ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190775

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบาย ด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม กรณีศึกษา : อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5 มหาวิทยาลัยนเรศวร

Energy Conservation by Passive Cooling Methods
of Creating Thermal Comfort for Apartment Building .
: A Case Study of Mo-No Nivet No.5 Staff Residence, Naresuan University

โดย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา และคณะ

มิถุนายน พ.ศ. 2554

b00255984

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190775

สัญญาเลขที่ AR 066/2552

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ
การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบาย ด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม กรณีศึกษา : อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์5 มหาวิทยาลัยนเรศวร

Energy Conservation by Passive Cooling Methods
of Creating Thermal Comfort for Apartment Building .
: A Case Study of Mo-No Nivet No.5 Staff Residence, Naresuan University

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

คณะผู้วิจัย
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา
2. นางสาวกรธิชา อุ่นไพร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดย
กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบาย ด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม กรณีศึกษา : อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์5 มหาวิทยาลัยนเรศวร

Energy Conservation by Passive Cooling Methods of Creating Thermal Comfort for Apartment Building . : A Case Study of Mo-No Nivet No.5 Staff Residence, Naresuan University

สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา [1*] และ กรธิชา อุ่นไพร [2*]

Suthat Yiemwattana1 and Kornticha Oonprai2

[1]ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[2]ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

* Corresponding Author โทรศัพท์ 05-5964 -301 โทรสาร 05-5964 -308

E-mail: suthaty@nu.ac.th

การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบาย ด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม กรณีศึกษา : อาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์5 มหาวิทยาลัยนเรศวร

Energy Conservation by Passive Cooling Methods of Creating Thermal Comfort for Apartment Building . : A Case Study of Mo-No Nivet No.5 Staff Residence, Naresuan University

สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา [1*] และ กรธิชา อุ่นไพร [2*]

Suthat Yiemwattana1 and Kornticha Oonprai2

[1]ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[2]ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[*]Corresponding Author โทรศัพท์ 05-5964 -301 โทรสาร 05-5964 -308

E-mail: suthaty@nu.ac.th

บทคัดย่อ

190775

การประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะและรูปแบบทางสถาปัตยกรรม ตลอดจนแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ของอาคารชุดอยู่อาศัยรวม ศึกษาผลกระทบ ข้อดี ข้อเสียของวิธีการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ที่นำมาใช้กับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา ระบบการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ ที่เหมาะสมกับอาคารชุดอยู่อาศัยรวม โดยมีอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์5 มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นอาคารกรณีศึกษา ผลการวิจัยพบว่า อาคารชุดอยู่อาศัยรวมมน.นิเวศน์5 ซึ่งเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง9ชั้น มีลักษณะของอาคารเป็นรูปทรงแบบเปิด (0pen form) ห้องพักต่างๆภายในอาคารสามารถสัมผัสกับธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังมีรูปแบบของอาคารชุดพักอาศัยที่เป็นแบบทางสัญจรเดี่ยว (Single load corridor) ซึ่งมีทางเดินจ่ายไปตามห้องพักต่างๆที่เกาะติดอยู่กับทางเดินเพียงด้านเดียว อีกด้านหนึ่งของทางเดินจะเป็นระเบียงเปิดโล่งสัมผัสกับสภาพธรรมชาติภายนอก จากการศึกษาวิจัยกับอาคารกรณีศึกษาพบว่าอาคารในลักษณะดังกล่าวสร้างปัญหาให้กับผู้พักอาศัยอยู่บ้างพอสมควร โดยสามารถสรุปเป็นประเด็นปัญหาที่สำคัญได้ดังนี้

ปัญหาความร้อนจากแสงแดดที่ส่องกระทบกับผนังอาคารอย่างเต็มที่ จนทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องพักสูงเกินไป รวมทั้งอุณหภูมิที่ผิวผนังและอุณหภูมิที่ผิวฝ้าเพดานภายในห้องพักมีค่าสูงด้วย แนวทางการปรับปรุงคือการปรับปรุงเปลือกอาคารให้มีค่าการต้านทานความร้อนที่ดีขึ้น โดยการติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ผนังและฝ้าเพดาน ตลอดจนการติดตั้งแผงกันแดดบริเวณระเบียงห้อง เมื่อได้ทำการประเมินผลการปรับปรุงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์(Ottvee) คำนวณค่าการส่งผ่านความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร (OTTV) และค่าการส่งผ่านความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร (RTTV) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่าหลังการปรับปรุง ค่า OTTV ลดลงไปได้ 27.5% สำหรับห้องพักที่อยู่บริเวณกลางอาคาร และ ค่า OTTV ลดลงไปได้ 42% สำหรับห้องพักที่อยู่ด้านริมอาคาร และค่า RTTV ลดลงไปได้ถึง 75% สำหรับห้องพักที่อยู่บริเวณชั้นบนสุดของอาคาร

ปัญหาที่เกิดจากระบบการระบายอากาศของห้องพักที่ยังไม่เหมาะสม กระแสลมธรรมชาติจึงพัดผ่านเข้ามาได้อย่างจำกัด ทำให้ในห้องพักมีความชื้นที่อยู่ในระดับสูง แนวทางการปรับปรุงอาคารคือการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น เพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าภายในห้องน้ำ เพื่อให้สามารถรับลมและแสงธรรมชาติได้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งการเปลี่ยนชนิดของบานเปิดในห้องนอนใหญ่และในห้องครัว จากเดิมที่เป็นหน้าต่างบานเลื่อน เป็นหน้าต่างบานเปิดเพื่อให้กระแสลมสามารถพัดผ่านเข้ามาได้มากขึ้น เมื่อได้ทำการประเมินผลแนวทางการปรับปรุง โดยการเปรียบเทียบค่าความเร็วลมในอาคารจริงกับค่าความเร็วลมในอุโมงค์ลม(Wind tunnel) พบว่า ในการวัดค่าความเร็วลมในอาคารจริงนั้น ค่าความเร็วลมโดยเฉลี่ยสำหรับห้องที่มีกระแสลมพัดผ่านเข้ามาได้น้อยที่สุด มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารได้ คิดเป็นค่าที่ต่ำสุดคือ 1.08% และมีค่าที่สูงที่สุดคือ 2.00% แต่หลังจากการแก้ไขปรับปรุง แล้วนำไปทดสอบค่าความเร็วลมภายในอุโมงค์ลม โดยใช้การจำลองสภาพด้วยหุ่นจำลอง พบว่าสำหรับห้องที่มีกระแสลมพัดผ่านเข้ามาได้น้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งสามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าที่ต่ำสุดคือ 2.94% และค่าที่สูงสุด 49.06 %

ปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติในอาคารยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ แนวทางการปรับปรุงมีอยู่สองแนวทาง คือ พื้นที่ที่มีค่าความส่องสว่างมากเกินไป สามารถแก้ไขได้โดยการติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มที่บริเวณระเบียงห้องพักเพื่อลดปริมาณแสงสว่างลง แนวทางที่สองสำหรับพื้นที่ที่มีค่าส่องสว่างน้อยเกินไปสามารถแก้ไขได้โดยการการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น รวมทั้งการเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าภายในห้องน้ำให้มากขึ้นเพื่อให้แสงธรรมชาติส่องผ่านข้ามาในอาคารได้มากขึ้น เมื่อได้ทำการประเมินผลแนวทางการปรับปรุง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์(Dialux) คำนวณค่าการส่องสว่างของแสงธรรมชาติเป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่าที่บริเวณห้องนั่งเล่นที่อยู่ติดกับระเบียงก่อนการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 559.18 lux เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการติดตั้งแผงกันแดดที่ระเบียงแล้วพบว่าค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าลดลงเล็กน้อยอยู่ที่ 548.35 lux ที่ห้องนอนเล็กก่อนการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 226.47 lux เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการเพิ่มจำนวนช่องเปิดของห้องนอนเล็กให้มากขึ้น พบว่า ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 358.84 lux และที่ห้องน้ำ ก่อนการปรับปรุงมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 285.13 lux เมื่อได้ทำการปรับปรุงอาคารโดยการเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดในห้องน้ำให้มากขึ้นพบว่าค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากอยู่ที่ 676.8 lux

ปัญหาเรื่องฝนซัดสาดเข้าสู่บริเวณโถงทางเดินหน้าห้องพักและบริเวณโถงหน้าลิฟท์ แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารคือการติดตั้งแผงกันแดดแนวนอน เป็นแบบระแนงอลูมิเนียมซ้อนเกล็ด เพื่อช่วยป้องกันฝนสาดเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าว

คำสำคัญ : สภาวะน่าสบาย, อาคารชุดอยู่อาศัยรวม, การสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเย็นแบบธรรมชาติ

Abstract

190775

As an applied research, energy conservation by passive cooling methods for creating thermal comfort in apartments has the main objective to determine the passive cooling methods that are suitable for building characteristics of apartments. To do this, previous studies about multi-storey residential buildings were reviewed to analyze several passive cooling methods in terms of their applications and limitations. The researchers then developed the passive cooling method suitable for apartments in Phitsanulok by using a residential building, Mono Nivet no.5 as the case study. This reinforced concrete building has nine storeys. Its open form (U-shaped plan) allows all residential units to connect to outdoor environment. With single load corridor which all units are on one side, the corridor itself opens to the surroundings. Four major energy-related problems due to poor building design can be concluded as follows:

1. Excess heat load on the wall structure. As the apartment's walls are exposed to sunlight for a long time during a day, a large amount of heat transferred to exterior wall and ceiling, leading to high temperature in each residential unit. All the building envelope components should therefore be higher heat resistant. To increase R-value, insulating walls and ceiling and installing external shading devices can effectively reduce heat transfer rate. Calculated overall thermal transfer value (OTTV) and roof thermal transfer value (RTTV) by using Ottvee software, it is found that the OTTV decreases by 27.5% for the units in the middle of U-plan and 42% for the units in two wings of the building with building retrofit. The RTTV also decreases by 42% for the units on the top floor.

2. Inadequate ventilation. Due to the small amount of fresh air flowing through, the unit contains high moisture. To solve this problem, increasing the number of opening above and below the existing sliding windows of small bedrooms and enlarging frosted louvered window of toilet help to allow more air and daylight entering the rooms. Replacing the sliding windows of master bedrooms and kitchens with double-hung windows also increase air movement inside the unit. The improvement of air flow rate was tested by comparing wind velocity measured in the building with that measured in wind tunnel. The percentage of wind velocity from the exterior to the interior measured in the building ranges from 1.08% to 2.00% for the room with the lowest air flow. With changes in window sizes and number, the percentage of wind velocity from the exterior to the interior measured in the wind tunnel increases, the lowest value is 2.94% and the highest value is 49.06%.

3. Problems with natural light. Two improvements can be made to reduce heat gain caused by poor daylighting design. To protect the front door of each unit from the exposure to excessive light, the first improvement is to install shading devices at the corridor. On the other hand, inadequate natural lighting was found at the small bedrooms and toilets due to the small areas of glazing, leading to increased use of artificial light and high heat gain from the light bulbs. The improvement of ventilation can immediately increase daylight as more glazing in small bedrooms and toilets allow more visible light to penetrate further into the rooms. Assessed the results of two improvements by using Dialux software, the researchers found that the illumination of the living area adjacent to the corridor decreased from 559.18 lux to 548.35 lux and the illumination of a small bedroom increased to 358.84 lux. More glazing in toilet can significantly increase the illumination from 285.13 lux to 676.8 lux.

4. High humidity due to rain splashing on the corridor and hallway in front of the residential units. Horizontal shading devices should be installed to protect the building from the rain. The shading should be made of aluminum with overlapping louvers.

Keywords: thermal comfort, multi-storey residential buildings, passive cooling methods

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	4
ระเบียบวิธีวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	6
ประโยชน์ที่ได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	8
ขอบเขตสภาวะน่าสบาย (COMFORT ZONE)	8
ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงและการป้องกันความร้อนจากแสงแดด	11
ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายความร้อนโดยการไหลเวียนของอากาศ	12
ทฤษฎี สมมุติฐาน กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	15
ลักษณะทางกายภาพของอาคารชุดอยู่อาศัยรวม มน.นิเวศน์ 5	16
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์	17
บทที่ 3 การสำรวจเก็บข้อมูลและวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษา	20
รายละเอียดห้องที่ทำการวัด	24
การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา	28
บทที่ 4 แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารและการประเมินผล	76
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิผิวผนัง	76
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิอากาศ	78
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์	79
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหากระแสลมธรรมชาติ	80
การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาแสงธรรมชาติ	81
การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายของอาคารกรณีศึกษาหลังการปรับปรุง	83

สารบัญ (ต่อ)

ผลการทดสอบแสงสว่างของอาคารกรณีศึกษาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก่อน
และภายหลังมีการออกแบบปรับปรุง 96

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 104

การปรับปรุงอาคารเพื่อลดปัญหาอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบและอุณหภูมิอากาศในห้องที่สูงเกินไป 104

การปรับปรุงอาคารโดยการเพิ่มความเร็วของกระแสลมเพื่อนำมาช่วยในการระบายอากาศ
และใช้ในการปรับเย็นแบบธรรมชาติ 113

การปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคาร 117

การปรับปรุงอาคารเพื่อแก้ปัญหาฝนสาดเข้ามาในโถงทางเดินส่วนกลางของอาคาร 118

บรรณานุกรม 120

ภาคผนวก 121