การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ: แนวทางการออกแบบผังอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูง

Natural Ventilation: Planning Design Guidelines for Residential High-rises

เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์ และดารณี จารีมิตร

Chalermwat Tantasavasdi and Daranee Jareemit

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เสนอผลการศึกษาประสิทธิภาพการออกแบบผังอาคารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ สำหรับอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อทดแทนการใช้เครื่องปรับอากาศ การทดลองใช้วิธีจำลองผลด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics; CFD) ทดสอบกับอาคารสองประเภท ได้แก่ แบบทางเดินร่วม (double-loaded corridor) และ แบบทางเดินรอบแกนบริการ (point-blocked corridor) โดยมีช่องเปิดทางเดินสองรูปแบบ ได้แก่ แบบที่มีช่องเปิดทางเดินตรงกัน และแบบที่มีช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า อาคารชุดพักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานครสามารถใช้ลมธรรมชาติในการสร้างความสบายได้ ผังอาคารแบบทางเดินร่วมที่มีช่องเปิดทางเดินตรงกันและหันด้านยาวของอาคารขวางลม จะมีประสิทธิภาพในการรับลมธรรมชาติสูงสุด โดยห้องพักแต่ละห้องมีการระบายอากาศดีกว่ารูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องด้านหลังอาคารจะแปรผกผันกับความสูงของอาคาร ผลจากการวิจัยนี้นำไปสู่แนวทางการออกแบบอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูง เพื่อส่งเสริมให้อาคารมีประสิทธิภาพในการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติให้ดียิ่งขึ้น

Abstract

This paper presents the study of natural ventilation as a mean to replace air-conditioning system for planning design of residential high-rises in Bangkok. Method includes simulation by Computational Fluid Dynamics program on two types of building: double-loaded corridor and point-blocked corridor; and two types of corridor openings: directly opposite openings and adjacent openings. It is discovered that natural ventilation can be used in residential high-rises in Bangkok to achieve human comfort level. Building plans with directly opposite corridor openings and their orientation that block the wind have best efficiency for natural ventilation as each room has better ventilation. It is also found that the mean velocity in the rooms at the back of a building is reversal to its height. The findings from this research lead to residential high-rise design guidelines that promote natural ventilation.

คำสำคัญ (Keywords)

การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ (Natural Ventilation)
อาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูง (Residential High-rise)
สภาวะสบายเชิงอุณหภาพ (Thermal Comfort)
การคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics; CFD)
แนวทางการออกแบบ (Design Guideline)

1. บทนำ

กรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจของประเทศไทยที่มีการลงทุนทางธุรกิจนานาชนิด ผู้คนอพยพเข้ามาหาแหล่งทำงานในกรุงเทพมากขึ้น ส่งผลให้ความต้องการที่อยู่อาศัยในเมืองมีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากปัญหาดังกล่าว นำไปสู่การวางแผนการใช้สอยพื้นที่ที่จำกัดให้เกิดมูลค่าสูงสุด เห็นได้จากความเปลี่ยนแปลงของรูปแบบอาคารพักอาศัยในกรุงเทพฯ ที่เริ่มเปลี่ยนจากบ้านเดี่ยวกลายเป็นอาคารชุดพักอาศัยหลายชั้น พื้นที่ดินขนาดเล็กทำให้การออกแบบอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงในปัจจุบันมีข้อจำกัดหลายประการ กล่าวคือ ในแต่ละชั้นของอาคารได้รับการออกแบบให้มีจำนวนห้องชุดที่มากเกินไป ส่งผลให้ห้องแต่ละห้องไม่สามารถรับลมเพื่อการระบายอากาศ และสร้างความสบายได้ ดังนั้น การติดตั้งเครื่องปรับอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอาคารชุดพักอาศัยประเภทนี้ ทั้งนี้เพื่อสร้างความสบายให้แก่ผู้อยู่อาศัย ในขณะเดียวกัน กลับกลายเป็นการเพิ่มภาระค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายเพิ่มขึ้น จากข้อมูลทางสถิติของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย [1] พบว่า ร้อยละ 70.9 ของการใช้พลังงานเครื่องใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนในเมืองมาจากเครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้ จากการศึกษากฎหมายพลังงานที่มีในปัจจุบัน พบว่า กฎหมายต่าง ๆ ให้ความสำคัญครอบคลุมเฉพาะการประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ แต่ยังไม่มีการคำนึงถึงการใช้พลังงานในอาคารชุดพักอาศัย ซึ่งเป็นอาคารที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมาก

ดังนั้น การให้ความสำคัญในการออกแบบอาคารชุดพักอาศัย โดยเฉพาะการออกแบบผังอาคาร ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่สุดในการใช้ระบบปรับอากาศแบบธรรมชาติ (passive cooling) โดยใช้ลมธรรมชาติในบางช่วงเวลาเพื่อทดแทนการใช้ระบบปรับอากาศ จะช่วยประหยัดพลังงานให้กับอาคาร ซึ่งส่งผลต่อการใช้พลังงานในระดับประเทศ อีกทั้งยังเป็นทางเลือกหนึ่งในการสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีสำหรับผู้อยู่อาศัยอีกด้วย

เป้าหมาย

1. ศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมซึ่งมีการบังลมของอาคารสูง ที่เหมาะสำหรับอาคารชุดพักอาศัยที่ต้องการรับลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบายได้
2. ศึกษาลักษณะผังอาคารชุดพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพสำหรับการรับลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบายที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโครงการได้
3. เสนอแนวทางการออกแบบผังอาคารชุดพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพสำหรับการรับลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบาย

แนวทางการวิจัย

การวิจัยชิ้นนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีการจำลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติในอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูง ผลจากการศึกษานี้นำไปสู่การออกแบบการวางผังอาคารชุดพักอาศัยที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมลักษณะต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัญหาของการใช้ลมธรรมชาติในอาคารชุดพักอาศัย และทฤษฎีที่เกี่ยวกับการระบายอากาศจากเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อกำหนดแนวทางการศึกษา และรวบรวมตัวแปรที่ส่งผลต่อการรับลมของอาคาร
   - <u>ส่วนที่ 1</u> ศึกษาลักษณะสภาพอากาศของประเทศไทย เพื่อเลือกช่วงเวลาสำหรับใช้ลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบาย
   - <u>ส่วนที่ 2</u> ศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมที่ตั้งโครงการ
   - <u>ส่วนที่ 3</u> ศึกษารูปแบบการวางผังและขนาดของโครงการอาคารชุดพักอาศัยในปัจจุบัน เพื่อสร้างแบบทดสอบ
2. การทดลองแบบทดสอบในโปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics; CFD) [2]
3. การวิเคราะห์และประเมินผลการทดลองเพื่อสรุปผล

ขอบเขตการวิจัย

การออกแบบอาคารเพื่อทดสอบการระบายอากาศในงานวิจัยนี้ เป็นการออกแบบอาคารเพื่อทดสอบเฉพาะตัวแปรด้านการวางผังเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดด้านความเร็วของคอมพิวเตอร์ และต้องการจำกัดความหลากหลายของรูปแบบช่องเปิด การทดสอบในครั้งนี้ จึงไม่ได้คำนึงถึงปัจจัย

เรื่องการออกแบบลักษณะและตำแหน่งของช่องเปิด รวมถึงการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในห้องพัก ส่งผลให้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละห้องอาจเป็นค่าที่สูงเกินไป เมื่อเทียบกับอาคารที่มีการออกแบบลักษณะช่องเปิดกับการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในห้องพักไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้น ผลที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงที่มีการใช้ลมธรรมชาติเพื่อสร้างความเย็นที่จะนำไปสู่การออกแบบตำแหน่งช่องเปิดที่เหมาะสมในการรับลมธรรมชาติต่อไป

2. การศึกษาลักษณะสภาพอากาศของประเทศไทยและขอบเขตความสบายของคนไทย

สภาพอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 5 ถึง 21 องศาเหนือ ทางด้านตะวันออกอยู่ที่ลองติจูด 106 องศาตะวันออก ตะวันตกอยู่ที่ลองติจูด 97 องศาตะวันออก มีลมประจำพัดผ่าน 2 ทิศทางคือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ [3] เนื่องจากสภาพที่ตั้งของประเทศตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ส่งผลให้ลักษณะสภาพอากาศของประเทศไทยค่อนข้างร้อน และมีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี

ขอบเขตความสบายของคนไทย

เป็นไปได้ว่าลักษณะภูมิประเทศ และวัฒนธรรมการแต่งกายที่แตกต่างกันส่งผลต่อความรู้สึกสบายที่แตกต่างกันด้วย [4] ปัจจุบันมีการศึกษาสภาวะสบายเชิงอุณหภาพ (thermal comfort) ของคนในพื้นที่ต่าง ๆ มากขึ้น สำหรับในประเทศไทยได้มีผู้วิจัยหลายท่านทำการค้นคว้าและศึกษาการยอมรับความรู้สึกสบายของสภาพอากาศไว้เช่นกัน ในที่นี้ จะขอกล่าวถึงแต่เพียงงานวิจัยที่ศึกษาขอบเขตความสบายของคนในสภาพที่ไม่มีการปรับอากาศเท่านั้น เนื่องจากงานดังกล่าวให้ความสำคัญด้านการออกแบบเพื่อสร้างความเย็นโดยใช้ลมธรรมชาติเป็นหลัก

วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์ [5] ทดสอบสภาวะน่าสบายของคนสวมใส่เสื้อผ้าปกติที่นั่งอยู่ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ โดยทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ไม่ควบคุมสภาพอากาศ พบว่าความคุ้นเคยทางสภาพอากาศขึ้นอยู่กับแต่ละกลุ่มคน สำหรับสภาพอากาศที่ยอมรับได้ของกลุ่มคนที่ทำการทดสอบ อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ 25.6 - 31.5 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ใช้ทดสอบอยู่ในช่วงร้อยละ 37.7 - 62.9 นอกจากนี้ โจเซฟ เคดารี และคณะ (Joseph Khedari et al.) [6] ได้สำรวจขอบเขตความสบายของคนไทย แสดงในรูปที่ 1 โดยกำหนดระดับความเร็วลมในการทดสอบตั้งแต่ 0 - 3 เมตรต่อวินาที ที่ส่งผลต่อการยอมรับความสบายของคน ณ สภาพอากาศในช่วงต่าง ๆ พบว่า การยอมรับความสบายในพื้นที่ที่ไม่มีการปรับอากาศมีช่วงใกล้เคียงกับขอบเขตความสบายในเขตร้อน-ชื้นที่กำหนดโดย บารุช จีโวนี (Baruch Givoni) [7] กล่าวคือ อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ 24 - 32.5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 - 80 แต่ค่าดังกล่าวมีค่าเกินขอบเขตความสบายของสมาคมวิศวกรรมระบบปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) [8] ซึ่งกำหนดอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ 20 - 26 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 20 - 80 เนื่องจากเป็นการทดสอบในสภาพแวดล้อม และลักษณะการแต่งกายที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้การยอมรับขอบเขตความสบายของคนที่อยู่ในประเทศแถบร้อน-ชื้น มีค่าสูงกว่าขอบเขตความสบายของคนในประเทศเขตหนาว

การอ้างอิงสภาวะสบายเชิงอุณหภาพในงานวิจัยนี้ได้เลือกขอบเขตความสบายในช่วงอุณหภูมิ 22 - 36 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 20 - 80 ที่ระดับความเร็วลมต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งพบว่า คนสามารถ

รูปที่ 1 ตารางแสดงขอบเขตความสบายของประเทศไทยโดยใช้ลมธรรมชาติ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	**ความชื้นสัมพัทธ์** (ร้อยละ)	**ความเร็วลม** (เมตรต่อวินาที)
22.0 – 29.5	20 – 80	0.00 – 0.25
29.5 – 30.7	20 – 80	0.25 – 0.50
30.7 – 32.5	20 – 80	0.50 – 1.00
32.5 – 34.0	20 – 80	1.00 – 1.50
34.0 – 36.0	20 – 80	1.50 – 2.00
36.0 – 36.5	20 – 80	2.00 – 3.00

ที่มา : โจเซฟ เคดารี และคณะ [6]

ยอมรับความสบายในสภาพอากาศร้อนได้ เมื่อความเร็วลมที่พัดผ่านร่างกายมีค่าสูงขึ้น

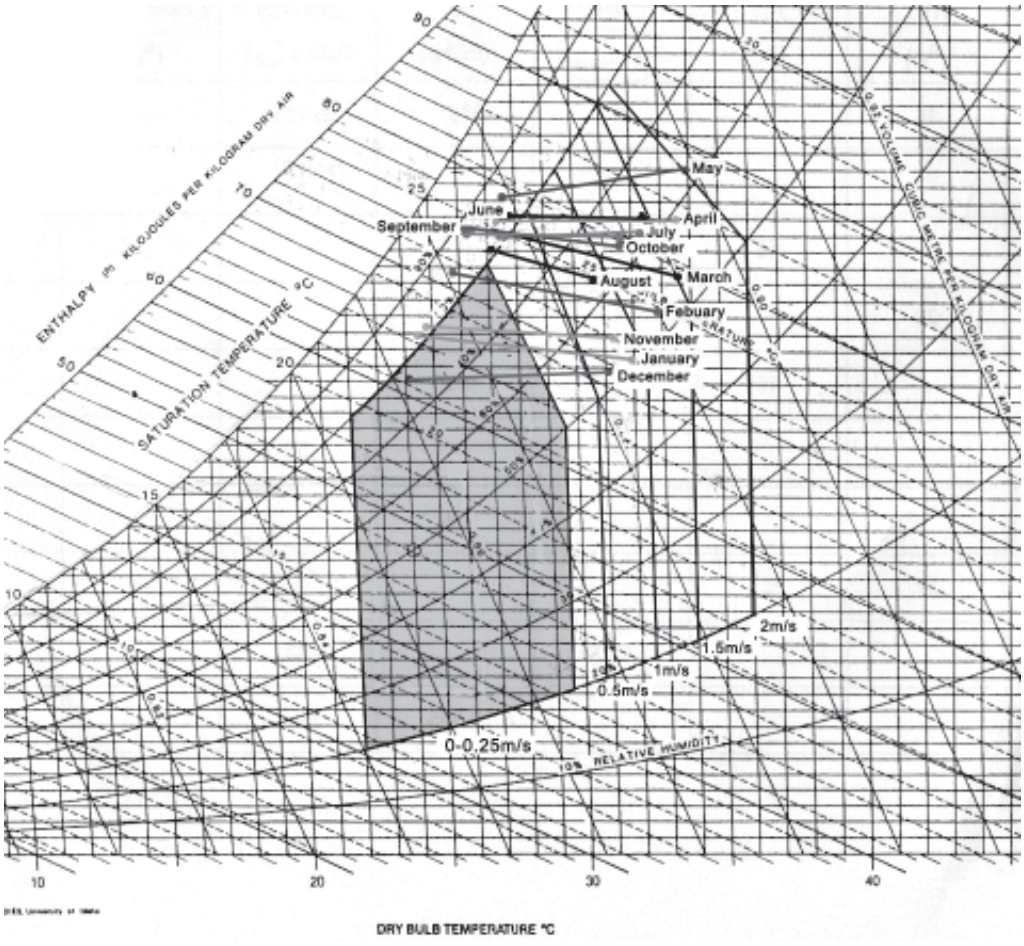
สำหรับการวิเคราะห์สภาพอากาศของกรุงเทพมหานครเพื่อศึกษาขอบเขตความสบาย ได้เลือกใช้ข้อมูลความเร็วลม อุณหภูมิ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ของกรุงเทพมหานคร จากกรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 - 2546 จากการศึกษาข้อมูลสภาพอากาศ เทียบกับช่วงความน่าสบายของประเทศไทยในแผนภูมิไซโครเมตริกของสมาคมวิศวกรรมระบบปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (ASHRAE psychrometric chart) ในรูปที่ 2 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากแผนภูมิ สามารถใช้ลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบายได้เกือบตลอดทั้งปี สำหรับสภาพอากาศในเดือนธันวาคม ในบางเวลาของเดือนมกราคม และเดือนพฤศจิกายน นั้นจะอยู่ในขอบเขตความสบายได้ โดยไม่ต้องพึ่งพาลมธรรมชาติ
2. เวลาหลังเที่ยงคืนถึงเช้า (01:00 น. - 07:00 น.) ยกเว้นในเดือนธันวาคม ในช่วงเวลาดังกล่าวอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินขอบเขตสบาย แต่มีอุณหภูมิต่ำ การใช้ความร้อนจากแหล่งความร้อนภายในห้องในสภาวะที่มีความเร็วลมต่ำ สามารถช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ทำให้อากาศภายในห้องอยู่ในสภาวะสบายเชิงอุณหภาพได้

การวิเคราะห์ทิศทางและค่าความเร็วลม

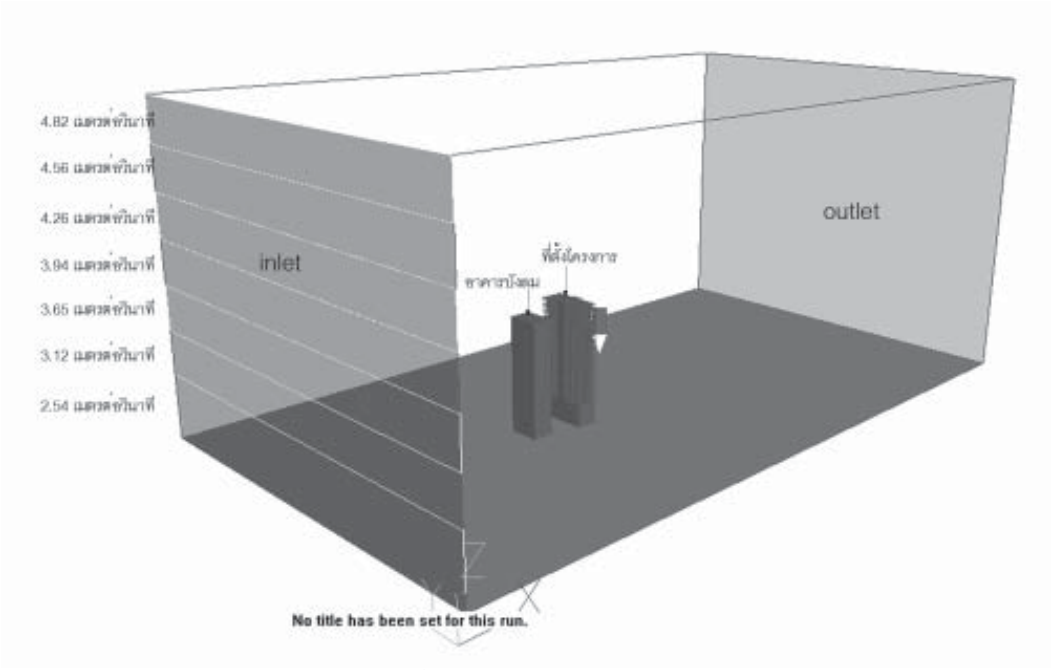
สำหรับการวิเคราะห์ทิศทางและค่าความเร็วลมเลือกใช้ข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงที่ความสูง 33.1 เมตร ของกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 - 2546 ในช่วงฤดูหนาวความเร็วลมจะมีค่าต่ำกว่าฤดูร้อน โดยความเร็วลมต่ำสุดมีค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 5.39 เมตรต่อวินาที ทิศทางลมที่มีอิทธิพลสำหรับประเทศไทยส่วนใหญ่ คือ ทิศใต้ ดังแสดงในรูปที่ 3

การบังลมจากอาคารข้างเคียงมักเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการออกแบบเพื่อสร้างความสบายโดยใช้ลมธรรมชาติในอาคารชุดพักอาศัยที่อยู่ในเขตเมือง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ค่าความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุดและเป็นกรณีที่แย่ที่สุด (worst case scenario) มาใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงขอบเขตความสบายโดยใช้ลมธรรมชาติของกรุงเทพมหานคร

รูปที่ 3 ตาราง แสดงความเร็วลมและทิศทางลมในแต่ละเดือน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2544 – 2546 ของกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 4 การจำลองค่าความเร็วลมของสภาพแวดล้อมที่ระดับความสูงต่าง ๆ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ความเร็วลมที่เกิดขึ้นจริงในสภาพแวดล้อมจะมีค่าแปรผันตรงกับระดับความสูงต่าง ๆ กล่าวคือ เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพื่อความสมจริงในการจำลอง จึงได้มีการคำนวณความเร็วลมที่ระดับความสูงต่าง ๆ จากสมการ

$$V_z / V_g = (Z / Z_g)^{\alpha} \qquad [9]$$

กำหนดให้ V_z = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงที่ต้องการ (เมตรต่อวินาที)

V_g = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงอ้างอิง (เมตรต่อวินาที) ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 2 เมตรต่อวินาที

Z = ระดับความสูงที่ต้องการ (เมตร)

Z_g = ระดับความสูงอ้างอิง (เมตร) ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 33.1 เมตร

α = ดัชนีความเสียดทานผิว ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 0.4 ซึ่งเป็นค่าสำหรับเมืองใหญ่

ผลจากการคำนวณค่าความเร็วลม ณ ระดับความสูงต่าง ๆ นำมากำหนดช่วงความเร็วลมของสภาพแวดล้อมของแบบจำลองที่ระดับความสูงต่าง ๆ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้ดังรูปที่ 4

3. การศึกษาอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงในเขตกรุงเทพมหานคร

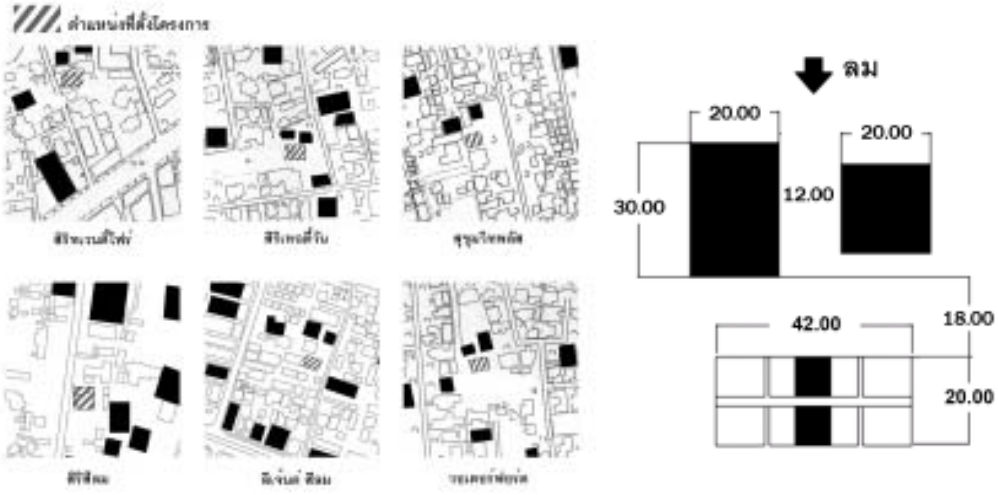
การศึกษาที่ตั้งอาคาร

สำหรับอาคารชุดพักอาศัยที่อยู่ในเมืองใหญ่ มักพบปัญหาการบังลมจากอาคารข้างเคียง ทำให้ไม่สามารถรับลมเพื่อสร้างความสบายได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการรับลมของอาคารชุดพักอาศัยเป็นหลัก ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 2 หลังบังลมทางด้านหน้าโครงการ ดังรูปที่ 5 และสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 1 หลังบังลมทางด้านข้างของโครงการ ดังรูปที่ 6 โดย กำหนดให้อาคารที่ทดสอบและอาคารบังลมมีความสูง 36 ชั้น หรือประมาณ 114 เมตร

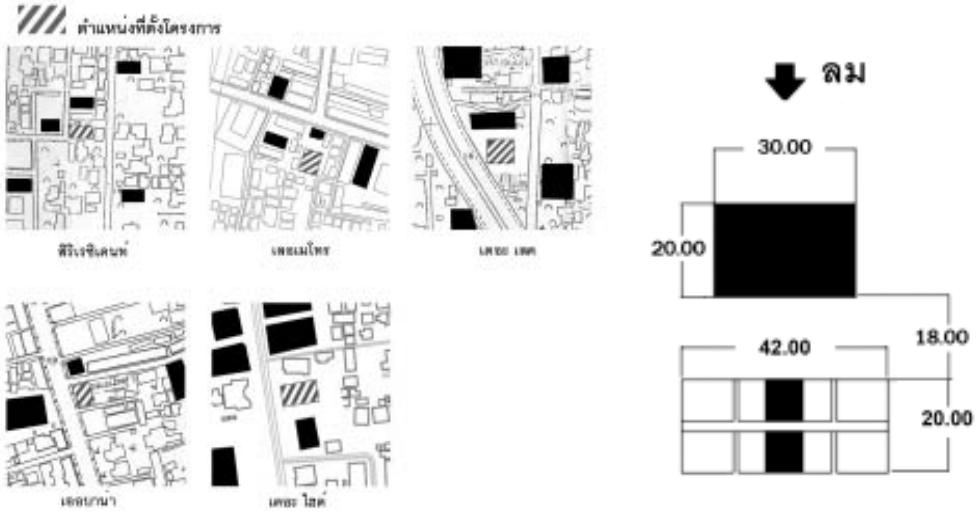
การศึกษาผังอาคาร

การใช้ลมธรรมชาติในอาคารสูงในปัจจุบันมักเกิดปัญหา คือ การบังลมของห้องพักที่อยู่เหนือลม ทำให้ห้องทางด้านใต้ลมไม่สามารถรับลมเพื่อใช้ในการระบายอากาศได้ งานวิจัยนี้จึงพยายามค้นหาวิธีที่ทำให้ห้องที่อยู่ใต้ลมสามารถรับลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบายได้ โดยไม่ต้องเปิดประตูของห้องพักที่อยู่เหนือลม ทั้งนี้ ผังอาคารที่เลือกนำมาใช้ทดสอบการระบายอากาศจะต้องมีความเป็นไปได้ ในการใช้ลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบายด้วย เคน เยียง (Ken Yeang) [10] เสนอแนวความคิดการออกแบบการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติโดยการออกแบบให้มีช่องลมบริเวณทางเดินอาคาร เพื่อให้ลมที่อยู่ภายนอกสามารถเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาภายในพื้นที่ส่วนกลางของอาคารได้ ดังนั้น ผังอาคารที่เลือกนำมาใช้ทดสอบการจำลองการระบายอากาศในครั้งนี้ จึงออกแบบให้มีช่องเปิดบริเวณทางเดินเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการรับลมของห้องพักที่อยู่ใต้ลม

จากการสำรวจผังอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันนำมาสรุปรูปแบบได้ 4 แบบ จำแนกตามระบบทางเดินภายในอาคารและ



รูปที่ 5 ลักษณะสภาพแวดล้อมและที่ตั้งโครงการที่มีอาคาร 2 หลังบังลมทางด้านหน้า



รูปที่ 6 ลักษณะสภาพแวดล้อมและที่ตั้งโครงการที่มีอาคาร 1 หลังบังลมทางด้านหน้า

ลักษณะช่องเปิดบริเวณทางเดิน ได้แก่ 1. ผังอาคารที่มีทางเดินร่วมที่มีช่องเปิดทางเดินตรงกัน 2. ผังอาคารที่มีทางเดินร่วมที่มีช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน 3. ผังอาคารที่มีทางเดินรอบแกนบริการที่มีช่องเปิดทางเดินตรงกัน 4. ผังอาคารที่มีทางเดินรอบแกนบริการที่มีช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน ดังสรุปในรูปที่ 7

สมมติฐานในงานวิจัย

ผลจากการศึกษาความได้เปรียบของการใช้ลมธรรมชาติในอาคารสูง ในเรื่องของโอกาสที่จะได้รับอากาศที่สะอาด และมีอาคารบังลมน้อยกว่าการใช้ลมธรรมชาติในอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว บวกกับทฤษฎีการออกแบบเมืองทางตั้งของ เคน เยียง ที่ว่าด้วยการใช้ช่องเปิดในพื้นที่ส่วนกลาง นำไปสู่การตั้งสมมติฐานที่ว่า “อาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอาคารข้างเคียงบังการรับลม สามารถใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติได้”

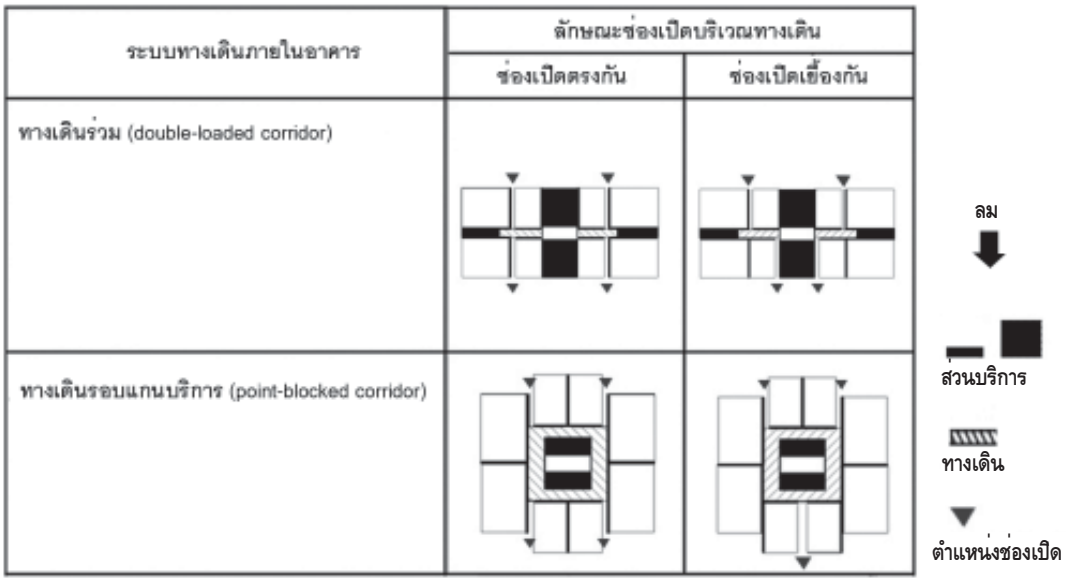
4. แนวทางการประเมินการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติภายในอาคาร

เกณฑ์ในการประเมินในการทดสอบครั้งนี้ ได้พิจารณาความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องที่มีค่าสูงพอที่จะทำให้เกิดความสบายเป็นหลัก เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาความเป็นไปได้สำหรับการออกแบบอาคารเพื่อสร้างความเย็นทางธรรมชาติ และพิจารณาสัดส่วนของพื้นที่ที่เกิดลมวน (recirculation area) ในส่วนของพื้นที่ใช้งาน เช่น ห้องนั่งเล่น ห้องนอน ส่วนกินข้าว เป็นปัจจัยรอง เนื่องจากการออกแบบเพื่อปรับปรุงพื้นที่ที่เกิดลมวน สามารถทำได้ในภายหลังโดยการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ หรือการใช้ฉากกั้นภายในห้องช่วย ทั้งนี้ ได้กำหนดให้มีตำแหน่งวัดผลในตำแหน่งที่กระจายทั่วทุกห้อง ดังรูปที่ 8

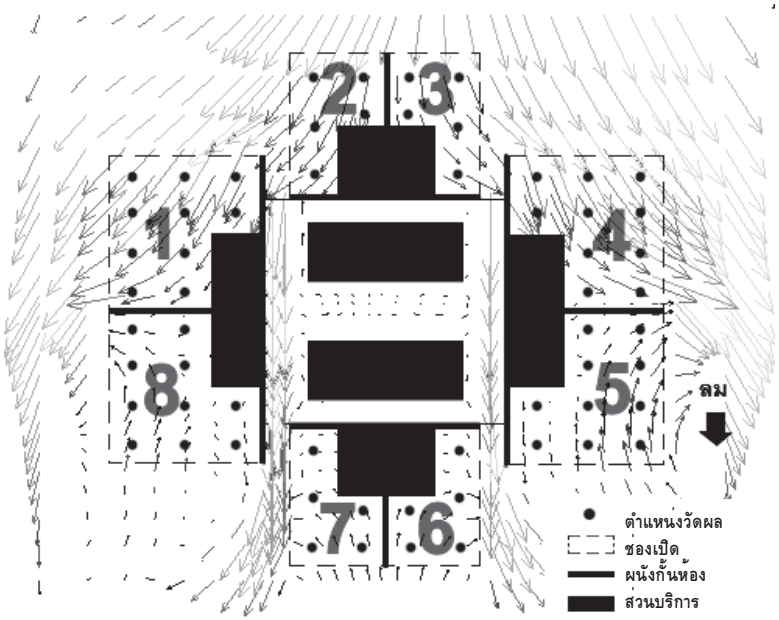
กำหนดให้ห้องพักขนาดเล็ก (ห้องที่ 2 3 6 และ 7) มีตำแหน่งวัดผลจำนวน 5 จุด และห้องพักขนาดใหญ่ (ห้องที่ 1 4 5 และ 8) มีตำแหน่งวัดผลทั้งหมด 10 จุด ซึ่งตำแหน่งวัดผลในแต่ละจุดของห้องพัก พิจารณาที่ระดับความสูง 1 เมตร ซึ่งเป็นระดับที่มีการใช้งานของคน [11] กล่าวโดยสรุป หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในอาคาร ได้แก่

1. ความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่ใช้งาน เป็นปัจจัยหลัก โดยมีเงื่อนไขว่า ความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องที่วัดได้จากการทดสอบต้องสูงพอที่จะทำให้คนรู้สึกสบาย จากการศึกษาแผนภูมิสภาวะสบายเชิงอุณหภาพของคนในเขตกรุงเทพ-มหานคร พบว่า คนรู้สึกสบายจากการใช้ลมธรรมชาติได้ เมื่อความเร็วลมมีค่าสูงกว่า 0.25 เมตรต่อวินาที สำหรับค่าความเร็วลมที่สูงกว่านั้นการออกแบบช่องเปิดจะช่วยลดความเร็วภายในห้องไม่ให้สูงเกินไปได้

2. พิจารณาสัดส่วนการเกิดลมวนในพื้นที่ใช้งาน เป็นปัจจัยรอง เนื่องจากห้องพักมีขนาดที่แตกต่างกัน ดังนั้น การวัดผลในหัวข้อนี้ จึงพิจารณาสัดส่วนพื้นที่ที่เกิดลมวนต่อพื้นที่ทั้งหมดของห้องแต่ละห้องมาเปรียบเทียบกัน สำหรับการเกิดลมวนในพื้นที่ส่วนบริการจะไม่นำมาพิจารณา โดยห้องที่พบพื้นที่ลมวนน้อย แสดงว่า ห้องนั้นมีการระบายอากาศที่ดี



รูปที่ 7 รูปแบบผังอาคารชุดพักอาศัยที่มีความเป็นไปได้ในการใช้ลมธรรมชาติจากการศึกษากลุ่มอาคาร



รูปที่ 8 การกำหนดตำแหน่งวัดผลเพื่อพิจารณาลมที่เกิดขึ้นภายในห้อง

5. ผลจากการศึกษา

อาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงในเมืองใหญ่มีความเป็นไปได้ในการปรับอากาศโดยวิธีธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้เครื่องปรับอากาศ จากการทดลอง ลักษณะการไหลเวียนอากาศภายในห้องทางด้านใต้ลมของอาคารส่วนใหญ่มีค่าความเร็วลมต่ำ และพบปัญหาลมวนมากกว่าห้องที่อยู่ทางด้านเหนือลมทั้งในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 2 หลังบังลม ดังรูปที่ 9 และในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 1 หลังบังลม ดังรูปที่ 10 ทั้งนี้ ผลจากการจำลองสามารถสรุปตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพการระบายอากาศได้ดังรูปที่ 11

จากรูป ความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องของผังอาคารที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 1 หลังบังลมมีความเร็วลมต่ำ และพบปัญหาลมวนมากกว่าผังอาคารที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 2 หลังบังลม โดยร้อยละ 60.42 - 85.41 ของห้องทั้งหมดในอาคารที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 1 หลังบังลม มีความเร็วลมเฉลี่ยเกิน 0.25 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่าต่ำกว่าผังอาคารที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 2 หลังบังลม (ร้อยละ 70.83 - 97.92) นอกจากนี้ ผังอาคารที่มีทางเดินร่วมโดยมีช่องเปิดทางเดินตรงกัน มีประสิทธิภาพในการสร้างความสบายมากที่สุด โดยมีห้องที่มีความเร็วลมเกิน 0.25 เมตรต่อวินาที คิดเป็นร้อยละ 97.92 สำหรับอาคารที่ตั้งในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 2 หลังบังลม และร้อยละ 85.41 สำหรับอาคารที่ตั้งในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 1 หลังบังลม

6. แนวทางการสร้างสรรค์

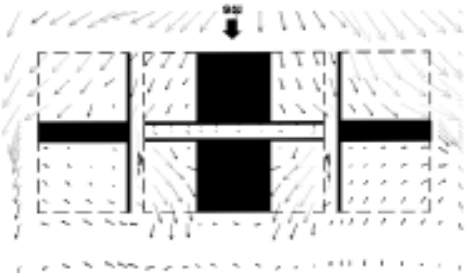
สำหรับการวิจัยเรื่องการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติในอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงในครั้งนี้ ผู้อ่านสามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้สำหรับงานออกแบบอาคารที่มีลักษณะใกล้เคียงกับแบบจำลองทั้ง 4 รูปแบบ เพื่อทราบลักษณะการวางผังแบบต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโครงการได้ โดยมีวิธีการนำไปประยุกต์ใช้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพแวดล้อมที่ตั้งโครงการ

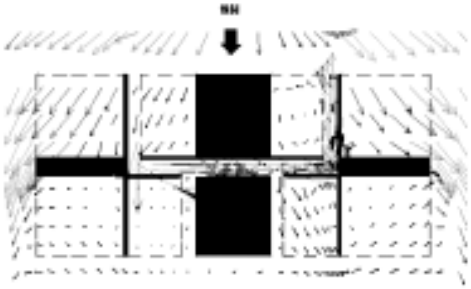
ลักษณะที่ตั้งของโครงการที่เหมาะสำหรับการใช้ลมธรรมชาติในอาคาร ตำแหน่งอาคารควรตั้งอยู่บริเวณช่องว่างระหว่างอาคารที่บังลม เพื่อให้ลมเข้ามาในพื้นที่ตั้งโครงการได้

สภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 2 หลังบังลมด้านหน้าโครงการเหมาะสำหรับการสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่ต้องการใช้ลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบาย ดังรูปที่ 12 จากรูปที่ 11 ความเร็วลมเฉลี่ยและความทั่วถึงของการระบายอากาศภายในห้องทั้ง 8 ห้อง ที่วัดได้จากการทดสอบของผังอาคารทั้ง 4 แบบ ซึ่งตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 2 หลังบังลม มีค่าสูงกว่าผังอาคารที่ตั้งในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 1 หลังบังลมทางด้านหน้าโครงการ เนื่องจากช่องเปิดระหว่างอาคารบังลมจะช่วยเพิ่มความเร็วลมที่เข้ามายังพื้นที่ตั้งโครงการให้มีค่าสูงขึ้น

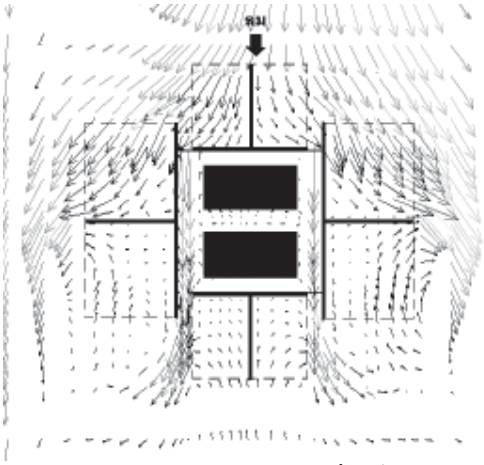
ผังแบบทางเดินร่วม-ช่องเปิดทางเดินตรงกัน



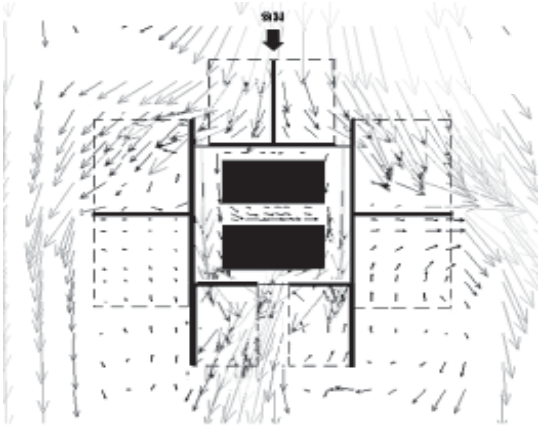
ผังแบบทางเดินร่วม-ช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน



ผังแบบทางเดินรอบแกนบริการ-ช่องเปิดทางเดินตรงกัน

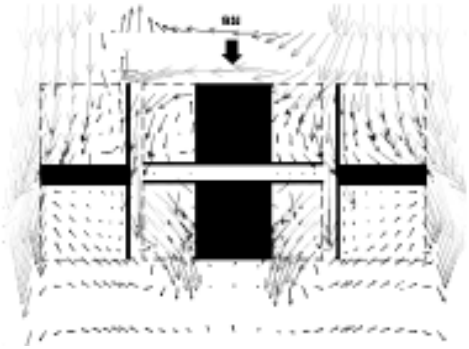


ผังแบบทางเดินรอบแกนบริการ-ช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน

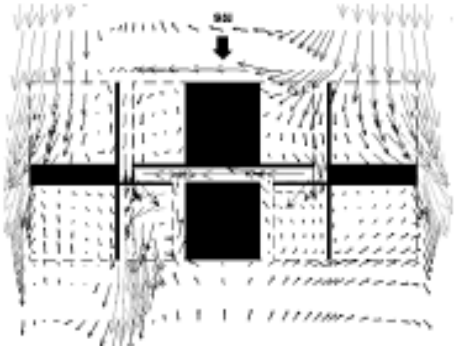


รูปที่ 9 ผลการทดสอบผังอาคารในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 2 หลังบังลม

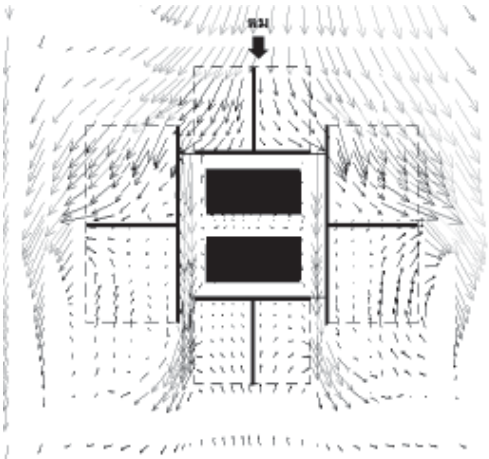
ผังแบบทางเดินร่วม-ช่องเปิดทางเดินตรงกัน



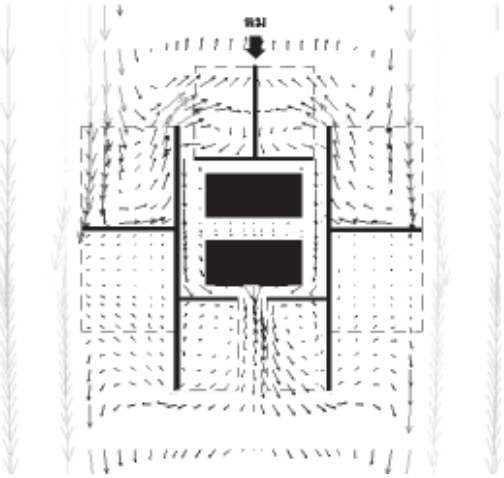
ผังแบบทางเดินร่วม-ช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน



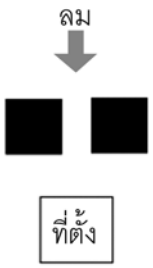
ผังแบบทางเดินรอบแกนบริการ-ช่องเปิดทางเดินตรงกัน



ผังแบบทางเดินรอบแกนบริการ-ช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน

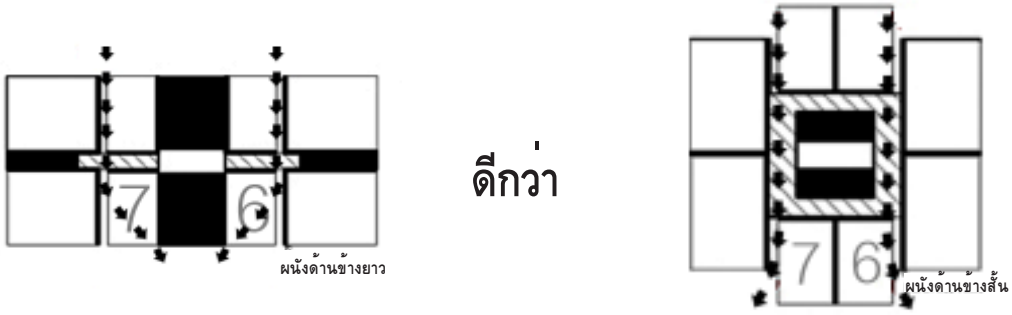


รูปที่ 10 ผลการทดสอบผังอาคารในสภาพแวดล้อมที่มีอาคาร 1 หลังบังลม

สภาพแวดล้อม	ผังอาคาร	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา	
		1. ร้อยละของห้องที่มีความเร็วลมเกิน 0.25 เมตรต่อวินาที	2. ร้อยละของพื้นที่ภายในห้องที่มีการระบายอากาศดี (ไม่พบตำแหน่งลมวน)
อาคาร 2 หลังบังลม 	**ทางเดินร่วม ช่องเปิดทางเดินตรงกัน**	97.92	94.47
	ทางเดินร่วม ช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน	87.50	78.96
	ทางเดินรอบแกนบริการ ช่องเปิดทางเดินตรงกัน	70.83	94.79
	ทางเดินรอบแกนบริการ ช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน	72.92	96.46
อาคาร 1 หลังบังลม	**ทางเดินร่วม ช่องเปิดทางเดินตรงกัน**	85.41	86.41
	ทางเดินร่วม ช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน	77.08	78.61
	ทางเดินรอบแกนบริการ ช่องเปิดทางเดินตรงกัน	62.50	72.45
	ทางเดินรอบแกนบริการ ช่องเปิดทางเดินเยื้องกัน	60.42	75.14

รูปที่ 11 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการระบายอากาศของผังอาคารทั้ง 4 แบบในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

รูปที่ 12 การเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมที่เหมาะสำหรับอาคารที่มีการระบายอากาศทางธรรมชาติ



รูปที่ 13 การเปรียบเทียบลักษณะทางเดินของอาคารที่เหมาะสำหรับอาคารที่มีการระบายอากาศทางธรรมชาติ

รูปที่ 14 การเปรียบเทียบตำแหน่งช่องเปิดบริเวณทางเดินของอาคารที่เหมาะสำหรับอาคารที่มีการระบายอากาศทางธรรมชาติ

ขั้นตอนที่ 2 ลักษณะของการวางผังอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูง

อาคารควรมีลักษณะการวางผังอาคารแบบทางเดินร่วม และควรหันด้านยาวของอาคารเพื่อรับลม ดังรูปที่ 13 ลักษณะทางเดินอาคารส่งผลต่อรูปทรงของอาคาร จากการสังเกต พบว่า ผังอาคารที่มีทางเดินรอบแกนบริการมีระยะของผนังด้านข้างสั้นกว่าการวางผังที่มีทางเดินร่วม ส่งผลให้ลมไม่สามารถเข้ามาภายในห้องที่อยู่ใต้ลม (ห้องที่ 6 และห้องที่ 7) ได้

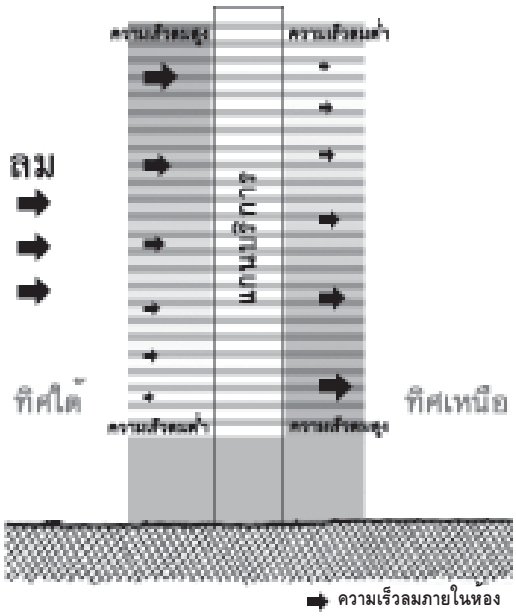
นอกจากนี้ควรออกแบบอาคารให้มีตำแหน่งช่องเปิดทางเดินตรงกัน เพื่อช่วยกระจายลมให้ทั่วถึงในแต่ละห้อง ดังรูปที่ 14

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดจำนวนห้องพักในแต่ละชั้น

ชั้นบนของอาคารควรออกแบบให้มีจำนวนห้องต่อชั้นน้อยกว่าชั้นล่าง เพื่อเพิ่มพื้นที่การรับลมในการสร้างความสบาย

จากการสังเกตความเร็วลมเฉลี่ยของลมภายในห้องจากการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น พบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยของห้องที่อยู่เหนือลม ของผังอาคารที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมทั้ง 2 แบบ จะแปรผันตรงกับความสูงของอาคาร ในทางกลับกันความเร็วลมเฉลี่ยที่วัดได้จากห้องที่อยู่ใต้ลม จะแปรผกผันกับความสูงของอาคาร ดังรูปที่ 15 และ 16 เนื่องจาก ณ บริเวณด้านใต้ลมของอาคาร ห้องที่อยู่ชั้นล่างมีความดันอากาศต่ำกว่าห้องที่อยู่ชั้นบนของอาคาร ซึ่งตามทฤษฎีแล้วลมจะเคลื่อนที่จากความดันอากาศสูงไปยังพื้นที่ที่มีความดันอากาศต่ำ [12] ทำให้ห้องที่อยู่ชั้นล่างด้านใต้ลมมีความเร็วลมสูงกว่าห้องที่อยู่ชั้นบนของอาคาร ส่งผลให้ห้องชั้นบนด้านใต้ลมเกิดปัญหาการรับลมเพื่อสร้างความสบายมากกว่าห้องที่อยู่ชั้นล่าง เนื่องจากมีความเร็วลมต่ำกว่า ในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาการรับลมของห้องในกรณีนี้ อาจออกแบบให้มีจำนวนห้องพักที่อยู่ชั้นบนของอาคารให้มีจำนวนน้อยกว่าชั้นล่าง หรือออกแบบให้พื้นที่รับลมของห้องด้านใต้ลมสามารถรับลมจากด้านเหนือลมได้โดยตรง ซึ่งอาจช่วยให้ห้องมีพื้นที่ในการรับลมเพื่อการระบายอากาศได้มากขึ้น

รูปที่ 15 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องพักที่อยู่เหนือลม และห้องพักที่อยู่ใต้ลม



รูปที่ 16 รูปตัดแสดงความเร็วลมในห้องที่อยู่ใต้ลมและเหนือลม ณ ระดับความสูงต่าง ๆ

7. บทสรุป

จากการศึกษาสภาพอากาศ พบว่า สภาพอากาศร้อนเกือบตลอดปี ทำให้การยอมรับสภาวะสบายเชิงอุณหภาพของคนในกรุงเทพฯ ต้องพึ่งพาลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบายในช่วงเวลาดังกล่าว ยกเว้นในเดือนธันวาคม และเดือนมกราคม ที่คนมีความรู้สึกสบายในสภาพอากาศนิ่ง

ผลจากการศึกษา พบว่า อาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงสามารถใช้ลมธรรมชาติเพื่อสร้างความสบายได้ โดยควรออกแบบให้หันด้านยาวของอาคารขวางลม และผังอาคารควรเป็นแบบทางเดินร่วมที่มีช่องเปิดทางเดินตรงกัน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการรับลมสูงสุด นอกจากนี้ ควรพิจารณาสภาพแวดล้อมที่ตั้งของโครงการเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรับลม หากเป็นไปได้ ตำแหน่งของอาคารควรวางอยู่บริเวณช่องว่างระหว่างอาคารที่บังลม เพื่อให้ลมเข้าถึงพื้นที่โครงการได้ง่าย และช่วยให้ลมที่เข้ามายังพื้นที่โครงการมีความเร็วเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่าห้องพักที่อยู่ใต้ลมจะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยต่ำ และมีพื้นที่ลมวนภายในห้องเป็นจำนวนมากกว่าห้องที่อยู่เหนือลม แม้ว่าจะมีการออกแบบผังอาคารให้มีช่องเปิดบริเวณทางเดิน เพื่อช่วยในการรับลมให้เข้ามาทางด้านข้างของห้องแล้วก็ตาม การออกแบบห้องด้านใต้ลมให้สามารถรับลมได้มากกว่านี้ ควรมีการออกแบบครีบอาคารด้านข้างห้อง เพื่อช่วยดักลมให้เข้ามาในห้องได้มากยิ่งขึ้น ส่วนการออกแบบผนังกั้นภายในอาจช่วยแก้ไขปัญหาการเกิดลมวนภายในห้องพักได้

จากการสังเกต ความเร็วลมเฉลี่ยที่วัดได้จากห้องที่อยู่ใต้ลมจะแปรผกผันกับความสูงของอาคาร ส่งผลให้ห้องด้านใต้ลมที่อยู่ชั้นบนมีปัญหาเรื่องการรับลมเพื่อสร้างความสบาย ดังนั้น ควรออกแบบให้จำนวนห้องพักที่อยู่ชั้นบนของอาคารให้มีจำนวนน้อยกว่าชั้นล่าง หรือออกแบบให้พื้นที่รับลมของห้องที่อยู่ใต้ลมอาคารสามารถรับลมจากทางด้านเหนือลมโดยตรง ซึ่งอาจช่วยให้ห้องมีพื้นที่ในการรับลมเพื่อการระบายอากาศได้มากขึ้น

รายการอ้างอิง (References)

[1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2546). สถิติการใช้พลังงานเครื่องใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนปี 2546. เอกสารประกอบงานประกวดแบบบ้านประหยัดพลังงาน.

[2] CHAM. (2002). PHOENICS version 3.5. London: CHAM Ltd.

[3] สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. (2546). ข้อมูลสภาพอากาศของกรุงเทพมหานครตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2546. งานบริการข้อมูลกลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา.

[4] de Dear, R. J., & Brager, G. S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: Revisions to ASHRAE standard 55. Energy and Buildings, 34, 533-536.

[5] วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์. (2541). การศึกษาการเพิ่มขอบเขตสภาวะน่าสบายในเขตภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[6] Khedari, J., Yamtraipat, N., Pratintong, N., & Hirunlabh, J. (2000). Thailand ventilation comfort chart. Energy and Buildings, 32, 245-249.

[7] Givoni, B. (1969). Man, climate and architecture. Amsterdam: Elsevier Publishing Company Limited.

[8] ASHRAE. (2001). 2001 ASHRAE handbook-Fundamentals (SI). Atlanta: The American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.

[9] Givoni, B. (1998). Climate considerations in building and urban design. New York: Van Nostrand Reinhold.

[10] Yeang, K. (2002). Reinventing the skyscraper a vertical theory of urban design. Chichester, England: John Willey & Sons.

[11] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2544). ระบบความเย็นแบบธรรมชาติ (Passive Cooling). กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

[12] Givoni, B. (1994). Passive and low energy cooling of building. New York: Van Nostrand Reinhold.