื่อทำความเข้าใจแผนงาน เป้าหมาย ขอบเขต และบทบาท
หน้าที่ของทุกคนอย่างชัดเจน ในการเตรียมความพร้อมอาจแบ่งออกได้ดังนี้

1) การอบรมสร้างจิตสำนึก เป็นการอบรมบรรยายเพื่อให้ความรู้และ
สร้างความตระหนักให้เห็นความสำคัญและผลประโยชน์ของการพัฒนาสถานพยาบาลควบคู่ไปกับการ
การรักษาสิ่งแวดล้อม

2) การอบรมเทคโนโลยีสะอาด เป็นการอบรมให้ความรู้ในเรื่องของ
แนวคิดและหลักการควบคู่กับการมุ่งเน้นการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้เกิดทักษะและความเข้าใจ
ขั้นตอนการปฏิบัติงานจริงที่เกิดขึ้นในการดำเนินการ

2.1.3.3 การตรวจประเมินเบื้องต้น (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549: 24-26)

เป็นการสำรวจเบื้องต้นว่ามีบริเวณใดบ้างที่เกิดความสูญเสียและสามารถปรับปรุง
ให้ดีขึ้นได้ การพิจารณาใช้หลักสามัญสำนึกเป็นส่วนใหญ่โดยที่ยังไม่ต้องลงลึกในรายละเอียด ผล
การประเมินจะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดบริเวณหรือจุดที่จะนำมาสู่การประเมินโดยละเอียด
ต่อไป ขั้นตอนการประเมินเบื้องต้น มีดังนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ข้อมูลจากเอกสารที่จำเป็นได้แก่
ข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาล จำนวนบุคลากร จำนวนเตียง จำนวนผู้มารับบริการ อัตราการครอง

เตียง ข้อมูลสถิติปริมาณทั้งในภาพรวมและระดับย่อยของหน่วยงาน(ถ้ามี) ข้อมูลค่าใช้จ่าย และระบบการบริหารจัดการ และข้อมูลด้านอื่นๆ

2) จัดทำแผนภาพกิจกรรม/กระบวนการผลิต เพื่อสร้างความเข้าใจในกิจกรรมของแต่ละหน่วยงานนั้นๆอย่างถูกต้องชัดเจน สามารถประเมินถึงการใช้ทรัพยากรและการเกิดของเสียของแต่ละกิจกรรม/กระบวนการผลิตที่มีอยู่ในสถานพยาบาล มีวิธีการเขียนดังนี้

2.1) กำหนดกิจกรรมและขอบเขตที่ชัดเจน โดยการเลือกกิจกรรมที่จะนำมาเขียนแผนภาพสังเกตได้จากผลิตภัณฑ์ของกิจกรรม (เช่น กิจกรรมรักษาพยาบาล ผลิตภัณฑ์ก็คือผู้มารับบริการหายป่วย) หรือกิจกรรมที่มีลักษณะเฉพาะชัดเจน เช่น การผลิตยา เทียม การผลิตไอน้ำ เป็นต้น)

2.2) การประเมินสารขาเข้าและขาออกทั้งหมด
ประเมินคร่าวๆถึงรายการปริมาณของสารขาเข้า โดยมุ่งเน้นที่การใช้วัสดุสิ้นเปลืองและพลังงาน และสารขาออก โดยมุ่งเน้นของเสียและปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม

3) การเดินสำรวจและการสังเกต (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549: 29)
การเดินสำรวจกิจกรรมและพื้นที่ทั้งหมดภายในสถานพยาบาล เป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อช่วยให้ทีมเทคโนโลยีสะอาดเข้าใจและคุ้นเคยกับลักษณะกิจกรรมของแต่ละฝ่ายและสภาพการทำงานปัจจุบัน ในการเดินสำรวจมีหลักดังนี้

3.1) เดินสำรวจพื้นที่ ตั้งแต่ก่อนเริ่มกระบวนการผลิตจนถึงหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินงาน เช่น ตั้งแต่แหล่งเก็บวัตถุดิบ เรืองไปจนถึงกระบวนการผลิต ผลผลิตที่ออกมา การบำบัดและกำจัด

3.2) จดบันทึกและตรวจสอบความถูกต้องของแผนผังของทางโรงพยาบาลและแผนภาพกระบวนการผลิตของโรงพยาบาล

3.3) กำหนดระยะเวลาในการเดินสำรวจให้เหมาะสม เพื่อให้สามารถสำรวจการทำงานทุกชิ้น โดยเฉพาะช่วงเวลาการเปลี่ยนเวร และการเปลี่ยนแปลงต่างๆของกระบวนการผลิต

3.4) ควรมีเจ้าหน้าที่ในส่วนการผลิตที่เกี่ยวข้อง เป็นผู้อธิบายรายละเอียดของวิธีการทำงาน และเสนอแนะแนวทางป้องกันแก้ไขปัญหาให้ผู้ตรวจประเมินทราบด้วย

4) การจัดลำดับประเด็นปัญหา (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 29)

เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและการคัดเลือกเพื่อหาหัวข้อสำคัญ

สำหรับการตรวจประเมินละเอียดต่อไป โดยอาศัยข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการรวบรวม เดินสำรวจ มาทำการวิเคราะห์ และกำหนดเกณฑ์ประกอบการพิจารณาต่างๆตามเป้าหมายของเทคโนโลยีสะอาดที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผนและจัดองค์กร

2.1.3.4 การตรวจประเมินละเอียด

เพื่อสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT - option) สำหรับการปรับปรุงสถานพยาบาล พร้อมกับข้อเสนอที่ปฏิบัติได้ทันทีและข้อเสนอที่ต้องศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม การประเมินละเอียดมีขั้นตอนดังนี้

1) การเก็บข้อมูลโดยละเอียด (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 30) โดยการรวบรวมข้อมูลหาปริมาณสารเข้า/ออกในกิจกรรมหรือประเด็นที่เลือกเน้นว่าจะประเมินละเอียด หาความสัมพันธ์และที่มาของปริมาณแต่ละองค์ประกอบที่สำคัญในสารเข้า/ออก ทุกๆตัว ทำสมมูลมวลสารเพื่อหาปริมาณการสูญเสียจากตัวเลขที่ไม่สมดุลระหว่างองค์ประกอบในสารเข้าและออก เพื่อหาวิธีแก้ไขปรับปรุงต่อไป

2) การวิเคราะห์ปัญหาหาแหล่งและสาเหตุการเกิดของเสีย วิธีการพิจารณาใช้หลักการดู 5 แหล่งที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมในสถานพยาบาล ได้แก่ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 42)

2.1) วัตถุดิบ เช่น ใช้วัตถุดิบคุณภาพต่ำ ขาดการตรวจสอบคุณภาพ วัตถุดิบไม่เพียงพอ การจัดเก็บไม่เหมาะสม วัตถุดิบมีความเป็นพิษหรือเป็นอันตรายสูง ฯลฯ

2.2) ผลิตภัณฑ์ เช่น มาตรฐานสูงเกินไป การออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสม บรรจุผลิตภัณฑ์ไม่ดี มีสารพิษปน ฯลฯ

2.3) ของเสีย เช่น ไม่มีการแยกประเภทของของเสียแต่ละชนิด ไม่มีการหมุนเวียนไปใช้ใหม่ การจัดการของเสียไม่เหมาะสม ฯลฯ

2.4) วิธีปฏิบัติงาน เช่น คนงานด้อยคุณภาพ ทำงานตามใจชอบ ขาดการฝึกอบรม ไม่มีระบบทำโทษ/ให้ความดีความชอบที่เหมาะสม ผู้บริหารไม่สนใจติดตามเท่าที่ควร ฯลฯ

2.5) เทคโนโลยี ทั้งในด้านการปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษา ด้านการออกแบบอุปกรณ์และกระบวนการ ด้านการวางผัง และด้านความทันสมัยของเทคโนโลยี

3) การระดมสมองหาแนวทางในการปรับปรุง เพื่อหาข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดในการปรับปรุง (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 42-43)

3.1) โครงสร้างการสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

มาตรการในการปรับปรุงเทคโนโลยีสะอาดจะพิจารณาปัจจัย 5 ด้าน คือ วัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีการผลิต แนวปฏิบัติในการบริหารจัดการและปฏิบัติงาน และรูปแบบในการจัดการของเสีย มาตรการต่างๆประกอบด้วย

3.1.1) การปรับเปลี่ยน/ปรับปรุงวัตถุดิบ เช่น การใช้วัตถุดิบสะอาด คุณภาพดี ใช้วัตถุดิบทดแทนและยกเลิกการใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตราย การประหยัดวัตถุดิบ การใช้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่

3.1.2) การปรับเปลี่ยน/ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ เช่น การเปลี่ยนมาตรฐานคุณภาพ เปลี่ยนองค์ประกอบ ทำผลิตภัณฑ์ทดแทนอื่นๆ ยกเลิกหีบห่อบรรจุที่ไม่จำเป็น

3.1.3) การเปลี่ยน/ปรับปรุงแนวปฏิบัติในการจัดการและปฏิบัติงาน ซึ่งหมายถึง การดูแล การจัดการที่เหมาะสม ซึ่งทำได้โดยไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนเพียงเล็กน้อย

3.1.4) การเปลี่ยน/ปรับปรุงเทคโนโลยี หมายถึง การปรับปรุงอุปกรณ์/เทคโนโลยีเล็กน้อย ใช้ค่าใช้จ่ายต่ำ การดัดแปลงอุปกรณ์ การเปลี่ยนอุปกรณ์ในการขนส่ง การปรับปรุงสถานที่และระบบการขนส่งอุปกรณ์ เป็นต้น

3.1.5) การใช้ซ้ำ/หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งสามารถทำได้ตลอดเวลาเมื่อมีโอกาส อันจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและลดของเสียได้เป็นจำนวนมาก

3.2) การสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดโดยการระดมสมอง

3.3) การคัดเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

3.3.1) การจัดกลุ่มข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ไม่ควรตัดทิ้งข้อเสนอใดๆจนเห็นเด่นชัดว่าเป็นไปไม่ได้

3.3.2) เรียงลำดับทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด มีหลักในการพิจารณา 4 ประการ คือ

(1) ความเป็นไปได้ เช่น มีผู้ผลิตอุปกรณ์ที่จำเป็น มีการใช้ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดนี้แล้ว มีผู้รู้ให้คำปรึกษา

(2) ความเหมาะสม เช่น เหมาะกับกิจกรรมและวิธีการทำงานของแต่ละหน่วยงาน เหมาะกับวัฒนธรรมขององค์กร ไม่ต้องดัดแปลงมาก

(3) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การลดผลกระทบได้มากหรือน้อยเพียงไร ลดปัญหาความเป็นพิษและสุขภาพพนักงาน

(4) ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น ค่าใช้จ่ายและผลกำไรมากเพียงใด การลงทุนมากน้อยเพียงใด

2.1.3.5 การศึกษาความเป็นไปได้

เพื่อเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่เหมาะสมสำหรับการลงมือปฏิบัติ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) การประเมินเบื้องต้น เพื่อทำการแยกชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดอาจอาศัยเกณฑ์ในการแยกชุดข้อเสนอ ดังนี้ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 44)

1.1) เป็นข้อเสนอที่ทำโดยการเปลี่ยนวิธีการทำงานหรือต้องการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค

1.2) เป็นข้อเสนอที่ค่อนข้างทำได้ง่าย หรืออาจจะเป็นข้อเสนอที่ค่อนข้างซับซ้อน

1.3) เป็นข้อเสนอที่ลงทุนต่ำ หรือลงทุนสูง

2) การประเมินทางเทคนิค เป็นการประเมินผลกระทบต่อกิจกรรม/กระบวนการผลิต วิธีการทำงาน ความปลอดภัย ประสิทธิภาพของการทำงาน ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลด้านเทคนิคของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดดังกล่าว จากผู้ขายอุปกรณ์ ประสบการณ์ของสถานพยาบาลอื่น หรือจากผู้ที่เกี่ยวข้องโดยมักใช้กับข้อเสนอที่ยากหรือต้องลงทุนสูง โดยมีขั้นตอนในการประเมินดังนี้ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 45)

2.1) แจกแจงรายละเอียดทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดในแต่ละข้อ ได้แก่ การเปลี่ยนเทคโนโลยี การเปลี่ยนวิธีปฏิบัติงาน การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ เป็นต้น

2.2) รูปแบบของการเปลี่ยนแปลง เช่น ลักษณะของอุปกรณ์ แผนภูมิกระบวนการที่เกี่ยวข้อง วิธีการทำงาน พื้นที่ใช้งาน สาธารณูปโภคที่ต้องการ เป็นต้น

2.3) ผลกระทบต่อการทำกิจกรรม/การผลิต เช่น คุณภาพของการให้บริการ อัตราการให้บริการ/การผลิต ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เป็นต้น

2.4) ผลกระทบต่อจำนวนพนักงาน การฝึกอบรม การบำรุงรักษา พื้นที่เก็บวัสดุ เป็นต้น

2.5) ผลกระทบทางกฎหมาย เช่น ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม

3) การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อประเมินความคุ้มค่าของค่าใช้จ่ายสำหรับแต่ละข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด เพื่อให้ได้ทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนที่ดี และให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด มีวิธีการประเมินดังนี้ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 45)

3.1) การรวบรวมข้อมูลเพื่อคำนวณเงินลงทุนและเงินดำเนินการ เงินลงทุนทั้งหมดเป็นผลรวมของ ค่าปรับปรุงสถานที่ ค่าติดตั้ง ค่าอุปกรณ์การผลิต อะไหล่ ค่าวัสดุก่อสร้าง สาธารณูปโภค ค่าก่อสร้างคุณภาพ ค่าที่ปรึกษา ดอกเบี้ย ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่นอกจากเงินลงทุนยังมียกจ่ายในการดำเนินการที่สามารถประหยัดได้จากการดำเนินงานตามข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ได้แก่ การลดค่าบำบัดของเสีย การลดค่าวัตถุดิบและพลังงาน เป็นต้น

3.2) การวิเคราะห์ผลกำไร โดยการวิเคราะห์ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับการลงทุนเริ่มต้นที่จะคืนทุน โดยไม่คำนึงถึงค่าของเงินตามกาลเวลา โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.3

โดยปกติระยะเวลาการคืนทุนจะมีหน่วยเป็นปี แต่ในบางโครงการอาจมีหน่วยเป็นเดือน โดยโครงการที่มีระยะเวลาการคืนทุนน้อยจะเป็นทางเลือกที่มากกว่าโครงการที่มีระยะเวลาในการคืนทุนค่อนข้างมาก แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย

4) ประเมินความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม เพื่อ ผลดีและผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำได้ 3 ระดับ คือ

4.1) ประเมินอย่างง่ายถึงปริมาณของเสีย ความเป็นพิษ และพลังงานที่ลดลง

4.2) ประเมินละเอียดถึงผลขององค์ประกอบในสารขาเข้าและสารขาออกใหม่ที่ใช้

4.3) ประเมินวงจรชีวิต (LCA) ของผลิตภัณฑ์

5) คัดเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

5.1) บันทึกผลการศึกษาความเป็นไปได้และไม่ได้ ผลการศึกษาเพื่อขออนุมัติลงมือปฏิบัติการและอาจใช้ในการขอกู้เงินหรือเงินสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอกอื่นๆ เช่น ปริมาณของเสียและพลังงานที่คาดว่าจะลดลง ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์(ทั้งที่เป็นตัวเงินและข้อดีอื่นๆ เช่น ภาพพจน์) เงินลงทุน แหล่งทุน ระยะเวลา ความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น วิธีการเปรียบเทียบก่อนและหลังใช้ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

5.2) เลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ที่เป็นไปได้และไม่ได้ โดยการตัดข้อเสนอที่ไม่เหมาะสมด้านเทคนิคและสิ่งแวดล้อมออกก่อน ส่วนข้อเสนอที่เหลือนำไปเปรียบเทียบด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อจัดเรียงลำดับก่อนหลัง

5.3) เรียงลำดับข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด การจัดเรียงลำดับข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด อาจใช้สามัญสำนึก หรืออาจใช้เกณฑ์และน้ำหนักคะแนน ซึ่งเกณฑ์และน้ำหนักการให้คะแนนขึ้นอยู่กับดุลพินิจของทีมงานเทคโนโลยีสะอาดและความเหมาะสมของแต่ละแห่ง

2.1.3.6 การเขียนแผนปรับปรุง

เพื่อกำหนดแผนปฏิบัติทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยครอบคลุมข้อมูลระยะเวลา เงินทุน ตัวชี้วัดของแผน การติดตามและกำลังคนที่ต้องการ มีขั้นตอนดังนี้ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 48-49)

- 1) เขียนแผนปรับปรุงทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เป็นการประชุมเพื่อจัดทำตารางกำหนดเวลาปฏิบัติตามข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด โดยระบุกิจกรรม ผู้รับผิดชอบ ผลที่คาดว่าจะได้รับ ระยะเวลา การตรวจวัด และการประเมินผลความก้าวหน้า นอกจากนี้ควรกำหนดเวลาที่ต้องใช้เงินลงทุน การตัดสินใจของฝ่ายบริหารและระยะเวลาสิ้นสุดโครงการ
- 2) กำหนดตัวชี้วัดเพื่อติดตามผลสำเร็จของงาน ควรได้รับการจัดทำขึ้นอย่างชัดเจนทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ โดยต้องระบุหน่วยวัดด้วย
- 3) นำเสนอแผนต่อผู้บริหารเพื่ออนุมัติ

2.1.3.7 การดำเนินการปรับปรุง

เพื่อเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่เหมาะสมสำหรับการลงมือปฏิบัติ มีขั้นตอนดังนี้ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 49)

- 1) การลงมือปฏิบัติตามแผน เป็นการนำแผนที่กำหนดขึ้นไปปฏิบัติในแต่ละหน่วยงาน ซึ่งอาจเป็นการปรับปรุงวิธีการทำงาน การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ การปรับปรุงอุปกรณ์/เทคโนโลยี หรือรวมไปถึงการฝึกอบรมแนวปฏิบัติที่ดีต่างๆแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง
- 2) การติดตามความก้าวหน้า เป็นการติดตามความก้าวหน้าของการนำแผนไปปฏิบัติเป็นระยะๆ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ปัญหาและอุปสรรคเมื่อนำไปปฏิบัติจริง และที่สำคัญเพื่อหาแนวทางแก้ไขหรือสนับสนุนเพิ่มเติมในกรณีที่การลงมือปฏิบัติมีปัญหา

2.1.3.8 การตรวจประเมินติดตามผล

การตรวจประเมินติดตามประเมินผลมีขั้นตอนดังนี้ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549: 50)

1) เก็บข้อมูลผลการปรับปรุง

การตรวจวัด/ประเมินผลการปรับปรุงตามข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดควรเปรียบเทียบผลที่ได้จริง กับผลที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาความเป็นไปได้ หรือจากการตั้งเป้าหมายหรือตัวชี้วัดไว้

การตรวจวัดความก้าวหน้าของการปฏิบัติตามแนวทางเทคโนโลยีสะอาดทำได้โดยการวัดปริมาณของเสียที่ลดลง ปริมาณทรัพยากรที่ใช้ลดลง กำไรหรือผลประโยชน์ทางการเงินเพิ่มมากขึ้น

2) การเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

เป็นการเปรียบเทียบผล “ก่อน” และ “หลัง” เพื่อแสดงผลสำเร็จต่อผู้บริหารและบุคลากรทั้งภายในและภายนอกสถานพยาบาลได้อย่างชัดเจน

3) สรุปผลที่ได้รับและปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้น

2.1.3.9 การบูรณาการเข้ากับงานประจำ

เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้านการทำเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งมีแนวทางการพัฒนาดังนี้ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549 : 51)

1) ให้ความสำคัญต่อกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง

2) ออกแบบโครงการเทคโนโลยีสะอาด โดยควรกำหนดตัวผู้ประสานงานของกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาด จัดทำแผนปฏิบัติการของกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาด ทั้งระยะสั้นและระยะยาว ประเมินผลและปรับปรุงโครงการเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง

3) บรรจุเทคโนโลยีสะอาดเข้าในแผนดำเนินงานธุรกิจขององค์กร ซึ่งประกอบด้วย ด้านการตลาด แผนปฏิบัติงาน แผนงานวิจัยและพัฒนา แผนการบริหารจัดการ ซึ่งรวมถึงแผนพัฒนาคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของสถานพยาบาล

4) ปรับปรุงระบบข้อมูลขององค์กร เช่น การใช้ทรัพยากรและการเกิดของเสีย ตัวชี้วัด และรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน สำหรับการตั้งเป้าหมายและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงเพื่อติดตามความก้าวหน้าในการปรับปรุงได้

5) การมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกคนในองค์กร

2.2 หม้อไอน้ำ (Boiler)

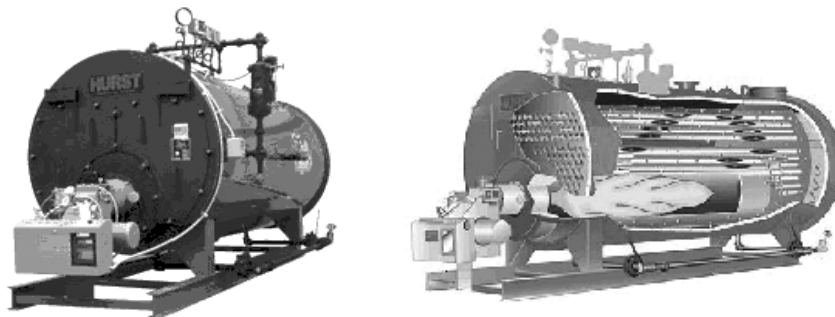
หม้อไอน้ำ หมายถึง เครื่องกำเนิดไอน้ำชนิดภาชนะฝาปิด ทำด้วยเหล็กกล้าหรือวัสดุอื่นๆ ที่มีคุณลักษณะคล้ายกัน โดยได้รับการออกแบบและสร้างอย่างแข็งแรงถูกหลักวิศวกรรม ภายในบรรจุด้วยน้ำส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งสำหรับเก็บไอน้ำจากการที่น้ำได้รับการถ่ายเทความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ทำให้น้ำที่บรรจุอยู่ภายในเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำเพื่อนำไปใช้ขับเคลื่อนเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิต การฆ่าเชื้อโรคหรืออบแห้ง เป็นต้น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2543: 1)

หม้อไอน้ำแบ่งตามลักษณะการทำงาน of น้ำและอากาศได้เป็น 2 ชนิด คือ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548: 8-9)

2.2.1 หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟ (Fire Tube Boiler)

เป็นหม้อไอน้ำที่มีโครงสร้างง่ายๆ โดยความร้อนจากการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ (Fire Box) ถูกส่งผ่านไป ในเหล็กจำนวนมากที่ประกอบตามความยาวของหม้อ ทำให้น้ำโดยรอบท่อเดือดและเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำ

หม้อไอน้ำประเภทนี้มักมีขนาดเล็กและมีความดันต่ำ เหมาะกับงานที่ใช้ความดันไม่เกิน 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อัตราการผลิตไอน้ำไม่เกิน 15,000 ปอนด์ต่อชั่วโมง



ภาพที่ 2.3 หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟ

แหล่งที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548: 8

2.2.2 หม้อไอน้ำชนิดท่อน้ำ (Water Tube Boiler)

หม้อไอน้ำชนิดท่อน้ำทำงานเช่นเดียวกับหม้อไอน้ำชนิดหม้อไฟ แต่ภายในหม้อไอน้ำชนิดท่อน้ำมีถังกลม หรือถังดรัม (Drum) และท่อน้ำจำนวนมากประกอบเข้าด้วยกันเป็นวงจร น้ำที่ผ่านเข้ามาจะหมุนเวียนตามการเคลื่อนที่ของน้ำในดรัม ส่วนภายนอกท่อน้ำเหล่านี้จะได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจนกลายเป็นไอน้ำ

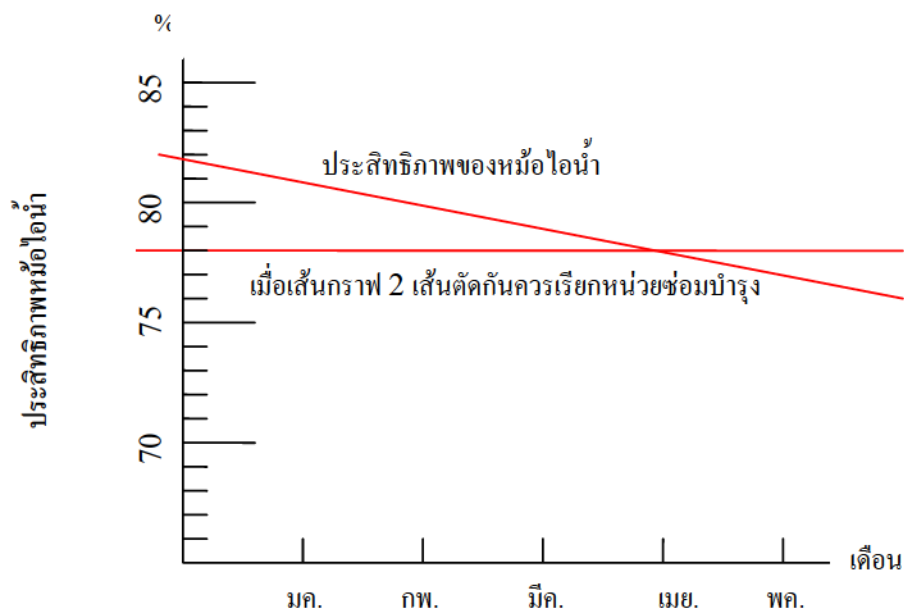
การให้น้ำหมุนเวียนเป็นการเอาหลักธรรมชาติมาใช้ น้ำร้อนเป็นไอน้ำจะเบาหรือมีความหนาแน่นน้อยและเคลื่อนตัวขึ้นสู่ด้านบน น้ำที่เย็นกว่าจะหนักหรือมีความหนาแน่นมากกว่าจะไหลมาแทนที่ หมุนเวียนกัน

หม้อไอน้ำชนิดนี้มีขนาดใหญ่ มีความดันตั้งแต่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สามารถผลิตไอน้ำได้ปริมาณมากและจะเป็นแบบไอน้ำร้อนจัด (Superheated Steam) ใช้กับเครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine)

2.2.3 ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (Boiler Efficiency)

โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) (2546 : 11) ได้ให้คำจำกัดความของประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำว่า ประสิทธิภาพความร้อนของหม้อไอน้ำ คือ “ร้อยละของพลังงาน (ความร้อน) ที่ใส่เข้าไป ซึ่งมีประโยชน์เพียงพอน้ำที่เพิ่มขึ้น”

ประสิทธิภาพที่ดีของหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงมีค่าประมาณ 82% ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำจะดีหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น การสูญเสียความร้อนของก๊าซร้อนจากปล่องควันมากเกินไป อัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศไม่ถูกต้อง และการสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ เป็นต้น การคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำควรทำทุกสัปดาห์ถ้าเป็นไปได้ แล้วบันทึกไว้ในรูปแบบกราฟ เมื่อประสิทธิภาพถึงจุดต่ำสุดที่ยอมรับได้ ควรค้นหาสาเหตุเพื่อที่จะทำการแก้ไขต่อไป (ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์, 2548: 21)



ภาพที่ 2.4 ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

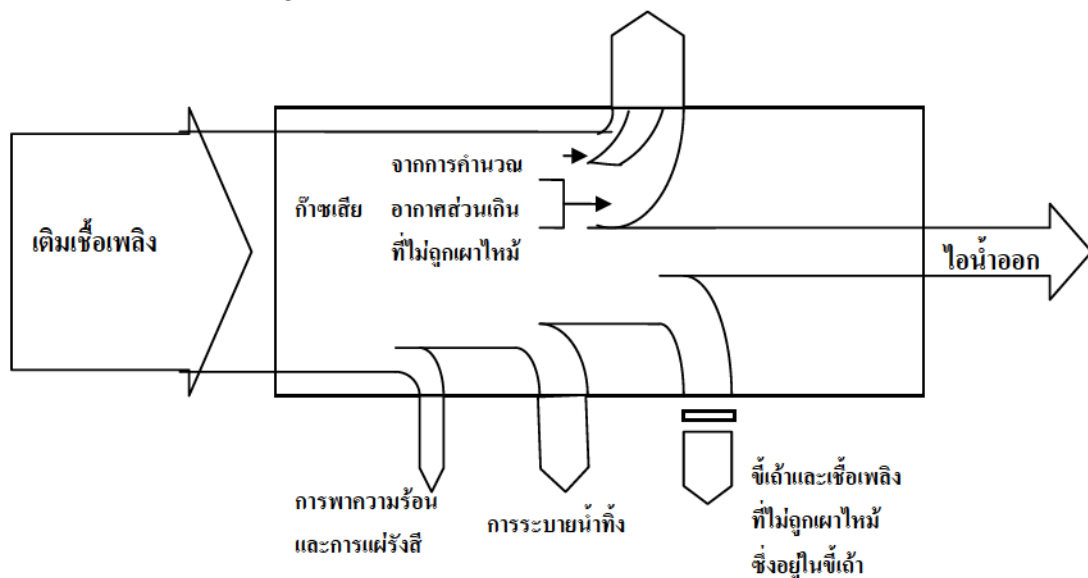
แหล่งที่มา: ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์, 2548: 24

การตรวจวัดเพื่อหาประสิทธิภาพหม้อไอน้ำสามารถดำเนินการตรวจสอบได้ 3 วิธีการ ดังนี้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548: 21)

- 1) การวัดความร้อนที่สูญเสียออกทางปล่องไฟ (Stack Loss) โดยการวัดคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนและอุณหภูมิก๊าซร้อน
- 2) การวัดปริมาณความร้อนเข้าและออก
- 3) การทำสมดุลความร้อน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2548: 21) ได้ให้ความหมายของสมดุลความร้อนว่า หมายถึง การคำนวณปริมาณความร้อนเข้าและออกจากหม้อไอน้ำ ซึ่งจากกฎของการอนุรักษ์พลังงานกล่าวว่า ความร้อนเข้าเท่ากับความร้อนออกจากหม้อไอน้ำ

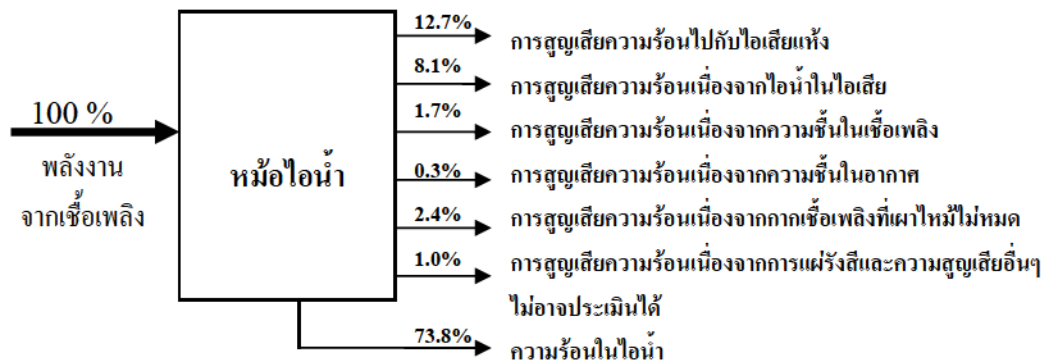
กระบวนการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำสามารถอธิบายโดยใช้แผนภูมิการไหลเวียนของพลังงาน ซึ่งช่วยให้มองเห็นภาพของพลังงานที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงซึ่งถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นพลังงานรูปแบบอื่น หรือพลังงานที่มีประโยชน์หลายชนิดรวมถึงความร้อนและตลอดจนพลังงานที่ได้สูญเสียไป ความหนาของลูกศรชี้ให้เห็นถึงปริมาณพลังงานที่มีอยู่ในการไหลเวียนดังแสดงในแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 2.5 แผนภูมิสมดุลพลังงานของหม้อไอน้ำ

แหล่งที่มา: โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP), 2546 : 10

การทำสมดุลความร้อนเป็นความพยายามที่จะทำให้พลังงานรวมที่เข้าสู่หม้อไอน้ำเท่ากับพลังงานที่ออกจากหม้อไอน้ำในรูปแบบต่างๆกัน ความสูญเสียรูปแบบต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตไอน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การสูญเสียความร้อนของหม้อไอน้ำ

แหล่งที่มา : โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP), 2546 :10

การคำนวณประสิทธิภาพการของหม้อไอน้ำ สามารถคำนวณได้ ดังนี้ (วัชร มังวิติกุล, 2550 : 147)

$$\begin{aligned}
 \text{ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ} &= \frac{\text{ความร้อนในไอน้ำที่ผลิตได้}}{\text{ความร้อนในเชื้อเพลิง}} \\
 &= \frac{\text{อัตราการผลิตไอน้ำ} \times (\text{ความร้อนไอน้ำ} - \text{ความร้อนน้ำป้อน})}{\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิง} \times \text{ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}} \\
 &= \frac{(\text{ความร้อนในเชื้อเพลิง} - \text{ความร้อนสูญเสีย})}{\text{ความร้อนในเชื้อเพลิง}} \\
 &= \frac{1 - \text{ความร้อนสูญเสีย}}{\text{ความร้อนในเชื้อเพลิง}}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\text{ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (\%)} = (1 - \text{อัตราส่วนความร้อนสูญเสีย}) \times 100 \dots (2.4)$$

2.2.4 การประหยัดพลังงานในการผลิตไอน้ำ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2548: 10) ได้ให้ความหมายของการผลิตไอน้ำให้มีประสิทธิภาพว่า หมายถึง การใช้เชื้อเพลิงให้น้อยแต่ผลิตไอน้ำได้มากและเสียค่าซ่อมบำรุงไอน้ำน้อย โดยหม้อไอน้ำมีอายุการใช้งานยาว

การประหยัดพลังงานในการผลิตไอน้ำ สามารถดำเนินการได้ดังนี้

2.2.4.1 ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

การป้อนอากาศในปริมาณที่พอดีในเชิงทฤษฎี (14.1 กิโลกรัม) จะทำให้ O_2 ในอากาศทำปฏิกิริยากับธาตุต่างๆในเชื้อเพลิงได้หมดจนกลายเป็น CO_2 ไอน้ำ และ SO_2 ซึ่งเป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จะได้พลังงานมาก (วัชร มั่งวิทิศกุล, 2550: 148)

ในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะทำให้ O_2 ทำปฏิกิริยากับธาตุต่างๆในเชื้อเพลิงได้หมดและทั่วถึง เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศไม่แน่นอน ถ้าอุณหภูมิสูงทำให้ความหนาแน่นของอากาศน้อยลง มวลของอากาศเข้าหม้อไอน้ำน้อยลง ทำให้อากาศไม่เพียงพอในการเผาไหม้ จึงจำเป็นต้องป้อนอากาศให้มากกว่าความต้องการเชิงทฤษฎี แต่ต้องไม่มากเกินไป เพราะ O_2 ที่เกินมาจะไม่ทำปฏิกิริยาใดๆในการเผาไหม้ แต่จะดูดพลังงานความร้อนออกไปกับก๊าซเสีย

1) การตรวจสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้

1.1) การตรวจสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยใช้อุปกรณ์ในการตรวจวัด

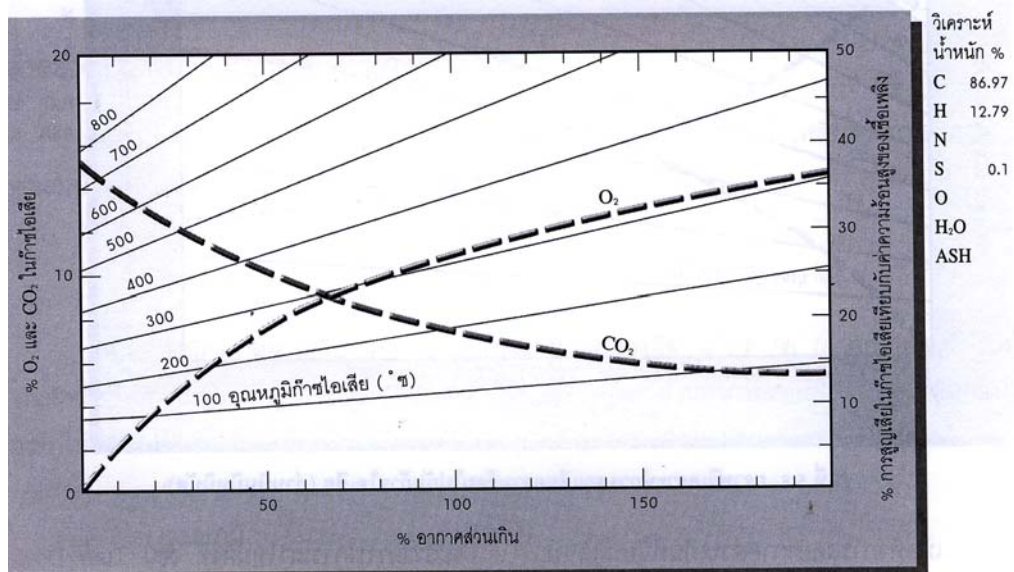
ก๊าซไอเสียที่เหมาะสมของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ก๊าซไอเสียที่เหมาะสมของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ชนิดของเชื้อเพลิง	O_2 (%)	CO_2 (%)	อากาศส่วนเกิน (%)
น้ำมันเตา	3-4	13-14	10-20
น้ำมันดีเซล	3-4	12-13	10-20
ก๊าซ	2-3	9-10	10-20
เชื้อเพลิงแข็ง	7-10	12-13	50-70

แหล่งที่มา : วัชร มั่งวิทิศกุล, 2550: 149

เมื่อทราบค่าปริมาณ O_2 หรือ CO_2 และอุณหภูมิไอเสียแล้ว สามารถหาประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง (น้ำมันดีเซล) ได้จากภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซไอเสีย (น้ำมันดีเซล)

แหล่งที่มา : วัชร มั่งวิทิศกุล, 2550: 151

การปรับอากาศส่วนเกินลดลงทุก 10 % จะประหยัดเชื้อเพลิงได้ 1% และอุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงขึ้นทุกๆ 15°C จะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 1% (วัชร มั่งวิทิศกุล, 2550: 153)

1.2) การตรวจสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยการสังเกตสภาพการเผาไหม้ด้วยตาเปล่า ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การตรวจสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ด้วยตาเปล่า

ปริมาณอากาศ	สีและรูปร่างของเปลวไฟ	สีของควันจากปล่องไอเสีย
พอดี	สีแสด รูปร่างเปลวไฟสั้น คงที่	เทาอ่อน หรือไม่มีสี
มากเกินไป	สีขาวสว่างจ้า เปลวไฟยาว เคลื่อนไหวรุนแรง	ขาวหรือไม่มีสี
ไม่พอ	สีแดงคล้ำ เปลวไฟมีเขม่า	ดำ

แหล่งที่มา : วัชร มั่งวิทิศกุล, 2550: 149

2) การทำความสะอาดผิวถ่ายเทความร้อนด้านไฟ เมื่อหม้อน้ำทำงานมา ระยะเวลาจะมีเขม่าจับบนผิวถ่ายเทความร้อน เขม่าจะเป็นตัวต้านการถ่ายเทความร้อนจากเปลวไฟไปยังน้ำมีผลทำให้ก๊าซที่ออกมาจากหม้อน้ำมีอุณหภูมิสูง โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 15 องศาเซลเซียสจะหมายถึงประสิทธิภาพของการเผาไหม้ลดลง 1 เปอร์เซ็นต์ ควรมีการตรวจสอบและทำ

ความสะอาดทุกปีหรือเมื่อพบว่าอุณหภูมิของก๊าซร้อนสูงเกินกว่าปกติควรจะหยุดเดินหม้อไอน้ำเพื่อทำความสะอาด (ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์, 2548: 28)

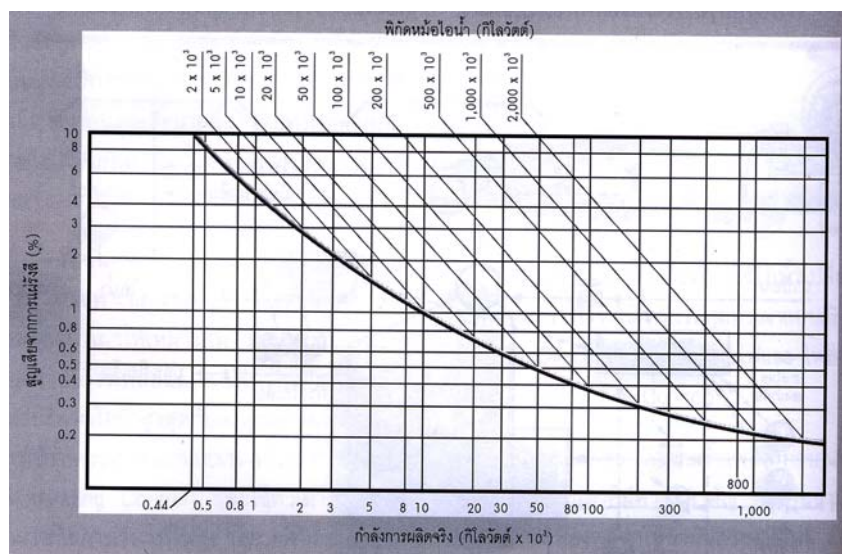
โดยสามารถคำนวณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้จากสมการ

$$\text{เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้} = \frac{(\text{ประสิทธิภาพใหม่} - \text{ประสิทธิภาพเก่า})}{\text{ประสิทธิภาพใหม่}} \quad (2.5)$$

2.2.4.2 การสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ

การลดการสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2541: 18) การสูญเสียความร้อนจะอยู่ในรูปของการพาและการแผ่รังสีจากผนังร้อนถ้าการหุ้มฉนวนไม่ดีหรือชำรุดการสูญเสียจะมีมากประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้เชื้อเพลิงสูงสุดของหม้อไอน้ำตัวนั้น ไม่ว่าขณะนั้นหม้อไอน้ำจะทำงานมากหรือน้อย ในการลดความร้อนสูญเสียผ่านผนังอาจทำได้โดยการตรวจอิฐทนไฟและฉนวนความร้อนของหม้อไอน้ำทุกๆ 12 เดือน อย่าเดินหม้อไอน้ำที่ไม่เต็มกำลังสองตัวพร้อมกัน ควรใช้หม้อไอน้ำเดินให้เต็มกำลังเพียงตัวเดียว ให้มีการติดต่ออย่างใกล้ชิดระหว่างผู้ใช้และผู้ผลิตไอน้ำเพื่อจะได้มีการลด Peak Load และลดจำนวนตัวทำงานของหม้อไอน้ำ

การวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ (วัชร มั่งวิติกุล, 2550: 154-155) การสูญเสียความร้อนจากการพาและแผ่รังสีผ่านผนังหม้อไอน้ำขึ้นอยู่กับขนาดหม้อไอน้ำและสภาพฉนวนที่หุ้มหม้อไอน้ำสามารถประเมินได้ ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ

แหล่งที่มา : วัชร มั่งวิติกุล, 2550: 155

จากกราฟจะเห็นว่าหม้อไอน้ำที่ทำงานโหลดต่ำๆ ความร้อนสูญเสียผ่านผนังหม้อไอน้ำจะมากขึ้น การลดการสูญเสียทำได้โดยควบคุมให้หม้อไอน้ำทำงานน้อยตัวที่สุด และโหลดของแต่ละตัวไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 65 ของพิกัด โดยการวางแผนการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำในแต่ละวันให้เหมาะสมกับกำลังการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ เพื่อให้สามารถควบคุมจำนวนหม้อไอน้ำใช้งานได้ตามเหมาะสม

2.2.4.3 การควบคุมการโบลว์ดาวน์

การควบคุมการโบลว์ดาวน์ เป็นการกำจัดสิ่งเจือปนจากน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ เพื่อลดการเกิดตะกอนสามารถทำได้โดยการปล่อยน้ำร้อนทิ้งจากหม้อไอน้ำ (Blow-down) ซึ่งจะทำความเข้มข้นของสิ่งเจือปนลดลง การโบลว์ดาวน์มากเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสียค่าของพลังงาน อัตราการโบลว์ดาวน์ขึ้นอยู่กับสภาพน้ำที่ใช้ การใช้อัตราการโบลว์ดาวน์ที่ถูกต้องและการนำความร้อนจากโบลว์ดาวน์มาใช้จะทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้ (ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์, 2548: 28)

การคำนวณความร้อนสูญเสียจากการโบลว์ดาวน์ สามารถคำนวณได้ดังนี้ (วัชร มั่งวิทิทกุล, 2550: 156)

ความร้อนสูญเสีย

$$= \text{ปริมาณการ โบลว์ดาวน์} \times (\text{ค่าความร้อนของไอน้ำ} - \text{ค่าความร้อนของน้ำป้อน}) \quad (2.6)$$

ซึ่งสามารถคำนวณการประหยัดเชื้อเพลิงของการควบคุมการโบลว์ดาวน์ ได้ดังนี้

$$\text{ประหยัดเชื้อเพลิง} = \frac{\text{ความร้อนสูญเสีย}}{\text{ประสิทธิภาพ} \times \text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง}} \quad (2.7)$$

ดังนั้นเพื่อลดการสูญเสียจากการโบลว์ดาวน์ ควรควบคุมการโบลว์ดาวน์ให้ต่ำที่สุดในขณะเดียวกันรักษาระดับความเข้มข้นของสารละลายให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้ (วัชร มั่งวิทิทกุล, 2550: 155-156)

1) ปรับปรุงคุณภาพน้ำป้อน โดยปรับน้ำกระด้าง ซึ่งมีแคลเซียมและแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมฟอสเฟต และนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ให้ได้มากที่สุด ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ดี

2) โบลว์ดาวน์เฉพาะเมื่อความเข้มข้นของสารละลายของน้ำในหม้อไอน้ำเกินมาตรฐาน

$$\text{ปริมาณการโบลว์ดาวน์} = \frac{\text{TDS น้ำป้อน}}{(\text{TDS น้ำหม้อไอน้ำ} - \text{TDS น้ำป้อน})} \quad (2.8)$$

3) ในกรณีของหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ที่มีการโบลว์ดาวน์ต่อเนื่องควรนำความร้อนจากการโบลว์ดาวน์กลับมาใช้
มาตรฐานคุณสมบัติของหม้อไอน้ำดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานคุณสมบัติของน้ำ

ชนิด	pH	TDS
น้ำป้อน	7-8	300-350
น้ำหม้อไอน้ำ	11-12	3,500 (ไอน้ำ 0-20 บาร์)
		3,000 (ไอน้ำ 21-30 บาร์)
		2,500 (ไอน้ำ 31-40 บาร์)

แหล่งที่มา : วัชร มั่งวิติตกุล, 2550: 156

2.2.4.4 การบำรุงรักษา Burner ควรตรวจสอบ Burner อย่างสม่ำเสมอ การไม่บำรุงรักษา Burner และพัดลมจะทำให้เปลวไฟไม่เหมาะสมกับหม้อน้ำที่ใช้และทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ปัญหาที่พบได้บ่อย คือ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2541: 17-18)

(1) การผสมกันของอากาศและเชื้อเพลิงไม่ดี ทำให้ต้องใช้อากาศส่วนเกินมากเพื่อให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงได้หมดจด

(2) ลักษณะของเปลวไฟไม่ดี แสดงถึงการถ่ายเทความร้อนไม่ดี มีผลทำให้ก๊าซที่ออกจากหม้อไอน้ำมีอุณหภูมิสูง

(3) การเผาไหม้ไม่ดีทำให้มีเขม่าจับ

(4) กรณีที่หม้อไอน้ำใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง การอุ่นน้ำมันไม่เพียงพอทำให้น้ำมันกระเจา (Atomization) ไม่ดี ถ้าอุ่นมากเกินไปจะทำให้เกิดการเกาะจับ (Fueling) บนชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวใน Burner เป็นสาเหตุให้ลักษณะของเปลวไฟผิดปกติ ซึ่งทำให้มีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

2.2.5 การประหยัดพลังงานในการส่งจ่ายไอน้ำ

2.2.5.1 การซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ

รอยรั่วของไอน้ำทุกจุดที่เกิดขึ้นทำให้มีความร้อนสูญเสีย และควรรีบแก้ไขเพราะแรงดันของไอน้ำจะทำให้รอยรั่วขยายตัวมากขึ้นเรื่อยๆ ปริมาณไอน้ำสูญเสียขึ้นอยู่กับขนาดรอยรั่วและความดันไอน้ำซึ่งสามารถประมาณจากสมการ (วัชร มั่งวิติกุล, 2550: 157)

$$Q = 0.4 d^2 (p + 1.013) \quad (2.9)$$

โดย

Q คือ อัตราการสูญเสียไอน้ำ (กิโลกรัม/ชั่วโมง)

d คือ ขนาดรูรั่ว (มิลลิเมตร)

p คือ ความดันไอน้ำ (บาร์)

สามารถคำนวณหาเชื้อเพลิงที่สูญเสียจากรอยรั่ว ได้ดังนี้

$$\text{เชื้อเพลิงที่สูญเสีย} = \frac{\text{ปริมาณการสูญเสียไอน้ำ} \times (\text{ค่าความร้อนของไอน้ำ} - \text{ค่าความร้อนของน้ำป้อน})}{(\text{ประสิทธิภาพ} \times \text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง})} \quad (2.10)$$

2.2.5.2 การหุ้มฉนวน ฉนวนช่วยลดการสูญเสียความร้อนออกสู่อากาศรอบๆท่อเนื่องจากฉนวนมีคุณสมบัติในการนำความร้อนต่ำ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฉนวน ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฉนวนชนิดต่างๆ

ชนิดของฉนวน	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) (วัตต์/เมตร-เคลวิน)
ฉนวนใยแก้ว	0.058
ฉนวนเซรามิกไฟเบอร์	0.055
ฉนวนโฟมโพลียูรีเทน	0.025

แหล่งที่มา : วัชร มั่งวิติกุล, 2550: 157

การหาความร้อนสูญเสียจากท่อไอน้ำที่หุ้มฉนวน สามารถทำได้ดังนี้ (วัชร มั่งวิทิกุล, 2550: 158)

$$Q = A_{av} (t_i - t_o) \times 0.0036 / R_{th} \quad (2.11)$$

โดย

Q	คือ	ความร้อนสูญเสีย (เมกะจูล/เมตร – ชั่วโมง)
t_i	คือ	อุณหภูมิของไพล์ในท่อ (เคลวิน หรือ °C)
t_o	คือ	อุณหภูมิภายนอกท่อ (เคลวิน หรือ °C)
R_{th}	คือ	ค่าความต้านทานความร้อน

$$R_{th} = \frac{1}{h_o} + \frac{(r_o - r_i)}{k} + \frac{1}{h_i}$$

h_o	คือ	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวท่อด้านนอกที่หุ้มฉนวนกับอากาศรอบๆท่อ (โดยทั่วไป h_o มีค่าประมาณ 30 วัตต์/ตร.ม. – เคลวิน)
h_i	คือ	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวท่อด้านในกับของไพล์ในท่อ (ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของไพล์ในท่อและอัตราการไหล โดย h_i มักมีค่าสูงประมาณ 4,000 วัตต์/เมตร – เคลวิน)
r_i	คือ	รัศมีของท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวน (เมตร)
r_o	คือ	r_i + ความหนาของฉนวน (เมตร)
k	คือ	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฉนวน วัตต์/ตร.ม. – เคลวิน) เนื่องจาก $(r_o - r_i)$ มากกว่า $1 / h_o$ และ $1 / h_i$ มากๆ ดังนั้นเพื่อให้ ง่ายต่อการคำนวณ R_{th} จึงประมาณ $= (r_o - r_i) / k$

$$A_{av} = (A_o - A_i) / \ln (A_o / A_i) \text{ ตร.ม.}$$

โดย

$$A_o = 2\pi r_o$$

$$A_i = 2\pi r_i$$

การหาความร้อนสูญเสียจากท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวนสามารถทำได้ดังนี้ (วัชร มั่ง
วิทิกุล, 2550: 159)

$$\begin{aligned} R_{th} &= 1 / h_0 \\ A_{av} &= A_i \\ Q &= A_{av} (t_i - t_o) h_0 \times 0.0036 \text{ เมกะจูล/เมตร-ชั่วโมง} \end{aligned} \quad (2.12)$$

2.2.5.3 การเลือกขนาดท่อส่งจ่ายไอน้ำให้เหมาะสม

ถ้าใช้ท่อส่งไอน้ำขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ความร้อนสูญเสียผ่านผนังท่อมามาก
เนื่องจากพื้นที่ผิวมาก อย่างไรก็ตามการใช้ท่อไอน้ำขนาดเล็กเกินไปความดันจะตกมากเนื่องจาก
การต้านทานการไหลของไอน้ำ ดังนั้นจึงควรเลือกขนาดท่อส่งจ่ายไอน้ำให้เหมาะสม

2.3 ข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาลนครพิงค์

2.3.1 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร (Organization Profile)

โรงพยาบาลนครพิงค์ เป็นโรงพยาบาลทั่วไปประจำจังหวัดเชียงใหม่ สังกัด
กระทรวงสาธารณสุข ตั้งอยู่เลขที่ 59 ตำบลดอนแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ หลักกิโลเมตรที่
9 ถนนโชตนา (เชียงใหม่ – ฝางเดิม) อยู่ห่างจากเขตชุมชนของเทศบาลนครเชียงใหม่ ประมาณ 5
กิโลเมตร และอยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอแม่ริม ประมาณ 7 กิโลเมตร ปัจจุบันบริเวณ
โรงพยาบาลมีเนื้อที่ประมาณ 72 ไร่ 3 งาน 92 ตารางวา เดิมชื่อ โรงพยาบาลเชียงใหม่

โรงพยาบาลเปิดบริการทั้งผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน เมื่อวันที่ 24 กันยายน 2523
โดยในระยะแรกบริการผู้ป่วย 75 เตียง จากจำนวนเตียง 160 เตียง เนื่องจากมีเจ้าหน้าที่จำกัด ต่อมา
ในวันที่ 1 มิถุนายน 2525 ได้เปิดตึกบริการผู้ป่วยเพิ่มเป็น 130 เตียง ปัจจุบันเปิดบริการได้ 519
เตียง ให้บริการผู้ป่วยนอกปีละประมาณ 354,000 ราย ผู้ป่วยในปีละประมาณ 31,000 ราย สามารถ
ให้บริการครอบคลุมทุกสาขา ยกเว้นผู้ป่วยมะเร็งทางโลหิตวิทยาและมะเร็งขั้นที่ต้องรักษาด้วยเคมี
บำบัด

โรงพยาบาลนครพิงค์ ได้มีการพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2538
โดยเริ่มกิจกรรม 5 ส. และตามด้วยการพัฒนาองค์กร (Organization Development) การพัฒนา
พฤติกรรมบริการสู่ความเป็นเลิศ (Excellent Service Behavior) การประเมินคุณภาพ (Quality
Assurance) เพื่อพัฒนาคุณภาพอย่างมีระบบ โรงพยาบาลนครพิงค์ได้ตัดสินใจนำระบบคุณภาพ
ISO 9002 วางเป็นพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพ และจะดำเนินการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง
(Continuous Quality Improvement, CQI) และพัฒนาคุณภาพแบบองค์รวม (Total Quality

Management) ได้รับการรับรองเป็นโรงพยาบาลคุณภาพ HA (Hospital Accreditation) ในเดือนมีนาคม 2547 และได้รับการตรวจประเมินเพื่อติดตามระบบในวันที่ 1-2 สิงหาคม 2549 ซึ่งหลังจากนั้นโรงพยาบาลนครพิงค์ ยังคงพัฒนาต่อเนื่องและผ่านการตรวจประเมินระบบตามมาตรฐาน มอก.18001 ในวันที่ 2 สิงหาคม 2549 โรงพยาบาลนครพิงค์ ยังคงมุ่งมั่นในการดำเนินกิจกรรมพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้รับบริการ โดยปรับทิศทางและนโยบายของโรงพยาบาล และมีการดำเนินกิจกรรมเสริมด้านคุณภาพในระบบต่าง ๆ เช่น TQA, HPH ซึ่งได้นำเครื่องมือคุณภาพมาใช้ในการดำเนินกิจกรรม เช่น QCC, TMP, COP, Clinical & Quality Tracer การพัฒนาเป็นโรงพยาบาลต้นแบบด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

ปัจจุบันโรงพยาบาลนครพิงค์ มีวิสัยทัศน์จะเป็นผู้นำทีมสุขภาพระดับชาติภูมิภาค โดยการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องภายใต้การบริหารงานที่มีประสิทธิภาพ บุคลากรมีคุณภาพ ผู้รับบริการมีส่วนร่วมและพึงพอใจและมีพันธกิจให้บริการสุขภาพแบบองค์รวม มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ ประชาชนและองค์กรส่วนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการสร้างเสริมสุขภาพและพึงพอใจในระบบบริการของโรงพยาบาล

อัตราบุคลากรของโรงพยาบาลนครพิงค์ (ณ วันที่ 30 กันยายน 2549) ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 อัตราบุคลากรของโรงพยาบาลนครพิงค์

บุคลากร	กรอบอัตรากำลัง	ปฏิบัติงานจริง
- ข้าราชการทั้งหมด	685	652
- พนักงานราชการ	3	3
- ลูกจ้างประจำ	130	130
- ลูกจ้างเงินบำรุงโรงพยาบาล	538	538
รวม	1,356	1,323

2.4 การจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล

ในการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาลเริ่มมีการใช้เทคโนโลยีสะอาดเข้ามาเป็นเครื่องมือในการดำเนินงานโดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทยร่วมกับสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร (2548: 73-90) ได้ดำเนินการพัฒนางานด้านการจัดการมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีสะอาดในโรงพยาบาลนำ

ร้อง 9 แห่ง ของสำนักงานแพทย กรุงเทพมหานคร เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องแทนการป้องกันให้ถูกต้องตามกฎหมายเพียงอย่างเดียว ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า

2.4.1. วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาล ได้จัดทำโครงการ ดังนี้

1) โครงการลดมูลฝอยเศษผัก เศษอาหาร และเปลือกไข่ โดยนำไปเป็นอาหารสัตว์ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น สามารถลดปริมาณมูลฝอยทั่วไปของฝ่ายโภชนาการ และใช้ประโยชน์จากเศษผัก เศษอาหาร และเปลือกไข่ โดยนำไปเป็นอาหารสัตว์ และยังสร้างความร่วมมือของบุคลากรในหน่วยงาน โภชนาการ

2) โครงการปรับปรุงระบบการบันทึกข้อมูลและชั่งน้ำหนักมูลฝอย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น ทำให้สามารถพัฒนาระบบข้อมูลปริมาณมูลฝอยของแต่ละหน่วยงานให้ชัดเจนถูกต้อง เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์สำหรับการติดตามผลและพัฒนาการจัดการมูลฝอยของโรงพยาบาลและของแต่ละหน่วยงาน

3) การอบรมแนวปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการมูลฝอย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า 100% ของเจ้าหน้าที่ที่ดูแลด้านมูลฝอยของโรงพยาบาล ได้รับทราบข้อมูลปัจจุบัน สภาพปัญหา และได้ทบทวนแนวปฏิบัติที่ต้องมีการจัดการมูลฝอย พร้อมทั้งมีโอกาสแลกเปลี่ยนถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน เพื่อนำไปสู่การแก้ไข

มีการรณรงค์ชี้แจงให้บุคลากรได้รับทราบผลการดำเนินงาน โครงการระยะสั้น ต่างๆ เพื่อสร้างความร่วมมือในการดำเนินการต่างๆ มากขึ้น

ผลการทดสอบความรู้กับเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานที่ร่วมอบรม 231 คน พบว่า บุคลากรมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น โดยผลจากการทดสอบก่อน-หลังอบรม พบว่า ภายหลังการอบรมเจ้าหน้าที่สามารถทำแบบทดสอบ (10 ข้อ) ได้คะแนนเฉลี่ย 82.2% ซึ่งสูงกว่าช่วงก่อนการอบรมที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 78.6%

2.4.2. โรงพยาบาลกลาง ได้มีการจัดทำโครงการดังนี้

1) โครงการลดการใช้ถุงหิ้วใส่ยาในส่วนของผู้ป่วยใน ผลการดำเนินการในระยะสั้น สามารถปรับวิธีการจัดยาในส่วนของผู้ป่วยในเพื่อลดการใช้ถุงหิ้วเกินจำเป็น ลดการใช้ถุงหิ้วลง 9 กิโลกรัม/สัปดาห์ (ประมาณ 40 กิโลกรัม/เดือน หรือลดลง 34%) และโรงพยาบาลสามารถลดค่าใช้จ่ายจัดซื้อถุงหิ้วลง

2) โครงการนำร่องการคัดแยกมูลฝอยติดเชื้อและไม่ติดเชื้อ ผลการดำเนินการระยะสั้น พบว่า ปริมาณถุงมือที่ทิ้งเป็นมูลฝอยติดเชื้อ ประมาณ 1.35 กิโลกรัม/สัปดาห์ หรือคิดเป็น

53% (โดยถูกแยกไปเป็นมูลฝอยทั่วไป และทำการตัดทำลายก่อนทิ้ง) และปัจจุบันทุกหน่วยงานพยายามรณรงค์ให้บุคลากรใช้ถุงมืออย่างถูกประเภทตามกิจกรรม เช่น ถุงมือแบบใช้แล้วทิ้ง ควรใช้เฉพาะกิจกรรมทางการแพทย์เท่านั้น เพื่อเป็นการลดมูลฝอยที่ต้นเหตุอย่างแท้จริง และยังช่วยลดปริมาณมูลฝอยติดเชื้อซึ่งต้องเสียค่ากำจัดในราคาสูง นอกจากนี้บุคลากรยังมีส่วนร่วมและมีความตระหนักในการคัดแยกมูลฝอยให้ถูกต้อง

3) การรณรงค์การจัดการมูลฝอย (เสียงตามสาย) ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มีการจัดกิจกรรมเปิดเสียงตามสายวันละ 3 ครั้ง ในเวลา 10.00น. 13.00น. และ 15.00 น. ความยาวประมาณ 5-10 นาที ทำให้เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลส่วนใหญ่ได้รับทราบกิจกรรมการรณรงค์ด้านการจัดการมูลฝอย

4) โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การบริหารจัดการมูลฝอยผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า คณะทำงาน CT และคณะกรรมการ IC ของโรงพยาบาลจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การจัดการมูลฝอย ให้กับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานของโรงพยาบาล 240 คน (แบ่งเป็น 4 วัน) โดยมุ่งเน้นให้เจ้าหน้าที่เหล่านี้ได้รับทราบถึงปัญหาด้านมูลฝอย วิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง และวิธีการควบคุมการติดเชื้อ เพื่อนำไปปฏิบัติอย่างถูกต้อง พร้อมกันนี้ได้มีการทดสอบประเมินผลเจ้าหน้าที่ก่อน-หลังอบรม

2.4.3 โรงพยาบาลตากสิน มีการจัดทำโครงการดังนี้

1) โครงการคัดแยกเศษอาหาร ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มูลฝอยทั่วไปของฝ่ายโภชนาการลดลง 7 กิโลกรัม/วัน หรือคิดเป็น 22% เศษอาหารที่ขายเป็นข้าวหมูเพิ่มขึ้น 14 กิโลกรัม/วัน หรือคิดเป็น 27 % ทำให้โรงพยาบาลสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยทั่วไปและเกิดการคัดแยกมูลฝอยที่ถูกต้องเป็นระเบียบมากขึ้น

2) โครงการทำขยะหอม ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า เศษผักและผลไม้ลดลง 375 กิโลกรัม หรือคิดเป็น 96% เมื่อเทียบก่อน-หลังทำการหมัก สามารถนำกากที่ได้จากการหมักไปทำปุ๋ยและน้ำหมักที่ได้ไปใช้ประโยชน์ เกิดการคัดแยกมูลฝอยที่ถูกต้องและสร้างความสามัคคีในการดูแลสิ่งแวดล้อม

3) โครงการห้องอาหารมือถือ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มูลฝอยประเภทภาชนะบรรจุอาหารและเศษอาหารลดลงเฉลี่ย 1.3 กิโลกรัม/วัน (ประมาณ 360 กิโลกรัม/ปี) หรือลดลง 69.52% ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ 50% และยังสร้างความมีส่วนร่วมของเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานในการดูแลสิ่งแวดล้อม

4) โครงการตรวจร่างเอกสารก่อนพิมพ์ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ร้อยละของกระดาษที่เสีย จากการพิมพ์ผิดพลาดลดลง 9% ลดการสูญเสียกระดาษและลดปริมาณ การเกิดมูลฝอยรีไซเคิล ส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่าย

2.4.3.5 การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลโครงการ ผลการตรวจประเมิน ผลของโครงการ ระยะสั้นวิธีต่างๆและแนวปฏิบัติที่ถูกต้องในการคัดแยกมูลฝอย การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ และการ รีไซเคิลจากบอร์ดนิทรรศการ

2.4.3.6 การอบรมแนวปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการมูลฝอย ผลการดำเนินงานใน ระยะสั้น พบว่า แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน ที่เป็นตัวแทนจากทุกฝ่าย/ทุกหน่วยงานของ โรงพยาบาลได้รับข้อมูล ข้อเท็จจริง ของสภาพปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย วิธีการปฏิบัติที่ ถูกต้อง และการดำเนินงานกิจกรรมอื่นๆของโรงพยาบาล เช่น 5ส. และการควบคุมการติดเชื้อ เพื่อนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และนำไปเผยแพร่ให้คำแนะนำแก่เจ้าหน้าที่อื่นๆต่อไป

2.4.4 โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์ มีการดำเนินงานโครงการ ดังนี้

2.4.4.1 โครงการทำขยะหอม ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มูลฝอยเศษ ผักของฝ่ายโภชนาการลดลง 25 กิโลกรัม/วัน (หากสามารถดำเนินการได้อย่างสม่ำเสมอ) นำน้ำขยะ หอมไปรดท่อน้ำทิ้งเพื่อลดกลิ่นและลดการอุดตัน นำน้ำขยะหอมไปใช้แทนน้ำยาทำความสะอาด พื้น เพื่อลดการใช้น้ำยาเคมี

2.4.4.2 โครงการศึกษาวิธีการจัดการปรอท ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ได้ทำการลดการสูญเสียปรอทวัดไข้โดยศึกษาหาแนวทางปฏิบัติที่ดีในการใช้ปรอทวัดไข้ 2 กรณี คือ การทำการวัดไข้พร้อมๆกัน เทียบกับการวัดทีละล๊อค (8 คน) พบว่า วิธีการวัดแบบทีละล๊อค ทำให้ปรอทแตกน้อยกว่า จึงนำมากำหนดแนวทางปฏิบัติที่ดีสำหรับการใช้ปรอทวัดไข้ของ โรงพยาบาล และได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อการครั้งของการใช้ปรอทวัดไข้ พบว่าปรอท วัดไข้แบบดิจิตอลมีค่าใช้จ่ายต่อการครั้งน้อยกว่าปรอทแบบแก้วถึง ร้อยละ 44

2.4.4.3 โครงการรณรงค์ด้านการจัดการมูลฝอย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า เจ้าหน้าที่ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลของโครงการ ผลการตรวจประเมิน ผลโครงการระยะสั้น รวมถึงวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้องในการคัดแยกมูลฝอย การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ และการรีไซเคิล จากบอร์ดนิทรรศการ

2.4.4.4 โครงการเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกมูลฝอยรีไซเคิล ผลการ ดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน ที่เป็นตัวแทนจากทุกฝ่าย ทุก

หน่วยงาน ของโรงพยาบาลได้รับทราบข้อมูล ข้อเท็จจริง ของสภาพปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย วิธีการปฏิบัติที่ถูกต้องและการดำเนินงานกิจกรรมอื่นๆของโรงพยาบาล เช่น 5ส. และการควบคุม การติดเชื้อ เพื่อนำไปปฏิบัติอย่างถูกต้องและนำไปเผยแพร่ให้คำแนะนำแก่เจ้าหน้าที่อื่นๆต่อไป

2.4.5 โรงพยาบาลหลวงพ่อบุญดี มีการดำเนินงานโครงการ ดังนี้

1) โครงการคัดแยกเศษอาหาร ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มูลฝอยทั่วไปของหอผู้ป่วยลดลง 12.3 กิโลกรัม/วัน (ลดลง 58%) มูลฝอยทั่วไปของหอผู้ป่วยหลังคลอด ลดลง 10.8 กิโลกรัม/วัน (ลดลง 51%) ลดการปะปนของเศษอาหารไปกับมูลฝอยประเภทอื่นๆ และส่งเสริมให้เกิดการคัดแยกมูลฝอยที่ถูกต้อง

2) โครงการใช้ภาชนะใส่อาหารเพื่อลดถุงพลาสติก-โฟม ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มูลฝอยทั่วไปประเภทภาชนะบรรจุอาหาร(ถุงพลาสติก-กล่องโฟม) จากห้องผ่าตัด ลดลง 1.7 กิโลกรัม/วัน (หรือลดลง 85%) และหออภิบาลผู้ป่วยหนัก ลดลง 0.5 กิโลกรัม/วัน (หรือลดลง 85%) บุคลากรเห็นความสำคัญในการช่วยลดปริมาณขยะ (ถุงพลาสติก-กล่องโฟม) ซึ่งย่อยสลายยากและทำให้อ่างก่อกำเนิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

3) โครงการรณรงค์และอบรมบุคลากร เรื่องการจัดการมูลฝอย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มีผู้เข้าร่วมการอบรม 30 คน ประกอบด้วย พยาบาลและเจ้าหน้าที่ตัวแทนทุกหน่วยงานทำให้ได้รับข้อมูล และข้อเท็จจริงของสภาพปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย วิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง และการดำเนินงานกิจกรรมอื่นๆของโรงพยาบาล เช่น การควบคุมการติดเชื้อ เพื่อนำไปปฏิบัติและเผยแพร่ต่อเจ้าหน้าที่อื่นๆได้อย่างถูกต้อง

4) โครงการคัดแยกไชริงค์ติดเชื้อและไม่ติดเชื้อ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ลดปริมาณมูลฝอยโดยการแยกไชริงค์จากกิจกรรมที่ไม่สัมผัสสารคัดหลั่งผู้ป่วยคิดเป็นสัดส่วน 76% จากปริมาณไชริงค์ที่ใช้ 6.15 กิโลกรัม/สัปดาห์ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทำลายมูลฝอยติดเชื้อซึ่งมีราคาสูง ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นปลายทางจากการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ บุคลากรมีส่วนร่วมและมีความตระหนักในการคัดแยกมูลฝอยให้ถูกต้อง

2.4.6 โรงพยาบาลหนองจอก มีการดำเนินกิจกรรมโครงการ ดังนี้

1) โครงการคัดแยกเศษอาหาร ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ทุกหน่วยงานดำเนินการคัดแยกเศษอาหารและจัดทิ้งลงในถังรวมเศษอาหารรวม มูลฝอยทั่วไปลดลง หลังจากการแยกเศษอาหารไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น โดยพบว่าตัวชี้วัดปริมาณมูลฝอยประเภท

ทั่วไป (กิโลกรัม/เตียง(ครอง)/วัน) ของทั้งโรงพยาบาลลดลง 22% เมื่อเทียบกับช่วงก่อนดำเนินการลดการปะปนของเศษอาหารกับมูลฝอยประเภทอื่นๆ

2) โครงการส่งคืนบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วกลับปรุงอาหารกลับคืนผู้ขาย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ส่งเสริมแนวคิดนโยบายการจัดซื้อเพื่อลดมูลฝอย ปริมาณมูลฝอยทั่วไปของฝ่ายโภชนาการลดลง 7 กิโลกรัม/เดือน

3) โครงการรณรงค์ประชาสัมพันธ์เรื่องการคัดแยกมูลฝอย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มีการรณรงค์การคัดแยกมูลฝอยผ่านเสียงตามสาย ทำให้บุคลากรมีความตระหนักและร่วมกันคัดแยกมูลฝอยถูกต้องมากขึ้น

4) โครงการกิจกรรม Big Cleaning Day ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มีบุคลากรเข้าร่วมกิจกรรม Big Cleaning Day 197 คน คิดเป็นสัดส่วน 83% ของบุคลากรทั้งโรงพยาบาล สามารถคัดแยกมูลฝอยรีไซเคิลได้ 140 กิโลกรัม โดยปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการคัดแยกมูลฝอยถูกต้องมากขึ้น เกิดภาพลักษณ์ที่ดีแก่โรงพยาบาล ทั้งด้านระเบียบและความสะอาด เป็นกิจกรรมสร้างความสามัคคีในองค์กรในการดูแลสิ่งแวดล้อม

5) โครงการอบรมแนวปฏิบัติที่ดี ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มีผู้เข้ารับการอบรม 34 คน ประกอบด้วย พยาบาลผู้ปฏิบัติงานด้านมูลฝอยโดยตรง ทำให้ได้ทราบแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้อง เช่น การคัดแยกมูลฝอย การควบคุมการติดเชื้อ เพื่อนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานมีความรู้มากขึ้น โดยจากการทดสอบความรู้ก่อน-หลัง อบรม พบว่า ภายหลังการอบรมเจ้าหน้าที่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องเฉลี่ย 11 จาก 12 ข้อ ซึ่งสูงกว่าช่วงก่อนเวลาอบรมที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 8 ข้อ

2.4.7 โรงพยาบาลลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร มีการดำเนินการโครงการดังต่อไปนี้

1) โครงการลดมูลฝอยเศษอาหาร ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า หน่วยงานนำร่องดำเนินการคัดแยกมูลฝอยเศษอาหารส่งกลับฝ่ายโภชนาการ ทำให้มูลฝอยในหน่วยงานนำร่องลดลงถึง 23 กิโลกรัม/สัปดาห์ (ลดลง 6%) หรือประมาณ 1,200 กิโลกรัม/ปี สามารถนำเศษอาหารใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยพบว่ามีปริมาณเศษอาหารเพิ่มขึ้น 30 กิโลกรัม/สัปดาห์ หรือคิดเป็น 1,564 กิโลกรัม/ปี

2) โครงการประเมินการจัดอาหารให้เหมาะสมกับผู้ป่วย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ฝ่ายโภชนาการและหอผู้ป่วยร่วมกันประเมินการจัดอาหารให้กับผู้ป่วย เพื่อลดอาหารเหลือทิ้ง โดยผลลัพธ์จากโครงการเป็นไปตามเป้าหมายคือ จำนวนผู้ป่วยทานอาหารหมดเกิน 60% (ผลที่ได้ 63.71%) ทานอาหารได้ครึ่งหนึ่งไม่เกิน 30% (ผลที่ได้ 29.64%) และทานอาหาร

ไม่ได้ไม่เกิน 10% (ผลที่ได้ 6.67%) ลดการใช้ข้าวสารลง 5.4 กิโลกรัม/สัปดาห์หรือคิดเป็น 280 กิโลกรัม/ปี (ลดลง 12.6%) และช่วยให้มูลฝอยทั่วไปของฝ่ายโภชนาการลดลง 7 กิโลกรัม/เดือน

3 โครงการลดมูลฝอยประเภทภาชนะบรรจุอาหาร โดยการใช้กล่องพลาสติกหรือปิ่นโต ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มูลฝอยทั่วไปประเภทภาชนะบรรจุอาหาร (ถุงพลาสติก-กล่องโฟม) ที่เกิดจากหน่วยงานนำร่อง ลดลง 9.2% สร้างแนวปฏิบัติที่ดีในการช่วยลดมูลฝอยประเภทภาชนะบรรจุอาหาร

4) โครงการรณรงค์ด้านการคัดแยกมูลฝอย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลได้รับทราบแนวทางในการคัดแยกมูลฝอยแต่ละประเภท ทำให้สามารถคัดแยกมูลฝอยได้ถูกประเภทมากขึ้น

5) โครงการอบรมแนวปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ผู้แทนพยาบาลจากทุกหน่วยงานและเจ้าหน้าที่ดูแลด้านมูลฝอยโดยตรง ได้รับทราบสภาพปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย และวิธีปฏิบัติที่ถูกต้อง เช่น การควบคุมการติดเชื้อ นำเอาไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และยังมีช่องทางเวปไซด์ภายในของโรงพยาบาลเพื่อให้เจ้าหน้าที่ได้เข้ามาแลกเปลี่ยนข้อสงสัยในการคัดแยกหรือจัดการมูลฝอยภายในโรงพยาบาล

6) โครงการส่งเสริมการคัดแยกมูลฝอยรีไซเคิล ปริมาณมูลฝอยรีไซเคิลที่ขายไม่ได้ลดลงจาก 0.13 กิโลกรัม/เตียง (ครอง)/วัน เหลือ 0.114 กิโลกรัม/เตียง (ครอง)/วัน ลดการทิ้งมูลฝอยและโรงพยาบาลได้รับประโยชน์จากการรีไซเคิลมากขึ้น

2.4.8 โรงพยาบาลราชพิพัฒน์ มีการดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) โครงการขอความร่วมมือร้านค้านำเศษอาหารกลับไปจัดการ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ลดมูลฝอยเศษอาหารโดยให้ร้านค้านำไปเป็นอาหารสัตว์ได้ประมาณ 13.3 กิโลกรัม/วัน เกิดความร่วมมือทั้งบุคลากรภายในและภายนอกโรงพยาบาล ลดกลิ่นรบกวนจากเศษอาหารบูดเน่า และป้องกันการรบกวนชาวสัตว์ต่างๆ

2) โครงการแยกเศษอาหาร ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มีการดำเนินการคัดแยกเศษอาหารในหน่วยงานนำร่องโดยส่งกลับโภชนาการเพื่อเป็นอาหารสัตว์ 7.46 กิโลกรัม/วัน ทำให้มูลฝอยทั่วไปในหน่วยงานดังกล่าวลดลง 29 % เพิ่มความสะดวกของภาชนะและลดปัญหากลิ่นในถังมูลฝอยทั่วไปไม่ให้รบกวนบรรยากาศในการทำงาน

3) โครงการครัวมือถือน้ำ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ภาชนะบรรจุประเภทโฟมลดลงประมาณ 1 กิโลกรัม/วัน หรือคิดเป็น 70% เมื่อเทียบกับช่วงก่อนทำโครงการบุคลากรของโรงพยาบาลได้มีโอกาสเข้ามามีส่วนร่วมในการลดมูลฝอย

4) การรณรงค์เสียงตามสาย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ผู้รับบริการ ได้รับฟังเสียงตามสายให้ความรู้ด้านการจัดการขยะมูลฝอย สามารถขยายผลกิจกรรมให้ถึงบ้านของเจ้าหน้าที่ และชุมชนรอบข้างต่อไป

5) การอบรมแนวปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการมูลฝอย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า มีผู้รับการอบรมประกอบด้วย พยาบาลและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานด้านมูลฝอยทำให้ได้รับสภาพปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย และวิธีปฏิบัติที่ถูกต้อง เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานมีความรู้มากขึ้น โดยผลการประเมินจากการวัดความรู้ก่อน-หลังการอบรม พบว่า หลังการอบรมเจ้าหน้าที่สามารถทำแบบทดสอบ (20 ข้อ) ได้คะแนนเฉลี่ย 90% ซึ่งสูงกว่าช่วงก่อนการอบรมที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 80%

2.4.9 โรงพยาบาลสิรินธร มีการดำเนินโครงการดังต่อไปนี้

1) โครงการร้านค้าร่วมใจ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า การดำเนินการจัดการมูลฝอยกับร้านค้าในโรงอาหาร ประกอบด้วย การประชุมชี้แจงแนวปฏิบัติ ขอความร่วมมือในการคัดแยกมูลฝอย การบันทึกข้อมูลน้ำหนักมูลฝอย การเปลี่ยนภาชนะแบบโฟมเป็นแบบกระดาษ ฯลฯ ปริมาณมูลฝอยทั่วไปของโรงอาหารลดลงประมาณ 40.80 กิโลกรัม/สัปดาห์ หรือคิดเป็น 2,122 กิโลกรัม/ปี (ลดลง 41%) สามารถนำมูลฝอยเศษอาหารไปทำขยะหอมเพื่อใช้ประโยชน์อื่นๆได้ ผลของโครงการได้ขยายต่อ ยอดไปถึงระบบการจัดการสุขอนามัยของโรงอาหาร เช่น มีการขุดลอกท่อระบายน้ำ มีการทำฝาปิดอาหารที่ปรุงสุกแล้วเพื่อป้องกันแมลง มีการตรวจสอบสุขภาพพนักงานร้านค้า มีการตรวจสอบคุณภาพอาหารและน้ำดื่มในโรงอาหาร

2) โครงการส่งเสริมแนวปฏิบัติที่ดีในการลดมูลฝอย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่าปริมาณมูลฝอยติดเชื้อในช่วงที่เก็บข้อมูลลดลงจาก 0.25 เหลือ 0.16 กิโลกรัม/เตียง (ครอง)/วัน (ลดลง 36%) สามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาล มีการทบทวนและกำหนดแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อเพิ่มเติมและส่งผลให้มีการทบทวนและปรับปรุงคู่มือการจัดการมูลฝอยให้ทันสมัยขึ้น

3) การจัดส่งคืนแถบแม่เหล็ก Dtx กลับคืนห้อง Lab ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่าช่วยลดปริมาณมูลฝอยอันตรายที่เคยทิ้งอยู่ในอดีตลง โดยการรวบรวมแถบแม่เหล็กและส่งคืนกลับไปยังบริษัทผู้ขาย ส่งเสริมให้เกิดมาตรฐานการเบิกจ่ายแถบแม่เหล็กและวัสดุการแพทย์ที่เป็นระบบ

4) โครงการทำขยะหอม ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า ลดมูลฝอยเศษผักผลไม้ และเปลือกไข่ จากโรงอาหารและฝ่ายโภชนาการ นำผลผลิตจากการทำขยะหอมไปใช้

ประโยชน์ทางด้านการสวนในโรงพยาบาล เพื่อลดการใช้สารเคมี เนื่องจากโรงพยาบาลมีพื้นที่ค่อนข้างมาก

5) การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลและคนภายนอกได้รับทราบข้อมูลถึงแนวปฏิบัติที่ถูกต้องในการจัดการมูลฝอยแต่ละประเภทของโรงพยาบาลจากบอร์ดนิทรรศการ

6) การอบรมแนวปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการมูลฝอย ผลการดำเนินงานในระยะสั้น พบว่า แพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ตัวแทนจากทุกหน่วยงาน ได้รับทราบข้อมูลด้านการจัดการมูลฝอย และวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง รวมถึงการดำเนินงานกิจกรรมอื่นๆของโรงพยาบาล เช่น การควบคุมการติดเชื้อ เพื่อนำไปปฏิบัติอย่างถูกต้อง รวมถึงการดำเนินงานกิจกรรมอื่นๆของโรงพยาบาล เช่น การควบคุมการติดเชื้อ เพื่อนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และนำไปเผยแพร่ให้คำแนะนำกับเจ้าหน้าที่อื่นๆต่อไป

นอกจากนี้กรมควบคุมมลพิษได้จัดทำโครงการการให้บริการด้านสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีสะอาดสำหรับโรงพยาบาลเลิดสิน จากการดำเนินการ พบว่า (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

ด้านการจัดการขยะมูลฝอยมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยแบ่งเป็น 4 โครงการ คือ โครงการรณรงค์ประชาสัมพันธ์การทิ้งขยะให้ถูกประเภท โครงการจัดการขยะมูลฝอยสำหรับหอผู้ป่วย โครงการจัดการขยะมูลฝอยสำหรับหน่วยโภชนาการ และโครงการศูนย์รีไซเคิล ผลการดำเนินการ สามารถมีการลดปริมาณขยะประเภทบรรจุภัณฑ์ โดยการคัดแยกกระป๋องและถุงพลาสติก (3,241 กระป๋อง/เดือน) การลดปริมาณเศษผัก โดยการนำเศษผักมาทำปุ๋ยน้ำด้วยหัวเชื้อ EM (1,333 กิโลกรัม/เดือน) การใช้ประโยชน์จากน้ำขาวข้าว โดยการนำน้ำขาวข้าวไปทำปุ๋ยน้ำด้วยหัวเชื้อ EM (480 แกลลอน/เดือน) และการลดปริมาณเศษอาหารจากผู้ป่วย (1,496 กิโลกรัม/เดือน)

ด้านการใช้น้ำ การจัดการน้ำเสีย และการใช้ไฟฟ้าของทางโรงพยาบาลนั้น ได้มีการดำเนินงานควบคู่ไปกับการใช้น้ำและการเกิดก๊าซไอเสีย และการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียจากยาและสารเคมี โดยใช้หลักการของ CT

2.5 ผลงานวิจัย/กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง

บัณฑิต จีระยิ่งสกุล สุรสิทธิ์ หอมแก่นจันทร์ และอภิพงศ์ แซ่ลิ่ม (2540: 65-68) ได้ศึกษาการประหยัดความร้อนในระบบผลิตความร้อน เพื่อทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานและหามาตรการในการประหยัดพลังงาน พบว่า หม้อไอน้ำขนาด 2.5 ตัน ประสิทธิภาพ 78.92 เปอร์เซ็นต์ ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ปริมาณ 155,088 ลิตรต่อปี เกิดความร้อนสูญเสียเนื่องจากไอเสีย

47,149 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ความร้อนสูญเสียเนื่องจากท่อส่งไอน้ำและท่อส่งน้ำร้อนทั้งที่หุ้มฉนวนและไม่ได้หุ้มฉนวน 5,754 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อน 73.24 เปอร์เซ็นต์ แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบผลิตน้ำร้อน คือ การปรับอัตราส่วนอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ที่เหมาะสม การหุ้มฉนวนท่อส่งไอน้ำและท่อส่งน้ำร้อนในส่วนที่ยังไม่ได้หุ้ม การดึงความร้อนจากไอเสียมาใช้อุ่นน้ำก่อนเข้าเครื่องผลิตความร้อน เมื่อทำการปรับปรุงทั้งสามแนวทางจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้นเป็น 83.02 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ประหยัดเชื้อเพลิง 20,503 ลิตรต่อปี คิดเป็นมูลค่า 179,606 บาทต่อปี โดยทำการลงทุน 114,770 บาท ระยะเวลาการคืนทุน 1.21 ปี

สุวัจน์ จินตรักษ์ และชาคริสต์ ไชยวงษ์ (2537: 75-76) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อนในหม้อไอน้ำของโรงพยาบาลเชียงใหม่ราม เพื่อหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำและแนวทางประหยัดพลังงานที่ใช้ในระบบไอน้ำซึ่งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง พบว่า ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำมีค่าเฉลี่ย 73.89 เปอร์เซ็นต์ และใช้ปริมาณอากาศส่วนเกิน 100.32 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียความร้อนส่วนใหญ่เกิดจากการพาและการแผ่รังสี รองลงมาคือการสูญเสียความร้อนออกไปกับแก๊สเสียทิ้ง แนวทางการแก้ไขปัญหาคือได้ดำเนินการลดการสูญเสียของพลังงาน คือ การลดปริมาณอากาศส่วนเกิน และโดยอาจทำการลดแรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิง ทำความสะอาดพื้นผิวถ่ายเทความร้อน หุ้มฉนวนจุดที่จำเป็น และนำความร้อนทิ้งไปอุ่นน้ำป้อนหรือน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะใช้ในระบบหม้อไอน้ำ

กองฝึกอบรมศูนย์วิทยาการอนุรักษ์พลังงาน (2547: 4) ได้ศึกษาการบริหารการใช้หม้อไอน้ำในโรงพยาบาลวิภาวดี พบว่า โรงพยาบาลมีการผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในการอบและซักผ้าโดยใช้หม้อไอน้ำ 3 ลูก สลับกันเดินเครื่อง ซึ่งทำให้อุณหภูมิของหม้อไอน้ำเมื่อหยุดสลับกันต่ำลงมาก จึงได้แก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนวิธีการเดินหม้อไอน้ำมาเป็นสลับกันเพียง 2 ลูก ส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำในหม้อไอน้ำขณะหยุดสลับการใช้งานสูงขึ้นจากเดิม 44 °C (กรณีสลับงาน 3 ลูก) เป็น 51 °C ทำให้สามารถประหยัดพลังงานจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นได้ประมาณ 8 % เมื่อศึกษาค่าใช้จ่ายและผลการประหยัดพลังงานพบว่า เงินลงทุน 11,770 บาท ประหยัดเชื้อเพลิงได้ 730 ลิตร/ปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ 9,490 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.24 ปี ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาได้ถึง 32,000 บาท/ปี และลดก๊าซร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงออกสู่บรรยากาศจากการคิดอัตราการปล่อยก๊าซ CO₂ ประมาณ 1.81 ตันต่อปี

แผนกเทคโนโลยีสะอาด ฝ่ายธุรกิจและสิ่งแวดล้อม สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2543 : 14) การศึกษาเทคโนโลยีสะอาดในบริษัท จริง จริง ฟู้ดสทัฟ จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวขนาดเล็ก เมื่อทำการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด พบว่า มีพลังงานความร้อนสูญเสียในปริมาณมาก ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดมีดังนี้ หุ้มฉนวนความร้อนท่อไอน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ และนำคอนเดนเสทจากตู้อบกลับมาใช้ใหม่ ประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ คือ การหุ้มฉนวนความร้อนท่อไอน้ำและ อุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ ลงทุน 180,000 บาท ประหยัดได้ 54,240 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 3.3 ปี การนำคอนเดนเสทจากตู้อบกลับมาใช้ใหม่ ลงทุน 120,000 บาท ประหยัดได้ 76,980 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.6 ปี ประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม ลดการสูญเสียความร้อน 777,720 เมกะจูล/ปี (ลดลง 84.2%) และลดปริมาณการใช้น้ำ 1,560 ลูกบาศก์เมตร/ปี (ลดลง 13.4%)

แผนกเทคโนโลยีสะอาด ฝ่ายธุรกิจและสิ่งแวดล้อม สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2543 : 22) การศึกษาเทคโนโลยีสะอาดในบริษัท ศิลปเสณีพาณิชย์ จำกัด ซึ่งทำการผลิตผ้าถัก ย้อมสีตกแต่งสำเร็จผ้าถัก ผลการดำเนินการตามลำดับทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดซึ่งส่งผลให้ประหยัดเชื้อเพลิงมีดังนี้ 1) การเปลี่ยนท่อเก่าที่เสื่อมสภาพและหุ้มฉนวนท่อไอน้ำใหม่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุน 500,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 2.7 ปี 2) การนำความร้อนจากกระบวนการผลิตน้ำกลับมาใช้ใหม่โดยการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน 808,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 10 เดือน และ 3) การเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน 184,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 10 เดือน

บทที่ 3

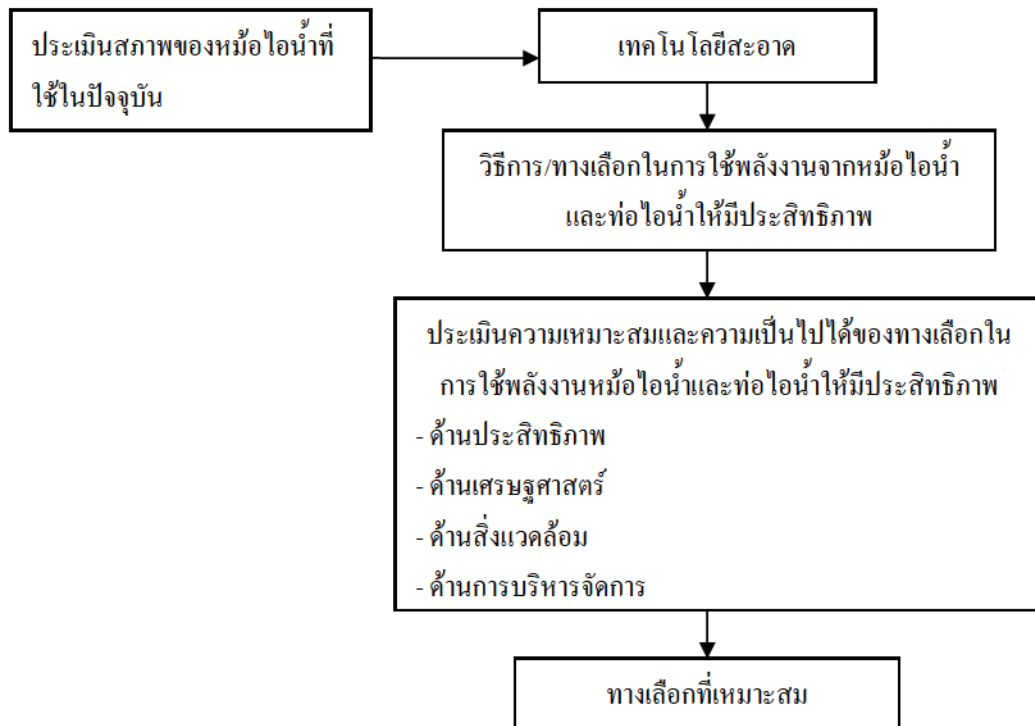
วิธีการวิจัย

การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด ภาควิชาพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied Research) เพื่อการติดตามประเมินผลการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และวิเคราะห์หาวิธีการที่เหมาะสมในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดโดยพิจารณาจากประสิทธิภาพ ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลด้านสิ่งแวดล้อม และการบริหารจัดการ รวมถึงปัญหาอุปสรรค ตลอดจนการแก้ไข โดยดำเนินการเก็บข้อมูลทุติยภูมิ จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์ (In-depth Interview) การสังเกต (Observation) และการประชุมระดมสมอง (Brain Storming) และการใช้เครื่องมือตรวจวัด

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด ภาควิชาพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ ได้นำแนวทางการจัดทำกรอบแนวคิดมาจากการทบทวนแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับหม้อไอน้ำ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการจัดการสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาล หลักการตรวจประเมิน และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในการศึกษาการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพครั้งนี้จะพิจารณาในประเด็นด้านประสิทธิภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และด้านการบริหารจัดการ

ขั้นตอนในการศึกษาเริ่มจากการประเมินสภาพของหม้อไอน้ำปัจจุบันที่ใช้ในโรงพยาบาล โดยทำการประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านประสิทธิภาพ ด้านสิ่งแวดล้อมและด้านการบริหารจัดการ จากนั้นใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อพิจารณาทางเลือกในการใช้พลังงานจากหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ และทำการประเมินความเหมาะสมของทางเลือกในการใช้พลังงานจากหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านประสิทธิภาพ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการบริหารจัดการ ผลที่ได้รับคือทางเลือกที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานจากหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ รวม 25 คน ได้แก่ หัวหน้าหน่วยจ่ายกลาง จำนวน 1 คน เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบไอน้ำจำนวน 1 คน และคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมจำนวน 23 คน ดังแสดงในภาคผนวก 1 (เอกสารรายนามคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมโรงพยาบาลนครพิงค์ ข้อมูล ณ วันที่ 12 ธันวาคม 2550)

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงในกลุ่มผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ไอน้ำในโรงพยาบาลดังแสดงในตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ผู้ให้สัมภาษณ์จำแนกตามตำแหน่งและการให้ข้อมูล

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	การให้ข้อมูล
1	นายประกิต ประคุณกร	รองผู้อำนวยการ ฝ่ายบริหาร	นโยบาย และการบริหารจัดการ
2	นายอำนาจ ชัยลิจิต	ที่ปรึกษาโรงพยาบาล ด้านสิ่งแวดล้อม	การบริหารจัดการ
3	นางสาวจันทร์พลอย อุดสาคต	หัวหน้าหน่วยจ่ายกลาง	การใช้ไอน้ำ ในหน่วยจ่ายกลาง
4	นางรัชนิย์ วงศ์แสน	พยาบาลควบคุมการติดเชื้อ	คุณภาพของการให้บริการ
5	นางวลัยลักษณ์ พิพัฒน์รัตนถาวร	พยาบาลอาชีวอนามัย	สิ่งแวดล้อมและ ความปลอดภัยในการทำงาน
6	นายกมล ผัดวง	หัวหน้างานซักฟอก	การใช้ไอน้ำใน งานซักฟอก
7	นายอรุณศักดิ์ มิกะกุล	หัวหน้างานซ่อมบำรุง	ระบบไอน้ำ และการดูแลระบบไอน้ำ

ตารางที่ 3.2 ผู้ที่ร่วมประชุมระดมสมองจำแนกตามตำแหน่งและการให้ข้อมูล

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	การให้ข้อมูล
1	นายอำนาจ ชัยลิจิต	ที่ปรึกษาโรงพยาบาล ด้านสิ่งแวดล้อม	นโยบายและแผนด้าน สิ่งแวดล้อมของรพ.
2	นางสาวจันทร์พลอย อุดสาคต	หัวหน้าหน่วยจ่ายกลาง	การใช้ไอน้ำ ในหน่วยจ่ายกลาง
3	นางรัชนิย์ วงศ์แสน	พยาบาลควบคุมการติดเชื้อ	คุณภาพของการให้บริการ
4	นางวลัยลักษณ์ พิพัฒน์รัตนถาวร	พยาบาลอาชีวอนามัย	สิ่งแวดล้อมและความ ปลอดภัยในการทำงาน
5	นายกมล ผัดวง	หัวหน้างานซักฟอก	การใช้ไอน้ำใน งานซักฟอก
6	นายอรุณศักดิ์ มิกะกุล	หัวหน้างานซ่อมบำรุง	การดูแลระบบไอน้ำ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบไปด้วย

3.3.1 คำถามการสัมภาษณ์

ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นรายละเอียดด้านการบริหารจัดการสำหรับผู้บริหาร ผู้ดูแลระบบไอน้ำและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไอน้ำ เช่น นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม การสนับสนุนทั้งในด้านงบประมาณ ความรู้และอุปกรณ์ในการดำเนินงาน องค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสะอาด หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำ ตลอดจนทัศนคติเกี่ยวกับใช้พลังงานจากหม้อไอน้ำ และท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดของผู้บริหาร ผู้ดูแลระบบไอน้ำและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไอน้ำ โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุด คือ

3.3.1.1 คำถามการสัมภาษณ์สำหรับผู้บริหาร

ใช้สำหรับการสัมภาษณ์ผู้บริหารของโรงพยาบาล ได้แก่ รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร และที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม

3.3.1.2 คำถามการสัมภาษณ์สำหรับผู้ดูแลระบบไอน้ำ

ใช้สำหรับสัมภาษณ์หัวหน้างานซ่อมบำรุง

3.3.1.3 คำถามการสัมภาษณ์สำหรับหัวหน้าหน่วยงานที่ใช้ระบบไอน้ำและผู้เกี่ยวข้อง

ใช้สำหรับสัมภาษณ์หัวหน้าหน่วยงานย่อยกลาง หัวหน้างานซักฟอกพยาบาลอาชีวอนามัย และพยาบาลผู้ควบคุมการติดเชื้อ

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

3.3.2.1 อุปกรณ์อัดเสียงระบบดิจิทัล

3.3.2.2 อุปกรณ์ถ่ายภาพระบบดิจิทัล

3.3.2.3 เครื่องมือตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ (Flue gas)

3.3.2.4 pH meter

3.3.2.5 Surface thermometer

3.3.2.6 Immersion probe thermometer

3.3.2.7 บีกเกอร์ (Beaker)

3.3.2.8 นาฬิกาจับเวลา

3.4 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.4.1 คำถามสัมภาษณ์และแบบฟอร์มการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด

เมื่อได้คำถามการสัมภาษณ์และแบบฟอร์มการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด แล้วนำไปทำการตรวจสอบคุณภาพ โดยการทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

ความตรง (Validity) หมายถึง ความแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือสิ่งที่เครื่องมือควรจะวัดและคะแนนที่ได้จากเครื่องมือที่มีความตรงสูงสามารถบอกถึงสภาพที่แท้จริง และพยากรณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

ในการศึกษาผู้วิจัยได้ใช้วิธีทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งเป็นความตรงที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ตรวจสอบเนื้อหาของเครื่องมือว่าเนื้อหาของข้อคำถาม วัดได้ตรงตามเนื้อหาของตัวแปรที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นๆ ตรวจสอบ ในการตรวจสอบจะต้องใช้นิยามเชิงทฤษฎี นิยามเชิงปฏิบัติการ ควบคู่กับข้อคำถามและแบบฟอร์มการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด ว่าเครื่องมือที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ ครอบคลุมเนื้อเรื่องทั้งหมดหรือไม่ ผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ทำการตรวจสอบในครั้งนี้มีจำนวน 4 ท่าน จากกองวิศวกรรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ดังแสดงในภาคผนวก ง

จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญลงคะแนน ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งคำนวณจาก ความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อความที่สร้างขึ้นดัชนีที่ใช้แสดงความสอดคล้องเรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ (สุวิมล ศิริภานันท์, 2548: 147-149)

1 = สอดคล้อง

0 = ไม่แน่ใจ

-1 = ไม่สอดคล้อง

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ $IOC = \sum R/n$

R=ผลคูณของคะแนนกับจำนวนผู้เชี่ยวชาญในแต่ละระดับความสอดคล้อง

n=จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ค่า IOC มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ข้อคำถามที่ดีควรมีค่า IOC ใกล้ 1 ส่วนข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรมีการปรับปรุงแก้ไข

3.4.2 อุปกรณ์ตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้

ได้รับการสอบเทียบเครื่องมือครั้งสุดท้ายเมื่อ กุมภาพันธ์ 2550 โดย บริษัท เอ็ม ซี

3.4.3 การตรวจคุณภาพน้ำ

ส่งตรวจคุณภาพน้ำ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ส่งตรวจห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร ส่งตรวจครั้งที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลการตรวจและได้รับการรับรองผลจากสถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่(สวท-มช) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้บริการแก่องค์กรของรัฐและเอกชนในด้านการตรวจสอบ วิเคราะห์ ในด้านเคมี และด้านจุลชีววิทยา

3.5 วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในโรงพยาบาลนครพิงค์ ซึ่งเป็นโรงพยาบาลทั่วไป ขนาด 300 เตียง สังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งมีความพร้อม ความสนใจและความตระหนักในเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม และได้มีการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้มาตรฐานสุขภาพสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย และมาตรฐาน Hospital Accredited (HA) ซึ่งเป็นการพัฒนาที่ค่อยเป็นค่อยไปในการดำเนินการ เพื่อบรรเทาผลกระทบที่จะช่วยในการลดและป้องกันการเกิดมลพิษที่จะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และวางแผนจะใช้เทคโนโลยีสะอาดในการจัดการสุขภาพสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของโรงพยาบาลนครพิงค์ด้วยเทคโนโลยีสะอาด ด้านการใช้พลังงานไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดการสูญเสียของพลังงาน โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

3.5.1 การเก็บข้อมูลทุติยภูมิ จากการรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานการใช้หม้อไอน้ำและท่อน้ำของโรงพยาบาลนครพิงค์ทั้งทางด้านประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และการบริหารจัดการ จากเอกสาร หนังสือ รายงาน ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตและแหล่งอื่นๆ

3.5.2 การเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบไปด้วย

3.5.2.1 การสัมภาษณ์ผู้บริหาร หัวหน้างานที่เกี่ยวข้อง ผู้ดูแลระบบไอน้ำ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งทางด้านประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และการบริหารจัดการ

3.5.2.2 การประเมินเบื้องต้น โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ ประชุมระดมสมองผู้บริหาร หัวหน้างานที่เกี่ยวข้อง และผู้ดูแลระบบไอน้ำ เพื่อค้นหาประเด็นปัญหาหลักเพื่อเลือกทำการประเมิน

3.5.2.3 การประเมินละเอียด วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ประชุมระดมสมองผู้บริหาร หัวหน้างานที่เกี่ยวข้อง และผู้ดูแลระบบไอน้ำ และนำเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

3.5.3 การศึกษาความเป็นไปได้และจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

3.5.4 สรุปผลการศึกษา ปัญหาการดำเนินงาน วิธีการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาและวิจัย ได้มีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.6.1 การประเมินเบื้องต้นเทคโนโลยีสะอาด

3.6.2.1 คำนวณหาค่าเฉลี่ย จากสมการ

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{\text{ผลบวกของจำนวนทั้งหมด}}{\text{จำนวนทั้งหมด}}$$

3.6.2.2 หา Benchmark ของทรัพยากร โดย Benchmark คือ ข้อมูลการใช้ทรัพยากรที่เหมาะสมของโรงพยาบาลลักษณะเดียวกันและขนาดใกล้เคียงกัน แต่ในกรณีที่ไม่มีข้อมูล Benchmark ให้ใช้ค่าที่น้อยที่สุดแทน

3.6.2.3 การประเมินผลกระทบเชิงเทคนิค และผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์

1) คำนวณหาความสามารถในการปรับปรุง หน่วยเป็น % จากสมการ

$$\text{ความสามารถในการปรับปรุง (\%)} = [Av - Best / Best] * 100$$

$$\begin{aligned} \text{โดย} \quad Av &= \text{ค่าเฉลี่ย} \\ Best &= \text{ค่าที่ใช้น้อยที่สุดหรือดีที่สุด} \end{aligned}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

กรณีที่ 1	ความสามารถในการปรับปรุงเท่ากับ	0	ให้คะแนนเป็น 0
กรณีที่ 2	ความสามารถในการปรับปรุงไม่เกิน	30	ให้คะแนนเป็น 1
กรณีที่ 3	ความสามารถในการปรับปรุงระหว่าง	31 - 60	ให้คะแนนเป็น 2
กรณีที่ 4	ความสามารถในการปรับปรุงมากกว่า	61	ให้คะแนนเป็น 3

2) คำนวณหาจำนวนเงินที่ประหยัดได้จากสมการ

$$\text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (บาท)} = (Av - Best) * X * Y$$

$$\begin{aligned} \text{โดย} \quad Av &= \text{ค่าเฉลี่ย} \\ Best &= \text{ค่าที่จ่ายน้อยที่สุดหรือดีที่สุด} \\ X &= \text{ค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ป่วยนอก} \\ Y &= \text{ค่าเฉลี่ยการใช้ทรัพยากร} \end{aligned}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

กรณีที่ 1 จำนวนเงินที่ประหยัดได้น้อยกว่า 1 หมื่นบาท	ให้คะแนนเป็น 1
กรณีที่ 2 จำนวนเงินที่ประหยัดได้ตั้งแต่ 1 หมื่น – 1 แสนบาท	ให้คะแนนเป็น 2
กรณีที่ 3 จำนวนเงินที่ประหยัดได้มากกว่า 1 แสนบาท	ให้คะแนนเป็น 3

3) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีวิธีการประเมินผลกระทบ

สิ่งแวดล้อมดังนี้

ให้นำค่า $X * A_v * 12$ จากนั้นเปลี่ยนเป็นค่าเทียบกับเกณฑ์ QED โดยใช้ตารางที่อยู่ด้านล่างในภาคผนวก ข ช่วยในการคำนวณ จากนั้นประเมินค่า Q ค่า E และ D โดยใช้แบบฟอร์ม ในภาคผนวก ข แล้วนำค่า $Q * E * D$ ไปใส่ในช่องผลรวม

เกณฑ์การให้คะแนน

กรณีที่ 1 ผลรวม $Q * E * D$ มีค่า 0 – 9	ให้คะแนนเป็น 1
กรณีที่ 2 ผลรวม $Q * E * D$ มีค่า 10 – 18	ให้คะแนนเป็น 2
กรณีที่ 3 ผลรวม $Q * E * D$ มีค่า 19 - 27	ให้คะแนนเป็น 3

3.6.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

- 3.6.2.1 คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value; NPV) จากสมการ 2.1
- 3.6.2.2 คำนวณอัตราผลตอบแทนสุทธิ (Internal Rate of Return; IRR) จากสมการ 2.2
- 3.6.2.3 คำนวณระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) จากสมการ 2.3

3.6.3 การวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน

- 3.6.3.1 การคำนวณประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (Boiler Efficiency) จากสมการ 2.4
- 3.6.3.2 คำนวณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้(%) จากสมการ 2.5
- 3.6.3.3 คำนวณความร้อนสูญเสียจากการโบว์ลด์วาร์น จากสมการ 2.6
- 3.6.3.4 คำนวณการประหยัดเชื้อเพลิงของการควบคุมการโบว์ลด์วาร์น จากสมการ 2.7
- 3.6.3.5 คำนวณปริมาณการโบว์ลด์วาร์น จากสมการ 2.8
- 3.6.3.6 คำนวณอัตราการสูญเสียไอน้ำจากรอยรั่ว จากสมการ 2.9
- 3.6.3.7 คำนวณหาเชื้อเพลิงที่สูญเสียจากรอยรั่ว จากสมการ 2.10

3.6.4 การวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม

เป็นการประเมินผลกระทบทั้งผลดีและผลเสียที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมโดยการประเมินอย่างง่าย เช่น ปริมาณของเสีย ความเป็นพิษ และการใช้เชื้อเพลิงที่ลดลง เป็นต้น

3.6.5 การวิเคราะห์ด้านการบริหารจัดการ

3.6.5.1 การวิเคราะห์นโยบาย ใช้การวิเคราะห์เชิงคุณภาพจากผลการสัมภาษณ์

3.6.5.2 การวิเคราะห์ความรู้และความเข้าใจ ใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน	ข้อความเชิงบวก	ข้อความเชิงลบ
ใช่	1	0
ไม่ใช่	0	1

จากนั้นรวมคะแนนทั้งหมดเพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์อ้างอิงทั้งกรณีการแปลความข้อมูลตามรายข้อและในภาพรวม โดยใช้วิธีการคำนวณความกว้างของชั้น ดังนี้

$$\frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{10 - 0}{3}$$

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.00 – 3.33 หมายถึง ความรู้ความเข้าใจน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.34 – 6.67 หมายถึง ความรู้ความเข้าใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.68 – 10.00 หมายถึง ความรู้ความเข้าใจมาก

3.6.5.3 การยอมรับของบุคลากร แนวคำถามเกี่ยวกับทัศนคติ เป็นแบบ Likert Rating scale โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ

	ข้อความเชิงบวก	ข้อความเชิงลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

จากนั้นรวมคะแนนทั้งหมดเพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์อ้างอิงทั้งกรณีการแปลความข้อมูลตามรายชื่อและในภาพรวม โดยใช้วิธีการคำนวณความกว้างของชั้น ดังนี้

$$\frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{50 - 10}{5}$$

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 10.00 - 18.00 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 18.01 - 26.00 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 26.01 - 34.00 หมายถึง ไม่แน่ใจ

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 34.01 - 42.00 หมายถึง เห็นด้วย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 42.01 - 50.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.6.6 การศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้

การศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้นี้ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อมและด้านการบริหารจัดการ โดยการกำหนดน้ำหนักการประเมินในแต่ละด้าน ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การกำหนดน้ำหนักการประเมิน

ตัวชี้วัด	คะแนน	คะแนนเต็ม	เกณฑ์การให้คะแนน			คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้ถ่วงน้ำหนัก
	ถ่วงน้ำหนัก		เทียบกับความสำเร็จของตัวชี้วัด				
	ร้อยละ						
			1	2	3		
1. ด้านประสิทธิภาพ	30						
2. ด้านเศรษฐศาสตร์	30						
3. ด้านสิ่งแวดล้อม	20						
4. ด้านการบริหารจัดการ	20						
รวม	100						

ในการให้คะแนนถ่วงน้ำหนักได้ใช้การระดมสมองทีมงานเทคโนโลยีสะอาดของโรงพยาบาล โดยให้คะแนน 30 ในด้านประสิทธิภาพและเศรษฐศาสตร์ เพราะประสิทธิภาพเป็นประเด็นหลักที่ต้องการปรับปรุง และถ้าประสิทธิภาพดีทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม ก็จะดีตามด้วย ในส่วนของเศรษฐศาสตร์จะเป็นตัวชี้วัดที่ทำให้ผู้บริหารให้ความสำคัญ ด้านสิ่งแวดล้อมให้คะแนน 20 เพราะทุกกิจกรรมของโรงพยาบาลต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอยู่แล้ว ด้านบริหารจัดการ 20 คะแนน เพราะโรงพยาบาลมีการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมอยู่แล้ว จึงไม่ยากในการบริหารจัดการ

โดยกำหนดให้แต่ละตัวชี้วัดมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละตัวชี้วัดจะกำหนดอย่างชัดเจน ขึ้นอยู่กับข้อบ่งชี้ของแต่ละตัวชี้วัด ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนน

- 1 คะแนน หมายถึง ระดับความเหมาะสมและเป็นไปได้เล็กน้อย
- 2 คะแนน หมายถึง ระดับความเหมาะสมและเป็นไปได้ปานกลาง
- 3 คะแนน หมายถึง ระดับความเหมาะสมและเป็นไปได้มาก

3.6.6.1 การศึกษาความเหมาะสมด้านประสิทธิภาพ

การศึกษาคือความเหมาะสมด้านประสิทธิภาพของท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดในครั้งนี้ จะเน้นในเรื่องประสิทธิภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ โดยเฉพาะการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ การควบคุมการโบลว์ดาวน์ การซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ และ

ความรู้ความสามารถของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบไอน้ำ รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นดังแสดงในตารางที่ 3.4 และตารางที่ 3.5

3.6.6.2 การประเมินความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์

การศึกษาความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดในครั้งนี้ จะเน้นในเรื่องมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value; NPV) อัตราผลตอบแทนสุทธิ (Internal Rate of Return; IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นดังแสดงในตารางที่ 3.4 และตารางที่ 3.5

3.6.6.3 การประเมินความเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อม

การศึกษาความเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อมของท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดในครั้งนี้ จะเน้นในเรื่อง เป็นการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมในด้านคุณภาพอากาศ คุณภาพน้ำ และการใช้เชื้อเพลิง รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นดังแสดงในตารางที่ 3.6 และตารางที่ 3.7

3.6.6.4 การศึกษาความเหมาะสมด้านการบริหารจัดการ

เป็นการศึกษาความเหมาะสมและความพร้อมด้านการบริหารจัดการ ในเรื่องของนโยบายของโรงพยาบาล การสนับสนุนทรัพยากรในการดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาด กลวิธีการสื่อสาร วิธีการดำเนินการ การยอมรับและความรู้ความเข้าใจของบุคลากรในโรงพยาบาลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของโครงการ โดยทำการศึกษาจากผู้บริหาร หัวหน้างานที่อยู่ในคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม และผู้เกี่ยวข้อง รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นดังแสดงในตารางที่ 3.8 และตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักทางด้านประสิทธิภาพ

ประเด็น	ตัวชี้วัดสำคัญ	แหล่งข้อมูล	เกณฑ์ตัดสิน/เกณฑ์การพิจารณา
1. ประสิทธิภาพ การเผาไหม้	ประสิทธิภาพการเผาไหม้ ไม่ต่ำกว่า 82%	การตรวจวัด	1 คะแนน คือ เมื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ต่ำกว่า 70 %
		ประสิทธิภาพ	2 คะแนน คือ เมื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 70-81%
		การเผาไหม้	3 คะแนน คือ เมื่อปรับปรุงประสิทธิภาพมากกว่า 82% ขึ้นไป
2. การควบคุม การปล่อยควัน	TDS ของน้ำในหม้อไอน้ำ ได้มาตรฐาน ความร้อนสูญเสียลดลง	การตรวจวัด	1 คะแนน คือ TDS มากกว่า 3500 ppm (+ - 10%) 2 คะแนน คือ TDS น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3500 ppm (+ - 10%)
		การคำนวณ	3 คะแนน คือ ความร้อนสูญเสียลดลง 2 คะแนน คือ ความร้อนสูญเสียเท่าเดิม
			1 คะแนน คือ ความร้อนสูญเสียเพิ่มขึ้น
3. การซ่อมรอยรั่ว ของหม้อไอน้ำ	ปริมาณไอน้ำสูญเสียลดลง	การคำนวณ	3 คะแนน คือ ปริมาณไอน้ำสูญเสียลดลง 2 คะแนน คือ ปริมาณไอน้ำสูญเสียเท่าเดิม 1 คะแนน คือ ปริมาณไอน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้น
4 ความรู้ ความสามารถ ของผู้ควบคุม ระบบ	เจ้าหน้าที่มีความรู้ ความสามารถในการใช้และ บำรุงรักษาหม้อไอน้ำ	การ	3 คะแนน คือ สามารถบำรุงรักษาหม้อไอน้ำและแก้ไขปัญหาเบื้องต้นด้วยตนเอง
		สอบถาม	2 คะแนน คือ บำรุงรักษาหม้อไอน้ำและแก้ไขปัญหาเบื้องต้นโดยอาศัยคู่มือและ คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ
			1 คะแนน คือ ไม่สามารถบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้และไม่เคยรับการอบรม

ตารางที่ 3.5 การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นด้านวิศวกร/ประสิทธิภาพ

ประเด็น	ตัวชี้วัดสำคัญ	น้ำหนัก (%)	เหตุผลในการให้น้ำหนัก
1. ประสิทธิภาพการเผาไหม้	ประสิทธิภาพการเผาไหม้ไม่ต่ำกว่า 82%	7.5	เพื่อให้มีการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำ
2. การควบคุมการปล่อยควัน	TDS น้ำในหม้อน้ำได้มาตรฐาน ความร้อนสูญเสียลดลง	7.5	อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด เชื้อเพลิง
3. การซ่อมรอยรั่วของหม้อไอน้ำ	การสูญเสียไอน้ำลดลง	7.5	
4. ความรู้ความสามารถของเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบ	เจ้าหน้าที่มีความรู้ความสามารถในการใช้และ บำรุงรักษาหม้อไอน้ำ	7.5	

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักทางด้านเศรษฐศาสตร์

หัวข้อศึกษา	แนวทางการศึกษา	ตัวชี้วัดสำคัญ	แหล่งข้อมูล	เกณฑ์ตัดสิน/เกณฑ์การพิจารณา
1. ประสิทธิภาพการเผาไหม้				
1. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)	ระยะเวลาที่ใช้ในการจ่ายคืน เงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ	จำนวนปี ที่จะคืนทุน	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ หากระยะเวลาในการคืนทุน < 3 ปี 2 คะแนน คือ หากระยะเวลาในการคืนทุน = 2 ปี 1 คะแนน คือ หากระยะเวลาในการคืนทุน > 1 ปี
2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)	ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตอบ แทนตลอดระยะโครงการ	ผลตอบแทน ในรูปตัวเงิน	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ หาก NPV มากกว่า 0 2 คะแนน คือ หาก NPV = 0 1 คะแนน คือ หาก NPV น้อยกว่า 0
3. อัตราผลตอบแทน ของ โครงการ (Internal Rate of Return: IRR)	อัตราความ สามารถ ของเงิน ลงทุนที่จะก่อให้เกิดรายได้คุ้ม กับเงินลงทุน	ผลตอบแทน ในรูปร้อยละ	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ มากกว่า 15 2 คะแนน คือ อยู่ในช่วง 11-15 1 คะแนน คือ น้อยกว่า 11
2. การควบคุมการปล่อยดาวน				
1. ระยะเวลาคืนทุน (Discounted Payback Period)	ระยะเวลาที่โครงการใช้ในการ จ่ายคืนเงินลงทุนเริ่มต้นของ โครงการ	จำนวนปี ที่จะคืนทุน	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ หากระยะเวลาในการคืนทุน < 3 ปี 2 คะแนน คือ หากระยะเวลาในการคืนทุน = 2 ปี 1 คะแนน คือ หากระยะเวลาในการคืนทุน > 1 ปี
2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)	ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตอบ แทนตลอดระยะโครงการ	ผลตอบแทน ในรูปตัวเงิน	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ หาก NPV มากกว่า 0 2 คะแนน คือ หาก NPV = 0 1 คะแนน คือ หาก NPV น้อยกว่า 0

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักทางด้านเศรษฐศาสตร์(ต่อ)

หัวข้อศึกษา	แนวทางการศึกษา	ตัวชี้วัดสำคัญ	แหล่งข้อมูล	เกณฑ์ตัดสิน/เกณฑ์การพิจารณา
2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)	ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตอบแทนตลอดระยะโครงการ	ผลตอบแทน ในรูปตัวเงิน	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ หาก NPV มากกว่า 0 2 คะแนน คือ หาก NPV = 0 1 คะแนน คือ หาก NPV น้อยกว่า 0
3. อัตราผลตอบแทน ของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)	อัตราความ สามารถ ของเงินลงทุนที่จะก่อให้เกิดราย ได้คู่กับเงินลงทุน	ผลตอบแทน ในรูปร้อยละ	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ มากกว่า 15 2 คะแนน คือ อยู่ในช่วง 11-15 1 คะแนน คือ น้อยกว่า 11
3. การขอมรยรรวของหม้อไอน้ำ				
1.ระยะเวลาคืนทุน (Discounted Payback Period)	ระยะเวลาที่โครงการใช้ในการจ่ายคืนเงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ	จำนวนปี ที่จะคืนทุน	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ หากระยะเวลาในการคืนทุน < 3 ปี 2 คะแนน คือหากระยะเวลาในการคืนทุน = 2 ปี 1 คะแนน คือหากระยะเวลาในการคืนทุน > 1 ปี
2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)	ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตอบแทนตลอดระยะโครงการ	ผลตอบแทน ในรูปตัวเงิน	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ หาก NPV มากกว่า 0 2 คะแนน คือ หาก NPV = 0 1 คะแนน คือ หาก NPV น้อยกว่า 0
3. อัตราผลตอบแทน ของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)	อัตราความ สามารถ ของเงินลงทุนที่จะก่อให้เกิดราย ได้คู่กับเงินลงทุน	ผลตอบแทน ในรูปร้อยละ	จากการคำนวณ	3 คะแนน คือ มากกว่า 15 2 คะแนน คือ อยู่ในช่วง 11-15 1 คะแนน คือ น้อยกว่า 11

ตารางที่ 3.7 การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นด้านเศรษฐศาสตร์

ประเด็นที่ศึกษา	ตัวชี้วัด	น้ำหนัก (%)	เหตุผลการให้น้ำหนัก
1. ประสิทธิภาพการเผาไหม้			
1.Discounted Payback Period	Payback Period	3.33	ระยะเวลาในการคืนทุนที่อยู่ในระยะที่เหมาะสมแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุน
2. Net Present Value	NPV	3.33	ทราบผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่จะได้รับแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินทุนและค่าใช้จ่ายในแต่ละปี แสดงถึงความคุ้มค่าต่อการลงทุน
3. Internal Rate of Return	IRR	3.33	ทำให้ทราบถึงผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุน
2. การควบคุมการปล่อยคาร์บอน			
1.Discounted Payback Period	Payback Period	3.33	ระยะเวลาในการคืนทุนที่อยู่ในระยะที่เหมาะสมแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุน
2. Net Present Value	NPV	3.33	ทราบผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่จะได้รับแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินทุนและค่าใช้จ่ายในแต่ละปี แสดงถึงความคุ้มค่าต่อการลงทุน
3. Internal Rate of Return	IRR	3.33	ทำให้ทราบถึงผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุน

ตารางที่ 3.7 การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นด้านเศรษฐศาสตร์(ต่อ)

ประเด็นที่ศึกษา	ตัวชี้วัด	น้ำหนัก (%)	เหตุผลการให้น้ำหนัก
3. การซ่อมรอยรั่วของหม้อไอน้ำ			
1. Discounted Payback Period	Payback Period	3.33	ระยะเวลาในการคืนทุนที่อยู่ในระยะที่เหมาะสมแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุน
2. Net Present Value	NPV	3.33	ทราบผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่จะได้รับแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินทุนและค่าใช้จ่ายในแต่ละปี แสดงถึงความคุ้มค่าต่อการลงทุน
3. Internal Rate of Return	IRR	3.33	ทำให้ทราบถึงผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุน

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดการวิเคราะห์และเกณฑ์การให้น้ำหนักทางด้านสิ่งแวดล้อม

หัวข้อศึกษา	แนวทางการศึกษา	ตัวชี้วัดสำคัญ	แหล่งข้อมูล	เกณฑ์ตัดสิน/เกณฑ์การพิจารณา
1. คุณภาพอากาศ	ศึกษาประสิทธิภาพการเผาไหม้	ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น	การตรวจวัดและสังเกต	1 คะแนน คือ ปริมาณอากาศไม่เพียงพอ เปลวไฟมีสีแดงคล้ำ มีเขม่าควันจากปล่องไอเสียดำ 2 คะแนน คือ ปริมาณอากาศมากเกินไป เปลวไฟยาวเคลื่อนไหวรุนแรง สีขาวสว่างจ้า ควันจากปล่องไอเสียสีขาวหรือไม่มีสี 3 คะแนน คือ ปริมาณอากาศพอดี เปลวไฟรูปร่างสั้นคงที่ สีแสด ควันจากปล่องไอเสียสีเทาอ่อนหรือไม่มีสี
2. คุณภาพน้ำ	ศึกษาอุณหภูมิจากน้ำทิ้งของหม้อไอน้ำ	อุณหภูมิ น้ำจากท่อ น้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำไม่เกินมาตรฐาน	เอกสารกรมควบคุมมลพิษ 2550/การตรวจวัด	3มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2539 กำหนดให้ไม่เกิน 40 °C 3 คะแนน คือ อุณหภูมิของน้ำจากท่อ น้ำทิ้งของโรงงานมีค่าน้อยกว่า 35 °C 2 คะแนน คือ อุณหภูมิของน้ำจากท่อ น้ำทิ้งของโรงงานมีค่าระหว่าง 35 - 40 °C 1 คะแนน คือ อุณหภูมิของน้ำจากท่อ น้ำทิ้งของโรงงานมีค่ามากกว่า 40 °C
3. การใช้เชื้อเพลิง	ศึกษาอัตราการใช้เชื้อเพลิงก่อนและหลังดำเนินการตามโครงการ	การใช้เชื้อเพลิงลดลง	จากเอกสารและคำนวณ	3 คะแนน คือ อัตราการใช้เชื้อเพลิงลดลง 2 คะแนน คือ อัตราการใช้เชื้อเพลิงไม่เปลี่ยนแปลง 1 คะแนน คือ อัตราการใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.9 การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม

ประเด็นที่ศึกษา	ตัวชี้วัด	น้ำหนัก (%)	เหตุผลการให้น้ำหนัก
1. คุณภาพอากาศ	ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น	6.66	การใช้เชื้อเพลิงอย่างคุ้มค่า
2. คุณภาพน้ำ	อุณหภูมิ น้ำจากท่อ น้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำ ไม่เกินมาตรฐาน	6.66	ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและปฏิบัติตามกฎหมาย
3. การใช้เชื้อเพลิง	การใช้เชื้อเพลิงลดลง	6.66	การใช้เชื้อเพลิงที่ลดลงเป็นการแสดงถึงความสามารถในการประหยัดพลังงาน

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดการวิเคราะห์ด้านบริหารจัดการ

หัวข้อศึกษา	แนวทางการศึกษา	ตัวชี้วัด	แหล่งข้อมูล	เกณฑ์พิจารณา
1. นโยบาย	ศึกษานโยบายด้าน สิ่งแวดล้อมขององค์กร	มีนโยบายด้าน เทคโนโลยี สะอาด	การสัมภาษณ์/ นโยบาย	3 คะแนน คือ มีการประกาศนโยบายเทคโนโลยีสะอาด 2 คะแนน คือ กำลังอยู่ระหว่างจัดทำนโยบายเทคโนโลยี สะอาด 1 คะแนน คือ ยังไม่มีการจัดทำนโยบายเทคโนโลยีสะอาด
2. การสนับสนุน ทรัพยากรในการ ดำเนินงานด้วย เทคโนโลยีสะอาด	ศึกษาวิธี/แนวทางการ สนับสนุนของผู้บริหาร	มีการสนับสนุน ด้านบุคลากร วัสดุ/อุปกรณ์/ และงบประมาณ	การสัมภาษณ์/ เอกสาร	3 คะแนน คือ มีการสนับสนุนบุคลากร วัสดุ/อุปกรณ์ และ งบประมาณ 2 คะแนน คือ มีการสนับสนุนบุคลากร วัสดุ/อุปกรณ์ 1 คะแนน คือ ไม่มีมีการสนับสนุนบุคลากร ทรัพยากร และ งบประมาณ
3. การสื่อสาร	ศึกษาวิธี/แนวทางการ สื่อสาร	จำนวนครั้งการ สื่อสารและ วิธีการสื่อสาร	การสัมภาษณ์/ เอกสาร	3 คะแนน คือ มีการสื่อสารอย่างน้อยเดือนละครั้งผ่านที่ ประชุม เอกสาร เสียงตามสาย อินทราเน็ตของรพ. และการ รณรงค์ประชาสัมพันธ์ 2 คะแนน คือ มีสื่อสารปีละ 2 ครั้งผ่านที่ประชุมและเอกสาร 1 คะแนน คือ มีการสื่อสารครั้งเดียวในที่ประชุม

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดการวิเคราะห์ด้านบริหารจัดการ(ต่อ)

หัวข้อศึกษา	แนวทางการศึกษา	ตัวชี้วัด	แหล่งข้อมูล	เกณฑ์พิจารณา
4. วิธีการดำเนินงานด้วยเทคโนโลยีสะอาด	ศึกษาวิธี/แนวทางการดำเนินงาน	มีการจัดตั้งคณะกรรมการ / มีการประชุมระดมสมอง/ ติดตามประเมินผล	การสัมภาษณ์/ เอกสาร	3 คะแนน คือ มีการจัดตั้งคณะกรรมการ ประชุมรวมสมอง และติดตามประเมินผล 2 คะแนน คือ มีการจัดตั้งคณะกรรมการ และประชุมรวมสมอง 1 คะแนน คือ มีการจัดตั้งคณะกรรมการ
5. การยอมรับการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำด้วยเทคโนโลยีสะอาด	ศึกษาทัศนคติของผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้อง	มีทัศนคติที่ดีต่อโครงการ	การสัมภาษณ์	3 คะแนน คือ มีทัศนคติที่ดีต่อการดำเนินงานด้วยเทคโนโลยีสะอาด 2 คะแนน คือ มีทัศนคติปานกลางต่อการดำเนินงานด้วยเทคโนโลยีสะอาด 1 คะแนน คือ มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการดำเนินงานด้วยเทคโนโลยีสะอาด
6. ความรู้เกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	ศึกษาความรู้ความเข้าใจของผู้บริหาร ผู้เกี่ยวข้อง และผู้ดูแลระบบ	ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องมีความรู้	การสัมภาษณ์	3 คะแนน คือ ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องมีความรู้ดีมาก 2 คะแนน คือ ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องมีความรู้ดีปานกลาง 1 คะแนน คือ ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องมีความรู้น้อย

ตารางที่ 3.11 การให้น้ำหนักแต่ละประเด็นด้านบริหารจัดการ

ประเด็นที่จะศึกษา	ตัวชี้วัด	น้ำหนัก (%)	เหตุผลในการให้น้ำหนัก
1. การกำหนดนโยบาย	มีนโยบายด้านเทคโนโลยีสะอาด	3.33	ในการดำเนินงานด้วยเทคโนโลยี
2. การสนับสนุนทรัพยากรในการดำเนินงานด้วยเทคโนโลยีสะอาด	มีการสนับสนุนด้านบุคลากร/วัสดุ/อุปกรณ์/ และงบประมาณ	3.33	สะอาดนั้นต้องอาศัยนโยบายขององค์กร การยอมรับตลอดจน
3. การสื่อสาร	จำนวนครั้งการสื่อสารและวิธีการสื่อสาร	3.33	ความรู้ของบุคลากร
4. วิธีการดำเนินงานด้วยเทคโนโลยีสะอาด	มีการจัดตั้งคณะกรรมการ / มีการประชุมระดมสมอง/ติดตามประเมินผล	3.33	
5. การยอมรับการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำด้วยเทคโนโลยีสะอาด	มีทัศนคติที่ดีต่อโครงการ	3.33	
6. ความรู้เกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องมีความรู้	3.33	

3.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาในการศึกษา วิจัย ตั้งแต่ มิถุนายน 2550 – พฤษภาคม 2551

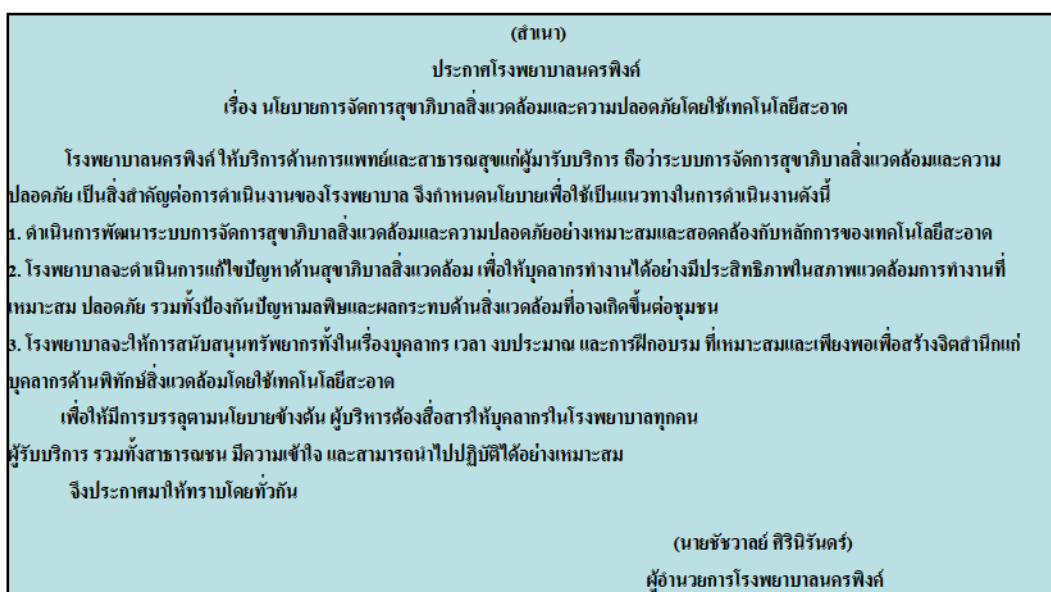
บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาได้แบ่งออกเป็น 8 ส่วน คือ 1) การกำหนดนโยบาย 2) การจัดตั้งคณะทำงาน 3) การเตรียมความพร้อมของคนในองค์กร 4) การประเมินเบื้องต้น 5) การประเมินละเอียด 6) ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด 7) การศึกษาความเป็นไปได้ 8) ผลการดำเนินการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดนโยบาย

จากการศึกษาพบว่า โรงพยาบาลนครพิงค์ ได้รับการคัดเลือกให้เป็นโรงพยาบาลต้นแบบด้านการบริหารจัดการสุขภาพสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยด้วยเทคโนโลยีสะอาดของ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ การกำหนดนโยบายของโรงพยาบาลได้มีการกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร ในส่วนของเทคโนโลยีสะอาดได้เพิ่มเติมในส่วนของบริหารจัดการเข้าไปในนโยบายอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม โดยมีคณะกรรมการ พยาบาล หัวหน้าคิกนักวิชาการ ร่วมกันกำหนดนโยบาย จากนั้นผู้บริหารประกาศนโยบายเป็นลายลักษณ์อักษร มอบให้กับหัวหน้างานและผู้ปฏิบัติ สำนานโยบายเทคโนโลยีสะอาดของโรงพยาบาลนครพิงค์ ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 สำนานโยบายเทคโนโลยีสะอาด โรงพยาบาลนครพิงค์

โดยมีการกำหนดเป้าหมายระยะสั้นและระยะยาว ดังนี้

เป้าหมายระยะสั้น สร้างความตระหนักแก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานให้เห็นประโยชน์ ในการนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ในการปฏิบัติงานประจำ และให้ความร่วมมือในการดำเนินการพัฒนา ปรับปรุงระบบและวิธีการทำงาน

เป้าหมายระยะยาว สามารถลดค่าใช้จ่ายของโรงพยาบาลในการดำเนินการทั้งค่าการใช้ พลังงานไฟฟ้า , เชื้อเพลิง , การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ และการใช้น้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่อค่าใช้จ่าย อื่น ๆ เช่น ค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาลดลง และยังมีส่วนลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมให้น้อยลง นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างสุขนิสัย และการอนุรักษ์พลังงานให้แก่ผู้ปฏิบัติงานนำไปใช้ในสังคม อันเป็นการช่วยสังคมโดยรวม

4.2 การจัดตั้งคณะทำงาน

จากการศึกษาพบว่า การจัดตั้งคณะกรรมการเทคโนโลยีสะอาดของโรงพยาบาลนครพิงค์ ได้ใช้คณะกรรมการชุดเดียวกับคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาลที่มีอยู่แล้ว ซึ่งประกอบไปด้วยผู้บริหารและหัวหน้ากลุ่มงานทุกกลุ่มงาน ตลอดจนผู้ปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง จากนั้นแยกเป็น คณะกรรมการย่อยเฉพาะเจาะจงเรื่อง เช่น การจัดการขยะ การจัดการน้ำ การจัดการพลังงาน เป็นต้น

สำหรับกรรมการย่อยที่ดูแลเรื่องการใช้หม้อไอน้ำประกอบไปด้วย รองผู้อำนวยการฝ่าย บริหาร ที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม หัวหน้าหน่วยจ่ายกลาง หัวหน้างานซักฟอก หัวหน้างานซ่อม บำรุง พยาบาลอาชีวอนามัย พยาบาลควบคุมและป้องกันการติดเชื้อ และเจ้าหน้าที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

ทีมที่ปรึกษา ประกอบไปด้วยวิทยากรจากสำนักพัฒนาระบบบริการสุขภาพ กอง วิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ มหาวิทยาลัยมหิดล และสถาบันบัณฑิตพัฒน บริหารศาสตร์

4.3 การเตรียมความพร้อม

จากการศึกษาพบว่า โรงพยาบาลได้มีการดำเนินการเตรียมความพร้อมของบุคลากรใน โรงพยาบาลโดยการจัดอบรมสร้างจิตสำนึกและให้ความรู้เรื่องเทคโนโลยีสะอาด โดยมีการจัด อบรมให้ความรู้กับเจ้าหน้าที่ 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 เมื่อ 1-2 พฤษภาคม 2550 ครั้งที่ 2 เมื่อ 1 สิงหาคม 2550 ซึ่ง ได้รับการสนับสนุนวิทยากรจากสำนักพัฒนาระบบบริการสุขภาพ กรมสนับสนุนบริการ สุขภาพ มหาวิทยาลัยมหิดล และสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ และครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2550 โดยได้รับการสนับสนุนวิทยากรจากบริษัททวงษ์พานิช

สนับสนุนงบประมาณส่วนหนึ่งจากสำนักพัฒนาระบบบริการสุขภาพ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ทีมวิทยากรจากมหาวิทยาลัยมหิดลและสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ และมีการอบรมย่อยเฉพาะเจาะจงเรื่องโดยวิทยากรจากบริษัทวงษ์พานิช

4.4 การประเมินเบื้องต้น

การตรวจประเมินเบื้องต้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การเดินสำรวจ 2) การเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร

4.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการเดินสำรวจ

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการเดินสำรวจ โดยการเดินสำรวจสภาพทั่วไปของโรงพยาบาล เพื่อหาข้อมูล และสภาพความเป็นจริงของโรงพยาบาลร่วมกับทีมคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาล ซึ่งในระหว่างการเดินสำรวจนั้น จะต้องทำการสังเกตสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น บริเวณที่พบความผิดปกตินั้น ในกรณีที่สามารถบอกแนวทางการแก้ไขได้ให้บันทึกไว้ แล้วนำมาเสนอในที่ประชุมเพื่อรวบรวมข้อมูลที่พบเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายการเดินสำรวจ

ข้อสังเกต	บริเวณที่พบ	แนวทางแก้ไข
1. ท่อไอน้ำรั่ว	โรงซักฟอก	เปลี่ยนวาล์วไอน้ำ, แก้ไขรอยรั่ว
2. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่เครื่องอบผ้าชำรุดบ่อย ๆ	โรงซักฟอก	ตรวจสอบความดันไอน้ำที่ใช้กับเครื่องอบผ้า
3. สายยางมีน้ำรั่ว	โรงซักฟอก	เปลี่ยนหรืออุดรอยรั่ว
4. ใส่กรองปั๊มลมอุดตัน	โรงซักฟอก	ทำความสะอาดใส่กรอง
5. น้ำคอนเดนเสทถูกปล่อยทิ้ง	โรงซักฟอก	นำน้ำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่
6. มีไอน้ำรั่วไหลออกจากท้ายเครื่องล้างภาชนะ	แผนกล้างภาชนะ	ติดผ้าเทปลอน
7. มีการใช้น้ำล้างหลอดฉีดยามาก	หน่วยจ่ายกลาง	นำน้ำสุดท้ายจากการล้างหลอดฉีดยามาใช้ซ้ำ
8. พบก๊อกน้ำรั่ว	โรงซักฟอก หน่วยจ่ายกลาง	เปลี่ยนก๊อกน้ำ

ตารางที่ 4.1 รายการเดินสำรวจ (ต่อ)

ข้อสังเกต	บริเวณที่พบ	แนวทางแก้ไข
9. การแยกขยะยังไม่ถูกต้อง	OPD หอผู้ป่วยใน หลังห้องผ่าตัด	เตรียมอุปกรณ์แยกขยะ/สถานที่/ จัดตั้งระบบ
10. ซิลของเครื่องเคลื่อนแป่งมีรอยร้าว	หน่วยจ่ายกลาง	เปลี่ยนซิลเครื่องเคลื่อนแป่ง

4.4.2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร

จากการศึกษาการใช้ทรัพยากรในโรงพยาบาลนครพิงค์ปี 2550 พบว่า

ผู้ป่วยในมีจำนวนมากที่สุดเดือนตุลาคม จำนวน 3,655 คน รองลงมาเดือนพฤศจิกายน จำนวน 3,500 คน และน้อยที่สุดเดือนกุมภาพันธ์ จำนวน 2,746 คน เฉลี่ยเดือนละ 3,139 คน

ปริมาณการใช้น้ำในโรงพยาบาล มีการใช้น้ำมากที่สุดเดือนสิงหาคม จำนวน 22,971 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน รองลงมาเดือนพฤษภาคม จำนวน 20,056 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน และน้อยที่สุดเดือนกันยายน จำนวน 17,547 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน เฉลี่ยเดือนละ 19,484 ลูกบาศก์เมตร

การใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาล มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดเดือนมิถุนายน ถึง 511,240 หน่วยต่อเดือน รองลงมาคือ เดือนเมษายน ใช้ไฟฟ้า 479,800 หน่วยต่อเดือน และน้อยที่สุดเดือนมกราคม ใช้ไฟฟ้า 260,360 หน่วยต่อเดือน เฉลี่ย มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลนครพิงค์ 392,704 หน่วยต่อเดือน

การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำ มีการใช้น้ำมันดีเซลมากที่สุดเดือนพฤษภาคม ถึง 13,300 ลิตรต่อเดือน รองลงมาเดือนมีนาคม ใช้น้ำมันดีเซล 13,200 ลิตรต่อเดือน และน้อยที่สุดเดือนกุมภาพันธ์ มีการใช้น้ำมันดีเซล 10,700 ลิตรต่อเดือน เฉลี่ยการใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำของโรงพยาบาลนครพิงค์ 11,833 ลิตรต่อเดือน

ปริมาณการใช้ทรัพยากรในโรงพยาบาล ดังแสดงในตารางที่ 4.2

จากการศึกษาค่าใช้จ่ายด้านการใช้ทรัพยากรของโรงพยาบาลนครพิงค์ พบว่า

โรงพยาบาลมีค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำมากที่สุดเดือนธันวาคม ถึง 0.92 บาทต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาเดือนมีนาคม 0.64 บาทต่อลูกบาศก์เมตร และน้อยที่สุดเดือนตุลาคม

0.16 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำของโรงพยาบาลนครพิงค์ 0.47 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากโรงพยาบาลมีระบบการใช้น้ำหลายระบบทั้งน้ำบาดาล ระบบน้ำบนดิน และน้ำประปาค่าน้ำจึงไม่คงที่ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้มาจากแหล่งใด

โรงพยาบาลมีค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดเดือนกุมภาพันธ์ 3.50 บาทต่อหน่วย รองลงมาเดือนมีนาคม 3.36 บาทต่อหน่วย และน้อยที่สุดเดือน มิถุนายน กันยายน และพฤศจิกายน เท่ากันที่ 3.22 บาทต่อหน่วย เฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาลนครพิงค์ 3.29 บาทต่อหน่วย

โรงพยาบาลมีค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำ มากที่สุดเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม เท่ากับ 29 บาทต่อลิตร รองลงมาเดือนตุลาคม 28 บาทต่อลิตร และน้อยที่สุดเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ 23 บาทต่อลิตร เฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำของโรงพยาบาลนครพิงค์ 25.75 บาทต่อลิตร

ราคาหรือค่าใช้จ่ายในการใช้ทรัพยากรของโรงพยาบาลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการใช้ทรัพยากรของโรงพยาบาลนครพิงค์

รายการ	เดือน												เฉลี่ย (AV)
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
จำนวนผู้ป่วยใน(คน)	2,974	2,746	3,027	3,025	2,850	3,110	3,350	3,100	2,997	3,655	3,500	3,430	3,137
น้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	-	-	19286	18370	20056	18612	18974	22971	17547	18804	18420	19606	19,301
ไฟฟ้า (หน่วย)	260,360	275,760	396,640	18,370	440,680	511,240	452,200	477,360	464,280	442,960	350,120	296,120	403,960
น้ำมันดีเซล (หม้อไอน้ำ) (ลิตร)	12,500	10,700	13,000	11,100	13,300	10,800	11,200	12,700	11,700	11,300	12,300	12,300	11,833

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลราคาหรือค่าใช้จ่ายด้านทรัพยากรของโรงพยาบาลนครพิงค์

รายการ	เดือน												เฉลี่ย (AV)
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
น้ำ (บาท/ลูกบาศก์เมตร)	-	-	0.64	0.60	0.42	0.48	0.46	0.47	0.17	0.16	0.33	0.92	0.47
ไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	3.25	3.5	3.36	3.37	3.25	3.22	3.26	3.27	3.22	3.28	3.22	3.25	3.29
น้ำมันดีเซล (หม้อไอน้ำ) (บาท/ลิตร)	23	23	24	25	25	25	26	25	27	28	29	29	25.75

จากการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยที่มารับบริการที่โรงพยาบาลมีมากที่สุดเดือนพฤศจิกายน จำนวน 3,500 คน รองลงมาเดือนธันวาคม จำนวน 3,430 คน เหลือเดือนละ 3,148 คน

การใช้น้ำในโรงพยาบาลพบว่า มีการใช้น้ำมากที่สุดเดือนสิงหาคม จำนวน 7.39 ลูกบาศก์เมตรต่อคน รองลงมาเดือนกุมภาพันธ์ จำนวน 7.07 ลูกบาศก์เมตรต่อคน และน้อยที่สุดเดือนตุลาคม จำนวน 5.14 ลูกบาศก์เมตรต่อคน ค่าเฉลี่ยเดือนละ 6.18 ลูกบาศก์เมตรต่อคน โดยมี Benchmark หรือ ค่าที่ดีที่สุด (Best) อยู่ที่ 5.14 ลูกบาศก์เมตรต่อคน

การใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลพบว่า มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดเดือนมิถุนายน จำนวน 164 หน่วยต่อคน รองลงมาเดือนเมษายน จำนวน 159 หน่วยต่อคน ค่าเฉลี่ยเดือนละ 129 หน่วยต่อคน โดยมี Benchmark หรือค่าที่ดีที่สุด (Best) อยู่ที่ 86 หน่วยต่อคน

การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำพบว่า มีการใช้น้ำมันน้อยที่สุดเดือนพฤษภาคม จำนวน 4.67 ลิตรต่อคน รองลงมาเดือนมีนาคม จำนวน 4.36 ลิตรต่อคน ค่าเฉลี่ยเดือนละ 3.79 ลิตรต่อคน โดยมี Benchmark หรือค่าที่ดีที่สุด (Best) อยู่ที่ 3.09 ลิตรต่อคน

ข้อมูลการใช้ทรัพยากรของโรงพยาบาลนครพิงค์ต่อจำนวนผู้ป่วยดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลเฉลี่ยการใช้ทรัพยากร

รายการ	เดือน												เฉลี่ย (AV)	Benchmark หรือ ค่าที่ดีที่สุด (Best)
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.		
จำนวนผู้ป่วย (คน)	2,974	2,746	3,027	3,025	2,850	3,010	3,350	3,110	2,997	3,655	3,500	3,430	3,148 (x)	
น้ำ (ลูกบาศก์เมตร/คน)	6.58	7.07	6.44	6.07	7.04	5.98	5.66	7.39	5.86	5.14	5.26	5.72	6.18	5.14
ไฟฟ้า (หน่วย/คน)	88	100	131	159	155	164	135	153	155	121	100	86	129	86
น้ำมันดีเซล(หม้อไอน้ำ) (ลิตร/คน)	4.20	3.90	4.36	3.67	4.67	3.47	3.34	4.08	3.90	3.09	3.51	3.27	3.79	3.09

จากการศึกษาผลกระทบเชิงเทคนิค พบว่า การใช้ไฟฟ้าในโรงพยาบาลมีผลกระทบเชิงเทคนิคระดับ 2 ในขณะที่การใช้น้ำ และน้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำในโรงพยาบาลมีผลกระทบเชิงเทคนิคเท่ากันที่ ระดับ 1 ดังนี้

ในการใช้น้ำของโรงพยาบาลมีค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ต่อเดือน (Av) 6.18 ลูกบาศก์เมตรต่อคน มีค่าที่ดีที่สุด (Best) 4.14 ลูกบาศก์เมตรต่อคน ความสามารถในการปรับปรุง (%) 20.09 ซึ่งน้อยกว่า 30% คะแนนผลกระทบเชิงเทคนิคเท่ากับ 1

การใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาล พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ต่อเดือน (Av) 129 หน่วยต่อคน มีค่าที่ดีที่สุด (Best) 86.33 หน่วยต่อคน ความสามารถในการปรับปรุง(%) 49.38 ซึ่งอยู่ในช่วง 31 - 60% คะแนนผลกระทบเชิงเทคนิคเท่ากับ 2

การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำของโรงพยาบาล พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ต่อเดือน (Av) 3.79 ลิตรต่อคน มีค่าที่ดีที่สุด (Best) 3.09 ลิตรต่อคน ความสามารถในการปรับปรุง (%) 22.56 ซึ่งน้อยกว่า 30% คะแนนผลกระทบเชิงเทคนิคเท่ากับ 1

จากการศึกษาผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่า การใช้ไฟฟ้าในโรงพยาบาลมีผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ระดับ 3 ในขณะที่น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำในโรงพยาบาล มีผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ระดับ 2 และการใช้น้ำมีผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ระดับ 1 ดังนี้

ในการใช้น้ำของโรงพยาบาลมีต้นทุนต่อหน่วย (Y) 0.47 บาทต่อลูกบาศก์เมตร จำนวนเงินที่ประหยัดได้ 1,513 บาท ซึ่งอยู่ในช่วงประหยัดได้ น้อยกว่า 10,000 บาท คะแนนผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ เท่ากับ 1

การใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาล พบว่า มีต้นทุนต่อหน่วย (Y) 3.29 บาทต่อหน่วย จำนวนเงินที่ประหยัดได้ 441,180 บาท ซึ่งอยู่ในระดับที่ประหยัดได้มากกว่า 100,000 บาท คะแนนผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ 3

การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำของโรงพยาบาล พบว่า มีต้นทุนต่อหน่วย (Y) 26 บาทต่อลิตร จำนวนเงินที่ประหยัดได้ 56,546 บาท ซึ่งอยู่ในช่วงประหยัดได้ 10,000 – 100,000 บาท คะแนนผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ เท่ากับ 2

ข้อมูลการศึกษาผลกระทบเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลกระทบเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์

รายการ	ค่าเฉลี่ย ปริมาณการใช้ ต่อเดือน (Av)	ค่าที่ดีที่สุด (Best)	ความสามารถ ในการปรับปรุง (%) [(Av-Beat)/Best]*100	คะแนน ผลกระทบ เชิงเทคนิค	ต้นทุนต่อ หน่วย (Y)	จำนวนเงิน ที่ประหยัดได้ (บาท) (Av-Beat)*X*Y	คะแนน ผลกระทบเชิง เศรษฐศาสตร์
น้ำ(ลูกบาศก์เมตร/คน)	6.19	5.14	20.09	1	0.47	1,513	1
ไฟฟ้า(หน่วย/คน)	129	86.33	49.38	2	3.29	441,180	3
น้ำมันดีเซล(หม้อไอน้ำ (ลิตร/คน))	3.79	3.09	22.56	1	26	56,546	2

หมายเหตุ

คะแนนผลกระทบ		1	2	3
เชิงเทคนิค	ความสามารถในการปรับปรุง	> 0 - 30%	31 - 60%	>61%
เชิงเศรษฐศาสตร์	จำนวนเงินที่ประหยัดได้	< 1 หมื่นบาท	1 หมื่น -1 แสน	>1 แสนบาท

ค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยใน(X) 3,148 คนต่อเดือน

จากการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมพบว่า ทั้งน้ำ ไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำ มีคะแนนผลกระทบสิ่งแวดล้อมเท่ากันที่ระดับ 2 ดังนี้

โรงพยาบาลมีปริมาณการใช้น้ำ 233,375 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านปริมาณ (Quantity : Q) เท่ากับ 2 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านผลกระทบ (Effect : E) เท่ากับ 2 และผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านการกระจายตัว (Distribution : D) ได้เท่ากับ 3 ผลรวม ($Q \times E \times D$) เท่ากับ 12

โรงพยาบาลมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 4,871,509 ลูกบาศก์เมตรต่อปีเมื่อเปลี่ยนค่าเปรียบเทียบกับเกณฑ์ QED พบว่ามี

CO₂ 1,295.82 ตัน/ปี ผลกระทบด้านปริมาณ เท่ากับ 3 ด้านผลกระทบ เท่ากับ 1 และด้านการกระจายตัวเท่ากับ 3 ผลรวม ($Q \times E \times D$) เท่ากับ 9

SO₂ 15.59 ตัน/ปี ผลกระทบด้านปริมาณ เท่ากับ 3 ด้านผลกระทบ เท่ากับ 2 และด้านการกระจายตัวเท่ากับ 3 ผลรวม ($Q \times E \times D$) เท่ากับ 18

NO₂ 0.88 ตัน/ปี ผลกระทบด้านปริมาณ เท่ากับ 1 ด้านผลกระทบ เท่ากับ 2 และด้านการกระจายตัวเท่ากับ 3 ผลรวม ($Q \times E \times D$) เท่ากับ 6

โรงพยาบาลมีการใช้น้ำมันดีเซล 143,136 ลิตร/ปี เมื่อเปลี่ยนค่าเปรียบเทียบกับเกณฑ์ QED พบว่ามี

CO₂ 357.84 ตัน/ปี ผลกระทบด้านปริมาณ เท่ากับ 3 ด้านผลกระทบ เท่ากับ 1 และด้านการกระจายตัวเท่ากับ 3 ผลรวม ($Q \times E \times D$) เท่ากับ 9

SO₂ 5.01 ตัน/ปี ผลกระทบด้านปริมาณ เท่ากับ 2 ด้านผลกระทบ เท่ากับ 2 และด้านการกระจายตัวเท่ากับ 3 ผลรวม ($Q \times E \times D$) เท่ากับ 12

NO₂ 0.27 ตัน/ปี ผลกระทบด้านปริมาณ เท่ากับ 1 ด้านผลกระทบ เท่ากับ 2 และด้านการกระจายตัวเท่ากับ 3 ผลรวม ($Q \times E \times D$) เท่ากับ 6 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

รายการ	ปริมาณ(หน่วย/ปี)					ผลรวม Q*E*D	คะแนน ผลกระทบ สิ่งแวดล้อม
	(X*Av*12)	เปลี่ยนค่าเปรียบเทียบกับเกณฑ์ QED		Quantity (Q)	Effect (E)	Distribution (D)	
น้ำ	233,375						
	(ลูกบาศก์เมตร)	233,375	ม ³ / ปี	2	2	3	12
ไฟฟ้า	4,871,509	-CO ₂	1,295.82	ตัน/ปี	3	1	3
	(หน่วย)	-SO ₂	15.59	ตัน/ปี	3	2	3
		-NO ₂	0.88	ตัน/ปี	1	2	3
น้ำมันดีเซล	143,136	-C O ₂	357.84	ตัน/ปี	3	1	3
สำหรับหม้อไอน้ำ	(ลิตร)	-SO ₂	5.01	ตัน/ปี	2	2	3
น้ำ		-NO ₂	0.27	ตัน/ปี	1	2	3
หมายเหตุ							
คะแนนผลกระทบสิ่งแวดล้อม		0 – 9	ต่ำกับ	1			
		10 – 18	ต่ำกับ	2			
		19 – 27	ต่ำกับ	3			

จากการผลการตรวจประเมินเบื้องต้นเทคโนโลยีสะอาด เมื่อนำมาจัดลำดับความสำคัญจากการประเมินเบื้องต้น พบว่า ลำดับที่ 1 การจัดการพลังงานไฟฟ้า ลำดับที่ 2 การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำ และลำดับที่ 3 การจัดการน้ำ และเนื่องจากปัจจุบันการจัดการพลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาลนครพิงค์ กำลังอยู่ระหว่างการดำเนินการตามโครงการปรับปรุงแก้ไขระบบไฟฟ้าของโรงพยาบาลอยู่แล้ว จึงเลือกที่จะทำการประเมินละเอียดการใช้พลังงานจากน้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำซึ่งอยู่ในลำดับที่ 2 ดังนั้นจึงทำการศึกษาการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ เพื่อลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงคือน้ำมันดีเซล รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การจัดลำดับความสำคัญจากการประเมินเบื้องต้น

รายการ	ผลกระทบ	ผลกระทบเชิง	ผลกระทบ	ผลรวมคะแนน	
	เชิงเทคนิค	เศรษฐศาสตร์	สิ่งแวดล้อม	(A x 3) +	ลำดับ
	A	B	C	(B x 2) + (C x 1)	ที่
น้ำ	1	1	2	7	3
ไฟฟ้า	2	3	2	14	1
น้ำมันดีเซล(สำหรับ หม้อไอน้ำ)	1	2	2	9	2
คะแนนถ่วงน้ำหนัก	3	2	1		

หมายเหตุ คะแนนถ่วงน้ำหนักของหน่วยงานกำหนดให้

ผลกระทบเชิงเทคนิค เท่ากับ 3

ผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ เท่ากับ 2

ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เท่ากับ 1

เนื่องจากเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ เศรษฐศาสตร์เป็นเครื่องจูงใจ
ผู้บริหาร และสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่โรงพยาบาลให้ความสำคัญเป็นปกติอยู่แล้ว

4.5 การประเมินละเอียด

การประเมินละเอียดการใช้หม้อไอน้ำของโรงพยาบาลนครพิงค์ โดยการเดินสำรวจร่วมกับ
คณะกรรมการสิ่งแวดล้อม ผู้ควบคุมระบบไอน้ำ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง และวิศวกรเครื่องกล จาก
การศึกษาพบว่า

4.5.1 สถานที่ตั้ง

หม้อไอน้ำของโรงพยาบาลตั้งอยู่ที่ตะวันตกของโรงพยาบาล โดยตั้งอยู่ในส่วน
สนับสนุนบริการรักษาพยาบาลของโรงพยาบาล ที่หน่วยงานซักฟอก ด้านหน้าติดกับงานซักฟอก
ของโรงพยาบาล ถัดมาเป็นงานโภชนาและงานจ่ายกลาง ด้านหลังติดกับระบบบำบัดน้ำเสียของ
โรงพยาบาล ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 สถานที่ตั้งหม้อไอน้ำของโรงพยาบาล

ลักษณะเป็นอาคารชั้นเดียว ผนังปูน 2 ด้าน ส่วนที่เหลือเป็นลูกกรง หลังคาสูง ใช้กระเบื้องมุงหลังคา มีการระบายอากาศค่อนข้างดี โถง และโปร่ง ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 หม้อไอน้ำของโรงพยาบาลนครพิงค์

4.5.2 รายละเอียดหม้อไอน้ำ

ชนิด	หม้อไอน้ำหม้อไฟแบบแนวนอน
ยี่ห้อ	York - Shipley รุ่น 27424 ปี ค.ศ. 2000
ผลิตโดย	บริษัท เค ที เอช
ขนาด	100 แรงม้า
อัตราการผลิตไอน้ำ	1.5 ตันต่อชั่วโมง (1,500 กก./ชม.)
พื้นที่รับความร้อน	400 ตารางฟุต
อัตราการใช้เชื้อเพลิง	25.9 แกลลอน/ชม.
วัดอุณหภูมิ Front End	150 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิ Rear End	250 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิตัวหม้อไอน้ำ	50-70 องศาเซลเซียส
ความดัน	7 บาร์ (100 psi)
การใช้งานโดยเฉลี่ย	8 ชั่วโมง/วัน

เชื้อเพลิง	น้ำมันดีเซล
ประสิทธิภาพการเผาไหม้	78.59 เปอร์เซ็นต์
อุณหภูมิไอเสีย	300 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิแวดล้อม	41.1 องศาเซลเซียส
ออกซิเจนในก๊าซไอเสีย	7.1 เปอร์เซ็นต์
คาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซไอเสีย	12 เปอร์เซ็นต์
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง	10,500 กิโลแคลอรี/ลิตร (43.89 เมกะจูล/ลิตร)
ไม่มีระบบอุ่นน้ำป้อน	

4.5.3 สภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

4.5.3.1 สภาพทั่วไป

จากการศึกษาการตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำของกองวิศวกรรม การแพทย์ พบว่า สภาพของตัวหม้อไอน้ำ ป้อนน้ำและอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ Burner และระบบ ไฟฟ้า อยู่ในสภาพปกติ แต่เมื่อทำการตรวจสอบโดยวิธี Hydrostatic Test ปรากฏว่า มีน้ำซึมรั่วที่ ปลายท่อไฟเล็ก ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 การตรวจสอบสภาพหม้อไอน้ำ

4.5.3.2 สีของเปลวไฟและสีของควัน

จากการศึกษา พบว่าควันจากปล่องไอเสียมีสีขาว เปลวไฟมีการเคลื่อนไหว รุนแรงมีควันสีขาว

4.5.3.3 ตำรวจสภาพนวนของท่อส่งจ่ายไอน้ำ การรั่วไหลของไอน้ำและอุณหภูมิ และความดันของการไหลในท่อ

สภาพฉนวนของท่อส่งไอน้ำ อยู่ในสภาพดี พบว่าการรั่วไหลของไอน้ำ 2 จุด ที่ไม่มีฉนวนหุ้ม คือ รั่วจากปลายท่อที่ไม่ได้ต่อเข้าอุปกรณ์ใช้ไอน้ำเนื่องจากชำรุดและจำหน่ายอุปกรณ์ตัวนั้นออกไปแล้ว เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร และท่อหลังเครื่องซักผ้า เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 รอยรั่วของท่อไอน้ำ

4.5.4 การตรวจวัดคุณภาพตรวจวัดคุณภาพน้ำ น้ำป้อน

TDS	137 มิลลิกรัมต่อลิตร
อุณหภูมิ	30 องศาเซลเซียส

น้ำโบลัวดาวน์

TDS	288 มิลลิกรัมต่อลิตร
อุณหภูมิ	110 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.6 การเก็บน้ำโบลัวดาวน์

4.6 ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด ในการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ

ผลการประชุมระดมสมองเพื่อหาทางเลือกในการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ โดยยึดหลักการของเทคโนโลยีสะอาด คือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด การใช้ซ้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าและลดมลพิษที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมให้ได้มากที่สุดพบว่า

การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ สามารถทำได้ทันทีโดยผู้ดูแลระบบไอน้ำของโรงพยาบาล และศึกษาเพิ่มเติมการจากการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยใช้อุปกรณ์ในการตรวจวัดและนำผลที่ได้มาวิเคราะห์

การลดการสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ ไม่สามารถทำได้ทันทีที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมเนื่องจาก 1) การปรับเวลาการใช้งานหม้อไอน้ำ เพราะไอน้ำถูกใช้ในกิจกรรมซักฟอกและงานจ่ายกลางเป็นตัวเดียวกัน ทำให้ไม่สามารถทำได้ทันทีที่ต้องมีการศึกษาหาวิธีการปรับเวลาทำงานของแต่ละหน่วยให้สัมพันธ์กัน และ 2) หากต้องหุ้มฉนวนหม้อไอน้ำใหม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะซึ่งปัจจุบันไม่มีผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวในโรงพยาบาล

การควบคุมการโบลว์ดาวน์ สามารถทำได้ทันทีโดยอาศัยความร่วมมือระหว่างผู้ควบคุมระบบและช่างประปา ในการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำ ประกอบกับการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์ประมาณการโบลว์ดาวน์ที่พอเหมาะ

การซ่อมรอยรั่วของไอน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณวาล์วและข้อต่อต่างๆ สามารถทำการศึกษาเก็บข้อมูลปริมาณการรั่วไหลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การสูญเสียไอน้ำ เสนอผู้บริหารของบประมาณ แล้วทำการแก้ไขได้ทันที

หุ้มฉนวนกันความร้อนส่วนของหม้อไอน้ำที่ต่อเข้าอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ ความยาวประมาณ 1 ฟุต ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการซ่อมบำรุงบ่อยครั้ง

การพิจารณาทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดและโอกาสดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การพิจารณาทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดและโอกาส

ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด	โอกาส			หมายเหตุ
	ทำได้ทันที	ต้องการศึกษาเพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้	
1. ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้	/			
2. ลดการสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ		/		ขาดผู้เชี่ยวชาญ
3. ควบคุมการโบลว์ดาวน์	/			
4. ซ่อมรอยรั่วของไอน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณวาล์วและข้อต่อต่างๆ	/			
5. หุ้มฉนวนกันความร้อนส่วนของหม้อไอน้ำที่ต่อเข้าสู่อุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ ความยาวประมาณ 1 ฟุต			/	ไม่สะดวกต่อการซ่อมบำรุง

4.7 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้

จากการพิจารณาทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดและโอกาส ทีมงานที่เข้าร่วมประชุมระดมสมอง ได้กำหนดให้พิจารณาเฉพาะทางเลือกที่สามารถทำได้ทันทีรวมกับการศึกษาเพิ่มเติมนำมาประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการบริหารจัดการ ดังนี้

4.7.1 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้อด้านประสิทธิภาพ

4.7.1.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

1) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยใช้กราฟ และการปรับปรุงอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิง โดยใช้กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซเสีย(น้ำมันดีเซล) ในภาพที่ 2.7 หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟ ขนาด 1.5 ตัน/ชั่วโมง ใช้ น้ำมันดีเซลชนิดหมุนเร็ว เป็นเชื้อเพลิง จากการตรวจสอบคุณสมบัติของก๊าซไอเสียพบว่า

$$\begin{aligned} \text{O}_2 \text{ ในก๊าซไอเสีย} &= 7.1 \text{ เปอร์เซ็นต์} \\ \text{อุณหภูมิก๊าซไอเสีย} &= 299 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร} \end{aligned}$$

ดังนั้น อากาศในส่วนเกิน 45เปอร์เซ็นต์ และเกิดความร้อนสูญเสียในก๊าซไอเสีย 22 เปอร์เซ็นต์ โดยประสิทธิภาพการเผาไหม้เท่ากับ 78 เปอร์เซ็นต์ ถ้าปรับปรุงอัตราส่วนอากาศและเชื้อเพลิงใหม่ดังต่อไปนี้จะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น

$$\text{O}_2 \text{ ในก๊าซไอเสีย} = 4 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

$$\text{อุณหภูมิก๊าซไอเสีย} = 300 \text{ มิลลิกรัม/อัตร}$$

อากาศส่วนเกินจะวัดได้เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ เกิดความร้อนสูญเสียในก๊าซไอเสีย เท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการเผาไหม้จึงเท่ากับ 82 เปอร์เซ็นต์

2) การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยใช้ดาเปล่า

ในการปฏิบัติการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ด้วยดาเปล่าสามารถทำได้ทันที โดยจากผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ด้วยดาเปล่า พบว่า ควันจากปล่องไอเสียมีสีเทาขาว ควันเหนือเปลวไฟมีสีขาว แสดงว่าปริมาณอากาศมากเกินไป จึงทำการปรับปริมาณอากาศจนกระทั่งควันที่ออกจากท่อไอเสียเป็นสีเทาอ่อนหรือไม่มีสี

3) เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้

สามารถคำนวณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้} &= \frac{(82 - 78)}{82} \times 100 \\ &= 4.88 \text{ เปอร์เซ็นต์} \end{aligned}$$

ก่อนปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้มีการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 142,000 ลิตร / ปี หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้จะสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ประมาณ 6,930 ลิตร / ปี



ภาพที่ 4.7 การตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้

4.7.1.2 การควบคุมปริมาณการโบลว์ดาวน์

การโบลว์ดาวน์จะกระทำเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายเกินมาตรฐาน คุณสมบัติของน้ำ ความร้อนและการประหยัดเชื้อเพลิงก่อนการปรับปรุงและค่าที่ควรจะเป็นหลังการปรับปรุงโดยใช้ค่า TDS ของน้ำในหม้อไอน้ำตามมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คุณสมบัติ น้ำ ความร้อนและการประหยัดเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงการโบลว์ดาวน์

ผลการทดสอบ	ตัวแปร	สูตรที่ใช้ ในการคำนวณ	ก่อนการ ปรับปรุง	หลังการ ปรับปรุง
TDS ของน้ำป้อน(ppm)	A	-	137	137
TDS ของหม้อไอน้ำ (ppm)	B	-	288	3500
ปริมาณการโบลว์ดาวน์	C	$C=A/(B-A)$	0.9073	0.0407
โบลว์ดาวน์ (ตัน/ชั่วโมง)	D	$D=C \times 1.5^*$	1.3610	0.0611
ความร้อนสูญเสีย (เมกะจูล/ชั่วโมง)	E	$E=D (2762,9^{**}-125.79^{***})$	3,589.11	161.13

หมายเหตุ ก่อนปรับปรุงคือค่าที่วัดได้ หลังปรับปรุงคือค่าที่ควรจะเป็น

* หม้อไอน้ำขนาด 1.5 ตัน/ชั่วโมง

** ความความร้อน (เอนทาลปี) ของไอน้ำอิ่มตัวที่ความดัน 6.9 บาร์

*** ค่าความร้อน (เอนทาลปี) ของน้ำป้อน (น้ำอิ่มตัว) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

$$\text{ความร้อนสูญเสียลดลง} = 3,589.11 - 161.13$$

$$= 3,427.79 \text{ เมกะจูล/ชั่วโมง}$$

$$\begin{aligned} \text{ประหยัดพลังงาน} &= \frac{\text{ความร้อนสูญเสีย (เมกะจูล/ชั่วโมง)}}{\frac{\text{ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (\%)}}{100} \times \text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (เมกะจูล/ลิตร)}} \\ &= \frac{3,427.98}{\frac{82}{100} \times 43.89} \\ &= 95.25 \text{ ลิตร/ชั่วโมง} \end{aligned}$$

4.7.1.3 การซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ

จากการศึกษาพบว่า ท่อไอน้ำของโรงพยาบาลนครพิงค์มีการรั่วบริเวณปลายท่อไอน้ำหลังเครื่องซักผ้าของงานซักฟอก โดยใช้สมการ

$$Q = 0.4 d^2 (p + 1.013)$$

จุดที่ 1 ปลายท่อเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } Q &= 0.4 (5^2) (6.9 + 1.013) = 79.13 \text{ กิโลกรัม/ชม.} \\ \text{เชื้อเพลิง} &= \frac{\text{อัตราการสูญเสียไอน้ำ (กิโลกรัม/ชั่วโมง)} \times (2,762.9 - 125.79)}{\frac{\text{ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (\%)}}{100} \times \text{ความร้อนของเชื้อเพลิง} \times 1000 \text{ (เมกะจูล/ลิตร)}} \\ \text{ที่สูญเสีย} &= \frac{79.13 \times (2762.9 - 125.79)}{\frac{82}{100} \times 43.89 \times 1000} \\ &= 5.80 \text{ ลิตร/ชั่วโมง} \\ &= 5.80 \times \text{ลิตร/ชั่วโมง} \times 8 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 365 \text{ วัน/ปี} \\ &= 16,936 \text{ ลิตร/ปี} \end{aligned}$$

จุดที่ 2 ท่อเข้าเครื่องซักผ้าเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } Q &= 0.4 (2^2) (6.9 + 1.013) \\ &= 12.66 \text{ กิโลกรัม/ชั่วโมง} \\ \text{เชื้อเพลิง} &= \frac{\text{อัตราการสูญเสียไอน้ำ (กิโลกรัม/ชั่วโมง)} \times (2,762.9 - 125.79)}{\frac{\text{ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (\%)}}{100} \times \text{ความร้อนของเชื้อเพลิง} \times 1000 \text{ (เมกะจูล/ลิตร)}} \\ \text{ที่สูญเสีย} &= \frac{12.66 \times (2762.9 - 125.79)}{\frac{82}{100} \times 43.89 \times 1000} \\ &= 0.93 \text{ ลิตร/ชั่วโมง} \\ &= 0.93 \times \text{ลิตร/ชั่วโมง} \times 8 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 365 \text{ วัน/ปี} \\ &= 2,716 \text{ ลิตร/ปี} \end{aligned}$$

4.7.2 การศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์

การศึกษาความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำโรงพยาบาลนครพิงค์ ผลที่ได้จะนำมาประกอบการพิจารณาว่าควรมีการลงทุนในการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้หรือไม่

4.7.2.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value; NPV)

ต้นทุนค่าจ้างเหมาตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้เท่ากับ 8,500 บาท ต้นทุนผันแปรไม่มี สำหรับผลตอบแทนที่ได้คือปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลงหลังจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้คิดเป็นเงินจำนวน 192,450 บาทต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

ปีที่	ต้นทุนคงที่(บาท)	ผลตอบแทน(บาท)	ผลตอบแทนสุทธิ(บาท)
0	8,500	0	-8,500
1	8,500	207,900	199,400
2	8,500	207,900	199,400
3	8,500	207,900	199,400
4	8,500	207,900	199,400
5	8,500	207,900	199,400

หมายเหตุ สมมุติให้ต้นทุนในการปรับปรุงเท่ากันทุกปี และผลตอบแทนคิดอัตราดอกเบี้ยเท่ากันทุกปี ดังภาคผนวก จ

การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิตามอัตราคิดลดที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 10 จะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้เท่ากับ 679,439 บาท แสดงว่ามีความเหมาะสมสำหรับการลงทุนโดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธินั้นมากกว่า 0 ตามตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

อัตราคิดลด	NPV
อัตราคิดลดที่ร้อยละ 8	729,302
อัตราคิดลดที่ร้อยละ 10	679,439

อัตราคิดลดที่ร้อยละ 12

634,190

2) อัตราผลตอบแทนสุทธิ (Internal Rate of Return; IRR) คือ

การคำนวณอัตราผลตอบแทนสุทธิตั้งแต่อัตรา 2,346 หมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์แสดงถึงการลงทุนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

3) ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)

การคำนวณระยะเวลาการคืนทุน พบว่า อยู่ในปีแรกที่ได้ดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ คือระยะเวลาการคืนทุนเท่ากับ 0.04 ปี หรือประมาณ 15 วัน โดยได้ผลตอบแทนสุทธิในช่วงดังกล่าวเท่ากับ 199,400 บาท

4.7.2.2 การควบคุมการปล่อยคาร์บอน

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value; NPV)

ต้นทุนค่าจ้างตรวจวัดคุณภาพน้ำเท่ากับ 24,000 บาท ต้นทุนผันแปรไม่มี สำหรับผลตอบแทนที่ได้คือปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลงหลังจากควบคุมการปล่อยคาร์บอนคิดเป็นเงินจำนวน 856,380 บาทต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการควบคุมการปล่อยคาร์บอน

ปีที่	ต้นทุนคงที่(บาท)	ผลตอบแทน(บาท)	ผลตอบแทนสุทธิ(บาท)
0	24,000	0	-24,000
1	24,000	8,343,900	8,319,900
2	24,000	8,343,900	8,319,900
3	24,000	8,343,900	8,319,900
4	24,000	8,343,900	8,319,900
5	24,000	8,343,900	8,319,900

การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิตามอัตราคิดลดที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 10 จะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการควบคุมการปล่อยคาร์บอนเท่ากับ 28,649,969 บาท แสดงว่ามีความเหมาะสมสำหรับการลงทุนโดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่า 0 ตามตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการควบคุมการโบลัวดาวน์

อัตราคิดลด	NPV
อัตราคิดลดที่ร้อยละ 8	30,736,063
อัตราคิดลดที่ร้อยละ 10	28,649,969
อัตราคิดลดที่ร้อยละ 12	26,756,587

2) อัตราผลตอบแทนสุทธิ (Internal Rate of Return; IRR) คือ

การคำนวณอัตราผลตอบแทนสุทธิต่อปีถึงร้อยละ 34,666 หมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์แสดงถึงการลงทุนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

3) ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)

การคำนวณระยะเวลาการคืนทุน พบว่า อยู่ในปีที่ได้นำเงินการควบคุมการโบลัวดาวน์ คือระยะเวลาการคืนทุนเท่ากับ 0.003 ปี หรือประมาณ 2 วัน โดยได้ผลตอบแทนสุทธิในช่วงดังกล่าวเท่ากับ 8,319,900 บาท

4.7.2.3. การซ่อมรอยร้าวของไอน้ำ

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value; NPV)

ต้นทุนค่าจ้างซ่อมรอยร้าวของไอน้ำ 2,000 บาท ต้นทุนผันแปรไม่มีสำหรับผลตอบแทนที่ได้คือปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลงหลังจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้คิดเป็นเงินจำนวน 81,480 บาทต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการซ่อมรอยร้าวของไอน้ำ

ปีที่	ต้นทุนคงที่(บาท)	ผลตอบแทน(บาท)	ผลตอบแทนสุทธิ(บาท)
0	2,000	0	-2,000
1	-	81,480	81,480
2	-	81,480	81,480
3	-	81,480	81,480
4	-	81,480	81,480
5	-	81,480	81,480

การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิตามอัตราคิดลดที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 10 จะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้เท่ากับ 278,976 บาท แสดงว่ามีความเหมาะสมสำหรับการลงทุนโดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิตามค่ามากกว่า 0 ตามตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ

อัตราคิดลด	NPV
อัตราคิดลดที่ร้อยละ 8	299,376
อัตราคิดลดที่ร้อยละ 10	278,976
อัตราคิดลดที่ร้อยละ 12	260,462

2) อัตราผลตอบแทนสุทธิ (Internal Rate of Return; IRR) คือ

การคำนวณอัตราผลตอบแทนสุทธิตามค่าถึงร้อยละ 4,074 หมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์แสดงถึงการลงทุนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

3) ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)

การคำนวณระยะเวลาการคืนทุน พบว่า อยู่ในปีแรกที่ได้ดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ คือระยะเวลาการคืนทุนเท่ากับ 0.025 ปี หรือประมาณ 9 วัน โดยได้ผลตอบแทนสุทธิในช่วงดังกล่าวเท่ากับ 81,480 บาท

4.7.3 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อม

การศึกษาการใช้หม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษาโรงพยาบาลนครพิงค์ในส่วนของการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อมของการปรับปรุงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ ได้ทำการศึกษาอย่างง่ายถึงปริมาณของเสีย ความเป็นพิษและปริมาณพลังงานที่ลดลงดังนี้

4.7.3.1 ด้านกายภาพ

1) คุณภาพอากาศ (Air quality)

จากการศึกษาการทำงานของหม้อไอน้ำพบว่า ในการใช้หม้อไอน้ำ อาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ซึ่งหากมีการควบคุมการเผาไหม้ให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอจะเกิดขึ้นในปริมาณน้อยมาก

2) คุณภาพน้ำ (Water quality)

น้ำเสียที่เกิดขึ้นเป็นน้ำโบลีคาวน้ำจากหม้อไอน้ำ มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงถึงประมาณ 130-150 °C โดยปกติคุณภาพโบลีคาวน้ำจะมี TDS ประมาณ 3500 ppm ความกระด้าง 700 ppm ซึ่งในการตรวจสอบคุณภาพน้ำพบว่า น้ำโบลีคาวน้ำมี TDS 288 ppm

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตของหม้อไอน้ำเมื่อปล่อยลงท่อแล้วจะถูกนำไปบำบัดก่อนปล่อยออกสู่สาธารณะทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3) ความร้อน

จากการศึกษาการทำงานของหม้อไอน้ำพบว่า มีการปล่อยไอเสียที่มีอุณหภูมิสูง ถึง 300 °C นอกจากนี้ยังมีความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนของหม้อไอน้ำ และจากไอน้ำที่รั่วทำให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นค่อนข้างสูงตามไปด้วย

4) การใช้เชื้อเพลิง

จากการศึกษาพบว่าในกระบวนการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำโรงพยาบาลนครพิงค์หม้อไอน้ำมีการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงถึง 131,461 ลิตร/ปี

อย่างไรก็ตาม ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดทั้งการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ การควบคุมการโบลีคาวน้ำ และการซ่อมรอยรั่วของท่อไอน้ำส่วนแล้วแต่ช่วยประหยัดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงทั้งสิ้น และยังทำให้ปริมาณมลพิษที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศลดลง

4.7.4 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ด้านการบริหารจัดการ

จากการสัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบไอน้ำและผู้เกี่ยวข้องกับการใช้ไอน้ำของโรงพยาบาลนครพิงค์ ได้ทำการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ทั้งหมด 8 ท่าน ดังนี้

ผู้บริหาร 2 ท่าน ได้แก่

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 1. คุณประกิจ ประคุณกร | รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร |
| 2. คุณอานวย ชัยลิจิต | ที่ปรึกษาโรงพยาบาลด้านสิ่งแวดล้อม |

ผู้ดูแลระบบ 2 ท่าน ได้แก่

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1. คุณอรุณศักดิ์ ปิยะกุล | หัวหน้างานซ่อมบำรุง |
| 2. คุณกมล ผัดหวัง | ผู้ดูแลระบบไอน้ำ |

ผู้เกี่ยวข้องกับการใช้ไอน้ำ 4 ท่าน ได้แก่

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. คุณจันทร์พลอย อุตสาคร | หัวหน้างานจ่ายกลาง |
| 2. คุณวดีลักษณ์ พิพัฒน์รัตนถาวร | พยาบาลอาชีวอนามัย |
| 3. คุณรัชณี วงศ์แสน | พยาบาลควบคุมการติดเชื้อ |
| 4. คุณเกตุ ถ้วยเหลือง | งานประปาและบำบัดน้ำเสีย |

ผลการสัมภาษณ์ประเด็นต่างๆมีดังนี้

4.7.4.1 การกำหนดนโยบาย

โรงพยาบาลมีการกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร ในส่วนของเทคโนโลยีสะอาดได้เพิ่มเติมในส่วนของการบริหารจัดการเข้าไปในนโยบายอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ในการกำหนดนโยบาย คณะกรรมการ พยาบาล หัวหน้าตึก จะร่วมกันกำหนดนโยบาย จากนั้นผู้บริหารประกาศนโยบายเป็นลายลักษณ์อักษร มอบให้กับหัวหน้างานและผู้ปฏิบัติ

นโยบายสิ่งแวดล้อมด้านเทคโนโลยีสะอาดมีความสอดคล้องกับนโยบายหลัก ทั้งในเรื่องการประหยัดพลังงาน ความปลอดภัย การจัดการน้ำ ขยะ โดยผู้บริหารมีความมุ่งมั่นที่พัฒนาโรงพยาบาลด้านสิ่งแวดล้อมให้ดีและลดมลพิษที่เกิดขึ้นให้น้อยที่สุด

การถ่ายทอดนโยบายมีการถ่ายทอดนโยบายจากผู้บริหารให้กับหัวหน้างาน และหัวหน้างานจะส่งต่อไปให้ผู้ปฏิบัติต่อไป โดยอาศัยการประชุม เอกสารนโยบายที่ส่งไปทุกหน่วยงานในโรงพยาบาล การอบรม อินทราเน็ตของโรงพยาบาลและเสียงตามสาย

การปฏิบัติจริง หัวหน้างานแต่ละงานจะมาประชุมร่วมกันเพื่อกำหนดแผนยุทธศาสตร์ตลอดจนแผนรองรับ มีคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมย่อยในแต่ละทีมร่วมทำแผนหลักและนำเข้าสู่งานประจำ

การติดตามประเมินผล กรรมการย่อยในแต่ละงานจะใช้วิธีการประเมินผลที่แตกต่างกัน โดยอาศัยมาตรฐานของแต่ละงาน มีการจดบันทึกข้อมูลก่อนและหลังทำเทคโนโลยีสะอาดและรายงานผลความก้าวหน้าทุก 2 เดือนในที่ประชุม หรือเมื่อมีปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน

4.7.4.2 การสนับสนุนทรัพยากร

ในการดำเนินงานใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด ผู้บริหารได้ให้การสนับสนุนทรัพยากรในการดำเนินงาน ดังนี้

องค์ความรู้ จากการอบรมทั้งในส่วนที่ได้รับสนับสนุนจากสำนักพัฒนาระบบบริการสุขภาพ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ การอบรมจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม และกองวิศวกรรมการแพทย์ที่มาตรวจสอบและให้ความรู้ ตลอดจนการจัดซื้อ/สรรหาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

งบประมาณ ได้รับการสนับสนุนดีทั้งในเรื่องค่าใช้จ่ายในการอบรม การตรวจวัดทั้งทางด้านห้องทดลองและทางวิศวกรรม

อุปกรณ์และเครื่องมือ ส่วนใหญ่จะได้รับการสนับสนุนโดยในการขอแต่ละครั้งให้มีเหตุผลประกอบ

4.7.4.3 การใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ

โรงพยาบาลนครพิงค์มีการใช้ไอน้ำในกิจกรรมของหน่วยย่อยกลางในการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ทางการแพทย์โดยใช้กับเครื่องนี้ และงานซักฟอกใช้ไอน้ำในการซักผ้าและอบผ้า ในการใช้งานยังไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากยังไม่มีมีการนำน้ำคอนเดนเสทกลับมาใช้ และไม่เคยตรวจวัดประสิทธิภาพอากาศเสียที่ได้จากการเผาไหม้ ทำให้ไม่ทราบประสิทธิภาพที่แท้จริงของหม้อไอน้ำ

4.7.4.4 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ

จากการสัมภาษณ์

ผู้บริหาร 2 ท่าน ได้แก่

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 1. คุณประกิจ ประคุณกร | รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร |
| 2. คุณอำนาจ ชัยลิขิต | ที่ปรึกษาโรงพยาบาลด้านสิ่งแวดล้อม |

ผู้ดูแลระบบ 2 ท่าน ได้แก่

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1. คุณอรุณศักดิ์ ปิยะกุล | หัวหน้างานซ่อมบำรุง |
| 2. คุณกมล ผัดหวัง | ผู้ดูแลระบบไอน้ำ |

ผู้เกี่ยวข้องกับการใช้ไอน้ำ 4 ท่าน ได้แก่

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1. คุณจันทร์พลอย อุตสาคร | หัวหน้างานจ่ายกลาง |
| 2. คุณวลีลักษณ์ พิพัฒนรัตนถาวร | พยาบาลอาชีวอนามัย |
| 3. คุณรัชณี วงศ์แสน | พยาบาลควบคุมการติดเชื้อ |
| 4. คุณเกตุ ถ้วยเหลือง | งานประปาและบำบัดน้ำเสีย |

โดยทำการสัมภาษณ์ถึง ประโยชน์ของเทคโนโลยีสะอาด หลักการของเทคโนโลยีสะอาด ความรู้เกี่ยวกับการใช้หม้อไอน้ำ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดและเทคนิคนำไปสู่ความสำเร็จ พบว่าผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดกับการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ เบื้องต้น สิ่งแวดล้อม และการบริหารจัดการ ในระดับมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ร้อยละ ของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด

(N = 8)

ข้อความ	ตอบ ถูก	ตอบ ผิด	ระดับ ความรู้
1. เทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่สามารถ</u> ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำได้	8 (100)	0 (0)	มาก
2. เทคโนโลยีสะอาดทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นได้	8 (100)	0 (0)	มาก
3. หลักการของเทคโนโลยีสะอาดคือการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการนำกลับมาใช้ใหม่	8 (100)	0 (0)	มาก
4. ในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำ <u>ไม่จำเป็น</u> ต้องตรวจสอบสภาพและประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	8 (100)	0 (0)	มาก
5. ในการใช้ไอน้ำในกิจกรรมต่างๆ <u>ไม่จำเป็น</u> ต้องมีการตรวจสอบความจำเป็นต้องใช้ไอน้ำ	8 (100)	0 (0)	มาก
6. การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้	8 (100)	0 (0)	มาก
7. การปรับปรุงหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ <u>ไม่ช่วย</u> ให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน	8 (100)	0 (0)	มาก
8. การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้กับหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำสามารถทำการประเมินเบื้องต้นง่ายๆด้วยการเดินสำรวจ สังเกตจดบันทึก	8 (100)	0 (0)	มาก
9. การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดช่วยลดภาระปัญหาสิ่งแวดล้อม	8 (100)	0 (0)	มาก
10. การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่จำเป็น</u> ต้องอาศัยความร่วมมือของทุกคนในหน่วยงาน	8 (100)	0 (0)	มาก

4.7.4.5 ทักษะ

จากการสัมภาษณ์

ผู้บริหาร 2 ท่าน ได้แก่

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 1. คุณประกิจ ประคุณกร | รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร |
| 2. คุณอานวย ชัยลิจิต | ที่ปรึกษาโรงพยาบาลด้านสิ่งแวดล้อม |

ผู้ดูแลระบบ 2 ท่าน ได้แก่

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1. คุณอรุณศักดิ์ ปิยะกุล | หัวหน้างานซ่อมบำรุง |
| 2. คุณกมล ผิดหวัง | ผู้ดูแลระบบไอเน็ต |

ผู้เกี่ยวข้องกับการใช้ไอเน็ต 4 ท่าน ได้แก่

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. คุณจันทร์พลอย อุตสาคร | หัวหน้างานจ่ายกลาง |
| 2. คุณวลีลักษณ์ พิพัฒน์รัตนถาวร | พยาบาลวิชาชีพอนามัย |
| 3. คุณรัชณี วงศ์แสน | พยาบาลควบคุมการติดเชื้อ |
| 4. คุณเกตุ ถ้วยเหลือง | งานประปาและบำบัดน้ำเสีย |

โดยทำการสัมภาษณ์ถึงเรื่องความเชื่อมั่น ความกระตือรือร้นและการยอมรับ ผลการสัมภาษณ์พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์มีทัศนคติที่ดีต่อการใช้อินเทอร์เน็ตให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด ในระดับมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ทักษะคิดของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับต่อการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด

(N = 8 คน)

ทักษะคิดต่อการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย ยิ่ง	X	SD	ระดับ ความเห็น
1. ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาดช่วยให้โรงพยาบาลประหยัดพลังงานได้มากขึ้น	87.5 (7)	12.5 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4.87	0.35	มาก
2. ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาดช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเชื้อเพลิงของโรงพยาบาล	75 (6)	25 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4.75	0.46	มาก
3. ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่ช่วย</u> ป้องกันลดมลพิษจากการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ	0 (0)	0 (0)	0 (0)	50 (4)	50 (4)	4.5	0.53	มาก
4. ท่านคิดว่าการใช้น้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่ช่วย</u> ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม	0 (0)	0 (0)	0 (0)	50 (4)	50 (4)	4.5	0.53	มาก
5. การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำและท่อไอน้ำทำให้เพิ่มภาระงาน	0 (0)	0 (0)	0 (0)	87.5 (7)	12.5 (1)	4.12	0.35	มาก

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

(N = 8 คน)

ทัศนคติต่อเทคโนโลยีสะอาด	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	X	SD	ระดับ ความเห็น
6. ท่านคิดว่าการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำเป็นเรื่องยุ่งยาก	0 (0)	0 (0)	0 (0)	75 (6)	25 (2)	4.25	0.46	มาก
7. ท่านรู้สึกเครียดและวิตกกังวลเมื่อต้องปฏิบัติตามหลักการเทคโนโลยีสะอาดในการทำงาน	0 (0)	0 (0)	0 (0)	37.5 (3)	62.5 (5)	4.62	0.51	มาก
8. ท่านสนใจและอยากได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดการหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำด้วย เทคโนโลยีสะอาด	75 (6)	25 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4.75	0.46	มาก
9. ท่านยินดีร่วมปรับปรุงกระบวนการทำงานให้สอดคล้องกับหลักการของเทคโนโลยีสะอาด	87.5 (7)	12.5 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4.87	0.35	มาก
10. ท่านเต็มใจร่วมคิด ร่วมทำ และร่วมรับผิดชอบในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มี ประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด	75 (6)	25 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4.75	0.46	มาก

4.7.5 สรุปคะแนนผลการประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้

จากการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการบริหารจัดการ พบว่า สามารถสรุปผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

4.7.5.1 ด้านประสิทธิภาพ ทั้งการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ การควบคุมการโบลว์ดาวน์ และการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่าประเด็นมีคะแนนในระดับเหมาะสมมาก ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้และการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ สำหรับประเด็นที่มีคะแนนในระดับเหมาะสมปานกลาง ได้แก่ 1) การควบคุมการโบลว์ดาวน์ ซึ่ง TDS ที่ตรวจวัดได้ต่ำกว่าเกณฑ์ความเหมาะสมมาก และ 2) ความรู้ความสามารถของเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบเพราะในการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำและแก้ไขปัญหาเบื้องต้นยังต้องอาศัยคู่มือและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

4.7.5.2. ด้านเศรษฐศาสตร์ ทั้งการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ การควบคุมการโบลว์ดาวน์ และการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่าทุกประเด็นมีคะแนนในระดับเหมาะสมมาก ทั้ง NPV IRR และ Payback Period

4.7.5.3 ด้านสิ่งแวดล้อม มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่าทุกประเด็นที่มีคะแนนในระดับเหมาะสมมาก เพราะเมื่อประสิทธิภาพการเผาไหม้สมบูรณ์ก็จะปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมน้อย อุณหภูมิน้ำจากท่อน้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำเมื่อบำบัดแล้วไม่เกินมาตรฐาน และการใช้เชื้อเพลิงลดลง

4.7.5.4 ด้านการบริหารจัดการ มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่าทุกประเด็นมีคะแนนในระดับเหมาะสมมาก ทั้งนโยบายด้านเทคโนโลยีสะอาด การสนับสนุนด้านบุคลากรวัสดุ/อุปกรณ์/ และงบประมาณ การสื่อสารและวิธีการสื่อสาร การจัดตั้งคณะกรรมการ / มีการประชุมระดมสมอง/ติดตามประเมินผล ทักษะที่ดีต่อโครงการ ความรู้ของผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

เมื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมทั้ง 4 ด้าน พบว่า ทั้งด้านประสิทธิภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการบริหารจัดการ มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้มากที่สุด โดยด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการบริหารจัดการ มีคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 100 เท่ากัน และ ด้านประสิทธิภาพมีคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 86.66

ดังนั้น ภาพรวมโครงการมีความเหมาะสมและความเป็นไปได้มาก คิดเป็นร้อยละ 97.10 ผลสรุปการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ดังแสดงในตารางที่ 4.18 และตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.18 คะแนนที่ได้เกี่ยวกับความสำราญของตัววัด

ตัวชี้วัด	คะแนนช่วง น้ำหนัก (ร้อยละ)	คะแนน เต็ม	เกณฑ์การให้คะแนนเทียบกับ			คะแนน ที่ได้	คะแนนที่ได้ อ่วงน้ำหนัก
			ความสำเร็ของตัวชี้วัด				
			1	2	3		
ด้านประสิทธิภาพ							
1. ประสิทธิภาพการเผาไหม้		15.00				13.00	26.00
- ประสิทธิภาพการเผาไหม้ไม่ต่ำกว่า 82%	7.50	3.00		/		3.00	7.50
2. การควบคุมการ ปล่อยคาร์บอน							
- TDS ของน้ำในหม้อไอน้ำได้มาตรฐาน	3.75	3.00		/		2.00	2.50
- ความร้อนสูญเสียลดลง	3.75	3.00		/		3.00	3.75
3. การซ่อมรอยรั่วของหม้อไอน้ำ							
- การสูญเสียไอน้ำลดลง	7.50	3.00		/		3.00	7.50
4. ความรู้ความสามารถของเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบ							
- เจ้าหน้าที่มีความรู้ความสามารถในการใช้และบำรุงรักษาหม้อไอน้ำ	7.50	3.00		/		2.00	5.00

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	คะแนนส่วนที่น่าหนัก (ร้อยละ)	คะแนน เต็ม	เกณฑ์การให้คะแนนเทียบกับความสำร็จของตัวชี้วัด			คะแนน ที่ได้	คะแนนที่ได้ ส่วนที่น่าหนัก
			1	2	3		
ด้านเศรษฐศาสตร์		27.00	30.00			27.00	30.00
1. ประสิทธิภาพการดำเนินงาน							
- Payback Period	3.33	3.00		/		3	3.33
- NPV	3.33	3.00		/		3	3.33
- IRR	3.33	3.00		/		3	3.33
2. การควบคุมการไหลเวียน							
- Payback Period	3.33	3.00		/		3	3.33
- NPV	3.33	3.00		/		3	3.33
- IRR	3.33	3.00		/		3	3.33
3. การซ่อมแซมรั่วของหม้อไอน้ำ							
- Payback Period	3.33	3.00		/		3	3.33
- NPV	3.33	3.00		/		3	3.33
- IRR	3.33	3.00		/		3	3.33

ตัวชี้วัด	คะแนนช่วงน้ำหนัก (ร้อยละ)	คะแนนเต็ม	เกณฑ์การให้คะแนนเทียบ			คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้ช่วงน้ำหนัก
			กับความเข้าใจของตัวชี้วัด				
			1	2	3		
ด้านสิ่งแวดล้อม							
1. ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น	20.00	9.00			9.00	20.00	
2. อุณหภูมิน้ำจากหอน้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำเมื่อบำบัดแล้วไม่เกินมาตรฐาน	6.66	3.00		/	3.00	6.66	
3. การใช้เชื้อเพลิงลดลง	6.66	3.00		/	3.00	6.66	
ด้านการบริหารจัดการ							
1. มีนโยบายด้านเทคโนโลยีสะอาด	20.00	18.00			18.00	20.00	
2. มีการสนับสนุนด้านบุคลากรวัสดุ/อุปกรณ์/ และงบประมาณ	3.33	3.00		/	3.00	3.33	
3. จำนวนครั้งการสื่อสารและวิธีการสื่อสาร	3.33	3.00		/	3.00	3.33	
4. มีการจัดตั้งคณะกรรมการ / มีการประชุมระดมสมอง/ติดตามประเมินผล	3.33	3.00		/	3.00	3.33	
5. มีทัศนคติที่ดีต่อโครงการ	3.33	3.00		/	3.00	3.33	
6. ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องมีความรู้	3.33	3.00		/	3.00	3.33	

ตารางที่ 4.19 สรุปผลคะแนนในการประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ด้านประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และบริหารจัดการ

ตัวชี้วัด	คะแนน เต็มถ่วง น้ำหนัก	คะแนนที่ ได้ถ่วง น้ำหนัก	คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้	ร้อยละ
1. ด้านประสิทธิภาพ	30	26.00	15	13	86.66
2. ด้านเศรษฐศาสตร์	30	30.00	27	27	100
3. ด้านสิ่งแวดล้อม	20	20.00	9	9	100
4. ด้านการบริหารจัดการ	20	20.00	18	18	100
รวม	100	96.00	69	67	97.10

หมายเหตุ :

เกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมและเป็นไปได้คิดเป็นร้อยละ
 น้อยกว่า 20 เหมาะสมและเป็นไปได้น้อยที่สุด
 20 - 39 เหมาะสมและเป็นไปได้น้อย
 40 - 59 เหมาะสมและเป็นไปได้ปานกลาง
 60 - 79 เหมาะสมและเป็นไปได้มาก
 ตั้งแต่ 80 ขึ้นไป เหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด

4.8 การเรียงลำดับข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

จากการศึกษาการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในแต่ละกิจกรรม สามารถนำมาจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด จากการศึกษพบว่า

การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้และการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำมีความเหมาะสมมากเป็นอันดับหนึ่ง โดยมี คะแนนที่ได้รวม 75 คะแนน รองลงมาคือกิจกรรมการควบคุมการปล่อยคาร์บอน มีความเหมาะสมมาก มีคะแนนที่ได้รวม 73 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 การลำดับทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

ทางเลือก เทคโนโลยีสะอาด	คะแนนความเป็นไปได้				คะแนน รวม	ลำดับที่
	ด้าน เทคนิค	ด้าน เศรษฐ ศาสตร์	ด้าน สิ่ง แวดล้อม	ด้าน บริหาร จัดการ		
1. การปรับปรุง ประสิทธิภาพการเผาไหม้	6	9	9	18	75	1
2. การควบคุมการ ปล่อยควัน	5	9	9	18	73	2
3. การซ่อมรอยรั่วของ ท่อไอน้ำ	6	9	9	18	75	1
คะแนนถ่วงน้ำหนัก	2	3	2	1		

เมื่อนำลำดับทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่ได้ไปพิจารณาพร้อมกับคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาลได้ข้อสรุปว่า เลือกดำเนินการปรับปรุงหัวข้อที่อยู่ในลำดับทางเลือกที่ 1 คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้และการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ

4.9 ผลการดำเนินงาน

4.9.1 ด้านประสิทธิภาพ จากการศึกษพบว่า

- 1) โรงพยาบาลได้ดำเนินการซ่อมแซมรอยรั่วของท่อไอน้ำดังแสดงในภาพที่ 4.8

ก่อน



หลัง



ภาพที่ 4.8 การซ่อมแซมรอยรั่วของหม้อไอน้ำ จุดที่ 1



ภาพที่ 4.9 การซ่อมแซมรอยรั่วของหม้อไอน้ำ จุดที่ 2

2) โรงพยาบาลได้ดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้หม้อไอน้ำ โดยใช้วิธีการสังเกตด้วยตาเปล่า เมื่อทำการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยใช้อุปกรณ์ในการตรวจหาค่า O_2 ค่า CO_2 และอุณหภูมิไอเสีย พบว่า

ปริมาณ O_2	4%
ปริมาณ CO_2	12 %
อุณหภูมิไอเสีย	39 °C
อากาศส่วนเกิน	20 %
ประสิทธิภาพการเผาไหม้	84.7 %

3) การใช้พลังงาน จากการศึกษพบว่า ในการตรวจสอบการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน พ.ศ. 2550 มีการใช้น้ำมันดีเซลปริมาณมากที่สุดในเดือนมีนาคม จำนวน 7,100 ลิตร/เดือน น้อยที่สุดเดือนเมษายนจำนวน 6,900 ลิตร/เดือน เฉลี่ยเดือนละ 7,000 ลิตร/เดือน ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ปริมาณการใช้น้ำมันหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

เดือน	ปริมาณน้ำมันดีเซล (ลิตร)
กุมภาพันธ์ 2551	7,000
มีนาคม 2551	7,100
เมษายน 2551	6,900
เฉลี่ย	7,000

จากการศึกษาการใช้น้ำมันก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ พบว่า ก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำมีการใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ย 10,781 ลิตร/เดือน หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำมีการใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ย 7,000 ลิตร/เดือน เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ พบว่า ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลลดลง 3,792 ลิตร/เดือน ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลของโรงพยาบาลนครพิงค์ก่อนและหลังปรับปรุงประสิทธิภาพ

การปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	ปริมาณน้ำมันดีเซลเฉลี่ย (ลิตร/เดือน)
ก่อน	10,782
หลัง	7,000
ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลลดลง	3,792

4.9.2 ด้านเศรษฐศาสตร์

จากการศึกษาพบว่า ก่อนปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ โรงพยาบาลจ่ายค่าน้ำมันดีเซลเฉลี่ย 323,450 บาท/เดือน หลังปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำโรงพยาบาลจ่ายเงินค่าน้ำมันดีเซลเฉลี่ย 210,000 บาท/เดือน ซึ่งโรงพยาบาลสามารถประหยัดเงินได้ ถึง 113,750 บาท/เดือน ดังแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ปริมาณและค่าน้ำมันดีเซลก่อนและหลังปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำเฉลี่ยต่อเดือน

การปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	ปริมาณน้ำมันดีเซลเฉลี่ย (ลิตร/เดือน)	ค่าน้ำมันดีเซลเฉลี่ย (บาท/เดือน)
ก่อน	10,782	323,450
หลัง	7,000	210,000
ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลลดลง	3,792	113,750

(ราคาน้ำมันดีเซล 30บาท/ลิตร)

หมายเหตุ ข้อมูลค่าเฉลี่ยราคาน้ำมันปี 2550 ของบริษัทเชลล์ (2550)

4.9.3 ด้านสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาพบว่า เมื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ ทำให้มีการใช้ทรัพยากรเชื้อเพลิงอย่างคุ้มค่า ของเสียจากกระบวนการผลิตน้อยลง เช่น ปริมาณก๊าซ CO₂ จากการเผาไหม้ อุณหภูมิความร้อนที่ปล่อยออกมา นอกจากนี้ยังช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติจากการใช้เชื้อเพลิงที่ลดลงเฉลี่ย 3,791.66 ลิตร/เดือน

4.9.4 ด้านการบริหารจัดการ

จากการศึกษาพบว่า ในการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารในการจัดสรรงบประมาณ และทรัพยากรทั้งด้านวัสดุและบุคลากรในการดำเนินงาน โดยมีการประสานงานและได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การปิดเครื่องเพื่อทำการซ่อมบำรุง งานซักฟอกและหน่วยจ่ายกลางจะได้รับการประสานจากงานซ่อมบำรุงล่วงหน้าเพื่อเตรียมการสนับสนุนเรื่องผ้าผู้ป่วย หรือ อุปกรณ์ปราศจากเชื้อเพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อการทำงานของบริการของโรงพยาบาล

4.10 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

ในการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำด้วยเทคโนโลยีสะอาด พบว่ามีปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการดังนี้

4.10.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดมีราคาแพง และหน่วยงานที่รับตรวจวัดมีน้อยมาก และต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบ

4.10.2 น้ำใช้ของโรงพยาบาลมี 2 ระบบ คือน้ำบนดินและน้ำใต้ดิน ทำให้คุณภาพน้ำที่ใช้ไม่แน่นอน

4.10.3 ระบบการใช้ไอน้ำของโรงพยาบาลมีการเปลี่ยนแปลงโดยใช้การจ้างเหมาหน่วยงานภายนอกในการจัดการซักผ้าเปื้อน เช่น บางเดือนมีการส่งผ้าซักกับหน่วยงานภายนอกมาก บางเดือนส่งน้อยทำให้เป็นอุปสรรคต่อการคำนวณ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการบริหารจัดการสุขภาพสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของโรงพยาบาล ด้วยเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งในบทนี้ได้สรุปผลการศึกษาเป็น 5 ประเด็น ดังนี้

1. วิธีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการจัดการพลังงานจากหม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดพลังงานสูญเสีย
2. ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดและผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของทางเลือก
3. ผลการดำเนินการ ปัญหาและอุปสรรค ด้านประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการบริหารจัดการ
4. อภิปรายผลการศึกษา
5. ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการดำเนินงานในอนาคต

5.1 วิธีการดำเนินงานใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด

5.1.1 การกำหนดนโยบาย

โรงพยาบาลนครพิงค์มีการกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร และเพิ่มเติมเทคโนโลยีสะอาดเข้าไปในส่วนของการบริหารจัดการและเข้าไปในนโยบายอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม โดยมีคณะกรรมการ พยาบาล หัวหน้าตึก นักวิชาการ ร่วมกันกำหนดนโยบาย โดยมีเป้าหมายระยะสั้นในการสร้างความตระหนักแก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานให้เห็นประโยชน์ ในการนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ในการปฏิบัติงานประจำ และให้ความร่วมมือในการดำเนินการพัฒนาปรับปรุงระบบและวิธีการทำงาน และเป้าหมายระยะยาวในการลดค่าใช้จ่ายทั้งค่าไฟฟ้า เชื้อเพลิง การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ และการใช้น้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายอื่น ๆ และยังมีส่วนช่วยลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมให้น้อยลง สร้างสุขนิสัยและการอนุรักษ์พลังงานให้แก่ผู้ปฏิบัติงานนำไปใช้ในสังคม

5.1.2 การจัดตั้งคณะทำงาน

คณะกรรมการเทคโนโลยีสะอาดของโรงพยาบาลนครพิงค์เป็นคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาล ประกอบไปด้วยผู้บริหาร หัวหน้ากลุ่มงานทุกกลุ่มงาน ผู้ปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง และแต่งตั้งคณะกรรมการย่อยในแต่ละกิจกรรม มีทีมที่ปรึกษาประกอบด้วยวิทยากรจากกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ มหาวิทยาลัยมหิดล และสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

5.1.3 การเตรียมความพร้อม

โรงพยาบาลได้มีการดำเนินการเตรียมความพร้อมของบุคลากรในโรงพยาบาลโดยการจัดอบรมสร้างจิตสำนึกและให้ความรู้เรื่องเทคโนโลยีสะอาด โดยมีการจัดอบรมให้ความรู้กับเจ้าหน้าที่ 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 เมื่อ 1-2 พฤษภาคม 2550 ครั้งที่ 2 เมื่อ 1 สิงหาคม 2550 ซึ่ง ได้รับการสนับสนุนวิทยากรจากสำนักพัฒนาระบบบริการสุขภาพ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ มหาวิทยาลัยมหิดล และสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ และครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2550 โดยได้รับการสนับสนุนวิทยากรจากบริษัททวงษ์พานิช

5.1.4 การตรวจประเมินเบื้องต้น

5.1.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการเดินสำรวจ

โดยการเดินสำรวจสภาพทั่วไปของโรงพยาบาลเพื่อหาข้อมูลและสภาพความเป็นจริงของโรงพยาบาลร่วมกับทีมคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาล จากการศึกษาพบว่า

โรงซักฟอก มีท่อน้ำรั่ว อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องอบผ้าชำรุดย่อย สายยางน้ำรั่ว ก๊อกน้ำรั่ว ใต้กรงปัสสาวะอุดตัน

แผนกล้างภาชนะ มีไอน้ำรั่วจากท้ายเครื่องล้างภาชนะ

หน่วยจ่ายกลาง มีการใช้น้ำล้างหลอดฉีดยามาก ก๊อกน้ำรั่ว ซิลของเครื่องเคลือบแปรง

ทุกหน่วยงาน มีการแยกขยะไม่ถูกต้อง

5.1.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร

จากการศึกษาพบว่าโรงพยาบาลมีข้อมูลการใช้พลังงานดังนี้

การใช้น้ำ จากการศึกษพบว่ามีการใช้น้ำเฉลี่ย 19,301 ลูกบาศก์เมตร/เดือน ราคา น้ำเฉลี่ยลูกบาศก์เมตรละ 0.47 บาท เฉลี่ยผู้ป่วย 1 คนมีการใช้น้ำ 6.18 ลูกบาศก์เมตร

การใช้ไฟฟ้า จากการศึกษาพบว่ามีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 19,301 หน่วย/เดือน ราคาไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ 3.29 บาท เฉลี่ยผู้ป่วย 1 คนมีการใช้ไฟฟ้า 129 หน่วย

การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำ จากการศึกษาพบว่า มีการใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ย 11,833 ลิตร/เดือน ราคาใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ยลิตรละ 25.75 บาท เฉลี่ยผู้ป่วย 1 คนมีการใช้น้ำมันดีเซลเพื่อซักผ้า อบผ้า และอุปกรณ์ปราศจากเชื้อสำหรับหม้อไอน้ำ 3.79 ลิตร

การจัดลำดับความสำคัญจากการประเมินเบื้องต้น พบว่า ลำดับที่ 1 การจัดพลังงานไฟฟ้า ลำดับที่ 2 การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำ และลำดับที่ 3 การจัดการน้ำ เนื่องจากการจัดการพลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาลกำลังอยู่ระหว่างการดำเนินการ จึงเลือกที่จะทำการประเมินละเอียดการใช้พลังงานจากน้ำมันดีเซลสำหรับหม้อไอน้ำ

5.1.5 การประเมินละเอียด

โดยการเดินสำรวจร่วมกับคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม ผู้ควบคุมระบบไอน้ำ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง และวิศวกรเครื่องกล จากการศึกษาพบว่า

5.1.5.1 สถานที่ตั้ง หม้อไอน้ำของโรงพยาบาลตั้งอยู่ทิศตะวันตกของโรงพยาบาล โดยตั้งอยู่ในส่วนสนับสนุนบริการรักษาพยาบาลของโรงพยาบาล ลักษณะเป็นอาคารชั้นเดียว ผนังปูน 2 ด้าน ส่วนที่เหลือเป็นลูกกรง หลังคาสูง ใช้กระเบื้องมุงหลังคา มีการระบายอากาศค่อนข้างดี โลง และโปรง

5.1.5.2 รายละเอียดหม้อไอน้ำ เป็นหม้อไอน้ำชนิด หม้อไฟแบบแนวนอน ยี่ห้อ York - Shipley รุ่น 27424 ผลิตปี ค.ศ. 2000 โดยบริษัท เกล ที เอช ขนาด 100 แรงม้า ผลิตไอน้ำ 1.5 ตันต่อชั่วโมง (1,500 กก./ชม.) พื้นที่รับความร้อน 400 ตารางฟุต ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง 25.9 แกลลอน/ชม. วัตุน้ำมัน Front End 150 องศาเซลเซียส วัตุน้ำมัน Rear End 250 องศาเซลเซียส วัตุน้ำมันตัวหม้อไอน้ำ 50-70 องศาเซลเซียส ความดัน 100 psi การใช้งานโดยเฉลี่ย 8 ชั่วโมง/วัน ไม่มีระบบอุ่นน้ำป้อน

มีประสิทธิภาพการเผาไหม้พบว่า 78 เปอร์เซ็นต์ วัตุน้ำมันไอเสีย 300 องศาเซลเซียส วัตุน้ำมันแวดล้อม 41.1 องศาเซลเซียส ออกซิเจนในก๊าซไอเสีย 7.1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซไอเสีย 12 เปอร์เซ็นต์ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง 10,500 kCal/kg

5.1.5.3 สภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

สภาพทั่วไป พบว่า สภาพของตัวหม้อไอน้ำ ป้อนน้ำและอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ Burner และระบบไฟฟ้า อยู่ในสภาพปกติ แต่เมื่อทำการตรวจสอบโดยวิธี Hydrostatic Test ปรากฏว่า มีน้ำซึมรั่วที่จ๊อบปลายท่อไฟเล็ก

สีของเปลวไฟและสีของควัน พบว่าควันจากปล่องไอเสียมีสีขาว เปลวไฟมีการเคลื่อนไหวรุนแรงมีควันสีขาว

สภาพถนนของท่อส่งไอน้ำ อยู่ในสภาพดี พบว่ามีการรั่วไหลของไอน้ำ 2 จุด คือ รั่วจากปลายท่อที่ไม่ได้ต่อเข้าอุปกรณ์ใช้ไอน้ำ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร และท่อหลังเครื่องซักผ้าเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร

การตรวจวัดคุณภาพตรวจวัดคุณภาพน้ำ พบว่า น้ำป้อน มี TDS 137 ppm อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และน้ำในหม้อน้ำ TDS 288 ppm อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

5.2 ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด และผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของทางเลือก

5.2.1 ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

ผลการประชุมระดมสมอง พบว่า มีทางเลือกดังต่อไปนี้

5.2.1.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ สามารถทำได้ทันทีโดยผู้ดูแลระบบไอน้ำของโรงพยาบาล และศึกษาเพิ่มเติมการจากการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยใช้อุปกรณ์ในการตรวจวัดและนำผลที่ได้มาวิเคราะห์

5.2.1.2 การลดการสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ เนื่องจากหม้อไอน้ำที่ใช้ในกิจกรรมซักฟอกและงานจ่ายกลางเป็นตัวเดียวกัน ทำให้ไม่สามารถทำได้ทันทีต้องมีการศึกษาหาวิธีการปรับเวลาทำงานของแต่ละหน่วยให้สัมพันธ์กัน และหากต้องหุ้มฉนวนหม้อไอน้ำใหม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ

5.2.1.3 การควบคุมการโบลว์ดาวน์ สามารถทำได้ทันทีโดยอาศัยความร่วมมือระหว่างผู้ควบคุมระบบและช่างประปา ในการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำ ประกอบกับการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์หาประมาณการโบลว์ดาวน์ที่พอเหมาะ

5.2.1.4 การซ่อมรอยรั่วของไอน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณวาล์วและข้อต่อต่างๆ สามารถทำการศึกษาเก็บข้อมูลปริมาณการรั่วไหลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การสูญเสียไอน้ำ เสนอผู้บริหาร ของบประมาณ แล้วทำการแก้ไขได้ทันที

5.2.1.5 หุ้มฉนวนกันความร้อนส่วนของหม้อไอน้ำที่ต่อเข้าอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ ความยาวประมาณ 1 ฟุต ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการซ่อมบำรุงบ่อยครั้ง

5.2.2 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้

จากการประชุมระดมสมองได้คัดเลือกทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดโดยพิจารณาเฉพาะทางเลือกที่สามารถทำได้ทันทีที่รวมกับการศึกษาเพิ่มเติมนำมาประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ในด้านประสิทธิภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการบริหารจัดการ ดังนี้

5.2.2.1 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้อด้านประสิทธิภาพ

1) การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

จากการศึกษาพบว่า เมื่อปรับปรุงอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงใหม่ โดยให้ O_2 เท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์ โดยอุณหภูมิก๊าซเสียเท่ากับ 300 องศาเซลเซียส เหมือนเดิมอากาศส่วนเกินจะวัดได้เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ เกิดความร้อนสูญเสีย เท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์ ได้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ เท่ากับ 82 เปอร์เซ็นต์

สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ 4.88 เปอร์เซ็นต์ ก่อนปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้มีการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 142,000 ลิตร / ปี หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้จะสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ประมาณ 6,930 ลิตร / ปี

2) การควบคุมปริมาณการโบลว์ดาวน์

จากการศึกษาพบว่าหลังการปรับปรุง TDS ของน้ำป้อน เท่ากับ 137 ppm TDS ของน้ำในหม้อไอน้ำ 3500 ppm ปริมาณการโบลว์ดาวน์ที่เหมาะสม 0.06 ตัน/ชม เกิดความร้อนสูญเสียลดลง 3,427.79 เมกะจูล/ชั่วโมง ประหยัดเชื้อเพลิง 95.25 ลิตร/ชั่วโมง

3) การซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ

จากการศึกษาพบว่า การสูญเสียไอน้ำจากรอยรั่วของท่อไอน้ำในจุดที่ 1 บริเวณหลังเครื่องซักผ้า เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร มีปริมาณไอน้ำสูญเสีย 79.13 กิโลกรัม/ชั่วโมง ทำให้สูญเสียเชื้อเพลิง 16,936 ลิตร/ปี

จุดที่ 2 ท่อเข้าเครื่องซักผ้าเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร มีปริมาณไอน้ำสูญเสีย 12.66 กิโลกรัม/ชั่วโมง ทำให้สูญเสียเชื้อเพลิง 2,716 ลิตร/ปี

5.2.2.2 การศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์

1) การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

จากการศึกษาพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ของการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้เท่ากับ 199,400 บาท แสดงว่ามีความเหมาะสมสำหรับการลงทุน

จากการศึกษาพบว่า อัตราผลตอบแทนสุทธิมากถึง 2,346 % แสดงถึงการลงทุนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาคืนทุน เท่ากับ 0.04 ปี หรือประมาณ 15 วัน โดยได้ผลตอบแทนสุทธิในช่วงดังกล่าวเท่ากับ 199,400 บาท

2) การควบคุมการโบลว์ดาวน์

จากการศึกษาพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการควบคุมการโบลว์ดาวน์เท่ากับ 8,319,900 บาท แสดงว่ามีความเหมาะสมสำหรับการลงทุน

จากการศึกษาพบว่า อัตราผลตอบแทนสุทธิมากถึง 34,666 % แสดงถึงการลงทุนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.003 ปี หรือประมาณ 2 วัน โดยได้ผลตอบแทนสุทธิในช่วงดังกล่าวเท่ากับ 8,319,900 บาท

3) การซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ

จากการศึกษาพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำเท่ากับ 81,480 บาท แสดงว่ามีความเหมาะสมสำหรับการลงทุน

จากการศึกษาพบว่า อัตราผลตอบแทนสุทธิ มากถึงร้อยละ 4,074 แสดงถึงการลงทุนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.025 ปี หรือประมาณ 9 วัน โดยได้ผลตอบแทนสุทธิในช่วงดังกล่าวเท่ากับ 81,480 บาท

5.2.2.3 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากการทำการศึกษาง่ายถึงปริมาณของเสีย ความเป็นพิษและปริมาณพลังงานที่ลดลง พบว่า

1) คุณภาพอากาศ (Air quality)

จากการศึกษาพบว่า ในการใช้หม้อไอน้ำ อาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ซึ่งหากมีการควบคุมการเผาไหม้ให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอก็จะเกิดขึ้นในปริมาณน้อยมาก

2) คุณภาพน้ำ (Water quality)

น้ำเสียที่เกิดขึ้นเป็นน้ำโบล์ดาวน์จากหม้อไอน้ำ มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงถึงประมาณ 130-150 °C การตรวจคุณภาพน้ำพบว่า น้ำโบล์ดาวน์มี TDS 288 ppm และถูกบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่ลำรางสาธารณะ

3) ความร้อน

จากการศึกษาการทำงานของหม้อไอน้ำพบว่า มีการปล่อยไอเสียที่มีอุณหภูมิสูง ถึง 300 °C นอกจากนี้ยังมีความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนของหม้อไอน้ำ และจากไอน้ำที่รั่วทำให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นค่อนข้างสูงตามไปด้วย

4) การใช้เชื้อเพลิง

จากการศึกษาพบว่าในกระบวนการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำโรงพยาบาล นครพิงค์หม้อไอน้ำมีการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงถึง 131,461 ลิตร/ปี

5.2.2.4 การประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ด้านการบริหารจัดการ

1) การกำหนดนโยบาย โรงพยาบาลมีการกำหนดนโยบายโดยผู้บริหาร คณะกรรมการ พยาบาล หัวหน้าตึก จากนั้นผู้บริหารประกาศนโยบายเป็นลายลักษณ์อักษร สอดคล้องกับนโยบายหลัก มอบให้กับหัวหน้างานและผู้ปฏิบัติ มีการถ่ายทอดนโยบายผ่านระดับ บังคับบัญชา จากการประชุม เอกสาร การอบรม อินทราเน็ตและเสียงตามสาย กำหนดแผนยุทธศาสตร์ตลอดจนแผนรองรับ มีคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมย่อยในแต่ละทีมร่วมทำแผนหลักและนำเข้าสู่งานประจำ และติดตามประเมินผลโดยกรรมการย่อยในแต่ละงานจะใช้วิธีการประเมินผลที่แตกต่างกัน โดยอาศัยมาตรฐานของแต่ละงาน มีการจดบันทึกข้อมูลก่อนและหลังทำเทคโนโลยีสะอาดและรายงานผลความก้าวหน้าทุก 2 เดือนในที่ประชุม หรือเมื่อมีปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน

2) การสนับสนุนทรัพยากร ผู้บริหารได้ให้การสนับสนุนทรัพยากรในการดำเนินงาน ในด้านองค์ความรู้ การจัดซื้อ/สรรหาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง งบประมาณ อุปกรณ์และเครื่องมือ

3) การใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่า โรงพยาบาลนครพิงค์มีการใช้ไอน้ำในกิจกรรมของหน่วยจ่ายกลางในการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ทางการแพทย์โดยใช้กับเครื่องหนึ่ง และงานซักฟอกใช้ไอน้ำในการซักผ้าและอบผ้า ในการใช้งานยังไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากยังไม่มีหรือนำน้ำคอนเดนเสทกลับมาใช้ และไม่เคยตรวจวัดประสิทธิภาพอากาศเสียที่ได้จากการเผาไหม้ ทำให้ไม่ทราบประสิทธิภาพที่แท้จริงของหม้อไอน้ำ

4) องค์ความรู้ของบุคลากร จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดกับการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์เบื้องต้น สิ่งแวดล้อมและการบริหารจัดการ ในระดับมาก

5) ทักษะคติ จากการศึกษาพบว่า เมื่อพิจารณาทั้งในภาพรวมและรายข้อ กลุ่มตัวอย่างมีทักษะคติที่ดีต่อการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด ในระดับมาก

5.2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของทางเลือก

5.2.3.1 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้

จากการศึกษาการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการบริหารจัดการ พบว่า สามารถสรุปผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

1) ด้านประสิทธิภาพ ทั้งการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ การควบคุมการโบลว์ดาวน์ และการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำมีความเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่าประเด็นที่มีคะแนนในระดับเหมาะสมมาก ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้และการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ สำหรับประเด็นที่มีคะแนนในระดับเหมาะสมปานกลางคือ การควบคุมการโบลว์ดาวน์ ซึ่ง TDS ที่ตรวจวัดได้ต่ำกว่าเกณฑ์ความเหมาะสมมาก และความรู้ความสามารถของเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบยังไม่มีมากนักเพราะในการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำและแก้ไขปัญหาเบื้องต้นยังต้องอาศัยคู่มือและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

2) ด้านเศรษฐศาสตร์ ทั้งการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ การควบคุมการโบลว์ดาวน์ และการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำมีความเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่าทุกประเด็นมีคะแนนในระดับเหมาะสมมาก ทั้ง NPV IRR และ Payback Period

3) ด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีความเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่าทุกประเด็นที่มีคะแนนในระดับเหมาะสมมาก เพราะเมื่อประสิทธิภาพการเผาไหม้สมบูรณ์ก็จะปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมน้อย อุณหภูมิน้ำจากท่อน้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำเมื่อบำบัดแล้วไม่เกินมาตรฐาน และการใช้เชื้อเพลิงลดลง

4) ด้านการบริหารจัดการ มีความเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่าทุกประเด็นมีคะแนนในระดับเหมาะสมมาก ทั้งนโยบายด้านเทคโนโลยีสะอาด การสนับสนุนด้านบุคลากรวัสดุ/อุปกรณ์/ และงบประมาณ การสื่อสารและวิธีการสื่อสาร การจัดตั้งคณะกรรมการ / มีการประชุมระดมสมอง/ติดตามประเมินผล ทัศนคติที่ดีต่อโครงการ ความรู้ของผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

เมื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมทั้ง 4 ด้าน พบว่า ทั้งด้านประสิทธิภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านบริหารจัดการ มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้มากที่สุด โดยด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านบริหารจัดการ มีคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 100 เท่ากันและด้านประสิทธิภาพมีคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 86.66

ดังนั้น ภาพรวมโครงการมีความเหมาะสมและเป็นไปได้มาก คิดเป็นร้อยละ 97.10

5.2.4 ทางเลือกที่เหมาะสม

จากการศึกษาพบว่า กิจกรรมที่ควรดำเนินการเป็นอันดับ 1 คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้และการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ และกิจกรรมที่ควรดำเนินการเป็นอันดับ 2 คือ การควบคุมการโบว์ลวาวน

5.3 ผลการดำเนินการ ปัญหาและอุปสรรค ด้านการประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์

ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและบริหารจัดการ

5.3.1 ผลการดำเนินงาน

5.3.1.1 ด้านประสิทธิภาพ จากการศึกษพบว่าโรงพยาบาลได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ โดยการซ่อมรอยรั่วของไอน้ำ และปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ โดยมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้นจากเดิม 78 เปอร์เซ็นต์ เป็น 84.7 เปอร์เซ็นต์

การใช้พลังงานเชื้อเพลิงพบว่า ก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำมีการใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ย 10,781 ลิตร/เดือน หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำมีการใช้น้ำมันดีเซล

เฉลี่ย 7,000 ลิตร/เดือน เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ พบว่า ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลลดลงประมาณ 3,792 ลิตร/เดือน

5.3.1.2 เศรษฐศาสตร์

จากการศึกษาพบว่า ก่อนปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ โรงพยาบาลจ่ายค่าน้ำมันดีเซลเฉลี่ย 323,450 บาท/เดือน หลังปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำโรงพยาบาลจ่ายเงินค่าน้ำมันดีเซลเฉลี่ย 210,000 บาท/เดือน ซึ่งโรงพยาบาลสามารถประหยัดเงินได้ ถึง 113,750 บาท/เดือน (ที่ราคาน้ำมัน 30 บาท/ลิตร)

5.3.1.2 ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาพบว่า เมื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ ทำให้มีการใช้ทรัพยากรเชื้อเพลิงอย่างคุ้มค่า ของเสียจากกระบวนการผลิตน้อยลง เช่น ปริมาณก๊าซ CO₂ จากการเผาไหม้ อุณหภูมิความร้อนที่ปล่อยออกมา นอกจากนี้ยังช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติจากการใช้เชื้อเพลิงที่ลดลงเฉลี่ย 3,792 ลิตร/เดือน

5.3.1.3 ด้านการบริหารจัดการ

จากการศึกษาพบว่า ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารในการจัดสรรงบประมาณ และทรัพยากรทั้งด้านวัสดุและบุคลากรในการดำเนินงาน โดยมีการประสานงานและได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การปิดเครื่องเพื่อทำการซ่อมบำรุง งานซักฟอกและหน่วยจ่ายกลางจะได้รับการประสานจากงานซ่อมบำรุงล่วงหน้าเพื่อเตรียมการสนับสนุนเรื่องผ้าผู้ป่วย หรือ อุปกรณ์ปราศจากเชื้อเพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อการทำงานของโรงพยาบาล

5.3.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

ในการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำด้วยเทคโนโลยีสะอาด พบว่ามีปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการดังนี้

5.3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดมีราคาแพง และหน่วยงานที่รับตรวจวัดมีน้อยมาก และต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบ

5.3.2.2 น้ำใช้ของโรงพยาบาลมี 2 ระบบ คือน้ำบนดินและน้ำใต้ดิน ทำให้คุณภาพน้ำที่ใช้ไม่แน่นอน ซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพน้ำป้อนหม้อไอน้ำ

5.3.2.3 ระบบการใช้ไอน้ำของโรงพยาบาลมีการเปลี่ยนแปลงโดยใช้การจ้างเหมาหน่วยงานภายนอกในการจัดการซักผ้าเปื้อน เช่นบางเดือนมีการส่งผ้าซักกับหน่วยงานภายนอกมาก บางเดือนส่งน้อยทำให้เป็นอุปสรรคต่อการคำนวณ

5.4 อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการดำเนินการเทคโนโลยีสะอาดของการศึกษาการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพของโรงพยาบาลนครพิงค์ประกอบไปด้วยการกำหนดนโยบาย การจัดองค์กร การเตรียมความพร้อมบุคลากร การประเมินเบื้องต้นและการประเมินละเอียด การคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสม เพื่อนำไปศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของทางเลือก จัดลำดับทางเลือก แล้วนำไปสู่การปฏิบัติ มีความสอดคล้องกับการศึกษาพัฒนางานด้านการจัดการมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีสะอาดในโรงพยาบาลน่าน 9 แห่ง ของสำนักการแพทย์กรุงเทพมหานคร ของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ พบว่า หม้อไอน้ำมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากเดิม 78.59 เปอร์เซ็นต์ เป็น 84.7 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นถึง 6.11 เปอร์เซ็นต์ โดยการปรับอากาศส่วนเกิน สอดคล้องกับการศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อนในหม้อไอน้ำของโรงพยาบาลเชียงใหม่ราม ของสุวัจน์ จินตรักษ์ และชาคริษฐ์ ไซยวงษ์ (2537: 75-76) พบว่า ประสิทธิภาพ 73.89 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอากาศส่วนเกิน 100.32 เปอร์เซ็นต์ แนวทางการสูญเสียพลังงานคือ การลดปริมาณอากาศส่วนเกินและลดแรงดันของเชื้อเพลิง และการศึกษาการประหยัดความร้อนในระบบผลิตความร้อน เพื่อทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานและหามาตรการในการประหยัดพลังงานแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้ในการลดการสูญเสียของพลังงานของ บัณฑิต จิระยิ่งสกุล สุรสิทธิ์ หอมแก่นจันทร์ และอภิพงศ์ แซ่ลิ่ม (2540: 65-68) คือ การลดปริมาณอากาศส่วนเกิน นอกจากนี้การที่ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำในการศึกษารุ่นนี้เพิ่มขึ้นมากถึง 6.11 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนชุดท่อไอน้ำใหม่ทั้งหมดก่อนการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้เพื่อเก็บข้อมูลผลการดำเนินงาน

จากการซ่อมรอยรั่วของท่อไอน้ำ พบว่า สอดคล้องกับการศึกษาเทคโนโลยีสะอาดในบริษัท ศิลปเสณีพาณิชย์ จำกัด ของ แผนกเทคโนโลยีสะอาด ฝ่ายธุรกิจและสิ่งแวดล้อม สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2543 : 22) ว่าทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงซึ่งหมายถึงการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

โดยมีระยะเวลาในการคืนทุนน้อยกว่า 3 ปี แต่เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงถึง 500,000 บาท ทำให้ระยะเวลาการคืนทุนจึงน้อยกว่าการศึกษาครั้งนี้ที่มีการลงทุนเพียง 2,000 บาท

จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงอากาศส่วนเกินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ และการซ่อมรอยรั่วของท่อไอน้ำ นับเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

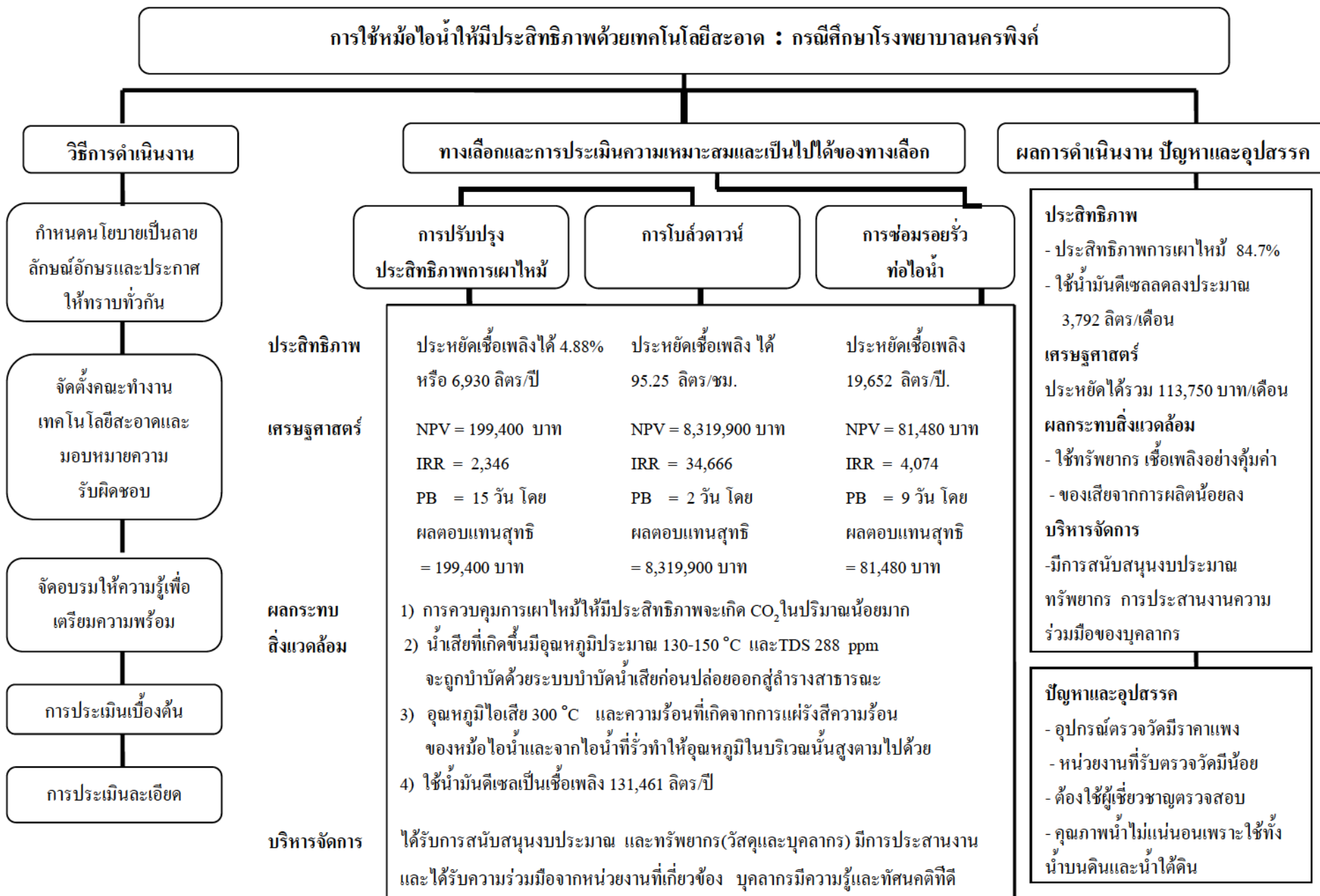
ในการใช้หม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด ควรมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านการปรับปรุงนโยบายให้สอดคล้องกับสถานการณ์ การปรับปรุงโครงสร้าง การพัฒนาองค์ความรู้ของบุคลากร การตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดเพื่อหาปัญหาใหม่ๆ ที่อาจเกิดขึ้นเพื่อกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวตลอดเวลา ตลอดจนการติดตามประเมินผลการดำเนินงานเป็นระยะเพื่อติดตามความก้าวหน้าและปรับปรุงแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

5.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมดังนี้

- 1) การติดตามประเมินผลการใช้หม้อไอน้ำของให้มีประสิทธิภาพ
- 2) การนำความคอนเดนเสทของหม้อไอน้ำกลับมาใช้ใหม่
- 3) การใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิตภายในโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพ
- 4) การศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของหม้อไอน้ำในการใช้พลังงาน

ทดแทน



บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2549. CT ทางเลือกใหม่เพื่อสิ่งแวดล้อม. คำนวณวันที่ 19 ตุลาคม 2549.

จาก http://www.pcd.go.th/Info_serv/en_pol_suc_ct.html

กรมควบคุมมลพิษ. 2550. เทคโนโลยีสะอาด. คำนวณวันที่ 10 กันยายน 2550. จาก

<http://cttc.pcd.go.th/clean.htm>

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2548. ระบบปั๊มน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. มปท.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2547. การบริหารจัดการงาน

อนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2543. ผู้ควบคุมหม้อไอน้ำ. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2545. ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. กรุงเทพมหานคร: สมาคม

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.

โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP). 2546. แนวทางการปฏิบัติเพื่อการใช้พลังงาน

อย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรมของเอเชีย. คำนวณวันที่ 12 ธันวาคม 2550. จาก

<http://www.energyefficiencyasia.org>.

จำลอง โพธิ์บุญ. 2550. การบริหารโครงการสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: ทิพนตรการพิมพ์.

ชนกาญจน์ ภัทรากาญจน์และบรรเลง ศรีนิล. 2524. ตารางและแผนภูมิทางเทอร์โมไดนามิก

หน่วย SI. สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาลัยเขตพระนครเหนือ.

นพภาพร พานิช และคณะ. 2547. ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์บริการ

วิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิต จีระยิ่งสกุล สุทธิทธิ หอมแก่นจันทร์และอภิพงศ์ แซ่ลิ่ม. 2540. การประหยัดพลังงาน

ความร้อนในระบบผลิตน้ำร้อน. ภาคนิพนธ์ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปกรณ ปรียากร. 2545. การบริหารโครงการ : แนวคิดและแนวทางในการสร้างความสำเร็จ.

กรุงเทพ. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

แผนกเทคโนโลยีสะอาด ฝ่ายธุรกิจสิ่งแวดล้อม. 2543. กรณีศึกษาที่ 2 การใช้เทคโนโลยีสะอาด

จริง จริง ฟุคสัทพ์ นนทบุรี. กรุงเทพมหานคร. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.

- แผนกเทคโนโลยีสะอาด ฝ่ายธุรกิจสิ่งแวดล้อม. 2539. **กรณีศึกษาที่ 6 การใช้เทคโนโลยีสะอาด**
ศิลปะเสนีพาณิชย์ กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.
- วัชรระ มั่งวิติกุล. 2550. **กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและ**
โรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เรียว ยู พาวเวอร์ จำกัด.
- ศิริกัลยา สุวจิตานนท์. 2548. **เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2.
 กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2549. **คู่มือการพัฒนาสถานพยาบาลสู่ความเป็นเลิศด้านการลดมลพิษ.**
 กรุงเทพมหานคร: สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม. มปป. **คู่มือการประเมินเทคโนโลยีสะอาด.** กรุงเทพมหานคร:
 สถาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.
- สุเทพ ชีรสาสตร์. 2542. **ISO1400 มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 3.
 กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- สุพร ผดุงสุกไธและชุดินาถทัศนจันทร์. 2548. **แนวทางและรูปแบบการบริหารจัดการสุขภาพ**
สิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาล. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่ง
 สินค้าและพัสดุภัณฑ์ (รสพ).
- สุวัจน์ จินตกริชและชาคริสต์ ไชยวงษ์. 2537. **การวิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อนใน**
หม้อไอน้ำของโรงพยาบาลเชียงใหม่ราม. ภาคนิพนธ์ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต.
 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามคณะทำงานสิ่งแวดล้อมโรงพยาบาลนครพิงค์

ข้อมูล ณ วันที่ 12 ธันวาคม 2550

1. นายประกิต	ประคุณกร	รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร	ประธาน
2. ทพ.สมบุญ	วรรณสาร	ผช.ผอ.ด้านสิ่งแวดล้อมอาคารสถานที่	กรรมการ
3. นางสุเทพี	โอภาสสมุทรชัย	ประธานกรรมการตรวจประเมิน 5 ส.	กรรมการ
4. นพ.สมชาย	เลาหุทัยวัฒนา	ประธานกรรมการอาหารปลอดภัย	กรรมการ
5. นายชัยวัฒน์	จินดาวงษ์	หัวหน้าฝ่ายบริหารงานทั่วไป	กรรมการ
6. นายอำนวยการ	ชัยลิจิต	ที่ปรึกษาโรงพยาบาลด้านสิ่งแวดล้อม	กรรมการ
7. นางประภารัตน์	วรรณจักร	หัวหน้างานพัสดุ	กรรมการ
8. นางรัชนี	วงศ์แสน	พยาบาลควบคุมการติดเชื้อ	กรรมการ
9. นพ.อิทธาวัช	งามพสุธาคล	หัวหน้าห้องฉุกเฉิน	กรรมการ
10. นายอรุณศักดิ์	มิกะนุช	หัวหน้างานซ่อมบำรุง	กรรมการ
11. นส.พันธุ์บุปผา	ศรีรัตนานันท์	ประธานคณะทำงาน TPM	กรรมการ
12. นายเกตุ	ถั่วเหลือง	งานประปาและบำบัดน้ำเสีย	กรรมการ
13. นายดุสิต	สวัสดิ์	นักวิชาการสาธารณสุข	กรรมการ
14. นายทนต์ศักดิ์	ปัญญาอินทร์	ช่างเทคนิค	กรรมการ
15. นายวิโรจน์	สิงห์จันทร์	ช่างโยธา	กรรมการ
16. นายมานพ	จันดี	เภสัชกร	กรรมการ
17. นายบุญเสริม	ไคร้งาม	หัวหน้างานรักษาความปลอดภัย	กรรมการ
18. นายชาญชัย	พรมพิงค์	นักเทคนิคการแพทย์	กรรมการ
19. นางวลลิกษณ์	พิพัฒน์รัตนถาวร	พยาบาลอาชีวอนามัย	เลขานุการ
20. นส.อัญญารัตน์	สีหว่าสะโสม	นิติกร	ผู้ช่วยเลขานุการ

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข. 1 เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านปริมาณ (Quantity, Q)

ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ปริมาณการใช้น้ำ	> 300,000 ม ³ /ปี	60,000–300,000 ม ³ /ปี	< 60,000 ม ³ /ปี
CO ₂ , NO ₂ และ SO ₂ จากการ เปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงาน	> 10 ตัน/ปี	1 –10 ตัน/ปี	< 1 ตัน/ปี
ขยะของแข็ง(solid waste)	> 10 ตัน/ปี	1 –10 ตัน/ปี	< 1 ตัน/ปี
น้ำเสีย	> 10 ตัน/ปี	1 –10 ตัน/ปี	< 1 ตัน/ปี
ฝุ่นละออง, คาร์บอน และ ไอ	> 10 ตัน/ปี	1 –10 ตัน/ปี	< 1 ตัน/ปี
กลิ่น	ตลอดเวลา	ช่วงเวลายาว	ช่วงเวลาสั้น

ตารางที่ ข. 2 เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านผลกระทบ (Effect, E)

ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ปริมาณการใช้น้ำ		2 คะแนน	
CO ₂ , NO ₂ และ SO ₂ จากการเปลี่ยนเชื้อเพลิง เป็นพลังงาน ขยะของแข็ง (solid waste)	- วัสดุที่เป็นพิษ	NO ₂ และ SO ₂ วัสดุที่สามารถ ย่อยสลายได้	CO ₂ วัสดุที่ไม่เป็นพิษและย่อย สลายไม่ได้ เช่น ดิน, คอนกรีต และทราย
น้ำเสีย	วัสดุที่ย่อยสลายได้ยาก	วัสดุที่สามารถ ย่อยสลายได้	-
ฝุ่นละออง, ควัน และ ไอสารเคมี	สารอันตราย	ฝุ่นของสารอินทรีย์, SO ₂ , NO ₂ , ไอสารเคมี, แก๊สที่เกิด จาก สารอินทรีย์ และสารอินทรีย์	CO ₂ และ สารประเภทอื่น
กลิ่น		2 คะแนน	

รายการ	ปริมาณมลพิษ		
	CO ₂	SO ₂	NO ₂
น้ำมันเตา	2.5 (กก./ลิตร)	0.035 (กก./ลิตร)	0.0019 (กก./ลิตร)
ไฟฟ้า	0.266 (กก./กิโลวัตต์ชั่วโมง)	0.0032 (กก./กิโลวัตต์ชั่วโมง)	0.00018 (กก./กิโลวัตต์ชั่วโมง)
ถ่านหิน (ลิกไนต์)	2.2 (กก./กก.ถ่านหิน)	0.0076 (กก./กก.ถ่านหิน)	-
ก๊าซหุงต้ม	3.02 (กก./กก.ก๊าซหุงต้ม)	0.00002 (กก./กก.ก๊าซหุงต้ม)	-

คะแนนผลกระทบสิ่งแวดล้อม	1	2	3
	0 - 9	10 - 18	19 - 27

ตารางที่ ข. 3 เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านการกระจายตัว
(Distribution, D)

ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ปริมาณการใช้น้ำ	น้ำบาดาล	น้ำประปาของภาครัฐ	น้ำประปาของภาคเอกชน
CO ₂ , NO ₂ และ SO ₂ จากการเปลี่ยนเชื้อเพลิง เป็นพลังงาน		3 คะแนน	
ขยะของแข็ง (solid waste)	การทิ้งไม่เป็นไปตามวิธี ที่กฎหมายกำหนด	-	การทิ้งเป็นไปตามวิธีที่ กฎหมายกำหนด
น้ำเสีย	ปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำ สาธารณะ	น้ำเสียผ่านการบำบัด	ไม่มีการปล่อยน้ำเสีย
ฝุ่นละออง, ควัน และ ไอสารเคมี		3 คะแนน	
กลิ่น	กลิ่นกระจายไปไกลกว่า 500 เมตรจากโรงงาน	มากกว่า 10 หลังคาเรือน ในระยะ 500 เมตรจาก โรงงานได้กลิ่น	น้อยกว่า 10 หลังคาเรือน ในระยะ 500 เมตรจาก โรงงานได้กลิ่น

ภาคผนวก ก

แนวคำถามการสัมภาษณ์สำหรับผู้บริหาร

การใช้พลังงานจากหม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดพลังงานสูญเสียด้วยเทคโนโลยีสะอาด

กรณีศึกษาโรงพยาบาลนครพิงค์

ผู้ให้สัมภาษณ์

ตำแหน่ง สังกัด

ผู้สัมภาษณ์ วันที่ เวลา

ส่วนที่ 1 นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม

1. โรงพยาบาลของท่านมีการกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อมด้านเทคโนโลยีสะอาดหรือไม่ อย่างไร (ประกาศนโยบายเป็นลายลักษณ์อักษร ความสอดคล้องกับนโยบายหลัก ความมุ่งมั่นของผู้บริหาร การถ่ายทอดนโยบาย การนำนโยบายไปปฏิบัติจริง การประเมินผล เป็นต้น)

.....
.....

2. โรงพยาบาลของท่านมีการสนับสนุนทรัพยากรในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดหรือไม่ อย่างไร (ความรู้ งบประมาณ อุปกรณ์ เครื่องมือ)

.....
.....

4. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำในโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพ ด้วยเทคโนโลยีสะอาด

(การประหยัดพลังงาน การป้องกันและลดมลพิษ ความปลอดภัยในการทำงาน ลดค่าใช้จ่าย เป็นต้น)

.....
.....

5. ข้อเสนอแนะในการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำของโรงพยาบาลอย่างมีประสิทธิภาพ

.....
.....

ส่วนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจ

ข้อที่	ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
1	เทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่สามารถ</u> ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำได้		
2	เทคโนโลยีสะอาดทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นได้		
3	หลักการของเทคโนโลยีสะอาดคือการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการนำกลับมาใช้ใหม่		
4	ในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำ <u>ไม่จำเป็นต้อง</u> ตรวจสอบสภาพและประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ		
5	ในการใช้ไอน้ำในกิจกรรมต่างๆ <u>ไม่จำเป็นต้อง</u> มีการตรวจสอบความจำเป็นต้องใช้ไอน้ำ		
6	การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้		
7	การปรับปรุงหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ <u>ไม่ช่วย</u> ให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน		
8	การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้กับหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำสามารถทำการประเมินเบื้องต้นง่าย ๆ ด้วยการเดินสำรวจ สังเกต จดบันทึก		
9	การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดช่วยลดภาระปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม		
10	การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่จำเป็นต้อง</u> อาศัยความร่วมมือของทุกคนในหน่วยงาน		

ส่วนที่ 3 ทศนคติ

ข้อที่	ข้อความ	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย ยิ่ง
1	ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาดช่วยให้โรงพยาบาล ประหยัดพลังงานได้มากขึ้น					
2	ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาดช่วยลดค่าใช้จ่ายในการ จัดซื้อเชื้อเพลิงของโรงพยาบาล					
3	ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่ช่วย</u> ป้องกันลดมลพิษ จากการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ					
4	ท่านคิดว่าการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มี ประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่ช่วยลด</u> ปัญหา สิ่งแวดล้อม					
5	การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้หม้อไอน้ำและ ท่อไอน้ำทำให้เพิ่มภาระงาน					
6	ท่านคิดว่าการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้ หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำเป็นเรื่องยุ่งยาก					
7	ท่านรู้สึกเครียดและวิตกกังวลเมื่อต้องปฏิบัติตาม หลักการเทคโนโลยีสะอาดในการทำงาน					
8	ท่านสนใจและอยากได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดการ หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำด้วยเทคโนโลยีสะอาด					
9	ท่านยินดีร่วมปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ สอดคล้องกับหลักการของเทคโนโลยีสะอาด					
10	ท่านเต็มใจร่วมคิด ร่วมทำ และร่วมรับผิดชอบในการ ใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วย เทคโนโลยีสะอาด					

**แนวคำถามการสัมภาษณ์สำหรับหัวหน้าหน่วยงานที่ใช้ไอน้ำและผู้ที่เกี่ยวข้อง
การใช้พลังงานจากหม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและลดพลังงานสูญเสียด้วยเทคโนโลยีสะอาด
กรณีศึกษาโรงพยาบาลนครพิงค์**

ผู้ให้สัมภาษณ์
ตำแหน่ง สังกัด
ผู้สัมภาษณ์ วันที่ เวลา

ส่วนที่ 1 การบริหารจัดการ

1. โรงพยาบาลของท่านมีการกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อมด้านเทคโนโลยีสะอาดหรือไม่ อย่างไร
(ประกาศนโยบายเป็นลายลักษณ์อักษร ความสอดคล้องกับนโยบายหลัก ความมุ่งมั่นของผู้บริหาร การถ่ายทอดนโยบาย การนำนโยบายไปปฏิบัติจริง การประเมินผลเป็นต้น)
.....
.....
2. ผู้บริหารของท่านมีการสนับสนุนทรัพยากรในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำในให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดหรือไม่ อย่างไร (งบประมาณ อุปกรณ์ เครื่องมือ ความรู้)
.....
.....
4. หน่วยงานของท่านได้มีการบริหารจัดการการใช้ไอน้ำอย่างไร มีการไอน้ำไปใช้ในกิจกรรมอะไรบ้าง และนำไปใช้อย่างไร
.....
.....
5. ในหน่วยงานของท่านมีปัญหาและอุปสรรคตลอดจนข้อเสนอแนะในการดำเนินงานหรือไม่ อย่างไร
.....
.....

ส่วนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจ

ข้อที่	ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
1	เทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่สามารถ</u> ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำได้		
2	เทคโนโลยีสะอาดทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นได้		
3	หลักการของเทคโนโลยีสะอาดคือการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการนำกลับมาใช้ใหม่		
4	ในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำ <u>ไม่จำเป็น</u> ต้องตรวจสอบสภาพและประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ		
5	ในการใช้ไอน้ำในกิจกรรมต่างๆ <u>ไม่จำเป็น</u> ต้องมีการตรวจสอบความจำเป็นต้องใช้ไอน้ำ		
6	การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้		
7	การปรับปรุงหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ <u>ไม่ช่วย</u> ให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน		
8	การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้กับหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำสามารถทำการประเมินเบื้องต้นง่าย ๆ ด้วยการเดินสำรวจ สังเกต จดบันทึก		
9	การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดช่วยลดภาระปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม		
10	การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่จำเป็น</u> ต้องอาศัยความร่วมมือของทุกคนในหน่วยงาน		

ส่วนที่ 3 ทศนคติ

ข้อที่	ข้อความ	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย ยิ่ง
1	ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาดช่วยให้โรงพยาบาล ประหยัดพลังงานได้มากขึ้น					
2	ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาดช่วยลดค่าใช้จ่ายในการ จัดซื้อเชื้อเพลิงของโรงพยาบาล					
3	ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่ช่วย</u> ป้องกันลดมลพิษ จากการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ					
4	ท่านคิดว่าการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มี ประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่ช่วยลด</u> ปัญหา สิ่งแวดล้อม					
5	การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้หม้อไอน้ำและ ท่อไอน้ำทำให้เพิ่มภาระงาน					
6	ท่านคิดว่าการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้ หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำเป็นเรื่องยุ่งยาก					
7	ท่านรู้สึกเครียดและวิตกกังวลเมื่อต้องปฏิบัติตาม หลักการเทคโนโลยีสะอาดในการทำงาน					
8	ท่านสนใจและอยากได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดการ หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำด้วยเทคโนโลยีสะอาด					
9	ท่านยินดีร่วมปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ สอดคล้องกับหลักการของเทคโนโลยีสะอาด					
10	ท่านเต็มใจร่วมคิด ร่วมทำ และร่วมรับผิดชอบในการ ใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วย เทคโนโลยีสะอาด					

แนวคำถามการสัมภาษณ์สำหรับผู้ดูแลระบบไอน้ำ
เรื่อง การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด
กรณีศึกษาโรงพยาบาลนครพิงค์

ผู้ให้สัมภาษณ์
 ตำแหน่ง สังกัด
 ผู้สัมภาษณ์ วันที่ เวลา

ส่วนที่ 1 การจัดการและดูแลระบบไอน้ำ

1. ท่านทราบข้อมูลเฉพาะของหม้อไอน้ำที่ใช้ในโรงพยาบาลหรือไม่ อย่างไร

2. หม้อไอน้ำในโรงพยาบาลใช้อะไรเป็นเชื้อเพลิง และสามารถเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงอื่นได้ไหม อย่างไร
 (ความคุ้มค่า ประสิทธิภาพ)

3. โรงพยาบาลได้มีการนำไอน้ำไปใช้ในกิจกรรมอะไรบ้าง และนำไปใช้อย่างไร ความคุ้มค่าไหม

4. ท่านมีหลักการ/การบริหารจัดการในการเลือกใช้หม้อไอน้ำให้เหมาะสม อย่างไรบ้าง

5. ผู้บริหารให้การสนับสนุนอย่างไรบ้างทั้งในด้านงบประมาณ องค์กรความรู้ บุคลากรและการดำเนินงาน
 จัดการระบบไอน้ำ
 งบประมาณ.....
 องค์กรความรู้.....
 บุคลากร
 การดำเนินงาน
6. ท่านมีวิธีการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำอย่างไร

7. ท่านได้มีการตรวจวัดประสิทธิภาพหม้อไอน้ำแต่ละตัวหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

8. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ตรวจวัดประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ คุณภาพน้ำเข้า เท่าไหร่

.....

.....

9. ท่านได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่เข้าหม้อไอน้ำหรือไม่ และคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดมีอะไรบ้าง ผลเป็นอย่างไร

.....

.....

10. การใช้หม้อไอน้ำก่อให้เกิดมลพิษอะไรบ้าง ท่านได้ทำการตรวจวัดหรือไม่ อย่างไร และท่านได้ทำการแก้ไขอย่างไร

.....

.....

11. ท่านมีวิธีใช้หม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพอย่างไรบ้าง และสามารถนำเทคโนโลยีสะอาดมาเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างไร และการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำให้ทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำอย่างไรบ้าง

.....

.....

12. ในส่วนของหม้อไอน้ำท่านมีปัญหาและอุปสรรคตลอดจนข้อเสนอแนะในการดำเนินงานหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

ส่วนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจ

ข้อที่	ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
1	เทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่สามารถ</u> ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำได้		
2	เทคโนโลยีสะอาดทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นได้		
3	หลักการของเทคโนโลยีสะอาดคือการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการนำกลับมาใช้ใหม่		
4	ในการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำ <u>ไม่จำเป็น</u> ต้องตรวจสอบสภาพและประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ		
5	ในการใช้ไอน้ำในกิจกรรมต่างๆ <u>ไม่จำเป็น</u> ต้องมีการตรวจสอบความจำเป็นต้องใช้ไอน้ำ		
6	การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้		
7	การปรับปรุงหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ <u>ไม่ช่วย</u> ให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน		
8	การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้กับหม้อไอน้ำและท่อไอน้ำสามารถทำการประเมินเบื้องต้นง่าย ๆ ด้วยการเดินสำรวจ สังเกต จดบันทึก		
9	การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาดช่วยลดภาระปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม		
10	การใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่จำเป็น</u> ต้องอาศัยความร่วมมือของทุกคนในหน่วยงาน		

ส่วนที่ 3 ทศนคติ

ข้อที่	ข้อความ	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย ยิ่ง
1	ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาดช่วยให้โรงพยาบาล ประหยัดพลังงานได้มากขึ้น					
2	ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาดช่วยลดค่าใช้จ่ายในการ จัดซื้อเชื้อเพลิงของโรงพยาบาล					
3	ท่านคิดว่าเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่ช่วย</u> ป้องกันลดมลพิษ จากการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ					
4	ท่านคิดว่าการใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มี ประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีสะอาด <u>ไม่ช่วยลด</u> ปัญหา สิ่งแวดล้อม					
5	การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้หม้อไอน้ำและ ท่อไอน้ำทำให้เพิ่มภาระงาน					
6	ท่านคิดว่าการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้ หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำเป็นเรื่องยุ่งยาก					
7	ท่านรู้สึกเครียดและวิตกกังวลเมื่อต้องปฏิบัติตาม หลักการเทคโนโลยีสะอาดในการทำงาน					
8	ท่านสนใจและอยากได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดการ หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำด้วยเทคโนโลยีสะอาด					
9	ท่านยินดีร่วมปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ สอดคล้องกับหลักการของเทคโนโลยีสะอาด					
10	ท่านเต็มใจร่วมคิด ร่วมทำ และร่วมรับผิดชอบในการ ใช้หม้อไอน้ำและท่อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพด้วย เทคโนโลยีสะอาด					

ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

กองวิศวกรรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

1. คุณเชาวลิต เมฆศิริกุล วิศวกรเครื่องกล 7วช
2. คุณวิรุฬ ศรีทิมาสถาพร วิศวกรเครื่องกล 6
3. คุณถาวร ชมวิหค นายช่างเทคนิค 6
4. คุณบุญเลิศ เขียรพานิช นายช่างเทคนิค 6

ผนวก จ.
การตรวจวิเคราะห์น้ำ



ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

Laboratory Center for Food and Agricultural Products : LCFA

สำนักงานสาขาเชียงใหม่ : 164/86 หมู่ 3 ต.ดอนแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย
Chiangmai Branch : 164/86 Moo 3, Donkaew, Maerim, Chiangmai 50180 Thailand.
Tel : (66) 0 5389 6131, 0 5389 6133, 0 5389 6248 Fax : (66) 0 5389 6052
http://www.foodsafety-lcfa.com E-mail:center@foodsafety-lcfa.com

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน เลขทะเบียน 3-139

วันที่ออก : 8 กุมภาพันธ์ 2551

เลขที่รายงาน : TR (CM) 51/00674

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	บริษัท โกลบอล ทรี จำกัด 152/1 ชั้น 4 ห้อง 4138 อาคารพันธุ์ทิพย์พลาซ่า ต.ช้างคลาน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100
รายละเอียดตัวอย่าง	น้ำออก AS
รหัสตัวอย่าง	CM - 51/00759
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ตัวอย่างบรรจุในขวดแก้ว ปิดสนิท ปริมาตร 500 มิลลิกรัม จำนวน 1 ขวด สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	1 กุมภาพันธ์ 2551
วันที่ทดสอบ	1-8 กุมภาพันธ์ 2551

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
BOD	59.40	mg/l.	APHA - AWWA (1998)
Total Coliform Bacteria★	≥ 16,000	MPN/ 100ml	AWWA 20 th Edition, Ch. 9221
Faecal Coliform Bacteria★	> 16,000	MPN/ 100ml	AWWA 20 th Edition, Ch. 9221

Remark : ★ : Marked tests are not DIW accredited.
Sample collected by customer.



(นายสุทธชัย เรืองทอง)

3-139-8-2853



(นายสมศักดิ์ ตระกูล)

3-139-8-2852



CERTIFIED



นางเอกชาติ นาคาโช

ผู้อำนวยการสำนักงานสาขาเชียงใหม่

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำผ่านผลเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ จนกว่าจะถึงจุดนี้



ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

Laboratory Center for Food and Agricultural Products : LCFA

สำนักงานสาขาเชียงใหม่ : 164/86 หมู่ 3 ต.ดอนแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย
Chiangmai Branch : 164/86 Moo 3, Donkaew, Maeorin, Chiangmai 50180 Thailand
Tel : (66)0 5389 6131, 0 5389 6133, 0 5389 6248 Fax : (66)0 5389 6052
http://www.foodsafety-lcfa.com E-mail: center@foodsafety-lcfa.com



Accreditation No.1079 / 48

วันที่ออก : 8 กุมภาพันธ์ 2551

เลขที่รายงาน : TR (CM) 51/00676

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	บริษัท โกลบอล ทริท จำกัด 152/1 ชั้น 4 ห้อง 4138 อาคารพันธุ์ทิพย์พลาซ่า ต.ช้างคลาน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100
รายละเอียดตัวอย่าง	น้ำออก BL
รหัสตัวอย่าง	CM - 51/00761
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ตัวอย่างบรรจุในขวดแก้ว ปิดสนิท ปริมาตร 1 ลิตร จำนวน 1 ขวด สภาพตัวอย่างปกติ
	อุณหภูมิขณะรับ : อุณหภูมิห้อง
วันที่รับตัวอย่าง	1 กุมภาพันธ์ 2551
วันที่ทดสอบ	1 - 8 กุมภาพันธ์ 2551

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
Total Dissolved Solid (TDS) ★	220.00	mg/L	APHA - AWWA (1998)
Total Hardness (as CaCO ₃) ★	6.0	mg/L	APHA - AWWA (2005)
Iron (Fe)	0.95	mg/L	In house method base on APHA - AWWA (2005)
Alkalinity ★	112.92	mg/L as CaCO ₃	APHA - AWWA (1998)

Remarks : ★ : Marked tests are not DMSC accredited.



อนุมัติโดย

(นางสาวจันทิมา นาคาไชย)

ผู้อำนวยการสำนักงานสาขาเชียงใหม่

CERTIFIED

รายงานฉบับนี้ให้เฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบห้องปฏิบัติการสำนักงานสาขาเชียงใหม่ ไม่สามารถนำมาใช้ยืนยันผลหรือใช้เพื่อการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการ



ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร
 Laboratory Center for Food and Agricultural Products : LCFA
 สำนักงานสาขาเชียงใหม่ : 164/86 หมู่ 3 ต.ดอนแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย
 Chiangmai Branch : 164/86 Moo 3, Donkew, Mae Rim, Chiangmai 50180 Thailand
 Tel : (66) 0-5389 6131, 0 5389 6133, 0 5389 6248 Fax : (66) 0 5389 6052
 http://www.foodsafety-lcfa.com E-mail: center@foodsafety-lcfa.com



Accreditation No.1079 / 48

วันที่ออก : 8 กุมภาพันธ์ 2551

เลขที่รายงาน : TR (CM) 51/00675

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	บริษัท โกลบอล ทรีท จำกัด 152/1 ชั้น 4 ห้อง 4138 อาคารพันธุ์ทิพย์พลาซ่า ต.ช้างคลาน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100
รายละเอียดตัวอย่าง	น้ำจืด BL
รหัสตัวอย่าง	CM - 51/00760
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ตัวอย่างบรรจุในขวดแก้ว ปิดสนิท ปริมาตร 1 ลิตร จำนวน 1 ขวด สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	อุณหภูมิขณะรับ : อุณหภูมิห้อง 1 กุมภาพันธ์ 2551
วันที่ทดสอบ	1 - 8 กุมภาพันธ์ 2551

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
Total Dissolved Solid (TDS)★	31.00	mg/L	APHA - AWWA (1998)
Total Hardness (as CaCO ₃) ★	9.0	mg/L	APHA - AWWA (2005)
Iron (Fe)	0.097	mg/L	In house method base on APHA - AWWA (2005)
Alkalinity★	27.48	mg/L as CaCO ₃	APHA - AWWA (1998)

Remarks : ★: Marked tests are not DMSC accredited.



อนุมัติโดย

(นางผดุงมาศ นาคาไชย)

ผู้อำนวยการสำนักงานสาขาเชียงใหม่

CERTIFIED

รายงานฉบับนี้เป็นเอกสารลับ ตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบห้องปฏิบัติการสำนักงานเฉพาะกิจบางส่วนของ โกลบอล ทรีท จำกัด ขอสงวนสิทธิ์ในข้อมูลที่ได้ตรวจสอบจากห้องปฏิบัติการ และไม่สามารถยืนยัน

FM-QP-24-01-001-R01(05/04/50)PL/1 - CM



สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (สวท-มช.)
ชั้น 7 อาคาร 30 ปี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์ : 053-943397, 053-941971 โทรสาร : 053-892275 E-mail : stsc@science.cmu.ac.th
Science and Technology Service Center, Chiang Mai University
7th Floor, 30th year Science Building, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

รายงานผลการทดสอบ

TR : 51/0258

เลขที่รับงาน : 111/51

หน้า 1/1

วันที่รายงานผล : 18 มีนาคม 2551

วันที่รับตัวอย่าง : 14 มีนาคม 2551

ตัวอย่าง : น้ำ

ชื่อของลูกค้า / หน่วยงาน : โรงพยาบาลนครพิงค์

ที่อยู่ : อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

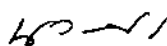
ผลการทดสอบ

ตัวอย่าง	รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
น้ำเข้า Boiler	TDS	137.0	mg/l
	ความกระด้างทั้งหมด	920	mg/l as CaCO ₃
น้ำ Blow down	TDS	288.0	mg/l
	ความกระด้างทั้งหมด	904	mg/l as CaCO ₃


(อาจารย์ ดร. อูไร เต็งเจริญกุล)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ตามเอกสารข้างต้นนี้ รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ตรวจ
วิเคราะห์ เท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้เครื่องหมายเดียวกับตัวอย่างนี้ และห้ามใช้
รายงานฉบับนี้ในการประกาศ หรือย่อคัดตอน

อนุมัติผลโดย



(รองศาสตราจารย์ ดร. นวลศรี รักจริยธรรม)

ผู้อำนวยการ

สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มช.

การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำด้วยวิธีไตเตรตด้วยอีดีทีเอ

สารเคมี

1. สารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 10

- ละลายเกลือโซเดียมของอีดีทีเอ (Na_2EDTA) 1.179 กรัมและแมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 780 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 50 มล.
- ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 16.0 กรัมกับแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 143 มล ผสมให้เข้ากัน
- ผสมสารละลายทั้ง 2 ชนิดเข้าด้วยกันโดยเติมสารละลายแรกลงในสารละลายที่สองแล้วเจือจางเป็น 250 มล เก็บในขวดพลาสติกหรือขวดแก้วบอโรซิลิเกต ควรปิดจุกให้แน่น เพื่อป้องกันการสูญเสียแอมโมเนีย (NH_3) หรือการดูดซึมของคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศถ้าเติมสารละลายบัฟเฟอร์ลงในตัวอย่าง 1-2 มล. แล้วไม่ทำให้พีเอชของตัวอย่างเมื่อถึงจุดยุติเท่ากับ 10.0 ± 0.1 ต้องทิ้งไปไม่ควรนำมาใช้

2. อิริโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์ เตรียมได้ทั้งชนิดเป็นสารละลายและผงแห้งดังนี้

1.1 ชนิดเป็นสารละลาย

ละลายอิริโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์ 0.5 กรัมกับไฮดรอกซีลามีนไฮโดรคลอไรด์ 4.5 กรัมแล้วละลาย ใน 95 % เอทิลหรือ ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ 100 มล เก็บในขวดที่มีหลอดหยด เก็บได้นาน 6 เดือน

1.2 ชนิดเป็นผง

ผสมอิริโอโครม แบลค ที 0.5 กรัมและโซเดียมคลอไรด์ 100 กรัม ให้เข้ากัน (ชนิดเป็นผงแห้งจะเก็บไว้ใช้ได้นาน)

3. สารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต

ชั่งแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งได้อบแห้งที่ 105°C แล้วจำนวน 1000 กรัมใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 500 มล วางกรวยไว้ที่คอกขวดค่อยๆเติมกรดไฮดรอกลริก (1+1) ที่ละน้อยจนกระทั่งแคลเซียมคาร์บอเนตละลายหมด เติมน้ำกลั่น 200 มล ต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาทีเพื่อไล่คาร์บอนไดออกไซด์ทิ้งให้เย็น เติมแทมบริลเรดอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ปรับสีให้เป็นสีส้มกลางๆด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 3 นอร์มัลหรือกรดไฮดรอกลริก (1+1) ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

4. สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์

ละลายผง Na_2EDTA 3.723 กรัมในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร แล้วเทียบความเข้มข้นที่แน่นอน กับสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนตที่ทราบความเข้มข้นจากข้อ 3 ปรับความเข้มข้นของสารละลายอีดีทีเอให้ได้ 1.00 มล. = 1.00 มก. แคลเซียมคาร์บอเนต

การหาค่าความเข้มข้นที่แน่นอนของอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์

ปิเปตสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตมา 25.0 มล เติมน้ำกลั่นให้เป็น 50 มล แล้วทำเหมือนวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ถ้าสารละลายอีดีทีเอ 1.00 มล. = 1.00 มก. แคลเซียมคาร์บอเนตจะใช้อีดีทีเอ 25.0 มล.พอดี ควรเก็บสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอที่เตรียมในขวดโพลีเอทิลีนหรือขวดแก้วบอโรซิลิเกต

การวิเคราะห์ของแข็งละลาย(อบแห้งที่ 180 องศาเซลเซียส) (TDS)

วิธีวิเคราะห์

1. กรองของแข็งแขวนลอยทั้งหมดออก หลังจากกรองล้างกระดาษด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร 3 ครั้ง หรืออาจใช้น้ำส่วนที่ได้จากการกรองที่เหลือจากการหาของแข็งแขวนลอยทั้งหมดก็ได้
2. ตวงน้ำส่วนที่ได้จากการกรองนี้ 50-100 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานระเหยที่ได้อบแห้งที่ 180 ± 2 องศาเซลเซียส และชั่งน้ำหนักแล้ว (B) ถ้าตัวอย่างมีปริมาณสารละลายน้อยกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตร ให้น้ำตัวอย่าง 250 มิลลิลิตร
3. นำไประเหยน้ำให้แห้งบนเครื่องอังไอน้ำ แล้วนำไปเข้าตู้อบ 180 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
4. ทิ้งให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก (A)

การคำนวณ

$$\text{ของแข็งละลายทั้งหมด, มก/ล} = \frac{(A-B) \times 106}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง, มล}}$$

เมื่อ A = น้ำหนักของจานระเหยและของแข็งที่แห้ง, กรัม

B = น้ำหนักของจานระเหย, กรัม

หรืออาจคำนวณได้จากสารละลาย = ของแข็งทั้งหมด (TS) – ของแขวนลอยทั้งหมด (SS)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวชุตินาถ ทักษิณทร์
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรพยาบาลศาสตร์ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครุเทพ พ.ศ. 2536
ตำแหน่งสถานที่ทำงาน	นักวิชาการสาธารณสุข 7ว. สำนักพัฒนาระบบบริการสุขภาพ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข
ผลงานทางวิชาการ	หนังสือมาตรฐานสุขภาพิบาลสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยใน โรงพยาบาล พ.ศ.2547 หนังสือแนวทางและรูปแบบการบริหารจัดการสุขภาพิบาลสิ่งแวดล้อม และความปลอดภัยในโรงพยาบาล พ.ศ. 2548
ทุนการศึกษา	ทุนอุดหนุนการวิจัยแก่นักศึกษาระดับอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2550 กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน