

การบริหารจัดการเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) และข้อมูลด้านพลังงานภายใต้ระบบ การจัดการพลังงานตามกฎหมายของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

โดย นายพิชชา สุทธิกุล นักวิชาการพลังงานชำนาญการ

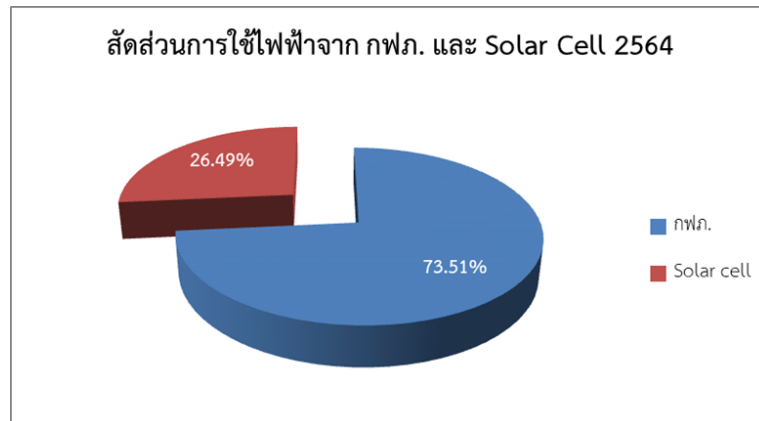
กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ เป็นอาคารที่มีการออกแบบให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเน้นการออกแบบด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน และเน้นการพึ่งพาธรรมชาติจากสถานะแวดล้อมรอบอาคารเป็นหลัก ดังนั้นการบริหารจัดการทรัพยากรทางด้านพลังงานของอาคารจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ทักษะ และองค์ความรู้เชิงวิศวกรรมขั้นสูง โดยเฉพาะการบริหารจัดการการทำงาน และการบำรุงรักษาของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ขนาด 219 ตัน จำนวน 2 เครื่อง ที่มีการติดตั้งใช้งานภายในอาคารมาแล้วราว 20 ปี ซึ่งถือเป็นเครื่องจักรที่มีการใช้พลังงานสูงสุดของอาคาร (ร้อยละ 55 เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานรวมทั้งอาคาร) โดยเครื่องทำน้ำเย็นนั้นจะมีการใช้งานร่วมกับ Ice Storage ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งบนหลังคาของอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น

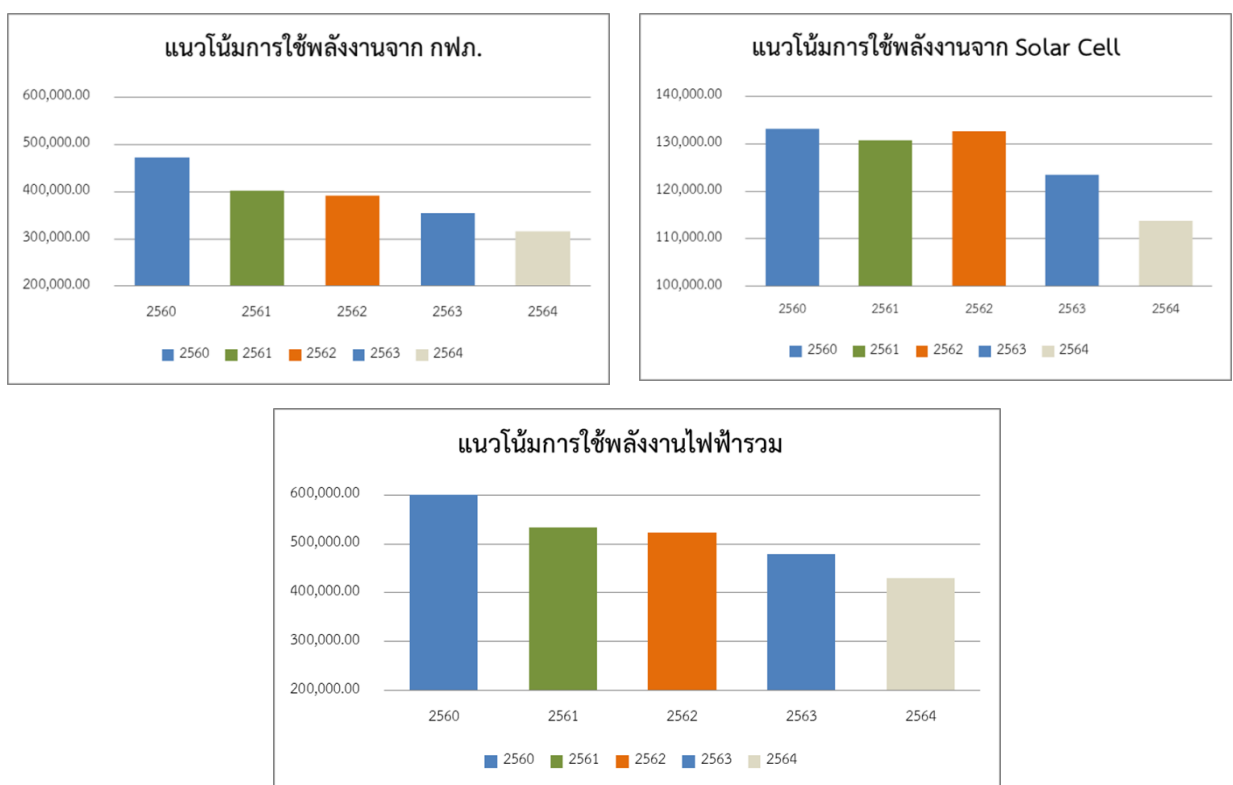
นอกจากนี้อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรตินี้ยังเป็นอาคารควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538 เนื่องจากมีการติดตั้งหม้อแปลงภายในอาคารรวมกัน 2,000 kVA จึงต้องมีการจัดทำระบบการจัดการพลังงาน 8 ขั้นตอนตามกฎหมาย โดยผู้เขียนได้รับมอบหมายให้เป็นประธานคณะทำงานฝ่ายเทคนิคซึ่งมีหน้าที่รวบรวมข้อมูลทางด้านพลังงาน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านพลังงานในมิติต่างๆ เพื่อค้นหาศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานของอาคาร (ขั้นตอนที่ 4 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน แบ่งเป็นระดับองค์กร ระดับผลิตภัณฑ์และการบริหาร และระดับเครื่องจักรอุปกรณ์) รวมทั้งกำหนดแผนการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงาน และติดตามผลการดำเนินการ (ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน ขั้นตอนที่ 6 การติดตามผลการดำเนินการตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน) เพื่อรายงานต่อประธานคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานของอาคารและจัดทำรายงานการจัดการพลังงานส่งตามกฎหมายต่อไป

การรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลด้านพลังงานของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

ผู้เขียนได้รวบรวมข้อมูลทางด้านพลังงานของอาคารอนุรักษ์พลังงานทุกมิติและได้จัดทำเป็นกราฟเพื่อแสดงแนวโน้มของข้อมูล สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

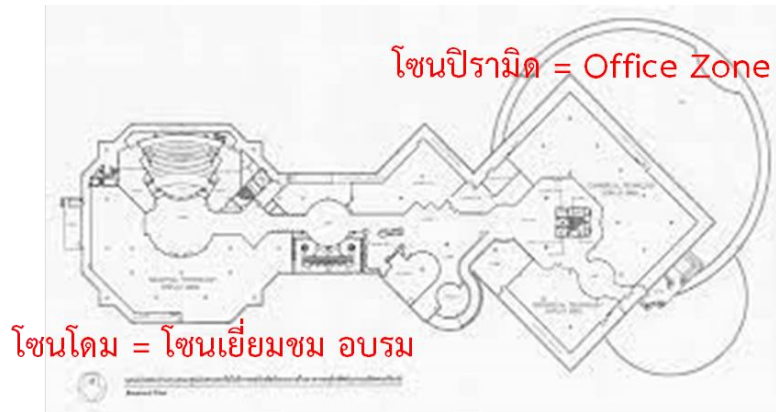


รูปที่ 1 กราฟแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าจาก กฟภ. และ โซลาร์เซลล์



รูปที่ 2-4 กราฟแสดงแนวโน้มการใช้พลังงานจาก กฟภ. จากโซลาร์เซลล์ที่ผลิตเอง และการใช้พลังงานรวม จากข้อมูลแนวโน้มการใช้พลังงานในเบื้องต้นที่แสดงดังรูปที่ 1-4 จะเห็นว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของ อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติมาจาก 2 แหล่ง คือจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และจากการผลิตเอง ด้วยแผงโซลาร์เซลล์ โดยมีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงทุกปี ซึ่งอาจมาจากหลายปัจจัย เช่น มีการควบคุม การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ทำให้มีการใช้งานอาคาร น้อยลง เป็นต้น

ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารนั้น ผู้เขียนได้ใช้วิธีการประเมินด้วยค่า Specific Energy Consumption (SEC) โดยพิจารณาจากการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศจริงของอาคารที่มีการแบ่งพื้นที่ และรูปแบบการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศดังรูป



รูปที่ 5 การแบ่งพื้นที่โซนโดม และโซนปิรามิด

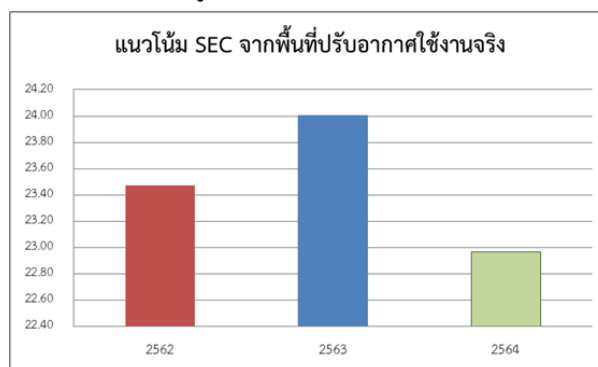
พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ปรับอากาศ	รวม
Zone ปิรามิด (Office Zone)	Zone Dome	
5,582 ตร.ม. (54.8%)	4,594 ตร.ม. (45.2%)	10,176 ตร.ม.
คงที่	ไม่คงที่	

รูปที่ 6 การแสดงสัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศโซนโดม และโซนปิรามิด

จากรูปการแบ่งพื้นที่ใช้งานระบบปรับอากาศจะเห็นว่าในโซนปิรามิดจะเป็นโซนสำนักงานที่มีเวลาการเปิด-ปิดการใช้งานระบบปรับอากาศที่ชัดเจน (คงที่) แต่พื้นที่โซนโดมจะมีการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่ามีผู้เข้ามาเยี่ยมชมอาคารหรือไม่ ดังนั้นสมการที่ใช้คิด SEC จะเป็นดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{SEC} &= \frac{\text{การใช้พลังงานรวม (เมกะจูล)}}{\text{พื้นที่ปรับอากาศจริง (ตารางเมตร)}} \\
 \text{โดยพื้นที่ปรับอากาศจริง} &= \text{พื้นที่โซนปิรามิด (คงที่ = 5,582 ตร.ม.)} + \text{พื้นที่โซนโดม (ไม่คงที่)} \\
 \text{พื้นที่โซนโดม} &= \frac{\text{ชม.เปิดใช้งานโดมจริงต่อเดือน (จากมิเตอร์ AHU 2 ตัว)} \times \text{พื้นที่โดมทั้งหมด}}{\text{ชม.เปิดใช้งานโดมสูงสุดต่อเดือน (8.25 ชม./วัน)}}
 \end{aligned}$$

สามารถแสดงแนวโน้มของ SEC ได้ดังรูป



รูปที่ 7 แนวโน้มค่า SEC ของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

การบริหารจัดการการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติมีการติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER) จำนวน 2 เครื่องยี่ห้อ TRANE รุ่น Rthc – C1E1F1 ขนาด 219 ตันพร้อมระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ (TRACER) มีการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นจะดำเนินการเปิดใช้งานสลับกันทำงานวันเว้นวันระหว่าง CH-1 และ CH-2 ในวันทำงานราชการระหว่างเวลา 07.45 – 15.30 น. (มีความจำเป็นต้องเปิดก่อนเวลาเช้างานคือ 8.30 น. เนื่องจากระบบทำความเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นมีความจำเป็นต้องใช้เวลาพอสมควรเพื่อให้อาคารเกิดความเย็น อีกทั้งช่วงเวลา 7.45 ยังอยู่ในช่วงเวลา Off Peak ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้าถูกตามอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU อีกด้วย) โดยการเปิดใช้งาน AHU นั้นจะแบ่งตามโซนพื้นที่การใช้งานตามที่ได้อธิบายในรูปที่ 5 ซึ่งโซนปริมาตรคือโซนสำนักงานจะมีการเปิดใช้งานตามเวลาข้างต้นตลอดเวลา แต่โซนโดมซึ่งเป็นโซนสำหรับเยี่ยมชมอาคารจะเปิดใช้งานก็ต่อเมื่อมีผู้เข้าเยี่ยมชมอาคารเท่านั้น

นอกจากนี้อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติยังมีการติดตั้งระบบผลิตและกักเก็บน้ำแข็งหรือ Ice Storage ขนาด 25 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 3 ชุด เพื่อใช้ในการลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น โดยหลักการของ Ice Storage คือ จะมีการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากแสงโซลาร์เซลล์ในวันเสาร์-อาทิตย์เพื่อทำการผลิตน้ำแข็งและกักเก็บไว้ และจะนำความเย็นจากน้ำแข็งมาใช้ร่วมกับเครื่องทำน้ำเย็นในช่วงเช้าของวันจันทร์ ส่งผลให้เครื่องทำน้ำเย็นใช้พลังงานน้อยลง สามารถแสดงหลักการทำงานของ Ice Storage ได้ดังรูป



รูปที่ 8 ภาพแสดงหลักการทำงานของ Ice Storage

ทั้งนี้อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้มีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอาคารในจุดตรวจวัดตามชั้นต่างๆ เนื่องจากความรู้สึกสบายของมนุษย์จะประกอบไปด้วยอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม

การตรวจวัดและการดูแลบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติมีการว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญเข้ามาดูแลบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็นและระบบควบคุมอัตโนมัติเป็นประจำทุกเดือน เนื่องจากเทคโนโลยีข้างต้นเป็นเทคโนโลยีเฉพาะด้าน โดยมีรายละเอียดสิ่งที่จะต้องตรวจสอบและบำรุงรักษามีทั้งรอบประจำ 1 เดือน 3 เดือน และ 6 เดือน เช่น ตรวจสอบ

ปรับแต่งการทำงาน และระบบควบคุมความปลอดภัยบันทึกค่าที่ตั้งไว้, ตรวจสอบและบันทึกค่าการทำงานของ อุณหภูมิและความดันของระบบน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น และประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนระหว่าง สารทำความเย็นและระบบน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐาน, ตรวจสอบการทำงานของ Compressor Motor, Thrust Bearing Sensor, ตรวจสอบการทำงานของ Interlock และ Flow Switches, ตรวจสอบความเป็นฉนวนของ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และมอเตอร์ปั๊มน้ำเย็น เป็นต้น

การจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

เนื่องจากเครื่องทำน้ำเย็นถือเป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญของอาคารอนุรักษ์ พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ผู้เสนอจึงได้ทำการประเมินหาสาเหตุของการสูญเสียทางด้านพลังงาน และประเมิน หาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นซึ่งพบว่ามีความจำเป็นในการดำเนินการ 10 มาตรการ ดังนั้นจึงต้องทำการพิจารณาในมิติต่างๆเพื่อหาแนวทางในการคัดเลือกมาตรการ ว่าควร ดำเนินการมาตรการใดก่อน-หลัง โดยมิติที่ใช้พิจารณามีดังนี้

- ความยากง่ายในเชิงเทคนิคหรือการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี
- จำนวนเงินลงทุน (บาท)
- ผลประหยัด (บาท/ปี)
- ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
- ผลกระทบต่อการดำเนินงานและธุรกิจ
- ผลกระทบต่อผู้เกี่ยวข้อง

สามารถแสดงผลการคัดเลือกมาตรการ โดยเรียงลำดับตามก่อน-หลัง ได้ดังนี้

ลำดับ ที่	ชื่อมาตรการ	ประเภทมาตรการ	ความยากง่ายในเชิง เทคนิคหรือการ ปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี	จำนวนเงิน ลงทุน (บาท)	ผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ระยะเวลา คืนทุน (ปี)	ผลกระทบต่อ การดำเนินงาน และธุรกิจ	ผลกระทบต่อ ผู้เกี่ยวข้อง	รวม คะแนน
1	เปิด Cooling Tower เพิ่มเต็ม	HK	4	4	1	4	4	4	21
2	ปรับอัตราการไหลให้เหมาะสม	HK	4	4	1	4	4	4	21
3	เปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็น ชุดที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นหลัก	HK	4	4	1	4	4	4	21
4	ลดพลังงานของเครื่องสูบน้ำเย็น ป้อนภูมิเมื่อเครื่องทำน้ำเย็นมี ภาระการทำงานต่ำ	HK	4	4	1	4	4	4	21
5	ปรับ Set point อุณหภูมิน้ำเย็น ให้สูงขึ้น	HK	4	4	1	4	4	4	21
6	การบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น	HK	4	4	1	4	4	4	21
7	ติดตั้ง VSD ที่เครื่องสูบน้ำเย็น ปฐมภูมิ (Primary Pump)	PI	3	4	1	1	4	4	17
8	เปลี่ยนเครื่องสูบน้ำระบายความ ร้อนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น	PI	2	4	1	1	4	4	16
9	เปลี่ยนเครื่องสูบน้ำเย็นชุดใหม่ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น	PI	3	3	1	1	3	3	14
10	เปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น ประสิทธิภาพสูง	MC	1	1	4	1	3	3	13

รูปที่ 9 ผลการคัดเลือกมาตรการ โดยเรียงลำดับตามก่อน-หลัง

จากข้อมูลผลการคัดเลือกมาตรการ โดยเรียงลำดับตามก่อน-หลังในรูปที่ 9 พบว่ามาตรการในลำดับต้นๆที่ควรดำเนินการก่อนคือมาตรการประเภท House Keeping และเมื่อได้พิจารณาตามรายชื่อมาตรการแล้วปรากฏว่ามีหลายมาตรการที่ได้ดำเนินการไปแล้วได้แก่ มาตรการลำดับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 7 ส่วนมาตรการที่ยังไม่ได้ดำเนินการได้แก่มาตรการ 6, 8, 9, 10 โดยมาตรการที่ 8, 9, 10 นั้น เป็นมาตรการที่ต้องใช้งบประมาณในการลงทุน แต่เนื่องจากอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติไม่ได้รับงบประมาณ จึงสามารถดำเนินการได้เพียงมาตรการที่ 6 การบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น เท่านั้น โดยรายละเอียดของการดำเนินการมาตรการบำรุงรักษาระบบแลกเปลี่ยนความร้อนเครื่องทำน้ำเย็นสามารถแสดงผลได้ดังนี้



รูปที่ 10 การดำเนินการมาตรการบำรุงรักษาระบบแลกเปลี่ยนความร้อนเครื่องทำน้ำเย็น

ลำดับ ที่	มาตรการ	ผลประโยชน์			ร้อยละ ผลประโยชน์	เงินลงทุน (บาท)	ระยะ เวลา คืนทุน (ปี)
		ไฟฟ้า					
		กิโลวัตต์	กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี	บาท/ปี			
<u>ด้านไฟฟ้า</u>							
1	มาตรการบำรุงรักษาระบบแลกเปลี่ยนความร้อนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 2	21.90	17,793.75	71,175.00	3.72	-	-
รวมด้านไฟฟ้า		21.90	17,793.75	71,175.00	3.72	-	-

รูปที่ 11 ผลจากการดำเนินการมาตรการบำรุงรักษาระบบแลกเปลี่ยนความร้อนเครื่องทำน้ำเย็น

เอกสารอ้างอิง

- (1) รายงานการจัดการพลังงานของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ประจำปี 2564 (2565).
กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- (2) รายงานการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) พร้อมระบบควบคุมอัตโนมัติอาคารอนุรักษ์พลังงาน
เฉลิมพระเกียรติ (2564). กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- (3) รายงานการบริหารจัดการระบบวิศวกรรมอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ (2564). กรุงเทพฯ:
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- (4) คู่มือหลักสูตรการตรวจประเมินสมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์หลักภายใต้ระบบการจัดการพลังงาน (2562).
กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน