T 160313

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การใช้ระบบ การทำความเย็นด้วยดิน มาช่วยระบบการทำความเย็นโดยใช้การระเหยของน้ำแบบทางอ้อมเพื่อทดแทนการทำความเย็นด้วยเครื่องปรับอากาศ |
| **นักศึกษา** | นาย ธิติ มนตรีวิบูลย์ชัย |
| **รหัสประจำตัว** | 44063321 |
| **ปริญญา** | สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | สาขาสถาปัตยกรรมภายใน |
| **พ.ศ.** | 2547 |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์** | ผศ.ดร. นพดล สหชัยเสรี |


**บทคัดย่อ**

การสร้างสภาวะความสบายภายในอาคารโดยทั่วไป จะใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติ แต่ในบางอาคาร ที่พักอาศัยอยู่ ในสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งรบกวน เช่น ทางเสียง กลิ่น เป็นต้น จำเป็นต้องใช้ระบบปรับอากาศ แต่ระบบปรับอากาศจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานและการดูแลรักษาสูง จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีระบบทำความเย็นที่ใช้การระเหยของน้ำแบบทางอ้อม(Indirect Evaporative Cooling) ซึ่งมีประสิทธิภาพดี สามารถทำความเย็นได้ใกล้เคียงกับระบบปรับอากาศชนิดสารทำความเย็น(Air Condition) แต่ระบบนี้ใช้กับสภาพอากาศร้อนแห้ง การนำมาใช้กับสภาพอากาศร้อนชื้นของเมืองไทย จำเป็นต้องหาทางลดความชื้นให้กับอากาศก่อนเข้าสู่ระบบนี้ โดยการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าระบบการทำความเย็นด้วยดิน สามารถทำให้น้ำในอากาศกลั่นตัวได้ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเน้นที่การเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบดังกล่าว เพื่อนำมาใช้ปรับอากาศภายในอาคารในที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น จึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ

ศึกษาการนำเอาระบบ การทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำแบบทางอ้อม เชื่อมกับระบบ การทำความเย็นด้วยดิน เพื่อช่วยลดความชื้นให้กับอากาศก่อนเข้าสู่ระบบ ทำให้ระบบการทำความเย็นดังกล่าว มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ใช้ในระบบ กับ เครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น นอกจากนี้จะนำความรู้ที่ได้ไปหาแนวทางประยุกต์ใช้ในการออกแบบ เพื่อสร้างสภาวะความสบายแก่ภายในอาคารต่อไป โดยการวิจัยนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของกลุ่มทฤษฎี 3 กลุ่มใหญ่ๆคือ กลุ่มทฤษฎี หลักการถ่ายเทความร้อน หลักการทำความเย็นโดยใช้การระเหยทางอ้อมของน้ำ และหลักการทำความเย็นด้วยดิน

ในการทดลอง จัดทำหน่วยทดสอบขนาดใกล้เคียงกับห้องที่ใช้งานตามบ้านพักอาศัยทั่วไป 2 หน่วยทดสอบ โดยหน่วยแรก จะต่อระบบทำความเย็นแบบใช้การระเหยของน้ำแบบทางอ้อมซึ่งต่อรวมกับระบบการทำความเย็นด้วยดิน ส่วนหน่วยทดสอบที่ 2 ต่อกับระบบทำความเย็นแบบใช้การระเหยของ

น้ำทางอ้อมธรรมดาและติดตั้งระบบปรับอากาศแบบใช้สารทำความเย็น เพื่อเปรียบเทียบทีละการทดลองโดยการทดลองที่ 1 จะใช้หน่วยทดสอบที่ 1 ในการทดสอบ ส่วนการทดลองที่ 2และ 3 ใช้ทั้ง 2 หน่วยทดสอบ โดยการทดลองที่ 2 จะเปรียบเทียบระหว่างระบบการทำความเย็นชนิดใช้การระเหยของน้ำแบบทางอ้อม ที่ต่อระบบกับระบบการทำความเย็นด้วยดินกับแบบไม่ต่อเชื่อมระบบ ส่วนการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบระหว่างระบบ ที่ต่อกับระบบทำความเย็นด้วยดินกับเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น

ในขั้นตอนการติดตั้งระบบท่อฝังดินพบปัญหาเรื่องวัสดุในการทำท่อฝังดิน มีความแข็งแรงไม่มากพอที่จะฝังลึกลงใต้ดิน ต้องปรับเป็นฝังท่อครึ่งล่างกับดิน ส่วนด้านบนท่อต้องใช้วัสดุกลบฝังเป็นกาบมะพร้าวสับเพื่อให้เกิดการระเหยของน้ำได้มากที่สุด และน้ำหนักไม่มากพอที่ท่อสังกะสีที่ทำ รับน้ำหนักได้ ทำให้การทำจากเดิมเน้นที่ใช้มวลของดินในการทำความเย็นโดยมีการระเหยของน้ำช่วยนั้น จำเป็นต้องเปลี่ยนเป็น ระบบท่อฝังดินที่ใช้การระเหยของน้ำมาช่วยทำความเย็นเป็นหลักแทน

จากการทดลองพบว่าระบบทำความเย็นด้วยการใช้การระเหยของน้ำแบบทางอ้อม ยังขาดประสิทธิภาพเพียงพอที่จะใช้งาน โดยอุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบแตกต่างกับอุณหภูมิของภายในอาคารที่ไม่ได้ติดตั้งระบบปรับอากาศค่าเฉลี่ยเพียงแค่ 1.88 องศา เท่านั้น แต่ระบบการทำความเย็นโดยใช้ท่อฝังดินซึ่งเป็นการทำความเย็นโดยใช้การระเหยของน้ำทางอ้อม อีกรูปแบบหนึ่งกลับมีค่าการทำความเย็นได้สูงถึง 5 องศา ซึ่งเพียงพอที่จะทำความเย็นได้ ทำให้ต้องปรับปรุงการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพระบบท่อฝังดิน ผลการทดสอบ โดยต่อตรงเข้าสู่หน่วยทดสอบ พบว่า ระบบที่ได้มีความสามารถในการทำความเย็นที่ดีเพียงพอ แต่การระบายอากาศจากระบบท่อฝังดินเข้าสู่หน่วยทดสอบได้ความเร็วลมต่ำ โดยสันนิฐานว่า มาจากกำลังพัดลม หรือไม่ก็ ความเสียดทานของท่อฝังดินที่มีต่ออากาศเนื่องจากความคดเคี้ยวของท่อ ในการทดลองที่ 3 จึงเปลี่ยนแปลงระบบพัดลมให้มีกำลังมากขึ้น และ ผลการเปรียบเทียบค่าพลังงานระหว่างระบบปรับอากาศกับระบบท่อฝังดิน โดยให้ระบบปรับอากาศใช้พลังงานเป็น 100 % ที่ระยะเวลาเท่ากันระบบท่อฝังดินที่ใช้พัดลม 198 w. ใช้พลังงานเท่ากับ 67.84% แต่ถ้าใช้พัดลม 48 w. 2 ตัวจะใช้พลังงานเท่ากับ 16% ของพลังงานที่ระบบปรับอากาศใช้ ซึ่งให้ช่วงอุณหภูมิใกล้เคียงกัน

จากการทดลองพบว่าการใช้ระบบการทำความเย็นโดยการใช้การระเหยทางอ้อมของน้ำไม่เหมาะที่จะต่อกับระบบการทำความเย็นด้วยดินเนื่องจากอากาศที่มาจากระบบท่อฝังดินนั้นจะมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้ปริมาตรอากาศลดลง โดยที่มีปริมาณน้ำในอากาศเท่าเดิม ทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นเมื่ออากาศออกมาจากท่อฝังดินจึงไม่เหมาะที่จะใช้ระบบที่ทำให้อากาศเย็นช่วยลดความชื้นให้กับอากาศ แต่จากการทดลองพบว่าระบบท่อฝังดินเป็นทางเลือกที่น่าจะเหมาะในการทำความเย็นในอาคารมากกว่าในหลายปัจจัยทั้ง อุณหภูมิที่ต่ำจนสามารถสร้างสภาวะความสบายได้ ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิที่ได้ต้องการการดูแลรักษาน้อย ใช้เทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนในการซ่อมบำรุง และค่าใช้จ่ายในการทำความเย็นต่ำ

TE 160313

| | |
|---|---|
| Thesis Titile | The integration of Earth Cooling- and Indirect Evaporative-Cooling-system for the replacement of conventional air conditioning |
| Student | Thiti Montriwiboonchai |
| Student ID. | 44063321 |
| Degree | master of architecture (interior) |
| Program | interior architecture |
| Year | 2547 |
| Thesis Adviser | Assoc.Prof. Noppadol Sahacnaiseri |


## ABSTRACT

The growing usage of air-conditioners for household thermal comfort has intensified the present energy shortage problem. Such active cooling system requires both high operational- and maintenance-cost. The Indirect Evaporative Cooling system is one of the effective alternatives. It is, however, applicable to a hot arid climate rather than a humid one, where evaporation is usually prevented by the saturation of humidity in the air. The attempt to apply the system to the tropical context is in fact a challenging maneuver.

This research was built upon the assumption that reducing the amount of fluid in the air before supplying it to the system could imitate the arid climate, and thus might accommodate the evaporative cooling system to work more efficiently. The initial attempt of my research was, therefore, to test the effect of integrating the *earth tube system* with the indirect evaporative cooling system. It was assumed that reducing the air humidity by means of condensation prior to the cooling process via indirect evaporation should make the indirect evaporative system applicable in the tropical area. Therefore, the objective of the study was three folds. First, it aimed to investigate the cooling performance between this integrated system and the conventional Indirect Evaporative Cooling system. Second, it attempted to compare the energy consumption of the integrated system with that of the conventional air-conditioning system. Finally, the study endeavored to bring about a design guideline for the application of this passive cooling system to the interior environment of most Thai buildings. The logic and

methodology of the research based on three lines of theories and principles—heat transfer, indirect evaporative cooling, and earth cooling principles.

Three phases of experiments were conducted utilizing two testing cells—an integrated-system cell and a control cell equiped with a conventional air-conditioner. The first experiment aimed to uncover the optimal air speed for the integrated system. The second experiment intended to compare the performance between the integrated system and the conventional indirect evaporative cooling system. The final experiment aimed to compare the energy consumption between the integrated system and that of the conventional air-conditioner system.

In the first experiment, an earth cooling system was replaced by an indirect evaporative cooling system due to construction problems. The system comprised a 30 cm diameter galvanized metal tube, running 136 meters in length on-grade covered with wet-chopped coirs.

The result of the initial experiment, however, failed to support the assumption portrayed in the first objective. It founded that an optimal air speed could not sufficientlyly bring down the room temperature—only 1.88 degrees celsius below the average temperature—with a much lower performance comparing to the conventional AC system. The temperature inside the indirect evaporative cooling tube—covered with wet-chopped coirs—was found 5 degrees celsius below the average air temperature, however.

The research thus focused on only the effect of the indirect evaporative cooling without a second indirect evaporative heat exchange unit. The experiment at this stage was modified by bringing the air from the indirect evaporative cooling tubes directly to the chamber with a .... cm diameter electric fan. The result showed that very little air circulation was mobilized due to the extended length of the tube and the small size of electric fan. A .... cm fan was thus replaced. The third experiment found that an outlet at fifty centimeters above the floor, the system was able to bring down the air temperature almost as much as did the conventional air-conditioner system, while consuming only 67.84 % of energy that of the AC system.

It can be concluded from the three experiments that the integrated system—an Indirect Evaporative cooling and a passive cooled tubes—was not applicable because

the air temperature in the tubes was not cool enought to induce condensation. It tends to increase the level of relative humidity instead. However, with an appropriate air speed, the indirect evaporative cooling tube was able to be used for indoor cooling with less energy consumption, more stable temperature, lower operational cost, and easier maintenance than that of a conventional AC system.