

การศึกษาระบบระบายอากาศสำหรับโรงเรือนจำลองแบบปิดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

The Study of Ventilation System for Closed Housing Model by Solar Energy

เพ็ญลักษณ์ ยิ้มเสมอจิต และ พงษ์พันธุ์ ฤกษ์ชุมทรัพย์

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

833 ถ.พระรามที่ 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Penlapas Yimsamerjit and Pongpun Rerkkumsup

Department of Mechatronics Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology

833 Rama I Rd., Wangmai, Pathumwan, Bangkok 10330, THAILAND. E-mail: penlapas@ptwit.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้กล่าวถึงการศึกษาระบบระบายอากาศสำหรับโรงเรือนจำลองแบบปิดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบประกอบด้วยหน่วยผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ หน่วยระบายอากาศและโรงเรือนจำลองแบบปิด หน่วยระบายอากาศที่ติดตั้งเข้ากับโรงเรือนประกอบด้วยแผ่นรังผึ้ง ป้อนน้ำขนาด 36 วัตต์ และพัดลมระบายอากาศ ขนาด 164 วัตต์ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดพลังงานรวม 330 วัตต์ ถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าหลักในการทดลองนี้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการระเหยที่แผ่นรังผึ้งสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ในระดับที่น่าพอใจด้วยอัตราการระบายอากาศ 38.5 – 51.1 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ผลต่างสูงสุดระหว่างอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนและอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่า 4.68°C โดยมีค่าผลต่างเฉลี่ย 2.03°C ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 89.06 – 92.85%

คำสำคัญ: ระบบทำความเย็นด้วยการระเหยน้ำ โรงเรือนแบบปิด การระบายอากาศ พลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

This research describes the study of ventilation system for the closed housing model using solar energy. The system consists of an electric generation system using solar energy, a ventilation system and a model of closed housing. The ventilation system installed to the housing consists of cooling pads, a 36 watt water pump and a 164 watt ventilating fan. The DC voltage of 12 Volt from the total power of 330 watt solar cells is used as the primary electrical energy in this experiment. The experimental results show that evaporation at cooling pads can decrease the temperature inside the housing with satisfied level of air ventilation rate of 38.5 – 51.1 m³/min. The maximum difference between the outside and inside

temperature of closed-housing is of 4.68°C and the average difference value is of 2.03°C. The average relative humidity inside the closed housing is in the range of 89.06 – 92.85%.

Keywords: Evaporative cooling system, Closed housing, Ventilation, Solar Energy.

1. บทนำ

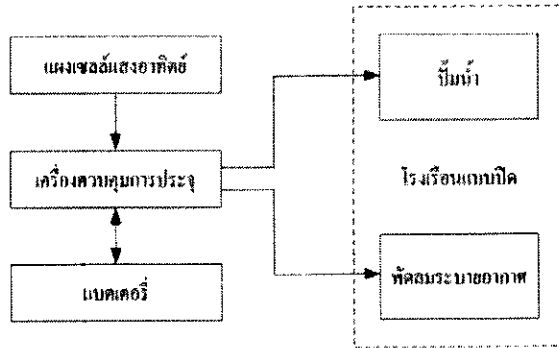
การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทย โดยเฉพาะในมิติความมั่นคงและปลอดภัยทางอาหาร [1] การเลี้ยงไก่ไข่เป็นอาชีพที่ได้รับความนิยม เนื่องจากไข่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงแต่การระบาดของเชื้อไวรัสโรควัดไข้หวัดนก (Avian Influenza Virus, AIV หรือ Bird Flu) ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องหันมาเลี้ยงไก่ในโรงเรือนแบบปิด [2] โดยเมื่อออกแบบการระบายอากาศภายในให้เหมาะสมจะทำให้ไก่อยู่ได้อย่างสบายมีอัตราการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูง มีความปลอดภัยต่อการนำมารับประทาน [3] อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงไก่ในโรงเรือนระบบปิดมีต้นทุนค่อนข้างสูง จากวิกฤติราคาพลังงานประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานมูลค่าสูงและเพิ่มขึ้นทุกปีเพราะไม่สามารถสร้างแหล่งพลังงานจากถ่านหินหรือเขื่อนขนาดใหญ่เพิ่มได้ เนื่องจากข้อจำกัดด้านมลพิษและสิ่งแวดล้อม ทำให้การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศตลอดจนประชาชนได้รับผลกระทบโดยตรงจากราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น [4] พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพราะประเทศไทยตั้งอยู่ในแถบเส้นศูนย์สูตร โดยมีค่าศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงประมาณ 5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร [5] หากสามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักในการระบายอากาศแบบระเหยไอน้ำ (Evaporative cooling system) ได้ จะทำให้อัตราต้นทุนค่าใช้จ่ายและปรับใช้พลังงานสะอาดได้อย่างเหมาะสม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

คณะวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการระบายอากาศของระบบทำความเย็นด้วยการระเหยน้ำภายในโรงเรือนจำลองแบบปิดโดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อประยุกต์ใช้กับโรงเรือนแบบปิดที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม

2. ระบบระบายอากาศภายในโรงเรือนแบบปิดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2.1 การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

หน่วยผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักให้กับหน่วยระบายอากาศในโรงเรือนจำลองแบบปิดดังแสดงในรูปที่ 1 ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า เครื่องควบคุมการประจุทำหน้าที่ควบคุมประจุไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่และควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้



รูปที่ 1 ระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อระบายอากาศ

จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้งานในเวลาที่ไม่มีแสงแดด อุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบทำความเย็นของการทดลองนี้คือปั๊มน้ำและพัดลมระบายอากาศ ก่อนการนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปผลิตกระแสไฟฟ้าต้องคำนวณหาขนาดพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้เหมาะสมกับภาระโหลด สามารถหาได้จากสูตร

$$PV = \frac{E_{load} \cdot I_{STC}}{E_{glob} \cdot Q} \quad (1)$$

- เมื่อ PV คือ พลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (W)
 E_{load} คือ พลังงานไฟฟ้าที่โหลดต้องการ (kWh/day)
 I_{STC} คือ ความเข้มแสงอาทิตย์ที่มาตรฐานการทดสอบ (kW/m^2)
 E_{glob} คือ พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ (kWh/m^2)
 Q คือ ประสิทธิภาพของระบบ

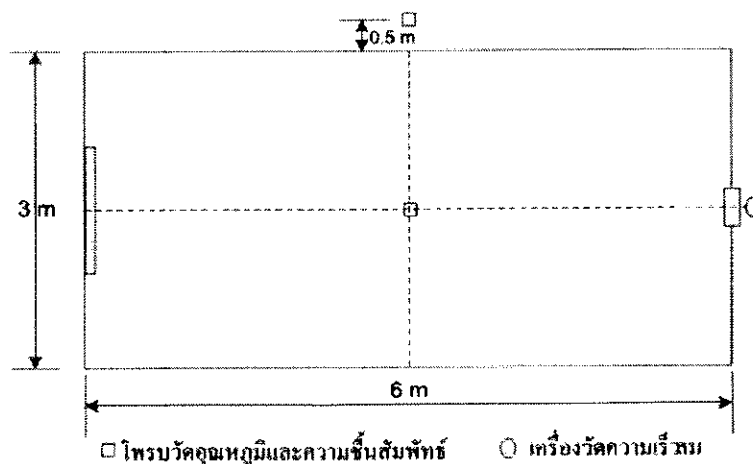
และคำนวณหาขนาดกระแสประจุของเครื่องควบคุมการประจุ ทั้งนี้ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$C_{Batt} = \frac{PV}{V_{Batt}} \quad (2)$$

- เมื่อ C_{Batt} คือ ขนาดกระแสประจุ (A)
 V_{Batt} คือ แรงดันแบตเตอรี่ (V)

3. วิธีการทดลอง

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแบบขนาน จำนวน 11 แผง แรงดันมาตรฐาน 17 โวลต์ กระแสไฟฟ้าปกติ 1.77 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าสูงสุดต่อแผง 30 วัตต์ แต่ละแผงมีขนาด ความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 62 เซนติเมตร และหนา 5 มิลลิเมตร กำลังไฟฟ้ารวมของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนโรงเรือนมีขนาด 330 วัตต์ จากสมการ (1) และ(2) เลือกใช้เครื่องควบคุมการประจุขนาด 30 แอมแปร์และแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 45 แอมแปร์-ชั่วโมง ต่อระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นเข้ากับระบบทำความเย็นเพื่อใช้ระบายอากาศในโรงเรือนแบบปิด ใช้เครื่องมือวัดความเข้มแสงรังสีอาทิตย์บริเวณแผงเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ DIGITAL LUX METER รุ่น LX1020B พบว่า ความเข้มรังสีมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดเวลา โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ประมาณ 22.9 – 273 วัตต์ต่อตารางเมตร กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 0.53 – 5.14 แอมแปร์ แรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงค่าอยู่ระหว่าง 15.31 – 18.77 โวลต์ เมื่อต่อปั้มน้ำและพัดลมเข้ากับระบบผลิตไฟฟ้า พบว่า มีกระแสไหลผ่าน 14.7 แอมแปร์ ติดตั้งโพรบวัดและแสดงค่าอุณหภูมิภายในและนอกโรงเรือนของ FLUKE รุ่น I620A ค่าความผิดพลาดทางอุณหภูมิ $\pm 0.125^{\circ}\text{C}$ และความชื้น $\pm 1.5\%$ ตรงกึ่งกลางภายในโรงเรือนที่ระดับความสูง 1.5 เมตร 1 จุด และภายนอกห่างจากโรงเรือน 0.5 เมตรที่ระดับความสูง 1.5 เมตร 1 จุด วัดความเร็วหลังพัดลมระบายอากาศด้วยเครื่องวัดความเร็วของ Pro's kit รุ่น MT-4005 ดังแสดงในรูปที่ 3 เก็บผลการทดลองระหว่างเวลา 9.00 – 17.00 น.จำนวน 5 วัน

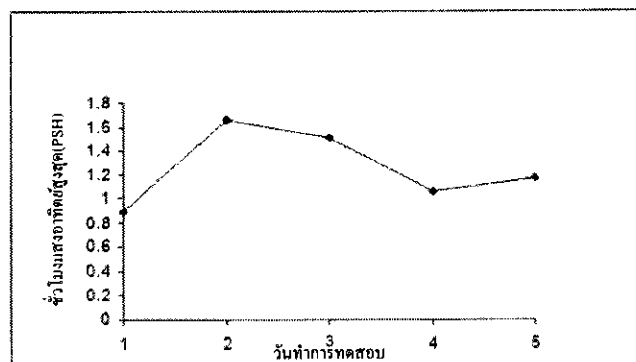


รูปที่ 3 ภาพด้านบนแสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วัด

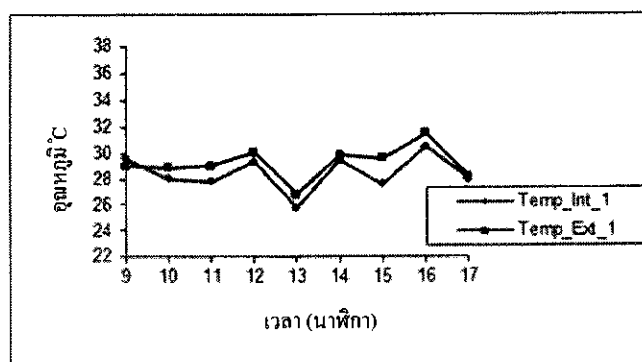
4. ผลการทดลอง

ในทำการทดลองทั้ง 5 วัน บริเวณพื้นที่มีชั่วโมงแสงอาทิตย์สูงสุด(Peak sun hour, PSH) อยู่ระหว่าง 0.9 – 1.66 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4 ปั้มน้ำและพัดลมสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ระบายอากาศใน

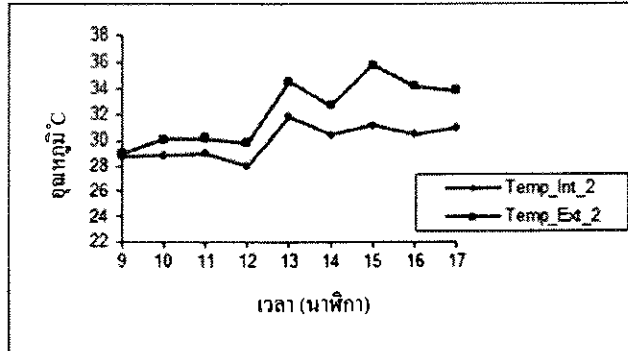
โรงเรือนได้โดยหมุนเวียนน้ำอุณหภูมิ $25 \pm 1^\circ\text{C}$ เข้าสู่แผงระเหยไอเย็น ตลอดการทดสอบทั้ง 5 วันอุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ดังแสดงในรูปที่ 5 ถึง 9 ซึ่งพบว่าการทดสอบในวันที่ 1 อุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ย 28.45°C ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทุกวันที่ทำการทดสอบ เนื่องจากมีค่า PSH ต่ำกว่าทุกวันที่ทำการทดสอบ คือ มีค่า PSH เฉลี่ยเพียง 0.9 ทำให้มีค่าผลต่างของอุณหภูมิสูงสุดเพียง 2.03°C ในการทดสอบวันที่ 2 อุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ย 29.93°C สูงกว่าค่าเฉลี่ยของทุกวันที่ทำการทดสอบ เนื่องจากมีค่า PSH เฉลี่ยสูงกว่าทุกวันที่ทำการทดสอบ คือ 1.66 และผลแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดคือ 4.66°C ในการทดสอบวันที่ 3 อุณหภูมิภายในเฉลี่ย 29.64°C และผลต่างของอุณหภูมิสูงสุด 3.14°C โดย PSH เท่ากับ 1.51 ในการทดสอบวันที่ 4 อุณหภูมิภายในเฉลี่ย 29.79°C และผลต่างของอุณหภูมิสูงสุดคือ 2.13°C โดย PSH เท่ากับ 1.06 และในการทดสอบวันที่ 5 อุณหภูมิภายในเฉลี่ย 29.60°C และพบว่าเกิดผลต่างของอุณหภูมิสูงสุดกว่าทุกวันที่ทำการทดสอบคือ 4.68°C โดย PSH เท่ากับ 1.16 ตลอดการทดสอบความชื้นสัมพัทธ์ภายในอยู่ระหว่าง 55.3 – 95.2% สูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกซึ่งเปลี่ยนแปลงระหว่าง 38.6 – 83.3% อุณหภูมิภายนอกโรงเรือนมีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง $25.30 - 36.07^\circ\text{C}$ พัดลมระบายอากาศด้วยอัตราการไหลระหว่าง 38.5 – 51.1 ลูกบาศก์เมตรต่ออนาที



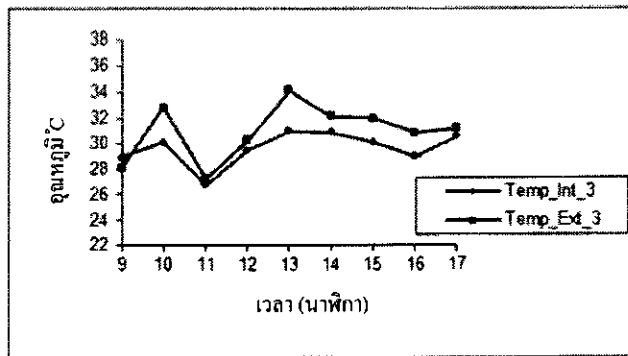
รูปที่ 4 ชั่วโมงแสงอาทิตย์สูงสุดในวัดทดสอบ



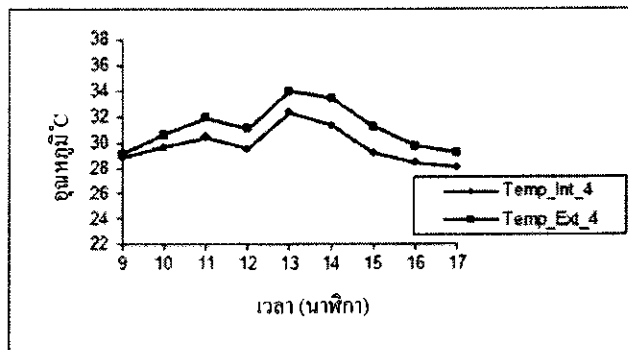
รูปที่ 5 อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 1



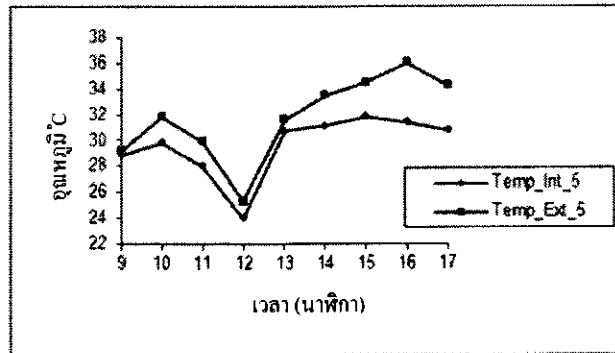
รูปที่ 6 อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรียนวันที่ 2



รูปที่ 7 อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรียนวันที่ 3



รูปที่ 8 อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรียนวันที่ 4



รูปที่ 9 อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรียนวันที่ 5

5. สรุป

งานวิจัยนี้กล่าวถึงการจำลองระบบระบายอากาศภายในโรงเรียนแบบปิดขนาดปริมาตร 52.83 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 330 วัตต์ เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการระบายอากาศแบบระเหยไอเย็นด้วยน้ำขนาดกำลังงานรวม 200 วัตต์ในบริเวณที่มีความเข้มแสงรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 110.1 W/m^2 ได้ โดยใช้น้ำขนาด 36 วัตต์และพัดลมขนาด 164 วัตต์ 4 ใบพัด 16 นิ้ว ทำการระบายอากาศด้วยอัตราการไหลระหว่าง $38.5 - 51.1$ ลูกบาศก์เมตรต่ออนาที สามารถลดความร้อนภายในโรงเรียนได้ทั้ง 5 วันที่ทำการทดสอบโดยมีอุณหภูมิภายในเฉลี่ย 29.48°C และต่ำอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย 2.03°C และ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกตลอดระยะเวลาการทดสอบ คณะผู้วิจัยเชื่อว่าระบบระบายอากาศภายในโรงเรียนแบบปิดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถพัฒนาออกแบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนและประยุกต์ใช้ในภาคสนามได้

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนายวิสิทธิ์ เพิ่มพันธ์และนายกัมปนาท กุลนันทน์ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์สำหรับความอุตสาหะในการสร้างอุปกรณ์ทดลอง และขอขอบคุณงบประมาณจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาภายใต้โครงการ “โครงการบูรณาการวิจัยจากฐานภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่นวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- [1] ดร.ปัทมา เขียววิศิษฐ์สกุล (2013). วิวัฒนาการและโครงสร้างเศรษฐกิจไทย. เอกสารประกอบการบรรยาย ยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยจัดโดยหลักสูตรการบริหารเศรษฐกิจสาธารณะ สำหรับผู้บริหารระดับสูง รุ่นที่ 11 ณ สถาบันพระปกเกล้า, 17-19 มีนาคม.

- [2] ดิเรก ชีสุน์เทศ (2001). การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของฟาร์มไก่ไข่ในระบบปิด. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. Internet: <http://research.rdi.ku.ac.th/cache/80/DirekYEEAll.pdf> [October 12, 2012].
- [3] วสันต์ เล่าห์กมล และ ศุภย์ มณีวัฒนา (2005). การออกแบบระบบระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับโรงเรียนเลี้ยงไก่เนื้อ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการครั้งที่ 19 จัดโดย เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ณ จังหวัดภูเก็ต, 19-21 ตุลาคม.
- [4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2011). Internet: http://www.eppo.go.th/ccep/energy_3-5.html [July 19, 2012].
- [5] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(2011). คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์. Internet: <http://www.eei-ku.com/technics/Renewable/B06.pdf> [August 10, 2012].
- [6] อุษาวดี ดันติวรารักษ์ (2006). การศึกษาอัตราการระบายอากาศธรรมชาติของโรงเรียนเกษตรกรรม. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.22, 1 (มีนาคม):5-13.

ประวัติผู้เขียนบทความ

เพ็ญฤกษ์ ยิ้มเสมอจิต สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท เทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้า ธนบุรี ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

งานวิจัยที่สนใจ: Control engineering, Measurement & Calibration system, Renewable energy solution

พงษ์พันธ์ ฤกษ์ขุมทรัพย์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง และ ระดับปริญญาเอก Mechanical Engineering - Nanometrology จาก Nagaoka University of Technology ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

งานวิจัยที่สนใจ: Automation & Mechatronics system, Nanometrology, Precision engineering, Control engineering



วารสาร วิชาการปทุมวัน

Pathumwan Academic Journal



การศึกษาาระบบระบายอากาศสำหรับโรงเรือนจำลองแบบปิดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
The Study of Ventilation System for Closed Housing Model by Solar Energy



การพัฒนาเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า
Development of Electrical-Solar Hot Shower



เทคโนโลยีของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
Cloud Computing Technology

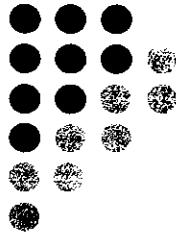


อุปกรณ์การวิเคราะห์บนกระดาษ
Paper-based Analytical Device

ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณากลับกรองบทความวิชาการและบทความวิจัย ฉบับที่ 9 - 10

ศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย	ไวยาพัฒนกร
รองศาสตราจารย์ ดร.จตุณี	เทียนไทย
รองศาสตราจารย์ ดร.ชวงส์	พงษ์เจริญพานิช
รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ	หวังนิพนพานโต
รองศาสตราจารย์ ดร.อุษา	ฮัมฟรี
รองศาสตราจารย์กฤษฎา	ประศาสน์วุฒิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณาวดี	ศรีศิริวัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	โกษิยาภรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภรัชชัย	วรรรัตน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	ศิริไชย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อติสา	ทรงศรีวิทยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปริศนา	เพชรบูรณิน
ดร.ฐานกร	เจนวิทยา
ดร.ณัฐพล	วงศ์เยาว์
ดร.อาคม	ลักษณะสกุล

สารบัญ



Contents

วารสารวิชาการปทุมวัน ปีที่ 4 ฉบับที่ 10 พฤษภาคม - สิงหาคม 2557
Pathumwan Academic Journal Vol. 4, No. 10, May - August 2014

หน้า

บทความวิจัย

Research Papers

- การศึกษาระบบระบายอากาศสำหรับโรงเรือนจำลองแบบปิดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
The Study of Ventilation System for Closed Housing Model by Solar Energy
เพ็ญลักษณ์ ยิ้มเสมอจิต และ พงษ์พันธุ์ ฤกษ์ขุมทรัพย์
Penlapas Yimsamerjit and Pongpun Rerkkumsup 1
- การพัฒนาเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า
Development of Electrical-Solar Hot Shower
จีระพงศ์ ศรีวิชัย และ คมกฤษณ์ ศรีสุวรรณ
Geerapong Srivichai and Khomkrit Srisuwan 11

บทความวิชาการ

Tutorial Papers

- เทคโนโลยีของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
Cloud Computing Technology
ชุตินันท์ ฟุ่งเกตุ และ พีริยา จารุเศรษฐการ
Chutinun Phungket and Peeriya Jarusettakarn 27
- อุปกรณ์การวิเคราะห์บนกระดาษ
Paper-based Analytical Device
ปวีณา เดือนฉาย และ วิจิตรา เดือนฉาย
Paweenar Duenchay and Wijitar Dungchai 37