

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24  
20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

**การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการการใช้ห้องเรียนเพื่อประหยัดการใช้พลังงานใน  
ระบบปรับอากาศและโปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าของ  
เครื่องปรับอากาศในห้องเรียน**

**Computer Program Manages Classroom Usage for Reduction in Air-conditioner  
Energy Consumption and Computer Program Calculates Air-conditioner  
Energy Consumption of Classroom**

มิตี มาลีทิพย์วรรณ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

\*ผู้ติดต่อ: 4950401221@stdmail.kku.ac.th, 089 418 2158

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศในอาคารเรียนที่มีห้องเรียนเป็นจำนวนมาก การใช้ห้องแบบไม่เป็นระเบียบไม่ต่อเนื่องจะทำให้ระบบปรับอากาศทำงานมากเกินความจำเป็น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะจัดการใช้ห้องเรียนให้ต่อเนื่องกันและใช้จำนวนห้องเรียนให้น้อยที่สุด เพื่อลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการใช้ห้องเรียนให้เป็นระบบมากขึ้นโดยคำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ หลักการของโปรแกรมนี้ คือ จัดคาบเรียนลงในห้องหมายเลขแรกให้เต็มก่อน แล้วค่อยจัดลงห้องหมายเลขลำดับถัดไปเรื่อยๆ จะทำให้คาบเรียนที่จัดลงในห้องต่อเนื่องกันมากขึ้น ลดจำนวนครั้งที่ต้องเริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศที่สภาวะอุณหภูมิและความชื้นสูงเท่ากับอากาศนอกห้อง และสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์หาการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศในห้องเรียน โดยโปรแกรมนี้ใช้ได้กับเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมแบบเปิด-ปิด หลักการคือหาเวลาทั้งหมดที่คอมเพรสเซอร์เปิดและปิด นำมาคำนวณหาการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการใช้โปรแกรมนี้คำนวณหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของการจัดการการใช้ห้องแบบเดิมและแบบใช้โปรแกรมจัดการการใช้ห้อง เปรียบเทียบกันพบว่าการจัดการการใช้ห้องอย่างเป็นระบบโดยใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศในอาคารเรียนได้ 0.5 – 2.5 %

เนื่องจากอาคารเรียนที่ใช้ทำการวิจัยครั้งนี้มีห้องเรียนอยู่ 2 ฝั่งของตัวอาคารคือห้องเรียนที่ตั้งอยู่ฝั่งทิศตะวันออกและฝั่งทิศตะวันตกของตัวอาคาร แสงแดดที่กระทบอาคาร ทำให้ช่วงเช้า ห้องฝั่งทิศตะวันออกของตัวอาคารมีภาระการทำความเย็นมาก, ห้องฝั่งทิศตะวันตกมีภาระการทำความเย็นน้อย และผลตรงกันข้ามในช่วงบ่าย ดังนั้นอีกแนวคิดหนึ่งของงานวิจัยนี้ คือ การใช้โปรแกรมจัดการการใช้ห้องโดยคำนึงถึงช่วงเวลาและภาระการทำความเย็นของห้อง หลักการของโปรแกรมนี้ คือ จัดวิชาคาบเช้าไว้กลุ่มห้องฝั่งทิศตะวันตกที่มีภาระการทำความเย็นช่วงเช้าน้อยและจัดวิชาคาบบ่ายไว้กลุ่มห้องฝั่งทิศตะวันออกที่มีภาระการทำความเย็นช่วงบ่ายน้อย จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศในอาคารเรียนได้ 1.6 – 5.1 %

**คำหลัก:** เครื่องปรับอากาศ, การประหยัดพลังงาน, การจัดการ

### **Abstract**

This research is aimed to study an energy saving scheme of air-conditioner in classrooms. The concept was to arrange classrooms in a continuous usage pattern and minimize the number of occupied classrooms. A computer program was used to arrange classrooms schedule subject to the demands with energy efficiency concerns. The principle of this program is allocating the demand of use for the first classroom until it is fully occupied and then if there is a need of use, the next classroom will be allocated. This algorithm is made for the first room to the last room until there is no demand of use. This gives a new pattern of classroom utilization which is more continuous and fully occupied. Therefore the air-conditioner is handling less cooling loads and thus less energy consumption would be achieved. The air-conditioner energy consumptions of classrooms were calculated by another computer program. This program capable use with on-off control air-conditioner. The principle of this program is calculating the total time that compressor on and off for determine energy consumption. After re-arrange the classrooms, the energy consumptions of the air-condition system were determined by this program and then the results were compared. The comparisons show that energy consumption of air-conditioner in classrooms can be reduced by 0.5 – 2.5 %.

Because in this research, the building has the classrooms at the east side and the west side. In the morning, the west side classrooms have less cooling load and in the afternoon, the east side classrooms have less cooling load. Another concept, the classrooms were occupied by period when there are less cooling load. The computer program was used to arranged the periods in the morning to the west side classrooms that they have less cooling load at the morning and the periods in the afternoon were arranged to the east side classrooms that they have less cooling load at the afternoon. This case could reduce the air-conditioner energy consumption 1.6 – 5.1 %.

**Keywords:** air-conditioner, energy saving, management

### **1. บทนำ**

การใช้พลังงานในอาคารสถานศึกษาที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศในห้องเรียนจะใช้พลังงานในระบบปรับอากาศในสัดส่วนที่สูงประมาณ 50 – 60 % เพราะเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานค่อนข้างสูง เช่น สาริต รุ่งฤดีสมบัติกิจ [1] ศึกษาการใช้ไฟฟ้าในอาคารเรียนมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต พบว่ามีสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ 66.00 % การใช้พลังงานของอุปกรณ์ในห้องทำงานของบุคลากรและห้องปฏิบัติการ 29.00 % และใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง 5.00 % และ สราวุฒิ คำประสาร ชีระวัฒน์ เจริญ และพงศ์พันธุ์ ชมพูพฤษ [2] ศึกษาการใช้

พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศในอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับระบบแสงสว่างของอาคารมีค่า 66,617 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อปี คิดเป็น 24.49 % ของพลังงานรวมของระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศ และระบบปรับอากาศมีค่า 205,407.37 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อปี คิดเป็น 75.51 % ของพลังงานรวมของระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศ ดังนั้นการประหยัดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศในอาคารสถานศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญ

การใช้งานเครื่องปรับอากาศในห้องเรียนเมื่อเริ่มคาบเรียนก็จะเปิดเครื่องปรับอากาศทำให้ห้องเรียนมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 % เมื่อเรียนเสร็จก็จะปิดเครื่องปรับอากาศ ภายในห้องก็จะมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าอากาศภายนอกห้อง อาจจะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไปจนทำให้ผิวหนังแห้ง แต่วิธีการนี้อาจจะไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เพราะถ้าหากเราไม่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเรียน ก็จะทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งของภายในห้องเรียนได้

ดังนั้น การปรับปรุงระบบปรับอากาศในห้องเรียนให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและสุขภาพของผู้เรียน จำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การออกแบบอาคาร การเลือกใช้วัสดุ การติดตั้งอุปกรณ์ปรับอากาศ และการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้

ในอาคารสถานศึกษามีห้องเรียนอยู่หลายห้อง แต่ละห้องมีการกระทำความเย็นไม่เท่ากันเนื่องจาก ทิศทางที่ตั้งของห้อง ดังนั้นอีกแนวคิดหนึ่งคือการใช้ ห้องเมื่อเวลาที่ห้องมีการกระทำความเย็นน้อย

ในสถานศึกษา จำนวนคาบเวลาเรียนในการใช้  
งานห้องเรียนได้ถูกจัดไว้ตามตารางเรียนซึ่งมีจำนวน  
ชั่วโมงใช้งานรวมค่าหนึ่งคงที่ ไม่ว่าจะจัดการใช้ห้อง  
อย่างไร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะใช้  
โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการใช้ห้องเรียนโดย  
พยายามใช้ห้องเรียนให้ต่อเนื่อง และอีกวิธีหนึ่งโดย

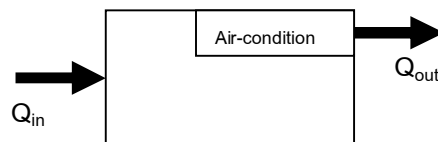
การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการใช้ห้องเรียนโดย  
ใช้ห้องเมื่อเวลาที่ห้องมีภาระการทำความเย็นน้อย  
เพื่อลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศและใช้  
โปรแกรมคอมพิวเตอร์หาการใช้พลังงานของ  
เครื่องปรับอากาศในห้องเรียนของการจัดตารางการใช้  
ห้องแบบเดิมและการจัดตารางการใช้ห้องโดยใช้  
โปรแกรม เปรียบเทียบผลการใช้พลังงานของการจัด  
ตารางการใช้ห้องทั้ง 2 แบบ

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สมมุติฐาน แบบจำลองของห้องเรียนที่มีการใช้  
เครื่องปรับอากาศ คือ พิจารณาห้องเรียนเป็นระบบปิด  
ถือว่าอากาศที่รั่วผ่านขอบกระจกและขอบประตูน้อย  
มากเมื่อเทียบกับปริมาตรอากาศภายในห้อง

ข้อจำกัด คือ การกำหนดห้องเรียนเป็นระบบปิด เวลาเปลี่ยนคาบนักเรียนจะเปิดประตูห้องเพื่อเดินออก และนักเรียนที่เรียนต่อก็จะเดินเข้า พอเข้าห้องเรียน จนครบก็จะปิดประตู ดังนั้นตอนเปลี่ยนคาบนี้จะมี อากาศไหลเข้าออกผ่านประตูห้องเป็นจำนวนมาก ทำให้ในช่วงเวลาเปลี่ยนคาบเรียนแบบจำลองจะมีความ คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

ดังนั้น สมการระบบปิด คือ  
ระบบปิด



รูปที่ 1 ห้องเรียนที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ

$$\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out} = \rho_{air} V_{room} \frac{(u_2 - u_1)}{\Delta t} \quad \text{kw} \quad (1)$$

ดังนั้น  $\Delta t$  เท่ากับ

$$\Delta t = \frac{\rho_{air} V_{room} (u_2 - u_1)}{\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out}} \quad \text{วินาที} \quad (2)$$

พลังงานภายใน,  $U$  ของอากาศขึ้นเท่ากับ

$$u = 0.717T + w(2375.33 + 1.41T)[4] \quad (3)$$

เมื่อ

u คือ พลังงานภายในของอากาศชื้น, kJ/kg

w คือ ค่าความชื้นจำเพาะ,  $\text{kg}_v/\text{kg}_{\text{dry air}}$

T คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งหน่วย °C  
ดังนั้น

$$u_2 - u_1 = 0.717(T_2 - T_1) + 2375.33(w_2 - w_1) + 1.41(w_2 T_2 - w_1 T_1) \quad (4)$$

ดังนั้นแทนสมการที่ (4) ลงในสมการที่ (2) ได้

$$\Delta t = \frac{\rho_{air} V_{room} (0.717(T_2 - T_1) + 2375.33(w_2 - w_1) + 1.41(w_2 T_2 - w_1 T_1))}{\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out}} \quad (5)$$

เมื่อ

$$\rho_{air} = 1.184 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{room} = \text{ปริมาตรห้องเรียน, m}^3$$

$$\dot{Q}_{in} = \text{Cooling Load, kw (หาด้วยวิธีCLTD)}$$

$$\dot{Q}_{out} = \text{อัตราการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ, Kw}$$

กำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเรียน RH = 50 % เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเรียนจะมีค่าระหว่าง 30% - 70% ดังนั้นจึงใช้ค่าเฉลี่ยที่ RH = 50 % เพื่อนำไปหาค่าความชื้นจำเพาะ (w) และกำหนดอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องเท่ากับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตลอดปีของจังหวัดที่อาคารตั้งอยู่ พิจารณาเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมแบบเปิด-ปิด โดยตั้งอุณหภูมิที่ 25 °C อุณหภูมิที่เทอร์โมสตัทต่อการทำงานเท่ากับ 27 °C และอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัทตัดการทำงานเท่ากับ 23 °C ซึ่งเป็นค่าโดยทั่วไปของเทอร์โมสตัทที่ใช้กัน [3] ทำให้มีช่วงเวลาที่เครื่องปรับอากาศทำงานมี 3 แบบ ดังนี้

1. ช่วงเวลาเริ่มต้นเดินเครื่อง : (จากอุณหภูมิภายนอกห้องเฉลี่ยลดลงถึง 23 °C)

$$\Delta t_{begin} = \frac{\rho_{air} V_{room} (0.717(23 - T_1) + 2375.33(w_2 - w_1) + 1.41(w_2 T_2 - w_1 T_1))}{\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out}} \quad (6)$$

2. ช่วงเวลาที่เทอร์โมสตัทตัดการทำงาน : (จากอุณหภูมิ 23 °C เพิ่มสูงขึ้นถึง 27 °C)

$$\Delta t_{off} = \frac{\rho_{air} V_{room} (0.717(27 - 23) + 2375.33(w_2 - w_1) + 1.41(w_2 T_2 - w_1 T_1))}{\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out}} \quad (7)$$

3. ช่วงเวลาที่เทอร์โมสตัทต่อการทำงาน : (จากอุณหภูมิ 27 °C ลดลงถึง 23 °C)

$$\Delta t_{on} = \frac{\rho_{air} V_{room} (0.717(23 - 27) + 2375.33(w_2 - w_1) + 1.41(w_2 T_2 - w_1 T_1))}{\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out}} \quad (8)$$

เมื่อได้  $\Delta t$  นำไปแทนค่าในสมการหาการใช้พลังงานไฟฟ้า

$$P = \frac{IV \cos \theta \Delta t}{1000} \quad \text{kwh} \quad (9)$$

เมื่อ

P = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ

I = กระแสไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ, (A)

V = แรงดันไฟฟ้า (220 Volts)

$\cos \theta$  = เพาเวอร์แฟกเตอร์ของเครื่องปรับอากาศ

$\Delta t$  = เวลา (hr)

และหาการใช้พลังงานไฟฟ้าขณะสตาร์ทมอเตอร์

มอเตอร์ราคาปานกลางใช้กระแสไฟฟ้าเมื่อเริ่มเดิน 400 % [5]

เวลาในการสตาร์ทใช้ช่วงเวลานั้นๆ (1 - 2 วินาที) [6] ดังนั้นใช้ค่าเฉลี่ย 1.5 วินาที

ดังนั้น การใช้พลังงานไฟฟ้าขณะสตาร์ท

$$P_{start} = \frac{4nIV \cos \theta (1.5 / 3600)}{1000} \quad \text{kwh} \quad (10)$$

เมื่อ

n = จำนวนครั้งในการสตาร์ท

### 3.แนวคิดของโปรแกรม

#### 3.1 แนวคิดของโปรแกรมจัดการการใช้ห้องโดยคำนึงถึงความต่อเนื่องของคาบเรียน

หลักการของโปรแกรมนี้นี้ คือ จัดคาบเรียนลงในห้องหมายเลขแรกให้เต็มก่อน แล้วค่อยจัดลงห้องหมายเลขลำดับถัดไปเรื่อยๆ จะทำให้คาบเรียนที่จัดลงในห้องต่อเนื่องกันมากขึ้น ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 โปรแกรมนี้จะรับค่า 1.รหัสวิชา 2.ชื่อวิชา 3.หน่วยกิต 4.หมายเลขกลุ่ม 5.ภาค(ปกติ,พิเศษ) 6.จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชานี้ในกลุ่มนี้ 7.วันที่กลุ่มของวิชานี้เรียน(จันทร์ - อาทิตย์) 8.เวลาที่กลุ่มของวิชานี้เรียน(ระหว่าง8:00-22:00) ของวิชาทั้งหมดของภาคเรียนและปีการศึกษา ที่จะทำการจัด

3.1.2 และรับค่า 9.หมายเลขห้อง 10.จำนวนที่นั่ง  
ของห้อง ของห้องเรียนทั้งหมดที่จะทำการจัด

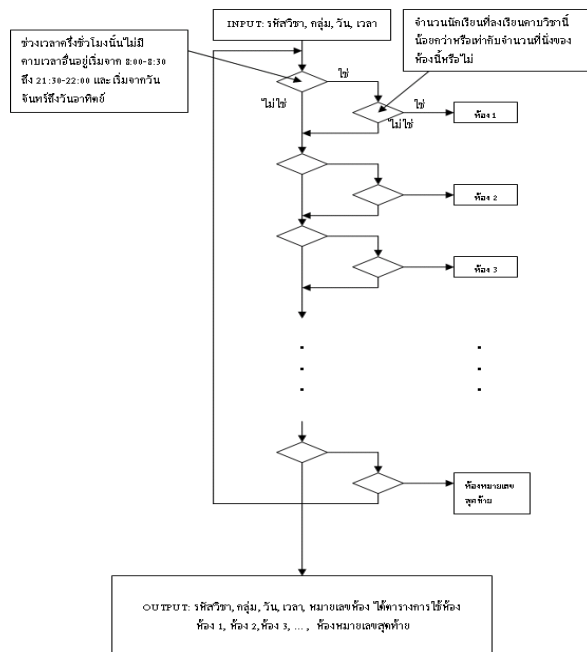
3.1.3 โปรแกรมจะเริ่มจัดห้องหมายเลขแรกก่อน  
ตรวจสอบจำนวนที่นั่งของห้อง และจะไปหาคาบวิชา  
ที่บันทึกลงไปลำดับแรกก่อน ตรวจสอบ วัน, เวลา และ  
จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนและกลุ่มนี้

3.1.4 ถ้า วัน, เวลา ของคาบวิชานี้ ห้องหมายเลข  
นี้ว่างไม่มีคาบวิชาอื่นบันทึกอยู่และจำนวนนักศึกษาที่  
ลงทะเบียนน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนที่นั่งของ  
ห้องหมายเลขนี้ ก็ทำการบันทึกคาบวิชานี้ลงใน  
ห้องหมายเลขนี้

3.1.5 ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขนี้ก็เลื่อนไปหาห้อง  
ลำดับต่อไปตามลำดับและทำตามกระบวนการข้อ

3.1.4

3.1.6 โปรแกรมจะดำเนินการตามกระบวนการข้อ  
3.1.4 เริ่มจากห้องหมายเลขแรกจนถึงห้องหมายเลข  
สุดท้ายและจากคาบวิชาที่ป้อนข้อมูลลงไปลำดับแรก  
จนถึงคาบวิชาที่ป้อนข้อมูลลงไปลำดับสุดท้าย  
ตามลำดับ ก็จะสิ้นสุดกระบวนการและแสดงผล  
ออกมาเป็นตารางการใช้ห้อง



รูปที่ 2 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจัด  
ตารางการใช้ห้องเรียนโดยคำนึงถึงความต่อเนื่องของ  
คาบเรียน

3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจัดตาราง  
การใช้ห้องเรียนโดยคำนึงถึงทิศทางที่ตั้งของ  
ห้องเรียนและความต่อเนื่องของคาบเรียน

เนื่องจาก อาคารเรียนตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยใน  
ครั้งนี้มีห้องเรียนอยู่ 2 ฝั่งของตัวอาคาร คือ ห้องเรียน  
ทางฝั่งทิศตะวันออกและห้องเรียนทางฝั่งทิศตะวันตก  
ห้องเรียนทางฝั่งทิศตะวันออกด้านหลังห้องจะติดกับ  
ภายนอกอาคารและด้านหน้าห้องติดกับภายในอาคาร  
ห้องเรียนทางฝั่งทิศตะวันตกด้านหลังห้องจะติดกับ  
ภายนอกอาคารและด้านหน้าห้องติดกับภายในอาคาร  
ทำให้ห้องทางฝั่งทิศตะวันออกของอาคารเรียนมีค่า  
ภาระการทำความเย็นสูงในช่วงเช้าและช่วงบ่ายมีค่า  
ภาระการทำความเย็นน้อยกว่า ห้องทางฝั่งทิศ  
ตะวันตกของอาคารเรียนมีค่าภาระการทำความเย็นสูง  
ในช่วงบ่ายและช่วงเช้ามืดมีค่าภาระการทำความเย็นน้อย  
กว่า

หลักการของโปรแกรมนี้นี้ คือ จัดคาบเรียนลงใน  
ห้องหมายเลขแรกให้เต็มก่อน แล้วค่อยจัดลงห้อง  
หมายเลขลำดับถัดไปเรื่อยๆ โดยวิชาคาบเช้าจัดลง  
ห้องฝั่งทิศตะวันตกและวิชาคาบบ่ายจัดลงห้องฝั่งทิศ  
ตะวันออก ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมนี้นี้  
รายละเอียดดังนี้

3.2.1 โปรแกรมนี้จะรับค่า 1.รหัสวิชา 2.ชื่อวิชา 3.  
หน่วยกิต 4.หมายเลขกลุ่ม 5.ภาค(ปกติ,พิเศษ) 6.  
จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชานี้กลุ่มนี้ 7.วันที่เรียน  
วิชานี้(จันทร์ - อาทิตย์) 8.เวลาที่เรียนวิชานี้(ระหว่าง  
8:00-22:00) ของวิชาทั้งหมดของภาคเรียนและปี  
การศึกษา ที่จะทำการจัด

3.2.2 และรับค่า 9.หมายเลขห้อง 10.จำนวนที่นั่ง  
ของห้อง 11.ระบุว่าห้องนี้อยู่ฝั่งทิศตะวันออกหรือทิศ  
ตะวันตกของอาคารเรียน ของห้องเรียนทั้งหมดที่จะทำ  
การจัด

3.2.3 โปรแกรมจะเริ่มจัดห้องหมายเลขแรกก่อน  
ตรวจสอบจำนวนที่นั่งของห้อง, ตรวจสอบว่าห้องนี้  
ตั้งอยู่ที่ทิศทางใดของตัวอาคาร และจะไปหาคาบวิชา  
ที่บันทึกลงไปลำดับแรกก่อน ตรวจสอบ วัน, เวลา ว่า

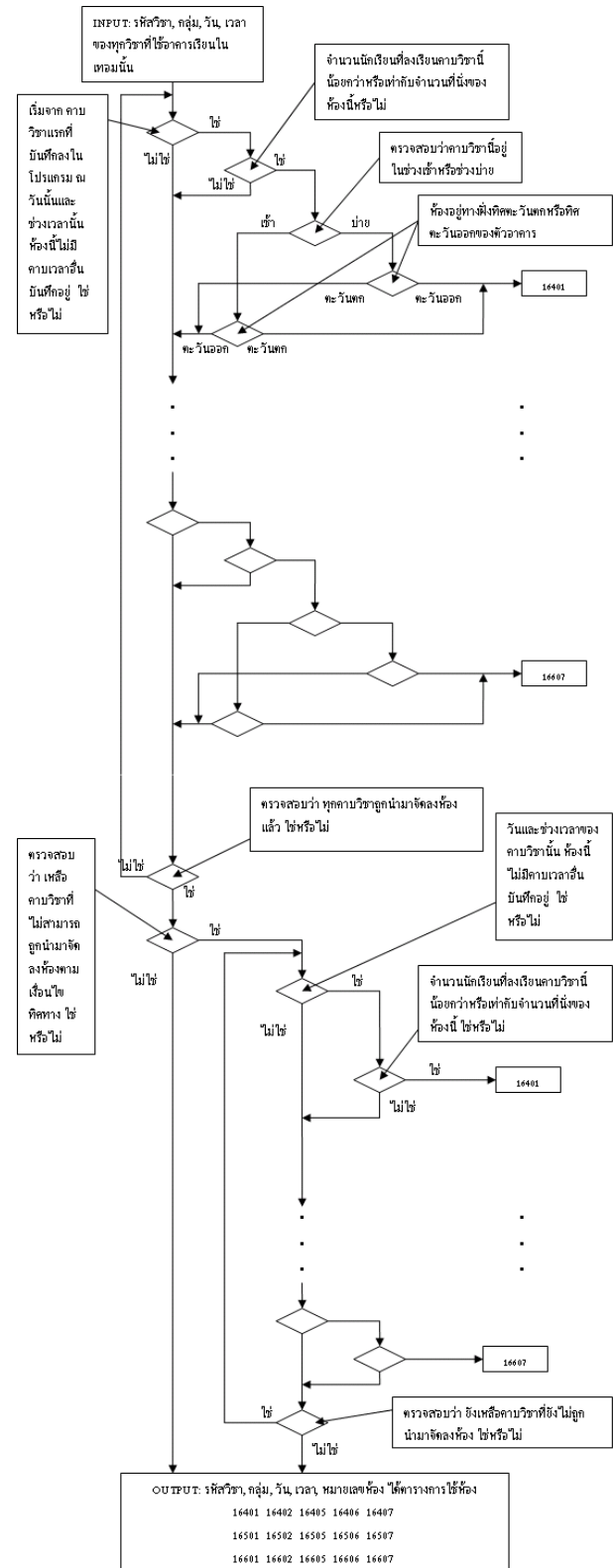
เวลาอยู่ในช่วงคาบเช้าหรือคาบบ่าย และจำนวน  
นักศึกษาที่ลงวิชาและกลุ่มนี้

3.2.4 ถ้า วัน,เวลา ของคาบวิชานี้ ห้องหมายเลขนี้ว่างไม่มีคาบวิชาอื่นบนที่ก้อยู่, จำนวนนักศึกษาที่ลงวิชาและกลุ่มนี้น้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนที่นั่งของห้องหมายเลขนี้, คาบเวลาเรียนของวิชานี้อยู่ในช่วงเช้าและห้องหมายเลขนี้อยู่ฝั่งทิศตะวันตกของอาคารเรียน หรือ คาบเวลาเรียนของวิชานี้อยู่ในช่วงบ่ายและห้องหมายเลขนี้อยู่ฝั่งทิศตะวันออกของอาคารเรียน ก็ จะทำการบันทึกคาบวิชานี้ลงในห้องหมายเลขนี้

3.2.5 ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขนี้ก็เลื่อนไปหาห้อง  
ลำดับต่อไปตามลำดับและทำตามกระบวนการข้อ  
3.2.4

3.2.6 โปรแกรมจะดำเนินการตามกระบวนการข้อ  
3.2.4 เริ่มจากห้องหมายเลขแรกจนถึงห้องหมายเลข  
สุดท้ายและจากคาบวิชาที่ป้อนข้อมูลลงไปลำดับแรก  
จนถึงคาบวิชาที่ป้อนข้อมูลลงไปลำดับสุดท้าย  
ตามลำดับ

3.2.7 เมื่อโปรแกรมวนจนครบทุกห้องและครบทุกคาบวิชาแล้ว ยังมีคาบวิชาเหลือที่ยังไม่สามารถบันทึกลงในห้องตามเงื่อนไขในข้อ 3.2.4 ได้ คาบวิชาที่เหลือจะทำตามกระบวนการข้อ 3.1.4 เริ่มจากห้องหมายเลขแรกจนถึงห้องหมายเลขสุดท้าย ก็จะสิ้นสุดกระบวนการและแสดงผลออกมาเป็นตารางการใช้ห้อง



รูปที่ 3 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจัด  
ตารางการใช้ห้องเรียนโดยคำนึงถึงทิศทางที่ตั้งของ  
ห้องเรียนและความต่อเนื่องของคาบเรียน

### 3.3 แนวคิดของโปรแกรมการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

หลักการทำงานของโปรแกรมนี้นี้ คือ 1.หาภาระการทำความเย็นของห้องเรียนด้วยวิธี CLTD(Cooling Load Temperature Difference) วิธี CLTD จะคำนึงถึงมุมและทิศทางของดวงอาทิตย์ที่ทำการอาคาร จึงได้ค่าภาระการทำความเย็นของห้องที่เวลาทุกชั่วโมงของแต่ละเดือน ใน 1 ปีการศึกษาจะมี 3 ภาคเรียน ภาคเรียนที่ 1 เดือนมิถุนายน-กันยายน, ภาคเรียนที่ 2 เดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์, ภาคฤดูร้อน เดือนเมษายน ภาระการทำความเย็นของแต่ละภาคเรียน คือ นำภาระการทำความเย็นของแต่ละเดือนในเทอมนั้นมาหาค่าเฉลี่ย ( $Q_{in}$ ) 2. รับค่าอัตราการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ( $Q_{out}$ ) เพื่อแทนในสมการ (6 - 8) ได้เวลาที่คอมเพรสเซอร์ทำงานและหยุดทำงานแทนในสมการ (9) เพื่อหาพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้ 3.โปรแกรมจะคำนวณหาการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจากตารางการใช้ห้องใน 1 สัปดาห์วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์เวลา 8:00-22:00 ที่ละห้อง ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 โปรแกรมจะให้ใส่จังหวัดที่ตั้งของอาคาร เพื่อทราบละติจูด, ลองจิจูด, พื้นที่และทิศทางของผนังห้อง, หลังคา, ผนัง, ประตู, กระจก เพื่อทราบค่าอัตราการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ห้อง ใส่จำนวนหลอดไฟและขนาดวัตต์ของหลอดไฟ จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องและจำนวนคนภายในห้อง เพื่อหาภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นภายในห้อง และเลือกภาคเรียนที่ทำการจัดตารางห้อง

3.3.2 รับค่าขนาดการทำความเย็นรวมของเครื่องปรับอากาศทุกเครื่องภายในห้องที่เราจะหาการใช้ไฟฟ้าได้ค่า( $Q_{out}$ ) รับค่ากระแสไฟฟ้าขณะคอมเพรสเซอร์ทำงาน ( $I_{on}$ ), เพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะคอมเพรสเซอร์ทำงาน ( $P_{fon}$ ), กระแสไฟฟ้าขณะคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน ( $I_{off}$ ), เพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน ( $P_{foff}$ )

3.3.3 หากการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่ละ 30 นาที เลือกช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องจาก 8:00-8:30 , 8:30-9:00 , ... , 21:30-22:00 วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์

3.3.4 เริ่มจากช่วงเวลา 8:00-8:30

3.3.4.1 ถ้าช่วงเวลานี้ไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า( $E_{8:00-8:30}$ ) จะเท่ากับ 0

3.3.4.2 ถ้าช่วงเวลานี้มีการใช้ห้อง โปรแกรมจะหาเวลา  $\Delta t_{begin\ 8:00-8:30}$  ,  $\Delta t_{off\ 8:00-8:30}$  ,  $\Delta t_{on\ 8:00-8:30}$  ของช่วงเวลานี้ และตรวจสอบเวลา  $\Delta t_{begin\ 8:00-8:30}$  ว่ามากกว่าหรือเท่ากับ 30 นาที หรือไม่

3.3.4.2.1 ถ้า  $\Delta t_{begin\ 8:00-8:30}$  มากกว่าหรือเท่ากับ 30 นาที พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของช่วงเวลา 8:00-8:30 ( $E_{8:00-8:30}$ ) คือ  $E_{8:00-8:30} = I_{on} \times 220 \times P_{fon} \times 0.5 \text{ kW-h}$

3.3.4.2.2 ถ้า  $\Delta t_{begin\ 8:00-8:30}$  น้อยกว่า 30 นาที คำนวณหาพลังงานโดยนำ  $I_{on} \times 220 \times P_{fon}$  คูณด้วย  $\Delta t_{begin\ 8:00-8:30}$  และ  $\Delta t_{on\ 8:00-8:30}$  บวกด้วย  $I_{off} \times 220 \times P_{foff}$  คูณด้วย  $\Delta t_{off\ 8:00-8:30}$  ที่เครื่องปรับอากาศทำงานภายในช่วงเวลา 8:00-8:30

3.3.5 ต่อมาช่วงเวลา 8:30-9:00

3.3.5.1 ถ้าช่วงเวลานี้ไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า( $E_{8:30-9:00}$ ) จะเท่ากับ 0

3.3.5.2 ถ้าช่วงเวลานี้มีการใช้โปรแกรมจะหาเวลา  $\Delta t_{begin\ 8:30-9:00}$  ,  $\Delta t_{off\ 8:30-9:00}$  ,  $\Delta t_{on\ 8:30-9:00}$  ของช่วงเวลานี้ และตรวจสอบว่าช่วงเวลาที่แล้วมีการใช้ห้องหรือไม่

3.3.5.2.1 ถ้าช่วงเวลาที่แล้ว(8:00-8:30)ไม่มีการใช้ห้อง โปรแกรมจะตรวจสอบเวลา  $\Delta t_{begin\ 8:30-9:00}$  ว่ามากกว่าหรือเท่ากับ 30 นาที หรือไม่

3.3.5.2.1.1 ถ้า  $\Delta t_{begin\ 8:30-9:00}$  มากกว่าหรือเท่ากับ 30 นาที พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของช่วงเวลา 8:30-9:00 ( $E_{8:30-9:00}$ ) คือ

$$E_{8:30-9:00} = I_{on} \times 220 \times P_{f_{on}} \times 0.5 \text{ kW-h}$$

3.3.5.2.1.2 ถ้า  $\Delta t_{begin \ 8:30-9:00}$  น้อยกว่า 30 นาที คำนวณหาพลังงานโดยนำ  $I_{on} \times 220 \times P_{f_{on}}$  คูณด้วย  $\Delta t_{begin \ 8:30-9:00}$  และ  $\Delta t_{on \ 8:30-9:00}$  บวกด้วย  $I_{off} \times 220 \times P_{f_{off}}$  คูณด้วย  $\Delta t_{off \ 8:30-9:00}$  ที่เครื่องปรับอากาศทำงานภายในช่วงเวลา 8:30-9:00

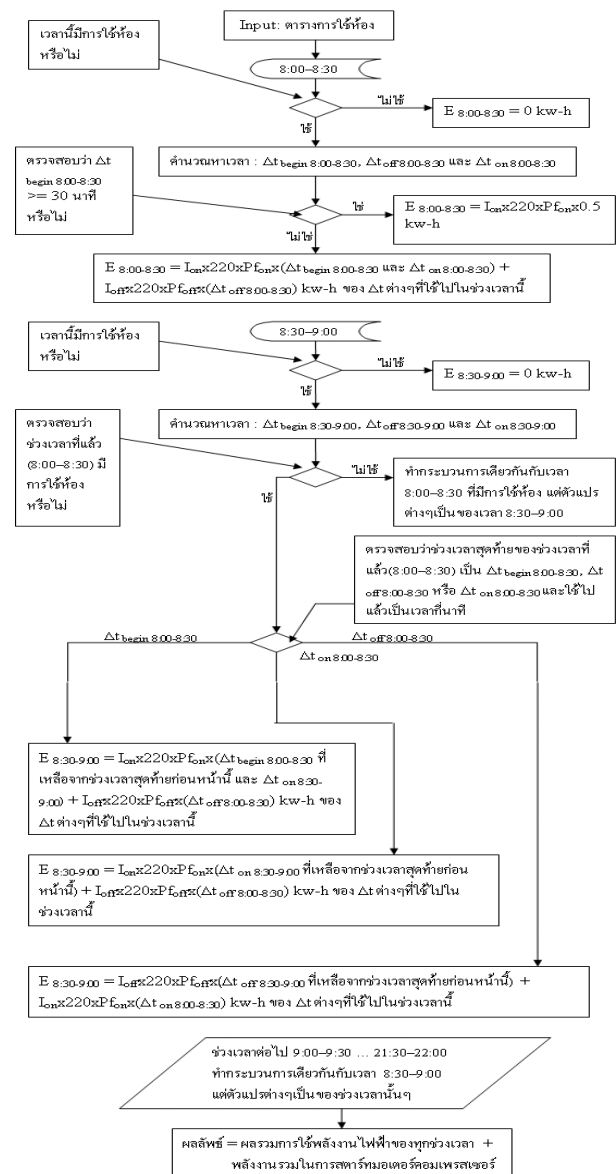
3.3.5.2.2 ถ้าช่วงเวลาที่แล้ว(8:00-8:30)มีการใช้ห้อง โปรแกรมจะตรวจสอบตรวจสอบว่า ช่วงท้ายสุดของช่วงเวลาที่แล้วเป็น  $\Delta t_{begin \ 8:00-8:30}$  ,  $\Delta t_{off \ 8:00-8:30}$  หรือ  $\Delta t_{on \ 8:00-8:30}$  และใช้  $\Delta t$  เหล่านี้ไปแล้วกี่นาที ช่วงเวลาเริ่มต้นของช่วงเวลานี้จะต่อเนื่องจากช่วงที่แล้ว เช่น สมมุติช่วงสุดท้ายของช่วงเวลาที่แล้วคือ  $\Delta t_{begin \ 8:00-8:30}$  เป็นเวลา 35 นาที เริ่มต้นช่วงเวลา 8:30-9:00 ก็จะเริ่มต้นด้วย  $\Delta t_{begin \ 8:30-9:00}$  เป็นเวลา 5 นาที คำนวณหาพลังงานโดยนำ  $I_{on} \times 220 \times P_{f_{on}}$  คูณด้วย  $\Delta t_{begin \ 8:00-8:30}$  เป็นเวลา 5 นาที และ  $\Delta t_{on \ 8:30-9:00}$  บวกด้วย  $I_{off} \times 220 \times P_{f_{off}}$  คูณด้วย  $\Delta t_{off \ 8:30-9:00}$  ที่เครื่องปรับอากาศทำงานภายในช่วงเวลา 8:30-9:00

หรือเช่นสมมุติช่วงสุดท้ายของช่วงเวลาที่แล้วคือ  $\Delta t_{off \ 8:00-8:30}$  คำนวณได้ 8 นาที ช่วงสุดท้ายของคาบเวลา 8:00-8:30 ใช้  $\Delta t_{off \ 8:00-8:30}$  ไปแล้วเป็นเวลา 5 นาที เริ่มต้นช่วงเวลา 8:30-9:00 ก็จะเริ่มต้นด้วย  $\Delta t_{off \ 8:00-8:30}$  เป็นเวลา 3 นาที คำนวณหาพลังงานโดยนำ  $I_{off} \times 220 \times P_{f_{off}}$  คูณด้วย  $\Delta t_{off \ 8:00-8:30}$  เป็นเวลา 3 นาที และ  $\Delta t_{on \ 8:30-9:00}$  บวกด้วย  $I_{on} \times 220 \times P_{f_{on}}$  คูณด้วย  $\Delta t_{on \ 8:30-9:00}$  ที่เครื่องปรับอากาศทำงานภายในช่วงเวลา 8:30-9:00 เป็นต้น

3.3.6 ช่วงเวลาต่อไปก็ดำเนินการด้วยกระบวนการเดียวกันกับช่วงเวลา 8:30-9:00

3.3.7 ทำให้ครบทุกช่วงเวลาจาก 8:00-8:30 ถึง 21:30-22:00 จากวันจันทร์ถึงวันอาทิตย์

3.3.8 รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าของทุกช่วงเวลา วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ และโปรแกรมจะนับจำนวนครั้งที่สตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทั้งหมดใน 1 สัปดาห์ และแทนในสมการ(10) ได้พลังงานที่ใช้ในการสตาร์ทรวมกับการใช้พลังงานไฟฟ้าของทุกช่วงเวลา ได้การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศของ 1 ห้องใน 1 สัปดาห์ ทำให้ครบทุกห้อง



รูป 4 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมหาการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

#### 4. ผลการศึกษา

อาคารที่ทำการทดลอง คือ ตึกเพียรวิจิตร จำนวนห้อง 15 ห้อง ใช้โปรแกรมจัดตารางการใช้ห้อง 5 ภาคเรียน คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550, ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550, ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551, ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

การจัดตารางการใช้ห้องแบบเดิมคาบวิชาจะกระจายเฉลี่ยๆในแต่ละห้องเรียน

การจัดตารางการใช้ห้องแบบใหม่ โปรแกรมจะจัดคาบวิชาลงในห้องหมายเลขแรกๆก่อนจนเต็ม แล้วค่อยจัดห้องต่อไป ทำให้คาบวิชาในห้องหมายเลขแรกๆมีปริมาณมาก ห้องหมายเลขกลางๆมีปริมาณกลางๆ และเหลือจำนวนคาบวิชาในห้องเรียนหมายเลขหลังๆน้อย (กรณีที่ 1)

ต่อมาสมมติให้ภาระการทำความเย็นของทุกห้องเท่ากัน ทั้งการจัดตารางการใช้ห้องแบบเดิมและการจัดตารางการใช้ห้องแบบใหม่ (กรณีที่ 2)

การจัดตารางให้ใช้ห้องต่อเนื่องขึ้นจะทำให้ลดจำนวนการเปิดสวิทช์เริ่มเครื่องจากสภาวะอุณหภูมิอากาศภายในห้องสูงเท่ากับสภาวะอากาศภายนอกห้องลง พบว่าการลดจำนวนการเปิดสวิทช์เริ่มเครื่องลง 1 ครั้ง จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศลงได้ประมาณ 1.5 kw-h

กรณีที่ 1 พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลงได้ประมาณ 0.5 – 2.5 %

กรณีที่ 2 สมมุติกำหนดตัวแปรต้นคือค่าภาระการทำความเย็นของทุกห้องให้เท่ากัน เพื่อต้องการทราบผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าที่เกิดจากผลของการจัดการใช้ห้องให้ต่อเนื่องขึ้นอย่างเดียวไม่มีผลกระทบเนื่องจากความแตกต่างของภาระการทำความเย็นของแต่ละห้อง พบว่ามีค่าลดลงประมาณ 0.9 – 1.8 % ผลมีค่าใกล้เคียงกับกรณีที่ 1

กรณีที่ 3 จัดตารางการใช้ห้องโดยคำนึงถึงทิศทางคือ จัดวิชาคาบเช้าลงห้องฝั่งทิศตะวันตกและจัดวิชาคาบบ่ายลงห้องฝั่งทิศตะวันออก เพื่อใช้ห้องในเวลาที่มีภาระการทำความเย็นน้อย พบว่าสามารถลดการใช้

พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลงได้ประมาณ 1.6 – 5.1 %

#### 5. สรุปผล

การจัดตารางการใช้ห้องแบบเดิมจำนวนคาบเรียนจะกระจายเฉลี่ยๆในแต่ละห้องเรียน ทำให้การใช้ห้องเรียนไม่เรียงต่อเนื่อง แต่การใช้โปรแกรมจัดตารางการใช้ห้องเรียนโดยคำนึงถึงความต่อเนื่องของคาบเรียน โปรแกรมจะจัดเรียงคาบเวลาของวิชาเรียงลงในห้องแรกให้เต็มก่อน แล้วค่อยจัดห้องต่อไป ทำให้มีจำนวนคาบเรียนในห้องหมายเลขแรกๆมาก เหลือจำนวนคาบเรียนในห้องหมายเลขหลังๆน้อยลงๆ คาบเวลาเรียนจึงต่อเนื่องกันมากกว่า และอีกแนวคิดหนึ่ง คือ การจัดการใช้ห้องแต่ละห้อง ณ ช่วงเวลาที่แต่ละห้องนั้นมีภาระการทำความเย็นน้อย โดยการใช้โปรแกรมจัดตารางการใช้ห้องเรียนโดยคำนึงถึงทิศทางที่ตั้งของห้องเรียนและความต่อเนื่องของคาบเรียน โปรแกรมนี้จะจัดวิชาคาบเช้าไว้กลุ่มห้องฝั่งทิศตะวันตกที่มีภาระการทำความเย็นช่วงเช้าน้อยและจัดวิชาคาบบ่ายไว้กลุ่มห้องฝั่งทิศตะวันออกที่มีภาระการทำความเย็นช่วงบ่ายน้อย

จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หาการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศของห้องเรียนที่สร้างขึ้น พบว่าการใช้โปรแกรมจัดตารางการใช้ห้องโดยคำนึงถึงความต่อเนื่องของคาบเรียนสามารถลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศได้ประมาณ 0.5 – 2.5 % และการใช้โปรแกรมจัดตารางการใช้ห้องโดยคำนึงถึงทิศทางที่ตั้งของห้องเรียนและความต่อเนื่องของคาบเรียนลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศได้ประมาณ 1.6 – 5.1 %

#### 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร. ธนากร วงศ์วัฒนะเสถียร ที่ให้ข้อแนะนำและคำปรึกษาในการเขียนบทความนี้

#### 7. เอกสารอ้างอิง

[1] สาริต รุ่งฤดีสมบัติกิจ (2541). การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการ

งานวิศวกรรม], กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] สราวุธ คำประสาร, ชีระวัฒน์ เจาะจง และพงศ์  
พันธุ์ ชมพูพฤษ (2545). การศึกษาวิเคราะห์การใช้  
พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบแสงสว่างและระบบปรับ  
อากาศ ในศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
มหาสารคาม [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร  
บัณฑิต โปรแกรมวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี], มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
มหาสารคาม

[3] สุนทร วงศ์เสน (2545). การศึกษาการประหยัด  
พลังงานในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยการ  
ควบคุมความเร็วรอบของเครื่องอัดสารทำความเย็นให้  
เหมาะสม [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร  
มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล], ขอนแก่น:  
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

[4] จัตรชัย นิยมล (2546). อุณหพลศาสตร์ 1,  
กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

[5] หริส สุตะบุตรและฮารุโอะ ทาฮาร่า (2526). เครื่อง  
สูบลและเครื่องอัด, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมความรู้  
ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ

[6] วีรศักดิ์ บุญทน (2550). การทำความเย็นและ  
เครื่องทำความเย็น, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 385