

# ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานและมาตรการส่งเสริมการใช้ หม้อไอน้ำขนาดเล็กประสิทธิภาพสูงในโรงพยาบาล Potential of Energy Saving and Promotion Measure of Using Small Scale High Efficiency Boiler in Hospitals

วัลยา กวีพรพจน์ และ วารุณี เตีย\*

Wallaya Kaweeornpoj and Warunee Tia\*

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เลขที่ 126 ถนนประชานุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi,  
Bangmod, Toongkru, Bangkok 10140

\*Corresponding Author. E-mail: warunee.tia@kmutt.ac.th, Tel: 02-470 8633

## บทคัดย่อ

หม้อไอน้ำเป็นอุปกรณ์ทั่วไปที่ใช้ในโรงพยาบาล การเลือกใช้หม้อไอน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงและเชื้อเพลิงสะอาดสามารถลดต้นทุนด้านพลังงาน ลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงตลอดจนลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ดังนั้นงานวิจัยจึงได้วิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานและความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหม้อไอน้ำที่ติดตั้งในโรงพยาบาลเป็นหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงประเภท Once Through Boiler ที่ใช้ LPG โดยเลือกขนาดพิกัดหม้อไอน้ำตามปริมาณความต้องการไอน้ำ ด้านข้อมูลการใช้งานของหม้อไอน้ำเดิมและความคิดเห็นของผู้ใช้งานหม้อไอน้ำเกี่ยวกับมาตรการส่งเสริมการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงได้รวบรวม โดยใช้แบบเก็บข้อมูลและการสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน เมื่อพิจารณาจากความสมบูรณ์ของข้อมูลพบว่ามีจำนวนหม้อไอน้ำเพียง 26 ลูก จากโรงพยาบาล 11 โรง ซึ่งมีขนาดเพียงอยู่ในช่วง 279-2,600 กิโลวัตต์ ที่ได้นำมาใช้เป็นกรณีศึกษา ประมาณ 85% ของหม้อไอน้ำเดิมใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง เมื่อพิจารณาที่ค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ Once Through Boiler ในช่วง 87-96% ผลการศึกษาพบว่า มีหม้อไอน้ำ Once Through Boiler ที่เหมาะแก่การลงทุนจำนวน 20 ลูก มีระยะเวลาคืนทุนในช่วง 0.7-2.2 ปี ค่า IRR อยู่ในช่วง 45.93-154.49% และสามารถประหยัดพลังงานได้ในช่วง 100,370-2,244,407 MJ/ปี/ลูก ด้านการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ได้วิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ Once Through Boiler เป็นตัวแปรในการพิจารณาการลงทุน ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงว่ามีความไวที่มีนัยสำคัญต่อการลงทุน สำหรับผลคะแนนจากแบบสอบถามมาตรการส่งเสริมการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงพบว่า มี 2 มาตรการที่ได้คะแนนสูงสุดเท่ากัน ได้แก่ มาตรการสนับสนุนการลงทุนเพื่อดำเนินการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง และมาตรการกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำในประเทศไทย

**คำสำคัญ:** โรงพยาบาล ศักยภาพประหยัดพลังงาน หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง

## ABSTRACT

Boiler is a common device that use in hospital. Using high efficiency boiler and switching to clean-burning fuel, can reduce energy cost, oil import and CO<sub>2</sub> emission. Thus, this research analyzed the energy saving potential and feasibility of replacing the existing boilers with high efficiency once-through LPG boilers in the hospitals. Once-through LPG boiler capacities were chosen according to the steam demand. The operating data of existing boilers and users' opinion on promotion measures for using high efficiency boilers were collected by using questionnaires and interview. According to the data completeness, only 26 boilers of eleven hospitals, which their bed capacities are in the range of 279 to 2,600 beds, were used as the case studies. About 85% of the existing boilers used diesel and bunker oil as fuel. Based on once through boiler efficiencies in the range of 87-96%, the results showed that 20 once through boilers could be feasible for investment with 0.7-2.2 years payback period and 45.93-154.49% internal rate of return, and could save energy of 100,370 MJ/year/boiler to 2,244,407 MJ/year/boiler. The sensitivity of once through boiler efficiencies was analyzed as parameter on investment. It showed significant effect on investment. According to the scores of questionnaires on the promotion measures for using high efficiency boilers, two measures had the same highest score, namely financial supporting measure for replacing with high efficiency boiler and measure of minimum energy performance standard for boilers in Thailand.

**Keywords:** Hospital, Energy saving potential, High efficiency boiler

### 1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ จากวิกฤตการณ์พลังงานโลกในปัจจุบันตลอดจนความผันผวนของราคาน้ำมันเชื้อเพลิงส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในทุกภาคเศรษฐกิจ การขยายตัวของภาคธุรกิจโดยเฉพาะด้านโรงพยาบาลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีการแข่งขันที่สูงขึ้นไม่เพียงแต่ภายในประเทศ แต่รวมถึงการแข่งขันระหว่างประเทศอีกด้วย [1] โรงพยาบาลส่วนใหญ่มีการใช้พลังงานทั้งไฟฟ้าและความร้อน หม้อไอน้ำในโรงพยาบาลส่วนใหญ่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง จากข้อมูลการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคมถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2556 โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน แสดงให้เห็นว่ามีการใช้พลังงานจากน้ำมันสำเร็จรูปในสัดส่วนสูงสุด คือ 48.2% หรือคิดเป็น 21,400 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ [2] ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยลดการใช้พลังงาน ลดการสูญเสียเงินตราในการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียม เพิ่มความมั่นคงด้านพลังงาน ตลอดจนช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศได้ [3] ที่ผ่านมามีการศึกษาถึงการนำพลังงานสำหรับการผลิตน้ำร้อนในโรงพยาบาล เพื่อหาเทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพ

ทางพลังงานให้สูงขึ้น [4] อีกทั้งมีงานวิจัยที่ศึกษาถึงศักยภาพในการผลิตน้ำร้อนในโรงพยาบาลโดยใช้ปั๊มความร้อนร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์มาทดแทนการใช้ความร้อนจากขดลวดไฟฟ้า เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า [5] นอกจากการใช้น้ำร้อนในโรงพยาบาล ใช้น้ำก็เป็นอีกหนึ่งสารทำงานพื้นฐานที่นิยมใช้ในการให้ความร้อนและใช้ในระบบต่างๆ โดยเฉพาะในโรงพยาบาลที่ต้องการใช้น้ำเพื่ออบฆ่าเชื้อเครื่องมือแพทย์ ใช้ซักอบผ้า ตลอดจนใช้ในด้านโภชนาการ ดังนั้นการใช้หม้อไอน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงจึงเป็นส่วนช่วยให้ใช้พลังงานอย่างคุ้มค่ามากขึ้น ปัจจุบันได้มีหม้อไอน้ำขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสูงที่สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลายชนิด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาและวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานโดยการใช้หม้อไอน้ำขนาดเล็กประสิทธิภาพสูงในโรงพยาบาลเพื่อเป็นการประหยัดและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และได้ศึกษาแนวทางส่งเสริมการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงอีกด้วย

### 2. หม้อไอน้ำ

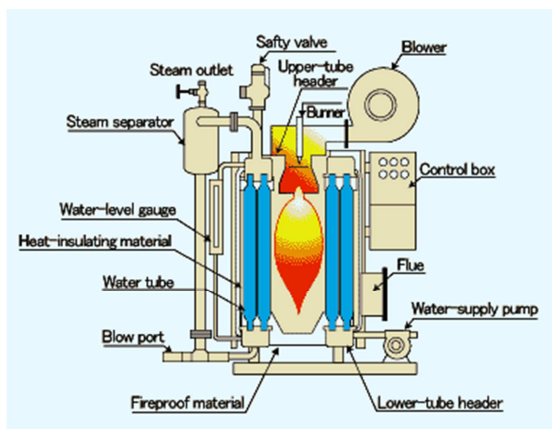
หม้อไอน้ำ หมายถึง เครื่องกำเนิดไอน้ำชนิดภาชนะปิด ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กกล้า ซึ่งได้รับการออกแบบและสร้างอย่างแข็งแรง ภายในบรรจุน้ำส่วนหนึ่ง และอีกส่วน

สำหรับกักเก็บไอน้ำ โดยไอน้ำเกิดจากการให้ความร้อนแก่น้ำด้วยเปลวไฟซึ่งได้จากการสันดาปเชื้อเพลิงจากภายนอกสามารถผลิตไอน้ำให้มีความดัน และอุณหภูมิตามต้องการ [6] เมื่อพิจารณาแบ่งหม้อไอน้ำตามตำแหน่งของน้ำหรือก๊าซร้อนที่อยู่ในท่อสามารถจำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่

- หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ (Fire-tube boiler) มีก๊าซร้อนไหลผ่านอยู่ในท่อและมีน้ำรับความร้อนจากก๊าซร้อนกลายเป็นไอน้ำอยู่ภายนอกท่อไฟนั้น

- หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ (Water-tube boiler) มีน้ำอยู่ภายในท่อและน้ำจะรับความร้อนจากก๊าซร้อนที่ไหลอยู่ภายนอกท่อกลายเป็นไอน้ำ

หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแบบ Once Through Boiler ซึ่งเป็นหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่มีลักษณะพิเศษ ประกอบด้วยท่อจำนวนมากกว่าหม้อไอน้ำปกติ โดยจะป้อนน้ำเข้าที่ด้านล่างของเครื่อง และกลายเป็นไอน้ำออกทางด้านบน ซึ่งโครงสร้างหลักของหม้อไอน้ำประเภทนี้ประกอบด้วย ท่อทรงกระบอก (Drum) หัวเผา (Burner) ปั๊มน้ำ (Pump) และอุปกรณ์ควบคุม ภายใน Drum จะประกอบด้วยท่อน้ำหลายท่อตั้งขึ้นภายใน Drum จึงมีน้ำบรรจุเพียงเล็กน้อย ทำให้หม้อไอน้ำประเภทนี้มีความปลอดภัยไม่เสี่ยงต่อการระเบิด ซึ่งโครงสร้าง Once Through Boiler แสดงดังรูปที่ 2 [7] โดยมีค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำอยู่ในช่วง 85-95% [7]



รูปที่ 1 โครงสร้าง Once Through Boiler [7]

ข้อดีของหม้อไอน้ำ Once Through Boiler เมื่อเปรียบเทียบกับหม้อไอน้ำทั่วไป ได้แก่

- มีขนาดเล็กจึงประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง
- ระยะเวลาในการเริ่มผลิตไอน้ำรวดเร็ว
- ปลอดภัยไม่เสี่ยงต่อการระเบิดเพราะบรรจุน้ำในปริมาณน้อย
- สูญเสียความร้อนน้อยจึงทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไอน้ำสูง

### 3. วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานและมาตรการส่งเสริมการใช้หม้อไอน้ำขนาดเล็กประสิทธิภาพสูงในโรงพยาบาล ได้ดำเนินการดังนี้

#### 3.1 ข้อมูลและสมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่วิเคราะห์แบ่งเป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนแรกเป็นข้อมูลหม้อไอน้ำและการใช้พลังงานความร้อนในโรงพยาบาลที่ศึกษา ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลหม้อไอน้ำขนาดเล็กประสิทธิภาพสูง Once Through Boiler ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน ส่วนที่ 3 เป็นข้อมูลราคาเชื้อเพลิงในช่วงปี พ.ศ. 2556-2570 และส่วนที่ 4 ราคาติดตั้งระบบเก็บ LPG

#### 1. การหาข้อมูลการใช้หม้อไอน้ำในโรงพยาบาลที่ศึกษา

ข้อมูลส่วนนี้ได้จากการสำรวจโดยใช้แบบเก็บข้อมูลการใช้หม้อไอน้ำของโรงพยาบาล โดยได้แบ่งขนาดโรงพยาบาลตามเกณฑ์ของกระทรวงสาธารณสุข [8] ได้แก่ ขนาด 151-500 เตียง, 501-600 เตียง, 601-1,000 เตียง และมากกว่า 1,000 เตียง ข้อมูลหลักในแบบเก็บข้อมูลประกอบด้วย

- ข้อมูลทั่วไปของหม้อไอน้ำที่ติดตั้งในโรงพยาบาล
- ข้อมูลการผลิตไอน้ำ
- ข้อมูลการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำและโครงการจัดซื้อหม้อไอน้ำใหม่
- ความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรการส่งเสริมให้เปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง

## 2. การหาข้อมูลหม้อไอน้ำขนาดเล็กประสิทธิภาพสูง (Once Through Boiler) ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน

ในงานวิจัยนี้ได้สอบถามไปยังบริษัทตัวแทนจำหน่ายหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงที่ใช้เชื้อเพลิง LPG เนื่องจากมีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Emission factors) [9] ที่ต่ำกว่าน้ำมัน และมีราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยความร้อนต่ำสุดเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงประเภทอื่น [10], [11], [12] ณ ราคา LPG 24.84 บาท/kg ตามที่รัฐมีนโยบายยกเลิกการตรึงราคา LPG ภายในปี พ.ศ. 2556 [12] ข้อมูล Once Through Boiler ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้จากบริษัทตัวแทนจำหน่ายของประเทศญี่ปุ่น ข้อมูลหม้อไอน้ำทั้ง 15 รุ่น มีอัตราการผลิตไอน้ำจริง (Actual Output) อยู่ในช่วง 32 ถึง 3,200 kg/hr รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1 อายุการใช้งานของหม้อไอน้ำ Once Through Boiler เฉลี่ยอยู่ที่ 15 ปี

**ตารางที่ 1** รายละเอียดหม้อไอน้ำพร้อมราคาโดยประมาณที่จำหน่ายในประเทศไทยของบริษัทแห่งหนึ่งในประเทศญี่ปุ่น

ชื่อรุ่น	Actual Output (kg/hr)	ค่าประสิทธิภาพ (%)	ราคาหม้อไอน้ำพร้อมติดตั้งโดยประมาณ (บาท)
GX-40S	34	87	80,000
GX-60S	50	87	120,000
GX-90S	75	87	180,000
GX-120S	101	87	240,000
GX-160S	134	87	320,000
GX-250S	210	88	500,000
GX-350S	293	88	700,000
EX-500H	400	90	500,000
EX-750H	600	90	750,000
EI-1000	838	90	1,000,000
EI-1500	1260	90	1,500,000
EI-2000*	1680	96	2,200,000
EX-2500	2000	87	2,500,000
EX-3000	2400	87	3,000,000
EX-4000	3200	87	4,000,000

หมายเหตุ \*รุ่น EI-2000 เป็นรุ่นที่มี Economizer

## 3. ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้วิเคราะห์ในงานวิจัย

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน ผลประหยัดค่าเชื้อเพลิงเมื่อเปลี่ยนเป็นหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง Once Through Boiler ต้องคำนึงถึงราคาเชื้อเพลิงในอนาคตตามอายุการใช้งานเฉลี่ยของหม้อไอน้ำ Once Through Boiler 15 ปี ดังนั้นราคาเชื้อเพลิงที่ใช้วิเคราะห์ทางการเงินจึงเป็นราคาเชื้อเพลิงในช่วงปี พ.ศ. 2556-2570 โดยกำหนดให้อัตราการเพิ่มราคาเชื้อเพลิงจากปี พ.ศ. 2556 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 2% [13] ซึ่งเท่ากับอัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำมันดิบจากรายงาน Annual Energy Outlook 2013 (AEO 2013) [13] โดยเชื้อเพลิงที่ใช้วิเคราะห์มีทั้งหมด 4 ชนิดได้แก่ น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา A น้ำมันเตา C และ LPG ซึ่งข้อมูลราคาเชื้อเพลิงปี พ.ศ. 2556 ใช้ข้อมูลราคาขายปลีกประจำวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 [14] มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ราคาเชื้อเพลิง 4 ประเภทที่ใช้ในการประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง

ราคาเชื้อเพลิง ณ ปี พ.ศ.2556			
น้ำมันดีเซล	น้ำมันเตา A	น้ำมันเตา C	LPG
บาท/ลิตร			บาท/kg
29.79*	29.53*	27.37*	27.21**

หมายเหตุ \*เป็นราคาขายปลีก ณ วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 จากสำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน [14]

\*\*ราคา LPG ใช้ราคาตลาดโลก [15]

จากการที่รัฐได้ประกาศยกเลิกการตรึงราคา และปรับราคาขายปลีก LPG ภาคครัวเรือนโดยกำหนดให้มีราคาเท่ากับ 24.82 บาท/kg ภายในปี พ.ศ. 2556 [12] ดังนั้นราคา LPG ของปี พ.ศ. 2556 ที่ใช้วิเคราะห์ในงานวิจัยนี้จึงใช้ราคา LPG ตลาดโลกจาก Gas Energy Australia ซึ่งเป็นของบริษัท Saudi Aramco โดยราคา LPG ณ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 อยู่ที่ 910 เหรียญสหรัฐ [15] หรือเท่ากับ 27.21 บาท/kg (ที่อัตราแลกเปลี่ยนของธนาคารแห่ง

ประเทศไทยประจำวันที 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 อยู่ที่ 29.90 บาท/เหรียญสหรัฐ [16]) เพื่อให้สะท้อนถึงราคาต้นทุนที่แท้จริง

4. ราคาติดตั้งระบบเก็บ LPG ที่ใช้วิเคราะห์ในงานวิจัย การติดตั้งระบบเก็บ LPG เป็นแบบ Liquid Withdrawal System มีค่าใช้จ่ายประมาณ 700,000 บาท ซึ่งเป็นข้อมูลจากผู้ติดตั้งใช้งานจริงและราคาดังกล่าวครอบคลุมกับหม้อไอน้ำในช่วงที่ศึกษา

### 3.2 วิธีการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานและความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนเป็นหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงในโรงพยาบาล ได้ทำการประเมินทั้งด้านเทคนิคและด้านการเงิน ตลอดจนการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) สำหรับด้านมาตรการสนับสนุนการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงได้มีการสำรวจความคิดเห็นจากผู้ใช้งานจริงเพื่อเป็นแนวทางสนับสนุนการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมแก่ประเทศไทย รายละเอียดในการวิเคราะห์มีดังนี้

#### การวิเคราะห์ศักยภาพด้านเทคนิค

การวิเคราะห์ศักยภาพการเปลี่ยนไปใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง Once Through Boiler ตลอดจนการหาผลประหยัดด้านพลังงานที่คาดว่าจะได้ ดำเนินการดังนี้

1. เลือกรุ่นและขนาด Once Through Boiler โดยพิจารณาจากค่าอัตราการผลิตไอน้ำของโรงพยาบาลให้ใกล้เคียงกับค่า Actual Output ของ Once Through Boiler ตามตารางที่ 1

2. หาผลประหยัดพลังงานต่อปี โดยเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพหม้อไอน้ำที่ใช้อยู่ปัจจุบันกับ Once Through Boiler โดยใช้สมการที่ 1 [6] ถ้าประสิทธิภาพหม้อไอน้ำเดิมต่ำกว่าประสิทธิภาพ Once Through Boiler จะพิจารณาว่าหม้อไอน้ำของโรงพยาบาลนั้นมีศักยภาพทางเทคนิคในการเปลี่ยนเป็นหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง Once Through Boiler สำหรับ Operating Condition ของหม้อไอน้ำ Once Through

Boiler เช่น ความดัน และอุณหภูมิ กำหนดให้เหมือนกับหม้อไอน้ำเดิมที่โรงพยาบาลใช้อยู่

$$\text{ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ (\%)} = \frac{m_s \times (h_g - h_f)}{m_f \times \text{NHV}} \quad (1)$$

เมื่อ  $m_s$  คือ อัตราการผลิตไอน้ำที่ต้องการต่อชั่วโมง (kJ/kg)

$m_f$  คือ อัตราการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำต่อชั่วโมง (หน่วยเชื้อเพลิง/hr)

$h_g$  คือ ค่าความร้อนจำเพาะของไอน้ำ (kJ/kg)

$h_f$  คือ ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำที่ป้อน (kJ/kg)

NHV คือ ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิง (kJ/หน่วยเชื้อเพลิง)

ปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงที่หม้อไอน้ำใช้ใน 1 ปี หาได้จากสมการที่ 2 ผลประหยัดพลังงานคำนวณได้จากสมการที่ 3 ซึ่งเท่ากับค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงที่ไ้ลดลง

$$A = m_f \times \text{NHV} \times B \quad (2)$$

เมื่อ A คือ ปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้กับหม้อไอน้ำใน 1 ปี (MJ/ปี)

B คือ จำนวนชั่วโมงการทำงานของหม้อไอน้ำใน 1 ปี (hr/ปี)

$$E = A_b - A_o \quad (3)$$

เมื่อ E คือ ผลประหยัดพลังงานใน 1 ปี (MJ/ปี)

$A_b$  คือ ปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้กับหม้อไอน้ำปัจจุบันของโรงพยาบาลใน 1 ปี (MJ/ปี)

$A_o$  คือ ปริมาณความร้อนของ LPG ที่ใช้กับ Once Through Boiler ใน 1 ปี (MJ/ปี)

### การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินพิจารณาจากค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และระยะเวลาคืนทุนเบื้องต้น (Simple payback period) สมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่

- อายุการใช้งานของ Once Through Boiler 15 ปี
- เงินลงทุนและค่าประสิทธิภาพ Once Through Boiler ใช้ข้อมูลในตารางที่ 1
- ราคาเชื้อเพลิงใช้ข้อมูลในตารางที่ 2 โดยมีค่าอัตราค่าเพิ่มของราคาเชื้อเพลิงปีละ 2% [13]
- ค่าบำรุงรักษาหม้อไอน้ำที่ใช้ในปัจจุบันของโรงพยาบาลและหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงมีค่าเท่ากัน
- ไม่คิดมูลค่าซากของหม้อไอน้ำ
- กำหนดให้หม้อไอน้ำมีการผลิตไอน้ำคงที่

การวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนการลงทุนภายใน (IRR) สามารถได้จากสมการที่ 4 [17]

$$NPV = \sum_{n=0}^N \frac{NCF_n}{(1+i)^n} - TIC \quad (4)$$

เมื่อ TIC คือ เงินลงทุนทั้งหมดซึ่งได้แก่ ราคาหม้อไอน้ำรวมค่าติดตั้งดังตารางที่ 1 และรวมกับราคากระบอกเก็บ LPG (บาท)

$NCF_n$  คือ กระแสเงินสดสุทธิในปีที่  $n$  ซึ่งได้แก่ผลประโยชน์หักเชื้อเพลิงเมื่อเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำ Once Through Boiler ในแต่ละปีตั้งแต่ปีที่เริ่มลงทุนจนครบอายุการใช้งานของหม้อไอน้ำ (บาท/ปี)

$i$  คือ อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเป็นศูนย์หรือเข้าใกล้ศูนย์

$N$  คือ อายุการใช้งานหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง Once Through Boiler

การคำนวณระยะเวลาคืนทุนเบื้องต้น (Simple payback period) เนื่องจากผลตอบแทนสุทธิต่อปีที่ได้รับไม่เท่ากัน ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับจำนวนปี

ที่ผลรวมสะสมของผลตอบแทนสุทธิเท่ากับจำนวนเงินลงทุน [17] และได้มีการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ที่ส่งผลต่อการลงทุน [17] ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ความไวในงานวิจัยนี้ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพของ Once Through Boiler โดยกำหนดให้ลดลงจากกรณีฐาน (ตารางที่ 1) 2% และ 5%

### การประเมินมาตรการสนับสนุนการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง

ด้านมาตรการสนับสนุนการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงได้จัดทำแบบสำรวจความคิดเห็นโดยระบบมาตรการสนับสนุน 6 มาตรการ และให้โรงพยาบาลให้คะแนนในแต่ละมาตรการซึ่งแบ่งคะแนนออกเป็น 5 ระดับตั้งแต่ 1-5 คะแนน (น่าสนใจน้อยที่สุด-น่าสนใจมากที่สุด) ตามลำดับ นอกจากนี้ได้มีการให้เสนอความคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้ใช้งานจริงอีกด้วย รายละเอียด 6 มาตรการ ได้แก่

1. มาตรการลดหย่อนภาษีนิติบุคคลสำหรับสถานประกอบการที่เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง
2. มาตรการสนับสนุนการลงทุนเพื่อดำเนินการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง โดยได้รับเงินอุดหนุนจากการพิจารณาผลประหยัดที่ตรวจพิสูจน์ได้
3. มาตรการทางการเงินในการจัดทำโครงการเงินกู้ปลอดดอกเบี้ยปีแรกสำหรับสถานประกอบการที่ต้องการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงเพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงาน
4. มาตรการในจัดทำข้อมูลสารสนเทศ โดยจัดทำเว็บไซต์รวบรวมข้อมูลรายละเอียดทุกชนิดของหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง (Portal Website) เพื่อสะดวกแก่ผู้ที่ต้องการตัดสินใจมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง
5. มาตรการสนับสนุนและสร้างแรงจูงใจให้มีการติดตามแสดงประสิทธิภาพพลังงานของหม้อไอน้ำ
6. มาตรการกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำที่จะมาจำหน่ายได้ในประเทศไทย

#### 4. ผลการวิจัย

##### 4.1 ผลการสำรวจและรวบรวมข้อมูลการใช้หม้อไอน้ำของโรงพยาบาลที่ศึกษา

ผลการสอบถามข้อมูลโรงพยาบาลที่ศึกษามีจำนวน 13 โรงพยาบาลที่มีการใช้หม้อไอน้ำ และมีข้อมูลสมบูรณ์ที่สามารถวิเคราะห์ศักยภาพทางเทคนิคและการเงินได้เพียง 11 โรง โดยแบ่งเป็น โรงพยาบาลขนาด 151-500 เตียง จำนวน 3 โรง ขนาด 501-600 เตียง จำนวน 1 โรง ขนาด 601-1,000 เตียง จำนวน 4 โรง และขนาดมากกว่า 1,000 เตียง จำนวน 3 โรง ดังตารางที่ 4 สำหรับการประเมินมาตรการสนับสนุนการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงสามารถทำการประเมินได้ทั้งหมด 13 โรง

ตารางที่ 4 จำนวนโรงพยาบาลที่ทำการวิเคราะห์จำแนกตามขนาดจำนวนเตียง

เกณฑ์จำนวนเตียงของโรงพยาบาลอ้างอิงจากกระทรวงสาธารณสุข	จำนวนโรงพยาบาลที่ให้ข้อมูล (โรง)	จำนวนโรงพยาบาลที่ประเมินศักยภาพเทคนิคและการเงิน (โรง)
151-500 เตียง	4	3
501-600 เตียง	2	1
601-1,000 เตียง	4	4
มากกว่า 1,000 เตียง	3	3
รวม	13	11

##### 4.2 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพด้านเทคนิค

โรงพยาบาลจำนวน 11 โรง ที่มีข้อมูลเพียงพอสามารถประเมินศักยภาพทางเทคนิคได้โดยมีขนาดเตียงอยู่ในช่วง 279-2,600 เตียง มีจำนวนหม้อไอน้ำทั้งหมด 26 ลูก ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลดังตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพระหว่างหม้อไอน้ำที่ใช้ในปัจจุบันกับ Once Through Boiler พบว่า 92.3% ของหม้อไอน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพต่ำกว่า Once Through Boiler จึงมีศักยภาพที่จะเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงซึ่งได้แก่ หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลจำนวน 11 ลูก

น้ำมันเตา A 9 ลูก น้ำมันเตา C 2 ลูก และ LPG 2 ลูก ขนาดพิกัด Once Through Boiler ที่จะนำมาใช้แทนหม้อไอน้ำปัจจุบัน พิจารณาจากอัตราความต้องการไอน้ำต่อชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งผลประหยัดพลังงานที่ประเมินได้ทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 21,646-2,244,407 MJ/ปี/ลูก จะเห็นได้ว่าผลประหยัดที่ประเมินได้มีค่าแตกต่างกันมากเนื่องจากหลายปัจจัย ได้แก่ ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่ใช้ในปัจจุบัน ขนาดหม้อไอน้ำ อัตราไอน้ำที่ต้องการผลิต ตลอดจนจำนวนชั่วโมงการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยหม้อไอน้ำที่มีผลประหยัดพลังงานมากที่สุด 2,244,407 MJ/ปี เป็นหม้อไอน้ำที่มีความต้องการอัตราไอน้ำในอัตราที่ค่อนข้างสูง 1,609.79 kg/hr มีชั่วโมงทำงาน 2,186 hr/ปี มีผลต่างประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 18.9% เมื่อเปลี่ยนใช้หม้อไอน้ำ Once Through Boiler ที่มีขนาดพิกัด 2,000 kg/hr สำหรับหม้อไอน้ำที่มีผลประหยัดพลังงานน้อยที่สุด 21,646 MJ/ปี เป็นหม้อไอน้ำที่มีขนาดเล็กถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นถึง 17%

##### 4.3 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพด้านการเงิน

เมื่อพิจารณาตามปริมาณความต้องการไอน้ำต่อชั่วโมงและขนาดพิกัดหม้อไอน้ำ Once Through Boiler ที่เลือกใช้เพื่อเปลี่ยนทดแทนหม้อไอน้ำที่ใช้งานปัจจุบันทั้ง 24 ลูก มีผลประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงดังแสดงในตารางที่ 5

ผลประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงเมื่อเปลี่ยนเป็นหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง Once Through Boiler มีค่าแตกต่างกันมาก ซึ่งนอกจากจะขึ้นกับปัจจัยต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วในการประเมินศักยภาพทางเทคนิค (ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่ใช้ในปัจจุบัน ขนาดหม้อไอน้ำ อัตราการใช้ไอน้ำต่อชั่วโมง จำนวนชั่วโมงการทำงาน) ยังมีอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญ คือชนิดเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำเดิม เนื่องจากราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยความร้อน (MJ) ของเชื้อเพลิงมีค่าต่างกันมาก โดยน้ำมันดีเซลมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือน้ำมันเตา A และน้ำมันเตา C ตามลำดับ สำหรับเชื้อเพลิง LPG มีค่าต่ำที่สุด [10], [11], [12] โดยหม้อไอน้ำที่มีผลประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงสูงที่สุดเท่ากับ

3,356,392 บาท/ปี เป็นหม้อไอน้ำที่มีอัตราการใช้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 1,184.40-1,254.68 kg/hr จำนวนชั่วโมงทำงานอยู่ในช่วง 2,379-2,745 hr/ปี ซึ่งใช้น้ำมันเตา A เป็นเชื้อเพลิง มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 10-17.5% เมื่อเปลี่ยนเป็นหม้อไอน้ำ Once Through Boiler ที่มีขนาดพิกัด 1,500 kg/hr ที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง สำหรับหม้อไอน้ำที่มีผลประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงน้อยที่สุด 38,678 บาท/ปี เป็นหม้อไอน้ำที่มีอัตราการใช้อุณหภูมิ 80.87 kg/hr จำนวน

ชั่วโมงทำงานน้อยมากเพียง 365 hr/ปี และใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 17% เมื่อเปลี่ยนเป็นหม้อไอน้ำ Once Through Boiler ที่มีพิกัด 120 kg/hr ที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง จะเห็นได้ว่านอกจากค่าประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น จำนวนชั่วโมงทำงานของหม้อไอน้ำ อัตราไอน้ำที่ต้องการต่อชั่วโมง ตลอดจนชนิดเชื้อเพลิงเดิมที่ใช้ ล้วนส่งผลต่อค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ทั้งสิ้น

ตารางที่ 5 ผลประหยัดพลังงานที่ประเมินได้กรณีที่เปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง Once Through Boiler

Once Through Boiler		หม้อไอน้ำที่ใช้งานปัจจุบัน 24 ลูก			จำนวนชั่วโมงทำงานของหม้อไอน้ำต่อปี (hr/ปี)	ผลประหยัดพลังงาน (MJ/ปี/ลูก)	ผลประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงในปีที่ 1 (บาท/ปี/ลูก)
พิกัดหม้อไอน้ำ (kg/hr)	ค่าประสิทธิภาพ (%)	ประเภทเชื้อเพลิง	อัตราไอน้ำที่ต้องการใช้งาน (kg/hr)	ค่าประสิทธิภาพ (%)			
120	87	น้ำมันดีเซล 1 ลูก	80.87	70	365	21,646	38,678
160	87	น้ำมันดีเซล 1 ลูก	113.22	70	7,300	606,079	1,082,990
500	90	น้ำมันดีเซล 5 ลูก	323.49-395.68	70-80	546-1,530	147,297-388,470	241,792-637,680
		น้ำมันเตา A 2 ลูก	393.41	87	2,730-2,745	100,370-100,922	632,965-636,442
750	90	น้ำมันเตา A 1 ลูก	500	80	2,013	332,888	765,556
1,000	90	น้ำมันดีเซล 2 ลูก	823.84	86	2,184-2,196	220,944-222,158	1,298,498-1,305,633
		น้ำมันเตา A 2 ลูก	750	70-75	1,996.5-2,013	803,052-1,137,812	1,387,167-1,639,805
1,500	90	น้ำมันเตา A 3 ลูก	1,184.40-1,254.68	72.52-80	2,379-2,745	1,048,042-2,145,025	2,410,216-3,356,392
2,000*	96	น้ำมันดีเซล 2 ลูก	1,432.44	85	1,274-1,281	607,604-610,943	1,601,771-1,610,572
		น้ำมันเตา A 1 ลูก	1,662.45	90	2,366	690,537	2,510,254
		น้ำมันเตา C 2 ลูก	1,322.38-1,363.70	80-83	2,184-2,196	1,232,593-1,468,879	1,422,697-1,564,241
		LPG 1 ลูก	1,609.79	77.1	2,196	2,244,407	1,307,715
2,500	87	LPG 1 ลูก	1,900	80.41	2,184	965,729	562,688

หมายเหตุ \*หม้อไอน้ำ Once Through Boiler นี้ได้รวม Economizer ด้วย

ผลการประเมินอัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period) ของหม้อไอน้ำจำนวน 24 ลูกที่เปลี่ยนเป็น Once Through Boiler พบว่าหม้อไอน้ำ จำนวน 23 ลูก จากทั้งหมด 24 ลูก มีค่า IRR อยู่ในช่วง 17.42-154.49% และมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 2.5 ปี มีจำนวน 20 ลูกซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 0.7-2.2 ปี และมีค่า IRR อยู่ในช่วง 45.93-154.59% ดังแสดงตามตารางที่ 6 โดยแบ่งเป็น หม้อไอน้ำเดิมที่ใช้น้ำมันเตา A จำนวน 9 ลูก ซึ่งมีอัตราการใช้อุณหภูมิในช่วง

393.41-1,662.45 kg/hr ขนาดพิกัดหม้อไอน้ำ Once Through Boiler มีค่าอยู่ในช่วง 500-2,000 kg/hr มีผลต่างประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 3-20% จำนวนชั่วโมงการทำงานอยู่ในช่วง 1,996.5-2,745 hr/ปี พบว่ามีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 0.7-1.9 ปี และมีค่า IRR อยู่ในช่วง 54.59-154.49% หม้อไอน้ำเดิมที่ใช้น้ำมันดีเซล จำนวน 8 ลูก มีอัตราการใช้อุณหภูมิในช่วง 113.22-1,432.45 kg/hr ขนาดพิกัดหม้อไอน้ำ Once Through Boiler มีค่าอยู่ในช่วง 160-2,000 kg/hr มี



ผลต่างประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 4-20% จำนวน ชั่วโมงการทำงานอยู่ในช่วง 1,274-7,300 hr/ปี พบว่ามี ระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 0.9-2.2 ปี และค่า IRR อยู่ใน ช่วง 45.93-108.11% หม้อไอน้ำเคมีที่ใช้น้ำมันเตา C มี จำนวน 2 ลูก มีอัตราการใช้น้ำอยู่ในช่วง 1,322.38-1,363.70 kg/hr ขนาดพิกัดหม้อไอน้ำ Once Through Boiler 2,000 kg/hr มีผลต่างประสิทธิภาพที่ เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 13-16% จำนวนชั่วโมงการทำงานอยู่ใน ช่วง 2,184-2,196 hr/ปี พบว่ามีระยะเวลาคืนทุนอยู่ใน ช่วง 1.8-2 ปี และค่า IRR อยู่ในช่วง 50.83-55.76% หม้อไอน้ำเคมีที่ใช้ LPG มีจำนวน 1 ลูก ซึ่งอัตราการใช้น้ำ 1,609.79 kg/hr ขนาดพิกัดหม้อไอน้ำ Once Through Boiler 2,000 kg/hr มีผลต่างประสิทธิภาพที่ เพิ่มขึ้น 18.9% จำนวนชั่วโมงการทำงาน 2,196 hr/ปี พบว่า

มีระยะเวลาคืนทุน 2.2 ปี และมีค่า IRR 46.85% สำหรับ หม้อไอน้ำที่มีระยะเวลาคืนทุน 5.4 ปี เป็นหม้อไอน้ำเคมีที่ใช้ LPG มีอัตราการใช้น้ำ 1,900 kg/hr ขนาดพิกัดหม้อไอน้ำ Once Through Boiler 2,500 kg/hr มีผลต่าง ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น 6.6% จำนวนชั่วโมงการทำงาน 2,184 hr/ปี มีค่า IRR 17.42% สำหรับหม้อไอน้ำที่ไม่ เหมาะแก่การลงทุนพบว่ามีจำนวน 1 ลูก ที่มีค่า IRR -3.87% และมีระยะเวลาคืนทุนเกินอายุการใช้งานของ หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง เนื่องจากเป็นหม้อไอน้ำขนาดเล็กที่ปัจจุบันใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง มีอัตราการใช้น้ำ น้อย 80.87 kg/hr ขนาดพิกัดหม้อไอน้ำ Once Through Boiler 120 kg/hr ถึงแม้จะมีผลต่าง ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น 17% แต่มีจำนวนชั่วโมงการทำงาน เพียง 365 hr/ปี

ตารางที่ 6 หม้อไอน้ำที่มีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 2.5 ปี โดยแบ่งตามประเภทเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำเคมี

ประเภทเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำเคมี	อัตราไอน้ำที่ต้องการใช้งาน (kg/hr)	พิกัดหม้อไอน้ำ Once Through Boiler (kg/hr)	ผลต่างประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น (%)	จำนวนชั่วโมงทำงานของหม้อไอน้ำต่อปี (hr/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	IRR (%)
น้ำมันเตา A 9 ลูก	393.41-1,662.45	500-2,000	3-20	1,996.5-2,745	0.7-1.9	54.59-154.49
น้ำมันดีเซล 8 ลูก	113.22-1,432.45	160-2,000	4-20	1,274-7,300	0.9-2.2	45.93-108.11
น้ำมันเตา C 2 ลูก	1,322.38-1,363.70	2,000	13-16	2,184-2,196	1.8-2	50.83-55.76
LPG 1 ลูก	1,609.79	2,000	18.9	2,196	2.2	46.85

ผลการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ตามที่ได้ทำการปรับลดค่าประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ Once Through Boiler ลงจากกรณีฐาน 2% และ 5% พบว่าในกรณีที่ปรับลดประสิทธิภาพลง 2% จำนวนหม้อไอน้ำที่สามารถผ่านการประเมินศักยภาพทางเทคนิคและการเงินได้ลดลงเหลือเพียง 19 ลูก ซึ่งมีอัตราผลตอบแทนการลงทุนที่ลดลงจากกรณีฐานอยู่ในช่วง 2.48-31.04% สำหรับกรณีปรับลดประสิทธิภาพลง 5% พบว่าจำนวนหม้อไอน้ำที่ประเมินศักยภาพทางเทคนิคและการเงินได้ลดลงเหลือ 17 ลูก โดยมีอัตราผลตอบแทนที่ลดลงจากกรณีฐานอยู่ในช่วง 6.37-21.17% เห็นได้ว่าผลจากการปรับลด

ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ Once Through Boiler ทำให้ผลตอบแทนการลงทุนที่ลดลงในอัตราที่สูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ลดลง ดังนั้นค่าประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ Once Through Boiler จึงมีความไวสูง

#### 4.4 ผลการประเมินมาตรการสนับสนุนการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง

ผลสำรวจความคิดเห็นด้านมาตรการส่งเสริมการใช้หม้อไอน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงทั้ง 6 มาตรการ จากโรงพยาบาลทั้ง 13 โรง แสดงดังรูปที่ 3 พบว่าผลรวมการให้คะแนนทั้ง 6 มาตรการ ของโรงพยาบาลทั้ง 13 โรง โดยแต่ละมาตรการมีคะแนนเต็ม 65 คะแนน โดยเรียงจาก

มาตรการที่มีความน่าสนใจมากที่สุดไปน้อยสุดได้ดังนี้ มาตรการที่ได้คะแนนรวมมากที่สุด 57 คะแนน มี 2 มาตรการ ได้แก่ มาตรการที่ 2 คือ มาตรการสนับสนุนการลงทุนเพื่อดำเนินการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง โดยได้รับเงินอุดหนุนจากการพิจารณาผลประหยัดที่ตรวจพิสูจน์ได้ และมาตรการที่ 6 คือ มาตรการกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำที่จะมาจำหน่ายในประเทศไทย สำหรับมาตรการที่ 1 ซึ่งเป็นมาตรการลดหย่อนภาษีนิติบุคคลสำหรับสถานประกอบการที่เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ได้คะแนนรวมเป็นอันดับ 2 คือ 55 คะแนน มาตรการที่ 4 การจัดทำเอกสารสนเทศโดยจัดทำเว็บไซต์รวบรวมข้อมูลรายละเอียดของหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง ได้คะแนนรวมเป็นอันดับ 3 คือ 51 คะแนน มาตรการที่ 5 การสนับสนุนและสร้างแรงจูงใจให้มีการติดฉลากแสดงประสิทธิภาพพลังงานของหม้อไอน้ำได้คะแนนรวมเป็นอันดับ 4 คือ 46 คะแนน สำหรับมาตรการที่ 3 ซึ่งเป็นอันดับสุดท้าย เป็นโครงการเงินกู้ปลอดดอกเบี้ยปีแรกสำหรับสถานประกอบการที่

ต้องการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง ได้คะแนนรวมน้อยที่สุด คือ 44 คะแนน ซึ่งผลรวมคะแนนแต่ละมาตรการสรุปได้ดังตารางที่ 7

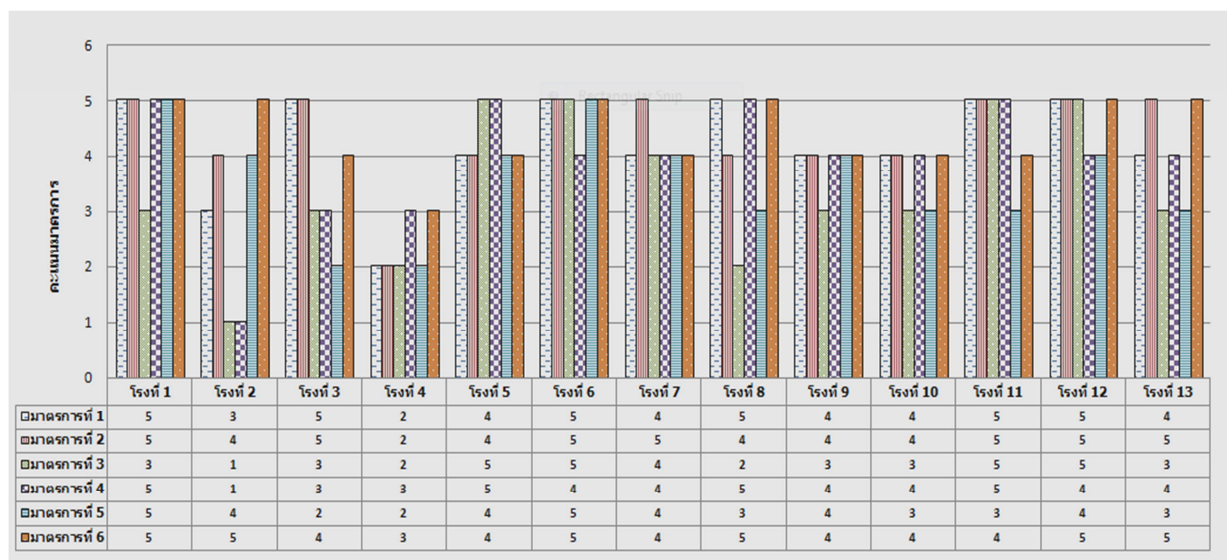
นอกเหนือจากการให้คะแนนมาตรการในแบบเก็บข้อมูลที่ได้กล่าวข้างต้น โรงพยาบาลที่ศึกษายังให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมถึงการเปลี่ยนหม้อไอน้ำให้เป็นหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงว่าผู้ใช้งานมีความสนใจและต้องการประหยัดพลังงาน แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการ ดังนี้

- ด้านต้นทุนหม้อไอน้ำ

โรงพยาบาลที่เป็นหน่วยงานเอกชนบางแห่งคำนึงเฉพาะราคามือไอน้ำให้มีราคาต่ำ ไม่ได้เน้นถึงการประหยัดพลังงาน สำหรับโรงพยาบาลที่เป็นหน่วยงานรัฐบาลบางแห่งได้มีการจัดตั้งงบประมาณไว้แล้วจึงไม่มีข้อจำกัดด้านราคามือไอน้ำ

- ด้านเชื้อเพลิง

ผู้ใช้งานจริงสนใจการใช้เชื้อเพลิง LPG และก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากเป็นพลังงานสะอาดแต่ยังคงมีข้อจำกัดด้านการขนส่ง



รูปที่ 2 การให้คะแนนความสนใจมาตรการของโรงพยาบาลที่ศึกษา 13 โรง

ตารางที่ 7 ผลรวมคะแนนมาตรการสนับสนุนการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง

มาตรการสนับสนุนการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง	คะแนนรวมที่ได้ (คะแนน)
1. มาตรการลดหย่อนภาษีนิติบุคคลสำหรับสถานประกอบการที่เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง	55
2. มาตรการสนับสนุนการลงทุนเพื่อดำเนินการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง โดยได้รับเงินอุดหนุนจากการพิจารณาผลประหยัดที่ตรวจพิสูจน์ได้	57
3. มาตรการทางการเงินในการจัดทำโครงการเงินกู้ปลอดดอกเบี้ยปีแรกสำหรับสถานประกอบการที่ต้องการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงเพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงาน	44
4. มาตรการในการจัดทำข้อมูลสารสนเทศ โดยจัดทำเวปไซต์รวบรวมข้อมูลรายละเอียดทุกชนิดของหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง (Portal Website) เพื่อสะดวกแก่ผู้ที่ต้องการตัดสินใจมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง	51
5. มาตรการสนับสนุนและสร้างแรงจูงใจให้มีการติดฉลากแสดงประสิทธิภาพพลังงานของหม้อไอน้ำ	46
6. มาตรการกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำที่จะมาจำหน่ายได้ในประเทศไทย	57

### 5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาศักยภาพในการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงขนาดเล็กในโรงพยาบาล ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงประเภท Once Through Boiler ที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง พบว่า 87% ของหม้อไอน้ำที่ศึกษามีความคุ้มค่าลงทุนในการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง โดยมีค่า IRR อยู่ในช่วง 17.42-154.49% และมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 0.7-2.2 ปี ในส่วนการวิเคราะห์ความไว เมื่อปรับลดค่าประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ Once Through Boiler ลง 2% และ 5% พบว่ามีความไวสูงซึ่งส่งผลให้ผลตอบแทนการลงทุนลดลงอยู่ในช่วง 2.48-31.04% และ 6.37-21.17% ตามลำดับ ทำให้จำนวนหม้อไอน้ำที่ผ่านการประเมินสามารถประเมินศักยภาพทางเทคนิคได้ลดลงเหลือ 79% และ 71% ตามลำดับ

มาตรการสนับสนุนการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงที่ได้รับความสนใจมากที่สุด ได้แก่ มาตรการการ

สนับสนุนการลงทุนเพื่อดำเนินการเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง โดยได้รับเงินอุดหนุนจากการพิจารณาผลประหยัดที่ตรวจพิสูจน์ได้ และมาตรการการกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำที่จะมาจำหน่ายในประเทศไทย ซึ่งเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการช่วยส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย และขอขอบคุณโรงพยาบาลทุกโรงที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลหม้อไอน้ำในโรงพยาบาล ตลอดจนบริษัทตัวแทนจำหน่ายหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง Once Through Boiler ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ซึ่งทำให้สามารถดำเนินงานวิจัยนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สมาคมโรงพยาบาลเอกชน (2553). สถานการณ์ธุรกิจบริการสุขภาพของไทย, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.thaiph.org/download/AEC/สถานการณ์ธุรกิจบริการสุขภาพของไทย.pdf>
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2556). สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม พ.ศ.2556, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา [http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat\\_dede/sit\\_56/sit\\_july.pdf](http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_dede/sit_56/sit_july.pdf)
- [3] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2554). แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554 - 2573), [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา [http://www.eppo.go.th/ccep/download/NEEP2030\\_FINAL.pdf](http://www.eppo.go.th/ccep/download/NEEP2030_FINAL.pdf)
- [4] Bujak, J. Heat Consumption for Preparing Domestic Hot Water in Hospitals, Energy and Buildings, 2010; 42 (7): 1047-1055.
- [5] วิวัฒน์ มุลอ้าย และ ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ (2552). ศึกษาในการผลิตน้ำร้อนในโรงพยาบาล ด้วยปั๊มความร้อนเสริมแสงอาทิตย์ที่ใช้ตัวเก็บรังสีแบบโพลีพรอพิลีน, *วารสารวิศวกรรมศาสตร์*, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 3(16): 23-33.
- [6] จรัส จิรวินูลย์ (2554). หม้อไอน้ำน้ำบับใช้ในโรงงาน. *พิมพ์ครั้งที่ 2*, ส.ส.ท. กรุงเทพมหานคร, 1-52.
- [7] บริษัท เค. วาย. อินเตอร์เทค จำกัด (2553). หม้อกำเนิดไอน้ำ Miura คืออะไร [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา [http://www.kyi.co.th/htmlPd/T-p3\\_miura.htm](http://www.kyi.co.th/htmlPd/T-p3_miura.htm)
- [8] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2554). โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมและอาคารต่างๆ (SEC) อาคารประเภทโรงพยาบาล, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา [http://www2.dede.go.th/km\\_berc/downloads/menu4/เอกสารเผยแพร่/คู่มือ/08%20sec/01\\_โรงพยาบาล.pdf](http://www2.dede.go.th/km_berc/downloads/menu4/เอกสารเผยแพร่/คู่มือ/08%20sec/01_โรงพยาบาล.pdf)
- [9] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy, [Online], available : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
- [10] สำนักงานนโยบายพลังงานและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2555). ปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง (ค่าความร้อนสุทธิ), [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.eppo.go.th/index-T.html>
- [11] สำนักงานนโยบายพลังงานและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2555). ราคาขายปลีกน้ำมันปิโตรเลียมในเขตกรุงเทพมหานคร, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.eppo.go.th/info/cd-2012/pdf/cha8.pdf>
- [12] กระทรวงพลังงาน (2556). มติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติครั้งที่ 1/2556 (ครั้งที่ 144), [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.eppo.go.th/nepc/kpc/kpc-144.htm>
- [13] U.S. Energy Information Administration, (2013). Annual Energy Outlook 2013 Early Release Overview, [Online], available : [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/er/pdf/0383er\(2013\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/er/pdf/0383er(2013).pdf)
- [14] สำนักงานนโยบายพลังงานและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2556). Price Structure of Petroleum Product in Bangkok, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.eppo.go.th/petro/price/pt-price-st-2013-02-06.xls>
- [15] Gas Energy Australia, (2013). Saudi Aramco LPG Prices per Metric Tonne (MT), [Online], available : [http://gasenergyaustralia.asn.au/site/industry\\_data.php](http://gasenergyaustralia.asn.au/site/industry_data.php)

- [16] ธนาคารแห่งประเทศไทย (2556). อัตราแลกเปลี่ยน, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา  
[http://www.bot.or.th/Thai/Statistics/FinancialMarkets/ExchangeRate/\\_layouts/Application/ExchangeRate/ExchangeRateAgo.aspx](http://www.bot.or.th/Thai/Statistics/FinancialMarkets/ExchangeRate/_layouts/Application/ExchangeRate/ExchangeRateAgo.aspx)
- [17] วารุณี เตีย (2540). การวิเคราะห์พลังงานทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์, การประหยัดและอนุรักษ์พลังงานใน  
โรงงานอุตสาหกรรม สำหรับผู้ประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร