

ระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์สำหรับอาคารทดสอบ โครงการสวนพลังงาน: ภาระทางความร้อนและการออกแบบระบบ Solar Cooling System of Testing Building, Energy Park Project: Cooling Load and Design

นิพนธ์ เกตุจ้อย^{1*} วัฒนพงษ์ รัชนีชัย¹ ไพฑูรย์ เหล่าดี¹ และ วุฒิพงศ์ สุพนธนา²
¹วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

โทร 0-5526-1208 โทรสาร 0-5526-1208 e-mail: ketjoy@yahoo.com, niponk@nu.ac.th, sert@nu.ac.th

²บริษัทลีโอนิกส์ จำกัด บางปะกง ฉะเชิงเทรา 24180 โทร 0-3857-0503 โทรสาร 0-3857-0512

Nipon Ketjoy^{1,*} Wattanapong Rakwichian¹ Pitoon Laodee¹ and Wuthipong Suponthana²

¹School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000

Tel: 0-5526-1208 Fax: 0-5526-1208 e-mail: ketjoy@yahoo.com, niponk@nu.ac.th, sert@nu.ac.th

²Leonics Co., Ltd., Bangpakong, Chachoengsao 24180 Tel: 0-3857-0503 Fax: 0-3857-0512

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอการหาค่าภาระทางความร้อนและการออกแบบระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์สำหรับอาคารทดสอบภายในพื้นที่โครงการสวนพลังงาน มหาวิทยาลัยนเรศวร ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งทำการออกแบบโดยกำหนดเงื่อนไขให้ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 70% และพลังงานจากระบบความร้อนเสริมไม่เกิน 30% ภายใต้เงื่อนไขทางด้านอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดพิษณุโลก ช่วงเวลาทำงานของระบบปรับอากาศคือ 7.00 – 17.00 น. จากการศึกษาทำให้ทราบว่าค่าภาระทางความร้อนสูงสุดของห้องปรับอากาศอยู่ในเดือนพฤษภาคมที่ 22.4 kW ในช่วงเวลา 10.00 – 11.00 น. ซึ่งสามารถหาขนาดของแผงคอยล์ยูนิต และขนาดของเครื่องทำความเย็นได้ โดยเครื่องทำความเย็นที่เลือกใช้ในระบบคือ Yazaki WFC SC-10 ขนาด 35 kW และเลือกใช้แผงคอยล์ยูนิตของ Carrier 42JB010-CW ขนาด 33,000 BTU จำนวน 4 ตัว สำหรับตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ที่ใช้ เลือกตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ที่มีค่าประสิทธิภาพทางความร้อนไม่ต่ำกว่า 0.70 ซึ่งจากการคำนวณหาขนาดพื้นที่รวมของตัวรับรังสีทำให้ได้ขนาดพื้นที่รวมอยู่ที่ 81 m² ซึ่งตัวรับรังสีจะสามารถจ่ายพลังงานให้กับความต้องการของระบบปรับอากาศได้ 100% แต่เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่สำหรับการติดตั้งตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้ขนาดพื้นที่จริงของตัวรับรังสีที่ใช้อยู่ที่ 72 m² ซึ่งพื้นที่รวมนี้คิดเป็น 90% ของความสามารถในการจ่ายพลังงานให้กับระบบ โดยเลือกใช้ตัวรับรังสีแบบหลอดแก้วสุญญากาศของ Apricus Manifold AP-30 ซึ่งแต่ละชุดมีพื้นที่รับแสง 2.4 m² จำนวน 30 ชุด จากการคำนวณหาปริมาณพลังงานที่ต้องการจากระบบความร้อนเสริมทำให้ทราบว่าปริมาณพลังงานสูงสุดที่ระบบต้องการอยู่ที่ 20 kW ในเดือนตุลาคม ช่วงเวลา 16.00 – 17.00 น. ในระบบนี้ได้เลือกใช้เครื่องทำน้ำร้อนของ Rinnai Infinity 32 ซึ่งสามารถปรับอุณหภูมิของน้ำได้สูงสุดที่ 95 °C และจากการหาค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีของสัดส่วนการใช้พลังงานเสริมใน

ระบบปรับอากาศพบว่ามีส่วนอยู่ที่ 20% ของพลังงานที่จ่ายให้กับระบบซึ่งต่ำกว่าเงื่อนไขที่ต้องการ

Abstract

This paper presents process cooling load and design of a solar cooling system for Testing Building in the Energy Project, Naresuan University. The solar cooling system design to achieve the target, not less than 70% energy supply from solar energy and not over than 30% supply from the backup, under metrological environment of Phitsanulok province and operation time is 7.00-17.00 of day. The study shows the maximum cooling load in May is 22.4 kW during 10.00-11.00. The 35 kW absorption system of Yazaki WFC SC-10 and 4 x 33,000 BTU fan coil unit of Carrier 42JB010-CW choose for this system. The solar collectors at thermal efficiency over than 0.70 are choosing. The calculate shows that 81 m² of solar collector possible to supply 100% of the energy for cooling system. However, the actual install area is only 72 m² as this amount is 90% of energy capability. The Apricus Manifold AP-30, 2.4 m² x 30 unit solar collectors are choosing. The calculation shows the maximum energy demand from the backup system is 20 kW in October during 16.00-17.00. So, the water heater of Rinnai Infinity 32 as possible to supply 95 °C of water is choosing for this proposes. The final results show that the average energy fraction from the backup is 20% of total energy supply as lower than target requirements.

* Corresponding author

1. บทนำ

การใช้พลังงานของโลกในปี พ.ศ. 2546 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ราคาน้ำมันและก๊าซธรรมชาติทำสถิติสูงสุดในรอบ 20 ปี การใช้พลังงานขั้นต้น (primary energy consumption) เพิ่มขึ้น 2.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสัมพันธ์กับการฟื้นตัวของเศรษฐกิจโลก และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องของประเทศจีน การใช้พลังงานขั้นต้นของประเทศในเอเชียแปซิฟิกมีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 6.9 เปอร์เซ็นต์ หากพิจารณาในเรื่องของปริมาณสำรองและความมั่นคงทางด้านพลังงานของโลกนั้นจะพบว่าปริมาณสำรองน้ำมัน 85 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสำรองโลกมีอยู่ในประเทศเพียง 11 ประเทศ ปริมาณสำรองก๊าซธรรมชาติ 75 เปอร์เซ็นต์ มีอยู่ใน 9 ประเทศ และปริมาณสำรองถ่านหิน 90 เปอร์เซ็นต์ มีอยู่ใน 10 ประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่ก็เป็นประเทศที่ซ้ำกันในกลุ่มดังกล่าว [1] ปัญหาโลกร้อน (global warming) เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเป็นที่ทราบแน่ชัดแล้วว่าสาเหตุหลักเกิดจากการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกก็มีส่วนกดดันต่อสถานการณ์พลังงานของโลกเช่นกัน อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกอยู่ที่ประมาณ 1.2 – 2 เปอร์เซ็นต์ต่อปี และคาดว่าประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าจากจำนวนในปัจจุบัน ในช่วงกลางศตวรรษที่ 21 ในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) คาดว่าโลกจะมีประชากรสูงถึง 12,000 ล้านคน อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และปริมาณความต้องการพลังงานก็จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปี พ.ศ. 2593 ซึ่งความต้องการพลังงานขั้นต้นจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 – 3 เท่าจากปัจจุบัน [2] การแสวงหาแหล่งพลังงานใหม่ การอนุรักษ์พลังงาน และรักษาสิ่งแวดล้อมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญต่อมนุษยชาติเป็นอย่างยิ่ง

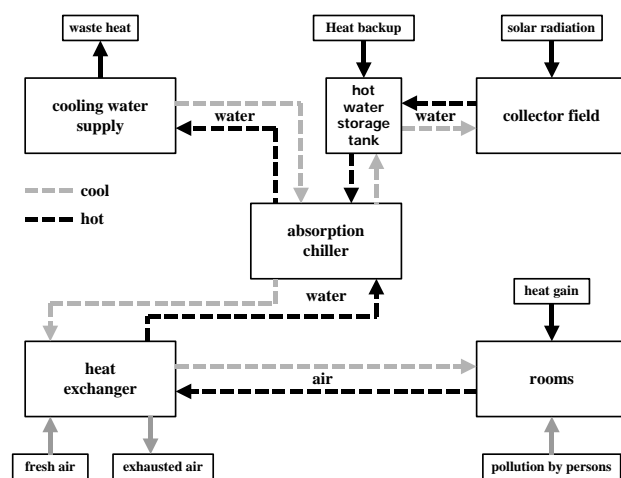
การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ร้อยละ 40 อยู่ในภาคอุตสาหกรรม ร้อยละ 35 อยู่ในภาคธุรกิจ และอีกร้อยละ 25 อยู่ในภาคที่อยู่อาศัย ตัวเลขค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เป็นจริงในทุกวันนี้ กว่ร้อยละ 50 ของพลังงานที่สูญเสียไปนั้นมาจากเครื่องปรับอากาศ (คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าประมาณ 50×10^3 GWh/year) [3] เนื่องจากประเทศไทยมีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้นจึงไม่สามารถปฏิเสธความสะดวกสบายที่ได้รับจากเครื่องปรับอากาศได้ ปัจจุบันอาคารเกือบทุกแห่งออกแบบให้ต้องพึ่งพาเครื่องปรับอากาศเป็นหลัก รวมทั้งภาคที่อยู่อาศัย จึงหนีไม่พ้นที่จะต้องมียุคปรกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในบรรดาเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศภายในประเทศเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 400,000 เครื่อง ถ้าเฉลี่ยความต้องการไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศจะใช้ประมาณ 1,500 วัตต์ต่อเครื่อง หากทุกเครื่องเปิดใช้พร้อมกันในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของระบบ เพื่อสนองความต้องการของเครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียว ประเทศไทยจะต้องสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเฉพาะกรณีนี้ถึงปีละ 600 เมกะวัตต์ หรือเทียบได้กับโรงไฟฟ้าแม่เมาะขนาด 300 เมกะวัตต์ 2 โรง [3] เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ามกที่สุด หากมีการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศทางเลือกที่สามารถใช้พลังงานทดแทนได้ ก็จะสามารถช่วยให้ประเทศสามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมากในแต่ละปี ลดหรือชะลอการลงทุนเพื่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ได้

ประเทศไทยตั้งอยู่ในบริเวณเส้นศูนย์สูตร มีแสงอาทิตย์สม่ำเสมอตลอดทั้งปี จากการศึกษาของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพบว่าค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยรายวันของประเทศไทยอยู่ที่ประมาณ $5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{day}$ ซึ่งหากคำนวณค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นที่ของประเทศไทย (514×10^9 ตารางเมตร หรือประมาณ 320 ล้านไร่) ตลอดทั้งปีแล้วจะมีค่าประมาณ $940,000 \times 10^3$ GWh/year เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2545 ที่อยู่ในระดับ 100×10^3 GWh/year จะพบว่าพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นที่ของประเทศไทยมีค่าสูงกว่าถึงประมาณ 9,400 เท่าของความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย [4] พลังงานจากแสงอาทิตย์จึงเป็นแหล่งพลังงานที่ประเทศไทยไม่ควรจะมองข้าม เนื่องจากมีศักยภาพสูง และมีปริมาณอย่างมหาศาลสามารถรองรับกับความต้องการพลังงานของประเทศไทยได้ในอนาคต หากมีการส่งเสริมให้เกิดการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในระบบปรับอากาศ ก็จะช่วยให้ประเทศสามารถลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงซึ่งต้องพึ่งพาการนำเข้า และมีแนวโน้มของราคาที่สูงขึ้นทุกปีได้ ซึ่งจะทำให้ประเทศสามารถลดการนำเข้าพลังงาน เพิ่มศักยภาพของการแข่งขันประเทศให้สูงขึ้น

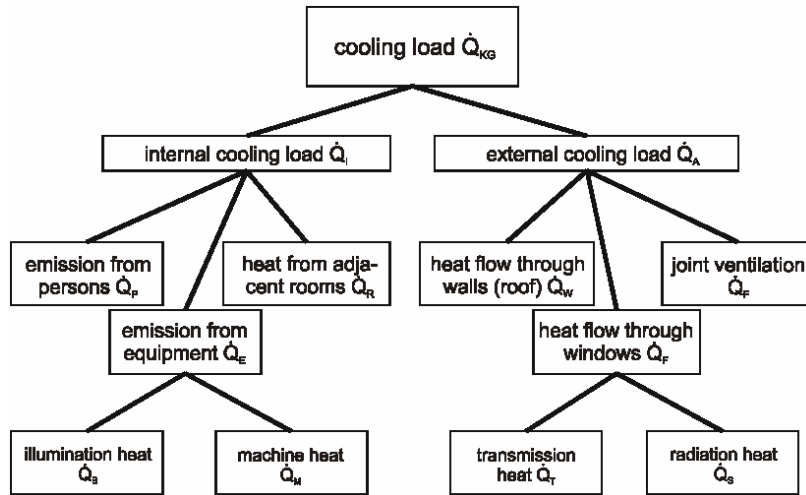
บทความฉบับนี้นำเสนอการหาค่าภาระทางความร้อนและการออกแบบระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์สำหรับอาคารทดสอบ (Testing Building) ภายในพื้นที่โครงการสวนพลังงาน (Energy Park) มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นหนึ่งในสิบห้าระบบสาธิตการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนภายใต้โครงการ ระบบปรับอากาศฯ ที่ติดตั้งทำการออกแบบโดยกำหนดเงื่อนไขให้ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 70% และพลังงานจากระบบความร้อนเสริมไม่เกิน 30% ภายใต้เงื่อนไขทางด้านอูดุณิยวิทยาของจังหวัดพิษณุโลก

2. ระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์

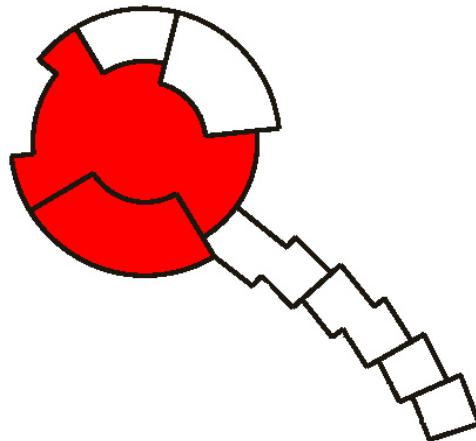
เทคโนโลยีระบบปรับอากาศมีอยู่หลายแบบ เทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจคือ ระบบปรับอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cooling) ซึ่งเป็นระบบที่สามารถนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้เป็นพลังงานสำหรับระบบปรับอากาศได้



รูปที่ 1 ระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์



รูปที่ 2 จำแนกลักษณะของภาระทางความร้อนของระบบปรับอากาศ



รูปที่ 3 รูปด้านบนพื้นที่ห้องปรับอากาศของอาคารทดสอบ (พื้นที่สีแดง)

ตารางที่ 1 ภาระทางความร้อนรายเดือนของอาคารทดสอบ

Month	Total cooling load (without recovery) [kW]										Total
	07.00-08.00	08.00-09.00	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	
Jan	14.118	15.263	16.599	16.955	16.044	15.093	13.995	13.143	12.023	12.453	145.686
Feb	14.903	16.868	18.422	19.145	18.860	17.790	16.105	14.429	12.298	13.452	162.272
Mar	15.630	17.790	19.467	20.341	19.751	18.971	16.975	14.999	12.785	13.937	170.646
Apr	16.919	19.355	20.979	22.077	21.324	20.223	18.137	16.134	13.935	15.152	184.235
May	17.078	19.514	21.300	22.445	21.626	20.456	18.303	16.153	13.614	14.780	185.269
Jun	16.983	19.436	21.096	22.252	21.515	20.385	18.442	16.228	13.652	14.607	184.596
Jul	16.051	18.282	19.895	21.073	20.485	19.433	17.627	15.627	13.117	13.769	175.359
Aug	15.854	18.194	19.847	21.022	20.367	19.187	17.256	15.091	12.470	13.438	172.726
Sep	16.184	18.488	20.030	21.016	20.174	18.884	16.734	14.437	11.793	13.764	171.504
Oct	16.080	18.235	19.629	20.333	19.327	17.994	15.856	13.476	10.868	13.656	165.454
Nov	14.722	16.788	18.216	18.575	17.527	16.261	14.247	12.238	9.455	12.490	150.519
Dec	14.101	15.697	17.128	17.434	16.531	15.485	14.100	12.667	11.000	12.405	146.548

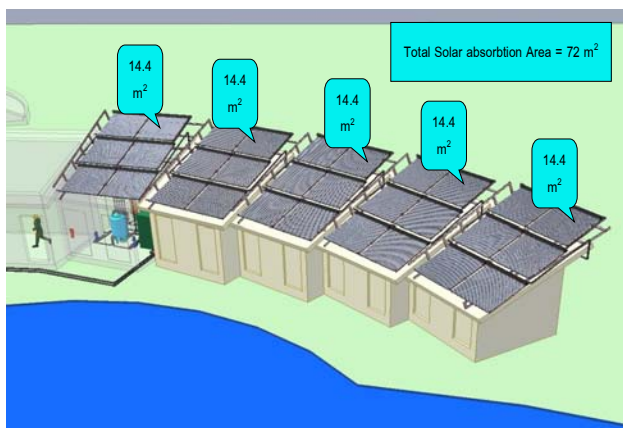
3. ภาระทางความร้อนของระบบปรับอากาศ

ภาระทางความร้อนของระบบสามารถจำแนกออกได้ดังรูปที่ 2 ภาระทางความร้อนรายเดือนของอาคารทดสอบแสดงดังตารางที่ 1 [5]

4. การออกแบบระบบเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งทำการออกแบบโดยกำหนดเงื่อนไขให้ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 70% และพลังงานจากระบบความร้อนเสริมไม่เกิน 30% ช่วงเวลาทำงานของระบบปรับอากาศคือ 7.00 – 17.00 น. จากการศึกษาทำให้ทราบว่าค่าภาระทางความร้อนสูงสุดของห้องปรับอากาศอยู่ในเดือนพฤษภาคมที่ 22.4 kW ในช่วงเวลา 10.00 – 11.00 น. (ตารางที่ 1) ซึ่งสามารถหาขนาดของแฟนคอยล์ยูนิตและขนาดของเครื่องทำความเย็นได้ โดยเครื่องทำความเย็นที่เลือกใช้ในระบบคือ Yazaki WFC SC-10 ขนาด 35 kW และเลือกใช้แฟนคอยล์ยูนิตของ Carrier 42JB010-CW ขนาด 33,000 BTU จำนวน 4 ตัว

สำหรับตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ (solar collector) ที่ใช้เลือกตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ที่มีค่าประสิทธิภาพทางความร้อนไม่ต่ำกว่า 0.70 ซึ่งจากการคำนวณหาขนาดพื้นที่รวมของตัวรับรังสีทำให้ได้ขนาดพื้นที่รวมอยู่ที่ 81 m² ซึ่งตัวรับรังสีจะสามารถจ่ายพลังงานให้กับความต้องการของระบบปรับอากาศได้ 100% แต่เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่สำหรับการติดตั้งตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้ขนาดพื้นที่จริงของตัวรับรังสีที่ใช้อยู่ที่ 72 m² ซึ่งพื้นที่รวมนี้คิดเป็น 90% ของความสามารถในการจ่ายพลังงานให้กับระบบ โดยเลือกใช้ตัวรับรังสีแบบหลอดแก้วสุญญากาศของ Apricus Manifold AP-30 ซึ่งแต่ละชุดมีพื้นที่รับแสง 2.4 m² จำนวน 30 ชุด (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 การติดตั้งตัวรับรังสีดวงอาทิตย์บนหลังคาของอาคารทดสอบ

จากการคำนวณหาปริมาณพลังงานที่ต้องการจากระบบความร้อนเสริมทำให้ทราบว่าปริมาณพลังงานสูงสุดที่ระบบต้องการอยู่ที่ 20 kW ในเดือนตุลาคม ช่วงเวลา 16.00 – 17.00 น. ในระบบนี้ได้เลือกใช้เครื่องทำน้ำร้อนของ Rinnai Infinity 32 ซึ่งสามารถปรับอุณหภูมิของน้ำได้สูงสุดที่ 95 °C และจากการหาค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีของสัดส่วนการใช้พลังงานเสริมในระบบปรับอากาศพบว่ามีส่วนอยู่ที่ 20% ของพลังงานที่จ่ายให้กับระบบซึ่งต่ำกว่าเงื่อนไขที่ต้องการ (ตารางที่ 2)



รูปที่ 5 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 2 สัดส่วนของพลังงานที่ต้องการจากระบบความร้อนเสริมกับความร้อนจาก solar collector (%)

Month	Energy from heater backup (kW)	Daily energy in put to absorption chiller (kW)	% Different
Jan	-40.656	208.123	19.53
Feb	-38.869	231.817	16.77
Mar	-33.682	243.780	13.82
Apr	-37.423	263.193	14.22
May	-46.213	264.670	17.46
Jun	-59.237	263.709	22.46
Jul	-55.563	250.513	22.18
Aug	-60.357	246.751	24.46
Sep	-56.845	245.006	23.20
Oct	-59.338	236.363	25.10
Nov	-49.702	215.027	23.11
Dec	-42.794	209.354	20.44
Average	-48.390	239.859	20.17

5. สรุป

ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งทำการออกแบบโดยกำหนดเงื่อนไขให้ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 70% และพลังงานจากระบบความร้อนเสริมไม่เกิน 30% จากการหาค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีของสัดส่วนการใช้พลังงานเสริมในระบบปรับอากาศพบว่ามีส่วนอยู่ที่ 20% ของพลังงานที่จ่ายให้กับระบบซึ่งต่ำกว่าเงื่อนไขที่ต้องการ

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ขอขอบคุณกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่อนุเคราะห์งบประมาณสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- BP. "Energy in focus: BP statistical review of world energy 2004." from www.bp.com/statisticalreview2004.

2. Stambouli, B. A., and Traversa, E. (2002). Fuel cells, an alternative to standard sources of energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 297-306.
3. การไฟฟ้าฝ่ายผลิต, วิธีประหยัดไฟฟ้า: เครื่องปรับอากาศ, ที่มา <http://www.egat.co.th/misc/equipment/equipment7.htm>
4. นิพนธ์ เกตจ้อย, "เทคโนโลยีโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์," วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร, ปีที่ 10 (2), หน้า 93-109.
5. Maurer, M. "Process load and design of a solar-thermal air-conditioning system in Thailand," Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik, Technische Universität München, Theoretische Semesterarbeit, August 2000.