ประสิทธิผลในการใช้ผนังช่องเกล็ดและช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศ กรณีศึกษา : ศูนย์ซ่อมบำรุงยานยนต์

The Efficiency of Louvered-Wall and Openings for Ventilation. Case Study : Vehicle Maintenance Center.

ศรีเดช ใจสูง
ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทร 0-0-2221-5877 โทรสาร 0-2221-8837 E-mail: jplaningj7@hotmail.com

Sridet Jaisung
Department of Architecture, Faculty of Architecture, Silpakorn University
Na Pra Lan Rd, Bangkok 10200 Thailand Tel: 0-2221-5877 Fax: 0-2221-8837 E-mail: jplaningj7@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลการใช้กระแสลมจากธรรมชาติต่อผนังเกล็ดทั้งหมด 5 แบบ และช่องเปิดของอาคารโดยเลือกอาคารอุตสาหกรรมประเภทศูนย์ซ่อมบำรุงยานยนต์ ในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอาคารประเภทนี้ ส่วนใหญ่จะติดตั้งผนังเกล็ดเพื่อการระบายอากาศโดยธรรมชาติ แนวทางในการศึกษาจึงได้ทำการสำรวจจากอาคารจริง และศึกษาในห้องทดลองโดยใช้โต๊ะน้ำ (Flow Visualization Apparatus) รวมทั้งการจำลองพฤติกรรมของอาคารกับสภาพอากาศโดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ด้านพลศาสตร์ของไหล Computational Fluid Dynamics (CFD) ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Flovent7.2 ในการจำลองลักษณะของกระแสลมที่กระทำต่ออาคารกรณีศึกษา ผลที่ได้จากการศึกษามีดังนี้ ในกรณีเปิดช่องเปิดชั้นล่างของอาคาร ผนังเกล็ดขนาดใหญ่ (ผนังเกล็ดแบบที่ 1) มีประสิทธิภาพของความเร็วลมดีที่สุด แต่ในทางกลับกันผนังเกล็ดขนาดเล็ก (ผนังเกล็ดแบบที่ 5) จะมีประสิทธิภาพของความเร็วลมดีกว่าผนังเกล็ดประเภทอื่นที่นำมาจำลอง ต่อเมื่อช่องเปิดผนังอาคารชั้นล่างปิดสนิทแล้ว ทั้งนี้เป็นการเกิดปรากฏการณ์ของทั้ง turbulent และปรากฏการณ์ air curtain หรือม่านอากาศในกรณีผนังเกล็ดแบบที่ 5 ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้ จึงได้ทำการจำลองผนังเกล็ดแบบที่ 5 อีกครั้งโดยใช้การติดตั้งกันสาดทั้งด้านผนังลมเข้าและด้านผนังลมออก ผลที่ได้ใหม่นี้แสดงถึงประสิทธิภาพการระบายอากาศ ซึ่งกันสาดที่ติดตั้งนั้นสามารถเพิ่มความเร็วกระแสลมภายในอาคาร และลดการเกิด air curtain ทั้งยังได้ผลที่สัมพันธ์ต่อการคำนวณการเปลี่ยนถ่ายอากาศ (air change rate) ภายในอาคาร.

Abstract

Case study of vehicle maintenance center in Chiang Mai has been studied in the effect of natural ventilation. There are five typed of louvered and open/close window below. The mean to study is to measure of environmental parameter at the building site and to experiment in the laboratory, Firstly the simulation Flow Visualization Apparatus, Then the program Flovent 7.2 Computational Fluid Dynamics (CFD) The result show that when opening the window below the first type of Louvered works best whereas closing the window, the fifth type does. It is due to the effect of turbulent in the former and of air certain in the later. To improve a better result, extra simulation has been processed by installing overhang between louver and window on both side of the inward and outward air. The new result now is in a good relationship with the calculation.

1. บทนำ

การศึกษานี้ได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ในด้านการบริโภคพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นพลังงานทางเลือก หรือพลังงานบริสุทธิ์ จึงเป็นทางเลือกที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถลดภาวะโลกร้อนโดยเป็นมิตรต่อธรรมชาติ รวมถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ จากสถานการณ์ปัจจุบัน กิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมากเป็นอันดับต้นๆ คือกิจกรรมประเภทอุตสาหกรรม กิจกรรมประเภทนี้จำเป็นต้องใช้พลังงานในการผลิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นอาคารของภาคอุตสาหกรรมจึงเป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ควรได้รับการปรับปรุงเพื่อลดการก่อปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และลดการใช้พลังงาน

อย่างสิ้นเปลือง ดังนั้นการนำพลังงานบริสุทธิ์เข้ามาปรับใช้ต่ออาคาร ซึ่งสามารถสร้างสภาพภายในอาคารให้น่าอยู่อาศัย ลดความร้อน และลดมลพิษทางอากาศในตัวอาคาร โดยไม่สิ้นเปลืองพลังงานที่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงต่อสิ่งแวดล้อม

ฉะนั้นอาคารประเภทอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องใช้พลังงานอย่างมาก สมควรที่จะต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อให้เกิดการลดการใช้พลังงานอย่างเหมาะสม การปรับใช้อาคารโดยอาศัยกระแสลมซึ่งผลจากการปรับใช้กระแสลมต่ออาคารจึงทำให้เกิดรูปแบบเฉพาะทางสถาปัตยกรรม (สมสิทธิ์ นิตยะ 2536 : 37) วิธีการใช้กระแสลมในการระบายอากาศสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวางตำแหน่งอาคารหรือการใช้วัสดุที่ส่งเสริมการลดการใช้พลังงานในอาคาร ผนังเกล็ดเป็นส่วนประกอบของผนังอาคารที่ต้องการกระแสลมจากธรรมชาติเพื่อการระบายอากาศภายในอาคาร และผนังเกล็ดเป็นที่รู้จักจึงนิยมใช้ในอาคารประเภทอุตสาหกรรม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาอาคารอุตสาหกรรมประเภทศูนย์ซ่อมบำรุงยานยนต์ ซึ่งกิจกรรมประเภทนี้ต้องการประสิทธิภาพในการระบายอากาศที่เกิดจากการซ่อมบำรุงและควันเสียจากรถยนต์ รวมถึงกลิ่นอันไม่พึงประสงค์จากการทำสีรถยนต์

การประยุกต์ใช้อาคารต่อกระแสลม โดยใช้ผนังเกล็ด และช่องเปิดของอาคาร เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดความร้อนภายในอาคาร และช่วยเปลี่ยนถ่ายอากาศภายในอาคาร ซึ่งควรที่จะสอดคล้องต่อการวางตำแหน่งของอาคาร จึงต้องคำนึงถึงการเจาะช่องเปิดให้สัมพันธ์กับทิศทางกระแสลมเข้าและกระแสลมออก (มาลินี ศรีสุวรรณ 2543 : 212) ยังผลต่อการช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในลดการเกิดมลพิษทางอากาศ ลดความร้อนสะสมจากกิจกรรมภายในอาคาร รวมถึงการลดความร้อนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติส่งผลที่ดีต่อผู้ใช้อาคาร และสามารถลดการใช้พลังงานภายในอาคารได้ดีพอสมควรโดยไม่กระทบต่อบริเวณข้างเคียง

2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ในอาคารอุตสาหกรรมประเภทศูนย์ซ่อมบำรุงยานยนต์ที่มีส่วนประกอบของช่องเปิด และผนังเกล็ดเป็นสำคัญ

2.2 เพื่อหาแนวทาง ในการปรับปรุง และเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศของผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบ ที่ใช้ในการศึกษาซึ่งสัมพันธ์ต่อช่องเปิดอาคาร

3 วิธีการวิจัย

การศึกษางานวิจัยที่ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์นั้นจำเป็นต้องกำหนดระเบียบวิธีการวิจัยอย่างชัดเจน ในการศึกษานี้ได้กำหนดหลักการศึกษาทั้งภาคทฤษฎี และปฏิบัติในทางปฏิบัตินั้นได้ศึกษาทางภาคสนามต่ออาคารกรณีศึกษา และการศึกษาทางห้องปฏิบัติการ คือ การจำลองด้วยโต๊ะน้ำ (Flow Visualization Apparatus) และการจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านพลศาสตร์ของไหล Computational Fluid Dynamics (CFD.) ที่เรียกว่า Flovent7.2* ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

3.1 การศึกษาและรวมรวมข้อมูลจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการระบายอากาศโดยธรรมชาติต่ออาคารและช่องเปิดอาคาร ซึ่งเป็นการศึกษาลักษณะของกระแสลมที่กระทำต่ออาคาร ในรูปแบบของกระแสลม ทิศทางกระแสลมที่กระทำต่ออาคาร รวมไปถึงทฤษฎีของไหล เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการปรับเทียบต่อการทดลองทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการนำไปสู่กระบวนการค้นหาบทสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการระบายอากาศของผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบ ต่อช่องเปิดทั้ง 5 ระดับในอาคารกรณีศึกษา

3.2 การสำรวจอาคารในกรณีศึกษาและผนังเกล็ดที่ใช้ในอาคารกรณีศึกษา การระบายอากาศในอาคารย่อมสัมพันธ์ต่อช่องเปิด และผนังเกล็ดเป็นช่องเปิดประเภทหนึ่งที่สามารถยอมให้กระแสลมผ่านโดยป้องกันแสงแดดและฝนได้ ดังนั้นผนังเกล็ดจึงเป็นที่นิยมใช้ต่ออาคารในภาคอุตสาหกรรม จึงได้ทำการศึกษาชนิด ประเภท และรูปร่างลักษณะของผนังเกล็ดที่ใช้ในอาคารประเภทนี้ จากแนวทางในการใช้พลังงานจากกระแสลมธรรมชาติต่ออาคารที่มีการบริโภคพลังงานจำนวนมาก ดังเช่นอาคารอุตสาหกรรม จึงกำหนดรูปแบบและคุณลักษณะของอาคารที่จะทำการศึกษาซึ่งได้กำหนดอาคารอุตสาหกรรมประเภทอาคารศูนย์ซ่อมบำรุงยานยนต์ ที่มีส่วนประกอบของอาคารคือผนังเกล็ดเพื่อช่วยในการระบายอากาศเป็นสำคัญ จากการไปสำรวจอาคารจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือเพื่อประกอบการค้นคว้าข้อมูลดังนั้นจึงต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องมือต่างๆ พอสมควร สามารถเลือกใช้งานได้อย่างเหมาะสม (พันธุดา พุฒิไพโรจน์ 2544 : 182) ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องมือวัดความเร็วลมแบบเส้นลวดร้อนที่เรียกว่า Measuring stick for velocity (testo 405-V1) ใช้ในการวัดค่าความเร็วลมภายในและภายนอกอาคารกรณีศึกษา

3.3 ระเบียบการจำลองอาคารกรณีศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ กระแสลมนั้นคือของไหลดังนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านพลศาสตร์ของไหลจึงมีบทบาทในการจำลองลักษณะของกระแสลมที่กระทำต่อวัตถุหรืออาคารในกรณีศึกษาซึ่งการจำลองนี้ได้ใช้โปรแกรม Flovent7.2 เพื่อพิสูจน์ผลจากประสิทธิภาพของผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบ ต่อการจำลองช่องเปิดทั้ง 5 ระดับ ในอาคารกรณีศึกษาจากการจำลองด้วยโปรแกรม Flovent7.2 นั้นได้กำหนดการไหลของกระแสลมแบบ cross ventilation ซึ่งโปรแกรมนี้ได้ใช้ระเบียบวิธี finite difference method ต่อการคำนวณด้วยระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย และจากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Flovent7.2 นั้นสามารถแสดงผลออกเป็น 2 มิติ 3 มิติอยู่ในรูปเฉดสี (scalar) ในรูปของลูกศร (vector) และภาพเคลื่อนไหว (fluid motion) เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจในผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

3.4 การวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาจากผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ การจำลองอาคารในกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม Flovent7.2 ย่อมเกิดปัญหา ดังนั้นการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหานั้นเป็นแนวทางหนึ่งในการนำเสนอ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพความเร็วลมและประสิทธิภาพการระบายอากาศของผนังเกล็ดแต่ละชนิดต่อช่องเปิดในอาคารกรณีศึกษา

3.5 สรุปผลงานการวิจัย ด้วยการศึกษาทั้งทางภาคทฤษฎีโดยรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางด้านวิชาการเพื่อใช้อ้างอิง รวมไปถึงการสำรวจอาคารกรณีศึกษาจากภาคสนาม และการจำลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งกรณีศึกษานี้ได้วิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพในความเร็วลมและการระบาย

---

* Mentor Graphics, Mechanical Analysis [Online],accessed 14 February 2010. Available from http://www.mentor.com/products/mechanical/products/flovent

อากาศของผนังเกล็ดต่อช่องเปิดอาคาร ผลที่ได้จึงเป็นแนวทางเพื่อการประยุกต์ใช้ในอาคารจริงโดยเฉพาะอาคารประเภทอุตสาหกรรมที่ใช้ผนังเกล็ดเพื่อการระบายอากาศ

5 อภิปรายผล

การได้มาซึ่งบทสรุปของงานวิจัยจำต้องอ้างอิง บทความและผลงานวิจัยทางวิชาการที่เกี่ยวข้องโดยประยุกต์ใช้ต่อการดำเนินการซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการสำรวจและจำลองต่องานวิจัย ดังนั้นเครื่องมือจึงมีบทบาทสำคัญในงานวิจัยนี้โดยเครื่องมือนั้นต้องมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือต่อผลที่แสดงออกมา ดังนั้นงานวิจัยได้แบ่งหัวข้อเพื่อดำเนินการดังต่อไปนี้

1.บทความและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อากาศหรือกระแสลม (Air Flow) เกิดได้จากความแตกต่างของอุณหภูมิ และเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ การระบายอากาศเป็นมาตรการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมความเข้มข้นของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมต่อการทำงาน นอกจากนั้นการระบายอากาศยังช่วยลดความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุของความเหนื่อยล้า ความรู้สึกไม่สบายของคน ตลอดจนควบคุมปัญหาเรื่องกลิ่น ความชื้น และคุณภาพอากาศภายในอาคารด้วย (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์ 2549 : 21) การระบายอากาศโดยทั่วไปนั้นแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ 1 การระบายอากาศโดยวิธีกล (Mechanical Ventilation) 2 การระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural Ventilation) ซึ่งการระบายอากาศโดยทั่วไปนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อเจือจางสารปนเปื้อนภายในอากาศให้อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality, IAQ) จากวิกฤติด้านพลังงานจึงนำมาซึ่งมาตรการประหยัดพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ถูกนำมาใช้รวมทั้งการจำกัดอัตราการไหลถ่ายเทอากาศเข้าและออกภายในอาการ ในปี 1989 ASHRAE ได้จัดทำมาตรฐาน ASHRAE 62-1989 ซึ่งเสนอแนะอัตราการไหลต่ำสุดของอากาศจากภายนอกเข้าสู่อาคารเท่ากับ 10 ลิตรต่อวินาทีต่อคน การควบคุมให้อัตราการไหลของอากาศจากภายนอกเข้าสู่อาคารด้วยอัตราที่เสนอแนะโดย ASHRAE นี้เรียกว่า “Ventilation Rate Procedure” ซึ่งวิธีนี้ไม่จำเป็นต้องคำนวณหรือประเมินอัตราการเกิดของสารปนเปื้อนในอาคาร จากกฎกระทรวงได้กำหนดการเปลี่ยนถ่ายอากาศในอาคารแสดงอยู่ในกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 หมวด 2 เรื่องระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันเพลิงไหม้ ข้อ 9 การระบายอากาศในอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องจัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติและมีข้อกำหนดดังนี้ การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ให้ใช้เฉพาะกับพื้นที่มีผนังด้านนอกอย่างน้อย1ด้าน โดยให้มีช่องเปิดสู่ภายนอกอาคารได้ เช่น ประตู หน้าต่าง หรือบานเกล็ด ซึ่งต้องเปิดไว้ระหว่างใช้สอยพื้นที่นั้น ๆและพื้นที่ของช่องเปิดนี้ต้องเปิดได้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 10 ของพื้นที่นั้น

ตารางที่ 1 อัตราการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33

ลำดับ	สถานที่	อัตราการระบายอากาศไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาตรของห้องใน 1 ชั่วโมง
1	ห้องน้ำ ห้องส้วมของที่พักอาศัยหรือสำนักงาน	2
2	ห้องน้ำ ห้องส้วมของอาคารสาธารณะ	4
3	ที่จอดรถที่อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน	4
4	โรงงาน	4
5	โรงมหรสพ	4
6	สถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม	7
7	สำนักงาน	7
8	ห้องพักในโรงแรมหรืออาคารชุด	7
9	ห้องครัวของที่พักอาศัย	12
10	ห้องครัวของสถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม	24
11	ลิฟต์โดยสารและลิฟต์ดับเพลิง	30

ที่มา : “พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522,” กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535)

จากข้อกำหนดของกฎกระทรวงเรื่องการเปลี่ยนถ่ายอากาศนั้นจึงได้มีสูตรในการคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพในการระบายอากาศภายในอาคารดังนี้ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์ 2549 : 248-249)

$$N = \frac{(3600\,Q)}{Vol}$$

เมื่อ N = อัตราการเปลี่ยนอากาศ (ครั้ง/ชั่วโมง) Air change per hour

Q = อัตราการไหลของอากาศ (ลบ.ม./วินาที)

Vol. = ปริมาตรของอาคาร (ในอาคารที่ใช้จำลองมีปริมาตรของอาคาร = 2,484 ลูกบาศก์เมตร)

3600 = ค่าคงที่จากการเปลี่ยนแปลงหน่วยคือ 3600 วินาที = 1 ชั่วโมง

โดยค่า Q หาได้จาก

$Q = 0.278\,\not{Z}\,AV$

เมื่อ Q = อัตราการไหลของอากาศ (ลบ.ม./วินาที)

$\not{Z}$ = มุมตกกระทบของลม ถ้าตั้งฉากกับอาคาร = 0.5 ถ้ามุมอื่น = 0.3 ในการวิเคราะห์นี้ใช้ค่า0.5 เนื่องจากได้กำหนดทิศทางของกระแสลมให้ตั้งฉากกับอาคารที่ใช้ในการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

A = พื้นที่เปิดในการจำลองนี้คือ ผนังช่องเปิดด้านเหนือลมหรือใต้ลม

2.การสำรวจอาคารในกรณีศึกษา

อาคารที่ใช้ในกรณีศึกษานั้นเป็นอาคารประเภทอุตสาหกรรมซึ่งใช้ในกิจการซ่อมบำรุงยานยนต์(ศูนย์ฮอนด้า) มีสถานที่ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยอาคารตั้งอยู่ในแนวเส้นรุ้ง N18.7533 ° และเส้นแวง ระหว่าง E98.9665 ° – E98.9680 ° ด้านหน้าอาคารติดถนนสายเชียงใหม่-หางดงซึ่งอยู่ทิศตะวันตกดังนั้นลักษณะอาคารจึงทำมุมขวางทิศทางลมประจำถิ่น และที่สำคัญอาคารนี้มีส่วนประกอบของผนังเกล็ดและช่องเปิดซึ่งเป็นประเด็นในการวิจัย

ภาพที่ 1 ภายในอาคารกรณีศึกษา (ศูนย์ฮอนด้า สาขาแยกสนามบิน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.)

จากการสำรวจนั้นได้กำหนดตำแหน่งในการวัดค่าทั้งหมด 36 จุด ซึ่งแบ่งเป็นการวัดภายในอาคาร 32 จุด และภายนอกอาคาร 4 จุด ด้วยเครื่องมือวัดความเร็วลม Measuring stick for velocity (testo 405-v1.) ภายในรอบ 24 ชั่วโมงของวันที่ 25 ธันวาคม 2551 ทำให้ทราบว่าภายนอกอาคารมีความเร็วลมสูงสุด 2.45 เมตร/วินาทีในช่วงเวลา 10.00 น. ทางด้านทิศตะวันตกและความเร็วลมต่ำสุดภายนอกอาคาร 0.00 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 2.00 น. และ 9.00 น. ทางด้านทิศตะวันออก ส่วนภายในอาคารนั้นได้ความเร็วลมสูงสุด 0.75 เมตร/วินาที ในระดับความเร็วลมที่ 1.20 เมตร/วินาที จากข้อมูลที่ได้จึงนำมาหาค่าเฉลี่ยกระแสลมภายในอาคารตลอด 24 ชั่วโมงมีค่า 0.39 เมตร/วินาที ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความเร็วของกระแสลมของจังหวัดเชียงใหม่ในรอบ 10 ปีตั้งแต่ปี พ.ศ.2541 ถึง พ.ศ.2550 โดยใช้โปรแกรม SPSS ด้วยข้อมูลทั้งหมด 29,216 ข้อมูล ได้ค่าเฉลี่ยความเร็วกระแสลมอยู่ที่ 1.38 เมตร/วินาที ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Computational Fluid Dynamics ต่อไป

3.รูปแบบผนังเกล็ดที่ใช้ในการวิจัย

ผนังเกล็ดเป็นวัสดุในส่วนผนังของอาคารเพื่อประโยชน์ในการระบายอากาศจะพบมาในอาคารประเภทอุตสาหกรรม ผนังเกล็ดจึงเป็นที่รู้จัก จากการสำรวจผนังเกล็ดและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชนิดเกล็ดทำให้ทราบว่าผนังเกล็ดส่วนมากมีอยู่ 5 แบบ โดยแบ่งตามสัดส่วนรูปทรงของผนังเกล็ดแต่ละแบบซึ่ง มีสัดส่วนและรูปทรงดังนี้

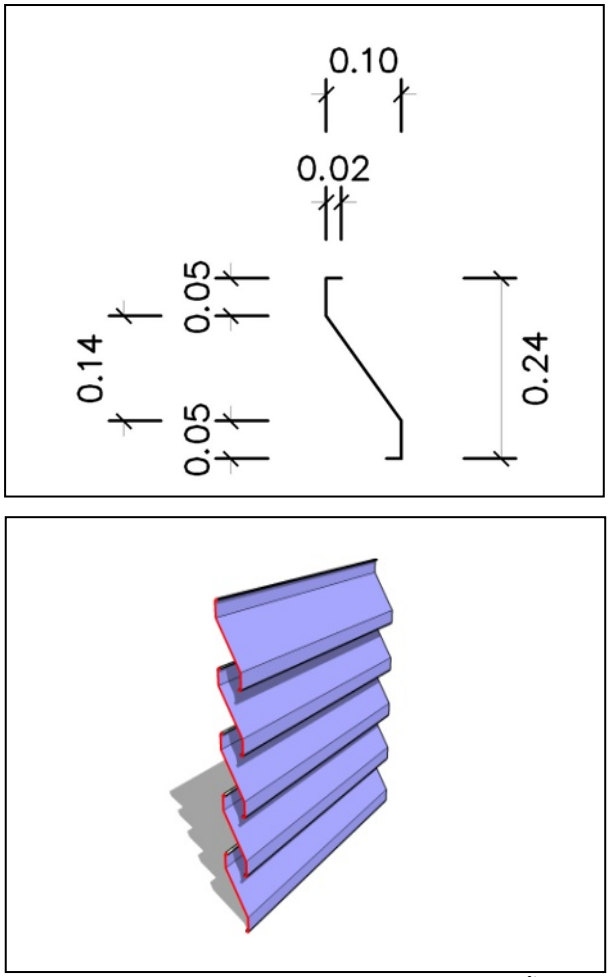
1 รูปแบบผังเกล็ดประเภทที่ 1 มีขนาดความกว้าง 10 ซม ความสูง 60 ซม (20 ซม+20 ซม+20 ซม)

2 รูปแบบผังเกล็ดประเภทที่ 2 มีความกว้าง 10 ซม ความสูง 55 ซม (15 ซม+25 ซม+15 ซม) ปีก 2 ซม

3 รูปแบบผังเกล็ดประเภทที่ 3 มีความกว้าง 10 ซม ความสูง 40 ซม (10 ซม+20 ซม+10 ซม) ปีก 2 ซม

4 รูปแบบผังเกล็ดประเภทที่ 4 มีความกว้าง 10 ซม ความสูง 35 ซม (7.5 ซม+20 ซม+7.5 ซม) ปีก 2 ซม

5 รูปแบบผังเกล็ดประเภทที่ 5 มีความกว้าง 10 ซม ความสูง 24 ซม (5 ซม+14 ซม+5 ซม) ปีก 2 ซม



ภาพที่ 2 สัดส่วนของผนังเกล็ดแบบที่ 5 และลักษณะการติดตั้งผนังเกล็ดในพื้นที่ความสูง 0.98 เมตร

4.การจำลองอาคารกรณีศึกษา

4.1 การจำลองอาคารด้วยโต๊ะน้ำ

การจำลองนี้เป็นการจำลองเบื้องต้นทำให้ทราบถึงนัยสำคัญในการไหลของของไหลที่กระทำต่อผนังเกล็ดจากแบบการจำลองจะเห็นได้ว่าผนังเกล็ดแบบที่ 1 ซึ่งมีความถี่น้อยต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย ของไหลย่อมผ่านได้น้อย ส่วนผนังเกล็ดที่ยอมให้ของไหลผ่านได้ดีกว่าคือ ผนังเกล็ดแบบที่ 5 ซึ่งผนังเกล็ดแบบนี้มีความถี่ของเกล็ดมากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย ลักษณะของไหลที่ผ่านผนังเกล็ดแบบที่ 5 นั้นมีลักษณะที่มีนัยสำคัญจึงได้จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

จากการจำลองด้วยโต๊ะน้ำต่อการนำผนังเกล็ดทั้ง5แบบ มาจำลองในอาคารกรณีศึกษาผลที่ได้ไม่ชัดเจนเนื่องจากข้อจำกัดของโต๊ะน้ำทำให้การจำลองในอาคารกรณีศึกษาซึ่งมีสัดส่วนที่ใหญ่มากเมื่อ

เปรียบเทียบกับผนังเกล็ดที่มีขนาดเล็กมากทำให้การทำหุ่นจำลองของเกล็ดไม่สามารถทำได้ ดังนั้น จึงได้ทำการทดลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

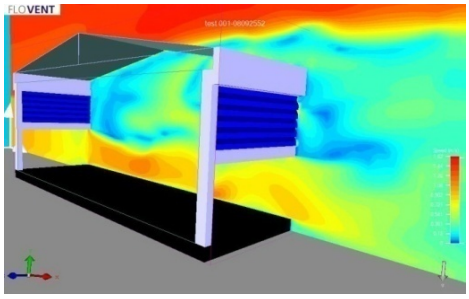
4.2 การจำลองอาคารด้วยคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณพลศาสตร์ของไหลเหล่านี้ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้แก้ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยของการไหล โดยมีเงื่อนไขขอบเขตและลักษณะรูปร่างของปัญหาที่สามารถกำหนดได้โดยสะดวก ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วทุก ๆ โปรแกรมจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ (ก) ขั้นตอนการสร้างลักษณะรูปร่างของปัญหาและเงื่อนไขขอบเขต ซึ่งเป็นขั้นตอนของกระบวนการขั้นต้น (pre-processor) (ข) ขั้นตอนการวิเคราะห์แก้ปัญหา (analysis) ซึ่งเป็นหัวใจของโปรแกรม และ(ค) ขั้นตอนของกระบวนการขั้นท้าย (post-processor) เพื่อการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ

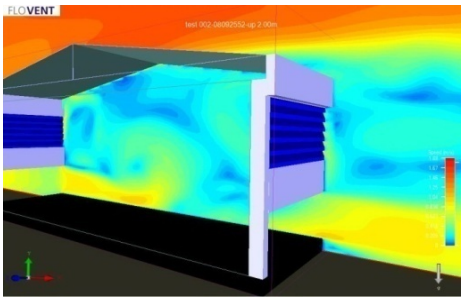
วิธีการวิเคราะห์ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากคือ ระเบียบวิธีผลต่างสืบเนื่อง (finite difference method) และ ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (finite element method) ระเบียบวิธีทั้งสองนี้ในปัจจุบันได้ถูกนำมาสอนแทรกเพื่อช่วยแก้ปัญหาในหลาย ๆ วิชาในระดับปริญญาบัณฑิตและบัณฑิตศึกษาสำหรับสาขาต่าง ๆ ทั้งในวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (ปราโมทย์ เดชะอำไพ, 2545 : 19) ซึ่งโปรแกรม Flovent7.2 ที่ใช้ในการจำลองนี้ได้ใช้ระเบียบวิธีผลต่างสืบเนื่อง (finite difference method) ในการจำลองต่อการคำนวณพลศาสตร์ของไหลผสมผสานกับระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (numerical methods) โดยทำการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อแก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (partial differential equations) ซึ่งเป็นสมการที่แสดงความสมดุลของไหลนั้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้จำลองอาคารกรณีศึกษาต่อผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบ และช่องเปิดอาคารที่สมดุลทั้ง 5 ระดับ

จากการจำลองอาคารในกรณีศึกษานั้นแสดงให้เห็นถึงลักษณะกระแสลมภายในอาคารโดยผ่านช่องเปิดและผนังเกล็ด จากการจำลองนี้ใช้ความเร็วลมที่ 1.38 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นความเร็วลมเฉลี่ยภายในรอบ 10 ปีของจังหวัดเชียงใหม่ ต่อการประมวนด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากลักษณะอาคารกรณีศึกษามีรูปแบบของหลังคาที่ซ้อนกันและมีห้องภายในอาคารรวมถึงช่องเปิดของอาคารที่ไม่สมดุล ทำให้การหาประสิทธิภาพที่แท้จริงของผนังเกล็ดเป็นไปได้ยาก ฉะนั้นจึงเลือกเฉพาะส่วนที่ 2 ในอาคารกรณีศึกษานำมาจำลองต่อผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบ และระดับของช่องเปิดที่สมดุลทั้ง 5 ระดับ โดยมีรูปแบบดังนี้

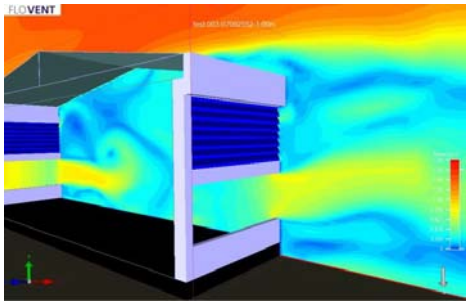
(1) การจำลองผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบต่อช่องเปิดอาคารชั้นล่างโล่ง (2) การจำลองผนังเกล็ดทั้ง 5แบบต่อช่องเปิดอาคารชั้นล่างสูง 2.00 เมตร (3) การจำลองผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบต่อการปิดผนังอาคารชั้นล่างสูง 1.00 เมตร (4) การจำลองผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบต่อการปิดผนังอาคารชั้นล่างสูง 2.00 เมตร (5) การจำลองผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบต่อการปิดผนังอาคารชั้นล่าง



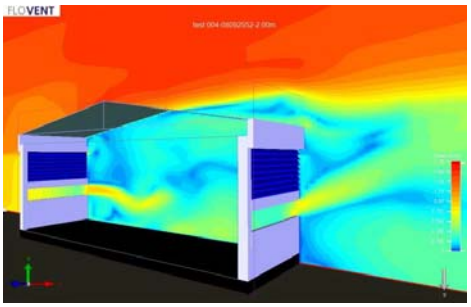
ภาพที่ 3 กรณีผนังเกล็ดแบบที่ 1 ต่อการเปิดผนังอาคารชั้นล่างโล่ง



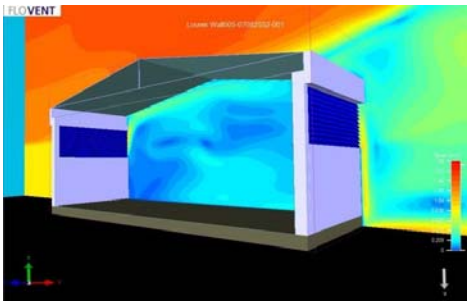
ภาพที่ 4 กรณีผนังเกล็ดแบบที่ 2 ต่อการเปิดผนังอาคารชั้นล่างสูง 2.00 เมตร



ภาพที่ 5 กรณีผนังเกล็ดแบบที่ 3 ต่อการปิดผนังอาคารชั้นล่างสูง 1.00 เมตร



ภาพที่ 6 กรณีผนังเกล็ดแบบที่ 4 ต่อการปิดผนังอาคารชั้นล่างสูง 2.00 เมตร

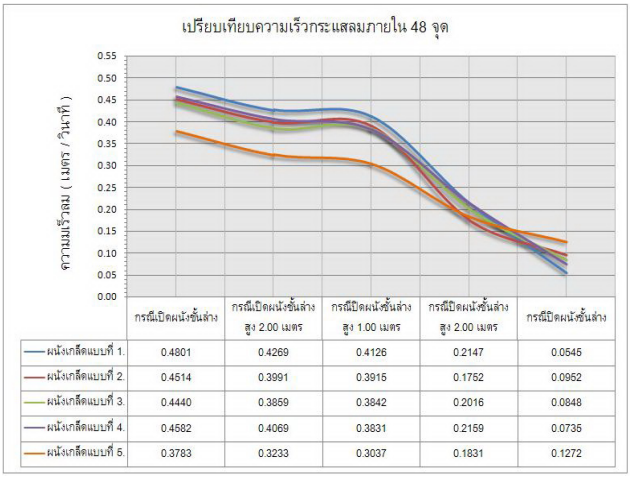


ภาพที่ 7 กรณีผนังเกล็ดแบบที่ 5 ต่อการปิดผนังอาคารชั้นล่าง

จากการจำลองการไหลของกระแสลมผ่านช่องเปิดแต่ละแบบต่อผนังช่องเกล็ดทั้ง 5 แบบตามเงื่อนไขในการทดลองทำให้ทราบถึงปริมาณความเร็วลมภายในอาคาร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่องเปิดสัมพันธ์ต่อผนังเกล็ด เช่นผนังเกล็ดแบบที่ 1 มีประสิทธิภาพในด้านความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นต่อเมื่อพื้นที่ของช่องเปิดที่เพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อพื้นที่ช่องเปิดอาคารเริ่มน้อยลงจะเห็นว่าผนังเกล็ดแบบที่ 5 ซึ่งมีความถี่มากกว่าได้ส่งผลต่อประสิทธิภาพในด้านความเร็วลมที่มากขึ้นตามลำดับ

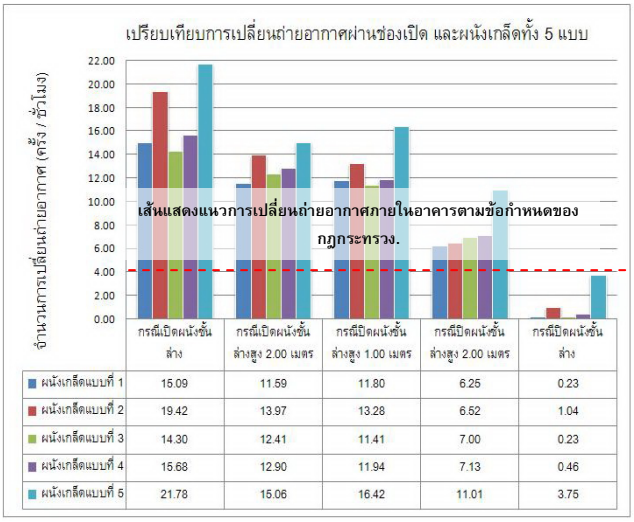
ผลจากการวิเคราะห์การไหลของกระแสลมแบบ cross ventilation ที่กระทำต่อรูปทรงอาคาร ผนังช่องเกล็ดและช่องเปิดของอาคารมีความสัมพันธ์ต่อผลการจำลองนี้ เมื่อการไหลของกระแสลมซึ่งผ่านผนังช่องเปิดที่มีพื้นที่ต่างกันย่อมส่งผลถึงทิศทางและความเร็วกระแสลมตามสัดส่วน เช่นเมื่อช่องเปิดของอาคารมากย่อมส่งผลต่อการไหลของกระแสลมที่มีความเร็วมากแต่เมื่อช่องเปิดของอาคารน้อยลงความเร็วของกระแสลม ย่อมลดลงตามสัดส่วนของช่องเปิดอาคาร ส่วนในกรณีการไหลผ่านผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบ จะเกิดลักษณะการไหลแบบ turbulent ซึ่งการไหลแบบนี้ส่งผลต่อความเร็วลมที่ลดลงภายในอาคารตามขอบเขตของ turbulent ผลสรุปจากการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Flovent7.2 ได้แปลงค่าที่ได้จากการทดลองมาอยู่ในรูปของแผนภูมิเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังนี้

จากแผนภูมิที่ 1 แสดงให้ทราบถึงประสิทธิภาพในด้านความเร็วลมภายในอาคารที่ต่างกันระหว่างผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบต่อช่องเปิดทั้ง 5 ระดับ จากการจำลองผนังเกล็ดแบบที่ 1 มีปริมาณความเร็วลมภายในอาคารดีกว่าผนังเกล็ดแบบอื่นที่ใช้ในการจำลองเนื่องจากรูปแบบของผนังเกล็ดแบบที่ 1 ซึ่งมีความถี่ของเกล็ดน้อยกว่าเมื่อกระแสลมผ่านขอบเขตของ turbulent ย่อมน้อยกว่าผนังเกล็ดแบบอื่นและสัมพันธ์ต่อการเปิดช่องผนังที่มีพื้นที่มากจึงทำให้กระแสลมในอาคารมีความเร็วเฉลี่ยมากกว่าการจำลองต่อผนังเกล็ดแบบอื่น แต่ในกรณีการจำลองต่อผนังเกล็ดแบบที่ 5 ซึ่งมีความถี่ของเกล็ดมากกว่าจากการจำลองเมื่อพื้นที่ช่องเปิดเริ่มน้อยลงผนังเกล็ดแบบที่ 5 จึงเริ่มมีความเร็วลมมากกว่าผนังเกล็ดแบบอื่นเนื่องจากขอบเขตของการเกิด air curtain หรือม่านอากาศ ลดลงไปตามขนาดช่องเปิดที่มีพื้นที่ลดลงตามลำดับจนปิด ซึ่งผนังเกล็ดแบบที่ 5 นั้นจะมีประสิทธิภาพมากกว่า ดังผลในแผนภูมิที่ 1



	กรณีเปิดผนังชั้นล่าง	กรณีเปิดผนังชั้นล่างสูง 2.00 เมตร	กรณีเปิดผนังชั้นล่างสูง 1.00 เมตร	กรณีเปิดผนังชั้นล่างสูง 2.00 เมตร	กรณีเปิดผนังชั้นล่าง
ผนังเกล็ดแบบที่ 1.	0.4801	0.4269	0.4126	0.2147	0.0545
ผนังเกล็ดแบบที่ 2.	0.4514	0.3991	0.3915	0.1752	0.0952
ผนังเกล็ดแบบที่ 3.	0.4440	0.3859	0.3842	0.2016	0.0848
ผนังเกล็ดแบบที่ 4.	0.4582	0.4069	0.3831	0.2159	0.0735
ผนังเกล็ดแบบที่ 5.	0.3783	0.3233	0.3037	0.1831	0.1272

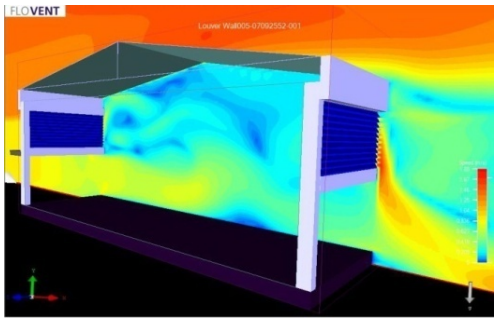
แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบความเร็วของกระแสลมเมื่อผ่านช่องเปิดที่ต่างกันต่อผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบ (แผนภูมิเชิงเส้น)



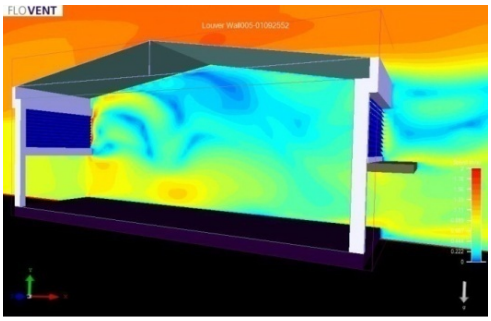
	กรณีเปิดผนังชั้นล่าง	กรณีเปิดผนังชั้นล่างสูง 2.00 เมตร	กรณีเปิดผนังชั้นล่างสูง 1.00 เมตร	กรณีเปิดผนังชั้นล่างสูง 2.00 เมตร	กรณีเปิดผนังชั้นล่าง
ผนังเกล็ดแบบที่ 1	15.09	11.59	11.80	6.25	0.23
ผนังเกล็ดแบบที่ 2	19.42	13.97	13.28	6.52	1.04
ผนังเกล็ดแบบที่ 3	14.30	12.41	11.41	7.00	0.23
ผนังเกล็ดแบบที่ 4	15.68	12.90	11.94	7.13	0.46
ผนังเกล็ดแบบที่ 5	21.78	15.06	16.42	11.01	3.75

แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนถ่ายอากาศระหว่างช่องเปิด 5 ระดับต่อผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบ (แผนภูมิแท่ง)

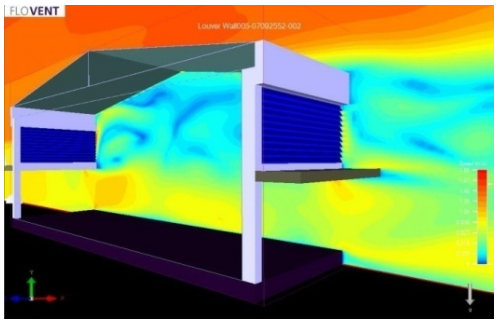
เมื่อเปรียบเทียบต่อการคำนวณการเปลี่ยนถ่ายอากาศ (air change rate) จากแผนภูมิที่ 2 ทำให้ทราบว่าผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบ นั้นไม่ผ่านเกณฑ์ตามระเบียบของกฎกระทรวงก็ต่อเมื่อปิดช่องเปิดผนังอาคาร และจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Flovent7.2 ได้เกิดม่านอากาศในกรณีผนังเกล็ดแบบที่ 5 ดังนั้นจึงต้องวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีนี้ โดยได้จำลองการติดตั้งกันสาด 1.50 เมตร. ซึ่งแบ่งลักษณะการติดตั้งกันสาดเป็น 3 แบบดังนี้ 1 การติดกันสาดบนผนังด้านกระแสลมเข้า2 การติดตั้งกันสาดบนผนังด้านกระแสลมออก 3 การติดตั้งกันสาดทั้ง 2 ด้าน



ภาพที่ 8 ติดตั้งกันสาด 1.50 เมตร บนผนังด้าน กระแสลมเข้า กรณีเปิดผนังอาคารโล่ง

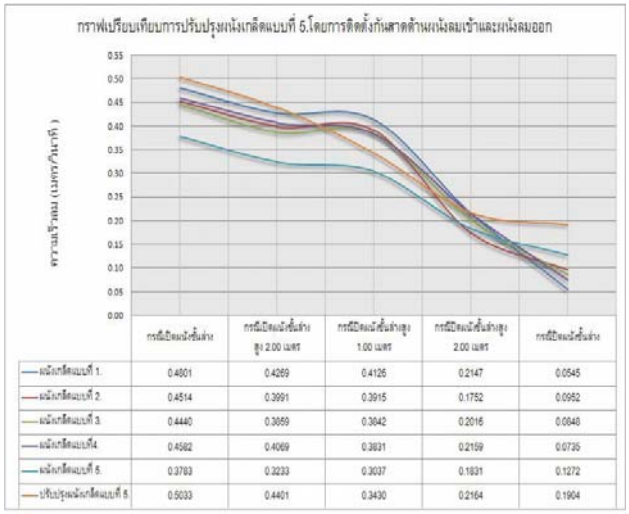


ภาพที่ 9 ติดตั้งกันสาด 1.50 เมตร บนผนังด้านกระแสลมออก กรณีเปิดผนังอาคารโล่ง

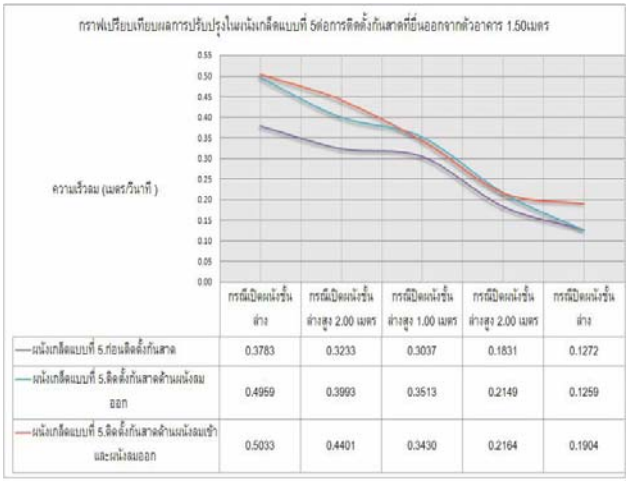


ภาพที่ 10 ติดตั้งกันสาดขนาด 1.50 เมตร บนผนังทั้ง 2 ด้าน กรณีเปิดผนังอาคารโล่ง

การติดตั้งองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม ที่เป็นกันสาดมีผลต่อกระแสลมในอาคาร(สมสิทธิ์ นิตยะ 2541 : 125-127) ดังนี้ การติดตั้งกันสาดบนผนังด้านกระแสลมเข้า ทำให้ความเร็วลมเฉลี่ยในอาคารเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีความเร็วลมเฉลี่ย 0.39 เมตร/วินาที เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ติดตั้งกันสาด มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.38 เมตร/วินาที ทั้งนี้เนื่องจากกันสาดบนผนังด้านกระแสลมเข้ายังคงส่งผลให้เกิด air curtain ในผนังด้านกระแสลมออกอยู่ ส่วนการติดตั้งกันสาดบนผนังด้านกระแสลมออก สามารถลด effect ของ air curtain ได้ดีกว่าทำให้เกิดความเร็วลมเพิ่มขึ้นเป็น 0.50 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นความเร็วลมเฉลี่ยที่มากกว่ากรณี ผนังเกล็ดแบบที่ 1 ถึง 4 ทั้งยังสอดคล้องกับการคำนวณอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ. ส่วนการติดตั้งกันสาดบนผนังทั้ง 2 ด้านสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศได้อีกเล็กน้อย โดยมีความเร็วลมเฉลี่ย 0.50 เมตร/วินาที คือมีความเร็วลมเฉลี่ยมากกว่าแบบการติดตั้งกันสาดในผนังด้านกระแสลมออกเพียง 0.007 เมตร/วินาที เนื่องจากอาคารประเภทอุตสาหกรรมเป็นอาคารขนาดใหญ่ จึงเพิ่มขนาดของกันสาดเป็น 3.50 เมตร. ผลที่ได้การติดตั้งกันสาด 1.50 เมตรจะมีความเร็วลมที่ดีกว่า ดังนั้นจึงจำลองการติดตั้งกันสาดที่ 1.50 เมตร บนผนังทั้ง 2 ด้าน กรณีผนังเกล็ดแบบที่ 5 ต่อช่องเปิดทั้ง 5 ระดับ โดยเปรียบเทียบต่อกรณีไม่ติดตั้งกันสาด ซึ่งผลที่ได้นั้นแสดงในแผนภูมิที่ 3

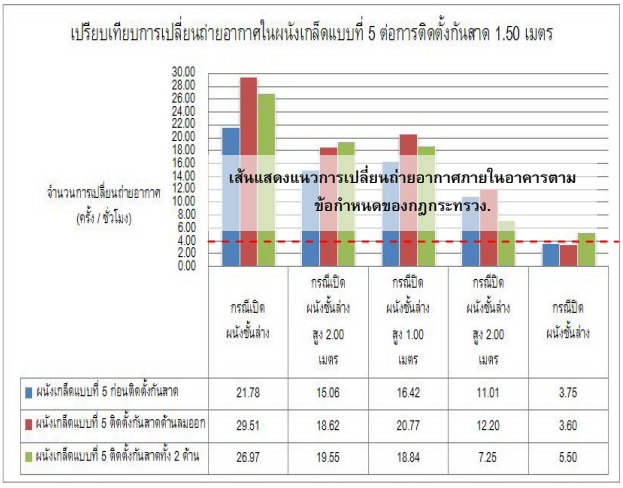


แผนภูมิที่ 3 การปรับปรุงความเร็วลมจากการติดตั้งกันสาดบนผนังทั้ง 2 ด้าน ต่อช่องเปิดทั้ง 5 ระดับ (แผนภูมิเชิงเส้น)



แผนภูมิที่ 4 เปรียบเทียบความเร็วกระแสลม กรณีการติดตั้งกันสาดและไม่ติดตั้งกันสาด (แผนภูมิเชิงเส้น)

จากผลที่ได้ในการจำลองการแก้ปัญหาของผนังเกล็ดแบบที่ 5 จึงนำมาเปรียบเทียบต่อการคำนวณการเปลี่ยนถ่ายอากาศอีกครั้ง ซึ่งผลที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน



แผนภูมิที่ 5 เปรียบเทียบผลจากการคำนวณอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศภายในอาคาร (แผนภูมิแท่ง)

5 สรุปผลจากการวิจัย

1 ประเภทอาคารและอาคารกรณีศึกษา

อาคารที่ใช้ในการศึกษานี้ คืออาคารอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก และมีอุตสาหกรรมบางประเภทก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม การให้ความสำคัญต่ออาคารเหล่านี้ย่อมส่งผลดีต่อสังคมส่วนรวม ในกรณีนี้ ได้เลือกอาคารอุตสาหกรรมประเภทศูนย์ซ่อมบำรุงยานยนต์ ลักษณะเป็นอาคารผสมระหว่างอาคารชั้นเดียวและอาคารสองชั้น ซึ่งส่วนที่มีสองชั้นจะเป็นฝ่ายบริหารและฝ่ายขาย และอาคารแบบชั้นเดียวนั้นจะเป็นพื้นที่ซ่อมบำรุงยานยนต์ ซึ่งส่วนนี้ได้ใช้รูปแบบของการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติผ่านผนังเกล็ด รวมถึงช่องเปิดของผนังอาคาร เพราะฉะนั้นอาคารในส่วนนี้จึงสอดคล้องกับเงื่อนไขของการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

จากการสำรวจสภาพอากาศภายในอาคารกรณีศึกษา เมื่อวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ.2551 มีผลดังนี้ สภาพอากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูงสุด 31.70 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุด 19.90 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์นั้นมีค่าสูงสุด 88.20% และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 28.30% ส่วนความเร็วลมสูงสุด 2.45 เมตรต่อวินาที และความเร็วลมต่ำสุด 0.00 เมตรต่อวินาที สำหรับสภาพอากาศภายในอาคารนั้น ได้กำหนดการสำรวจอาคารออกเป็น 4 ส่วน และสำรวจในระดับความสูงที่ 1.20 เมตร และ 2.50 เมตร ผลของสภาพอากาศภายในมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 29.90 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดที่ 20.00 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารมีค่าสูงสุด 82.90% และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 30.90% ความเร็วกระแสลมสูงสุดอยู่ที่ 2.35 เมตรต่อวินาที และความเร็วกระแสลมต่ำสุด 0.00 เมตรต่อวินาที

2 การจำลองอาคารกรณีศึกษา

วิธีการศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ ใช้การจำลองอาคารกรณีศึกษาเป็นหลักโดยพิจารณาการหาประสิทธิภาพในการระบายอากาศผ่านผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบที่มีความแตกต่างทั้งรูปร่างและขนาด ประกอบกับช่องเปิดอาคารที่มีสัดส่วนต่างกัน การจำลองอาคารได้ใช้ 2 วิธีดังนี้

วิธีที่หนึ่ง การจำลองโดยโต๊ะน้ำ (Flow Visualization Apparatus) การจำลองนี้ทำให้ทราบถึงการไหลของของไหลที่ผ่านหุ่นจำลอง ผลที่ออกมานั้นจะอยู่ในรูปสองมิติ ผลที่ได้ทำให้ทราบว่าผนังเกล็ดแบบที่ 5 ซึ่งเป็นแผ่นเกล็ดที่มีความถี่มากโดยมีขนาดหน้าตัด 10 x 24 เซนติเมตร ยอมให้ของไหลไหลผ่านได้ดีที่สุด ลักษณะของไหลที่ไหลผ่านไปนั้นเป็นการขยายตัวออกอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามด้วยผลที่ได้จากการจำลองโดยโต๊ะน้ำยังไม่ชัดเจนมากนัก

วิธีที่สอง การจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CFD) ในการศึกษานี้ใช้โปรแกรม Flovent7.2 ซึ่งสามารถให้ผลที่ละเอียดและชัดเจนกว่า การกำหนดความละเอียดในการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ มีผลต่อการได้มาของผลลัพธ์ และแนวโน้มที่เกิดขึ้น รวมทั้งยังสามารถแสดงผลได้ทั้งแบบสองมิติ สามมิติ และภาพเคลื่อนไหว

ผลจากการจำลองได้แสดงให้เห็นว่าการเปิดช่องเปิดที่มากย่อมส่งผลต่อความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น และผนังเกล็ดที่ใช้ทั้ง 5 แบบ ก็มีผลต่อความเร็วลมควบคู่ไปกับช่องเปิดด้วยเช่นกัน เช่น

1 เมื่อเปิดผนังชั้นล่างโล่ง ผนังเกล็ดแบบที่ 1 ซึ่งเป็นแผ่นเกล็ดที่มีความถี่น้อย(ขนาดใหญ่) โดยมีขนาดหน้าตัด 10 x 60 เซนติเมตร ให้ความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคารได้ดีกว่าผนังเกล็ดแบบอื่นๆ แต่เมื่อปิดช่องเปิดชั้นล่าง ผนังเกล็ดแบบที่ 5 ซึ่งมีความถี่มากและมีขนาดเล็กกว่าแผ่นเกล็ดอื่น ๆ จะมีความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคารดีที่สุดในกรณีติดตั้งกันสาดทั้ง 2 ด้าน เพราะความเร็วที่เกิดขึ้นก่อนการติดตั้งกันสาดนั้นมีค่าน้อยมากทั้งนี้เนื่องจากการเกิด effect ที่เรียกว่า air curtain หรือม่านอากาศบนผนังด้านลมออก

2 การเพิ่มขึ้นของขอบเขตของกระแสลมที่ปั่นป่วน (Turbulent) ซึ่งกระแสลมชนิดนี้เกิดขึ้นเนื่องจากรูปแบบและขนาดของผนังเกล็ดจึงทำให้กระแสลมภายในอาคารลดความเร็วลง

3. การคำนวณการเปลี่ยนถ่ายอากาศภายในอาคาร

เพื่อให้การศึกษานี้มีความชัดเจนมากขึ้น จึงได้ทำการเปรียบเทียบผลจากการจำลองกับการคำนวณการเปลี่ยนถ่ายอากาศภายในอาคาร (air change rate) และบรรทัดฐานในการระบายอากาศจากข้อกำหนดของกฎกระทรวงฉบับที่ 33 ผลที่ได้จากการคำนวณ ทำให้ทราบว่า เมื่อเปิดช่องผนังแล้ว ไม่ว่าจะใช้ผนังเกล็ดแบบใดก็จะมีประสิทธิภาพในการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ของกฎกระทรวงที่กำหนดไว้คือ 4 ครั้งต่อชั่วโมง(อาคารอุตสาหกรรม) แต่เมื่อปิดช่องเปิด ผนังเกล็ดทั้ง 5 แบบไม่สามารถผ่านเกณฑ์ดังกล่าวได้เลย

4 ประสิทธิภาพของผนังเกล็ด

รูปร่างของแผ่นเกล็ดแบบที่ 5 ที่มีขนาดเล็กกว่า มีผลต่อการเกิดม่านอากาศจึงทำให้ความเร็วลมภายในอาคารลดลง ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการระบายอากาศ เมื่อเทียบกับแผ่นเกล็ดแบบที่ 1 ซึ่งมีขนาดใหญ่ และรูปร่างของเกล็ดแบบนี้ไม่มีครีบหัว-ท้าย เหมือนแผ่นเกล็ดแบบที่ 2,3,4 และ 5 ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการขยายขอบเขตของ Turbulent และม่านอากาศ ปัจจัยดังกล่าวทำให้ความเร็วลมลดลง แต่ผนังเกล็ดแบบที่ 1 ไม่เกิดปัญหาเหล่านี้ ดังนั้นจึงทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของช่องเปิดและทำให้ประสิทธิภาพการระบายอากาศมากขึ้นตามลำดับ

5 การปรับปรุงประสิทธิภาพของผนังเกล็ด

กรณีศึกษานี้ได้พิจารณาถึงการเกิดม่านอากาศของผนังเกล็ดแบบที่ 5 จากการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (CFD) จึงนำเสนอวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพของผนังเกล็ด ซึ่งได้แก่ การติดตั้งกันสาดระหว่างช่องเปิดและผนังเกล็ด เพื่อลดการเกิดม่านอากาศที่กั้นทางออกของ กระแสลม ในกรณีศึกษานี้ได้จำลองการติดตั้งกันสาด 2 แบบ คือกันสาดที่มีความลึก 1.50 เมตร และกันสาดที่มีความลึก 3.50 เมตร ผลที่ได้แสดงให้ทราบว่ากันสาดที่มีความลึก 1.50 เมตร จะให้ประสิทธิภาพของความเร็วลมได้ดีกว่า กันสาดที่มีความลึก 3.50 เมตร แม้ว่าการติดตั้งกันสาดทั้ง 2 ด้าน จะทำให้กระแสลมเพิ่มขึ้นแต่ก็เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้น่าจะเป็นการลด effect ที่เรียกว่า air curtain ได้ การติดตั้งกันสาดบนผนังด้านลมออก และทั้ง 2 ด้านให้ผลดีกว่าการติดตั้งกันสาดบนผนังด้านลมเข้าเพียงด้านเดียว และการเพิ่มกันสาด 1.50 เมตร ทั้ง 2 ด้านนั้นสามารถเพิ่มขอบเขตอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ เช่นกรณีปิดผนังชั้นล่างทั้งหมด ก็ยังสามารถผ่านเกณฑ์ถึง 5.50 ครั้ง/ชั่งโมง ดังแสดงในแผนภูมิที่ 5

6 ข้อเสนอแนะ

การจำลองอาคารกรณีศึกษาด้วยโต๊ะน้ำ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำให้ทราบว่า รูปแบบและขนาดของผนังเกล็ดส่งผลต่อความเร็วของกระแสลม เนื่องมาจากสาเหตุการขยายตัวของขอบเขต turbulent และการเกิดของม่านอากาศหรือ air curtain ทั้งนี้ความเร็วลมยังสอดคล้องกับช่องเปิดเมื่อพื้นที่ช่องเปิดมากย่อมส่งผลให้การไหลของลมเร็วขึ้น และสัมพันธ์ต่อการคำนวณการเปลี่ยนถ่ายอากาศด้วย เช่น ผนังเกล็ดแบบที่ 1 จะมีความเร็วลมตามขนาดของช่องเปิดที่มีพื้นที่มากขึ้น ส่วนผนังเกล็ดแบบที่ 5 นั้นเมื่อติดตั้งกันสาดทั้ง 2 ด้านสามารถทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และผนังเกล็ดแบบที่ 3 นั้นเมื่อกระแสลมไหลผ่านแล้วจะเกิดการขยายตัวของขอบเขต turbulent ทำให้กระแสลมภายในอาคารลดลง ดังนั้นผลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้จึงเป็นแนวทางต่อการเลือกใช้ชนิดของเกล็ดแต่ละแบบให้สัมพันธ์ต่อขนาดพื้นที่ช่องเปิด และระดับของช่องเปิด ซึ่งสามารถปรับใช้สำหรับอาคารทั่วไปโดยเฉพาะอาคารอุตสาหกรรมที่ต้องการประสิทธิภาพในการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะความช่วยเหลือของอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิจชัย จิตขจรวานิช ที่ชี้แนะแนวทางในการศึกษา รวมทั้งรองศาสตราจารย์ มาลินี ศรีสุวรรณ ได้ให้ความรู้ แนะนำต่อการจำลองด้วยโต๊ะน้ำ และเป็นประธานกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธุดา พุฒิไพโรจน์ ซึ่งช่วยชี้แนะหัวข้อวิจัยนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร ได้ให้แนวทางต่อผลการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ CFD ทั้งยังเป็นกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญา มหัทธนทวี กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วย

นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการศึกษาจนเป็นผลให้สำเร็จได้ด้วยดี คือ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สัมพันธ์ ไชยเทพ และนักศึกษาคณะวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ช่วยให้คำแนะนำด้านพลศาตร์ของไหล

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ช่วยเหลือในเรื่องสถานที่ ที่ใช้ในการศึกษาโต๊ะน้ำ และคอมพิวเตอร์ CFD

ขอขอบพระคุณ คุณกชกร สุวรรณะบุณย์ สถาปนิกบริษัท ซีวิลดีซายน์ แอนด์ อาร์ช จำกัด ที่ช่วยแนะนำอาคารศูนย์ซ่อมบำรุงในกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ขอขอบคุณ คุณวสันต์ โรติวิกุล ผู้จัดการศูนย์ฮอนด้า สาขาสี่แยกสนามบิน จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือต่อการสำรวจอาคารกรณีศึกษา

ขอขอบคุณ คุณพงษ์ศักดิ์ กิติโรจน์พันธ์ ซึ่งได้แนะนำเพิ่มเติมวิธีการจำลองคอมพิวเตอร์ CFD ด้วยโปรแกรม Flovent7.2

ขอขอบใจ เพื่อนร่วมชั้นเรียนที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากขึ้นโดยเฉพาะ คุณสุกรี เส็นคงและคุณวุฒิพงศ์ แสนบุดดา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว และคุณเกศินี ที่ช่วยเหลือค่อยให้กำลังใจในการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

1. กิจชัย จิตขจรวานิช. “ข้อแนะนำในการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น,” หน้าจั่ววารสารทางวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาตรมหาวิทยาลัยศิลปากร. 17 (2544) : 137
2. เฉลิมวัฒน์ ตันสวัสดิ์. “เครื่องช่วย (สลาย) ฝันสถาปนิก:การคำนวณพลศาสตร์ของไหล” สร้างสรรค์ อาคารสบาย. (2547) : 8-1
3. ตรึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด มหาชน, 2539.
4. ปราโมทย์ เดชะอำไพ. ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545
5. พันธุดา พุฒิไพโรจน์. “เครื่องมือสำหรับการศึกษาและวิจัยด้านการอนุรักษ์พลังงานและการเลือกใช้งาน.”หน้าจั่ววารสารทางวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาตรมหาวิทยาลัยศิลปากร. 18 (2544) : 182-195.
6. มาลินี ศรีสุวรรณ. การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : บริษัท J Print, 2543
7. มาลินี ศรีสุวรรณ. “การทดสอบทิศทางการไหลของกระแสลมจากอาคารกรณีศึกษา” สร้างสรรค์ อาคารสบาย. (2547), 7-1
8. มาลินี ศรีสุวรรณ. ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบอาคารสาธารณะประเภทต่างๆ. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542
9. วันชัย ริจิรวนิช. การออกแบบผังโรงงาน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541
10. วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ธรรม สาร, 2549
11. สมสิทธิ์ นิตยะ. “การปรับเย็นในอาคาร.” วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (พฤษภาคม 2536) : 34-41
12. สมศักดิ์ ตรีสัตย์. การวางผังโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 6 . กรุงเทพมหานคร : บริษัท ส.เอเซียเพรส (1989)จำกัด, 2538.
13. สัมพันธ์ ไชยเทพ. อากาศพลศาสตร์เบื้องต้น. เชียงใหม่ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดดาราวรรณการพิมพ์, 2549.
14. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineering. ASHRAE Standard 55: Thermal Environment Conditions for Human Occupancy. ASHRAE : Atlanta, 1992.
15. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineering. ASHRAE Standard ,Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ASHRAE : Atlanta, 1999.
16. Awbi, H. B.Ventilation of Buildings. London : E & FN Spon, 1991.
17. Givoni, B. Man, Climate and Archtecture. London : Applied Science Publishers Ltd, 1976.
18. Jason Alread and Thomas Leslie, Design-Tech. Burlington : Published Elsevier Ltd. 2007.
19. Olgyay,V.Design With Climate. Princeton. New Jersey : Princeton University Press, 1969.