แบบฟอร์มข้อเสนอโครงการ

การพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม ตามเกณฑ์ UI Green สู่การเป็น
มหาวิทยาลัยต้นแบบในการสร้างความยั่งยืน (Super KPI)

1. ชื่อโครงการ/กิจกรรม

ภาษาไทย : แนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศ สำหรับการเป็นมหาลัยต้นแบบในการสร้างความยั่งยืน

ภาษาอังกฤษ : The Guidelines for reducing electricity consumption in air conditioning systems for being university model in the creating sustainability

2. ส่งการในกลุ่มตัวชี้วัด

☑ กลุ่ม A โครงการที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอันดับของมหาวิทยาลัยพะเยาอยู่ในระดับสูง
ตัวชี้วัดโครงการ “พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ”
ตัวชี้วัดโครงการ “การศึกษา กิจกรรมการมีส่วนร่วม และงานวิจัย”

☐ กลุ่ม B โครงการที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอันดับของมหาวิทยาลัยพะเยาอยู่ในระดับปานกลาง
ตัวชี้วัดโครงการ “การจัดการของเสีย”
ตัวชี้วัดโครงการ “การบริหารจัดการน้ำ”

☐ กลุ่ม C โครงการที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอันดับของมหาวิทยาลัยพะเยาอยู่ในระดับมาตรฐาน
ตัวชี้วัดโครงการ “การตั้งค่าและโครงสร้างพื้นฐาน”
ตัวชี้วัดโครงการ “การจัดการขนส่ง”

3. ความสอดคล้องกับตัวชี้วัดของ UI Green metric (2022)

ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

3.1 การตั้งระบบและโครงสร้างพื้นฐาน

☐ อัตราส่วนของพื้นที่ที่เปิดใช้ต่อพื้นที่ทั้งหมดของมหาวิทยาลัย
☐ พื้นที่ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยที่เป็นพื้นที่ป่าไม้
☐ พื้นที่ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยที่เป็นพื้นที่สวนหย่อม
☐ พื้นที่ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยที่เป็นพื้นที่ซับน้ำนอกเหนือจากพื้นที่ป่าไม้และสวนหย่อม
☐ การดำเนินงานและบำรุงรักษาอาคารสำนักงานและอาคารเรียน
☐ สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ทุพพลภาพ ผู้ที่มีความต้องการพิเศษ และ/หรือผู้ตั้งครรภ์
☐ สิ่งอำนวยความสะดวกด้านความปลอดภัย
☐ สิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขภาพสำหรับอาจารย์ บุคลากร และนิสิต

☐ การอนุรักษ์พันธุ์พืช สัตว์ และทรัพยากรทางพันธุกรรมสำหรับอาหารและการเกษตรที่มีความปลอดภัยระยะกลางหรือระยะยาว

3.2 พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

☑ การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน

☐ การพัฒนาอาคารเป็นอาคารอัจฉริยะ

☐ พลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทนในมหาวิทยาลัย

☐ การดำเนินนโยบายและปรับปรุงอาคารให้เข้าองค์ประกอบอาคารสีเขียว

☑ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

☐ ปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดของมหาวิทยาลัย

☐ นวัตกรรมด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

☐ โครงการที่มีผลกระทบด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

3.3 การจัดการของเสีย

☐ การรีไซเคิลขยะและนำกลับมาใช้ใหม่

☐ การลดการใช้กระดาษและพลาสติกในมหาวิทยาลัย

☐ การจัดการของเสียประเภทอินทรีย์ (เศษอาหาร ใบไม้)

☐ การจัดการของเสียประเภทกระดาษที่ใช้แล้ว, พลาสติก, โลหะ, ขยะอิเล็กทรอนิกส์

☐ การจัดการของเสียประเภทสารเคมีอันตราย

☐ การจัดการน้ำเสียภายในอาคาร

3.4 การบริหารจัดการน้ำ

☐ การประหยัดน้ำและการนำน้ำไปใช้อย่างรู้คุณค่า

☐ การรีไซเคิลและการนำน้ำกลับมาใช้

☐ การใช้อุปกรณ์และสุขภัณฑ์ที่ประหยัดน้ำ

☐ การใช้ประโยชน์จากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

☐ การควบคุมมลพิษจากการปล่อยน้ำเสียภายในมหาวิทยาลัย

3.5 การจัดการขนส่ง

☐ นโยบายยานพาหนะปลอดมลพิษ (Zero-Emission Vehicles) ในมหาวิทยาลัย

☐ การจัดการพื้นที่จอดรถและลดพื้นที่จอดรถในอาคารและสำนักงาน

☐ การลดยานพาหนะส่วนตัวภายในมหาวิทยาลัย

☐ สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อเอื้อในการสนับสนุนทางเดินสำหรับบุคลากร

3.6 การศึกษา กิจกรรมการมีส่วนร่วม และงานวิจัย

☑ การจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืน

☐ การจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมของประเทศและท้องถิ่น

☐ การบริการชุมชนอย่างยั่งยืนของนิสิต

☐ กิจกรรม Startup ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืน

4. ความสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs Goal)

ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

- ☐ 1. ขจัดความยากจน (No Poverty)
- ☐ 2. ขจัดความอดยากสร้างความมั่นคงทางอาหาร (Zero Hunger)
- ☐ 3. ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีของทุกคน (Good Health and Well-Being)
- ☐ 4. ส่งเสริมโอกาสในการเรียนรู้ (Quality Education)
- ☐ 5. สร้างความเท่าเทียมทางเพศสตรีและเด็กหญิงทุกคน (Gender Equality)
- ☐ 6. จัดการน้ำอย่างยั่งยืนและพร้อมใช้สำหรับทุกคน (Clean Water and Sanitation)
- ☑ 7. ให้ทุกคนเข้าถึงพลังงานที่ยั่งยืนได้ตามกำลังของตน (Affordable and Clean Energy)
- ☐ 8. ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (Decent Work and Economic Growth)
- ☑ 9. ส่งเสริมอุตสาหกรรมที่ยั่งยืนและนวัตกรรม (Industry, Innovation and Infrastructure)
- ☐ 10. ลดความเหลื่อมล้ำทั้งภายในและระหว่างประเทศ (Reduced Inequalities)
- ☐ 11. สร้างเมืองและการตั้งถิ่นฐานที่ปลอดภัย (Sustainable Cities and Communities)
- ☐ 12. สร้างรูปแบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน (Responsible Consumption and Production)
- ☑ 13. ดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อแก้ปัญหาโลกร้อน (Climate Action)
- ☐ 14. อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืน (Life Below Water)
- ☐ 15. ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืนของระบบนิเวศทางบก (Life on Land)
- ☐ 16. ส่งเสริมสันติภาพและการเข้าถึงระบบยุติธรรมอย่างเท่าเทียม (Peace, Justice and Strong Institutions)
- ☐ 17. สร้างความร่วมมือระดับสากลต่อการพัฒนา (Partnerships for The Goals)

5. ผู้รับผิดชอบโครงการ

5.1 ผู้รับผิดชอบโครงการ (ชื่อ-นามสกุล).....ผศ.ดร. นัทธิ์ธนนท์ พงษ์พานิช.....

5.2 ผู้ร่วมดำเนินโครงการ

(ชื่อ-นามสกุล).....นายอนุพงษ์ วงศ์ขัติย์..... ตำแหน่ง.....ครูช่าง.....

(ชื่อ-นามสกุล).....นายคเณศ อินต๊ะ..... ตำแหน่ง.....ครูช่าง.....

(ชื่อ-นามสกุล).....นายศุภชัย เงินชุ่ม..... ตำแหน่ง.....ครูช่าง.....

5.3 หน่วยงานที่รับผิดชอบ (คณะ หรือวิทยาลัย หรือกอง หรือศูนย์).....คณะวิศวกรรมศาสตร์.....

5.4 หน่วยงานร่วมดำเนินโครงการ

☑ ภายในมหาวิทยาลัย (คณะ หรือวิทยาลัย หรือกอง หรือศูนย์).....

☐ ภายนอกมหาวิทยาลัย (ชุมชน หรือภาครัฐ หรือภาคเอกชน หรือหน่วยงานวิชาชีพ).....

6. ความเป็นมา/ หลักการและเหตุผล/ ความสำคัญของปัญหา

สถานการณ์สภาวะโลกร้อนในปัจจุบันส่งผลกระทบรุนแรงมากขึ้นในทุกปี ส่งผลให้หลายองค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ หาวิธีหรือแนวทางในการจัดการการใช้พลังงานอย่างประหยัด ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการใช้พลังงานที่เสียไปให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือเลือกใช้พลังงานหมุนเวียนเข้ามาทดแทน ซึ่งพลังงานไฟฟ้าเป็นหนึ่งในพลังงานที่มีความจำเป็นและมีผลต่อการดำรงชีวิตของประกรมนุษย์ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านการใช้เครื่องปรับอากาศ

เนื่องจากสถานการ์โลกร้อนทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นทุก ๆ ปี ส่งผลให้ความต้องในการใช้เครื่องปรับอากาศมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยทั่วไปแล้วอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจะขึ้นอยู่กับขนาดความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนและผลต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอก ยิ่งผลต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกมีค่ามาก จะส่งผลให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจะมีค่ามากตาม

มหาวิทยาลัยพะเยามีอัตราการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 12,893,956 kWh (พ.ศ. 2563-2565) หรือคิดเป็นเงินประมาณ 60 ล้านบาท โดยคิดเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศประมาณ 60-70% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด จากข้อมูลใน**ตารางที่ 1** แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยพะเยาประจำเดือนมิถุนายน 2565 และเดือนพฤศจิกายน 2565 โดยเดือนมิถุนายนเป็นช่วงของฤดูฝนและเดือนพฤศจิกายนเป็นช่วงของฤดูหนาวและเป็นช่วงเวลาที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนในภาคปกติ พบว่าในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้ามีความแตกต่างกันมากกว่า 30% ขณะเดียวค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ซึ่งต่างกันมากกว่า 25% จากชุดข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงปัจจัยของการใช้พลังงานหลักมาจากอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละเดือนของฤดูที่ต่างกัน การทำงานของระบบปรับอากาศมีการทำงานที่สอดคล้องกับภาระทางความร้อนและใช้พลังงานไฟฟ้าส่งผลต่อปริมาณและความต้องการทางไฟฟ้า

ตารางที่ 1 แสดงการการเปรียบเทียบการใช้พลังงานของเดือนมิถุนายนและเดือนพฤศจิกายน 2565

ลำดับที่	รายการ	มิ.ย.-65	สัดส่วน	พ.ย.-65	สัดส่วน
1	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด (kWh)	1,440,563.98	-	995,941.77	-30.86%
2	ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)	5,280	-	3,880	-26.52%
3	มูลค่าการใช้พลังงาน (บาท/เดือน)	7,202,819.9	-	4,979,708.85	-30.86%
4	ปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอน (kg/เดือน)	736,560.36	-	509,225.03	-30.86%

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศของ มหาวิทยาลัยพะเยาเกิดจากการขาดบำรุงรักษาเพื่อรักษาสมรรถนะการทำความเย็นของระบบ เนื่องจากในการใช้เครื่องปรับอากาศไปช่วงระยะหนึ่ง ตัวเครื่องและแผ่นกรองอากาศที่อยู่ภายในจะเกิดการสะสมของเชื้อแบคทีเรียและฝุ่นละอองเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เครื่องปรับอากาศไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน

โดยเสียประโยชน์ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการบำรุงรักษา โดยการล้างเครื่องปรับอากาศเพื่อยืดอายุการใช้งานและทำให้เครื่องปรับอากาศใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

เมื่อประเมินด้วยเกณฑ์ตัวชี้วัดของ UI green ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา อาคาร EN1 และ EN2 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 118,461.32 kWh หรือคิดเป็น 1,974.4 kWh/คน **(ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อจำนวนประชากร, EC.4)** จากผู้ใช้งานพื้นที่เฉลี่ยทั้งหมด 60 คนต่อวัน โดยมีการใช้หลอดไฟแบบ LED 100% ของพื้นที่อาคารทั้งหมด **(การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน, EC.1)** แต่เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานยังเป็นแบบธรรมดาไม่มีระบบอินเวอร์เตอร์ โดยอาคาร EN1-2 มีการใช้พลังงานหมุนเวียนทั้งหมด 1 แหล่ง โดยการติดตั้งชุดพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 30 kWp หรือประมาณ 42,000 kWh/ปี **(จำนวนแหล่งพลังงานหมุนเวียนในมหาวิทยาลัย, EC.3)** อีกทั้งคณะวิศวกรรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยาได้จัดกิจกรรมให้นิสิตในคณะมีส่วนร่วมในการล้างเครื่องปรับอากาศภายในตึกคณะผ่านการเรียนการสอนในรายวิชา 261394 Mechanical Engineering Laboratory และ 261392 Laboratory for Mechanical Engineers II เพื่อเป็นการส่งเสริมทักษะการทำงานในชีวิตจริง และเป็นการส่งเสริมให้นิสิตได้ตระหนักถึงแนวทางการจัดการพลังงานให้มีประโยชน์ โดยสอดคล้องกับการส่งเสริม**การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EC.7)** ซึ่งแสดงถึง **จำนวนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน (ED.4) โดยผลของการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวจะถูกประเมินเป็นผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการตรวจสอบทางด้านวิศวกรรมและประเมินเป็นภาพรวมของการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร EN1 และ EN2 รวมถึงแนวทางการต่อยอดเพื่อจะยกระดับเป็นอาคารอาคารอัจฉริยะ (EC.2) สำหรับการควบคุมระดับการใช้พลังงาน**

7. วัตถุประสงค์ของโครงการ

7.1 เพื่อเป็นต้นแบบการจัดการเพื่อลดระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

7.2 เพื่อส่งเสริมทักษะการทำงานให้กับนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

8. ตัวชี้วัด ผลลัพธ์

8.1 ตัวชี้วัด

วัตถุประสงค์ข้อที่	ลำดับ	ชื่อตัวชี้วัด
1	1	การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศหลังการบำรุงรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนการบำรุงรักษา
1	2	การจัดการการใช้เครื่องปรับอากาศได้เต็มประสิทธิภาพและมีความคุ้มค่า
2	1	นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยามีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศได้อย่างถูกต้องและตระหนักความสำคัญของการใช้พลังงานไฟฟ้า

8.2 ผลลัพธ์ (outcome/ Impact) : เชิงคุณภาพ (ระบุเป็นข้อ ๆ)

1) ผลลัพธ์ (outcome/ Impact) ระยะสั้น

วัตถุประสงค์ข้อที่	ลำดับ	ผลลัพธ์ระยะสั้น
1	1	พลังงานไฟฟ้าจากการใช้งานระบบปรับอากาศลดลง ส่งผลต่อการใช้พลังงานภาพรวมของมหาวิทยาลัยพะเยา
1	1	ลดต้นทุนการจัดการสำหรับการบำรุงรักษาอาคาร

2) ผลลัพธ์ (outcome/ Impact) ระยะกลาง

วัตถุประสงค์ข้อที่	ลำดับ	ผลลัพธ์ระยะกลาง
1	2	สามารถยืดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ จากการจัดการการใช้เครื่องปรับอากาศได้เต็มประสิทธิภาพและมีความคุ้มค่า

3) ผลลัพธ์ (outcome/ Impact) ระยะยาว

วัตถุประสงค์ข้อที่	ลำดับ	ผลลัพธ์ระยะยาว
2	1	นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยามีความรู้ ความเข้าใจและตระหนักความสำคัญของการใช้พลังงานไฟฟ้า

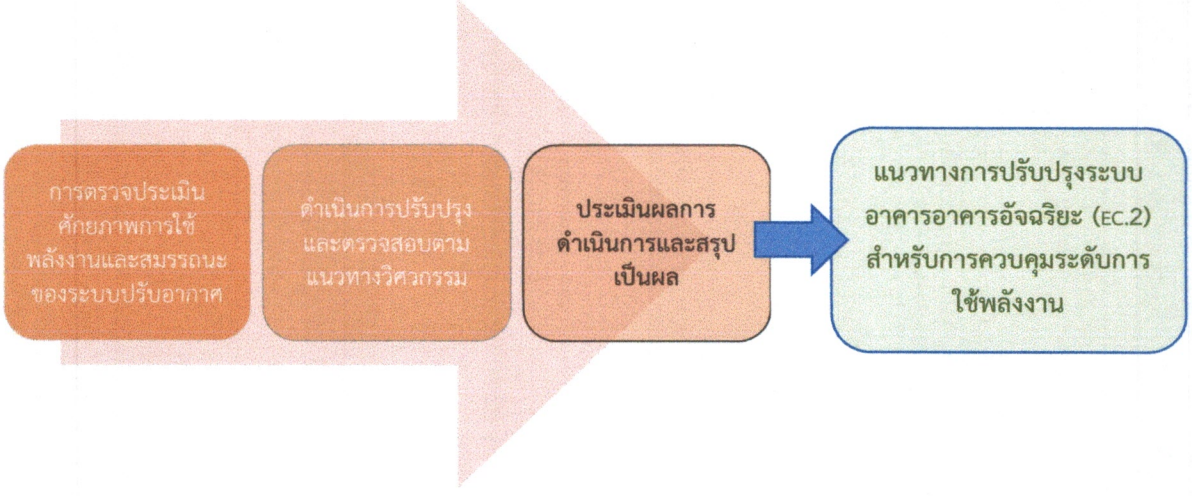
9. ผลผลิต (Output)

ประเภท	ชื่อผลผลิต	ปริมาณ	รายละเอียด
เชิงปริมาณ	1. จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการ	64	บุคลากรทางส่วนสนับสนุนและวิชาการที่ใช้พื้นที่อาคาร EN1 และ 2
	1.1 จำนวนนิสิตที่เข้าร่วม	70 คน	นิสิตสาขาวิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 261394 Mechanical Engineering Laboratory และ 261392 Laboratory for Mechanical Engineers II
	1.2 จำนวนบุคลากรภายในที่เข้าร่วม	4 คน	
	1.3 จำนวนบุคลากรภายนอกที่เข้าร่วม	-	
	2. จำนวนการจัดกิจกรรมโครงการ	6 ครั้ง	
	3. อื่น ๆ.....	.....	
เชิงคุณภาพ	ร้อยละของโครงการที่บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของโครงการ	ร้อยละ 100	มีการตรวจสอบและตรวจวัดระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังดำเนินการตามหลักวิศวกรรม

ประเภท	ชื่อผลผลิต	ปริมาณ	รายละเอียด
เชิงเวลา	ร้อยละของการดำเนินงานตามระยะเวลาที่กำหนด	ร้อยละ 100	ดำเนินการแล้วเสร็จตามจุดประสงค์รายวิชาและต่อเนื่องเป็นปีที่ 3 ติดต่อกัน
เชิงต้นทุน	ค่าใช้จ่ายของโครงการตามงบประมาณที่ได้รับการจัดสรร (งบดำเนินการ)	- บาท	ใช้ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนที่มีอยู่แล้ว

10. วิธีดำเนินการโครงการ/กิจกรรม

(ระบุกระบวนการที่ชุมชนหรือองค์กรมีส่วนร่วมตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงาน การประเมินผล และนำผลมาปรับปรุงการทำงาน (PDCA))



รูป แนวทางการดำเนินกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจประเมินศักยภาพการใช้พลังงานและสมรรถนะของระบบปรับอากาศ

1) ดำเนินการทำกิจกรรมโดยกำหนดการทำงานเบื้องต้นโดยแบ่งเป็น ชุดการทำงาน มีเป้าหมายในการทำงานสัปดาห์ละ 4 ตัว โดยมีระยะเวลาทำงานทั้งหมด 8 สัปดาห์ซึ่งครอบคลุมการใช้งานเครื่องปรับอากาศของพื้นที่ต้นแบบ 80% (จากจำนวนเครื่องปรับอากาศ 40 ชุด เฉพาะ EN1 และ 2) รวมถึงสำรวจและจดบันทึกจำนวนเครื่องปรับอากาศภายในตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

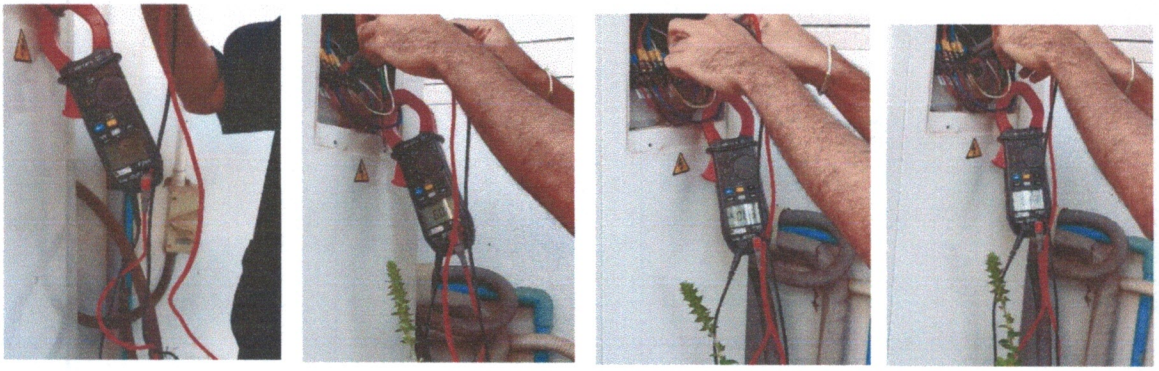
ตารางที่ 2 แสดงชนิดและจำนวนของเครื่องปรับอากาศของคณะวิศวกรรมศาสตร์ทั้งหมด

ชนิดเครื่องปรับอากาศ	จำนวน (เครื่อง)
เครื่องปรับอากาศแบบแขวนใต้ฝ้าเพดาน ขนาด 62,000 BTU	27
เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 12,000 BTU	1
เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 26,000 BTU	5
เครื่องปรับอากาศแบบแขวนใต้ฝ้าเพดาน ขนาด 36,000 BTU	1
เครื่องปรับอากาศแบบแขวนใต้ฝ้าเพดาน ขนาด 13,000 BTU	2
เครื่องปรับอากาศ ขนาด 42,000 BTU	2

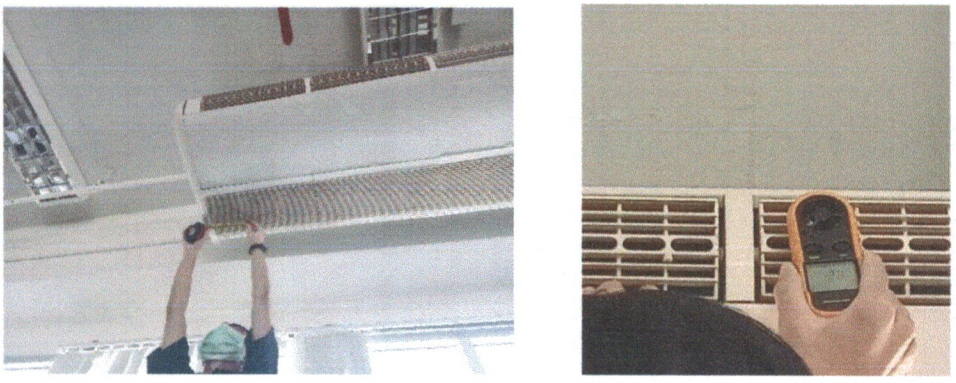
ชนิดเครื่องปรับอากาศ	จำนวน (เครื่อง)
เครื่องปรับอากาศ ขนาด 45,000 BTU	6
เครื่องปรับอากาศ ขนาด 36,000 BTU	2
เครื่องปรับอากาศ ขนาด 24,000 BTU	5
เครื่องปรับอากาศ ขนาด 18,000 BTU	2
เครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,700 BTU	37
เครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน ขนาด 18,400 BTU	7
เครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน ขนาด 30,500 BTU	1
เครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน ขนาด 36,500 BTU	6
เครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน ขนาด 48,000 BTU	2
เครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน ขนาด 61,300 BTU	8
เครื่องปรับอากาศแบบแขวนเพดาน ขนาด 36,500 BTU	12
เครื่องปรับอากาศติดผนัง 33,437 BTU	1
เครื่องปรับอากาศติดผนัง 25,249 BTU	8
เครื่องปรับอากาศติดผนัง 24,000 BTU	1
เครื่องปรับอากาศติดผนัง 23,000 BTU	1
เครื่องปรับอากาศติดผนัง 18,000 BTU	4
เครื่องปรับอากาศติดผนัง 13,700 BTU	2
เครื่องปรับอากาศติดผนัง 12,000 BTU	4
เครื่องปรับอากาศติดผนัง 9,000 BTU	3
รวม	150

2) ดำเนินกิจกรรมการล้างเครื่องปรับอากาศเป้าหมาย 40 เครื่อง โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ทดสอบสมรรถนะการทำงานของระบบปรับอากาศ โดยการบันทึกค่าศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ค่า PF ความเร็วลม อุณหภูมิและความชื้นก่อนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศโดยการล้าง



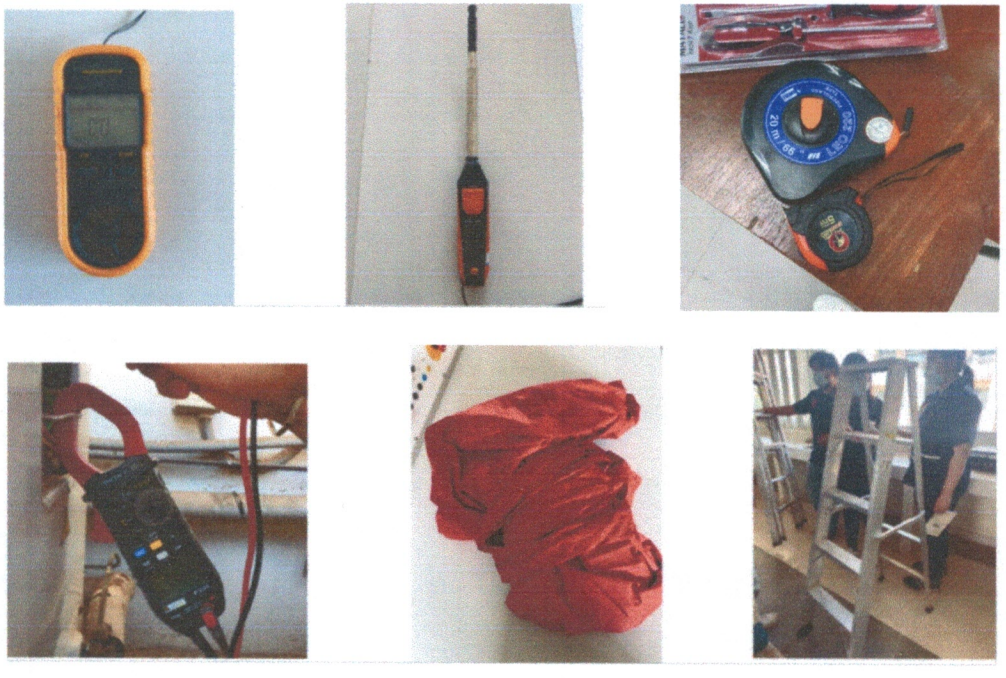
รูป การตรวจสอบค่าคุณภาพและการใช้พลังงานทางไฟฟ้า



รูป การตรวจสอบคุณสมบัติสภาวะอากาศของเครื่องปรับอากาศ

– ดำเนินการล้างระบบปรับอากาศ โดยมีขั้นตอนดังภาพประกอบต่อไปนี้

เตรียมความพร้อมโดยการจัดชุดอุปกรณ์สำหรับการทำงานโดยมีการรายละเอียดดังนี้

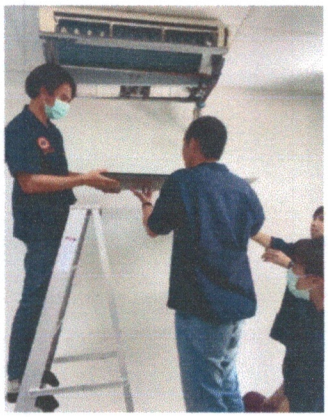


รูป อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

รูป อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน (ต่อ)

- การดำเนินการล้างและบำรุงรักษา มีแนวทางการดำเนินการดังนี้

รูป การถอดแผ่นกรองอากาศและฝาข้างชุดส่งลมเย็น



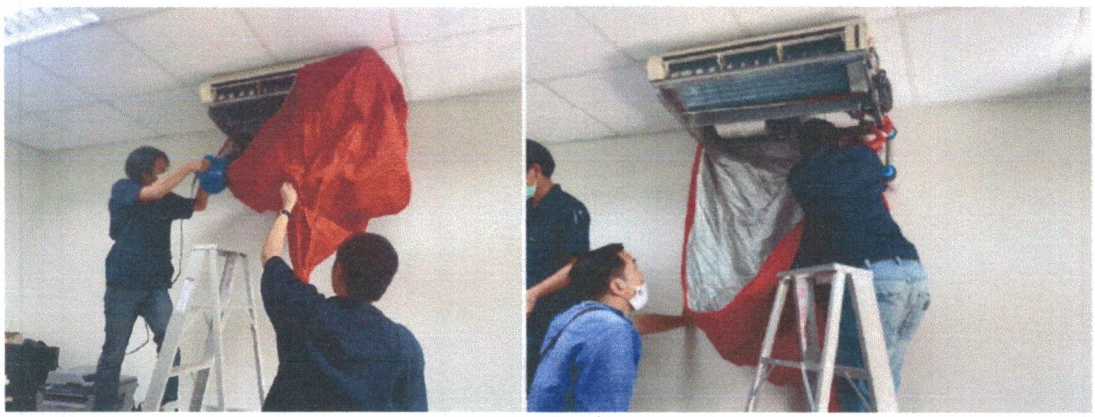
รูป การถอดถาดน้ำทิ้งออกจากตัวเครื่อง

รูป การถอดชุดพัดลมนำมาล้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็น

- นำชิ้นส่วนที่ถอดออกล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นจึงเป่าให้แห้งด้วยโบลเวอร์

รูป การทำความสะอาดด้วยปั๊มน้ำแรงดันสูง

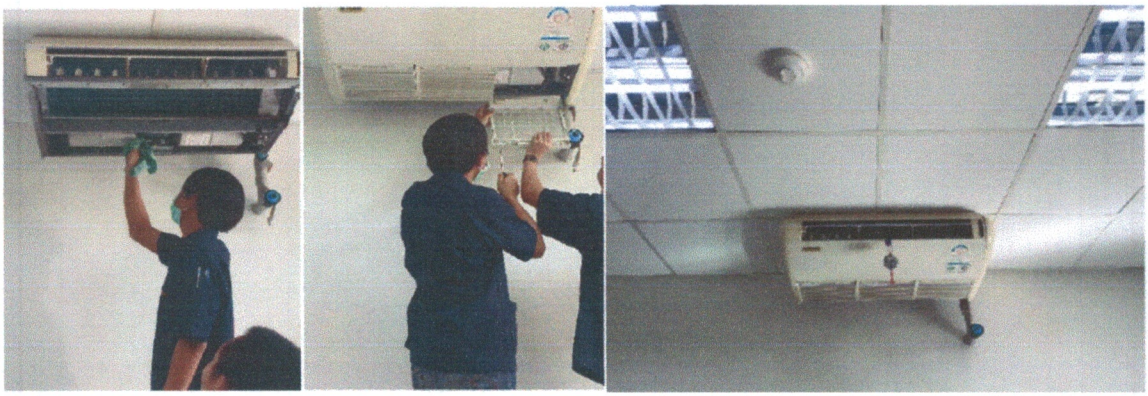
รูป การทำความสะอาดชุดกรองอากาศและแผงคอยล์เย็น



รูป การใช้ผ้าคลุมสำหรับการล้างเครื่องปรับอากาศเป้าหมาย

รูป การดำเนินการชุดระบายความร้อน (คอยล์ร้อน)

– นำผ้าสะอาดเช็ดที่ตัวและประกอบเครื่องพร้อมทดสอบการทำงาน



รูป การประกอบคืนสำหรับเตรียมพร้อมการทำงาน

8) ทดสอบสมรรถนะการทำงานของระบบปรับอากาศ โดยการบันทึกค่าศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ค่า PF ความเร็วลม อุณหภูมิและความชื้นหลังการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

	อุณหภูมิ		%RHin		V (m/s)		A (m2)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
อากาศด้านกลับ	20.3	26.3	67.5	84.5	1.07	2.9	0.078	0.078
อากาศด้านจ่าย	12.9	11.0	92.2	85.5	3.20	3.5	0.003	0.003

	PF		Power (kW)		V (Volt)		I (A)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ไฟฟ้า	0.80	0.79	4.023	4.056	393.5	394.2	7.14	7.28

รูป ตัวอย่างชุดข้อมูล ก่อน – หลัง การปรับปรุง

– ชุดข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งก่อนและหลังล้างเพื่อประเมินเป็นผลประหยัดของการอนุรักษ์พลังงาน สามารถประเมินได้จากความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการทดสอบดังนี้

ค่าประสิทธิภาพพลังงาน EER หรือ Energy Efficiency Ratio เป็นค่าอัตราส่วนระหว่าง ขีดความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) รวมสุทธิและกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (Watt) โดยค่า EER มีหน่วยเป็น Btu/hr/Watt

ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (CHP) อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (kW) และความสามารถในการทำความเย็น (TR หรือตันความเย็น)

TR หรือตันความเย็น $= 5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times (H_r - H_s)$

CMM = ปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ หน่วยเป็น m^3/min

H_r = เอนทาลปีของอากาศด้านลมกลับ หน่วยเป็น kJ/kg dry air

H_s = เอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่าย หน่วยเป็น kJ/kg dry air

– สรุปผลการดำเนินงานและภาพรวมการลดลงของการใช้พลังงาน

11. สถานที่ดำเนินกิจกรรมโครงการ .....ตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.....

12. ระยะเวลาการดำเนินงานโครงการ/กิจกรรม

ระยะเวลาโครงการ .....-..... เดือน

ดำเนินการต่อเนื่องตามหลักสูตรปี 2564 เป็นระยะเวลา 5 ปี

วันที่เริ่มต้น ..... วันที่สิ้นสุด .....

13. ผลการดำเนินโครงการ

ผลลัพธ์ (outcome/Impact) ของโครงการนี้ อาจจะนำไปใช้/พัฒนาต่อได้

ผลจากการดำเนินงานสำรวจพบว่า เครื่องปรับอากาศภายในตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีจำนวนทั้งหมด 150 เครื่อง โดยแสดงรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

จากการนำข้อมูลที่จดบันทึกไว้ไปวิเคราะห์ผลพบว่า เครื่องปรับอากาศหลังการล้างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และมีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 2 เดือน โดยแสดงตัวอย่างของการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

การคำนวณก่อนล้างเครื่องปรับอากาศ

ตารางสรุปผลการประหยัดที่เกิดจากการล้างเครื่องปรับอากาศ

ลำดับ	พิกัดทำความเย็น	ความเร็วลม	พื้นที่หน้าตัด	ปริมาณลมจ่าย	ด้านลมจ่าย			ด้านลมกลับ				กำลังไฟฟ้าที่ใช้	ค่าแก้กำลังไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้าปรับแก้	T.oa	ขนาดการทำความเย็น	ค่าแก้การทำความเย็น	ขนาดทำความเย็นปรับแก้	ประสิทธิภาพ		
					อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	Enthalpy	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	Enthalpy	Twb								EER	EER	kW/TR
	Btu/hr	m/s	m^2	(CFM)	(°C)	(%)	(Btu/lb)	(°C)	(%)	(Btu/lb)	(°C)	(KW)		(KW)	(°C)	(Btu/hr)		(Btu/hr)	วัตต์	cor.	
ก่อนล้างเครื่องปรับอากาศ																					
1	61,300	6.68	0.12	1,663.56	5.9	85.73	7.93	14.90	77	15.33	12.50	5.39	0.81	6.65	27.00	55,447.01	0.90	61,607.78	10.29	9.26	1.30

ด้านลมจ่าย

ความเร็วลม V = 6.68 m/s

พื้นที่หน้าตัดวัดได้ A = 0.12 m^2

คำนวณค่าปริมาณลมจ่าย

การหาค่าปริมาณลมจากการตรวจวัด $$CFM = V \times A \times \frac{3600}{1.7}$$

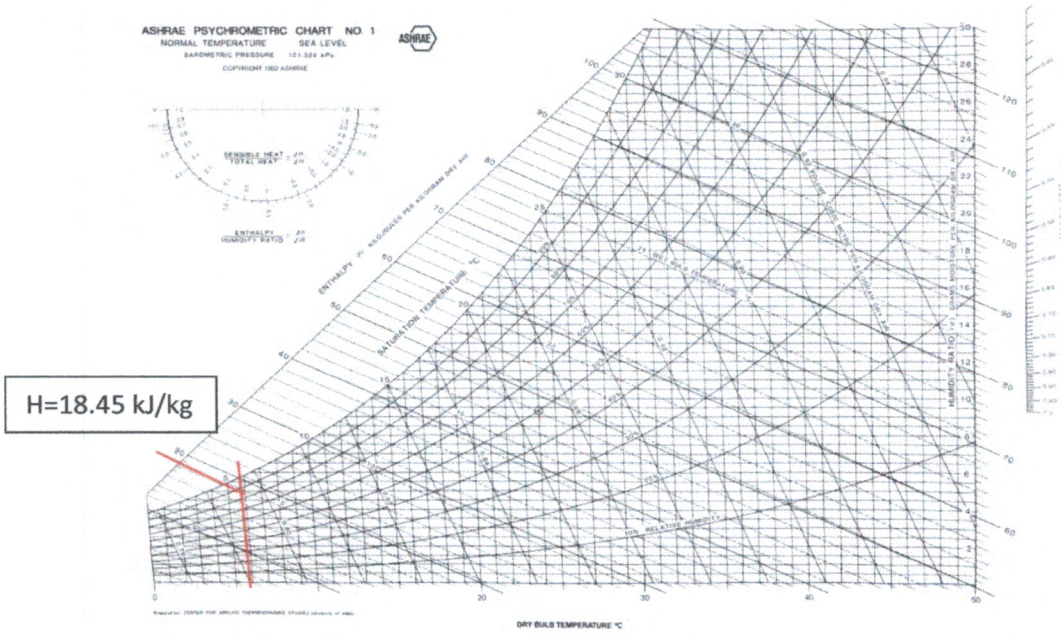
แทนค่า $$CFM = 6.68 \times 0.12 \times \frac{3600}{1.7} = 1697.50$$

หาค่า Enthalpy จาก Psychrometric Chart

จาก อุณหภูมิกระเปราะแห้งด้านลมจ่าย 5.9 °C

ความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่าย 85.73%

นำไปหาค่าจาก Psychrometric Chart



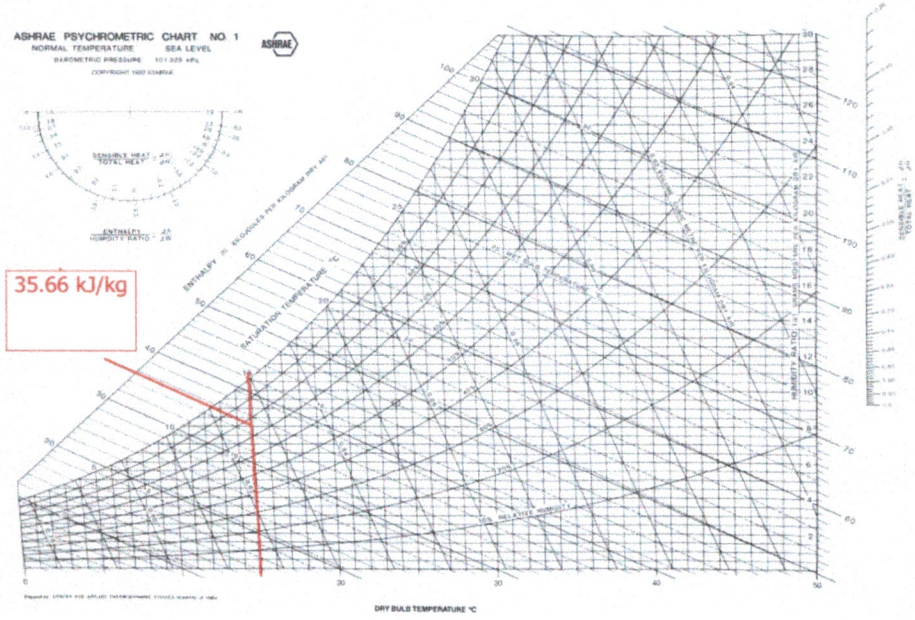
จะได้ค่า Enthalpy h=18.45 kJ/kg หรือ h=7.93 Btu/lb

ด้านลมกลับ

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง T_{Db} 14.90 °C

ความชื้อสัมพัทธ์ 77%

นำไปหาค่าจาก Psychrometric Chat



จะได้ค่าลมกลับ Enthalpy h=35.66 kJ/kg หรือ h = 15.33 Btu/lb

ประเมินกำลังไฟฟ้าโดยใช้ค่าแก้กำลังไฟฟ้าและค่าแก้ขนาดการทำความเย็น

กำลังไฟที่ใช้ ได้จากการวัดคือ 5.39 kW

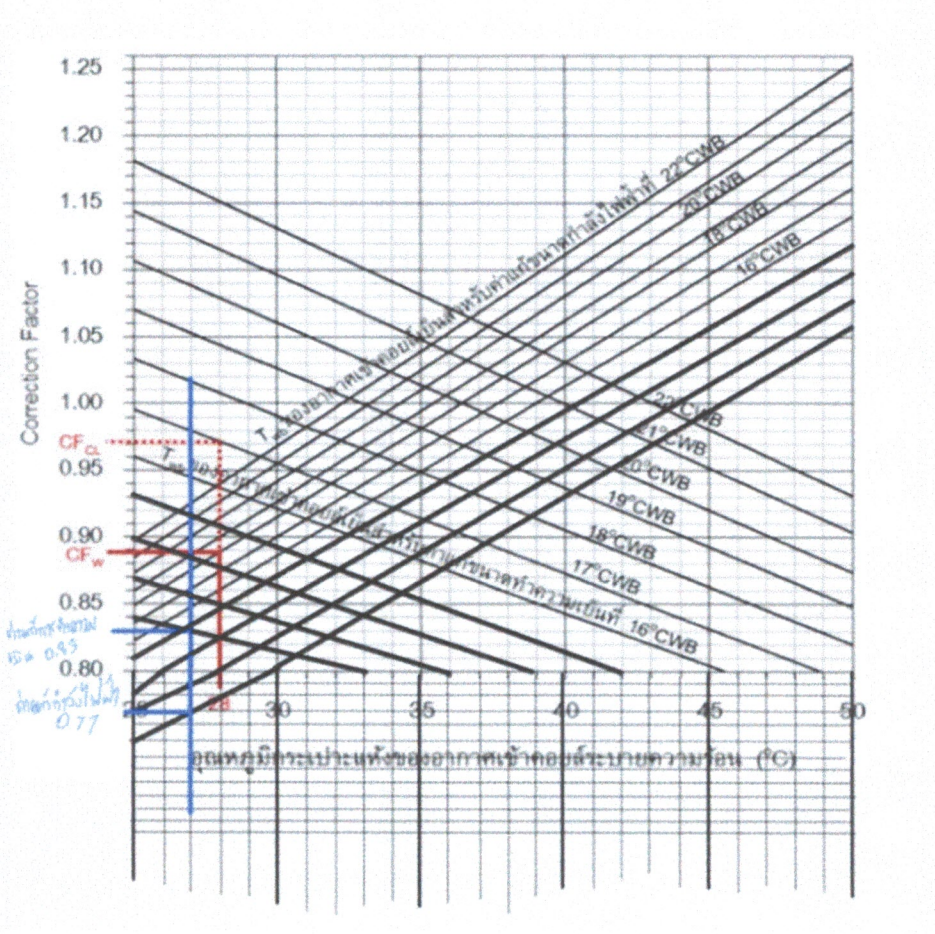
ขนาดการทำความเย็นหาได้จากสมการ

$$BTU = 4.5 \times CFM \times (h_{ด้านลมกลับ} - h_{ด้านลมจ่าย})$$

แทนค่าจะได้ว่า

$$BTU = 4.5 \times 1{,}663.56 \times (15.33 - 7.93) = 55377.9 \text{ BTU/hr}$$

วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศบริเวณที่เข้าสู่คอยล์ร้อน (Toa) = 27°C และวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้าสู่คอยล์ร้อน (T_{wb})= 12.50°C และนำข้อมูลไปหาค่าแก้ในกราฟค่าแก้กำลังไฟฟ้าและขนาดการทำความเย็น



รูป กราฟค่าแก้กำลังไฟฟ้าและขนาดการทำความเย็น

จากกราฟ จะได้ค่าแก้การทำความเย็น $CF_{CL} = 0.83$

จากกราฟ จะได้ค่าแก้กำลังไฟฟ้า $CF_W = 0.77$

นำค่าที่ได้มาประเมินกำลังไฟฟ้าและขนาดการทำความเย็นที่สอดคล้องกับการทดสอบในช่วงเวลานั้น

จาก $kW_{จริง} = kW_{วัดได้} / CF_W$

แทนค่าจะได้ $kW_{จริง} = 5.39 / 0.77 = 7$ kW

ดังนั้น กำลังไฟฟ้าจริงมีค่า 7 kW

จาก $BTU_{จริง} = BTU_{วัดได้} / CF_{CL}$

แทนค่าจะได้ $BTU_{จริง} = 55,377.9 / 0.83 = 66,720.36$ BTU/hr

ดังนั้น ขนาดการทำความเย็นจริงมีค่า 66,720.361BTU/hr

หาค่าประสิทธิภาพจากการประเมินในสถานการณ์จริง

ค่าประสิทธิภาพจากการวัด

คำนวณขนาดการทำความเย็นโดยใช้ค่าจากการวัดได้ 55,377.9 BTU/hr

กำลังไฟฟ้าที่ใช้จากการวัด 5.39 kW

$EER_{วัดได้} = BTU_{วัดได้} / kW_{วัดได้}$

$EER_{วัดได้} = 55,377.9 / 5.39 \times 10^3 = 10.29$

ค่าประสิทธิภาพจากการปรับแก้ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าขนาดการทำความเย็น

คำนวณขนาดการทำความเย็นโดยใช้ค่าปรับแก้แล้ว = 66,720.36 BTU/hr

กำลังไฟฟ้าที่ใช้จากการปรับแก้แล้ว = 7 kW

$EER_{จริง} = BTU_{จริง} / kW_{จริง}$

$EER_{จริง} = 66,720.36 / 7 \times 10^3 = 9.26$

คำนวณกำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น

1 ตันความเย็น = 12,000 BTU/hr

ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (CHP) kW/TR = 1.25

ตัวอย่างการคำนวณหลังล้างเครื่องปรับอากาศ

ตารางสรุปผลการประหยัดที่เกิดจากการล้างเครื่องปรับอากาศ

ลำดับ	พิกัดทำความเย็น	ความเร็วลม	พื้นที่หน้าตัด	ปริมาณลมจ่าย	ด้านลมจ่าย			ด้านลมกลับ				กำลังไฟฟ้าที่ใช้	ค่าแก้กำลังไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้าปรับแก้	Toa	ขนาดการทำความเย็น	ค่าแก้การทำความเย็น	ขนาดทำความเย็นปรับแก้	ประสิทธิภาพ		
					อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	Enthalpy	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	Enthalpy	Twb								EER วัดได้	EER cor.	kW/TR
	Btu/hr	m/s	m^2	(CFM)	(°C)	(%)	(Btu/lb)	(°C)	(%)	(Btu/lb)	(°C)	(kW)		(kW)	(°C)	(Btu/hr)		(Btu/hr)			
หลังล้างเครื่องปรับอากาศ																					
1	61,300	7.28	0.12	1,812.98	5.4	85.73	7.52	14.90	77	15.36	11.00	5.77	0.84	6.87	27.00	63,905.10	0.92	69,462.06	11.07	10.11	1.19

ค่าปริมาณลมจ่าย

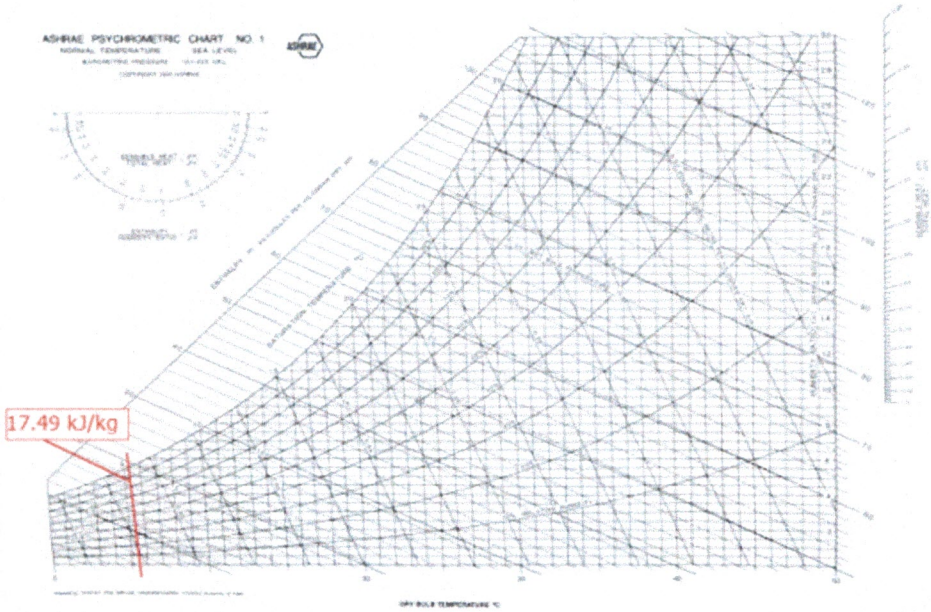
แทนค่าจะได้ $$CFM = 7.28 \times 0.12 \times \frac{3600}{1.7} = 1849.98$$

หาค่า Enthalpy จาก Psychrometric Chart

จาก อุณหภูมิกระเปาะแห้งด้านลมจ่าย 5.4°C

ความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่าย 85.73%

นำไปหาค่าจาก Psychrometric Chart



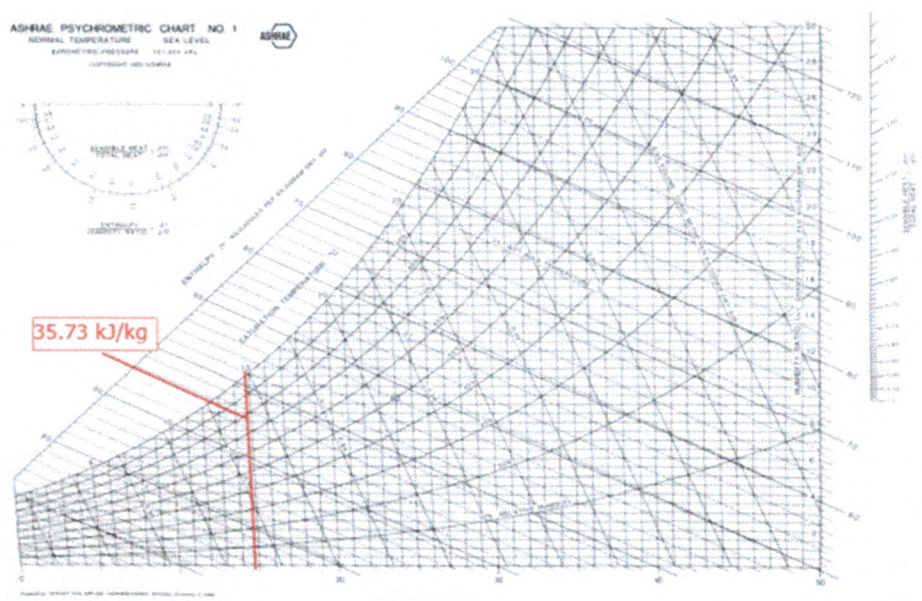
จะได้ค่า Enthalpy h=17.49 kJ/kg หรือ h=7.52 BTU/lb

ค่าปริมาณลมจ่ายด้านลมกลับ

อุณภูมิกระเปาะแห้ง TDb = 14.90°C

ความชื้อสัมพัทธ์ =77%

นำไปหาค่า Psychrometric Chart



จะได้ค่า Enthalpy h = 35.73 kJ/kg หรือ 15.36 Btu/lb

ค่าแก้กำลังไฟฟ้าและค่าแก้ขนาดการทำความเย็น

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ได้จากการวัดคือ 5.77 kW

ขนาดการทำความเย็นหาได้จากสูตร

$$BTU = 4.5 \times CFM \times (h_{\text{ด้านลมกลับ}} - h_{\text{ด้านลมจ่าย}})$$

แทนค่าจะได้ว่า

$$BTU = 4.5 \times 1{,}849.98 \times (15.36 - 7.52) = 65{,}267.29 \text{ BTU/hr}$$

วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศบริเวณที่เข้าสู่คอยล์ร้อน (T_{oa}) ได้เท่ากับ 27.00°C และ
วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศบริเวณที่เข้าสู่คอยล์ร้อน (T_{wb}) ได้เท่ากับ 11.00°C
นำข้อมูลไปหาค่าแก้ในกราฟค่าแก้กำลังไฟฟ้าและขนาดการทำความเย็น

$CF_{CL} = 0.81$

$CF_W = 0.76$

$kW_{\text{จริง}} = kW_{\text{วัดได้}} / CF_W$

$kW_{\text{จริง}} = 5.77 / 0.76 = 7.6$ kW

ดังนั้นกำลังไฟฟ้าจริงมีค่าเท่ากับ 7.60 KW

$BTU_{\text{จริง}} = BTU_{\text{วัดได้}} / CF_{CL}$

$BTU_{\text{จริง}} = 65{,}267.29 / 0.81 = 80{,}576.90$ BTU/hr

ดังนั้นขนาดการทำความเย็นจริงมีค่าเท่ากับ 80,576.9 BTU/hr

หาค่าประสิทธิภาพจากการประเมินในสถานการณ์จริง

ค่าประสิทธิภาพจากการวัด

คำนวณขนาดการทำความเย็นโดยใช้ค่าจากการวัดได้ 65,267.29 BTU/hr

กำลังไฟฟ้าที่ใช้จากการวัด 5.77 kW

$EER_{\text{วัดได้}} = BTU_{\text{วัดได้}} / kW_{\text{วัดได้}}$

$EER_{\text{วัดได้}} = 65{,}267.29 / 5.77 \times 10^3 = 11.07$

ค่าประสิทธิภาพจากการปรับแก้ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าขนาดการทำความเย็น

คำนวณขนาดการทำความเย็นโดยใช้ค่าปรับแก้แล้ว = 80,576.9 BTU/hr

กำลังไฟฟ้าที่ใช้จากการปรับแก้แล้ว = 7.60 kW

$EER_{\text{จริง}} = BTU_{\text{จริง}} / kW_{\text{จริง}}$

$EER_{\text{จริง}} = 80{,}576.9 / 7.60 \times 10^3 = 10.60$

คำนวณกำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น

1 ตันความเย็น = 12,000 BTU/hr

ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (CHP) kW/TR = 1.13

การหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ชั่วโมงการเปิดใช้งาน	8	ชั่วโมงต่อวัน
จำนวนวันที่ใช้งาน	250	วันต่อปี
ค่าไฟฟ้า	4.50	บาท/หน่วย

อัตราการตัดต่อเครื่องปรับอากาศ 60 %

การคำนวณค่าไฟก่อนล้างเครื่องปรับอากาศ

การประเมินค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศต้นแบบ

ค่าไฟก่อนล้าง = $kW_{\text{วัดได้หลังล้าง}}$ x ชั่วโมงใช้งาน x จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี x ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย x $\%_{\text{การตัดท่อ}}$

ค่าไฟก่อนล้าง = 5.77 kW x 8 ชม/วัน x 250 วัน/ปี x 4.50 บาท/kWh x 0.6

= 27,696 บาท/ปี

ผลประหยัด

จาก กิโลวัตต์ต่อตันความเย็นก่อนล้างแอร์ เท่ากับ 1.25 kW/TR

กิโลวัตต์ต่อตันความเย็นหลังล้างแอร์ เท่ากับ 1.13 kW/TR

ผลประหยัด = 1–[(กิโลวัตต์ต่อตันหลังล้างแอร์ / กิโลวัตต์ต่อตันก่อนล้างแอร์) x 100]

แทนค่า **ผลประหยัด = 1–[(1.13 / 1.25) x 100] = 9.6%**

การคำนวณค่าไฟหลังล้างเครื่องปรับอากาศ

ค่าไฟหลังล้าง = ค่าไฟก่อนล้าง x (1 – ผลประหยัด)

ค่าไฟหลังล้าง = 27,696 x (1 – 0.096) = 25,037.18 บาทต่อปี

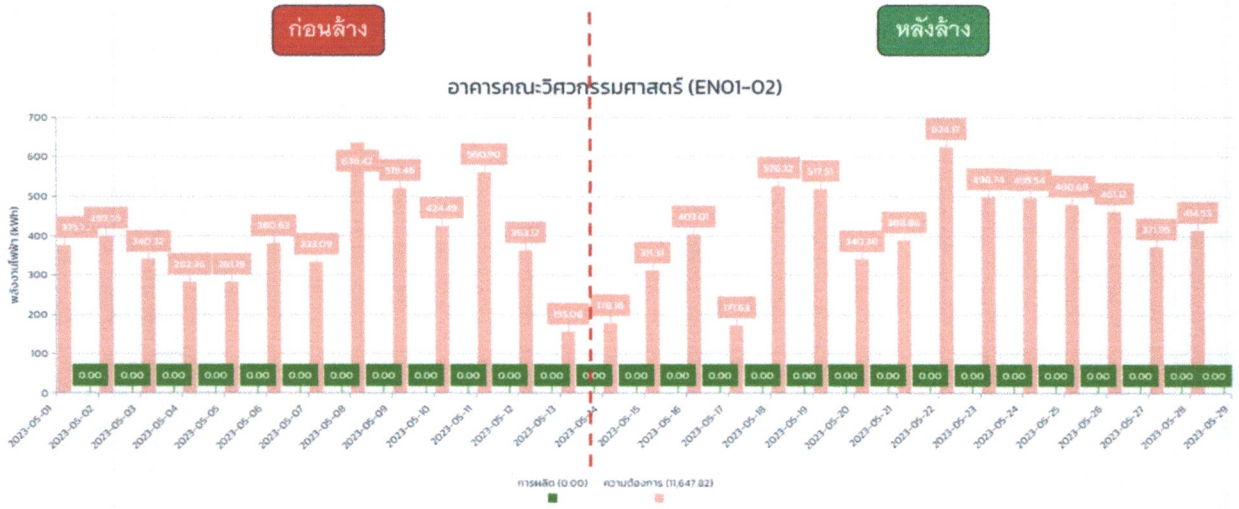
ระยะเวลาการคืนทุนประเมินจากค่าจ้างล้างแอร์ครั้งละ 700 บาท

ดั้งนั้น ระยะการคืนทุน = ค่าล้างแอร์ / (ค่าไฟก่อนล้าง – ค่าไฟหลังล้าง)

ระยะการคืนทุน = 700 / (27,696 – 25,037.18) = 0.26 ปี หรือ 3.16 เดือน

*** ในการประเมินสำหรับเครื่องปรับอากาศเฉพาะชุดนี้เท่านั้นซึ่งขาดการล้างหรือบำรุงรักษา ในการดำเนินงานจริงเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานไม่บ่อยหรือมีการบำรุงรักษารายปีอยู่แล้วผลการประหยัดหรือคืนทุนจะน้อยกว่านี้**

สรุปจากการดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศภายในตึก EN1–EN–2 จำนวน 40 เครื่อง ส่งผลให้สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้ประมาณ 4.33 kWh/คน วัน โดยประเมินจากการดำเนินกิจกรรมโดยใช้ข้อมูลจากระบบ http://www.solar.up.ac.th/monitoring/Dashboard.aspx ซึ่งติดตั้งชุด Smart Power Meter สำหรับอาคาร EN 1 และ EN2 อยู่แล้ว ทำให้สามารถประเมินผลการลดลงของการใช้พลังงานไฟฟ้า ทั้งนี้การประเมินเป็นการประเมินร่วมกันระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับคนที่เข้ามาใช้บริการพื้นที่ โดยในช่วงเดือน พค.66 ซึ่งมีการล้างระบบปรับอากาศทั้งหมดไปต้นเดือนและมีแนวโน้มคนมาใช้งานในพื้นที่อาคารเป้าหมายเพิ่มขึ้นในช่วงกลางเดือนเดียวกัน

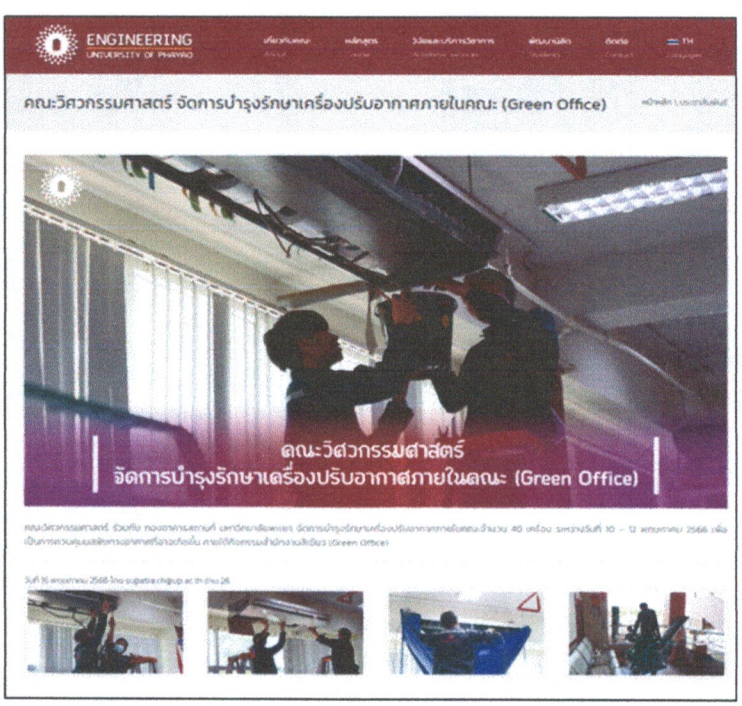


รูป ปริมาณการใช้พลังงานก่อนและหลังการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังล้างเครื่องปรับอากาศ

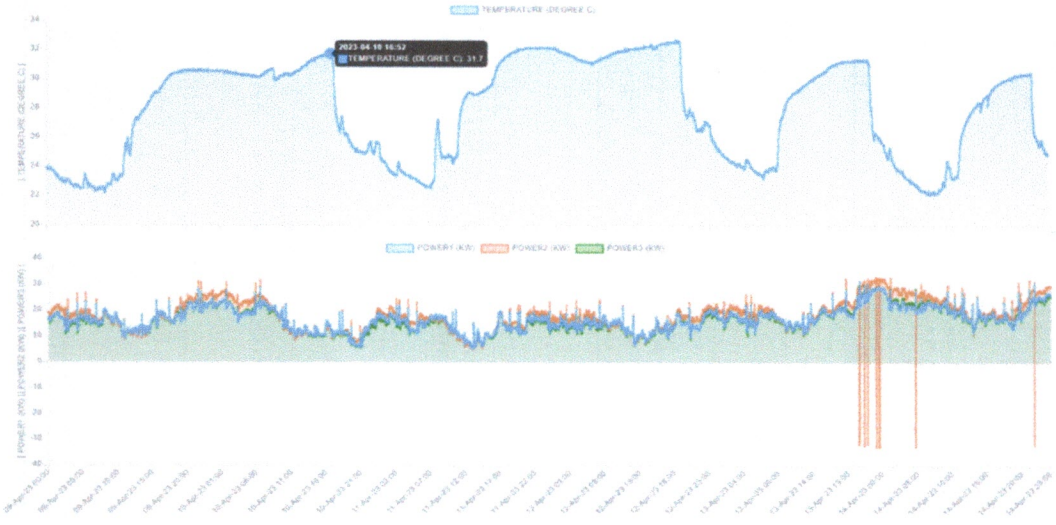
รายละเอียด	ก่อนล้าง	หลังล้าง
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)	5,230.51	6417.31
จำนวนบุคลากรเฉลี่ย (คน)	47	60
อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh/คน)	111.29	106.96

โดยการดำเนินการทั้งหมดใช้การมีส่วนร่วมของบุคลากรทั้งสายวิชาการและสนับสนุนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ พร้อมประชาสัมพันธ์ให้กับบุคลภายนอกให้รับทราบทั่วกัน



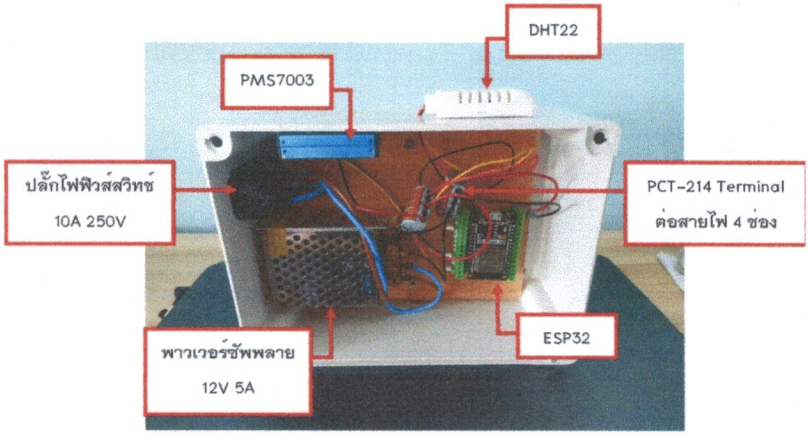
รูป การมีส่วนร่วมของคณะและการประชาสัมพันธ์การดำเนินงาน

ผลจากการดำเนินงาน ทางคณะมีแนวทางการจัดทำระบบแจ้งเตือน การใช้ระบบปรับอากาศและคุณภาพอากาศ สำหรับพื้นที่ต้นแบบ โดยจะสามารถรับรู้การใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นรายอุปกรณ์หรือเฉพาะพื้นที่ผ่านอุณหภูมิห้องและคุณภาพอากาศ ซึ่งจะมีส่วนช่วยทำให้เกิดการควบคุมอุณหภูมิห้องที่เหมาะสมรวมถึงสภาวะแวดล้อมที่ปลอดภัยในการทำงาน โดยเฉพาะช่วงที่มีฝุ่นมากเป็นพิเศษ โดยชุดอุปกรณ์ดังกล่าวอยู่ในช่วงการพัฒนา โดยทดสอบไปแล้วบางส่วน

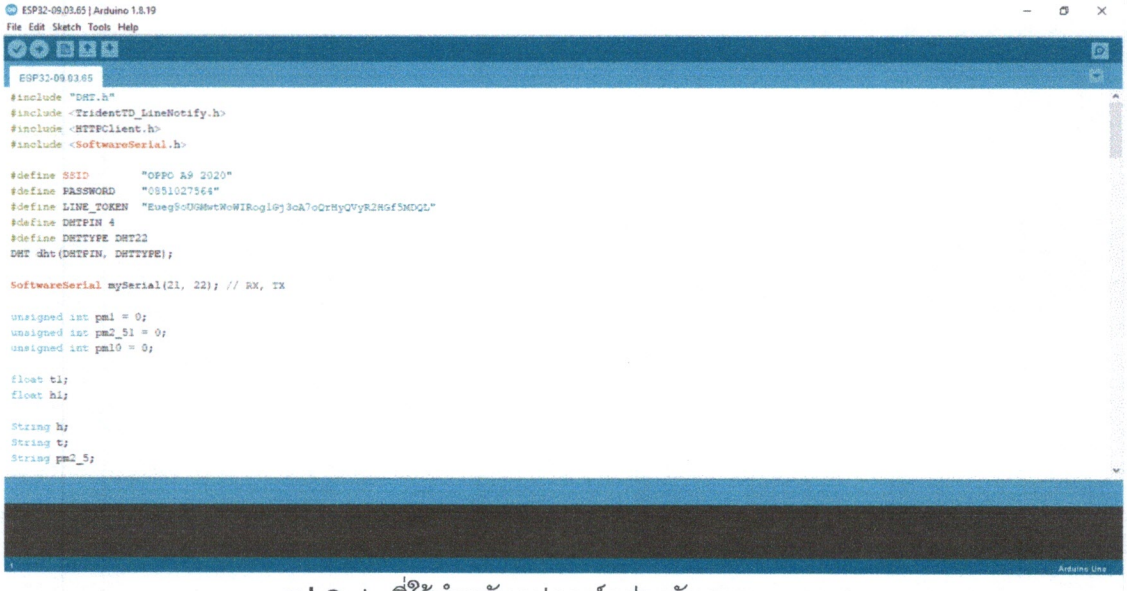


รูป การตรวจวัดค่าอุณหภูมิและกำลังไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ต้นแบบ

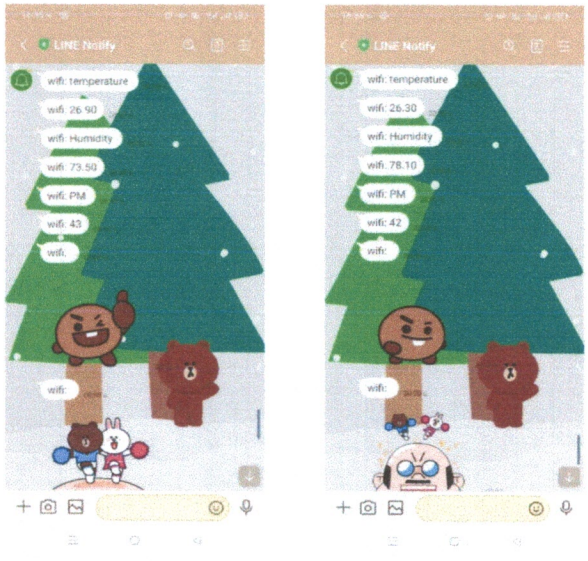
รูป ชุดอุปกรณ์ต้นแบบการตรวจวัดค่าพลังงานเป็นรายอุปกรณ์



รูป ชุดอุปกรณ์ต้นแบบการประเมินค่าสภาพอากาศเบื้องต้น



รูป Code ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์กล่องวัดสภาพอากาศ



รูป ข้อมูลที่แจ้งเตือนในแอปพลิเคชั่น Line

ลงชื่อ ..... หัวหน้าโครงการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัทธีธนนท์ พงษ์พานิช)
วันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. 66

ลงชื่อ ..... คณบดี/ผู้อำนวยการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ ดำรงวิริยะนุภาพ)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
ตำแหน่ง .....
วันที่ ..... เดือน 30 พ.ค. 2566 พ.ศ. .....

ผู้ประสานงานโครงการ
ดร.ปรัชญ์ ปิงเมืองเหล็ก
หัวหน้างานสิ่งแวดล้อม กองอาคารสถานที่
มหาวิทยาลัยพะเยา 19 หมู่ 2 ถนนพหลโยธิน ตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
โทรศัพท์ 054 466 666 ต่อ 1063 หรือโทรศัพท์มือถือ 091 858 8806 โทรสาร 054 466 490
Email: prus.pi@up.ac.th
ออกแบบแบบฟอร์มโดย กองอาคารสถานที่ งานสิ่งแวดล้อม (ดร.ปรัชญ์ ปิงเมืองเหล็ก)