วารสารวิชาการ
อุตสาหกรรมศึกษา

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2558
JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION
FACULTY OF EDUCATION, SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY Volume 9 No. 1 Jan - Jun 2015
ISSN 1905-9450 URL: http://ejournals.swu.ac.th/index.php/jindedu/issue/archive

การศึกษาประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานโดยการใช้สวนแนวตั้ง

The Study of Energy Consumption Reduced by Using Vertical Garden

สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์

Sittipong Permpituck

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

Faculty of Architecture Naresuan University Phitsanuloke 65000

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานให้กับอาคารโดยใช้สวนแนวตั้งนั้น เป็นการศึกษาในลักษณะการศึกษาเปรียบเทียบโดยทำการเปรียบเทียบชุดทดลองที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งกับชุดการทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง โดยทำการเก็บข้อมูลตัวแปรด้านอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆของชุดการทดลองทั้งสอง จากนั้นจึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้ร่วมกับการใช้สมการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานรวมในโปรแกรม Visual Doe 4.0 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสวนแนวตั้งมีประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานรวมของอาคารได้ประมาณ 17.79 % โดยพลังงานส่วนใหญ่ที่สามารถลดได้จะอยู่ในส่วนของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ระบบปรับอากาศสวนแนวตั้งสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ประมาณ 20% ขณะที่ระบบระบายอากาศสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ประมาณ 59.5%

คำสำคัญ *สวนแนวตั้ง, การป้องกันความร้อน, การลดการใช้พลังงาน*

Abstract:

This research is aimed to investigate an efficiency of vertical garden in building energy consumption reduction. The study was conducted by equating temperature distribution on the two experiment sets comparatively; an

experiment set with vertical garden and experiment set with no vertical garden. The collected data and mathematic equation were used with computer simulation (Visual Doe 4.0) for calculating the energy consumption performance. The result of this study found that vertical garden can reduce the building energy consumption 17.79 % approximately. The reduction of energy are in cooling system and ventilation system. Vertical garden can approximately reduce 20% in cooling system and 59.5% in the ventilation system.

Keyword Vertical garden, Heat protection, Reduction of energy consumption

บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในสภาวะอากาศแบบร้อนชื้นซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นสูงเกือบตลอดทั้งปี สภาวะดังกล่าวเป็นสภาวะที่อยู่นอกเขตสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องปรับสภาวะแวดล้อมโดยเฉพาะด้านอุณหภูมิเพื่อให้เข้าสู่สภาวะน่าสบายโดยวิธีต่างๆ ซึ่งการใช้เครื่องปรับอากาศเป็นวิธีการปรับลดอุณหภูมิภายในอาคารที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากแต่วิธีการดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานของอาคาร ซึ่งการใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศภายในอาคารนั้นมีอัตราส่วนมากกว่า 60% ของการใช้พลังงานของอาคารทั้งหมด[6] เนื่องจากปริมาณพลังงานมีอยู่อย่างจำกัดโดยเฉพาะพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ประกอบกับประเทศไทยไม่มีแหล่งพลังงานที่เพียงพอสำหรับการใช้ภายในประเทศจึงมีความจำเป็นต้องนำเข้าพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติและไฟฟ้าเป็นต้น ซึ่งพลังงานรูปแบบต่างๆดังกล่าวข้างต้นต้องใช้ต้นทุนจำนวนมากในการนำเข้าทำให้ประเทศชาติต้องสูญเสียเงินตราจำนวนมหาศาลในแต่ละปี ดังนั้นการประหยัดพลังงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นและควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมากเพื่อช่วยลดการสูญเสียเงินตราของประเทศชาติ นอกจากนั้นการใช้พลังงานเป็นจำนวนมากยังมีส่วนในการทำลายสภาพแวดล้อมเป็นที่ทราบกันดีว่าควันที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและขบวน การในการผลิตผลิตภัณฑ์อันเป็นผลพลอยได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลมีส่วนอย่างมากในการก่อให้เกิดปัญหาสภาวะแวดล้อม เช่น สภาวะโลกร้อน ขยะที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม เป็นต้น

อาคารเป็นพื้นซึ่งมนุษย์เข้าไปใช้ประโยชน์ในการประกอบกิจกรรมต่างๆ เช่น ทำงาน อยู่อาศัย เก็บของ เพื่อความบันเทิง ฯลฯ หลังคาเป็นองค์ประกอบของอาคารที่ได้รับความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์มากกว่าส่วนอื่นๆ จึงทำให้ความร้อนสามารถเข้าสู่อาคารผ่านทางหลังคาได้เป็นอย่างมาก โดยการป้องกันความร้อนให้กับหลังคาอาจกระทำได้โดย การติดตั้งฉนวนกันความร้อนซึ่งการป้องกันความร้อนในลักษณะดังกล่าวนั้นต้องอาศัยคุณสมบัติของวัสดุในการป้องกันความร้อน ซึ่งความร้อนจากภายนอกยังคงเข้าสู่อาคารมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ นอกจากนั้นบริเวณพื้นผิวด้านบนของหลังคายังมีการสะสมความร้อนและส่งผ่านความร้อนดังกล่าวสู่สภาพแวดล้อมทำให้อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงขึ้น การปลูกต้นไม้บนหลังคา(Green Roof)มีส่วนช่วยอย่างมากในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารเนื่องจากต้นไม้ป้องกันพื้นผิวของหลังคาไม่ให้ถูกแสงอาทิตย์โดยตรงจึงเป็นการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้เป็นอย่างดี[5] ขณะเดียวกันขบวนการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นในต้นไม้ก็มีส่วนอย่างมากในการจัดการกับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นเนื่องจากในขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชจำเป็นต้องใช้พลังงานที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ทำให้พลังงานดังกล่าวถูกใช้ไปโดยไม่ถูกสะท้อนออกสู่สภาพแวดล้อม[4] นอกจากนั้นการปลูกต้นไม้บนหลังคาในลักษณะดังกล่าวจะเป็นการช่วยเพิ่มคุณค่าให้กับหลังคา สร้างทัศนียภาพที่สวยงามให้กับชุมชน และเป็นการช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตให้กับผู้คนในบริเวณนั้น เนื่องจากต้นไม้มีส่วนช่วยในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และช่วยเพิ่มก๊าซออกซิเจนให้กับสภาพแวดล้อม ในประเทศที่พัฒนาแล้วหลายๆประเทศได้ให้ความสนใจและให้ความสำคัญกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับสภาพแวดล้อมในชุมชนเมือง เช่น ประเทศสิงคโปร์ที่มีโครงการSingapore Green City [9] นอกจากนั้นในประเทศไทยที่จังหวัดเชียงใหม่ก็กำลังดำเนินโครงการในลักษณะดังกล่าวอยู่เช่นเดียวกัน

เมื่อมีการพิจารณาถึงภาพรวมของเมือง การใช้สวนบนหลังคาของแต่ละอาคารไม่เพียงเป็นการลดอุณหภูมิให้เฉพาะอาคารเท่านั้นแต่ยังเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับชุมชนและเมือง ซึ่งหากมีการใช้กันอย่างกว้างขวางแล้วจะมีส่วนในการช่วยลดอุณหภูมิของเมืองลงได้ด้วยซึ่งปัจจุบันได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมของพืชพบว่าไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ 1 ต้น

มีความสามารถเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาดประมาณ 12,500 BTU[1] นอกจากนั้นพืชพรรณยังมีส่วนช่วยในการสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านสายตาอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากสีเขียวของใบพืช นอกจากนั้นสีสันของดอกและกลิ่นของไม้บางประเภทยังมีส่วนช่วยในการผ่อนคลายจิตใจอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลที่ได้รับจากการใช้สวนแนวตั้งในการลดความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร
2. เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารที่มีการใช้สวนแนวตั้ง
3. เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของสวนแนวตั้งในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร

ความสำคัญ

จากปัญหาสภาวการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ซึ่งมีพื้นที่สีเขียวน้อยอันส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในบริเวณเขตพื้นที่เมือง ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวทำให้อุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมในเมืองเพิ่มสูงขึ้นอันส่งผลกระทบโดยตรงต่อสภาวะน่าสบายในการอยู่อาศัยและความสิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองจึงเป็นเรื่องที่ควรให้ความสำคัญ เพราะการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองนั้นไม่เพียงแต่ช่วยลดอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมในเมืองลงแล้วยังเป็นการช่วยป้องกันความร้อนไม่ให้ถูกส่งเข้าสู่ภายในอาคารอันจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการลดการใช้พลังงานของอาคารลง

ขอบเขต

ในการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานของอาคารโดยการใช้สวนแนวตั้งนั้นมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการศึกษาจะทำการศึกษารวบรวมข้อมูลอันอาจส่งผลต่อผลการศึกษาโดยการรวบรวมข้อมูลทั้งด้านทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆเกี่ยวกับการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารและการลดการใช้พลังงานโดยการใช้พืชพรรณ จากหนังสือและวาสารต่างๆที่ตีพิมพ์ทั้งในและต่างประเทศ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษานี้จะทำการศึกษาเฉพาะสวนแนวตั้งชนิดเคลื่อนย้ายได้โดยในการศึกษาจะใช้ต้นปลิกน้ำค้าง

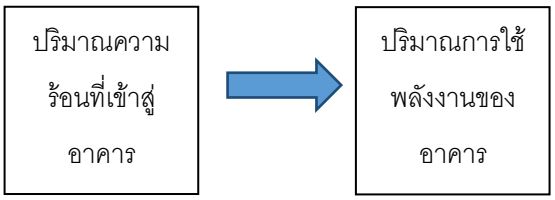
ระยะเวลาดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม 2557

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาจะทำการศึกษาเฉพาะประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนโดยเก็บข้อมูลเฉพาะอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆของชุดการทดลอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมุติฐานการวิจัย

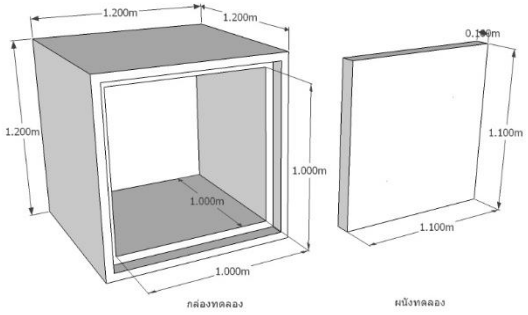
ในการศึกษาเกี่ยวกับการลดการใช้พลังงานของอาคารโดยใช้สวนแนวตั้งนั้นดำเนินการบนสมมุติฐานว่าปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณการใช้พลังงานของอาคารนั้น

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องงานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยที่เน้นการสำรวจ

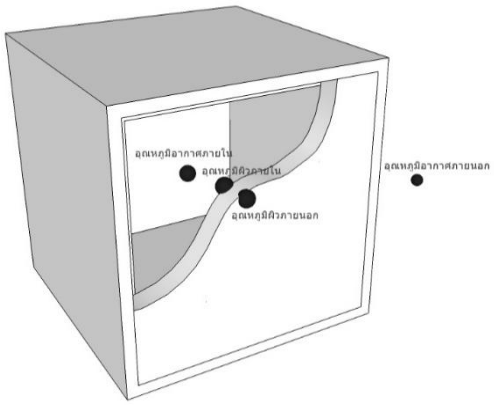
และการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยการทดลอง ในเบื้องต้นจำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบความเป็นมา ทฤษฎีและสภาพความเป็นจริงที่กำลังดำเนินอยู่สำหรับการดำเนินงานเพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับความเป็นจริงในลักษณะที่เป็นอยู่ทั้งโครงสร้างและวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการนำองค์ความรู้ดังกล่าวไปใช้จริง

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาสำรวจและเก็บข้อมูลอาคารทดลองขั้นตอนในการสำรวจและเก็บข้อมูลชุดการทดลองเป็นกล่องโฟมหนา 0.10 ม. ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนมีพื้นที่ภายในขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตรและสูง 1 เมตร และผนังทดสอบเป็นผนังเบาประกอบด้วยโครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสีกรุด้วยแผ่นยิบซัมบอร์ดความหนา 0.09 ม. ทั้งภายนอกและภายในจำนวน 2 ชุด โดยในการทดลองจะหันชุดการทดลองทั้งหมดไปทางทิศโดยชุดหนึ่งติดตั้งสวนแนวตั้งและอีกชุดหนึ่งไม่ได้ทำการติดตั้ง จากนั้นจึงทำการศึกษาโดยการเปรียบเทียบผลที่ได้รับจากชุดการทดลองทั้งสองถึงผลที่ได้รับจากการติดตั้งสวนแนวตั้งใน ทั้งด้านอุณหภูมิและคุณสมบัติในการบังเงา



ภาพที่ 2 ขนาดกล่องที่ใช้ในการทดลอง

โดยในการทดลองจะทำการเก็บข้อมูลตัวแปรด้านอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ เช่น อุณหภูมิผิวผนังทดสอบทั้งภายในและภายนอกชุดการทดลอง อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองและอุณหภูมิอากาศภายนอก ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งวัดอุณหภูมิ

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์และประเมินผลเมื่อคณะวิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลได้ครบถ้วนแล้วจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลชุดการทดลองโดยทำการเปรียบเทียบผลที่ได้รับระหว่างผนังที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งซึ่งในการทดลองนี้ใช้ต้นปลิกน้ำค้าง(Asparagus Fern) เปรียบเทียบกับผนังแบบปรกติ โดยในการวิเคราะห์จะให้ความสำคัญกับความสามารถในการป้องกันความร้อนให้กับชุดการทดลองของสวนแนวตั้ง นอกจากนั้นยังจะทำการศึกษาต่อไปถึงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารที่มีการใช้สวนแนวตั้งด้วย

ภาพที่ 4 การติดตั้งสวนแนวตั้งสำหรับการทดลอง

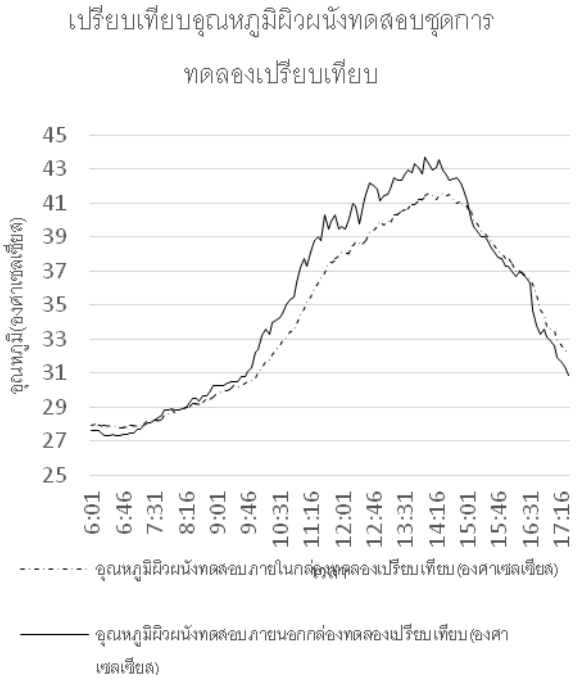
ขั้นตอนที่ 4 นำข้อมูลที่ได้รับจากผลการทดลองมาหาค่า U สำหรับผนังที่มีสวนแนวตั้งข้อมูลที่

ได้รับจาการทดลองทำให้ทราบถึงค่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกของผนังทดลองทั้งสองชุด คือ ชุดการทดลองที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งและชุดการทดลองที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งทำให้สามารถทราบได้ถึงพลังงานความร้อนที่ส่งเข้าสู่ภายในชุดการทดลอง ค่าพลังงานที่ถูกส่งผ่านดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง ซึ่งค่าดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

ขั้นตอนที่ 5 ป้อนข้อมูลที่ได้รับเข้าโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ภายหลังจากการประมวลข้อมูลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งได้แล้ว ค่าดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 เพื่อใช้ในการประมวลผลด้านการใช้พลังงานของอาคารที่กำหนดซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะกำหนดให้อาคารที่ใช้ในการศึกษาเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2x4 เมตร วางตัวในแนวเหนือใต้ โดยให้ผนังด้าน 4 เมตร ซึ่งมีการติดตั้งสวนแนวตั้งอยู่ด้านทิศใต้จากนั้นจึงทำการประมวลผลเพื่อทราบถึงค่าการใช้พลังงานโดยการศึกษาจะทำการเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับอาคารที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งซึ่งวางตัวอาคารในลักษณะเดียวกัน

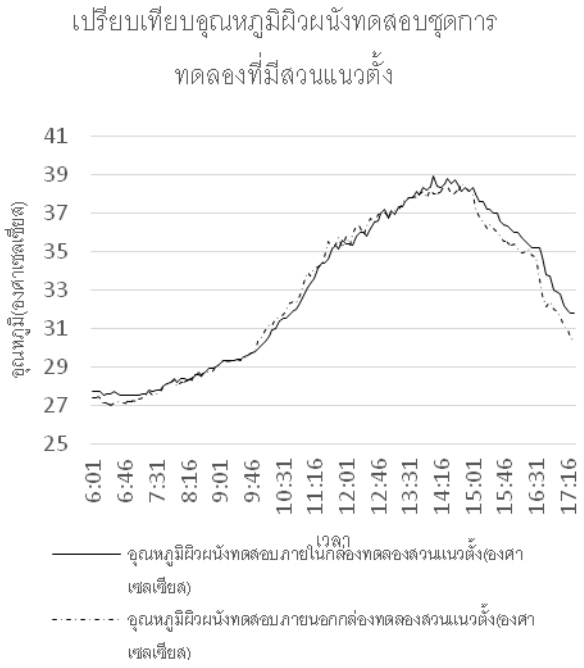
ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลที่ได้รับจากการวิจัย ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะสรุปผลลัพธ์ที่ได้เพื่อจัดทำรายงานผลการศึกษาตลอดจนเตรียมการสำหรับการดำเนินงานเพื่อการเผยแพร่ความรู้ดังกล่าวในรูปแบบและขบวนการต่างๆเพื่อให้ความรู้ดังกล่าวเข้าถึงประชาชนได้มากที่สุดเพื่อประโยชน์สูงสุดของงานวิจัย

ผลการทดลอง



แผนภูมิที่ 1 อุณหภูมิผนังทดสอบชุดการทดลองเปรียบเทียบ

จากข้อมูลที่ได้รับพบว่าในช่วงเวลาก่อน 8.00 นาฬิกา อุณหภูมิผิวผนังภายในกล่องทดสอบมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ยประมาณ 0.38 องศาเซลเซียส และภายหลังจาก 8.00 นาฬิกา อุณหภูมิผิวผนังภายนอกมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งเวลาประมาณ 15.00 นาฬิกา ซึ่งอุณหภูมิผิวภายในเริ่มสูงกว่าตลอดช่วงเวลาที่เหลือ โดยอุณหภูมิผิวภายในเฉลี่ยตลอดเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลมีค่า 34.48 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิผิวภายนอกมีค่าเฉลี่ย 35.24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวภายในสูงสุดที่ 41.6 องศาเซลเซียส เวลา 14.26 นาฬิกา อุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุดอยู่ที่ 43.7 องศาเซลเซียส เวลา 14.00 นาฬิกา



แผนภูมิที่ 2 อุณหภูมิผนังทดสอบชุดการทดลองสวนแนวตั้ง

จากข้อมูลที่ได้รับพบว่าในช่วงเวลาก่อน 8.00 นาฬิกา อุณหภูมิผิวผนังภายในกล่องทดสอบมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิผิวผนังภายนอกเฉลี่ยประมาณ 0.26 องศาเซลเซียส และภายหลังจาก 8.00 นาฬิกา อุณหภูมิผิวผนังภายนอกมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งเวลาประมาณ 13.00 นาฬิกา ซึ่งอุณหภูมิผิวภายในเริ่มสูงกว่าตลอดช่วงเวลาที่เหลือ โดยอุณหภูมิผิวภายในเฉลี่ยตลอดเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลมีค่า 27.73 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิผิวภายนอกมีค่าเฉลี่ย 27.46 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวภายในสูงสุดที่ 38.7 องศาเซลเซียส เวลา 14.36 นาฬิกา อุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุดอยู่ที่ 38.5 องศาเซลเซียส เวลา 14.46 นาฬิกา

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังที่มีสวนแนวตั้ง

ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทดลองที่มีสวนแนวตั้งจะใช้ข้อมูลจากการทดลองทั้งสองชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองเปรียบเทียบและชุดการทดลองที่มีสวนแนวตั้งโดยทำการคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ส่งผ่านเข้าชุดการทดลองเปรียบเทียบก่อนจากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์

$$Q = UA\Delta T$$

โดยที่ Q *คือ ปริมาณความร้อนรวมที่ถ่ายเทเข้าชุดการทดลอง (W)*

U *คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน* $(W/m^2\ ^\circ C)$

A *คือ พื้นที่* (m^2)

ΔT *คือ ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศ* $(^\circ C)$

เนื่องจากในการทดลองได้ใช้ผนังทดลองเป็นผนังเบา ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U ; $(W/m^{2\circ}C)$ ซึ่งในการคำนวณจะใช้สมการทางคณิตศาสตร์

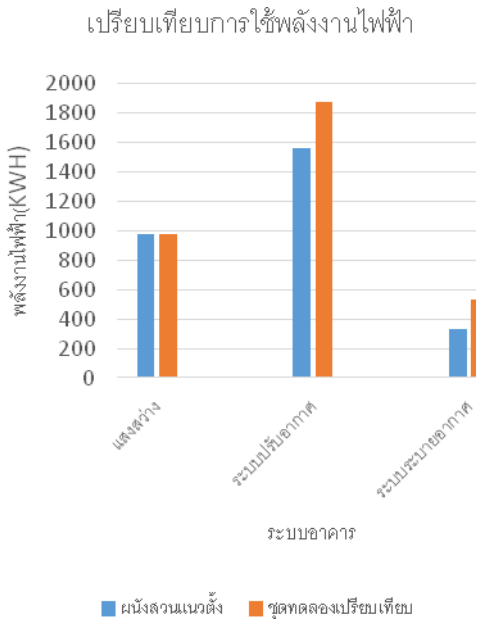
$$Ur = 1/\Sigma R \text{ หรือ } 1/Rt$$

โดยค่าปริมาณความร้อนรวมที่ถ่ายเทเข้าสู่ชุดการทดลองเปรียบเทียบจะถูกนำไปใช้คำนวณโดยสมการทางคณิตศาสตร์อีกครั้งสำหรับชุดการทดลองที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งเพื่อหาค่า U ของชุดการทดลองที่มีสวนแนวตั้ง จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปใช้คำนวณการใช้พลังงานรวมของชุดการทดลองที่มีสวนแนวตั้งเพื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่มีสวนแนวตั้ง ในโปรแกรม VisualDoe4.0 ต่อไป

ผลการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารด้วยโปรแกรม Visual Doe 4.0

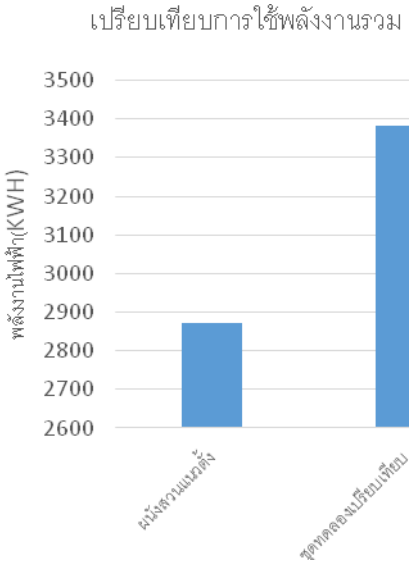
ผลการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าชุดการทดลองที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งซึ่งมีค่าความต้านทานความร้อนรวมมากกว่ามีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า

ชุดการทดลองเปรียบเทียบซึ่งไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง โดยพลังงานที่ใช้ไปและทำให้เกิดความแตกต่างด้านการใช้พลังงานอยู่ที่ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศดังแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 การใช้พลังงานของระบบต่าง ๆในอาคาร

นอกจากนั้นในแผนภูมิที่ 4 ยังแสดงให้เห็นถึงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของทั้งสองอาคารซึ่งจากผลการทดลองพบว่าอาคารที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งมีปริมาณการใช้พลังงานความร้อนรวมน้อยกว่าอาคารที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้ง ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ



แผนภูมิที่ 4 เปรียบเทียบการใช้พลังงานรวมของทั้งสองอาคาร

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของงาอาคารที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งและอาคารเปรียบเทียบซึ่งไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งโดยการนำข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองมาใช้ในการพยากรณ์การใช้พลังงานของอาคารทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป VISUAL DOE 4.0นั้นพบว่า อาคารที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่น้อยกว่าอาคารที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งโดยพลังงานส่วนใหญ่ที่แตกต่างกันเกิดขึ้นจากระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ โดยในระบบปรับอากาศอาคารที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งใช้ไฟฟ้าปริมาณ 1873 กิโลวัตต์/ปี ขณะที่อาคารที่มีการติดตั้งส่วนแนวตั้งจะใช้พลังงานไฟฟ้า 1561 กิโลวัตต์/ปี ซึ่งมีพบว่าอาคารที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งมีการใช้กระแสไฟฟ้าในระบบปรับอากาศน้อยกว่าอาคารที่ไม่มีสวนแนวตั้งอยู่ประมาณ 20% ขณะที่มีการใช้พลังงานในระบบระบายอากาศดังนี้ อาคารที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งมีการใช้พลังงาน 534 กิโลวัตต์/ ปี ขณะที่อาคารที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งมีการใช้พลังงานในระบบระบายอากาศ 335 กิโลวัตต์/ปี แตกต่างกันอยู่ประมาณ 59.5% โดยอาคารที่มีการใช้สวนแนวตั้งมีการใช้พลังงานสำหรับการระบายอากาศ

น้อยกว่า สำหรับระบบแสงสว่างนั้นทั้งสองอาคารใช้กระแสไฟฟ้าในปริมาณที่เท่ากันคือ 975 กิโลวัตต์/ปี เมื่อรวมการใช้กระแสไฟฟ้าตลอดทั้งปีของทั้งสองอาคาร พบว่า อาคารที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งมีการใช้กระแสไฟฟ้า 3382 กิโลวัตต์และอาคารที่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งมีการใช้กระแสไฟฟ้ารวม 2871 KWH ซึ่งจะพบว่าอาคารทีมีการติดตั้งสวนแนวตั้งมีการใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารที่ไม่มีการติดตั้งสวนแนวตั้งอยู่ประมาณประมาณ 17.79%

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากผลของการวิจัยพบว่าสวนแนวตั้งมีประสิทธิภาพในการป้องกันการส่งผ่านความร้อนได้จริง และสามารถลดการใช้พลังงานของอาคารลงได้ โดยเฉพาะพลังงานเพื่อการปรับอากาศและการระบายอากาศ โดยการการนำสวนแนวตั้งดังกล่าวไปปรับใช้กับอาคารจริงนั้นควรคำนึงถึงชนิดและธรรมชาติของพืชพรรณที่จะนำมาใช้เนื่องจากพืชพรรณแต่ละชนิดนั้นมีธรรมชาติและความต้องการปริมาณน้ำและแสงสว่างที่แตกต่างกันนอกจากนั้นยังควรคำนึงถึงแนวทางในการรดน้ำ การให้ปุ๋ยและการบำรุงรักษาตลอดจนการดูแลตัดแต่งเพื่อให้ต้นไม้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์แข็งแรงอีกด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาที่กระทำโดยใช้พืชพรรณเพียงชนิดเดียวคือ ต้นปริก ซึ่งหากมีผู้ประสงค์จะทำงานวิจัยในลักษณะเดียวกันอาจจะทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดของพืชพรรณที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นนอกจากนั้นยังอาจทำการศึกษาเกี่ยวกับความสำพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของใบ อัตราการสังเคราะห์แสง ปริมาณพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นที่อาคาร ต่อประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน เป็นต้น หรืออาจทำการศึกษาในเชิงเศรษฐศาสตร์ถึงความคุ้มค่าของระบบสวนแนวตั้งเนื่องจากสวนแนวตั้งมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและดูแลมากกว่าสวนในแนวราบดังนั้นการศึกษาถึงความคุ้มค่าในการลงทุนจึงเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่น่าจะให้ความสำคัญ

บรรณานุกรม

[1] พาสินี สุนากร และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร 2551. สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อย ในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น วารสาร พลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีที่ 9/2551

[2] สุดสวาท ศรีสถาปัตย์, 2545 การออกแบบวัสดุพืชพันธุ์และการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] Givoni, Baruch 1994. Passive Low Energy Cooling of Building. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA

[4] Hoyano, Akira 1988. Climatological Uses of Plants for Solar Control and the Effects on the Thermal Environment of a Building. Energy and Buildings. Elsevier Publishing.lp,

[5] J. Ellis Aronin, 1953 Climate and Architecture, New York, Reinhold Publishing Corporation.

[6] Kenneth et al. 2010. Shading Performance of a Vertical Decidous Climbing Plant Canopy. Building and Environment vol 45 , Issue 1,January 2010, 81-88 Elsevier Publishing.

[7] Sandififer, Steven and Givoni, Baruch. 2000.Thermal Effects of Vines on Wall Temperature Comparing Laboratory and Field Collected Data. Department of Architecture and Urban Design, UCLA,USA.

[8] United States Environmental Protection Agency. 2005. Heat Island Effect, Trees and Vegetation. Available Online at

http://www.epa.gov/heatisland/strategies/vegetation.html . accessed 1/11/2005.

[9] Wong, Nyuk Hien et al. 2010. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls.Building and Environment vol 45, Issue3,March 2010, 663-672 Elsevier Publishing.