การปรับปรุงและออกแบบลักษณะช่องเปิดสำหรับการระบายอากาศเพื่อเพิ่มความสบาย กรณีศึกษา : อาคารบ้านพักตากอากาศ ชายหาดบางแสน จ.ชลบุรี

A DESIGN AND RENOVATION OF WALL OPENING IMPROVEMENT FOR NATURAL VENTILATION CASE STUDY : SANSUK BANGALOW RESORT, BANGSEAN BEACH, CHONBURI

ปรีดาวรรณ อภิณหสมิต
PREEDAWAN APINHASMITH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-714-9

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงและออกแบบลักษณะช่องเปิดสำหรับการระบายอากาศเพื่อเพิ่มความสบาย กรณีศึกษา : อาคารบ้านพักตากอากาศ ชายหาดบางแสน จ.ชลบุรี

A DESIGN AND RENOVATION OF WALL OPENING IMPROVEMENT FOR NATURAL VENTILATION CASE STUDY : SANSUK BANGALOW RESORT. BANGSEAN BEACH, CHONBURI

T 047607

ปรีดาวรรณ อภิณหสมิต
PREEDAWAN APINHASMITH

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47607
วัน, เดือน, ปี 21 ส.ค. 2546

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-714-9

A DESIGN AND RENOVATION OF WALL OPENING IMPROVEMENT FOR NATURAL VENTILATION CASE STUDY : SANSUK BANGALOW RESORT. BANGSEAN BEACH, CHONBURI

PREEDAWAN APINHASMITH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2003

ISBN 974-324-714-9

COPYRIGHT 2003
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงและออกแบบลักษณะช่องเปิดสำหรับการระบายอากาศเพื่อเพิ่มความสบาย กรณีศึกษา : อาคารบ้านพักตากอากาศ ชายหาดบางแสน จ.ชลบุรี
A DESIGN AND RENOVATION OF WALL OPENING IMPROVEMENT FOR NATURAL VENTILATION CASE STUDY : SANSUK BANGALOW RESORT. BANGSEAN BEACH, CHONBURI

ชื่อนักศึกษา นางสาวปรีดาวรรณ อภิณหสมิต

รหัสประจำตัว 39063102

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สมชาย	ศรีสมพงษ์	
รศ.ธีรมน	ไวโรจนกิจ	
อาจารย์ชัยยุทธ	ศรีเผด็จ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 30 พฤษภาคม 2546 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ภาควิชาสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 30 **เดือน** กรกฎาคม **พ.ศ.** 2546

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงและออกแบบลักษณะช่องเปิดสำหรับการระบายอากาศเพื่อเพิ่มความสบาย กรณีศึกษา : อาคารบ้านพักตากอากาศชายหาดบางแสน จ.ชลบุรี
นักศึกษา	ปรีดาวรรณ อภิณหสมิต
รหัสประจำตัว	39063102
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์

บทคัดย่อ

บ้านพักตากอากาศแสนสุข หาดบางแสน จังหวัดชลบุรี เป็นสถานตากอากาศแห่งแรกของประเทศไทย ที่มีการจัดสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 50 ปีมาแล้ว ในปัจจุบันยังมีการเปิดให้บริการอยู่ และยังคงสภาพอาคารที่พักให้มีลักษณะรูปแบบและการจัดวางผังเหมือนในอดีต แต่ได้มีการปรับปรุงโดยนำเอาเครื่องปรับอากาศมาใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างความสบายให้แก่ผู้เช่าเพิ่มขึ้น เป็นหลัก โดยมิได้คำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยเฉพาะการระบายอากาศโดยใช้ลมธรรมชาติ อันได้แก่ลมบกและลมทะเล ซึ่งเป็นลมประจำพื้นถิ่นและมีการพัดอย่างสม่ำเสมอตลอดปี มาเป็นปัจจัยร่วมแต่อย่างใด

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อพิจารณาและเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงลักษณะตำแหน่งและจำนวนช่องเปิดโดยรอบอาคารให้ มีความเร็วลมที่ทำให้เกิดความสบายและการระบายอากาศที่ดีขึ้นในพื้นที่ใช้สอยหลัก คือ บริเวณที่นอนและนั่งเล่นอย่างมีประสิทธิภาพในเวลาใช้งานหลักคือ 20.00 น. ถึง 7.00 น. ของวันถัดไป

การทำวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลและสำรวจสภาพเดิมของอาคารจริง ทำการศึกษาข้อมูลทางด้านภูมิอากาศต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิความชื้น และปริมาณความเร็วลมภายใน ภายนอกอาคาร เป็นเวลาติดต่อกัน 48 ชม. จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่วันที่ 12 – 13 มกราคม 2546 และ 7 – 9 มิถุนายน 2546 แล้วจึงนำข้อมูลทั้งหมดที่เก็บได้ มาทำหุ่นจำลองตามสภาพอาคารเดิมที่มาตราส่วน 1:5 ทำการทดลองในอุโมงค์ลมที่ความเร็วลม 1.5 เมตร/วินาที (ความเร็วลมที่คนรู้สึกว่าถูกรบกวน) 1 ครั้ง และทำหุ่นจำลองตามสภาพอาคารที่เสนอแนะให้ปรับปรุง คือเปิดช่องหน้าต่างเพิ่มขึ้นในส่วนล่างของช่องหน้าต่างเดิมเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านพ้นที่ใช้สอยได้มากที่สุดและในระดับความสูงละทำการทดลองในอุโมงค์ลมเช่นกัน โดยในการทำการทดลองทั้ง 2 ครั้งได้กำหนดมาตรฐานความเร็วลมภายในที่เหมาะสมกับการใช้งานไว้ที่ 0.25 – 1.0 เมตร/วินาที ซึ่ง

เป็นความเร็วที่ทำให้เกิดความรู้สึกสบายปริมาณความเร็วลมภายในนี้นอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่ของช่องเปิดเป็น 2 รูปแบบแล้วยังทำการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการเปิดปิด ช่องเปิดเป็น 15 กรณีอีกด้วย

จากผลการทดลองทั้ง 2 ครั้ง พบว่าความเร็วลมในกรณีที่มีการปรับปรุงเพิ่มช่องเปิดทางด้านล่างจะมีความเร็วลมภายในบริเวณพื้นที่ใช้สอยเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 0.2 เมตร ต่อวินาที (14 %) มีสภาพความสบายเพิ่มขึ้นจากเดิม 2 กรณี มีการระบายอากาศได้ครอบคลุมพื้นที่ ในแนวตั้ง ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบเดิมและมีปริมาณลมเข้าสู่ภายในอาคารเทียบกับปริมาณลมภายนอกเพิ่มขึ้นประมาณ 20 %

Thesis	A Design and Renovation of Wall Opening Improvement for Natural Ventilation, Case Study: Sansuk Bangalow Resort Bangseanbeach Chonburi Province
Student	Ms. Preedawan Apinhasmith
Student ID.	39063102
Degree	Master of Architecture
Programme	Master of Architecture in Tropical Architecture
Year	2003
Thesis Advisor	Dr. Somchai Srisompong

ABSTRACT

Sansuk Bangalow Resort, located on Bangsean beach , Chonburi , is the first vacational resort in Thailand , The establishment , build about 50 years ago , is presently still in service. The resort maintains its original architecture and layout unit today . An additional air conditioning system , however , has been adopted to keep up with the increaring temperature without taking advantage of its natural resources and surroundings , such as land breeze and sea breeze.

The goal of this research is to propose a new design for windows and their locations that will inrease wind intake without air conditioning and improve air ventilation in the living and sleeping areas from 8.00 pm. – 7.00 am of the following day.

The research was conducted by studying the physical conditions of the existing building , including architecture , temperature , range , humidity , and internal and external windspeed with in 48 hours , Based on the collected data , first , a 1:5 sealed model of the existing building was constructed and tested in the wind tunnel at 1.5m / sec. To see the effect of ventilation pass through windows opening .Second , a physical sealed model of the proposed design with additional openings at the bottom of the original windows was tested in the same manner. The testing were executed under the wind speed of 0.25 – 1.0 m / sec.Both models were tested 15 times. Each was constituted based on numbers of lest – opened windows the various types of windows design openning

The result of both testing indicates that the new designed windows , again the building 20 m / sec. Of windspeed. The comfort level of two testings out of 15 is increased. The vertical ventilation is also increased and the natural breeze the building 20% more.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำและความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำชี้แนะและข้อคิดเห็นมาโดยตลอด ผู้วิจัยซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ อ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ และอาจารย์ภาควิชาสถาปัตยกรรมทุกท่าน ที่ให้ความรู้ ความเข้าใจ ช่วยเหลือแก้ไขและให้คำแนะนำในบางจุดที่ผู้วิจัยติดปัญหา ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้ผู้วิจัยเข้าใจในปัญหานั้น

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่คอยช่วยเหลือและให้การสนับสนุนและให้กำลังใจอย่างใกล้ชิดในด้านการเรียนของผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและผลักดันผู้วิจัยให้สามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้

สุดท้ายขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปรีดาวรรณ อภิณหสมิต

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....X

สารบัญรูป.....XI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....6

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....6

1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....6

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา.....7

1.6 กรรมวิธีการวิจัย.....7

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....10

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม.....12

2.1 กลุ่มทฤษฎีเรื่องภูมิอากาศ.....12

2.1.1 ลักษณะภูมิอากาศของโลก.....12

2.1.2 ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย.....13

2.2 กลุ่มทฤษฎีเรื่องภาวะน่าสบาย.....22

2.2.1 สภาวะน่าสบาย.....22

2.2.2 สภาวะน่าสบายเชิงลม.....24

2.2.3 ขอบเขตของสบายของประเทศไทย.....25

2.3 กลุ่มทฤษฎีเรื่องลมกับสถาปัตยกรรม.....28

2.3.1 ลักษณะของลม.....28

2.3.2 ทิศทางกระแสลมและการระบายอากาศในอาคาร.....31

2.3.3 การระบายอากาศโดยการพัดผ่านอาคารของลม.....33

2.3.4 คุณสมบัติในการไหลผ่านภายในอาคารของกระแสลม.....34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.5 สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ.....36

2.4 กลุ่มทฤษฎีเรื่องช่องเปิดอาคารกับการเบี่ยงเบน หรือพัดพาของกระแสลม.....36

2.4.1 รูปทรงอาคาร.....37

2.4.2 ตำแหน่งช่องเปิด 40

2.4.3 ขนาดและจำนวนช่องเปิด.....43

2.4.4 ความเร็วลมภายในห้องและทิศทางของกระแสลม ที่สัมพันธ์กับช่องเปิด 45

2.4.5 แนวทิศทางการไหลของกระแสลม เนื่องจากสิ่งประกอบบริเวณช่องเปิด ทางเข้า และช่องเปิดทางออกของกระแสลม(Air Flow Pattern).....52

2.4.6 ชนิดของหน้าต่างกับผลของกระแสลมภายในห้อง.....57

2.4.7 การใช้ผนังกั้น ภายในห้องกับผลของกระแสลมที่เกิดขึ้น.....59

2.4.8 ระยะความสูงจากช่องเปิดถึงพื้นดิน.....65

2.4.9 ระยะห่างระหว่างอาคาร 67

2.4.10 การระบายอากาศด้วยปล่อง ปล่อง Stack Ventilation.....69

2.5 กลุ่มทฤษฎีเรื่องรูปร่าง สัดส่วน ของอาคารทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะภูมิอากาศและสัมพันธ์กับทิศทางกระแสลม.....72

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับภูมิสถาปัตยกรรมกับงานสถาปัตยกรรม.....73

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย.....88

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย.....88

3.1.1 การศึกษาและสำรวจพื้นที่.....88

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....93

3.2.1 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางแบบ ULTRASONIC.....93

3.2.2 เครื่องวัดและบันทึกข้อมูล (DATA LOGGER) แบบ 2 ช่องสัญญาณและ CAN CONNECTOR.....94

3.2.3 เครื่องวัดความเร็วลมแบบ HOT WIRE FILM.....94

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.4 โต๊ะน้ำเพื่อใช้ในการทดสอบเรื่องกระแสลม (FLOW VISUALIZATION TABLE).....95

3.2.5 สายวัดอุณหภูมิ.....96

3.2.6 เครื่องวัดอุณหภูมิเฉลี่ย GLOBE THERMOMETER.....97

3.2.7 เครื่องวัดความชื้น HYGRO METER..... 98

3.2.8 อุโมงค์ลม.....99

3.3 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเตรียมการทดลอง.....99

3.4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองพื้นที่ศึกษา.....102

3.4.1 ผลสรุปการทดลองเดือนมกราคม.....102

3.4.2 ผลสรุปการทดลองเดือนมิถุนายน.....107

3.5 สรุปตัวแปรและความสัมพันธ์ของตัวแปรในการวิจัย.....112

3.5.1 ตัวแปรอิสระ.....112

3.5.2 ตัวแปรตาม.....112

3.5.3 ตัวแปรควบคุม.....112

3.6 การออกแบบการทดลอง.....113

3.6.1 แนวความคิดในการออกแบบการทดลอง.....113

3.6.2 การออกแบบร่างทางสถาปัตยกรรม.....115

3.7 รูปแบบและการเตรียมหุ่นจำลอง.....120

บทที่ 4 การปรับปรุงผนังและแนวทางแก้ไข.....124

4.1 การศึกษาจากแบบอาคารจริง.....125

4.1.1 การทดลองการกระจายตัวของลมภายในอาคาร.....125

4.1.2 การทดลองปริมาณความเร็วลมภายในอาคารบริเวณที่นอนและที่นั่งเล่น.....126

4.2 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....126

4.2.1 ผลการทดลองการกระจายตัวของลมภายในอาคาร.....126

4.2.2 ผลการทดลองการวัดความเร็วลม ณ ตำแหน่งใช้สอบหลัก.....128

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....147
5.1 บทสรุป.....147
5.2 ข้อเสนอแนะ.....148

บรรณานุกรม.....156

ประวัติผู้เขียน.....157

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงความรู้สึกของมนุษย์ต่ออัตราความเร็วลม..... 24

2.2 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมและตามมาตราในฟอร์ด.....29

3.1 แสดงผลของอุปกรณ์วัดลม อุณหภูมิ และความชื้นในวันที่ 11-13 ม.ค. 46.....104

3.2 แสดงผลของอุปกรณ์วัดลม อุณหภูมิ และความชื้นในวันที่ 7-9 มิ.ย.46.....109

3.3 แสดงการเปิดตำแหน่งช่องเปิดทั้ง 4 จุด ในหุ่นจำลอง ภายในอุโมงค์ลม.....122

4.1 แสดงการกระจายตัวของลมและเปอร์เซ็นต์ของลม.....127

4.2 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 1 ช่อง.....130

4.3 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 2 ช่อง.....131

4.4 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 3 ช่อง.....132

4.5 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 2 ช่อง.....132

4.6 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 1 ช่อง.....135

4.7 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 2 ช่อง.....136

4.8 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 3 ช่อง.....137

4.9 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 2 ช่อง.....137

4.10 แสดงผลรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ.....145

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงกรอบแนวความคิดในการศึกษา....3

1.2 แสดงขั้นตอนศึกษา....4

1.3 แสดงอาคารตัวอย่างกรณีศึกษา บ้านพักตากอากาศแสนสุข ชายหาดบางแสน ชลบุรี....5

1.4 แสดงอาคารตัวอย่างกรณีศึกษา บ้านพักตากอากาศแสนสุข ชายหาดบางแสน ชลบุรี....5

2.1 แสดงการแบ่งสภาพบรรยากาศแบบมหภาพ (MACRO CLIMATE) 12

2.2 การจำแหนประเภทอากาศที่คิดโดย ดร.วาลดิมีร์ คอปเปน....13

2.3 การแบ่งเขตภาคภูมิศาสตร์ของประเทศไทย....16

2.4 แผนที่แสดงทิศทางลมทั่วประเทศ....20

2.5 แผนที่แสดงทิศทางลมมรสุมพัดผ่านประเทศไทย....21

2.6 แสดง Bioclimatic Chart ของกรุงเทพมหานคร ที่เส้นรุ้ง 13 องศาเหนือ....25

2.7 ทิศทางกระแสลมที่มากระทบกับ อาคารที่รูปทรง เรขาคณิตต่างกันจะทำให้ทิศทางกระแสลมแตกต่างกันโดยลมลู่ไปตามรูปทรงอาคาร....37

2.8 แสดงทิศทางกระแสลมภายในห้อง ทีมีรูปทรงหลังคาแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ทิศทางกระแสลมภายในห้องแตกต่างกันไปด้วย....38

2.9 เปรียบเทียบลมที่เข้าคนละทิศจะเห็นว่าหลังคามีผลกับกระแสลมภายในมากทีเดียว....39

2.10 รูปทรงของห้องมีผลกับปริมาณกระแสลมภายในห้อง จากรูปด้านขวาจะมีปริมาณกระแสลมน้อยกว่ารูปด้านซ้าย ทั้งที่เป็นห้องเดียวกันแต่หันรับลมคนละทิศ....39

2.11 แสดงถึงกระแสลมที่เข้ามาในห้องที่มีรูปทรงของผังแตกต่างกัน....40

2.12 ลักษณะของลมที่เข้ามาในช่องเปิดทางเข้าและทางออกในตำแหน่งต่าง ๆ กันมีผลถึงกระแสลมภายในห้อง....42

2.13 กรณีที่ช่องเปิดมีช่องเดียวหรือหลายช่อง แต่อยู่ในตำแหน่งผนังด้านเดียว ซึ่งเป็นด้านที่มาปะทะโดยตรง....42

2.14 ขนาดช่องเปิดมีความสัมพันธ์กับปริมาณและความเร็วลมที่เข้าไปภายใน....43

2.15 ตัวอย่างรูปตัดที่ทดลอง จะเห็นได้ว่าการระบายอากาศ จากช่องทางเข้า และทางออกจะมีความเร็วและปริมาณที่ต่างกัน ตามขนาดของช่องเปิดที่แตกต่างกันออกไป....44

2.16 ตัวอย่างรูปตัดที่ทดลอง จะเห็นได้ว่าการระบายอากาศ จากช่องทางเข้าและทางออกจะมีความเร็วและปริมาณที่ต่างกัน ตามขนาดของเช่องเปิดที่แตกต่างกันออกไป....45

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.17 ช่องเปิด ถ้ามีจำนวนที่มาก จะส่งผลให้การระบายอากาศภายในห้องทั่วถึงขึ้น (ยกเว้นกรณีที่ช่องเปิดอยู่ด้านเดียวกันและลมมาปะทะตั้งฉาก หรือขนานกับช่องเปิด) 45

2.18 แสดงความเร็วลมเฉลี่ย ภายในห้องที่มี cross ventilation แต่ละช่องเปิดขนาดไม่เท่ากัน (หาค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องโดยใช้สูตร $V = 0.45 (1-Ke^{-3.84})Vo$).....47

2.19 แสดงรูปตัดของห้องที่มีการ Cross ventilation (รูปขวามือ) กับห้องที่ไม่มี Cross ventilation (รูปซ้ายมือ) จะเห็นได้ว่ากระแสลมห้องขวามือ มีการไหลเวียนที่ดีขณะที่ห้องทางซ้ายมือเกิดจุดอับลมภายในห้องถึงแม้กระแสลมจะมีความเร็วที่มากก็จะไม่เข้าไปภายในห้องเลย.....48

2.20 ได้ทดลองกับห้องที่มีช่องเปิดด้านเดียว โดยเจาะเป็นช่องจำนวน 2 ช่อง จะเห็นได้ว่าเมื่อลมมาปะทะกับผนังในทิศทางตั้งฉาก ลมจะไม่เข้ามาภายในห้องเลย แต่เมื่อลมเข้าในทิศ 45 องศา กับแนวผนัง ปรากฏว่ากระแสลมเข้าห้องได้ในปริมาณที่มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดซึ่งจะเป็นส่วนช่วยในการระบายอากาศได้ส่วนหนึ่ง.....48

2.21 ปริมาณของกระแสลมภายในห้องที่เป็น Cross ventilation โดยที่มีช่องเปิดตรงกันแต่มีขนาดต่างกัน จะเห็นได้ว่าปริมาณกระแสลมในห้องจะมากที่สุดเมื่อช่องทางเข้ากว้างกว่าช่องทางออก ซึ่งจะแปรผันตรงกับความเร็วของกระแสลมภายในห้อง.....49

2.22 แสดงทิศทางที่เข้าในทิศที่ต่างกัน หรืออีกกรณีคือการวางอาคารให้รับลมในแบบที่ต่างกัน จะเห็นปริมาณกระแสลมภายในก็จะไม่เท่ากัน และเห็นแนวทางการเลี้ยวเบนของกระแสลมอย่างชัดเจน.....49

2.23 ผังที่ใช้นำมาทดลองเป็นผนังที่มีช่องเปิดทางเข้าและทางออกอยู่ในผนังคนละด้านซึ่งอยู่ที่ตั้งฉากกันจะเห็นได้ว่าผังที่ตั้งฉากกับกระแสลมจะมีลมพัดภายในห้องในปริมาณที่มากขนาดเต็มพื้นที่ห้อง แต่เมื่อลมพัดเข้าหาผนังในมุม45องศา ปรากฏว่ากระแสลมไม่พัดผ่านเข้ามาภายในห้องเลย ทั้งนี้ ก็เกิดจากผังที่ทำมุม 45 องศานั้น มีลักษณะเหมือนกับช่องเปิดที่อยู่ผนังด้านเดียวทำให้ความกดอากาศภายในห้อง และส่วนที่มาปะทะ เป็นความกดอากาศสูงทั้งคู่ และวนของความกดอากาศต่ำจะมีเฉพาะด้านหลังของผังที่ไม่โดนกระแสลมโดยตรง ดังนั้น เมื่อลมเข้ามาในทิศทาง 45 องศา กับผังการระบายอากาศภายในห้องจะไม่มีทำให้ความร้อนภายในไม่ถูกพัดพาออกไปจากห้องซึ่งทำให้เราต้องสิ้นเปลืองการใช้พลังงานมาช่วยในการปรับอากาศให้ดีขึ้น (โดยเฉพาะถ้าวาง 45 องศากับลมประจำฤดู) 50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.24 ผังพื้น ซึ่งไม่สามารถเปิดช่องเปิดในผนังด้านที่ลมเข้ามาปะทะโดยตรงได้ หรือเปิดได้น้อยการที่เปิดช่องเปิดด้านข้างเพียงด้านเดียว โดยไม่มีกันสาดช่วย ลมก็จะไม่เข้ามาภายในห้องเลย แต่กรณีที่นำกันสาดทางตั้งมาใช้กับช่องเปิดด้านข้าก็จะมีส่วนช่วยในทิศทางของกระแสลมที่มาปะทะกับกันสาดเป็นทิศทางเข้ามาภายในห้องได้ ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้ห้องนี้เดการระบายอากาศขึ้น ถึงแม้ว่าจากรูปจะเห็นว่ากระแสลมมีกำลังอ่อน (ไม่เป็นเส้นและฟุ้งกระจายเมื่อเปรียบเทียบกับแนวกระแสลม) แต่ก็ทำให้ห้องพอที่จะมีการระบายอากาศได้บ้าง ดีกว่าไม่ใช้กันสาดช่วยเลย.....53

2.25 เช่นเดียวกัน ในกรณีที่มีลมมาปะทะห้องในมุม 45 องศา เราก็สามารถใช้กันสาดทางตั้งช่วย บังคับทิศทางของกระแสลมให้เข้ามาภายในห้องให้มากขึ้นได้ รวมทั้งอาจช่วยเพิ่มความเร็วลมได้ด้วย ดังนั้นประโยชน์ของกันสาดทางตั้ง นอกจากเรื่องแดด ฝน แสง เราก็ควรคำนึงถึงประโยชน์ที่ได้จากการควบคุมทิศทางและปริมาณลมควบคู่กันไปด้วย.....54

2.26 อีกตัวอย่างของกันสาดที่วางอยู่ตำแหน่งกั้นทิศทางลมที่จะเข้าภายในห้อง ทำให้ปริมาณกระแสลมภายในห้องไม่ครอบคลุมทั่วห้อง และการแสลมมีกำลังอ่อนลงกว่าภายนอกและเมื่อทดลองให้ลาเข้าด้านที่ไม่มีกันสาด ปรากฏว่าปริมาณกระแสลมกระจายทั่วห้องได้ดีกว่า และเร็วกว่าแบบที่ใช้ด้านที่มีกันสาดเข้าปะทะกับกระแสลมโดยตรง.....54

2.27 ทดลองใช้กันสาดทางตั้งมีลักษณะโค้ง จะเห็นได้ว่าถ้าให้กันสาดทางตั้งอยู่ห่างจากตัวอาคารเล็กน้อยจะทำให้กระแสลมเข้าถึงภายในอาคารได้ดีกว่ากรณีที่กันสาดทางตั้งอยู่ชิดกับตัวอาคาร สาเหตุเนื่องจากกรณีที่ให้ผนังอยู่ห่างจากกันสาดจะทำให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศทำให้กระแสลมมาประทะกันสาดสามารถไหลเวียนได้ อันจะส่งผลให้กระแสลมด้านที่อยู่ชิดกันสาดเกิดแรงดันขึ้นทำให้กระแสลมเปลี่ยนทิศทางและเข้ามาภายในห้องในปริมาณที่มากขึ้นและแรงขึ้น.....55

2.28 ตัวอย่างรูปตัดที่ใช้กันสาดแนวนอน ในด้านที่กระแสลมมาปะทะโดยตรงโรยกันสาดแบ่งเป็นต่าง ๆ ชนิดกัน จะเห็นว่าส่งผลถึงกระแสลมภายในห้อง เช่น เดียวกัน โดยเฉพาะกับช่องเปิดที่มีขนาดไม่กว้างมากนัก.....56

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.29 เปรียบเทียบห้องที่ใช้กันสาดแบบชิดผนังและแบบห่างผนัง จะเห็นความแตกต่างของกระแสลมบริเวณผนังใกล้กับกันสาดได้อย่างชัดเจน แต่ภายในห้องกระแสลมจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน....56

2.30 ตัวอย่างการใช้กันสาด ทางตั้งแบบโปร่งแบบเป็นบานเกล็ด(ครีบ)ที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไปก็มีผลกับทิศทางกระแสลมที่เข้ามาภายในห้องเช่นเดียวกัน....57

2.31 กระแสลมที่เข้าทางเจห้าต่างบานเปิดธรรมดา....58

2.32 กระแสลมที่เข้าหน้าต่างบานเกล็ด จะเห็นว่าทิศทางและความเร็วของกระแสลมเปลี่ยนเมื่อมากระทบบานเกล็ด....58

2.33 กระแสลมที่เข้าทางหน้าต่างบานกระทุ้ง จะเห็นทิศทางและความเร็วของกระแสลมเปลี่ยนเมื่อมากระทบบานหน้าต่างกระทุ้ง....58

2.34 ตัวอย่างผลที่เกิดขึ้นกับการใช้บานเกล็ดบริเวณช่องเปิดจะสังเกตได้ว่าทิศทาง และปริมาณของกระแสลมจะมีความแตกต่างกันออกไป....59

2.35 เปรียบเทียบภายในห้องมีผนังกั้นและไม่มีผนังกั้นจะเห็นได้ว่าทิศทางที่แตกต่างกัน....60

2.36 การใช้รูปปั้นหรือฉากวางไว้ภายในบริเวณที่กระแสลมพัดผ่าน ในแต่ละตำแหน่งก็จะส่งผลในแง่ทิศทางปริมาณและความเร็วของกระแสลมภายในเหมือนกัน....61

2.37 ตัวอย่างห้องที่มีผนังกั้นภายในห้อง....61

2.38 ตัวอย่างห้องที่ตั้งฉากกับทิศทางของกระแสลม และมีผนังกั้นภายในไม่สัมพันธ์กับช่องเจาะทำให้บางพื้นที่มีจุดอับลมเกิดขึ้นและขาดการระบายอากาศที่ดีบริเวณนั้น....61

2.39 รูปตัดห้องที่มีผนังภายในจะมีผลถึงทิศทางและความเร็วของกระแสลมเช่นเดียวกันกับที่ได้....64

2.40 ตัวอย่างอาคารที่มีผนังกั้นภายในเปรียบเทียบรูปตัดกับผังพื้นจะเห็นความสอดคล้องของค่าความกดอากาศจากในรูป....65

2.41 ความสูงของห้องและช่องเปิดก็มีผลกับทิศทางของกระแสลมภายในห้องเช่นเดียวกัน....66

2.42 กลุ่มอาคารที่มีการวางอาคารเรียงกันเป็นแนวเส้นตรง ขนานกับทิศทางของกระแสลม - ระยะห่างระหว่างอาคารประมาณ 1,2,3 เท่าของความยาวของอาคาร....67

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.43 การจัดวางอาคารมีผลให้ปริมาณกระแสลมเข้าถึงอาคารในปริมาณที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบได้จากรูป 2 รูปนี้จะเห็นได้ว่ามีปริมาณกระแสลมเข้าถึงอาคารแตกต่างกันอย่างชัดเจน ทั้งที่มีรูปทรงอาคารเหมือนกัน....68

2.44 ตัวอย่างอาคารในประเทศอิหร่าน ซึ่งใช้ระบบ Stack Ventilation ในการระบายอากาศภายในอาคาร....69

2.45 จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ถ้าเราเจาะช่องใต้หลังคาจะสามารถช่วยให้เกิดการระบายอากาศบริเวณใต้หลังคาได้ อันจะส่งผลถึงการระบายอากาศภายในห้องด้วย....70

2.46 เปรียบเทียบรูปทางซ้ายมือซึ่งไม่ใช้ Stack Ventilation จะมีการไหลเวียนของกระแสลมด้านบนห้องได้น้อยกว่ารูปทางขวามือที่ใช้ Stack Ventilation....70

2.47 การทดลอง Stack Ventilation โดยเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านล่างในลักษณะต่าง ๆ กัน....71

2.48 เปรียบเทียบขนาดและสัดส่วนของอาคารขนาดเดียวกันในลักษณะภูมิอากาศที่ต่างกัน...72

2.49 กระแสลมที่กระทำกับภูมิสถาปัตยกรรม....73

2.50 ผลของลมกับพุ่มไม้เตี้ย (น้อยกว่า 3 ฟุต) 74

2.51 ผลของลมกับต้นไม้พุ่มขนาดกลาง....75

2.52 ผลของลมกับไม้พุ่มขนาดกลาง....76

2.53 ผลของลมกับไม้พุ่มชนิดสูง....76

2.54 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านสูง 5 ฟุต)....77

2.55 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต) 78

2.56 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต) 79

2.57 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต) 80

2.58 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต) 81

2.59 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต) 82

2.60 ต้นไม้พุ่มและอาคารประกอบกัน....83

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.61 ต้นไม้พุ่มและอาคารประกอบกัน....84

3.1 แสดงที่ตั้งโครงการชายหาดบางแสน....88

3.2 แสดงทัศนียภาพอาคารและสภาพบริเวณโครงการโดยรอบ....89

3.3 แสดงผังบริเวณโครงการโดยรอบ....89

3.4 แสดงผังอาคารบ้านพักตากอากาศ....91

3.5 แสดงผังรูปด้านอาคารบ้านพักตากอากาศ....92

3.6 แสดงผังรูปด้านอาคารบ้านพักตากอากาศ....92

3.7 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางแบบ ULTRASONIC....93

3.8 เครื่องวัดและบันทึกข้อมูล (DATA LOGGER) แบบ 2 ช่องสัญญาณและ CAN CONNECTOR....94

3.9 เครื่องวัดความเร็วลมแบบ HOT WIRE FILM....95

3.10 โต๊ะน้ำเพื่อใช้ในการทดสอบเรื่องกระแสลม....96

3.11 สายวัดอุณหภูมิ....96

3.12 เครื่องวัดอุณหภูมิเฉลี่ย GLOBE THERMOMETER....97

3.13 เครื่องวัดความชื้น HYGRO METER....98

3.14 อุโมงค์ลม....99

3.15 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์การวัดประเภทต่างๆภายในพื้นที่ศึกษา....100

3.16 แสดงรูปตัดการติดตั้งอุปกรณ์การวัดประเภทต่างๆภายในพื้นที่ศึกษา....101

3.17 แสดงการทิศทางลมโดยเฉลี่ย ในวันที่ 11-13 ม.ค. 46....106

3.18 แสดงกราฟทิศทางลมโดยเฉลี่ย ณ ตำแหน่งเตียงนอนและเก้าอี้ ในวันที่ 11-13 ม.ค. 46....106

3.19 แสดงการทิศทางลมโดยเฉลี่ย ในวันที่ 7-9 มิ.ย. 46....111

3.20 แสดงกราฟทิศทางลมโดยเฉลี่ย ในวันที่ 7-9 มิ.ย. 46....111

3.21 แสดงปัญหาของพื้นที่ศึกษาที่ได้จากตัวแปรต่าง....113

3.22 แสดงแนวคิดการออกแบบวิธีทดลอง....114

3.23 แสดงทิศทางลมที่ผ่าน ณ จุดพื้นที่ใช้งาน เมื่อพิจารณาตำแหน่งของช่องเปิด....116

3.24 แสดงทิศทางลมที่ผ่าน ณ จุดพื้นที่ใช้งาน เมื่อพิจารณาระดับความสูงจาก พื้นอาคารของตำแหน่งช่องเปิด....117

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.25	แสดงลักษณะรูปแบบอาคารที่ปรับปรุง	118
3.26	แสดงรูปด้านหลังอาคารภายหลังปรับปรุง	119
3.27	แสดงรูปแบบช่องเปิดเก่าและใหม่	121
3.28	แสดงรูปแบบหุ่นจำลองภายในอุโมงค์ลม	121
329	แสดงรูปแบบตำแหน่งช่องหน้าต่างทั้ง 4 จุด ในหุ่นจำลอง ภายในอุโมงค์ลม	122
3.30	แสดงขั้นตอนการออกแบบการทดลอง	123
3.31	แสดงจุดการวัดทั้ง 15 กรณี	123
4.1	แสดงแผนภูมิขั้นตอนการทดลอง	124
4.2	แสดงรูปแบบการวัดการกระจายของลมภายในหุ่นจำลองทั้ง 15 จุด	125
4.3	แสดงผลการวัดการกระจายของลมภายในหุ่นจำลองทั้ง 15 จุด	127
4.4	แสดงหุ่นจำลอง 1 : 5 ที่ใช้ทำการวัดการกระจายของลม	128
4.5	แสดงรูปตัดกระแสลมที่สามารถพัดผ่านในบริเวณจุดใช้งาน 0.40 เมตร	133
4.6	แสดงรูปตัดกระแสลมที่สามารถพัดผ่านในบริเวณจุดใช้งาน 0.40 เมตร	138
4.7	แบบขยายช่องเปิดที่ปรับปรุงใหม่	139
4.8	แปลนช่องเปิดปรับปรุงใหม่	140
4.9	รูปตัดแสดงการระบายลมช่องเปิดแบบปรับปรุงใหม่	141
4.10	แสดงรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ รูปแบบการเปิด 1 ช่อง	142
4.11	แสดงรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ รูปแบบการเปิด 2 ช่อง	143
4.12	แสดงรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ รูปแบบการเปิด 3 ช่อง	144
4.13	แสดงรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ รูปแบบการเปิด 4 ช่อง	144
5.1	แสดงแปลงพื้นอาคารเสนอแนะ	150
5.2	รูปแสดงแปลงหลังคาอาคารเสนอแนะ	151
5.3	รูปตัดอาคารเสนอแนะ	152
5.4	รูปด้านอาคารเสนอแนะ	153
5.5	รูปด้านอาคารเสนอแนะ	154
5.6	แบบขยายหน้าต่างอาคารเสนอแนะ	155

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การอยู่อาศัยของมนุษย์นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักหลายประการ แต่ที่สำคัญคือภูมิประเทศและภูมิอากาศ หรือที่เรียกว่าสิ่งแวดล้อม โดยหลักการที่ว่ามนุษย์จะพยายามที่จะปรับปรุงปัจจัยต่าง ๆ ให้เกิดความเหมาะสม สำหรับการอยู่อาศัยของตนให้มากที่สุดดังนั้นมนุษย์ทุกคนที่อยู่อาศัยในแต่ละภูมิประเทศ และภูมิอากาศ จึงทำการศึกษาและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ตนสามารถอยู่อาศัยในแต่ละพื้นที่ได้อย่างสะดวกสบายมากขึ้น ในแต่ละยุคสมัย

ในปัจจุบันเรามีการกำหนดลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศของโลกออกเป็นแต่ละส่วนเพื่อให้สามารถศึกษาหาความเหมาะสมในการอยู่อาศัย ในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสมที่สุด ในด้านของลักษณะภูมิอากาศ มีการกำหนดคำว่าเขตสบาย (COMFORT ZONE) ขึ้น เพื่อให้อธิบายถึงขอบเขตของสภาวะอากาศในช่วงระยะที่ทำให้ร่างกายมนุษย์อยู่ในสภาวะที่สบาย หรือสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ชีวิตความเป็นอยู่ในทุก ๆ กรณี

ประเทศไทยอยู่ในเขตอากาศแบบร้อนชื้น ปัญหาในการจัดการให้ที่พักอาศัยสำหรับการดำรงชีวิตอยู่ในเขตสบายหรือสภาวะน่าสบายจึงถือเป็นเรื่องสำคัญ และเป็นที่ทราบกันว่าสามารถจัดการได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากมีปัญหาจากหลายประการเช่น ปริมาณลม ,ความเร็วลม , ความชื้นและอุณหภูมิ เป็นต้น ความชื้นมีผลต่อการเกิดสภาวะความสบายของร่างกาย เนื่องจากเมื่อมีความชื้นในอากาศมากจะส่งผลต่อการระเหยของเหงื่อออกจากร่างกาย ซึ่งการระเหยของเหงื่อนี้เป็นขบวนการนำความร้อนออกจากร่างกายคนเราเพื่อลดอุณหภูมิในร่างกายลง เป็นการปรับความสมดุลความร้อนภายในร่างกายทางธรรมชาติวิธีหนึ่ง ซึ่งความร้อนในร่างกายนั้นเกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน โดยปรกติร่างกายมนุษย์จะมีอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส แต่เมื่อมีการทำกิจกรรมต่าง ๆ จะส่งผลให้มีความร้อนภายในร่างกายเพิ่มขึ้น และร่างกายจะทำการปรับสมดุลของความร้อนภายใน โดยการดึงความร้อนออกมาใช้ในการระเหยของเหงื่อออกจากร่างกาย ส่งให้อุณหภูมิในร่างกายลดลง

โดยขบวนการระเหยของเหงื่อในธรรมชาตินั้น มีลมเป็นตัวกลางที่ช่วยให้การระเหยเกิดได้ดีขึ้น ลมเป็นพลังงานทางธรรมชาติที่ไม่มีวันหมด และจากการศึกษาพบว่าเมื่อลมพัดผ่านร่างกายมนุษย์และมีความเร็วเพิ่มขึ้นทุก ๆ 0.28 เมตรต่อวินาที จะทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิจริงประมาณ 0.40 องศาเซลเซียส และเมื่อพัดผ่านวัตถุอื่นๆ ก็จะนำความร้อนที่สะสมในวัตถุต่าง ๆ ออกไปด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้แล้วในสภาพอากาศมีปริมาณความชื้นสูงจะมีปัญหาในการระบายความร้อนออกจากร่างกายเช่นกัน เนื่องจากเมื่อมีความชื้นในอากาศสูง จะทำให้การระเหยของเหงื่อออกไปจากร่างกายเป็นไปได้ยาก ซึ่งไม่สามารถลดอุณหภูมิในร่างกายลงได้เช่นกัน นอกจากนี้แล้วหากอากาศภายในอาคารมีความชื้นสูง และหากว่าไม่มีการถ่ายเทของอากาศที่ดีแล้ว อาจจะเกิดการสะสมของความชื้นในอากาศ และก่อให้เกิดเชื้อราสะสมในบริเวณภายในอาคาร ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและเกิดสภาวะเป็นพิษกับผู้อาศัยในอาคารเหล่านั้น ซึ่งปัญหาดังกล่าวแก้ไขได้หากมีการระบายอากาศโดยลมธรรมชาติที่เหมาะสม ดังนั้นจึงถือได้ว่าลมเป็นวิธีระบายอากาศแบบธรรมชาติที่สำคัญและเป็นประโยชน์สำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นเป็นอย่างมาก อีกทั้งเมื่อพิจารณาทางด้านค่าใช้จ่ายแล้ว พบว่ามีราคาต่ำที่สุดอีกด้วย

แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่า ลมสามารถก่อให้เกิดความรู้สึกสบายหรือสภาวะน่าสบายในทุก ๆ อาคาร เนื่องจากที่กล่าวมาด้านบนจะพบว่า การทำกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้เกิดความร้อนในร่างกาย โดยกิจกรรมแต่ละประเภท ก็จะทำให้เกดปริมาณความร้อนที่แตกต่างกัน ซึ่งกิจกรรมที่เกิดความร้อนน้อยที่สุด คือการนอนและการพักผ่อน นอกจากนี้แล้วความเร็วลมในแต่ละระดับยังมีความแตกต่างกัน สำหรับความรู้สึกของมนุษย์ และพบว่าความเร็วลมที่ไม่ก่อให้เกิดความรำคาญหรือรู้สึกว่าถูกรบกวน คือความเร็วลมไม่เกิน 1.0 เมตร / วินาที จะเป็นความเร็วลมที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้งาน ในการดำรงชีวิตประจำวัน

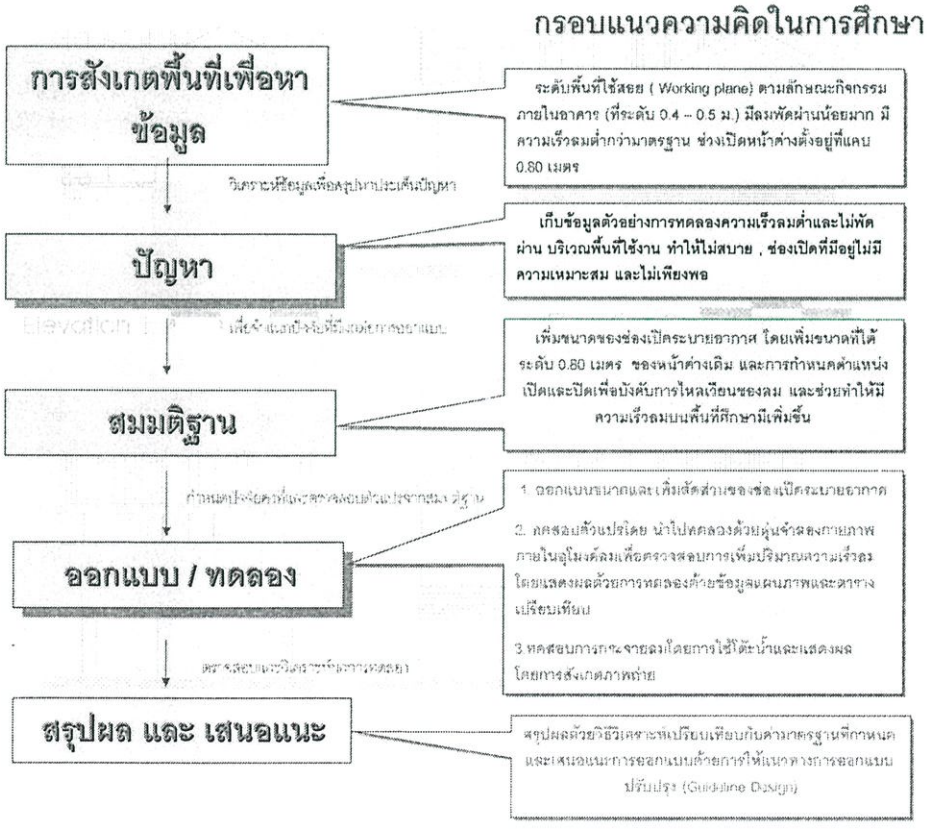
ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า อาคารที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสภาวะความสบายในอาคาร โดยใช้ลมเป็นหลัก น่าจะเป็นอาคารประเภทพักอาศัย มากที่สุด เนื่องจากมีลักษณะกิจกรรมที่มีความร้อนต่ำ และความเร็วลม ที่ระดับมาตรฐาน ที่ไม่เกิดความรู้สึกรบกวน แต่ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตคือความเร็วลมต้องมีทิศทางเหมาะสม และความเร็วลมสม่ำเสมอ

กรณีบ้านพักอาศัย โดยทั่วไปในกรุงเทพฯ หรือเมืองใหญ่ในปัจจุบัน มีการนำเครื่องปรับอากาศมาใช้งานทำให้เกิดความสบายสำหรับการพักอาศัยกันเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีปัญหาทางด้านการพัดของลมที่มีปริมาณน้อยและไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นปัญหาจากการวางผังอาคารที่ไม่คำนึงถึงทิศทางลม หรือความแออัดที่แก้ไขได้ยาก แต่ในขณะเดียวกันในบางพื้นที่ที่มีการวางอาคารในลักษณะที่สามารถรับลมได้ แต่อาจมีประสิทธิภาพไม่ดีนัก อีกทั้งมีความแออัดของอาคารไม่มาก แต่ยังคงมีการใช้เครื่องปรับอากาศอยู่เป็นประจำ เนื่องจากไม่สามารถแก้ไขหรือปรับปรุงให้มีการพัดของลมได้ถูกต้องตามหลักการ และเหมาะสม ทั้ง ๆ ที่ในพื้นที่นั้น ๆ มีปริมาณลมสม่ำเสมอและเกือบตลอดทั้งปี ซึ่งเป็นการใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสมและไม่ได้นำเอาประโยชน์จากธรรมชาติมาใช้งานทั้ง ๆ ที่ควรจะสามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรณีที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ชัดเจนจากการใช้งานบ้านพักตากอากาศชายทะเลในปัจจุบัน ซึ่งมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อใช้งานเป็นหลักกันเป็นส่วนใหญ่ เช่น สถานตาก

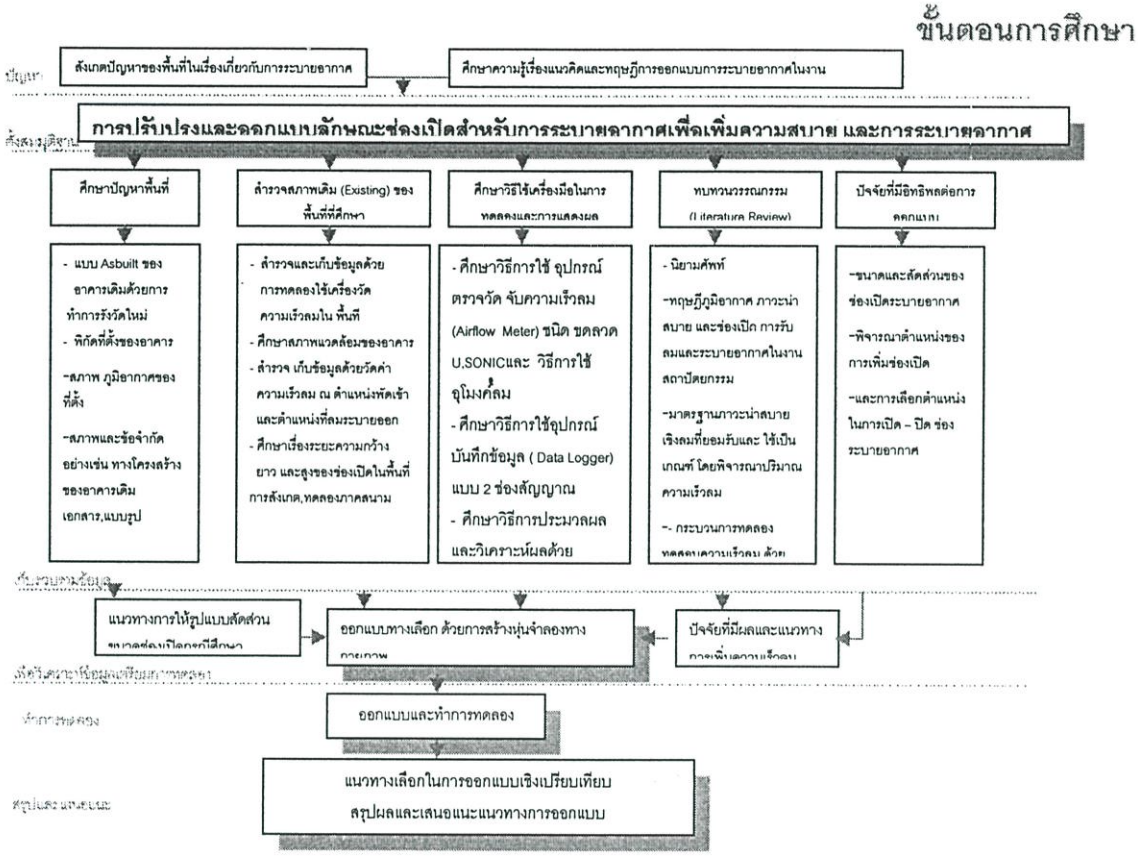
อากาศแสนสุข หาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ทั้งที่เป็นสถานตากอากาศแรก ๆ ในเมืองไทย ที่มีการจัดสร้างขึ้น ประมาณเมื่อ 50 ปีที่ผ่านมา และยังคงมีการใช้งานจนถึงปัจจุบัน การก่อสร้างอาคารได้จัดให้อยู่ในทิศทางการพัดผ่านของลมเป็นหลัก และมีการปลูกอาคารกระจายตัวจากกัน ซึ่งไม่ทำให้เกิดปัญหาในด้านการพัดของลมเข้าสู่อาคารแต่อย่างไร แต่เมื่อมีการปรับปรุงอาคารที่ยังคงรักษารูปลักษณ์ไว้ เหมือนกับอาคารเดิม เพื่อรักษาเอกลักษณ์ของสถานที่ไว้ แต่ขณะเดียวกันได้ทำการปรับปรุงโดยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่ม และใช้งานเป็นหลัก โดยแทบจะไม่ได้พิจารณาการใช้ลมธรรมชาติเหมือนเช่นเดิม ทั้งๆที่สภาพแวดล้อมทุกอย่างของโครงการและอาคารยังคงสภาพเช่นเดิม หรือใกล้เคียงกับในอดีตทุกประการ อีกทั้งเมื่อเกิดกรณีไฟฟ้าขัดข้อง หรือเครื่องปรับอากาศเสีย อาคารนั้นจะเกดสภาวะไม่สบายขึ้นและไม่สามารถเข้าพักอาศัยได้ จึงนับเป็นการสูญเสียทางด้านธุรกิจเป็นอย่างมาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า หากมีการศึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทางปรับปรุงอาคาร เพื่อให้สามารถใช้งานลมธรรมชาติในการสร้างสภาวะสบายภายในอาคารเป็นหลัก และใช้เครื่องปรับอากาศเป็นส่วนเสริม จะช่วยแก้ปัญหาที่กล่าวมาแล้วได้ และเป็นการใช้งานทรัพยากรณ์ ที่มีอยู่อย่างเหมาะสม และคุ้มค่าที่สุด

โดยมีกรอบแนวความคิดในการศึกษาดังนี้คือ



รูปที่ 1.1 แสดงกรอบแนวความคิดในการศึกษา

เมื่อทราบกรอบแนวความคิดในการศึกษาแล้วจะทำการศึกษา โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

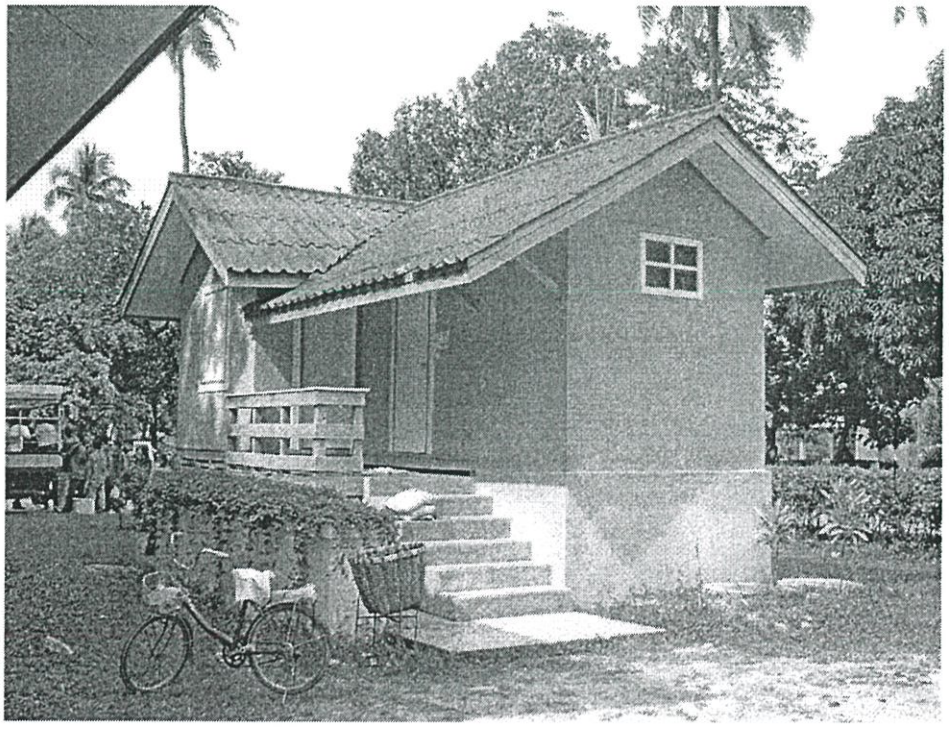


รูปที่ 1.2 แสดงขั้นตอนศึกษา

สรุปได้ว่าเมื่อสามารถสรุปขั้นตอนในการศึกษาในแต่ละขั้นตอน แล้วจึงดำเนินการขั้นตอนดังกล่าวตามลำดับต่อไปนี้

สถานตากอากาศแสนสุข หาดบางแสน เป็นสถานที่พักตากอากาศแรก ๆ ในเมืองไทย ที่มีการก่อสร้างบ้านพักสำหรับตากอากาศขึ้นและยังคงมีการใช้อยู่ถึงปัจจุบัน และได้มีการก่อสร้างบ้านพักรูปแบบใหม่ ๆ ขึ้น โดยพิจารณาจากการใช้เครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียว ซึ่งหากเกิดกรณีที่ไฟฟ้าเกิดขัดข้องหรือเครื่องปรับอากาศเสียขึ้นอาคารพักอาศัยนั้นจะเกิดสภาวะไม่สบายขึ้น การศึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทางสำหรับปรับปรุงอาคารเพื่อให้สามารถใช้ได้ในกรณีที่เกิดปัญหาเหล่านั้นขึ้นหรือรวมถึงการก่อสร้างอาคารใหม่ให้มีการเลือกใช้ช่องหน้าต่างได้อย่างเหมาะสม (รูปที่ 1.3 , 1.4)

รูปที่ 1.3 แสดงอาคารตัวอย่างกรณีศึกษา บ้านพักตากอากาศแสนสุข ชายหาดบางแสน ชลบุรี



รูปที่ 1.4 แสดงอาคารตัวอย่างกรณีศึกษา บ้านพักตากอากาศแสนสุข ชายหาดบางแสน ชลบุรี

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพล และตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณความเร็วลมที่ผ่านเข้าในอาคาร เพื่อการระบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามมาตรฐานความสบาย

1.2.2 เป็นการศึกษาเชิงประยุกต์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบ ขนาด จำนวน และตำแหน่งการติดตั้งช่องเปิด ที่ส่งผลกระทบเชิงการระบายอากาศภายในอาคาร โดยพิจารณาถึงความสะดวกในการปรับปรุงอาคารเดิม และส่งเสริมให้มีการระบายอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2.3 เพื่อเสนอแนะแนวทางการออกแบบปรับปรุงช่องเปิดของอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศให้ได้ตามมาตรฐานความสบาย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 งานวิจัยมุ่งศึกษาเฉพาะปริมาณความเร็วลมที่พัดผ่านพื้นที่ศึกษาในอาคาร โดยผ่านทางช่องเปิดที่มีรูปแบบ ขนาด จำนวน และตำแหน่งตามที่กำหนด

1.3.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการระบายอากาศ ดังนี้

1) ปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

2) ปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับประสิทธิภาพในการระบายอากาศภายในอาคาร บริเวณพื้นที่ศึกษา

3) ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อทิศทางและปริมาณความเร็วลมภายนอกและภายในอาคาร

4) ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ เช่น รูปแบบ สัดส่วนขนาด จำนวน และตำแหน่งการติดตั้งของช่องเปิด เป็นต้น

1.3.3 ศึกษาอาคารตัวอย่าง เป็นอาคารริมทะเลที่ได้รับอิทธิพลจากทิศทางลมผ่านประจำ คือ ลมบกและลมทะเล ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากอาคารจริงในช่วงเวลาใช้งานหลักคือ ประมาณ 18.00 น. ถึง 5.00 น. ของวันถัดไป

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

1.4.1 ปริมาณความเร็วลมที่ใช้ในการวิจัย เป็นปริมาณที่เกิดจากการพัดผ่านของลมที่สภาพอากาศภายนอกเป็นปรกติ โดยกำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิคงที่ โดยยกเว้นสภาพอากาศแปรปรวนและมีพายุ

1.4.2 การเปิดของช่องเปิดในทุก ๆ กรณี ถือว่าเป็นการเปิดเต็มขนาดของวงกบ หรือเต็มพื้นที่ 100% โดยไม่คำนึงถึงชนิดของบานหน้าต่าง เช่น บานเปิด บานกระทุ้ง บานเกล็ด มาเป็นตัวแปรในการศึกษา

1.4.3 มีการติดตั้งม่าน (มุ้งลวด) กันแมลงภายในอาคาร บริเวณช่องเปิดทุก ๆ ตำแหน่ง

1.4.4 ศึกษาเฉพาะลมที่มีอิทธิพลอย่างชัดเจนในพื้นที่ คือลมพื้นถิ่นริมทะเล หรือลมบกลมทะเล เท่านั้นเนื่องจากผลกระทบสภาวะอากาศที่ชัดเจนที่สุด มากกว่าลมมรสุมประจำฤดู

1.4.5 เนื่องจากเจ้าของอาคารต้องการคงลักษณะ ของรูปแบบอาคารดังเดิมให้มากที่สุด เพื่อรักษาความเป็นเอกลักณ์ของอาคารที่พักรูปแบบสะท้อนรสนิยมในอดีตของชายหาดบางแสน ดังนั้นจึงกำหนดให้ปรับปรุงรูปแบบเท่าที่จำเป็นและไม่ส่งผลกระทบต่อรูปแบบโดยรวมของอาคาร

1.5 สมมุติฐานของการศึกษา

1.5.1 รูปแบบ ขนาด และตำแหน่งช่องเปิด มีผลต่อปริมาณความเร็วลมและการระบายอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ ของพื้นที่ศึกษา

1.5.2 จำนวนช่องเปิดโดยรอบอาคาร มีผลต่อการกระจายตัวของกระแสลม ส่งผลให้การระบายอากาศในบริเวณพื้นที่ศึกษามีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน

1.5.3 การปรับปรุงช่องเปิดให้สอดคล้องกับตำแหน่ง และลักษณะของพื้นที่ใช้งาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศของพื้นที่ศึกษาให้มีมากขึ้น เพื่อความสบายที่เพิ่มขึ้น

1.5.4 รูปแบบสิ่งประกอบทรงสถาปัตยกรรมภายนอกของอาคาร ส่งผลต่อปริมาณความเร็วและทิศทางของกระแสลมที่จะเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งสามารถส่งเสริม หรือลดประสิทธิภาพของการระบายอากาศภายในของอาคารได้

1.6 กรรมวิธีการวิจัย

จากการเข้าใช้งานบ้านพักตากอากาศแสนสุข ริมชายหาดบางแสน จ.ชลบุรี สามารถสังเกตพบว่ามีปัญหาในเรื่องสภาวะความสบาย และการระบายอากาศ ทั้ง ๆ ที่มีจำนวนหน้าต่างอยู่ในทุก ๆ ด้านของผนังอาคาร และภายนอกมีกระแสลมพัดอยู่ตลอดเวลาแต่ภายในอาคารมีปริมาณกระแสลมน้อยมากหรือบางครั้งไม่มีเลย ซึ่งมีการแก้ปัญหาโดยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศทำให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นจากปัญหาที่กล่าวมาจึงเกิดเป็นแนวความคิดได้ว่า หากสามารถปรับปรุงและออกแบบลักษณะชิ่งเปิดของอาคารเสียใหม่ให้เหมาะสม น่าจะสามารถนำกระแสลมเข้าสู่อาคารได้มากขึ้น ทำให้เกิดความสบายและการระบายอากาศที่ดีขึ้น จึงตั้งเป็นสมมติฐานว่า การปรับปรุงและออกแบบลักษณะช่องเปิดสำหรับ

การระบายอากาศเพื่อเพิ่มความสบาย (ในกรณีนี้จะเป็นเฉพาะเรื่องกระแสลมที่จะทำให้เกิดความสบายเท่านั้น ดังนั้นจึงกำหนดให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีค่าคงที่)

งานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงอาคารเดิม (RETROFIT APPROACH) ประกอบกับงานวิจัยเชิงทดลอง (EXPERIMENT RESEARCH) จึงเป็นการศึกษาโดยการเก็บข้อมูลของอาคารบ้านพักตากอากาศริมทะเล ชายหาดบางแสน แล้วดำเนินการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบตัวแปรกับอาคารจำลอง โดยการทดลองในแต่ละขั้นตอนให้มีตัวแปรที่ทดสอบเพียงตัวแปรเดียวที่แตกต่างกัน และควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงเลือกแนวทางที่เหมาะสมไปใช้งาน วิเคราะห์ถึงปริมาณความเร็วลมที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการระบายอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานในพื้นที่ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ โดยมีขั้นตอนการวิจัยโดยสังเขป ดังนี้

1.6.1 ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1) ข้อมูลทุติยภูมิ (SECONDARY DATA)

1.1) ลักษณะภูมิประเทศ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพโดยทั่วไป และตำแหน่งที่ตั้งของบ้านพักตากอากาศแสนสุข จ.ชลบุรี

1.2) ลักษณะภูมิอากาศ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ

- ลักษณะดินฟ้าอากาศโดยทั่วไป ฤดูกาล ลมมรสุม หรือลมฝน ของ จ.ชลบุรี

- ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางของลม ของ จ.ชลบุรี

1.3) ทบทวนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- ทฤษฎีภาวะน่าสบาย (COMFORT ZONE) และขอบเขตของเขตสบายในประเทศไทย เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดของสภาวะอากาศที่มีอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นในอากาศที่พอเหมาะกับการที่จะทำให้ร่างกายมนุษย์รู้สึกสบาย ไม่ร้อนไม่หนาวจนเกินไป ร่างกายไม่มีเหงื่อ ไม่มีไอน้ำในอากาศที่มากเกินไปจนชื้น หรือน้อยเกินไปจนแห้งหายใจไม่สะดวก อัตราความเร็วลมอยู่ในเกณฑ์ที่พอเหมาะ ไม่รบกวนจนรู้สึกได้

- ทฤษฎีเกี่ยวกับกระแสลมธรรมชาติ และการระบายอากาศภายในอาคาร เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะประเภท และคุณสมบัติต่าง ๆ ของลม โดยมีมาตราสเกลโปฟอร์ตใช้กำหนดระดับความเร็วลมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในแต่ละกรณี การระบายอากาศมีผลจากการเคลื่อนไหวของอากาศหรือกระแสลม อันเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศและความแตกต่างของอุณหภูมิ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพภายในที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัย และสุขลักษณะที่ดีของผู้อาศัย

- ทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบของอาคารทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะภูมิอากาศ และสัมพันธ์กับทิศทางกระแสลม เป็นข้อมูลเกี่ยวกับรูปทรงของอาคารที่เหมาะกับสภาพภูมิอากาศและการระบายอากาศที่ดี โดยที่ในเขตร้อนชื้น เช่น ประเทศไทยนี้ การออกแบบอาคารควรให้มีการถ่ายเทความร้อนสู่บรรยากาศให้มากที่สุด ป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในให้มากที่สุด และทิศทางการตั้งอาคารควรมีความสัมพันธ์กับทิศทางกระแสลม เพื่อให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลม เพื่อการระบายอากาศที่ดีที่สุด

โดยทั้งนี้ในงานด้านสถาปัตยกรรมของอาคารในการออกแบบ จะต้องคำนึงถึงหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการไหลเวียนของกระแสลมเช่นเดียวกัน เช่น รูปทรงอาคาร ตำแหน่งขนาดและจำนวนช่องเปิด ความเร็วลมภายใน สิ่งประกอบทางด้านสถาปัตยกรรมของอาคาร ชนิดของบานหน้าต่าง การกันผนังภายในอาคาร ควบคุมช่องเปิด ระยะระหว่างอาคาร เป็นต้น

2) ข้อมูลปฐมภูมิ (PRIMARY DATA)

เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่ศึกษาจริง เพื่อทำการสังเกต พิจารณาปัญหาและรายละเอียดต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน โดยมีวิธีการดังนี้

2.1) การสำรวจพื้นที่ศึกษา (EXISTING BUILDING) แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

2.1.1 **การศึกษาสภาพทางกายภาพของพื้นที่ในทุก ๆ ด้าน** ได้แก่

- สภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศ
- ผังบริเวณและลักษณะพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักตากอากาศ
- สภาพและข้อจำกัดของอาคารในด้านต่าง ๆ
- ลักษณะ รูปแบบ ขนาด ตำแหน่ง ของช่องเปิด รวมทั้งกันสาดภายในอาคาร
- ทิศทาง รูปแบบ ประเภท ของกระแสลมที่พัดภายในอาคาร
- ปริมาณความเร็ว และการกระจายตัวของลมภายในและภายนอกอาคาร

เมื่อได้ข้อมูลทางกายภาพแล้ว ทำการเฝ้าสังเกตปัญหาอย่างง่าย ๆ ทางด้านกายภาพพร้อมทำการบันทึกในรูปแบบเอกสาร หรือแบบรูป เพื่อเป็นข้อมูลในการสำรวจและเก็บข้อมูลโดยการใช้อุปกรณ์ ตรวจวัดต่าง ๆ ต่อไป

2.1.2 **โดยการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์**

เมื่อมีการศึกษาในขั้นเฝ้าสังเกตปัญหาแล้วจะสามารถทราบถึงข้อปัญหาที่แท้จริง และสรุปถึงลักษณะและประเภทของข้อมูลที่ต้องการเพื่อ การสรุปตัวปัญหา จากนั้นจะทำการวิเคราะห์และศึกษาถึงความเหมาะสมของเครื่องมือที่ควรเลือกใช้ เพื่อการเก็บข้อมูลอย่าง

ละเอียดในเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อสามารถกำหนดชนิดของเครื่องมือได้แล้วจึงดำเนินการเก็บข้อมูลในพื้นที่จริงอีกครั้ง โดยข้อมูลที่ได้จะสามารถนำมาใช้ในทางวิเคราะห์ประมวลผลโดยโปรแกรมทางวิทยาศาสตร์ และทำการแสดงผลเป็นค่าในเชิงสถิติที่เหมาะสมต่อไป

1.6.2 ขั้นตอนที่ 2 กำหนดรูปแบบและรายละเอียดวิธีการทดลองวิจัย

เมื่อทำการวิเคราะห์และทำการประมวลผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิ แล้วพิจารณาร่วมกับสมมติฐานของปัญหา จะสามารถกำหนดตัวแปรที่มีอิทธิพลและข้อจำกัดต่าง ๆ ได้ จากนั้นจึงทำการออกแบบกระบวนการทดลองและวิจัย ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อทำการปรับปรุงอาคารเดิม (RETROFIT APPROACH) และเป็นการทำการวิจัยเชิงทดลอง (EXPERIMENT RESEARCH) ดังนั้นการออกแบบการทดลองจึงทำโดยทำหุ่นจำลองทางกายภาพ โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ รูปแบบเดิม (EXISTING) และรูปแบบที่ปรับปรุง และกำหนดรูปแบบกระบวนการการทดลองตามตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่ละตัวแปร โดยกำหนดให้ตัวแปรที่เหลือมีค่าคงที่

1.6.3 การทดสอบและเก็บข้อมูลจากการทดลอง

จากขั้นตอนที่ 2 จะได้เครื่องมือและกระบวนการทดลองเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงทำการทดลองและเก็บข้อมูลในแต่ละรูปแบบของตัวแปรจนครบทั้งหมด แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาแปลงค่าในเชิงสถิติที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการพิจารณาวิเคราะห์ต่อไป

1.6.4 การวิเคราะห์และประเมินผล

จากขั้นตอนที่ 3 จะได้ข้อมูลจากการทดลอง (EXPERIMENT) นำมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ กับข้อมูลที่รวบรวมในขั้นตอนที่ 1 ได้แก่ ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลปฐมภูมิ และสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบไปตามรูปแบบของตัวแปรต่าง ๆ ตามลำดับที่ทดลอง แล้วประเมินผลของข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบเปรียบเทียบกัน เพื่อสรุปเป็นรู)แบบการแก้ปัญหาตามสมมติฐานที่ดีที่สุด และเพื่อนำไปใช้เสนอแนะในการออกแบบอาคารที่มีที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีรูปแบบของกิจกรรมสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศใกล้เคียงกันต่อไป

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากการวิจัย เป็นการประเมินประสิทธิภาพของการระบายอากาศในการปรับปรุงช่องเปิดในแต่ละแนวทาง ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

17.1 สามารถแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปร ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการระบายอากาศของอาคาร

17.2 เป็นแนวทางการปรับปรุงและออกแบบลักษณะช่องเปิดสำหรับการระบายอากาศที่ดี เพื่อเพิ่มความสบายภายในอาคาร

17.3 เป็นแนวทางในการกำหนดสัดส่วน ขนาด และตำแหน่งของช่องเปิด เพื่อให้ได้ปริมาณความเร็วลมตามต้องการสัมพันธ์กับพื้นที่ใช้สอย และเหมาะสมกับกิจกรรม

17.4 เพื่อเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ ในการออกแบบรูปแบบช่องเปิดของอาคารที่มีการระบายอากาศโดยลมธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

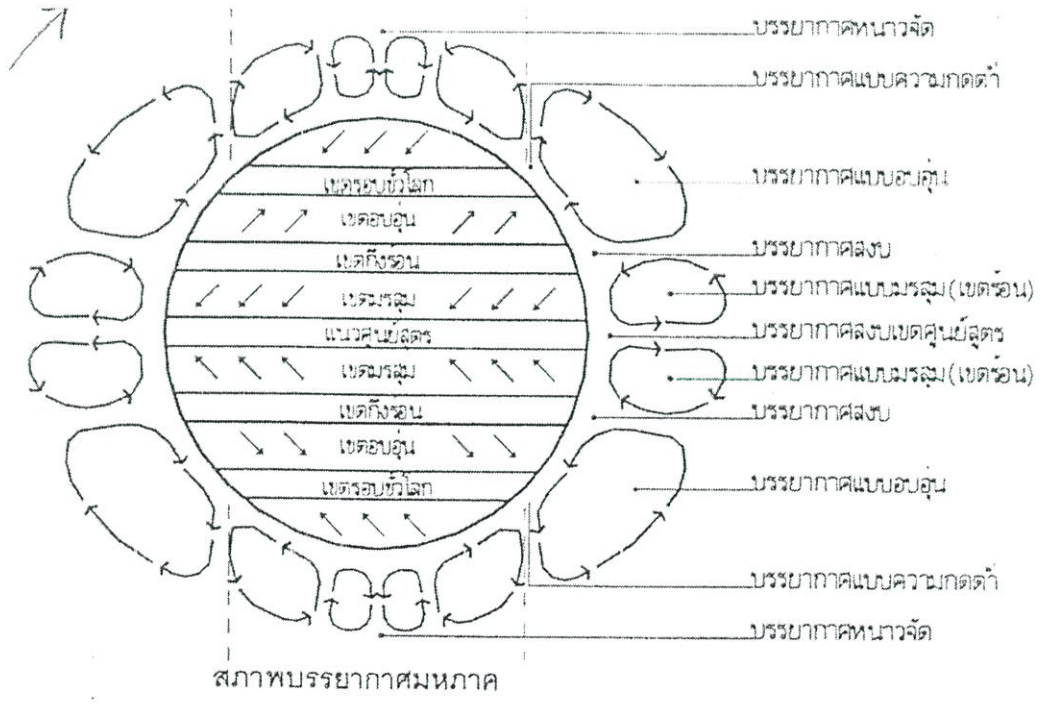
2.1 กลุ่มทฤษฎีเรื่องภูมิอากาศ

2.1.1 ลักษณะภูมิอากาศของโลก

2.1.2 ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย

2.1.1 ลักษณะภูมิอากาศของโลก

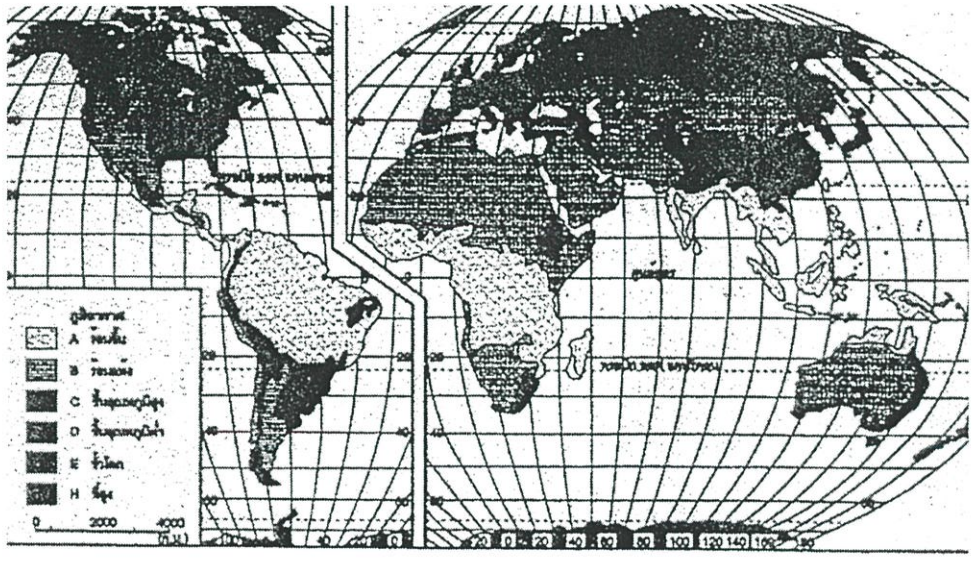
โลกของเรามีการแบ่งสภาพบรรยากาศเป็น 2 แบบคือสภาพบรรยากาศมหภาพ (MACRO CIMATE) ซึ่งจะแบ่งเขตอากาศออกเป็น เขต่หนาวจัดรอบขั่วโลก เขตอบอุ่น เขตกึ่งร้อน เขตมรสุม หรือเขตแนวเส้นศูนย์สูตร (ดูรูปที่ 2.1) ซึ่งการที่ลักษณะอากาศแตกต่างกันในแต่ละเขตนั้นเกิดจากสภาพการเอียงของแกนโลกและการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มากระทบที่ผิวโลกไม่เท่ากัน ทำให้เกิดอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่



รูปที่ 2.1 แสดงการแบ่งสภาพบรรยากาศแบบมหภาพ (MACRO CLIMATE)

บรรยากาศแบบจุลภาพ(MICRO CLIMATE) เป็นสภาพบรรยากาศในแต่ละพื้นที่หรือเฉพาะท้องถิ่นซึ่งจะมีสภาวะของลม ฝน อุณหภูมิแตกต่างกัน

การแบ่งขอบเขตภูมิอากาศของโลก นอกจากการแบ่งสภาพอากาศตามที่กล่าวมาแล้วยังมีอยู่อีกหลายระบบด้วยกัน แต่ระบบที่ได้เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป คือระบบการแบ่งโดยการใช้สภาพบรรยากาศเป็นพื้นฐาน ของ ดร.วาลดิมีร์ คอปเปน(DR.WLADIMIR KOPPEN) แห่งมหาวิทยาลัยเกรซ (KRAZ) ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะภูมิอากาศคือ เขตร้อนชื้น เขตร้อนแห้ง เขตชั้นอุณหภูมิสูง เขตชั้นอุณหภูมิต่ำ เขตที่สูง และเขตขั้วโลก



รูปที่ 2.2 การจำแหนประเภทอากาศที่คิดโดย ดร.วาลดิมีร์ คอปเปน

2.1.2 ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน ระหว่างเส้นรุ้ง (Latitude) ที่ 5 และ 21 องศาเหนือ เส้นแวง (Logitude) ที่ 97 และ 106 องศาตะวันออก มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 518,000 ตารางกิโลเมตร หรือ 200,000 ตารางไมล์

ทางด้านตะวันตกจดประเทศพม่า ทางด้านเหนือจดประเทศพม่า และแคว้นฉาน ทางด้านตะวัน-ออกเฉียงเหนือจรดประเทศลาว ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้จดประเทศกัมพูชา ทางด้านใต้จรดประเทศมาเลเซีย

การแบ่งประเทศตามลักษณะอุตุนิยมวิทยา แบ่งโดยถือว่าภาคนั้น ๆ มีลมฟ้าอากาศคล้ายกัน และได้แบ่งประเทศไทย ออกเป็น 5 ภาคด้วยกัน คือ

1. **ภาคเหนือ** ตั้งแต่จังหวัดเชียงรายลงมาถึงจังหวัดอุตรดิตถ์ มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่ซับซ้อนกว่าภาคอื่น ๆ ภูมิประเทศส่วนมากเป็นทิวเขาสลับภูเขาและป่าทึบ ทิวเขาในภาคนี้มีความ

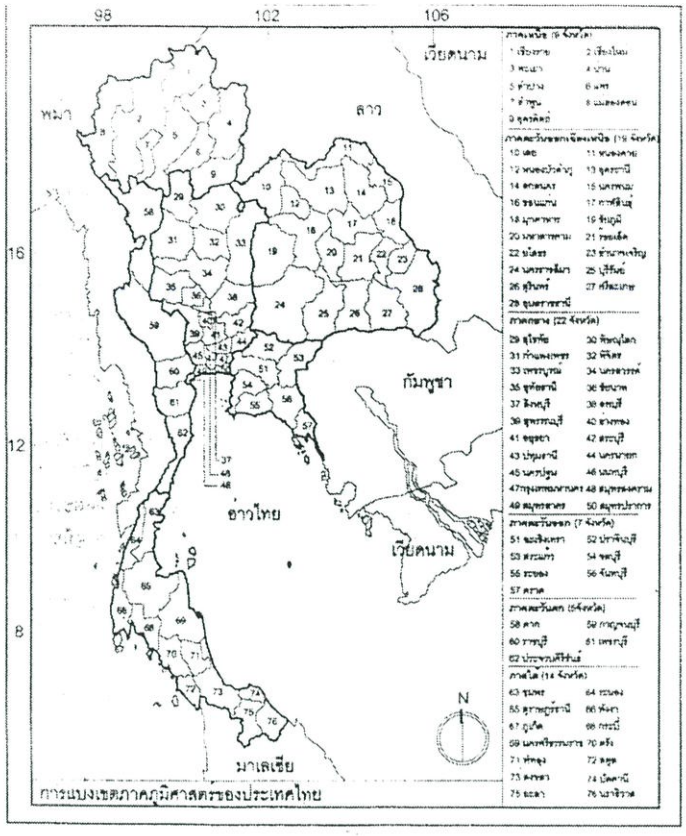
สูงระหว่าง1,200-2,000เมตรมียอดเขาอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่เป็นยอดเขาที่สูงสุด และสูงประมาณ 2,536 เมตร เทือกเขาในภาคเหนือนี้มีเหนือนี้มีแนวเรียงอยู่ใน ทางเหนือ – ใต้มีที่ราบเพียง ¼ ของพื้นที่ของภาค มีแม่น้ำ ปิง วัง ยม น่าน ซึ่งเกิดจากเทือกเขาเหล่านี้ไหลลงมาบรรจบกันที่จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเหนือจะประกอบไปด้วยฤดูกาล 3 ฤดูได้แก่ ฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน ฤดูฝนเริ่มกลางเดินพฤษภาคมและไปหมดสิ้นในช่วงปลายกันยายน หรือต้นตุลาคม

2. **ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** ตั้งแต่จังหวัดเลย หนองคาย นครพนม อุบลราชธานีลงมาจนถึงจังหวัดนครราชสีมา ภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงขนาดใหญ่มีพื้นที่สูงๆ ต่ำๆ สลับกับเทือกเขาเป็นแนวตลอดด้านทิศตะวันออกจรดเขตชายแดนของประเทศกัมพูชาและแม่น้ำโขง ด้านตะวันตกมีเทือกเขาเป็นแนวลงมาทางใต้ นักภูมิศาสตร์เรียกพื้นที่โดยรวมของภาคนี้ว่าที่ราบสูงโคราช ภูมิอากาศค่อนข้างแห้งแล้งและ มีความอุดมสมบูรณ์น้อยกว่าภาคอื่นๆ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีฤดูกาล 3 ฤดูกาล คือฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ฤดูฝนใน ภาคอื่นจะเริ่มกลางเดือนพฤษภาคม แต่ภาคนี้ฤดูฝนจะเริ่มจริง ๆ ในช่วงปลายเดือนพฤษภาคม หรือต้นเดือนมิถุนายน และหมดฝนในช่วงต้นเดือนตุลาคม ซึ่งช่วงที่มีฝนจะมีปริมาณที่มากกว่าภาคเหนือและภาคกลาง แต่ก็มีลักษณะแห้งแล้วควบคู่ไปด้วย เพราะสภาพพื้นดินเป็นดินดอน เป็นดินทราย และเป็นดินตะกอนซึ่งไม่ดูดน้ำ นั้นคือเมื่อฝนตกหนักน้ำจะท่วมอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าฝนไม่ตก 2-3 สัปดาห์ ก็จะเกิดสภาพแห้งแล้งโดยทั่วไป ฤดูหนาวจะเริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงปลายเดือนพฤษภาคม ฤดูนี้จะมีอากาศร้อนจัด และมีการระเหยสูงเพราะพื้นดินอยู่ลึกเข้าไป ทำให้ห่างไกลจากอิทธิพลของทะเลมากอีกทั้งภูเขาที่ล้อมก็ทำให้ลมทะเลไม่สามารถเข้าถึงได้

3. **ภาคกลาง** ตั้งแต่จังหวัดพิษณุโลกลงมาจนถึงก้นอ่าวไทย ภูมิประเทศเป็นที่ราบขนาดใหญ่โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือพื้นที่ราบภาคกลางตอนบนและพื้นที่ราบภาคกลางตอนล่าง โดยมีแนวเทือกเขาเล็ก ๆ เป็นเขตมีลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งเริ่มตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ ไหลผ่านภาคกลางนี้ลงสู่อ่าวไทย ภาคกลางเนื่องจากสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มมีภูเขาโอบล้อมโดยรอบและทางใต้ เป็นที่ราบติดทะเล (อ่าวไทย) ดังนั้น ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมใต้ที่พัดจากอ่าวไทย จึงมีอิทธิพลกับฤดูกาลของทางภาคกลางค่อนข้างมากกับพื้นที่ทางตอนกลางและตอนใต้ของภาค แต่ตอนบนอากาศจะคล้ายกับภาคเหนือโดยได้รับอิทธิพลของมรสุมทะเลจีนใต้ ทางภาคตะวันตกจะได้รับอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้มากเหมือนกัน ฤดูกาลของภาคมี 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ฤดูฝนจะเริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูหนาวจะเริ่มตั้งแต่ประมาณพฤศจิกายนไปจนถึงสิ้นเดือนมกราคม ดยที่ฤดูหนาวของภาคกลางจะมีอุณหภูมิไม่ต่ำมากเหมือนทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ (ทะเลจีนใต้) ไปจนถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม

4. **อ่าวไทยฝั่งตะวันออก** ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่จังหวัดชลบุรีไปตามฝั่งทะเลจนถึงจังหวัดตราด ภูมิประเทศของพื้นที่บริเวณนี้แบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือส่วนพื้นที่ราบลุ่ม แม่น้ำ และส่วนที่ราบริมฝั่งทะเลและส่วนเทือกเขาเล็ก ๆ หลายเทือกติดต่อกันจนจดชายแดนประเทศกัมพูชา ภาคตะวันออกประกอบไปด้วยฤดูกาล 3 ฤดู คือฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปจนสิ้นเดือนพฤศจิกายน ในเดือนมิถุนายนปริมาณฝนจะลดลงอย่างชัดเจน เว้นแต่ทางตอนใต้ของภาค ฤดูหนาวจะไม่หนาวมากนักเมื่อเทียบกับภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย ฤดูหนาวนี้จะเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม ไปจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูร้อนเริ่มประมาณเดือนกุมภาพันธ์ไปสิ้นสุดตอนปลายเดือนเมษายน

5. **ภาคตะวันตก** ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด คือตาก กาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ลักษณะภูมิประเทศคล้ายคลึงกับภาคเหนือ คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นหุบเขา แต่แตกต่างกันตรงที่พื้นที่บางส่วนอยู่ติดกับทะเล (ภาคตะวันตกนี้บางครั้งจะนับรวมอยู่ในพื้นที่ภาคกลาง) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาโดยละเอียดจะพบว่า พื้นที่โดยรอบบริเวณอ่าวไทยจะมีลักษณะของภูมิอากาศที่เฉพาะไปจากบริเวณอื่น ๆ (แตกต่างจากสภาพอากาศ บริเวณพื้นแผ่นดินด้านใน (INLAND) คือบริเวณอ่านไทย ประกอบไปด้วย ฤดูกาล 3 ฤดูคือ ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ เหมือนฤดูในภาคใต้โดยที่ ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มในเดือนพฤษภาคม ไปจนถึงต้นเดือนตุลาคม ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้จะเกิดขึ้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ไปจนกระทั้งเดือนเมษายน โดยที่อุณหภูมิบริเวณอ่าวไทยจะเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีมีค่า 28 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.3 การแบ่งเขตภาคภูมิศาสตร์ของประเทศไทย

6. **ภาคใต้** ตั้งแต่จังหวัดชุมพร ลงไปจนถึง จังหวัดนราธิวาส รวมทั้งจังหวัดสตูล ภูเก็ต และระนอง ภูมิประเทศแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ โดยส่วนมากเป็นเทือกเขาสูง และเป็นพืดยาวลงไปทางใต้ คือ ภูเขาตะนาวศรี ซึ่งติดกับพรมแดนของประเทศพม่าส่วนที่ราบชายฝั่งอ่าวไทยและที่ราบชายฝั่งทะเลอันดามัน ภาคใต้จากลักษณะที่เป็นคาบสมุทร ที่มีพื้นที่เปิดรับลมมรสุม ทั้งสองด้าน ทำให้ภาคใต้ประกอบไปด้วยฤดูกาลที่แบ่งได้เป็น 3 ฤดูกาลได้แก่ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้, ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ, ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ตามแต่อิทธิพลของลมมรสุมในช่วงนั้น ๆ ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม มีทิศทางของกระแสลมที่ชัดเจนช่วงนี้จะเกิดฝนภูเขาขึ้นโดยฝนจะตกมากตลอดทั้งฤดูกาลจนถึงเดือนสิงหาคม ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมฝนจะตกหนักในพื้นที่ทางฝั่งตะวันออกของภาค ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะไม่นำอากาศหนาวเย็นมาสู่ภาคใต้เช่นภาคอื่น ๆแต่กลับนำเอาฝนมากที่ชายฝั่งตะวันออกของภาค ฤดูนี้จะเกิดในช่วงเดือนพฤศจิกายนไปจนถึงเดือนมกราคม ส่วนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้เริ่มในเดือนกุมภาพันธ์ ช่วงเดือนที่เกิดฤดูกาลนี้คือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงเดือนเมษายนช่วงนี่ก็อาจมีฝนตกประปราย แต่ยังน้อยกว่าฤดูอื่น ๆ สรุปว่าตลอดทั้งปีลมมรสุมจะมีผลกับภาคใต้ ทำให้เกิดฝนตกเป็นระยะ ๆ ตลอดทั้งปี

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ลักษณะดินฟ้าอากาศโดยทั่วไป

อากาศประจำถิ่นของประเทศไทย อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดอยู่ในเดือนพฤศจิกายน - กุมพาพันธ์ ตลอดช่วงนี้จะมีอากาศเย็นและแห้ง (มีความชื้นในอากาศน้อย) จากแผ่นดินใหญ่ของประเทศจีนเข้าสู่ประเทศไทย กระแสอากาศเย็นนี้ค่อยๆ อุ่นขึ้นเป็นลำดับ ในระหว่างที่พัดลงมาสู่ประเทศไทย

ระหว่างเดือนพฤษภาคม-กันยายน จะเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มรสุมนี้จะนำเอากระแสอากาศอุ่นและชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามาทำให้มีฝนทั่วไปในภาคใต้ฝั่งตะวันตก อ่าวไทยฝั่งตะวันออก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ

ตามปกติ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มพัดเข้าประเทศไทย ในราวกลางเดือนพฤษภาคม และสิ้นสุดราวกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเริ่มพัดสู่ประเทศไทย ซึ่งจะสิ้นสุดในเดือนกุมภาพันธ์ แต่ในเดือนมีนาคม หรือเดือนเมษายน ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออาจพัดลงมาได้เป็นครั้งคราว

ฤดูกาล

ลมฟ้าอากาศของประเทศไทยอาจแบ่งตามอุตุนิยมวิทยาออกเป็น 4 ฤดูกาล คือ

1. ฤดูหนาว หรือฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จากเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์อากาศในระยะนี้ จะเป็นระยะที่เย็นที่สุดในรอบปี โดยเฉพาะภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะเย็นมากกว่าในภาคอื่นๆ

2. ฤดูร้อน หรือระยะเปลี่ยนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อยู่ในเดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน อากาศจะร้อนที่สุดในเดือนเมษายน โดยเฉพาะในภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. ฤดูฝน หรือฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน ลมมรสุมนี้จะชัดเจนที่สุดในเดือนกรกฎาคม ในระยะนี้จะมีฝนตกเกือบทั่วประเทศ โดยทั่วไปแล้วฝนจะตกมากที่สุดในเดือนกันยายน

4. ฤดูเปลี่ยนมรสุม จากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตกอยู่ในเดือนตุลาคม ในเดือนนี้เป็นระยะที่ลมเปลี่ยน จากทางตะวันเฉียงใต้เป็นตะวันออกเฉียงเหนือฝนจะน้อยลงตอนปลายเดือน และเริ่มขาดจากทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือก่อน

อุณหภูมิ

ตอนปลายของประเทศไทย คือ ตั้งแต่ก้นอ่าวไทยขึ้นไปนั้น เป็นส่วนที่อยู่ในผืนแผ่นดินใหญ่และอยู่ในเขตร้อน จึงทำให้มีช่วงอากาศร้อนอยู่นาน เว้นแต่ตามแถวชายฝั่งจะมีลมทะเล ทำให้

47607

ระดับอุณหภูมิในตอนบ่ายลดลงไปบ้าง อุณหภูมิสูงสุด โดยทั่วไปมีค่าระหว่าง 33.0-38.0 องศาเซลเซียส และในเดือนเมษายนจัดเป็นเดือนที่ร้อนจัดที่สุด

อุณหภูมิในประเทศไทย โดยทั่วไปในระหว่างฤดูร้อน พิสัย (ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด) รายวัน มีค่าประมาณ 10-12 องศาเซลเซียส

ส่วนในฤดูหนาว ทางภาคเหนือจะมีพิสัยรายวันประมาณ 15 องศาเซลเซียส ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 14 องศาเซลเซียส ทางภาคกลางประมาณ 12 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงว่าตอนเช้าค่อนข้างเย็น แต่ในตอนบ่ายจะค่อนข้างร้อน

ระหว่างช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อุณหภูมิทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะลดลงมากกว่าทางภาคอื่นๆ โดยจะมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 16 องศาเซลเซียส เป็นระดับที่อยู่ในเกณฑ์หนาว ส่วนทางภาคกลาง จะมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 20 องศา เซลเซียส ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในฤดูหนาวคนทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือต้องการเสื้อกันหนาวหนา ๆ ส่วนทางภาคกลางใช้ขนาดปานกลางก็พอ

ส่วนทางภาคใต้ อากาศจะอบอุ่นตลอดปี เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล อุณหภูมิที่สูงสุด หรือต่ำสุดเกินไปไม่ค่อยปรากฏ อุณหภูมิในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แตกต่างกันไม่มากนัก กล่าวคือ ในหน้าหนาวเฉลี่ยประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในหน้าร้อนประมาณ 27 องศาเซลเซียส

ฝน

ตลอดฤดูหนาวตอนบนของประเทศไทยอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง ไม่ค่อยมีฝนตก และแม้ในฤดูร้อนจะมีฝนบ้างก็ประปราย ตามปกติมักจะเริ่มมีฝนหนาขึ้นในตอนกลางเดือนพฤษภาคม แม้ว่าฝนจะตกติดต่อเนื่องกันไปจนถึงเดือนตุลาคม ช่วงแล้งอาจเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน เป็นครั้งคราวฝนจะมีปริมาณมากที่สุดในเดือนกันยายน โดยที่ในเดือนนี้จะมีพายุดีเปรสชั่น (Depression) จากทะเลจีนใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทยถี่ที่สุด ทั้งนี้จะเป็นสาเหตุใหญ่ที่จะทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นได้

ทางภาคใต้ การผันแปรของฝนจะแตกต่างจากภาคอื่นๆ โดยที่จะมีฝนเป็น 2 ช่วง ช่วงหนึ่งจะอยู่ในระยะมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ จากพฤษภาคมถึงตุลาคมและจะปรากฏชัดทางฝั่งทะเลตะวันตกของภาค ซึ่งเป็นด้านรับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เต็มที่

ส่วนอีกช่วงหนึ่งคือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ จะมีฝนอย่างมากมายทางฝั่งตะวันออกของภาค ซึ่งเป็นด้านที่รับลมโดยเฉพาะตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป

กล่าวโดยทั่วไปแล้ว ฝนในประเทศไทยจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,551.0 มิลลิเมตร หรือประมาณ 61 นิ้ว ส่วนที่ค่อนข้างแล้งเป็นแถบที่อยู่ทางด้านหลังภูมิเขาตะนาวศรี คือตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากเป็นบริเวณที่อยู่หลังเทือกเขาตะนาวศรี ซึ่งเป็นด้านปลายลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และสามารถแบ่งประเภทลมมรสุมได้ดังนี้

1. ฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์)

บริเวณตั้งแต่ก้นอ่าวไทยขึ้นไปลมประจำในฤดูนี้จะมาจากทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือ แต่จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นทิศใต้ในเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนทางภาคใต้ลมจะมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หรือทิศตะวันออก

2. ฤดูเริ่มเปลี่ยนมรสุม (มีนาคม ถึง เมษายน) ซึ่งเป็นฤดูร้อนลมประจำในภาคต่าง ๆ นอกจากต่าง ๆ นอกจากภาคใต้ส่วนใหญ่จะเป็นลมจากทิศใต้ ในตอนบ่ายและเย็นในตอนเช้าลมจะแปรปรวน ภาคใต้นั้น จะเป็นลมทางทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้ แต่ในเดือนพฤษภาคมจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นทิศตะวันออกเฉียงใต้

3. ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคม ถึง กันยายน) ลมประจำจะเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้เกือบทั่วไป ในบางคราวอาจเปลี่ยนเป็นทิศตะวันตกหรือใต้ได้

4. ฤดูเปลี่ยนหลังมรสุมเดือนตุลาคม เป็นเดือนที่ลมมรสุมเปลี่ยนจากตะวันตกเฉียงใต้เป็นตะวันออกเฉียงเหนือ หลังจากเดือนตุลาคม มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีกำลังแรงขึ้นจึงทำให้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ถอยลงไปทางใต้ ลมส่วนมากจึงเป็นทิศเหนือ และทิศตะวันตก

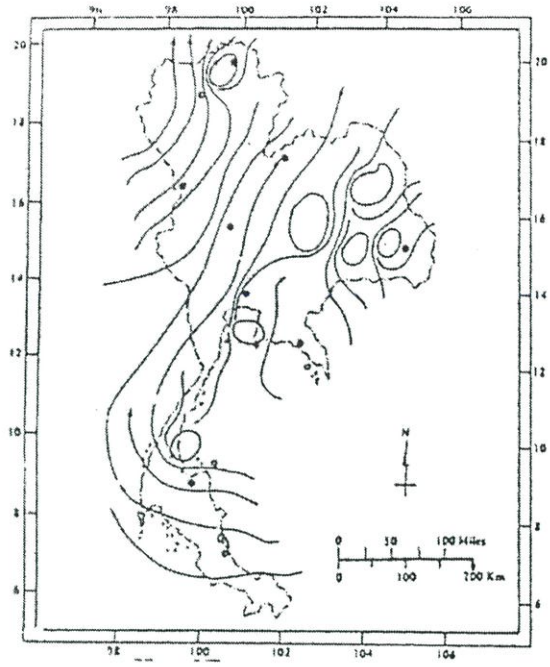
ไต้ฝุ่น

ไต้ฝุ่น (Typhoon) เป็นพายุหมุนที่มีลมพัดเวียนเข้าหาศูนย์กลาง ทั้งนี้โดยทางซีกโลกเหนือจะมีทิศทางลมทวนเข็มนาฬิกา ส่วนในซีกโลกใต้จะมีทิศทางลมตามเข็มนาฬิกา ไต้ฝุ่นหรือพายุหมุนที่เข้าสู่ประเทศไทยนั้น ส่วนมากก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ บางคราวจะเคลื่อนมาจากมหาสมุทรแปซิฟิคตอนใต้

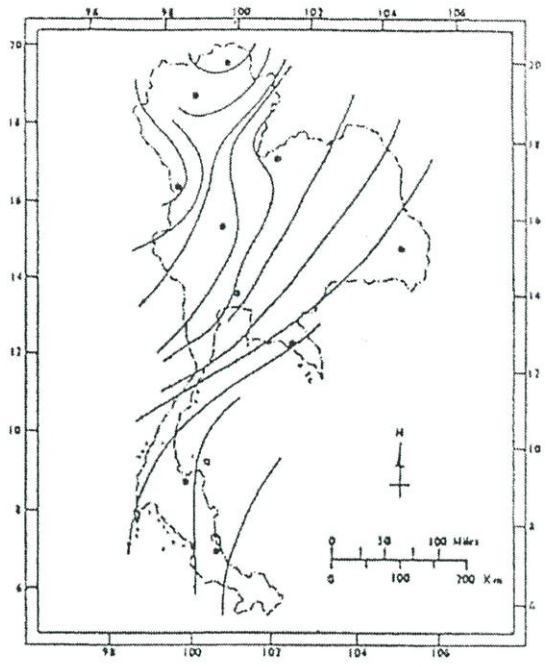
สำหรับประเทศไทย ยากที่จะถูกกระทบกระเทือนจากพายุหมุนที่มีกำลังขนาดไต้ฝุ่น เนื่องจากมีเทือกเขายาวติดต่อกันกั้นไว้เกือบรอบประเทศ จึงทำให้ลดกำลังแรงของพายุหมุนลงก่อนที่จะเข้ามาถึงในประเทศ ดังนั้นจึงมีกำลังแรงขนาดดีเปรสชั่นเท่านั้น

จำนวนพายุหมุนแห่งโซนร้อน ที่เข้ามาสู่ประเทศไทยทางด้านตะวันออกนั้น ในปีหนึ่งมีประมาณ 2-3 ครั้ง โดยมากมักจะเกิดขึ้นตอนปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (กันยายน ถึง ตุลาคม) ส่วนในระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง สิงหาคม และ พฤศจิกายน กับ ธันวาคม มีไม่ถี่นัก ในระหว่างเดือนมกราคม ถึง มีนาคม จะเป็นช่วงที่ประเทศไทยปลอดจากพายุหมุนเท่านั้น

พายุหมุนจะเริ่มเข่าสู่ทางภาคเหนือของประเทศก่อน ในระยะต่อมาทางเดินของพายุหมุนจะค่อย ๆ เคลื่อนลงทางใต้ และในตอนปลายฤดูก็จะมีทางเดินเข้าสู่บริเวณภาคกลางหรือบริเวณก้นอ่าวไทย

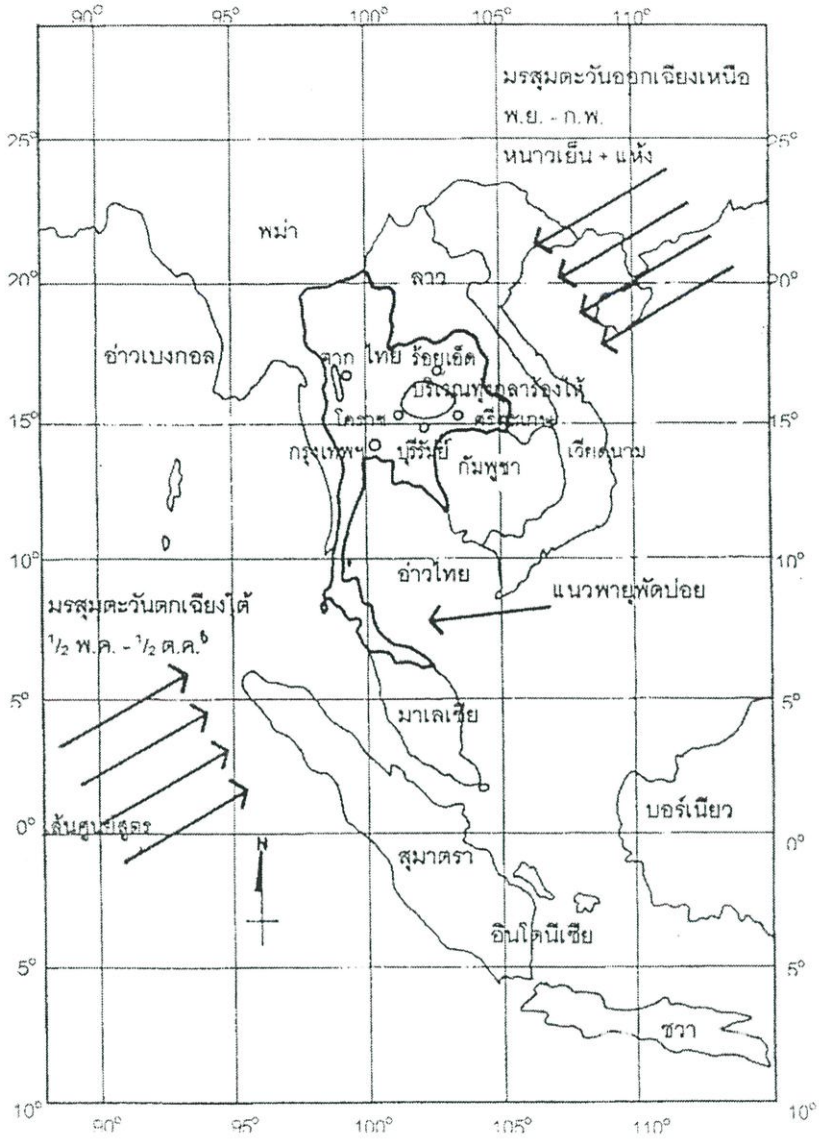


แสดงทิศทางลมระหว่างเดือน
มกราคม - มิถุนายน ของทุกปี



แสดงทิศทางลมระหว่างเดือน
กรกฎาคม - ธันวาคมของทุกปี

รูปที่ 2.4 แผนที่แสดงทิศทางลมทั่วประเทศ



รูปที่ 2.5 แผนที่แสดงทิศทางลมมรสุมพัดผ่านประเทศไทย

ลมประจำถิ่น

ลมประจำถิ่นเกิดขึ้นจากอิทธิพลของภูมิประเทศ ซึ่งในท้องที่ที่มีภูมิประเทศต่างกันก็จะมีลมประจำถิ่นแตกต่างกันไป โดยลมประจำถิ่นจะเกิดเฉพาะช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งโดยเฉพาะ โดยจะเกิดครั้งต่อไปในช่วงเวลาเดียวกันนี้เป็นประจำ และยังมีทิศทางการพัดในทิศทางเดิมตลอด จากคุณสมบัติของการพัดที่พัดทางเดิมตลอดและมีระยะเวลาแน่นอน จึงเรียกลมดังกล่าว ลมประจำถิ่น (Local Wind)

ชื่อของลมที่เรียกกันตามทีต่างๆ อาจแยกแยะออกไปได้หลายอย่าง เช่น ลมที่เรียกตามทิศทางที่มา มีลมเหนือลมใต้ ลมตะวันออกเฉียงใต้ ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมตะวันออก ลมตะวันตก และตะวันตกเฉียงใต้ หรือลมที่เรียกตามบริเวณที่เกิดเช่น ลมบก ลมทะเล ลมขึ้นลาดเขา

ลมพัดลงลาดเขา ลมที่เรียกชื่อตามลักษณะหรือคุณสมบัติของลม เช่น ลมกระโชก ลมร้อนลมหนาว ลมที่เรียกตามภาษาชาวบ้าน หรือประจำท้องถิ่น เช่น ลมว่าว ลมตะเภา ลมเฟิร์น และลมชินุก เป็นต้น

การเกิดลมประจำถิ่น เกิดจากสาเหตุ 3 ประการ คือ

- พื้นดินและน้ำ มีคุณสมบัติในการรับพลังงานความร้อนแตกต่างกัน

- การเพิ่มอุณหภูมิ และการลดอุณหภูมิ ตามลาดเขาหรือไหล่เขาในบริเวณต่างๆ (การไหลของกระแสลมเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ)

- การเปลี่ยนแปลงรูปแบบรูปแบบของมวลอากาศ และกระแสอากาศที่พัดผ่านบริเวณเทือกเขา (การไหลของกระแสเนื่องจากความแตกต่างของกดอากาศ)

การพัดของลมประจำถิ่น มีระบบการพัดที่สำคัญอยู่ 3 ประการ คือ

- พัดจากพื้นน้ำสู่พื้นดิน และพัดจากพื้นดินสู่พื้นน้ำ การเคลื่อนไหวของลมเนื่องจากอุณหภูมินั้น จะเห็นได้อย่างชัดเจน จากกรณีของลมบก ลมทะเล ซึ่งการเคลื่อนที่ของลมในตอนกลางวันนั้น ลมจะพัดจากทะเลเข้าหาฝั่ง เนื่องจากอากาศร้อนบริเวณผิวดินชายฝั่งมีมากกว่าทะเล ทำให้อากาศร้อนลอยตัวขึ้น และลมจากทะเลเข้ามาแทนที่ ในขณะเดียวกันตอนกลางคืนลมจะพัดจากบกไปสู่ทะเลเนื่องจากน้ำจะคายความร้อนช้ากว่าดิน ทำให้กลางคืนน้ำทะเลจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าบนดินที่คายความร้อนได้เร็วกว่า เกิดการแทนที่ของอากาศส่วนในที่ที่สูงขึ้นไปจากระดับ

- พัดจากบริเวณเชิงเขา ขึ้นสู่ยอดเขาและพัดจากยอดเขาลงสู่เชิงเขา

- พัดจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ตามระบบการไหล (Drainage Wind) ระบบการไหลลักษณะนี้มักเป็นการไหลของอากาศหนาว ได้แก่ อากาศหนาวจากบนยอดเขา ซึ่งมีความกดอากาศสูง และไหลเข้ามาแทนที่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำตามคุณสมบัติของลม

2.2 กลุ่มทฤษฎีเรื่องภาวะน่าสบาย

2.2.1 สภาวะน่าสบาย

ความมุ่งหมายหลักในการออกแบบที่มีความสำคัญยิ่งกว่าความสวยงาม ความประทับตาและความประทับใจ คือ การสร้างสรรค์ให้เกิด "สภาวะน่าสบาย" แก่ผู้ใช้สอยสถาปัตยกรรมนั้นๆ แต่ก็เป็นที่น่าเสียดายที่ความเข้าใจเรื่องราวสภาวะน่าสบายนั้น ยังไม่ได้รับการเผยแพร่ และมองข้ามประโยชน์ใช้สอยอันแรกนี้

การออกแบบทั่วๆ ไป ของสภาวะน่าสบายหรือเขตสบาย(Comfort Requirement) มีความหมาย คือ ขอบเขตของสภาพอากาศในช่วงระยะที่ทำให้ร่างกายมนุษย์อยู่ในสภาวะที่สบาย ซึ่งสภาวะที่สบายนี้หมายถึงสภาวะที่อากาศมีอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นในอากาศที่พอเหมาะกับการที่จะทำให้ร่างกายมนุษย์รู้สึกสบายไม่ร้อนหรือหนาวจนเกินไป ร่างกายไม่มีเหงื่อ

ไม่มีไอน้ำในอากาศที่มากเกินไป จนชื้นหรือหนาวจนเกินไปจนแห้งหายใจไม่สะดวก อัตราความเร็วลมอยู่ในเกณฑ์ที่พอเหมาะไม่รบกวน จนรู้สึกได้

จากการศึกษาของ Victor Olgyay, 1969 สภาวะสบายจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนที่หนึ่ง สภาวะภายในร่างกายที่มีผลต่อสภาวะสบายได้แก่ สภาพร่างกายของคนในแต่ละพื้นที่ เช่นคนที่อยู่อาศัยในเขตร้อนจะทนต่อสภาพอากาศร้อนได้ดีกว่าคนที่อยู่ในเขตอากาศหนาว ซึ่งสรุปได้ว่าสภาวะน่าสบายในร่างกายของคนแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน และส่วนที่สองคือ สภาวะภายนอกร่างกาย ที่มีผลต่อสภาวะสบายได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสงแดด การแผ่รังสี ความเร็วลมและทิศทางลม รวมถึงวัสดุที่นำมาใช้ในสถาปัตยกรรม ซึ่งองค์ประกอบทั้งหมดเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น

ในส่วนการศึกษาของ P.O. Fanger, 1967 ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสภาวะสบาย เป็น 2 กลุ่ม คือ องค์ประกอบจากมนุษย์ และองค์ประกอบจากสภาพแวดล้อม

- องค์ประกอบที่เกิดจากมนุษย์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ กลไกทางด้านร่างกายของมนุษย์ (Metabolism) ซึ่งขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น การยืน เดิน นั่ง นอน หรือสภาพธรรมชาติของเผ่าพันธุ์ เช่นสีผิว โครงร่างกายเป็นต้น ซึ่งกลไกทางร่างกายที่แตกต่างกันจะทำให้สภาวะสบายแตกต่างกันออกไป) และเสื้อผ้าที่มนุษย์ใช้สวมใส่

-องค์ประกอบที่สอง คือ สภาพแวดล้อม ประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ(Ambient Air Temperature) อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ(Mean Radiant Temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ความเร็วลม(Wind Speed)

- อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature) หมายถึง อุณหภูมิของอากาศที่ได้วัดได้จาก Thermometer

- อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature, MRT) หมายถึง ค่าถ่วงเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งรวมถึงแสงแดดโดยตรงกับ MRT

- ความชื้นสัมพันธ์ (Relative Humidity) หมายถึง ค่าเปรียบเทียบ สัดส่วน เป็นร้อยละของความชื้นในอากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความชื้นสูงสุดที่อากาศสามารถรับได้โดยปราศจากการกลั่นตัวเองเป็นหยดน้ำ

- ความเร็วลม (Wind Speed) เป็นความเร็วลมที่พัดจะพาความร้อนรอบตัวออกไป ทำให้รู้สึกเย็น นอกจากนั้นยังพัดพาเอาความชื้นบริเวณผิวร่างกายซึ่งจะช่วยให้การระเหยของเหงื่อดีขึ้น ความเร็วลมที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่จำเป็นในการสร้างสภาวะสบาย หากความเร็วลมน้อยเกินไปจะทำให้ผู้อยู่อาศัยเกิดความรู้สึกอึดอัดไม่มีอากาศถ่ายเท แต่ถ้ามากเกินไปจะทำให้รู้สึกรำคาญหรือรู้สึกว่าถูกรบกวนได้

2.2.2 สภาวะน่าสบายเชิงลม

สภาวะน่าสบายเชิงลม สามารถพิจารณาได้จาก ความเร็วลม (Wind Speed) อันเป็นความเร็วลมที่ผ่านผู้อยู่อาศัยโดยลมที่พัดพาความร้อนรอบตัวออกไปทำให้รู้สึกเย็น นอกจากนั้นยังพัดพาเอาความชื้นบริเวณผิวร่างกาย ซึ่งจะช่วยให้การระเหยของเหงื่อดีขึ้น ความเร็วลมที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่จำเป็นในการสร้างสภาวะสบาย หากความเร็วลมน้อยเกินไปจะทำให้ผู้อยู่อาศัยเกิดความรู้สึกอึดอัดไม่มีอากาศถ่ายเท แต่ถ้ามากเกินไปจะทำให้รู้สึกรำคาญ หรือรู้สึกว่าถูกรบกวนได้

โดยทั่วไปการรับรู้ต่อการเคลื่อนไหวของลมตามธรรมชาติ หรือที่เกิดจากพัดลม ที่ทำให้เกิดความรู้สึกเย็นลงนั้น ขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วของลม โดยมนุษย์จะรู้สึกเย็นลง 0.4 องศาเซนติเกรด เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น 1 กิโลเมตร/ชั่วโมง หรือประมาณ 0.25 เมตร/วินาที (Victor Olgyay, 1969) ซึ่งในสภาวะทั่วไปนั้น ความรู้สึกต่ออัตราความเร็วลมจะเป็นดังนี้ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 แสดงความรู้สึกของมนุษย์ต่ออัตราความเร็วลม

ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	**ความรู้สึก**
0.00 – 0.25	จะไม่รู้สึกหรือสังเกตได้
0.25 – 0.50	รู้สึกสบาย
0.50 -1.00	รู้สึกสบายโดยสามารถรับรู้ว่ามีการเคลื่อนไหวของอากาศ
1.00 – 1.50	รู้สึกมีลมพัดเล็กน้อยจนถึงรู้สึกรบกวนได้
>1.50	รู้สึกว่าถูกรบกวน

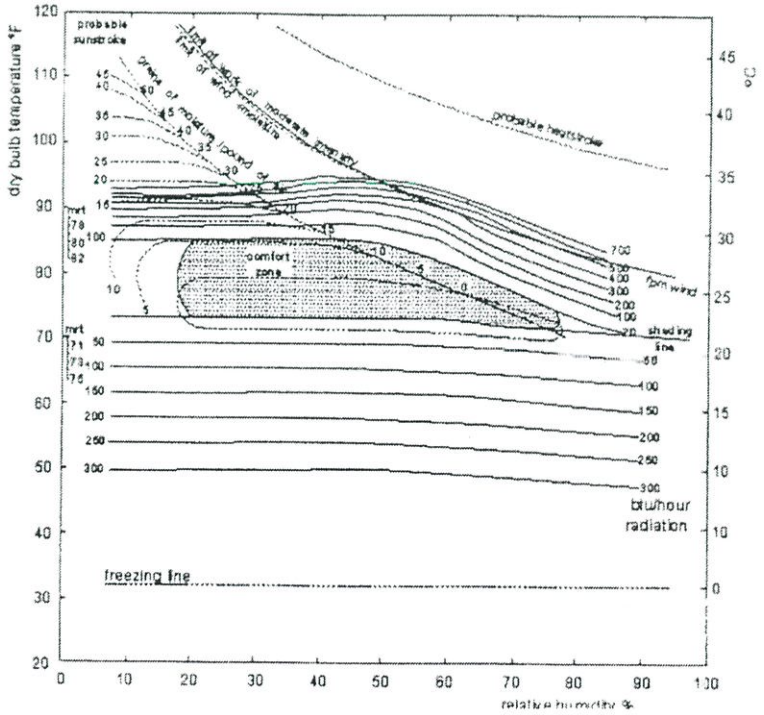
อย่างไรก็ตามในประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้น อัตราความเร็วลม 1 เมตร / วินาที เป็นความเร็วลมที่รู้สึกสบาย และอัตราความเร็วลมภายในห้อง 1.5 เมตร / วินาที เป็นความเร็วลมที่ยอมรับได้ แต่ถ้าเกิน 1.5 เมตร / วินาที จะรู้สึกว่าถูกรบกวนและกระดาษหรือวัตถุเบาๆ อาจปลิวได้

แต่หากพิจารณาถึงช่วงระยะเวลาประกอบกับกิจกรรมในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ แล้วจะพบว่าความเร็วลมสูงสุดที่เหมาะสมภายในอาคารในช่วงเวลากลางวันมีค่าอยู่ที่ 300 fpm (ฟุต/นาที) หรือ 1.5 เมตร/นาที และควรมีค่าอยู่ที่ 200 ฟุต/นาที หรือ1.0 เมตร/นาที ในเวลากลางคืน จึงจะไม่มีความรู้สึกถูกรบกวน

2.2.3 ขอบเขตของสบายของประเทศไทย

จากการศึกษาของที่ Baruch Giovoni, 1992 ได้วิเคราะห์ถึง ASHRAE Comfort Zone ที่กำหนดไว้ว่า "ความเร็วลมในระดับคงที่(Still air 0.15 เมตร/วินาที ในฤดูหนาวและ 0.25 เมตร/วินาที ในฤดูร้อน) ทำให้ขอบเขตของอุณหภูมิของความรู้สึกสบายที่ยอมรับได้เป็น 26 องศาเซลเซียส เมื่อความชื้นเท่ากับ 12 กรัม/กิโลกรัม และเป็น 27 องศาเซลเซียส เมื่อความชื้นเท่ากับ 4 กรัม/กิโลกรัม โดยเมื่อความเร็วลมเพิ่มมากขึ้นครั้งละ 0.275 เมตร/วินาที อุณหภูมิที่ยอมรับได้จะเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 องศาเซลเซียส แต่ความเร็วลมสูงสุดไม่เกิน 0.8 เมตร/วินาที และอุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 28 องศาเซลเซียส" นั้น หากนำมาใช้ในการประเมินสภาวะอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศความชื้นและความเร็วลมสูงสุดที่กำหนดไว้จะไม่สอดคล้องกับสภาวะสบายของผู้ที่อยู่ในเขตร้อน ซึ่งจะรู้สึกสบายในขอบเขตที่สูงกว่าที่กำหนดโดยที่ความเร็วลมทั่วไปในอาคารที่มี Cross Ventilation จะสูงได้ถึง 2 เมตร/วินาที

นอกจากนี้แล้วโดยการศึกษา BIOCLIMATIC CHART ของ VICTOR OLGYAY ในเขตพื้นที่ใกล้เส้นศูนย์สูตรขอบเขตสบายอาจปรับให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย (MEAN TEMPERATURE) 70-85 องศาเซลเซียสจากการศึกษา Bioclimatic Chart ของกรุงเทพมหานคร ซึ่งจัดทำโดย The Center for Tropical and Near Eastern Architecture, Pratt Institute, Brooklyn, N.Y. 1967-1968 ได้ให้ข้อมูลขอบเขตสบายจะอยู่ที่อุณหภูมิ 22-29 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 20-75 % (รูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 แสดง Bioclimatic Chart ของกรุงเทพมหานคร ที่เส้นรุ้ง 13 องศาเหนือ

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความเหมาะสมกับสภาวะอากาศและสภาพภูมิศาสตร์ของประเทศไทย ควรใช้ขอบเขตของเขตสบายของประเทศไทยที่อุณหภูมิเฉลี่ย 22-29 องศาเซลเซียส (สูตรการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิองศาเซนเซียส/ 5 = (องศาฟาเรนไฮต์-32) / 9) และความชื้นสัมพัทธ์ 20 – 75 % โดยที่อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบมีค่าเท่ากัน ความเร็วลมค่อนข้างสงบ แต่งกายแบบลำลองและทำกิจกรรมเบาๆ ซึ่งเป็นช่วงกว้างๆของเขตสบาย เนื่องจากยังมีตัวแปรอื่นๆ เช่น วัฒนธรรม ลักษณะทางกายภาพ จิตใจ ความชอบ ความคุ้นเคย เสื้อผ้าที่สวมใส่ และสภาพแวดล้อมเป็นเกณฑ์ ในการกำหนดสภาวะอากาศในช่วงของเขตไม่สบายที่ต้องใช้กระแสลมมาช่วยต่อไป นอกจากนี้แล้ว สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน รวมทั้งความเคยชินของบุคคลทางด้านกายภาพ (Physiology) สามารถที่จะแสดงออกมาได้ว่ารู้สึกอยู่ในสภาวะน่าสบายหรือไม่ แต่ทางด้านสภาพจิต (Physiology) เป็นการยากที่จะบ่งบอกออกมาได้ เช่นบุคคลที่เคยชินกับบรรยากาศแบบอบอุ่นหรือหนาว เมื่อย้ายไปอยู่ในเขตร้อนจะสามารถปรับสภาพทางกายได้ในเวลาประมาณ 1 เดือน ส่วนสภาพทางจิตใจยากที่จะได้รับความน่าสบายอย่างสมบูรณ์ในฐานะของผู้สร้างสรรค์จึงอาจจะช่วยได้ โดยการออกแบบให้มีความน่าอยู่ประทับใจ และให้อยู่ใน “สภาวะน่าสบาย” ที่สุดเท่าที่สิ่งแวดล้อมจะอำนวยได้ ซึ่งปัจจัยที่เข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์สภาวะน่าสบายให้แก่อาคารได้แก่

อุณหภูมิของอากาศ
ความชื้นในอากาศ
อุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสีความร้อน
การพัดของกระแสลม
ความส่องสว่าง
เสียง
ไฟฟ้าสถิต
กลิ่น
ฝุ่นผงในคากาศ
ความบริสุทธิ์ทางเคมีและกายภาพ

แต่ในการพิจารณาถึงสภาวะน่าสบาย ที่เน้นเฉพาะมีขอบเขตอยู่เนื่องด้วยปัจจัยในทางด้านสภาวะอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานที่จะนำเอาไปใช้ในการทำการวิเคราะห์และเลือก Scheme ข้อมูลที่เหลือที่จะนำมาพิจารณาประกอบในภายหลัง ดังนั้นปัจจัยมูลฐานที่นำมาวิเคราะห์สภาวะน่าสบายให้แก่อาคารคือ

อุณหภูมิของอากาศ

ความชื้นสัมพันธ์

การพัดของกระแสลม

การแผ่รังสีความร้อน

อย่างไรก็ตามสามารถสรุปได้ว่า ในกรณีของประเทศไทย ขอบเขตสภาวะน่าสบาย จะมีค่าอยู่ที่อุณหภูมิ 22-29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20%-75% ความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคารสูงสุดมีค่าเป็น 1.5 เมตร/วินาที ในเวลากลางวันและ 1.0เมตร/วินาที ในเวลากลางคืน

จากแผนภูมิตาราง BIOCLIMATIC CHART จะเห็นตำแหน่งของสภาวะน่าสบายอยู่ตรงกลาง

1. เหนือตำแหน่งสภาวะน่าสบาย (COMFORT ZONE) คือตำแหน่งของสภาวะร้อนวิกฤติหรือ สภาวะร้อนจัด (OVERHEATED ZONE) ซึ่งจากตารางจะเห็นเส้นแสดงความเร็วลมซึ่งจะสามารถนำมาปรับช่วยให้พื้นที่นั้นๆ อยู่ในสภาวะน่าสบายได้

2. นอกจากนี้ที่เหนือตำแหน่ง สภาวะน่าสบาย (COMFORT ZONE) จะเห็นเส้นแสดงค่าของความชื้นในอากาศ ซึ่งก็สามารถจะนำมาปรับช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ ในพื้นที่ที่มีความชื้นในอากาศต่ำ

3. ใต้ตำแหน่งสภาวะน่าสบาย (COMFORT ZONE) มีเส้นแสดงการต้องการร่มเงา (การกันแดด) ใต้ตำแหน่งสภาวะน่าสบายลงไปเรียกว่า สภาวะเย็นวิกฤติ หรือ สภาวะหนาวเย็น (UNDERHEATED ZONE) จะมีเส้นแสดงปริมาณความต้องการ การแผ่รังสีความร้อน หรือการต้องการความร้อนเพิ่มทางใดทางหนึ่ง

จากข้อมูล 1. การเคลื่อนที่ของลมทำให้เกิดความเย็น การเคลื่อนที่ (พัด) ของลมช่วยเร่งการระเหยของความชื้นจากผิวหนัง ทำให้อุณหภูมิลดลงถ้าความเร็วลมเพิ่ม ส่วนบนของสภาวะน่าสบายจะถีบตัวตามขึ้นไป แต่ถ้าหากอุณหภูมิโดยรอบสูงมาก ก็ยิ่งเป็นการยากที่จะใช้กระแสลมช่วยเส้นในแผนภูมิแสดงความเร็วลมที่ต้องการ

0.8 ฟุต/วินาที ไม่สังเกตพบ

0.8-1.6 ฟุต/วินาที กำลังสบาย ไม่สังเกตพบ

1.6-3.3 ฟุต/วินาที กำลังสบาย สังเกตพบการพัดของกระแสลม

3.3-5.0 ฟุต/วินาที รบกวน ต้องการออกแบบช่วย

ในอาคารบางชนิด การออกแบบจะต้องไม่ใช้กระแสลมที่มีความเร็วสูงเกิดไป เช่น สำนักงาน โรงพยาบาล

จากข้อ 2. การระเหยกลายไอ ลดอุณหภูมิ (DRY-BULB TEMPERATURE) ให้ต่ำลง เส้นประแสดงปริมาณความชื้นเป็นเกรนต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์ของอากาศ (Grains propound (Lb))

(อากาศ 1 ft หนัก=0.08 Lb) ซึ่งทำให้รู้ว่าจะต้องเพิ่มความชื้นให้กับอากาซหรือไม่ในบริเวณเขตร้อนแห้ง ซึ่งในเขตร้อนแห้งการเพิ่มความเร็วลมไม่ได้ผล วิธีการเพิ่มความชื้นใช้ได้ทั้งวิธีตามธรรมชาติ และใช้เครื่องมือประกอบ เช่น น้ำพุ สระน้ำ บึง ต้นไม้ เป็นต้น

จากข้อ 3. ความร้อนเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศ การให้ความอบอุ่นแกอาคาร มิได้โดยการใช้เครื่องทำความร้อนเท่านั้น สามารถใช้จากผนังอาคารที่ได้รับความร้อนเอาไว้ให้แผ่รังสีความร้อนออกมา ในกรณีที่มีความอบอุ่นของอาคารมีต่ำกว่าปกติไม่มากนัก วิธีนี้จะให้ผลดี (ฤดูหนาวในเขตร้อน หรือพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำในเวลากลางคืน) ผนังจะมีการสะสมและมีค่าของการหน่วงความร้อนไว้ตามต้องการ โดยการเลือกวัสดุ ความหนา และออกแบบไว้ให้รับการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ในทิศทางที่ต้องการอย่างเหมาะสม

เนื่องจากลักษณะของสภาวะน่าสบาย ในวิธีนี้แสดงจากกราฟสามารถจะนำไปพล็อตลงในตารางโคจร เพื่อคำนวณต่อไปได้ จึงใช้กราฟประกอบในสิ่งที่ไม่สามารถจะแสดงได้เป็นอย่างดี

การวิจัยของ Houghton และ Yaglou ได้ก่อให้เกิดคำว่า EFFECTIVE TEMPERATURE หรือ ET บางแห่งใช้คำว่า CORRRECTED (NORMAL) EFFECTIVE TEMPERATURE หรือ CET ซึ่งเป็นขอบเขตกำหนดซึ่งได้จากอุณหภูมิ ความชื้น และกระแสลม รวมกันเป็นการแสดงค่าความรู้สึกร้อน-หนาว หรือ สภาวะน่าสบาย DRY-BULB TEMPERATURE คืออุณหภูมิที่วัดโดยเทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา WET- BULB TEMPERATURE คืออุณหภูมิที่เป็นค่ารวมของอุณหภูมิ DRY-BULB ซึ่งวัดได้ตามปกติกับความชื้นในอากาศ โดยการวัดของเทอร์โมมิเตอร์เก็บความชื้นไว้แกว่งเทอร์โมมิเตอร์ด้วยความเร็ว เพื่อให้อากาศกระตุ้นการระเหยตัวเป็นไอ เพื่อให้เกิดการรวมตัวกันอย่างกระทันหันของเหลวที่อยู่ใกล้กัน อุณหภูมิที่ได้เป็น WET- BULB TEMPERATURE คือค่าความสัมพันธ์ของ DRY-BULB TEMPERATURE และ WET- BULB TEMPERATURE ค่า VAPOYUR PRESSURE และปริมาณความชื้นอากาศอ่านได้จาก PSYCHROMETRIC DIAGRAM

2.3 กลุ่มทฤษฎีเรื่องลมกับสถาปัตยกรรม

2.3.1 ลักษณะของลม

กระแสลมเกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหวของอากาศ อันเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศและความแตกต่างของอุณหภูมิ ซึ่งคุณสมบัติของลมนั้น จะเคลื่อนที่ที่มีความกดอากาศสูงไปยังที่ที่มีความกดอากาศต่ำเสมอ และจะเคลื่อนที่เมื่ออากาศที่มีอุณหภูมิสูงลอยตัวขึ้นและอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไหลเข้าไปแทนที่

- ความเร็วของลมพื้นผิว

ค่าความเร็วลมพื้นผิวนั้นจะไม่คงที่ และมีค่าเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว และต่อเนื่อง การวัดความเร็วลม ใช้การกะประมาณเอาจากการเคลื่อนไหวของสิ่งของที่รับลมเข้ามาปะทะ หน่วยความเร็วลมที่ใช้โดยทั่วไป ได้แก่ น็อต ซึ่งความเร็วลม 1 น็อต มีค่า 0.515 เมตรต่อวินาที หรือ 1 ไมล์ทะเลต่อ 1 ชั่วโมง ได้กำหนดสเกลโบฟอร์ต โดยพลเรือเอก โบฟอร์ต แห่งราชนาวีอังกฤษ โดยใช้ในการกำหนดออกทะเล เมื่อปี ค.ศ.1905 มาตราโบฟอร์ตจะประกอบไปด้วยกัน 12 มาตรา ซึ่งในที่นี้จะแสดงเพียง 5 มาตรา (ดังตาราง ที่ 3.1) เนื่องจากในการศึกษาเรื่องของลม โดยการใช้อุโมงค์ลม (Wind Tunnel) นั้น ส่วนใหญ่จะใช้ความเร็วลมในมาตราที่ 4 หรือ 5 เท่านั้น ส่วนการนำมาใช้เพื่อปรับสภาวะอากาศให้อยู่ในเขตสบายโดยทั่วไปจะใช้ความเร็วลมมากสุดในมาตราที่สอง คือ 2 เมตร/วินาที

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมและตามมาตราในฟอร์ด

ลำดับ	ลักษณะลม	ความเร็ว ณ สูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดิน				รายละเอียดสำหรับการคาดคะเนความเร็วลมที่พัดบนพื้นดิน
		น็อต	ม./วินาที	กม./ชม	ไมล์/ชม.	
1	Calm	1	0-0.2	1	1	สงบ ควันลอยขึ้นทางตั้ง
2	Light air	1-3	0.3-1.15	1-1	1-3	ควันจะเฉไป แต่ศรลม ไม่แสดงให้เห็นชัด
3	Slight breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	4-7	ลมปะทะหน้าไป ใบไม้ถูกพัดกราว
4	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	8-12	ศรลมหันไปตามทิศลมใบไม้และกิ่งไม้เล็กๆ เคลื่อนไหวคงที่ธงขนาดเบาจะกางขยายออก
5	Moderate breeze	11-11	5.5-7.9	20-28	3-18	ฝนลอยขึ้น กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็ก ๆ เคลื่อนไหว

- ลมประจำถิ่น

ลมประจำถิ่นเกิดขึ้นจากอิทธิพลของภูมิประเทศ ซึ่งในท้องที่ที่ภูมิประเทศต่างกันก็จะมีลมประจำถิ่นที่แตกต่างกันไป โดยลมประจำถิ่นจะเกิดเฉพาะช่วงเวลาในเวลาหนึ่งโดยเฉพาะ โดยจะเกิดครั้งต่อไปในช่วงเวลาเดียวกันนี้เป็นประจำ และยังมีทิศทางพัดในทิศทางเดิมตลอด จากคุณสมบัติของการพัดที่พัดทางเดิมตลอดและมีระยะเวลาแน่นอน จึงเรียกลมดังกล่าวว่า ลมประจำถิ่น (Local Wind)

ชื่อของลมที่เรียกกันตามที่ต่าง ๆ อาจแยกแยะออกไปได้หลายอย่าง เช่น ลมที่เรียกตามทิศทางที่มา มีลมเหนือลมใต้ ลมตะวันออกเฉียงใต้ ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมตะวันออก ลมตะวันตก และลมตะวันตกเฉียงใต้ หรือลมที่เรียกตามบริเวณที่เกิดเช่น ลมบก ลมทะเล ลมขึ้นลาด

เขา ลมพัดลงลาดเขา ลมที่เรียกชื่อตามลักษณะหรือคุณสมบัติของลม เช่น ลมกระโชก ลมร้อนลมหนาว ลมที่เรียกตามภาษาชาวบ้าน หรือประจำท้องถิ่น เช่น ลมว่าว ลมตะเภา ลมเฟิร์น และลมชินุกเป็นต้น

การเกิดลมประจำถิ่น เกิดจากสาเหตุ3 ประการ คือ

- พื้นดินและน้ำ มีคุณสมบัติในการรับพลังงานความร้อนแตกต่างกัน

- การเพิ่มอุณหภูมิ และการลดอุณหภูมิ ตามลาดเขาหรือไหล่เขาในบริเวณต่าง ๆ (การไหลของกระแสลมเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ)

- การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของมวลอากาศ และกระแสอากาศที่พัดผ่านบริเวณเทือกเขา (การไหลของกระแสเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ)

การพัดของลมประจำถิ่น มีระบบการพัดที่สำคัญสำคัญอยู่ 3 ประการ คือ

- การพัดจากพื้นน้ำสู่พื้นดิน และพัดจากพื้นดินสู่พื้นน้ำ หรือลมบกลมทะเลเป็นการเคลื่อนไหลของลมเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ กรณีหนึ่งซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจน การเคลื่อนที่ของลมในตอนกลางวันนั้น ลมจะพัดจากทะเลเข้าหาฝั่ง เนื่องจากอากาศร้อนบริเวณผิวดินชายฝั่งมีมากกว่าทะเล ทำให้อากาศร้อนลอยตัวขึ้น และลมทะเลเข้ามาแทนที่ ในขณะเดียวกันตอนกลางคืนลมจะพัดจากบกไปสู่ทะเลเนื่องจากน้ำจะคายความร้อนช้ากว่าดิน ทำให้กลางคืนน้ำทะเลจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าบนดินที่คายความร้อนได้เร็วกว่า เกิดการแทนที่ของอากาศส่วนในที่ที่สูงขึ้นไปจากระดับพื้นดิน

- พัดจากบริเวณเชิงเขา ขึ้นสู่ยอดเขาและพัดจากยอดเขาลงสู่เชิงเขา

- พัดจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ตามระบบการไหล (Drainage Wind) ระบบการไหลลักษณะนี้มักเป็นการไหลของอากาศหนาว ได้แก่ อากาศหนาวจากบนยอดเขา ซึ่งมีความกดอากาศสูง และไหลเข้ามาแทนที่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำตามคุณสมบัติของลม

อย่างไรก็ตามเนื่องจากลมประจำถิ่นมีคุณสมบัติที่เฉพาะตัวของแต่ละพื้นที่ ดังนั้นการนำลมประจำถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ควรทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลมนั้น ๆ อย่างละเอียดอันได้แก่

1. ทิศทางในการพัด คิดจำนวนความถี่หรือห่วงเปอร์เซ็นต์ หรือความสม่ำเสมอนั่นเอง

2. ความเร็วลม

3. ข้อมูลประกอบทั่วไป เช่น เป็นลมเย็น ลมร้อน ฯลฯ

จึงจะสามารถใช้งานลมชนิดนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมถูกต้อง

2.3.2 ทิศทางกระแสลมและการระบายอากาศในอาคาร

กระแสนั้นมีความสำคัญสามารถช่วยระบายอากาศ และแลกเปลี่ยนถ่ายเทอากาศได้ ซึ่งกระแสมีทั้งที่ช่วยนำพาความร้อนออกจากอาคาร และอาจนำความร้อนเข้าสู่อาคารได้ ดังนั้น ในการออกแบบอาคารสำหรับเขตภูมิภาคอากาศร้อนชื้น เช่น ประเทศไทยจึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาทิศทาง และความเร็วของกระแสลม เพื่อมาปรับลดความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารอันจะเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่นำมาปรับสภาวะอากาศภายในอาคาร เช่น การใช้พัดลม เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมได้รับผลกระทบจากสารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ ถ้าสามารถใช้ลมจากธรรมชาติอย่างถูกวิธี โดยศึกษาข้อมูลทิศทางกระแสลมที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีได้ และรู้วิธีควบคุมทางและควบคุมการไหลของอากาศ ก็สามารถนำลมเย็นเข้ามาใช้ได้ดี และสามารถป้องกันลมร้อนที่จะเข้าสู่อาคารได้อีกด้วย

แรงลมตามธรรมชาติที่ทำให้เกิดการระบายภายในอาคาร สามารถแบ่งประเภทที่ทำให้เกิดแรงลมได้เป็น 2 วิธี ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการไหลเวียนของกระแสลมซึ่ง วิธีแรกคือการเคลื่อนที่ของอากาศอันเกิดจากความดันที่แตกต่าง วิธีที่ 2 คือเกิดจากอุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยวิธีทั้ง 2 ไม่ว่าจะเกิดอันใดเพียงลำพังหรือเกิดทั้ง 2 อย่าง ก็ขึ้นอยู่กับอยู่ที่ชั้นไหนในบรรยากาศ และการออกแบบอาคาร

การระบายอากาศโดยแรงลม กระแสลมที่เข้ามาภายในอาคารจะช้าลง และลอยตัวขึ้นโดยทิศทางไปตามกระแสลม โดยพื้นที่ที่มีแรงดันสูงกระแสลมจะเคลื่อนที่จากจุดนี้ไปยังจุดที่มีแรงดันต่ำที่อยู่แนบกับด้านข้างของพื้นผิวที่รับกระแสลม และพื้นที่ใต้ลมหรือตามลมจะมีแรงดันต่ำทำให้กระแสลมเคลื่อนที่มานะจุดนี้แรงลมที่ตำแหน่งด้านหลังนี้จะค่อย ๆ ถูกเติมด้วยอากาศรอบ ๆ ดังนั้นระยะทางจากสองฟากกับ ความสูงของอาคารต้องเป็นที่ที่อากาศจะสามารถไปถึงได้และหากอาคารมีระยะที่เว้นห่างออกไปแรงลมที่ได้ในอาคารด้านหลังจะเท่ากับแรงลมตั้งต้นก็ต่อเมื่ออยู่ห่างกันเท่ากับ 7 เท่าของความสูงของอาคาร

ความดันที่แตกต่างกันของพื้นที่ด้านลมกับด้านหลังที่ไม่ได้รับลมโดยตรงสามารถทำให้เกิดการระบายอากาศภายในอาคารได้ ตำแหน่งช่องเปิดมีผลมากที่สุด เมื่อช่องเปิดทางเข้าเกิดความกดอากาศสูง และช่องเปิดทางออกเกิดความกดอากาศต่ำปริมาณการถ่ายเทอากาศจากความดันที่แตกต่างกัน จะได้ผลก็ต่อเมื่อมีการเปิดช่องเปิดทางลมเข้าและช่องเปิดทางลมออก อากาศภายในประมาณใกล้เคียงกันได้ก็ต่อเมื่อทิศทางของลมที่มาตามปรกติมากระทบอาคาร และเข้าออกช่องเปิดที่มีขนาดเท่ากัน

จากการศึกษาของ (Victor Olgyay) พบว่าลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมจะเห็นได้ชัดเจนจากอาคารซึ่งไม่มีช่องให้ลมผ่านในทางออกจะเห็นได้ว่าภายในไม่มีลมเข้า ถ้าใช้ช่องเปิด

ขนาดใหญ่ทางด้านช่องเปิดทางลมเข้าและขนาดเล็กที่ช่องเปิดทางลมออกทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมได้มาก

อย่างไรก็ตามในหน้าร้อนกระแสลมที่มีความเย็นที่มีความเร็วเพียงพอจะมีความสำคัญมากกว่าจำนวนการไหลเวียนของอากาศภายใน การใช้ช่องเปิดทางเข้าทีเล็กและช่องเปิดทางออกใหญ่ (Venturi Effect) ความเร็วลมภายในบริเวณช่องเปิดทางลมเข้าจะมากที่สุด การเพิ่มความเร็วลมภายในอาคารใช้เปรียบเทียบความเร็วลมจากช่องทางออก

ผลแรงเฉื่อย ถ้าทางเข้าและทางออกของลมเท่ากัน โดยอยู่ในระดับเดียวกันแรงลมภายในอาคารจะเป็นเส้นตรง โดยแรงดันด้านนอกจะเท่ากัน และถ้าใช้ช่องเปิดขนาดไม่เท่ากันในตำแหน่งที่ตรงกันจะเกิดความดันที่แตกต่างกันขึ้น กระแสลมที่เข้ามาภายในอาคารในลักษณะตั้งฉากจะมีลักษณะเหมือนลมก่อนเข้าโดยจะมีแรงเฉื่อยเกิดขึ้น ทิศทางกระแสลมจะไม่สมมาตรถ้าช่องเปิดทางออกอันใดอันหนึ่งถูกบังคับอยู่ เช่น การเปิดหน้าต่าง

ถ้าแบ่งพื้นที่ภายในอาคารเป็นส่วน ๆ กระแสลมที่เข้ามาภายในพื้นที่แต่ละช่องเปิด ถ้าเป็นช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่ตรงกลางของรูปทรงเรขาคณิตของห้อง กระแสลมจะเป็นเส้นตรงโดยต้องระวังในส่วนของความเร็วลมและจะเปลี่ยนทิศทางและช้าลงถ้ามีสิ่งกีดขวาง เช่น เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์ต่าง ๆ หรือผนังกั้นภายใน โดยเป็นตัวทำให้ความเร็วลมลดลงได้ ดังนั้นในการวางสิ่งใดในส่วนต่าง ๆ ของห้อง ควรจะจัดวางโดยคำนึงถึงกระแสลมเป็นหลักด้วย

แผงกันกระแสลมจะเป็นตัวทำให้ลมเกิดการไหลวนกลับ (Eddie) โดยจะเป็นลมหมุนที่ช้าลงเป็นแรงเฉื่อย ความเร็วและทิศทางจะคงที่ไม่เปลี่ยน ถ้าผนังที่กั้นมีลักษณะเดียวกันกระแสลมจะถูกขัดขวางและทำให้ช้าลง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ช้าลง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ขาดการระบายอากาศภายในห้องข้าง ๆ ได้

ทิศทางของช่องเปิดทางเข้าและทางออก รวมถึงขนาดความกว้างใหญ่ของช่องเปิดมีผลกับความเร็วลม ดังที่ได้กล่าวมาแล้วตำแหน่งช่องลมออกที่ไม่สัมพันธ์กับทิศทางของกระแสที่เข้ามาจะทำให้ความเร็วถูกหน่วงให้ช้าลง ถ้ามีการเปลี่ยนทิศทางของกระแสลม ถ้าให้ช่องทางออกคงที่และช่องทางเข้าติดฝ้าอยู่ตรงกลาง และอยู่ด้านล่างทิศทางกระแสลมจะขึ้นไปที่ฝ้าและต่ำลงมาหรืออาจลงต่ำถึงพื้น ทิศทางกระแสที่ลมพัดควรให้ผ่านบริเวณที่ใช้งาน โดยใช้ช่องทางเข้าเป็นตัวบังคับแนวกระแสลมภายใน ทิศทางของช่องเปิดทางเข้ามีผลกับกระแสลม โดยด้านนอกอาคารในส่วนที่อยู่ใกล้กับช่องเปิดทางเข้าสามารถบังคับทิศทางกระแสลมได้ โดยส่วนที่ยื่นออกมาจากชายคาของอาคารอาจขัดขวางทิศทางลมในส่วนของลมที่จะเข้าไปในช่องเปิด ส่วนที่ยื่นนี้ถ้ามีความแข็งแรงและอยู่เหนือหน้าต่างจะมีผลกับลมที่จะพัดผ่านฝ้าเพดาน เพราะว่า ผลจากการแยกความดันด้านนอกจากส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไปเมื่อลมพัดผ่านในส่วนอยู่อาศัยผลที่เกิดจะไม่เอื้อกับการได้ประโยชน์จากกระแสลม แต่ถ้าใช้ส่วนยื่นในลักษณะเป็นครีบ เป็นช่องๆ กระแสลมจะพัดลงต่ำพอดีกับระดับ

ของส่วนที่ใช้งาน ชนิดของช่องเปิดจะมีผลในการเบี่ยงเบนของกระแสลมที่เข้ามา การระบายอากาศโดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันนั้น อุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างภายในห้อง กับภายนอกห้องมีผลกับการระบายอากาศไม่เหมือนกัน โดยถ้าเป็นกระแสลมอบอุ่นจะลอยตัวขึ้นและถูกแทนที่โดยอากาศเย็น อุณหภูมิที่แตกต่างกันจะสูงขึ้นเมื่อเกิดความแตกต่างของขนาดช่องเปิดทางเข้าและทางออกมาก ๆ และจะใช้ได้ผลมากกับแบบระบายอากาศทางปล่อง

ช่องเปิดที่ดีไม่ใช่เพียงแค่มีจำนวนที่มาก หรือขนาดใหญ่โตเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ต้องคำนึงถึงการเจาะช่องเปิดให้สัมพันธ์กับทิศทางกระแสลมเข้าและออก จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด ในการทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดี และช่วยให้เกิดความสบายขึ้นในอาคาร ลมที่พัดผ่านนั้นเป็นได้ทั้งตัวพาความเย็น และพาความร้อนเข้ามาสู่อาคาร ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและทิศทางของอาคาร ดังนั้น การใช้ลมพัดผ่านก็ควรศึกษาคุณลักษณะของลมด้วย เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการเลือกใช้

ตามหลักการนั้น การวางอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลม โดยให้มีช่องลมเข้า และช่องลมออก เพื่อให้เกิด Cross Ventilation จะทำให้ลมเข้าอาคารเต็มที่ แต่ทิศทางลมประจำถิ่นของประเทศไทยส่วนมากจะมาทางเดียวกับแดด คือทางทิศใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ หรือตะวันตก ในการออกแบบอาคารจึงควรหาทางป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาพร้อมกับลมด้วย เช่น การใช้ชายคาบ้าน หรือการวางอาคารทำมุมกับทิศทางลม และการลดความร้อนบริเวณรอบอาคาร

สรุปได้ว่าเพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีในอาคาร ต้องพิจารณาถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องที่ทำให้การระบายได้ผลตามที่ต้องการ ดังนี้

- พลังงานจากกระแสลม (แรงลม)
- อัตราความเร็วลมทั้งหมด และทิศทางของกระแสลมตลอดปี
- อัตราความกดอากาศ
- ขนาดช่องเปิด ทั้งช่องเปิดทางเข้าและช่องทางออก
- จำนวนช่องเปิด และสิ่งกีดขวางภายใน เช่นผนัง,เฟอร์นิเจอร์
- รูปร่างของช่องเปิด กับทิศทางกระแสลมทั้งทางเข้าและทางออก
- ทิศทาง, รูปแบบ ของกระแสลมที่อยู่ภายในตัวอาคาร
- การกระจายของลมที่พัดผ่านตัวอาคาร
- ปริมาณกระแสลม (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)

2.3.3 **การระบายอากาศโดยการพัดผ่านอาคารของลม**

การพัดผ่านอาคารของลม ช่วยแก้ปัญหาหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อนชื้น เป็นการแก้ไขปัญหาขั้นมูลฐานของสภาพบรรยากาศภายในอาคาร

การเคลื่อนของลมทำให้เกิดความสดชื่น เพราะเป็นการเพิ่มการระเหยกลายเป็นไอ ซึ่งทำให้อุณหภูมิของผิวหนังลดลง การเพิ่มขึ้นของความชื้นในอากาศสามารถช่วยให้ความเร็วลมที่สูงขึ้น แต่จะไม่ได้ผลเมื่อความชื้นสูงถึงระดับ 100% ซึ่งร่างกายไม่สามารถระเหยเหงื่อเป็นไอได้อีกต่อไป

การลดอุณหภูมิโดยวิธีการผ่านของลมจะบังเกิดผล เมื่ออุณหภูมิของอากาศมีค่าต่ำอุณหภูมิที่ผิวร่างกาย (95-97 องศาฟาเลนไฮส์) เพราะถึงแม้ว่าลมจะเร่งให้เกิดการระเหยเป็นไอ ก็ไม่สามารถจะสมดุลกับความร้อนที่ได้รับจากอุณหภูมิสูงได้ ซึ่งเป็นอรรถาธิบายได้ว่า ทำไมบรรยากาศภายในอาคารจึงสามารถใช้ลมแก้ปัญหาได้ในเขตร้อนชื้น ซึ่งตรงข้ามกับเขตร้อนแห้ง ที่จะต้องป้องกันไม่ให้ลมพัดผ่านเข้าไปในอาคารในเวลากลางวัน

2.3.4 **คุณสมบัติในการไหลผ่านภายในอาคารของกระแสลม**

เป็นที่น่าสนใจว่าสำหรับอาคารที่ไม่มีการเปิดทางออกจะไม่มีกระแสลมที่พัดผ่านเข้าไปเลย และในทางตรงกันข้าม ถ้าช่องเปิดเข้า และออก วางไว้ตรงกันข้ามกัน กว้าง และตรงตำแหน่งความกดสูง และความกดต่ำจะให้ปริมาณอากาศไหลผ่านมากที่สุด

อย่างไรก็ตามสำหรับในฤดูร้อนความเร็วของกระแสลมที่สูงพอมีความสำคัญกว่าปริมาณของลมที่ไหลผ่าน โดยการใช้ทางเข้าที่เล็กลง ทำให้เกิดผลการคอดตัว ทำให้ได้กระแสที่มีความเร็วขึ้นตามความต้องการภายในอาคาร ในทางกลับกันถ้าช่องทางออกเล็กและช่องเปิดทางช่องเข้าใหญ่ กระแสลมจะมีความเร็วสูงขึ้นภายนอกอาคาร

คุณสมบัติในการไหลของอากาศภายในอาคาร

1. **แรงเฉื่อยในการไหล** (INERTIA EFFECT)

ในกรณีที่ทางเปิดเข้าทางออกวางไว้ตรงกันจะเกิดผลต่อแนวการไหลของอากาศเนื่องจากความดันที่เท่ากันทั้งภายนอกและภายใน

ในกรณีที่ทางเปิดเข้าออกไม่ตรงกัน อากาศจะถูกบังคับให้ไหลเหทิศทาง แนวการไหลของอากาศภายในจะพยายามไหลตามทิศทางที่จะเป็นแนวการไหลเดิมโดยแรงเฉื่อย และเมื่อวกกลับแรงที่เกิดจากความแตกต่างของความดัน วิธีการไหลแบบนี้ขึ้นได้อีก ในเมื่อมีสิ่งอื่นๆ มาประกอบทางเข้าหรือออกของอากาศ

2. **การแบ่งเนื้อที่ใช้อาคาร**

การไหลเข้าออกได้โดยตรงเท่านั้นที่จะให้ผลดีที่สุดกับการไหลของอากาศ ซึ่งถ้ามี ELEMENTS OF DESIGN ใดๆ ในอาคาร จะเปลี่ยนแนวการไหลและความเร็ว ดังนั้นการจัดวางผังเฟอร์นิเจอร์ใดๆ ภายในอาคารควรเกิดจากการพิจารณา แนวการไหลของอาคารด้วย

การจัดวางผนังหรือเฟอร์นิเจอร์ถ้าวางไว้ในตำแหน่งที่อยู่นอกแนวการไหลของอากาศ จะไม่ทำให้แนวการไหลเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าวางไว้แนวการไหลของอากาศ จะเปลี่ยนอัตราการไหลและแนวการไหลของอากาศ ทำให้มีอากาศระบายน้อยลง ทั้งในห้องแรกที่อากาศไหลผ่านด้วย อาจทำให้เกิดการพัดระบายอากาศ (CROSS VENTILATION) ไม่เพียงพอ

3. การวางตำแหน่งของช่องเปิดทางเข้า และช่องเปิดทางของอากาศ

อัตราส่วนกว้างของทางออกต่อทางเข้าสูง ทำให้เกิดความเร็วลมในการไหลสูง ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลงได้มาก การวางตำแหน่งช่องเปิดทางเข้าและออกของอากาศ มีผลโดยตรงต่อแนวการไหลของอากาศ ความเร็วลมจะลดลงไปด้วยการเปลี่ยนทิศทางของการไหล

แนวการไหลของอากาศภายในอาคารจะต้องผ่านบริเวณที่ใช้อยู่อาศัยหรือกระทำกิจกรรม ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของช่องเปิดทางเข้าและออกของกระแสลม รวมทั้งรูปแบบและสิ่งประกอบของช่องเปิดทางเข้า-ออก เองอีกด้วย

4. แนวการไหลเนื่องจากสิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้า และช่องเปิดทางออกของอากาศ

สิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้าของอากาศนอกอาคารจะมีผลต่อแนวการไหลของอากาศภายในอาคารอย่างเห็นได้ชัดเจน เช่น ชายคาที่ระดับฝ้าของอาคารจะปะทะกระแสลม และเปลี่ยนแนวการไหลของกระแสลมเข้าสู่ช่องเปิดทางเข้า เพิ่มคุณสมบัติในการระบายอากาศ ในขณะที่ชายคาเดียวกันวางที่ระดับขอบบนของช่องทางเข้าของอากาศ ทำให้กระแสลมพุ่งขึ้นสู่ฝ้าภายในอาคาร และชายคาเดียวกัน วางระดับบนขอบหน้าต่างแต่ดึงหลุดออกเล็กน้อย เพื่อให้เป็นช่องปรับความดัน จะทำให้แนวการไหลของอากาศต่ำลงสู่ระดับที่เป็นประโยชน์ได้

สิ่งประกอบรูปแบบชนิดอื่นๆ เช่น แผงกันแดด เกร็ดติดตายหรือเกร็ดหมุนจะช่วยปรับให้แนวการไหลเป็นไปในแบบที่เกิดจากความต้องการภายในอาคารซึ่งต้องการวิเคราะห์โดยเฉพาะอย่างเพียงพอ

5. การไหลระบายของอากาศเนื่องจากความแตกต่างอุณหภูมิ

เนื่องจากความแตกต่างกันของน้ำหนัก เนื่องจากความแตกต่างกันของอุณหภูมิของร่างกายนอกและภายในอาคาร ทำให้อากาศภายในลอยตัวขึ้นและเกิดการแทนที่ ความแตกต่างกันยิ่งมีมากเท่าใดก็ก่อให้เกิดแรงทำให้เกิดการไหลมากขึ้นเท่านั้น

- การไหลของอากาศเนื่องจากวิธีการนี้นำไปสู่การออกแบบที่อาคารมีฝ้าเพดานสูง ๆ ในสภาพแวดล้อมที่มีความร้อนสูง ห้องโถงหรือห้องบันไดควรออกแบบในรูปนี้ T.S.Rogers ได้กล่าวถึงการระบายอากาศในช่องหลังคาจั่ว (GABLE ROOF) ปั้นหยา (HIP ROOF) หรือหลังคาแบน (FLAT ROOF) (สำหรับพื้นที่น้อยกว่า 5,000 ฟุต) ว่าคสรเป็น 1:150 สำหรับการลดความร้อนใต้หลังคาในฤดูร้อนในเส้นรุ้งต่ำ ๆ เช่นกรุงเทพฯ ควรเป็น 1:100 หรือมากกว่านี้

จากผลรวมในการวิเคราะห์ ทำให้สามารถที่จะนำมาใช้ในหลักในการออกแบบอันเกี่ยวเนื่องกับลมได้ดังนี้ คือ

2.3.5 สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ

1. การออกแบบอาคารโดยการวิเคราะห์ลมประจำถิ่น ลมในขณะที่เกิดร้อนวิกฤติ

2. จากข้อมูลความเร็วและความถี่ของทิศทางกระแสลม

3. การใช้สิ่งประกอบการออกแบบในภูมิสถาปัตย์ เช่น WIND BREAK และตำแหน่งของอาคารในบางกรณี หรือนำลมเพิ่มเข้าสู่อาคาร

4. การพัดผ่านระบายอากาศภายใน โดย

ก. ทิศทางการวางแนวตัวอาคาร (ไม่จำเป็นต้องตั้งฉากกับทิศทางเสมอไป)

ข. การใช้สิ่งที่อยู่รอบๆ อาคาร หรือส่วนประกอบการออกแบบของอาคาร เพื่อให้เกิดบริเวณความกดต่ำ และความกดสูงของอากาศ

ค. วางตำแหน่งของช่องเปิดทางเข้าของอากาศไว้ในตำแหน่งความกดสูงและช่องเปิดทางออกของอากาศไว้ในตำแหน่งความกดต่ำ

ง. ช่องเปิดทางออกของอากาศมีขนาดใหญ่กว่าช่องเปิดทางเข้า

จ. ช่องเปิดทางเข้า ของอาคารที่ทำให้มีแนวการไหลผ่านบริเวณที่ใช้สอย

ฉ. ไม่มีการออกแบบที่มีสิ่งประกอบภายในอาคารที่ขัดต่อแนวการไหลทั้งแนวระดับ และแนวตั้ง

การออกแบบควรจะมีความเร็วลมภายในที่มีความเร็วสูงพอที่จะปรับสภาพบรรยากาศอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะความน่าสบาย และไม่มีความเร็วสูงเกินไปจนการทำงานภายในถูกรบกวน เช่นกระดาษปลิว

2.4 กลุ่มทฤษฎีเรื่องช่องเปิดอาคารกับการเบี่ยงเบน หรือพัดพาของกระแสลม

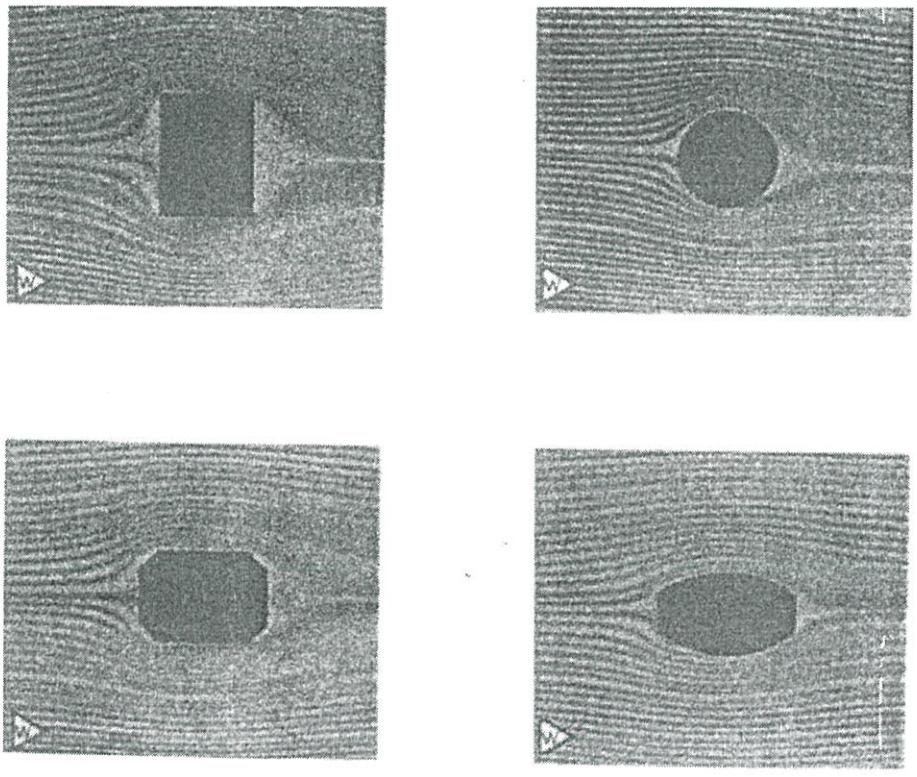
จากการพิจารณาถึงปัจจัยและวิธีการที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนหรือการพัดพาของกระแสลม พบว่ามีปัจจัยที่ทำให้มีผลต่อการระบายอากาศ ประกอบ ด้วย 10 ปัจจัย คือ

- รูปทรงอาคาร
- ตำแหน่งช่องเปิด
- ขนาดและจำนวนช่องเปิด
- ความเร็วลม ภายในห้องและทิศทางของกระแสลม ที่สัมพันธ์กับช่องเปิด
- แนวทิศทางการไหลของกระแสลม เนื่องจากสิ่งประกอบบริเวณช่องเปิด ทางเข้าและช่องเปิดทางออกของกระแสลม (Air Flow Pattern)

- ชนิดของหน้าต่างกับผลของกระแสลมภายในห้อง
- การใช้ผนังกั้น ภายในห้องกับผลของกระแสลมที่เกิดขึ้น
- ระยะความสูงจากช่องเปิดถึงพื้นดิน
- ระยะห่างระหว่างอาคาร
- การระบายอากาศด้วยปล่อง

2.4.1 รูปทรงอาคาร

ลักษณะของรูปทรงอาคารมีผลกับทิศทางของกระแสลม โดยที่ด้านนอกอาคารรูปทรงอาคารจะทำให้เกิดความกดอากาศที่ต่างกัน โดยด้านที่ลมเข้ามาปะทะโดยตรงจะมีความกดอากาศสูงและด้านหลังอาคารเกิด Wind Shadow (ความกดอากาศต่ำ) ขึ้น โดยที่ลมจะลู่ตามรูปทรงของอาคารเป็นหลัก



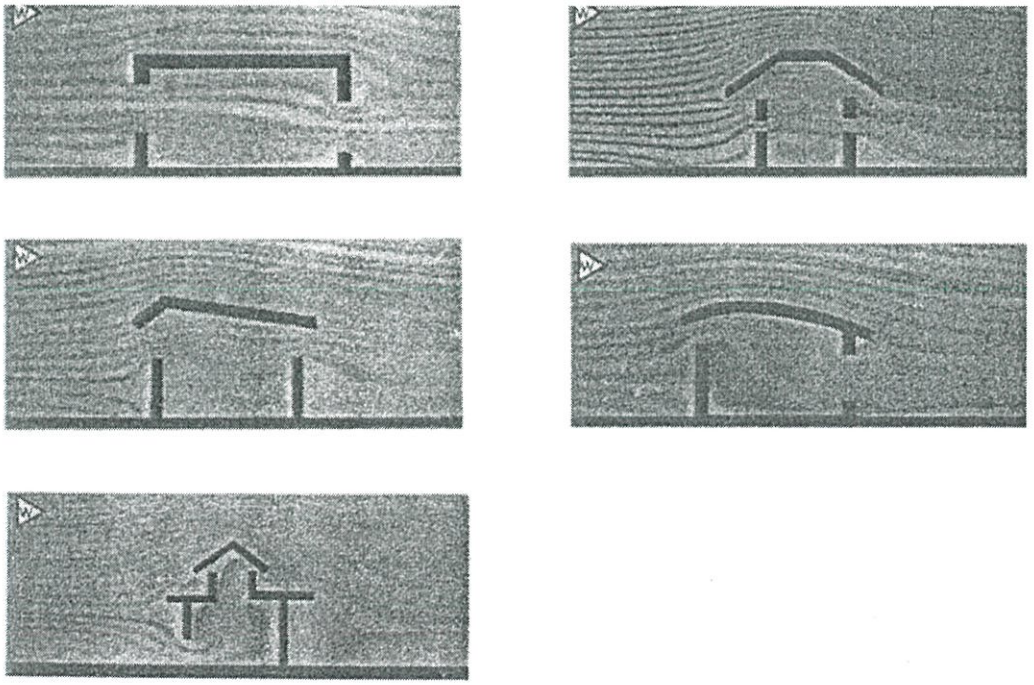
รูปที่ 2.7 ทิศทางกระแสลมที่มากระทบกับ อาคารที่รูปทรง เรขาคณิตต่างกันจะทำให้ทิศทางกระแสลมแตกต่างกันโดยลมลู่ไปตามรูปทรงอาคาร

นอกจากนี้แล้วทิศทางของกระแสลมที่มากระทบ กับรูปทรงของอาคารในทิศทางที่ต่าง ๆ กัน ก็จะมีแนวทางของกระแสลมที่แตกต่างกันออกไป ตามลักษณะการวางอาคารกับทิศทางของกระแสลม

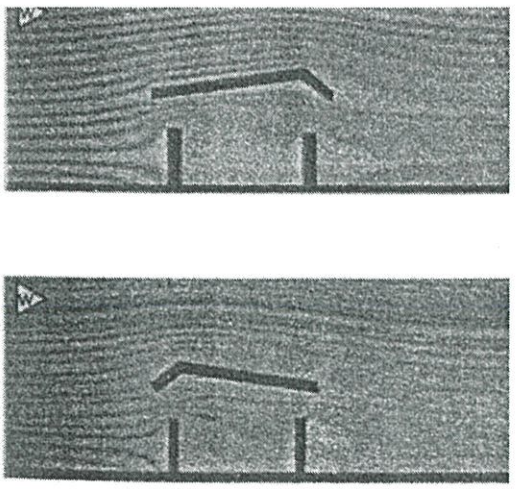
ดังนั้นในการเลือกรูปทรงอาคารให้สามารรับกระแสลมได้ดี ควรเลือกรูปทรงที่มีพื้นที่รับกระแสลมได้มากและถ่ายเทออกได้สะดวก ซึ่งจากการวิเคราะห์สัดส่วนของรูปทรงอาคารเปรียบเทียบระหว่างรูปด้านสกัดและรูปด้านตามยาวของ Victor Olgyaya จะได้ว่ารูปทรงอาคารในเขตร้อนชื้นควรเป็น 1:3 นั้นคือ ควรหันรูปด้านตามยาวเป็นด้านที่รับกระแสลมที่มามากที่สุดในแต่ละปี ซึ่งในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นกระแสลมทางด้านทิศใต้ (ยกเว้นหน้านาวที่มาทางทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่)

รูปทรงภายนอกจะทำให้กระแสลมที่มาปะทะเปลี่ยนทิศทางได้ ดังนั้นกรณีที่รูปทรงอาคารที่ค่อนข้างจะเป็นลักษณะของกลุ่มอาคารจะต้องคำนึงถึง ลำดับก่อนหลังของมวลอาคารซึ่งจะได้รับผลกระทบจากกระแสลมในทุกทิศทุกทางต่าง ๆ กัน และบางครั้งรูปทรงอาคารอาจทำให้เกิดนำพาความร้อนจากภายนอกอาคารหรือผิวของอาคารเข้ามาภายในด้วย ในการออกแบบจึงควรคำนึงถึงการลำดับมวลและรูปทรงอาคารด้วย

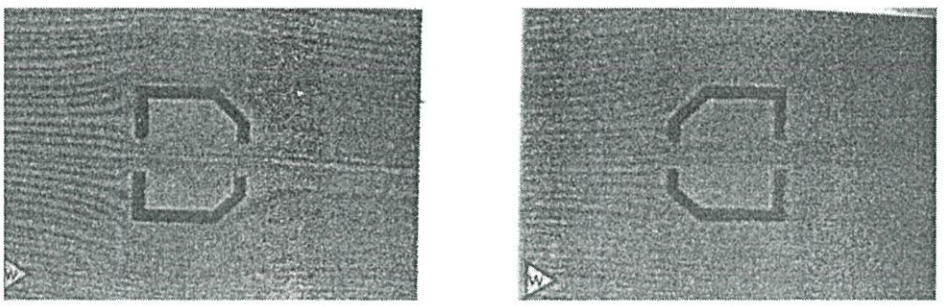
ในส่วนของภายในห้องที่ลมเข้ามาปะทะจะได้รับผล เนื่องจากรูปทรงของอาคารเช่นเดียวกันในการทดสอบกับรูปตัดได้ใช้หลังคาในลักษณะแตกต่างกัน ก็พบว่าเมื่อลมเข้ามาภายในห้องที่มีหลังคาแตกต่างกันโดยห้องเปิดทะลุถึงหลังคาและลอยต่ำลงมายังทางออก ซึ่งทิศทางของกระแสลมจะแตกต่างกันไป ซึ่งจะส่งผลไปถึงความเร็วลมภายในห้องด้วย



รูปที่ 2.8 แสดงทิศทางกระแสลมภายในห้อง ทีมีรูปทรงหลังคาแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ทิศทางกระแสลมภายในห้องแตกต่างกันไปด้วย

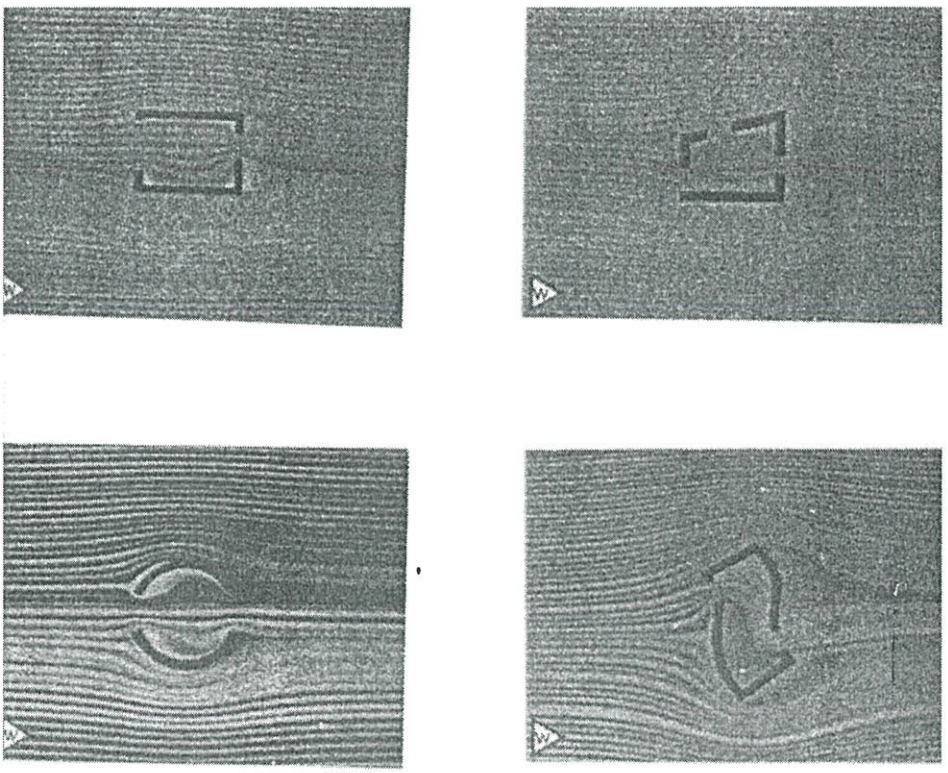


รูปที่ 2.9 เปรียบเทียบลมที่เข้าคนละทิศจะเห็นว่าหลังคามีผลกับกระแสลมภายในมากทีเดียว



รูปที่ 2.10 รูปทรงของห้องมีผลกับปริมาณกระแสลมภายในห้อง จากรูปด้านขวา จะมีปริมาณกระแสลมน้อยกว่ารูปด้านซ้าย ทั้งที่เป็นห้องเดียวกันแต่หันรับลมคนละทิศ

อาคารที่มีรูปทรงแตกต่างกันจะส่งผลให้ความเร็ว ปริมาณ ความแรงของกระแสลมที่เกิดขึ้นภายในแตกต่างกันด้วย



รูปที่ 2.11 แสดงถึงกระแสลมที่เข้ามาในห้องที่มีรูปทรงของผังแตกต่างกัน

ดังนั้นอาจกล่าวสรุปเกี่ยวกับ ทิศทางของกระแสลมภายในอาคารกับรูปทรงอาคารได้ว่า ส่วนภายในอาคารการที่จะทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมได้ดีก็ควรจะให้มีช่องเปิดทางเข้าและทางออกของกระแสลมไม่น้อยเกินไป และภายในไม่ควรให้มีเหลี่ยมมุมมากเกินไปเพราะจะทำให้การไหลเวียนของกระแสลมทำได้ไม่สะดวก

2.4.2 ตำแหน่งช่องเปิด

ตำแหน่งช่องเปิดนับว่ามีความสำคัญกับการระบายอากาศภายในห้อง เพราะตำแหน่งช่องเปิดนั้นจะเป็นตัวควบคุมทำให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศ ซึ่งมีผลไปถึงความเร็วของลมปริมาณ กระแสลม ทิศทางลม ที่จะเข้ามาภายในห้อง ถ้าตำแหน่งของช่องเปิดมีความสัมพันธ์กับกระแสลม ก็จะทำให้ปริมาณลมที่เข้ามาภายในห้องมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลไปในเรื่องการถ่ายเทอากาศด้วย โดยลมที่เข้ามาภายในอาคารก็จะพัดพานำความร้อนออกไปได้มาก และกระแสลมเย็นภายนอกก็ไหลเวียนเข้ามาแทนได้มากเช่นกัน ดังนั้นควรให้ตำแหน่งช่องเปิดโดยเฉพาะช่องเปิดทางเข้าอยู่ในตำแหน่งที่กระแสลมพัดผ่านเป็นประจำ และควรคำนึงถึงแนวทิศทางกระแสลมที่จะนำเอากลิ่นควันต่าง ๆ เข้ามาภายในอาคารด้วย เมื่อได้ทำการทดลองด้วยเครื่อง FLOW VISUALISATION APPARARATUS พบว่าเมื่อช่องทางเข้าและออกอยู่สูงเหนือศีรษะทั้ง 2 ช่องทาง ลมก็จะเข้าทางช่องทางเข้าและลอยตัวขึ้นติดฝ้าเพดาน และกระแสลมก็จะพัดผ่านออก

ช่องทางออก โดยที่กระแสลมไม่มากกระทบกับร่างกายของผู่อยู่อาศัยเลย ซึ่งจะเป็นผลการระบายอากาศที่ดีในช่วงหน้าร้อน เพราะปริมาณความร้อนที่ลอยตัวขึ้นสูงแต่ไม่ทั่วถึงทั้งห้อง

แต่ในกรณีที่เจาะช่องเปิดทางเข้าและทางออก อยู่ในระดับร่างกาย (Body Zone) ทั้งสองด้านทิศทางลมจะพัดผ่านตัวผู้อยู่อาศัยทำให้รู้สึกเย็นลง แต่ด้านบนจะเกิดการสะสมของความร้อน เพราะไม่เกิดความไหลเวียน ระบายอากาศในระดับฝ้าเพดาน ซึ่งอาจจะทำให้ผู้อยู่อาศัยภายในอยู่ไม่สบายนัก หากเป็นบ้านชั้นเดียวและไม่มีการระบายอากาศระหว่างฝ้าเพดานและหลังคาที่ดี

การเจาะช่องเปิดทางเข้าสูงกว่างทางออกจะระบายอากาศได้ดีกว่า 2 แบบแรก แต่จะมีอากาศภายในห้องส่วนหนึ่งไม่เคลื่อนที่ โดยที่ส่วนใหญ่สามารถระบายอากาศออกได้

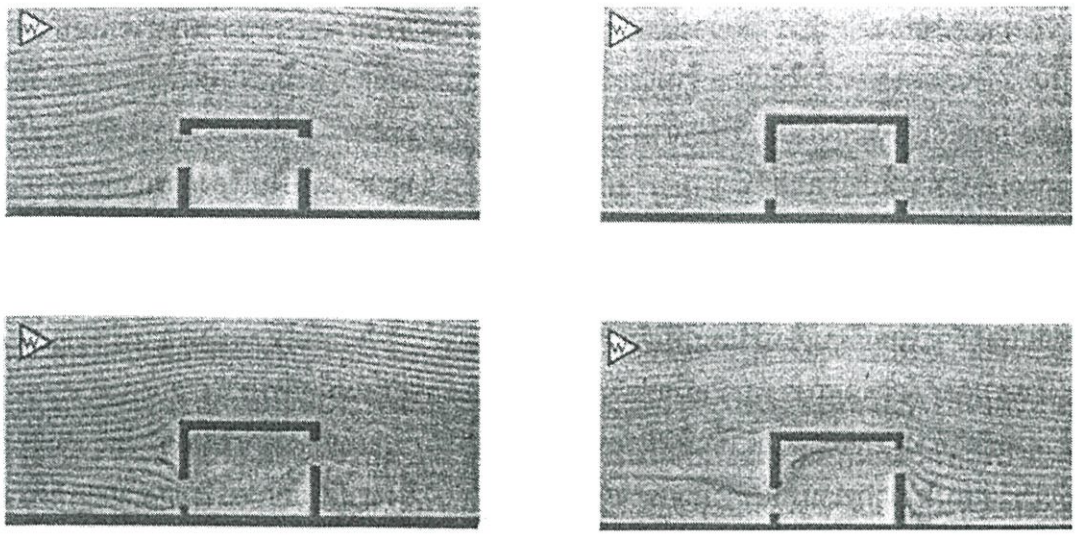
ควรหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดทางเข้าและทางออกในผนังเพียงด้านเดียวเพราะการเจาะช่องเปิดเพียงด้านเดียวถึงแม้จะเป็นทิศทางที่กระแสลมพัดมาเป็นประจำ กระแสลมก็จะไม่เข้าไปภายในอาคาร หรือเข้าไปแค่เพียงบริเวณใกล้ช่องเปิดเท่านั้น สาเหตุก็เนื่องมาจากความกดอากาศสูงภายในห้องนั้นเอง

ควรหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดในตำแหน่งที่ชิดกับอาคารข้างเคียง เพราะกระแสลมจะไม่สามารถเข้าถึงอาคารได้สะดวก หรือถ้าเข้ามาภายในอาคารก็จะเป็นปริมาณที่น้อย

ผลของการระบายอากาศจะดีที่สุด ถ้าช่องทางเข้าอยู่ต่ำกว่าช่องทางออก โดยช่องทางเข้าอยู่ในระดับร่างกายและช่องทางออกอยู่ใกล้กับฝ้าเพดาน โดยอากาศจะผ่านในทุกพื้นที่ของห้อง โดยที่อากาศจะดึงเอาความร้อนออกจากห้องไปได้ปริมาณที่มาก ทำให้ผู้อยู่อาศัยภายในห้องไม่ร้อยอบอ้าวเกินไปแต่ในการเจาะช่องทางเข้านั้น ไม่ควรต่ำมากเกินไปเพราะอาจจะพัดพาเอาฝุ่นตามพื้นเข้ามาในห้องด้วย อย่างไรก็ตามในกรณีนี้ มีวิธีทางแก้ปัญหาคือการปลูกหญ้าบริเวณนอกช่องเจาะ เพราะจะช่วยกรองฝุ่นได้

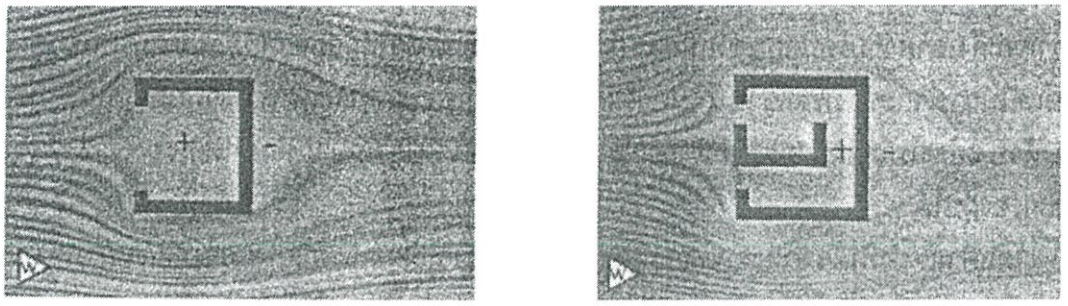
ควรเจาะช่องเปิดให้สัมพันธ์กับระดับร่างกาย(Body Zone) ซึ่งตำแหน่งที่ดีที่สุดคือเจาะช่องเปิดทางเข้าให้อยู่ในระดับร่างกายและช่องทางออกให้อยู่ระดับเหนือร่างกาย เพราะอากาศจะไหลเวียนได้ดีพร้อมกับดึงความร้อนบริเวณเหนือร่างกาย(ฝ้าเพดาน) ออกไปจากอาคาร การที่ความร้อนสะสมอยู่บริเวณฝ้าเพดานก็เนื่องจากอากาศร้อนลอยตัวขึ้นที่สูง และความร้อนจากหลังคาที่ลงสู่ฝ้าเพดาน

นอกจากนี้จะต้องพิจารณาตำแหน่งจากองค์ประกอบอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่นชนิดและขนาดของกันสาด การแบ่งกั้นผนังภายในอาคาร ตำแหน่งการวางเฟอร์นิเจอร์ ลักษณะและชนิดของช่องเปิด รวมถึงรูปทรงอาคารตามที่ได้กล่าวไปแล้ว



รูปที่ 2.12 ลักษณะของลมที่เข้ามาในช่องเปิดทางเข้าและทางออกในตำแหน่งต่าง ๆ กันมีผลถึงกระแสลมภายในห้อง

ในการทดลองกับผังพื้นของห้องแต่ละลักษณะ โดยเจาะช่องเปิดแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จะสอดคล้องกับการทดลองในรูปตัดนั้น คือ ตำแหน่งของช่องเปิดมีความสำคัญกับการระบายอากาศภายใน

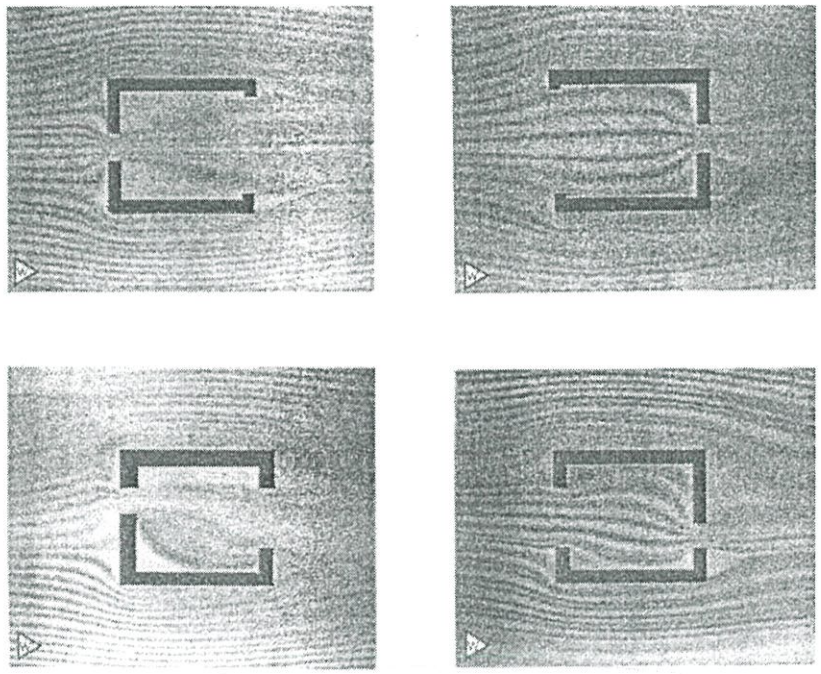


รูปที่ 2.13 กรณีที่ช่องเปิดมีช่องเดียวหรือหลายช่อง แต่อยู่ในตำแหน่งผนังด้านเดียว ซึ่งเป็นด้านที่ลมมาปะทะโดยตรง ถึงแม้ว่าช่องเปิดจะมีขนาดใหญ่ หรือมีช่องเปิดมากเท่าใดก็ตาม ลมจะไม่เข้าภายในห้อง ทำให้ไม่มีการระบายอากาศในห้อง เนื่องจากลมไม่มีทางระบายออกได้เพียงพอ ทำให้ความกดอากาศภายนอกด้านที่ลมปะทะกับด้านในห้องมีความกดอากาศสูงเช่นเดียวกัน ดังนั้น เมื่อความกดอากาศเท่ากัน ลมจะไม่เกิดเลื่อนไหลเข้ามาภายในห้อง

2.4.3 ขนาดและจำนวนช่องเปิด

ขนาดและจำนวนช่องเปิด จะไม่เกิดผลกับการไหลเวียนของกระแสลมภายในอาคารกรณีที่มีการบังคับลมเข้าทางช่องเปิดเข้าและช่องเปิดทางออกทางด้านเดียว แต่จะเกิดผลในแง่ปริมาณความเร็ว และความแรงลม ก็ต่อเมื่อช่องเปิดเข้าและออกของลมคนละด้าน และอาคารมีช่องเปิดทางเข้าและช่องเปิดทางออกยิ่งมากยิ่งทำให้การไหลเวียนของกระแสลมภายในดีมากขึ้น ขนาดของช่องเปิดสามารถควบคุมความเร็วและแรงของการไหลเวียนของกระแสลมได้และส่งผลให้การไหลเวียนของอากาศภายในอาคารแตกต่าง

และจากการวิจัยเรื่องความเร็วลม พบว่าการเพิ่มขนาดช่องเปิดจะมีผลในแง่ความเร็ว และปริมาณของกระแสลมที่เข้าภายในอาคาร จากรูป

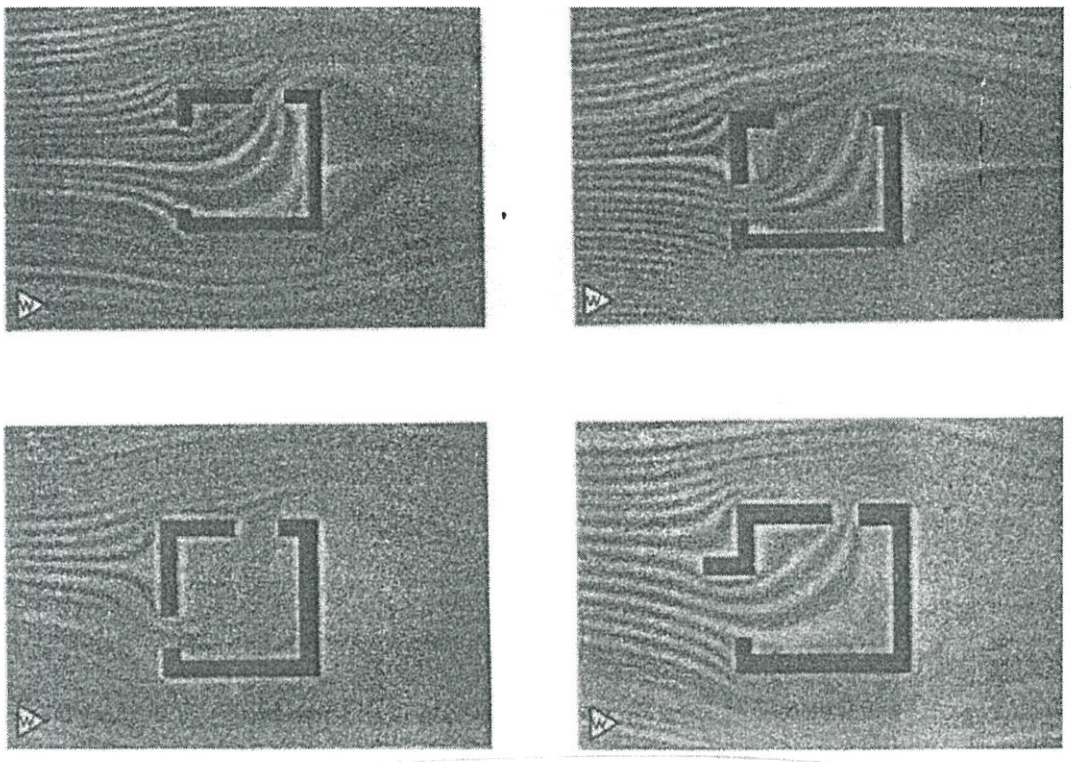


รูปที่ 2.14 ขนาดช่องเปิด มีความสัมพันธ์กับปริมาณและความเร็วลมที่เข้าไปภายใน โดยจะเห็นได้ว่า เมื่อเจาะช่องเปิดที่ผนัง ถ้าเจาะช่องทางเข้าแคบ ทางออกกว้าง ลมที่เข้ามาในห้องจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นหรืออีกนัยหนึ่งกระแสลมที่เข้ามาในห้องจะแรงดังรูปทางด้านซ้ายส่วนกรณีเจาะทางเข้ากว้างและทางออกแคบ ปริมาณลมที่เข้ามาจะมากกว่าแต่ความเร็วลมภายในจะน้อยกว่า โดยที่ทางเข้าความเร็วและความแรงลมจะน้อยกว่าลมภายนอก ดังรูปทางด้านขวา

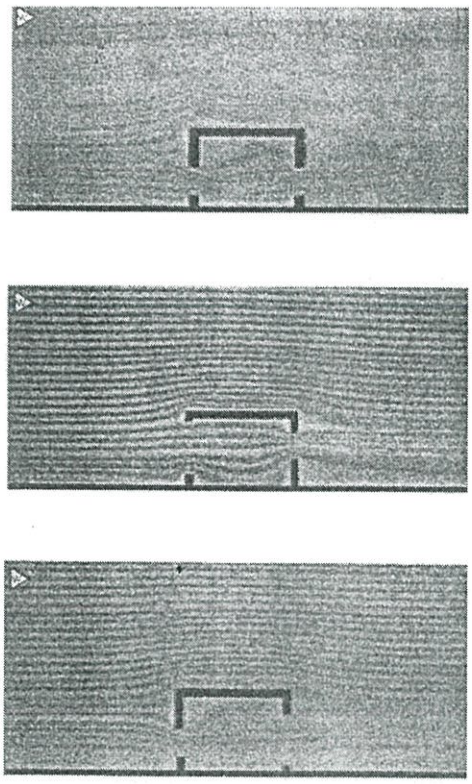
การเจาะช่องเปิดทางเข้าเล็ก ช่องทางออกใหญ่จะมีการแสลมภายในที่เร็วและแรงกว่าการเจาะช่องเปิดทางเข้าใหญ่ ช่องทางออกเล็ก และการเจาะช่องเปิดทางเข้า และทางออกในขนาด

เท่ากัน แต่การเจาะช่องเปิดทางเข้าใหญ่ทางออกเล็กจะครอบคลุมพื้นที่ได้มากที่สุด โดยความเร็วของกระแสลมจะลดลงบริเวณปากทางช่องเปิดทางออก

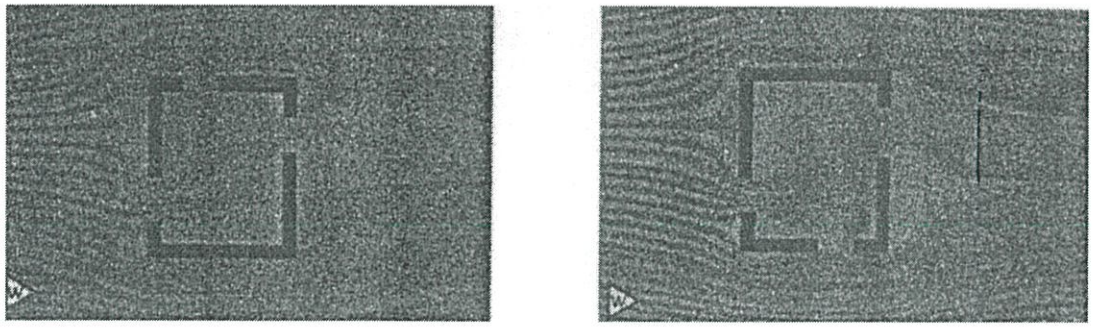
หากช่องทางเข้าแคบ ทางออกกว้าง ความเร็วลมภายในบริเวณตรงปากทางเข้าจะเพิ่มความแรงและความเร็วลม ถ้าช่องทางเข้ากว้างทางออกแคบลมจะลดความแรงและความเร็วลงเมื่อเปรียบเทียบกับลมภายนอก (ดูรูปที่2.15)



รูปที่ 2.15 ปริมาณกระแสลมในห้อง มีปริมาณแตกต่างกัน โดยที่จะเห็นได้ว่าถ้าช่องเปิดยิ่งกว้างลมก็จะเข้าได้มาก และกระจายทั่วห้อง



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างรูปตัดที่ทดลอง จะเห็นได้ว่าการระบายอากาศ จากช่องทางเข้าและทางออก จะมีความเร็วและปริมาณที่ต่างกัน ตามขนาดของช่องเปิดที่แตกต่างกันออกไป



รูปที่ 2.17 ช่องเปิด ถ้ามีจำนวนที่มาก จะส่งผลให้การระบายอากาศภายในห้องทั่วถึงขึ้น (ยกเว้นกรณีที่ช่องเปิดอยู่ด้านเดียวกันและลมมาปะทะตั้งฉาก หรือขนานกับช่องเปิด)

2.4.4 ความเร็วลมภายในห้องและทิศทางของกระแสลม ที่สัมพันธ์กับช่องเปิด

ขนาดช่องเปิดและจำนวนของช่องเปิดมีผลกับทิศทางของกระแสลม (Air Flow Pattern) ความเร็วของกระแสลมภายในห้องที่มีการเจาะช่องเปิดที่อยู่ตรงข้ามกัน จะมีความเร็วมากกว่าแบบช่องเปิดทางเข้าและทางออกตั้งแกกันความเร็วของกระแสลมที่ดีต้องไม่มากนัก และไม่น้อยจนเกินไปโดยที่ถ้ามากเกินไป จะทำให้สิ่งของภายในห้องปลิวกระจัดกระจายได้หรือบางครั้งอาจนำ

ฝุ่นเข้ามาภายในห้องได้ง่ายส่วนถ้าน้อยเกินไปก็ทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในห้องไม่ดีต้องใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ช่วย เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศ

ความเร็วของกระแสลมในห้องมีขนาดช่องเปิดทางเข้าเล็ก และทางออกใหญ่ต่างกันมาก ๆ จะยิ่งทำให้กระแสลมมีความเร็วที่มากขึ้นจากกระแสลมที่วัดได้จากภายนอก แต่โดยส่วนใหญ่ค่าความเร็วของกระแสลมโดยเฉลี่ย(V) ภายในห้องจะต่ำกว่าภายนอกอาคารเสมอ

ทิศทางช่องเปิดควรตั้งฉากหรือทำมุมเพียงเล็กน้อยกับกระแสลมประจำปี เพื่อให้ได้รับกระแสลมได้อย่างเต็มที่

กระแสลมที่เข้ามาในช่องเปิดที่อยู่ติด ๆ กัน จะมีทิศทางเบี่ยงเบนไป อันเนื่องจากความกดอากาศที่กระทำต่อกันของกระแสลมในแต่ละช่องเปิดนั้นเอง

กระแสลมที่เข้ามาทางทิศที่ทำมุมกับช่องเปิดทางเข้า จะมีความเร็วของกระแสลมเฉลี่ยภายในห้องมากกว่ากระแสลมที่เข้ามาในทิศตั้งฉากกับช่องเปิด เราสามาคำนวณหาความเร็วลมภายในห้องได้โดยใช้สูตรการคำนวณหาค่าความเร็วลมโดยเฉลี่ยภายในห้อง ซึ่งได้แก่

$$\overline{V} = 0.45\,(1-Ke^{-3.84})Vo$$

โดยที่ $\overline{V}$ = ค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในห้อง หน่วยเป็น เมตร/วินาที

K = สัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดรวมของผนังด้านที่มีช่องเปิดต่อพื้นที่หน้าตัดรวมของช่องเปิดทั้งทางลมเข้าและออก

$E^{-3.84}$ = ค่าคงที่ทางกลศาสตร์ เท่ากับ 0.0215

Vo = ค่าความเร็วลมด้านนอกห้อง

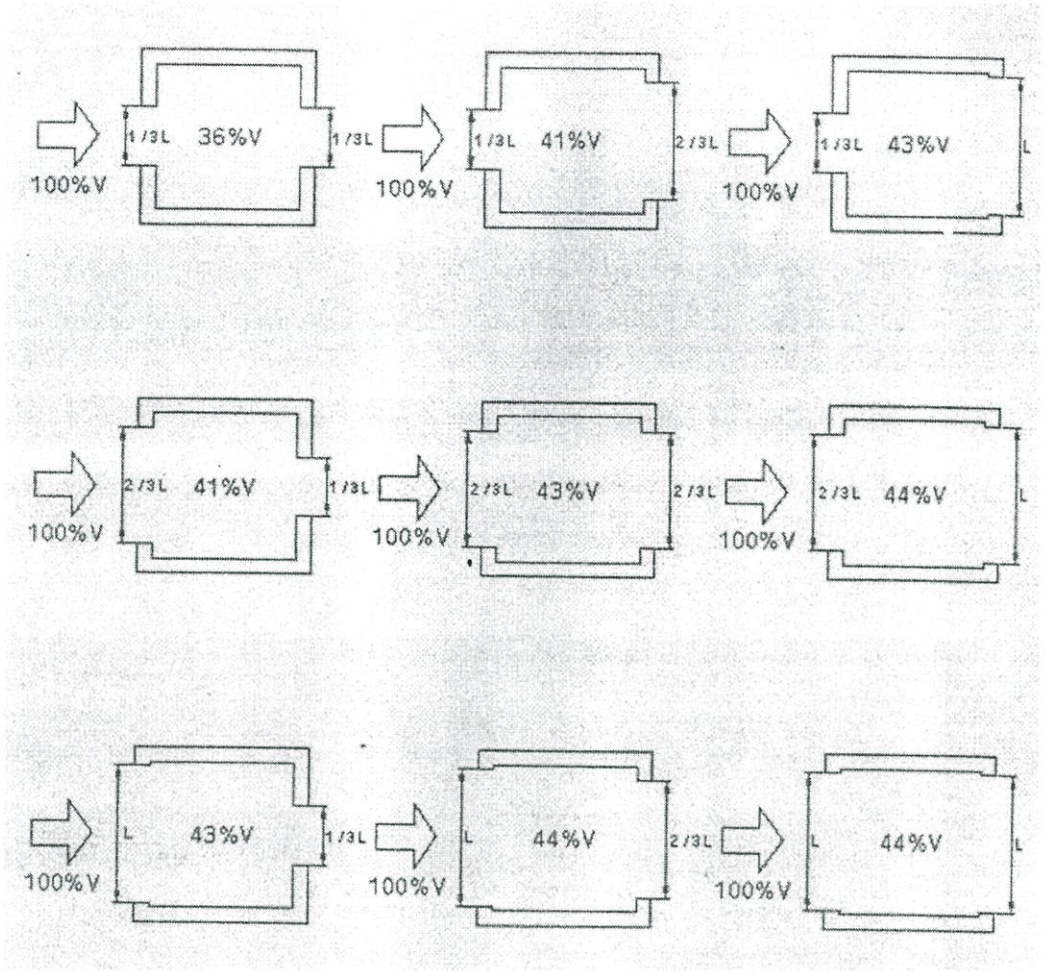
ตัวอย่าง การหาค่าความเร็วลมเฉลี่ยจากสูตรการคำนวณ

ในการหาค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องขนาด 3.00 x 3.00 เมตร สูง 3.00 เมตรโดยมีช่องเปิดอยู่กลางผนัง 2 ด้านคู่ตรงข้ามและกระแสพัดตั้งฉากกับช่องเปิดโดยช่องเปิดมีขนาดกว้างยาวเท่ากับ 1.00 x 1.00 เมตร กระแสลมด้านนอกเท่ากับ 5 เมตร/วินาที

จากสูตร $\overline{V} = 0.45\,(1-Ke^{-3.84})Vo$

$\overline{V} = 0.45\,(1-(9x0.0215))5$

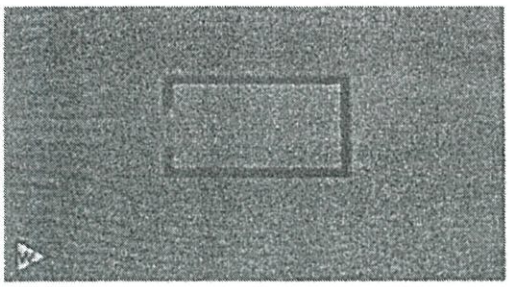
$\overline{V} = 0.45\,(1-0.1935)5$

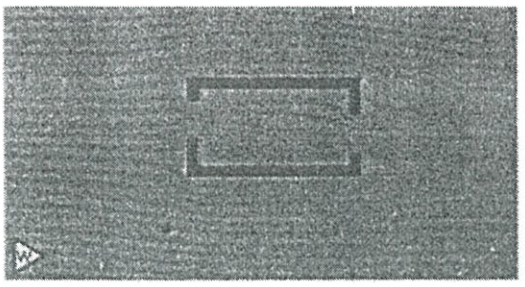


รูปที่ 2.18 แสดงความเร็วลมเฉลี่ย ภายในห้องที่มี cross ventilation แต่ละช่องเปิดขนาดไม่เท่ากัน(หาค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องโดยใช้สูตร $\overline{V} = 0.45\ (1-k^{-3.84})Vo$)

ซึ่งค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ได้ จะเห็นว่ามีส่วนสัมพันธ์กันที่ว่ายิ่งถ้าช่องทางเข้าและทางออกต่างกันมาก ค่าความเร็วลมก็จะมีค่าที่มาก โดยเฉพาะถ้าช่องทางเข้าแคบและช่องทางออกกว้าง ลมจะมีค่าความเร็วเพิ่มขึ้น บริเวณปากทางเข้าซึ่งอาจจะสูงกว่าลมจากภายนอกเสียอีก

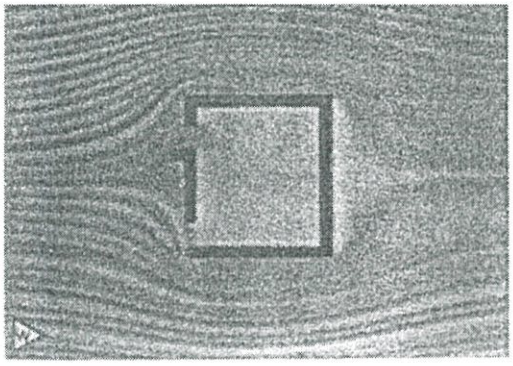
แต่ในกรณีที่ลมภายนอกแรงมาก แต่ช่องทางออกไม่มี ลมที่มาปะทะบริเวณช่องทางเข้า ก็จะไม่สามารถเข้ามาภายในห้องได้ ทำให้สรุปได้ว่า ไม่ว่าลมจะเร็วและแรงแค่ไหน แต่ถ้าช่องเปิดมีทางด้านเดียวความเร็วลมภายในห้องก็เกือบจะเป็น 0 ซึ่งจะส่งผลไปยังการระบายอากาศด้วย แต่ในความจริงนั้นกระแสลมสามารถมาได้จากหลายทิศทางในฤดูกาลที่แตกต่างกัน หรือในช่วงเวลาที่ต่างกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทิศทางที่เปลี่ยนไปของกระแสลมนี้ จะส่งผลไปถึงความเร็วลมภายในห้อง รวมไปถึงปริมาตรลมภายในห้องด้วย

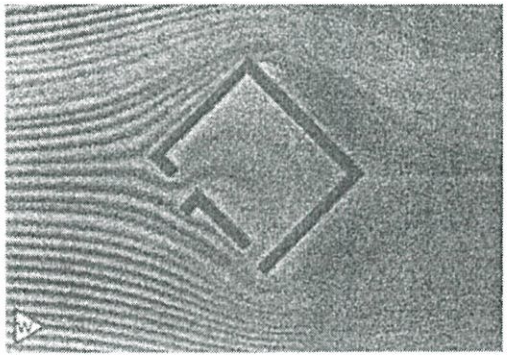




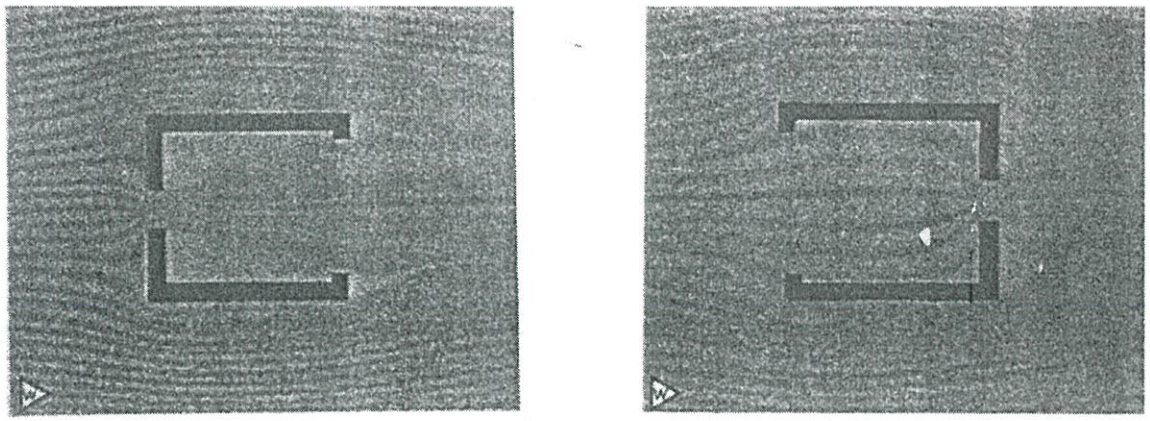
รูปที่ 2.19 แสดงรูปตัดของห้องที่มีการ Cross ventilation (รูปขวามือ) กับห้องที่ไม่มี Cross ventilation (รูปซ้ายมือ) จะเห็นได้ว่ากระแสลมห้องขวามือ มีการไหลเวียนที่ดีขณะที่ห้องทางซ้ายมือเกิดจุดอับลมภายในห้องถึงแม้กระแสลมจะมีความเร็วที่มากก็จะไม่เข้าไปภายในห้องเลย

เมื่อลมมีการพัดเข้าสู่ช่องเปิดทางเข้าในทิศทางต่าง ๆ กัน ส่งผลให้มีปริมาตรของลมที่เข้าสู่ภายในอาคาร แตกต่างกันตามแต่ทิศทางของกระแสลมกับทิศทางของอาคาร

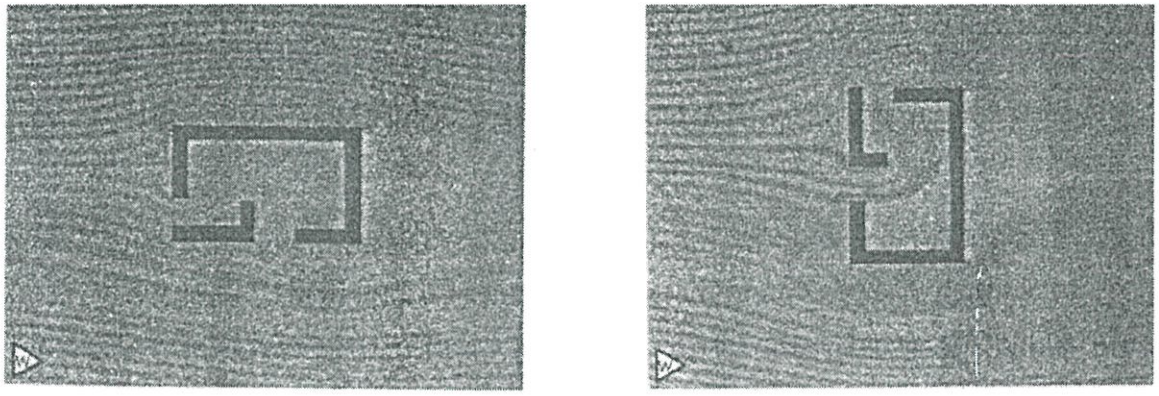




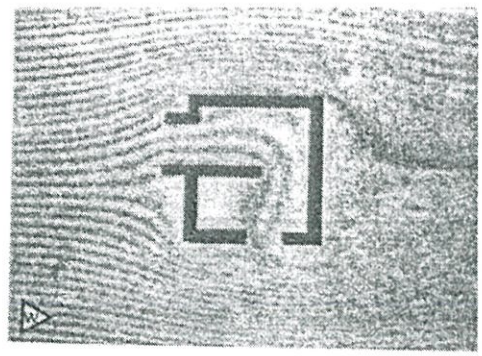
รูปที่ 2.20 ได้ทดลองกับห้องที่มีช่องเปิดด้านเดียว โดยเจาะเป็นช่องจำนวน 2 ช่อง จะเห็นได้ว่าเมื่อลมมาปะทะกับผนังในทิศทางตั้งฉาก ลมจะไม่เข้ามาภายในห้องเลย แต่เมื่อลมเข้าในทิศ 45 องศา กับแนวผนัง ปรากฏว่ากระแสลมเข้าห้องได้ในปริมาณที่มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดซึ่งจะเป็นส่วนช่วยในการระบายอากาศได้ส่วนหนึ่ง

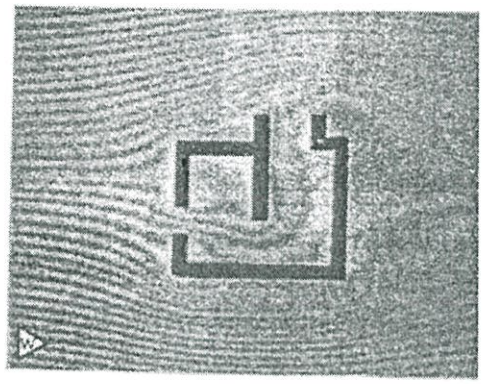


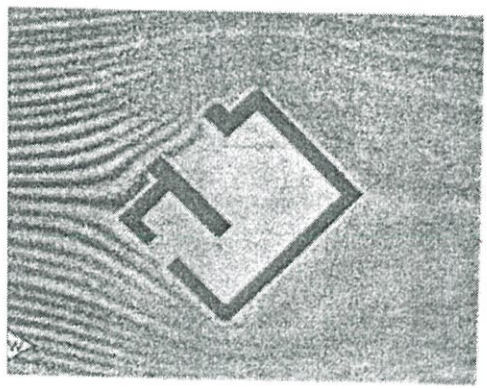
รูปที่ 2.21 ปริมาณของกระแสลมภายในห้องที่เป็น Cross ventilation โดยที่มีช่องเปิดตรงกัน แต่มีขนาดต่างกัน จะเห็นได้ว่าปริมาณกระแสลมในห้องจะมากที่สุด เมื่อช่องทางเข้ากว้างกว่าช่องทางออก ซึ่งจะแปรผันตรงกับความเร็วของกระแสลมภายในห้อง



รูปที่ 2.22 แสดงทิศทางที่เข้าในทิศที่ต่างกัน หรืออีกกรณีคือการวางอาคารให้รับลมในแบบที่ต่างกัน จะเห็นปริมาณกระแสลมภายในก็จะไม่เท่ากัน และเห็นแนวทางการเลี้ยวเบนของกระแสลมอย่างชัดเจน







รูปที่ 2.23 ผังที่ใช้นำมาทดลองเป็นผนังที่มีช่องเปิดทางเข้าและทางออกอยู่ในผนังคนละด้านซึ่งอยู่ที่ตั้งฉากกันจะเห็นได้ว่าผังที่ตั้งฉากกับกระแสลมจะมีลมพัดภายในห้องในปริมาณที่มากขนาดเต็มพื้นที่ห้อง แต่เมื่อลมพัดเข้าหาผนังในมุม 45องศา ปรากฏว่ากระแสลมไม่พัดผ่านเข้ามาภายในห้องเลย ทั้งนี้ ก็เกิดจากผังที่ทำมุม 45 องศา นั้น มีลักษณะเหมือนกับช่องเปิดที่อยู่ผนังด้านเดียวทำให้ความกดอากาศภายในห้องและส่วนที่มาปะทะ เป็นความกดอากาศสูงทั้งคู่ และวนของความกดอากาศต่ำจะมีเฉพาะด้านหลังของผังที่ไม่โดนกระแสลมโดยตรง ดังนั้น เมื่อลมเข้ามาในทิศทาง 45 องศากับผังการระบายอากาศภายในห้องจะไม่มี ทำให้ความร้อนภายในไม่ถูกพัดพาออกไปจากห้อง ซึ่งทำให้เราต้องสิ้นเปลืองการใช้พลังงานมาช่วยในการปรับอากาศให้ดีขึ้น (โดยเฉพาะถ้าวาง 45 องศากับลมประจำฤดู)

อัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศภายในห้องเมื่อความเร็วของกระแสลมภายนอกสม่ำเสมอมีค่าเท่ากับ

Q = KAV

Q = อัตราการไหลของอากาศ หน่วยเป็นลูกบาก์ศฟุต/ชั่วโมง

A = พื้นที่หน้าตัด ขนาดของช่องทางเข้า หน่วยเป็นลูกบาก์ศฟุต

V = ความเร็วของกระแสลม หน่วยเป็นฟุต/ชั่วโมง

K = ค่าคงที่ซึ่งจะมีตัวเลขเปลี่ยนไปตามอัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดระหว่างทางลมออกและลมเข้า มีค่าดังนี้ Effectiveness Factor

พื้นที่หน้าตัดทางออก : พื้นที่หน้าตัดทางเข้า	ค่าของ K ที่ใช้ในการคำนวณ
1 : 1	3,150
2 : 1	4,000
3 : 1	4,250
4 : 1	4,350
5 : 1	4,400
3 : 4	2,700
1 : 2	2,000
1 : 2	1,100

จากค่า K ที่ปรากฏนั้น สามารถวิเคราะห์ได้ว่า สำหรับอัตราการไหลของอากาศ ช่องเปิดทางให้อากาศออกจะสำคัญกว่างช่องเปิดให้อากาศไหลเข้า ถ้าพื้นที่หน้าตัดของผนังด้านทางออกกับทางเข้าเท่ากัน

และถ้านำเอา ค่า K ในแต่ละอัตราส่วน มาทำเป็นกราฟเราจะสามารถหาค่า K ในกรณีที่อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดทางคอก กับ พื้นที่หน้าตัดทางเข้า ไม่เป็นจำนวนเต็มได้เช่นเดียวกัน

ตัวอย่าง การหาอัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศภายในห้อง ที่มีช่องเปิดทางเข้าและทางออกของกระแสลมขนาด 3 ฟุต x 4 ฟุต โดยที่กระแสลมมีความเร็ว 1.5 เมตร/วินาที

จากสูตร Q = KAV

Q = อัตราการไหลของอากาศภายในห้อง (ลูกบาก์ศฟุต/ชั่วโมง)

A = 3 x 4 = 12 ตารางฟุต

V = 1.5 เมตร / วินาที

= 5 x 3600 = 18,000 ฟุต/ชั่วโมง

K = 3,150 (ช่องเปิดทางเข้าและออกขนาดเท่ากัน)

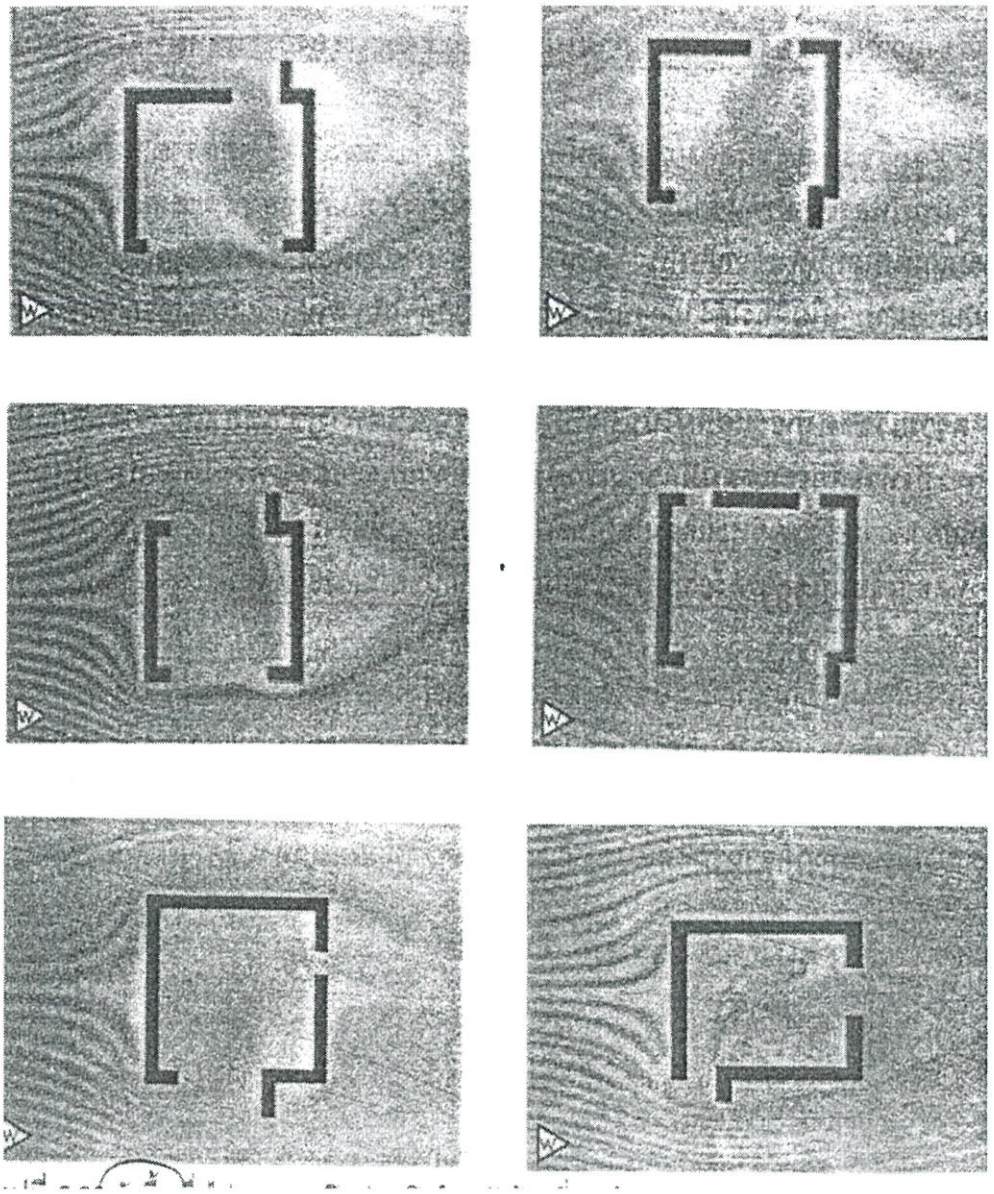
แทนค่า Q = 3150 x 12 x 18000

เพราะฉะนั้น Q = 680,400,000 ลูกบาก์ศฟุต/ชั่วโมง

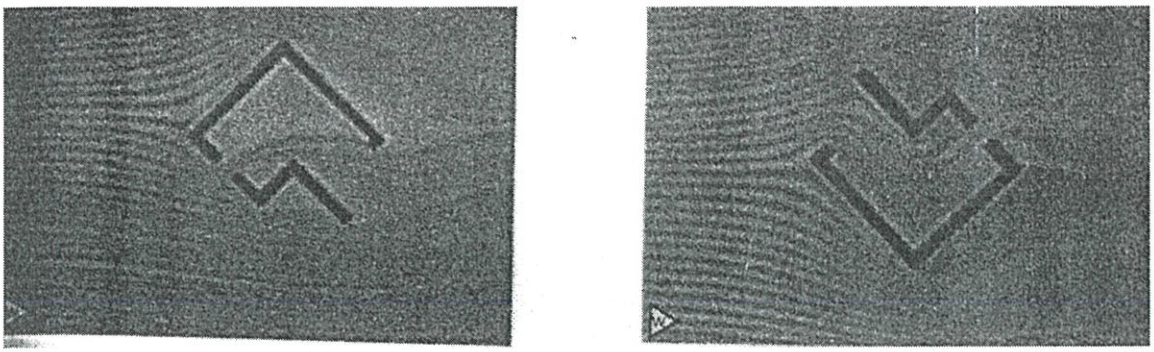
2.4.5 แนวทิศทางการไหลของกระแสลม เนื่องจากสิ่งประกอบบริเวณช่องเปิดทางเข้า และช่องเปิดทางออกของกระแสลม (Air Flow Pattern)

สิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้าบริเวณนอกอาคารนับว่ามีผลต่อแนวการไหลของอากาศที่ เข้ามาภายในห้อง ซึ่งจะมากและน้อยต่างกันตามลักษณะขนาด และตำแหน่งของสิ่งประกอบนั้น ๆ สิ่งประกอบ เช่น ต้นไม้ กันสาด ทางตั้งและทางนอนชนิดต่าง ๆ สามารถช่วยเบี่ยงเบนทิศทางการไหลของกระแสลมได้ เช่น กรณีเจาะช่องเปิดทางเข้าและทางออกอยู่ด้านข้างก็สามารถใช้สิ่งประกอบทางตั้งมาใช้ในทิศทางที่กระแสลมผ่านทำให้เกิดการเบี่ยงเบนเข้าไปในห้องได้ (กระแสลมที่ได้ อาจมีความเร็วไม่มากนักแต่ก็นับว่าช่วยให้เกิดการไหลเวียนของอากาศดีขึ้นกว่าการไม่ใช้สิ่งประกอบเลย) สิ่งประกอบทางตั้งและทางนอนให้ผลที่ต่างกัน สิ่งประกอบจะเกิดผลเป็นอย่างมากต่อเมื่ออยู่บริเวณช่องเปิดทางเข้าหลัก

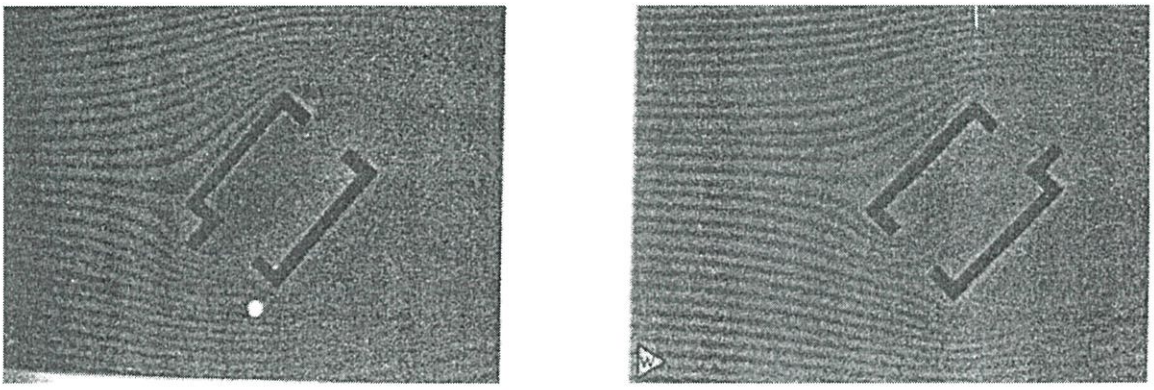
ในบางกรณีสิ่งประกอบส่งผลเสียต่อการไหลของกระแสลมเข้าสู่ภายในอาคารได้เช่นเดียวกัน หากมีการติดตั้งผลตำแหน่งหรืออย่างไม่ถูกต้องกับทิศทางของกระแสลมเข้า (ดูรูปที่ 2.23) ดังนั้นการพิจารณาใช้สิ่งประกอบต้องทำการศึกษาในรายละเอียดว่าเหมาะสมในการติดตั้งและใช้งานอย่างไร ซึ่งสิ่งประกอบที่เป็นกันสาดทางตั้ง และกันสาดทางนอนชนิดต่าง ๆ



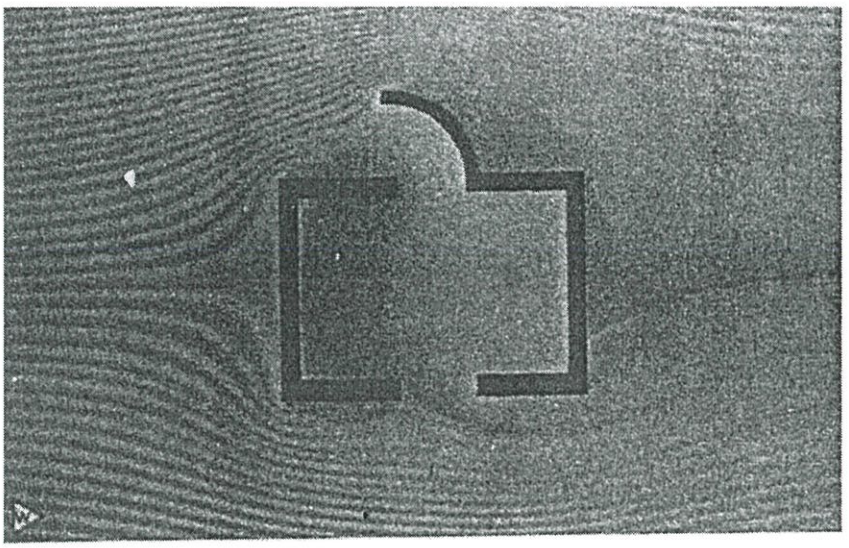
รูปที่ 2.24 ผังพื้น ซึ่งไม่สามารถเปิดช่องเปิดในผนังด้านที่ลมเข้ามาปะทะโดยตรงได้ หรือเปิดได้น้อยการที่เปิดช่องเปิดด้านข้างเพียงด้านเดียว โดยไม่มีก้นสาดช่วย ลมก็จะไม่เข้ามาภายในห้องเลย แต่กรณีที่นำกันสาดทางตั้งมาใช้กับช่องเปิดด้านข้าก็จะมีส่วนช่วยในทิศทางของกระแสลมที่มาปะทะกับกันสาดเป็นทิศทางเข้ามาภายในห้องได้ ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้ห้องนี้เดการระบายอากาศขึ้น ถึงแม้ว่าจากรูปจะเห็นว่ากระแสลมมีกำลังอ่อน (ไม่เป็นเส้นและฟุ้งกระจายเมื่อเปรียบเทียบกับแนวกระแสลม) แต่ก็ทำให้ห้องพอที่จะมีการระบายอากาศได้บ้าง ดีกว่าไม่ใช้กันสาดช่วยเลย

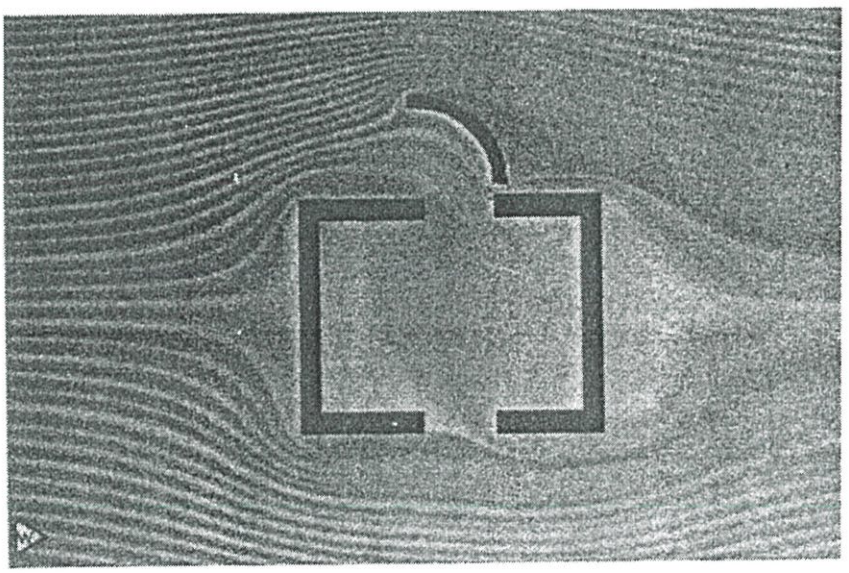


รูปที่ 2.25 เช่นเดียวกัน ในกรณีที่มีลมมาปะทะห้องในมุม 45 องศา เราก็สามารถใช้กันสาดทางตั้งช่วยบังคับทิศทางของกระแสลมให้เข้ามาภายในห้องให้มากขึ้นได้ รวมทั้งอาจช่วยเพิ่มความเร็วลมได้ด้วย ดังนั้นประโยชน์ของกันสาดทางตั้ง นอกจากเรื่องแดด ฝน แสง เราก็ควรคำนึงถึงประโยชน์ที่ได้จากการควบคุมทิศทางและปริมาณลมควบคู่กันไปด้วย

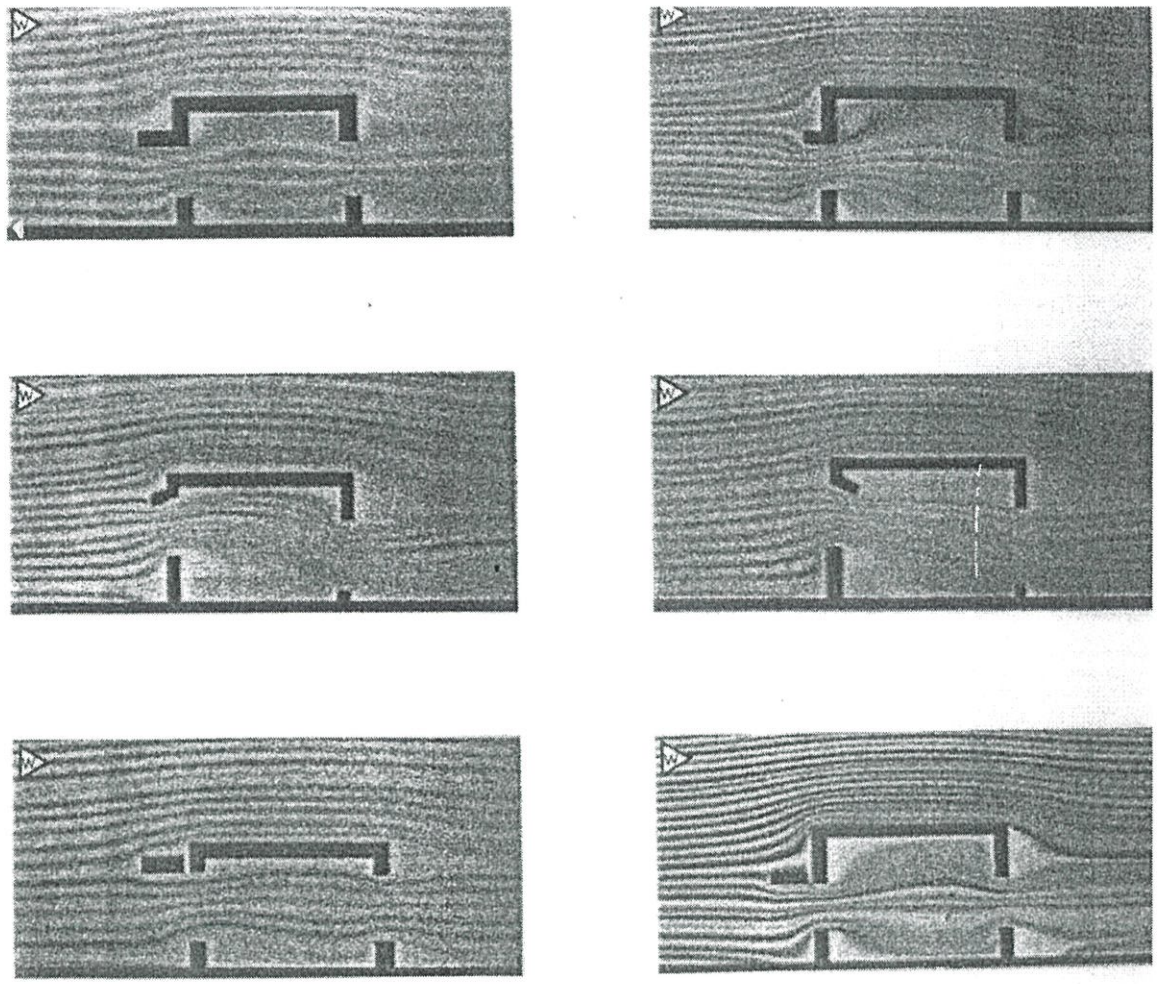


รูปที่ 2.26 อีกตัวอย่างของกันสาดที่วางอยู่ตำแหน่งกั้นทิศทางลมที่จะเข้าภายในห้อง ทำให้ปริมาณกระแสลมภายในห้องไม่ครอบคลุมทั่วห้อง และการแสลมมีกำลังอ่อนลงกว่าภายนอกและเมื่อทดลองให้ลาเข้าด้านที่ไม่มีกันสาด ปรากฏว่าปริมาณกระแสลมกระจายทั่วห้องได้ดีกว่า และเร็วกว่าแบบที่ใช้ด้านที่มีกันสาดเข้าปะทะกับกระแสลมโดยตรง

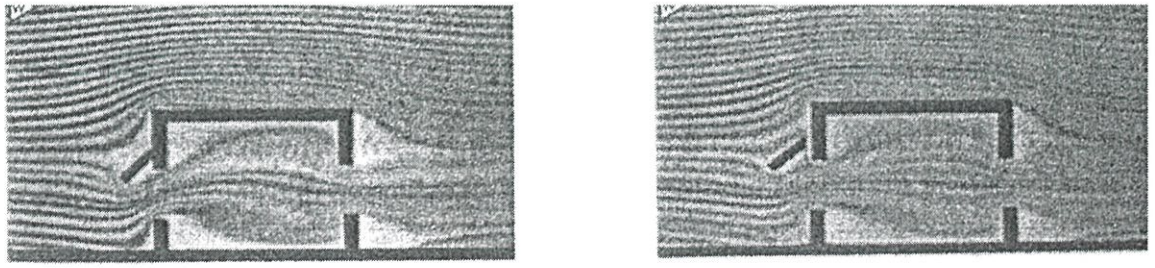




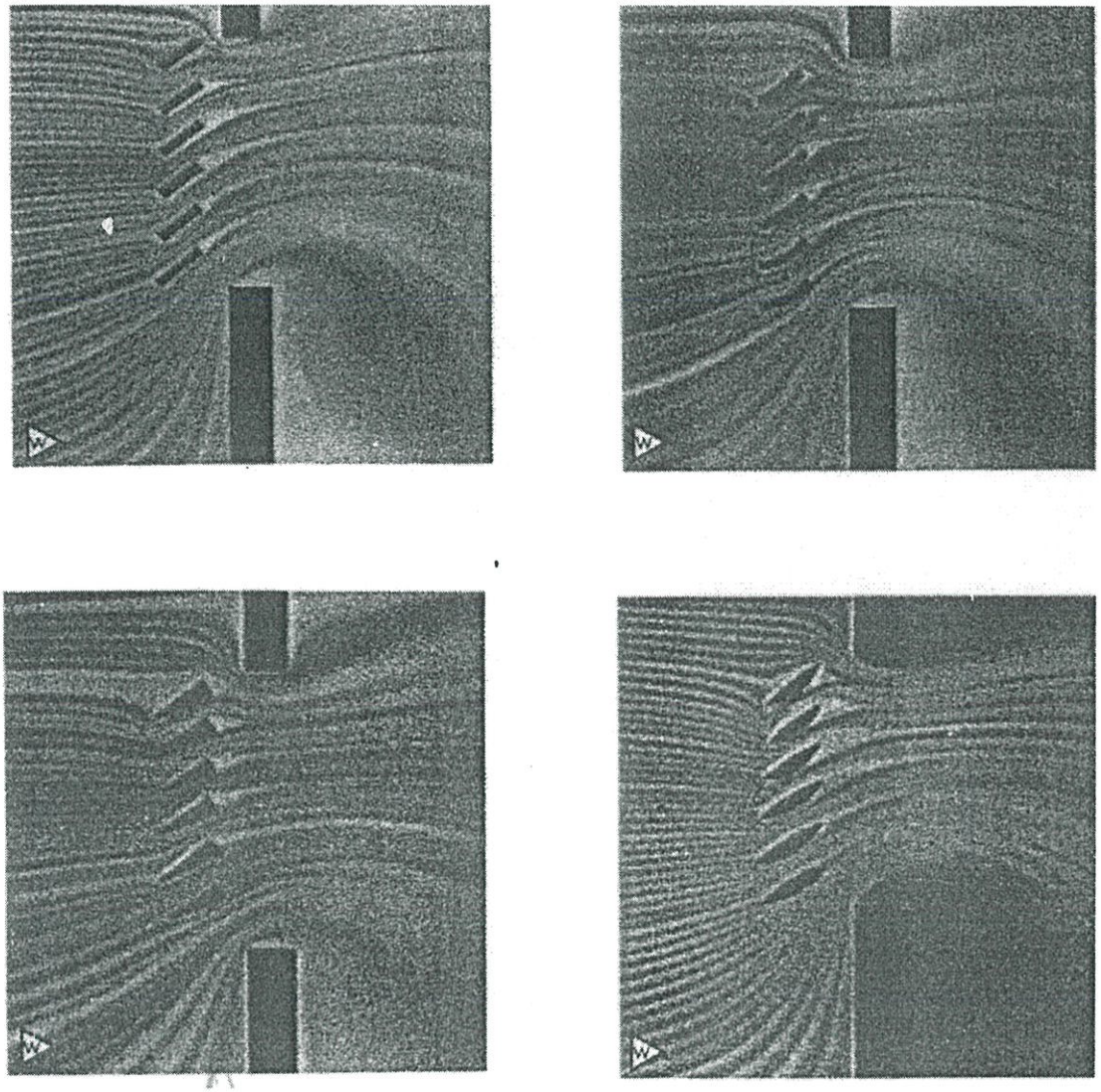
รูปที่ 2.27 ทดลองใช้กันสาดทางตั้งมีลักษณะโค้ง จะเห็นได้ว่า ถ้าให้กันสาดทางตั้งอยู่ห่างจากตัวอาคารเล็กน้อยจะทำให้กระแสลมเข้าถึงภายในอาคารได้ดีกว่ากรณีที่กันสาดทางตั้งอยู่ชิดกับตัวอาคาร สาเหตุเนื่องจากกรณีที่ให้ผนังอยู่ห่างจากกันสาดจะทำให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศทำให้กระแสลมมาประทะกันสาดสามารถไหลเวียนได้ อันจะส่งผลให้กระแสลมด้านที่อยู่ชิดกันสาดเกิดแรงดันขึ้นทำให้กระแสลมเปลี่ยนทิศทางและเข้ามาภายในห้องในปริมาณที่มากขึ้นและแรงขึ้น



รูปที่ 2.28 ตัวอย่างรูปตัดที่ใช้กันสาดแนวนอน ในด้านที่กระแสลมมาปะทะโดยตรงโรยกันสาดแบ่งเป็นต่าง ๆ ชนิดกัน จะเห็นว่าส่งผลถึงกระแสลมภายในห้อง เช่น เดียวกันโดยเฉพาะกับช่องเปิดที่มีขนาดไม่กว้างมากนัก



รูปที่ 2.29 เปรียบเทียบห้องที่ใช้กันสาดแบบชิดผนังและแบบห่างผนัง จะเห็นความแตกต่างของกระแสลมบริเวณผนังใกล้กับกันสาดได้อย่างชัดเจน แต่ภายในห้องกระแสลมจะลักษณะใกล้เคียงกัน

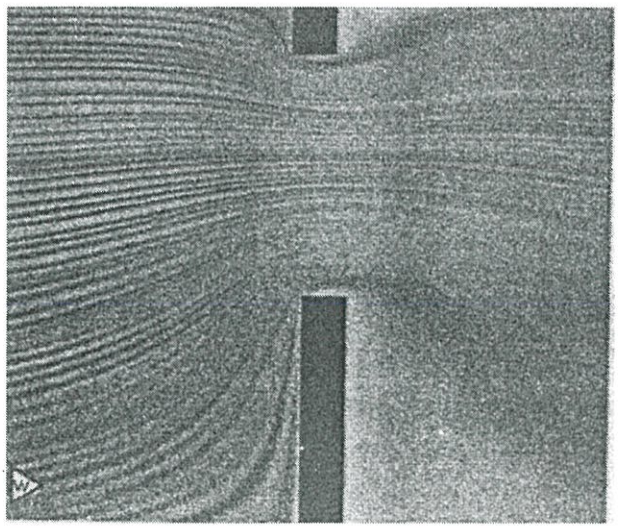


รูปที่ 2.30 ตัวอย่างการใช้กันสาด ทางตั้งแบบโปร่งแบบเป็นบานเกล็ด (ครีบ) ที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไปก็มีผลกับทิศทางกระแสลมที่เข้ามาภายในห้องเช่นเดียวกัน

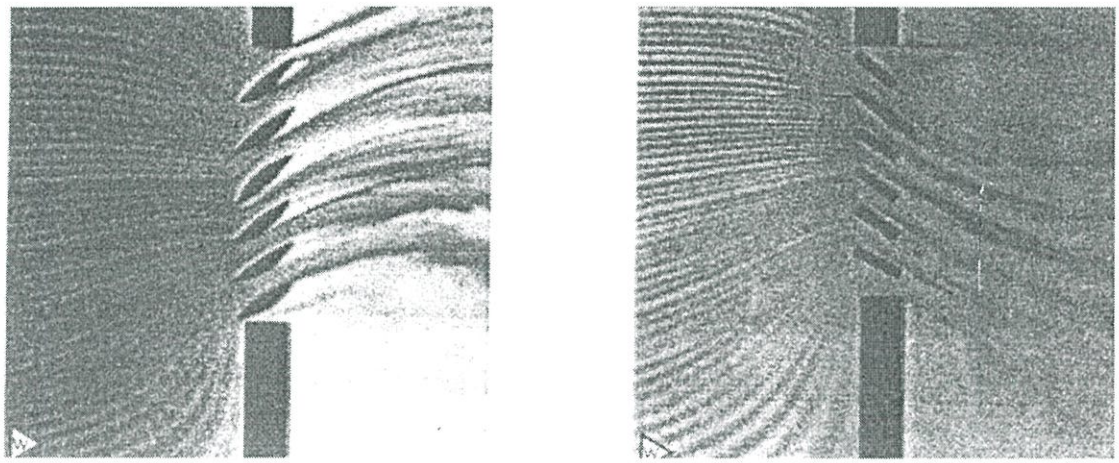
2.4.6 ชนิดของหน้าต่างกับผลของกระแสลมภายในห้อง

ชนิดของหน้าต่างมีผลกับกระแสลมที่เข้ามาภายในห้องเช่นเดียวกัน ทั้งในเรื่องของทิศทาง ขนาด ปริมาณ กระแสลมที่เข้าภายใน

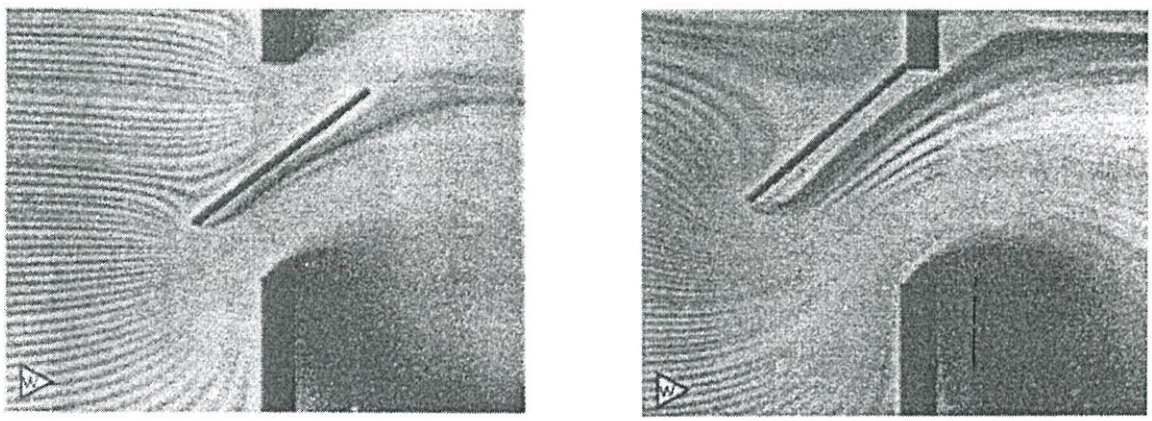
หน้าต่างที่เป็นบานเปิด หรือบานเฟี้ยม จะมีผลในแง่การเบี่ยงเบนทิศทางของกระแสลมน้อยกว่าแบบหน้าต่างบานเกล็ดและบานกระทุ้ง ซึ่งมีผลกับทิศทางของกระแสลม ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของกระแสลมในแนวตั้ง (ขึ้น-ลง)



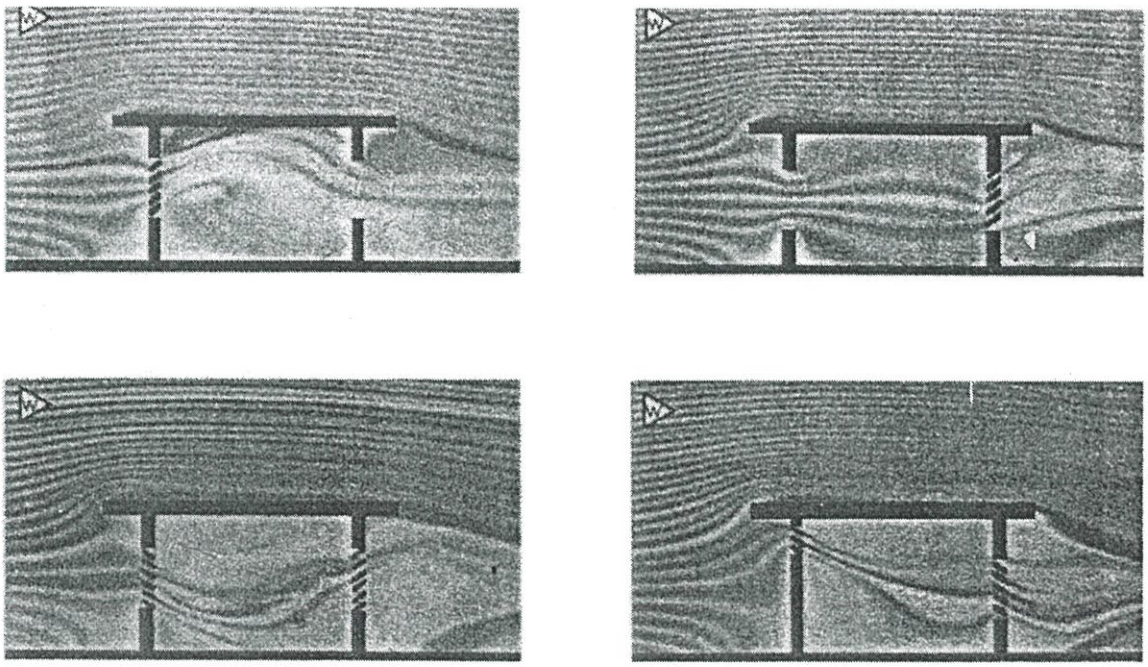
รูปที่ 2.31 กระแสลมที่เข้าทางเจห้าต่างบ่านเปิดธรรมดา



รูปที่ 2.32 กระแสลมที่เข้าหน้าต่างบานเกล็ด จะเห็นว่าทิศทางและความเร็วของกระแสลม เปลี่ยนเมื่อมากระทบบานเกล็ด



รูปที่ 2.33 กระแสลมที่เข้าทางหน้าต่างบานกระทุ้ง จะเห็นทิศทางและความเร็วของกระแสลม เปลี่ยนเมื่อมากระทบบานหน้าต่างกระทุ้ง

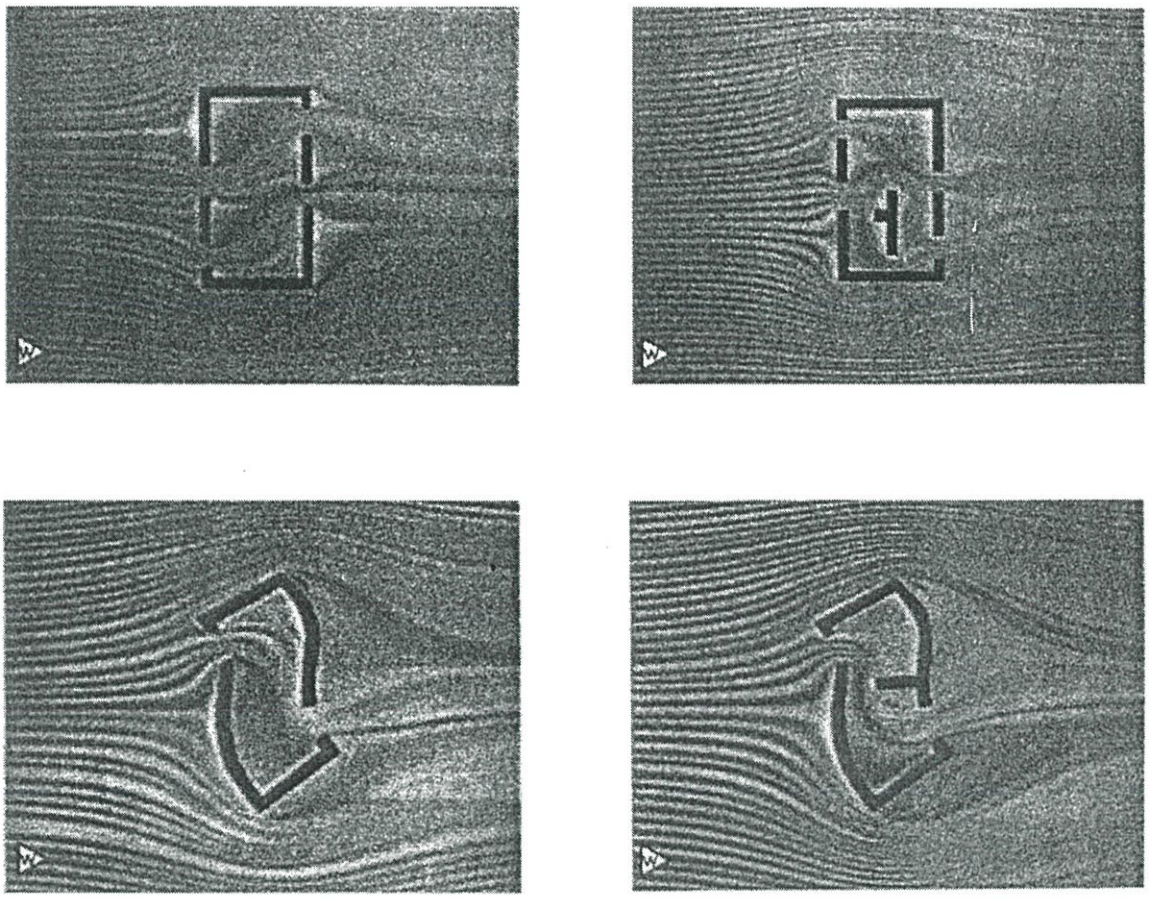


รูปที่ 2.34 ตัวอย่างผลที่เกิดขึ้นกับการใช้บานเกล็ดบริเวณช่องเปิดจะสังเกตได้ว่าทิศทางและปริมาณของกระแสลมจะมีความแตกต่างกันออกไป

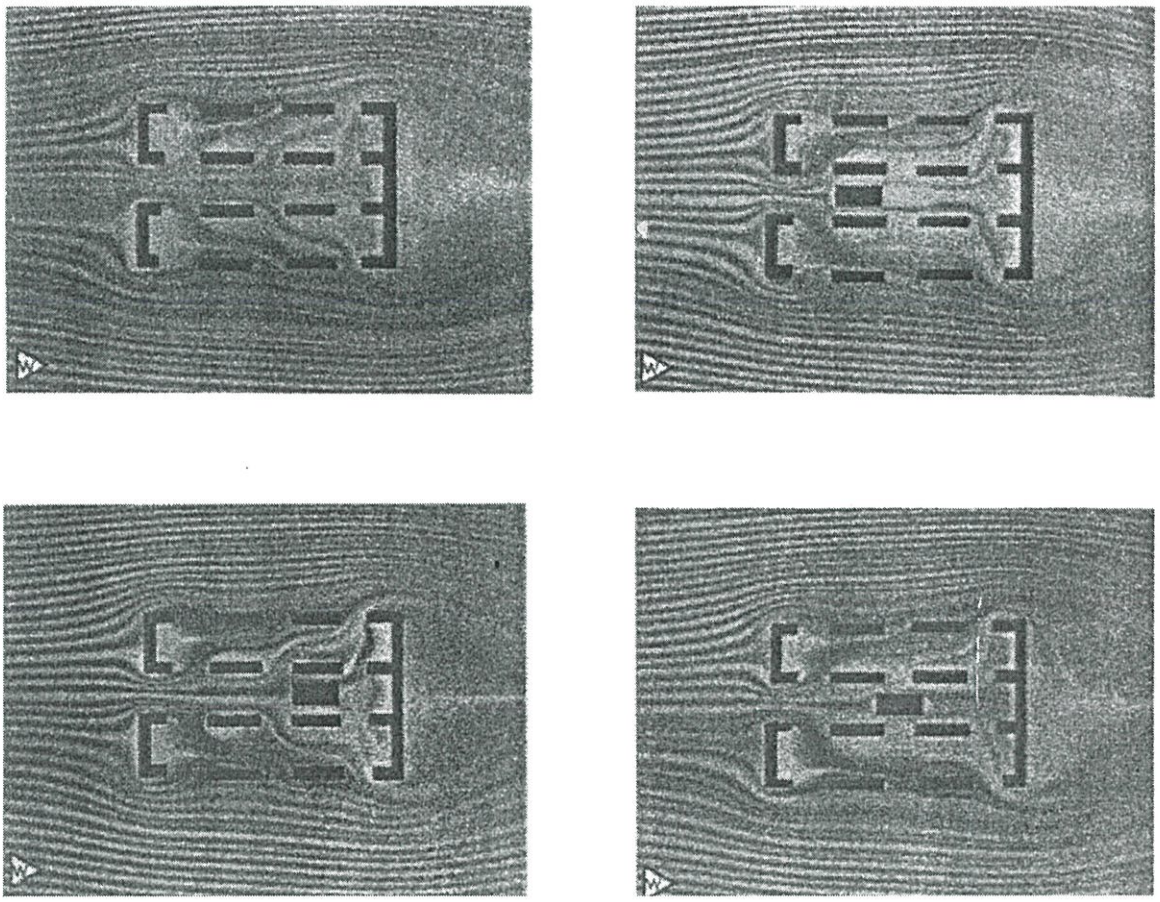
2.4.7 การใช้ผนังกั้น ภายในห้องกับผลของกระแสลมที่เกิดขึ้น

นอกเหนือจากช่องเปิดแล้ว ผนังกั้นภายในห้องก็นับว่ามีความสำคัญกับการควบคุมทิศทางลม ปริมาณ ความแรง ของกระแสลมภายในห้องด้วย

ตำแหน่งผนังกั้นภายในห้องมีผลกระทบกับการไหลเวียนของกระแสลมภายในห้อง ซึ่งอาจทำให้เกิดประโยชน์หรือเสียประโยชน์ก็ได้ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและจำนวนผนังกั้นที่ใช้ ยิ่งผนังกั้นอยู่ใกล้ช่องเปิดทางเข้ามาก ก็จะเกิดผลกระทบจาการเบี่ยงเบนของกระแสลมมาก กระแสลมที่เกิดขึ้นภายในห้องส่วนใหญ่จะมีความเร็วน้อยกว่ากระแสลมด้วยนอกเสมอยิ่งถ้ามีการเบี่ยงเบนยิ่งจะมีความเร็วน้อยลงไปอีกดั้งนั้นการกั้นผนังไม่ชนฝ้าเพดานแต่ให้เหลือพื้นที่ให้กระแสลมไหลผ่านได้ก็จะเป็นการดีในแง่การถ่ายเทอากาศมากกว่าแบบที่ผนังกั้นชนถึงเพดาน โดยเฉพาะบริเวณฝ้าเพดานมีอากาศที่ร้อนกว่าด้านล่าง การมีช่องเปิดนี้จะได้มีการถ่ายเทอากาศร้อนออกไปจากห้องได้ นอกจากนี้ไม่ควรมีผนังกั้นในห้องมากจนเกินไป เพราะจะทำให้เกิดจุดอับลมขึ้นภายในห้อง

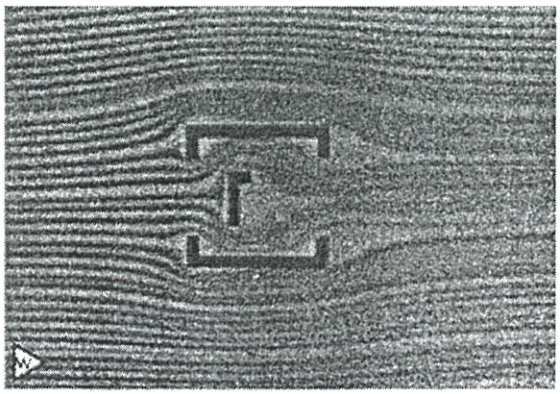


รูปที่ 2.35 เปรียบเทียบภายในห้องมีผนังกั้นและไม่มีผนังกั้นจะเห็นได้ว่าทิศทางที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2.36 การใช้รูปปั้นหรือฉากวางไว้ภายในบริเวณที่กระแสลมพัดผ่าน ในแต่ละตำแหน่งก็จะส่งผลในแง่ทิศทางปริมาณและความเร็วของกระแสลมภายในเหมือนกัน

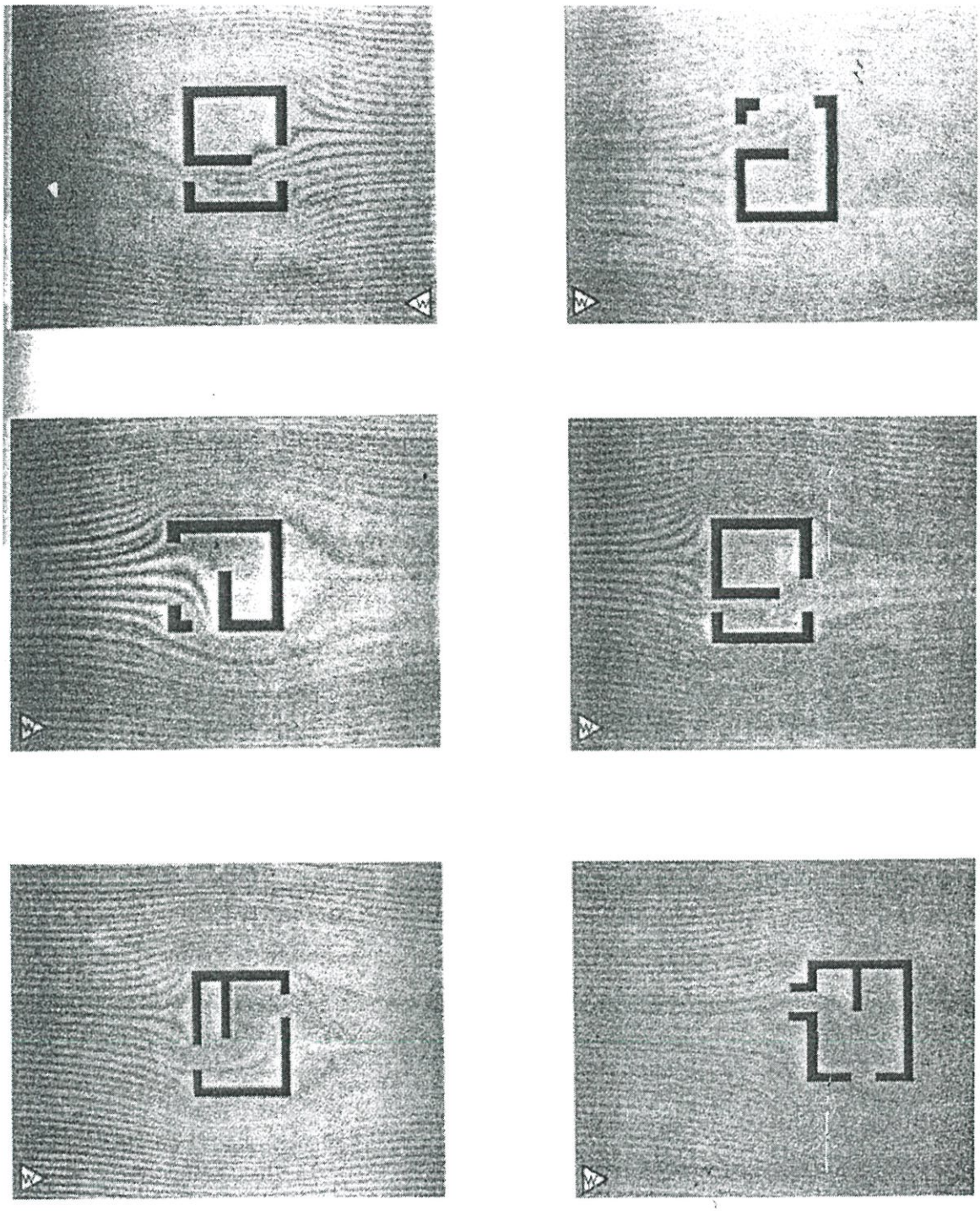
การวางผนังกั้นภายในตำแหน่งของผนังจะส่งผลไปถึงการได้ประโยชน์และไม่ได้ประโยชน์ของกระแสลมได้



รูปที่ 2.37 ตัวอย่างห้องที่มีผนังกั้นภายในห้อง

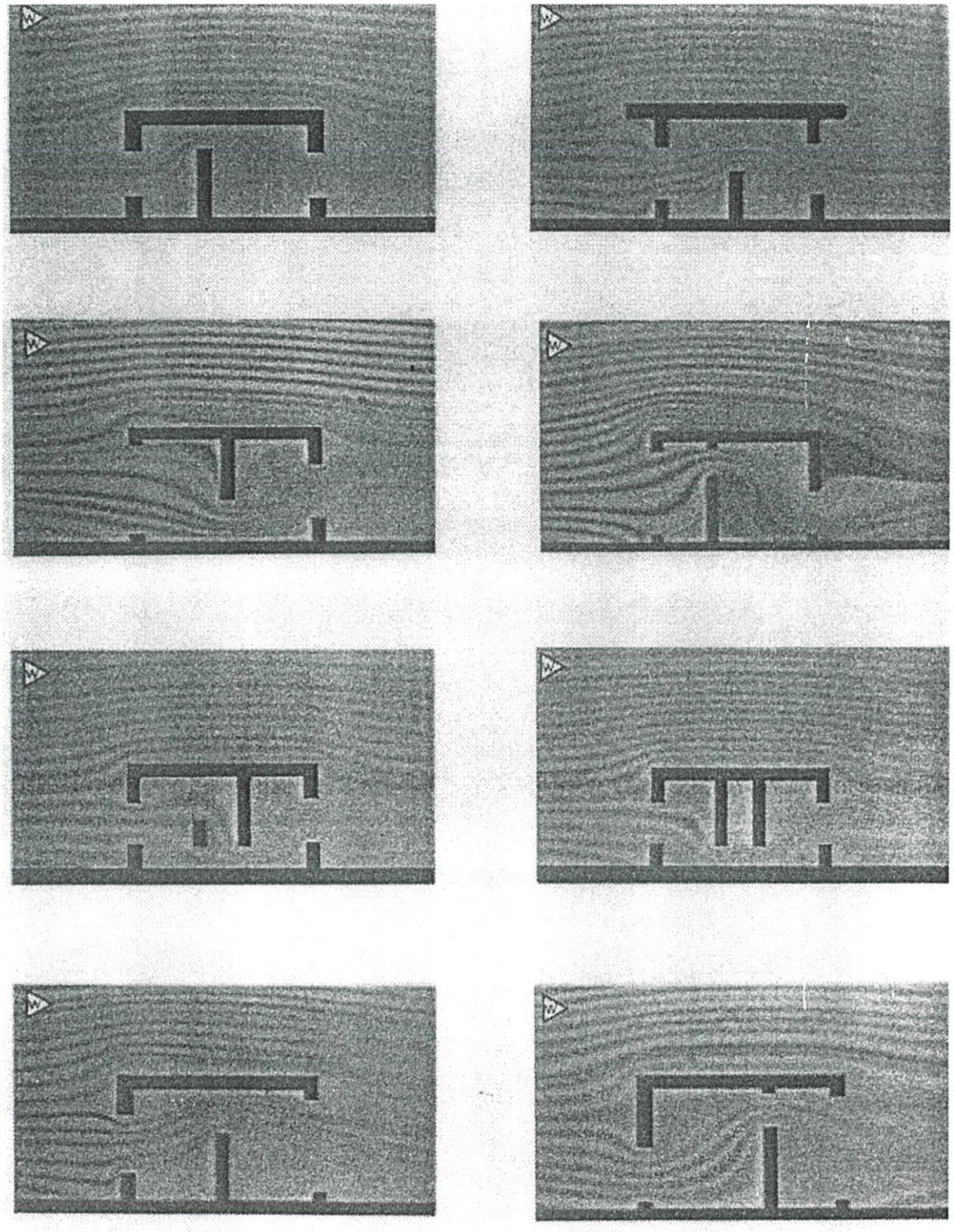
ดังนั้น การจัดวางกั้นภายในห้องให้สัมพันธ์กับทิศทางกระแสลม ก็จะช่วยให้เกิดการระบายอากาศที่ดีภายในห้องได้ อีกทั้งเรายังสามารถใช้บังคับทิศทางลมให้ไปยังพื้นที่ที่ลมเข้าไม่ถึงได้อีกด้วย

เช่นเดียวกัน ถ้าผนังห้องภายใน ในตำแหน่งที่ไม่สัมพันธ์กับช่องเจาะแล้ว จะทำให้เกิดจุดอับลมขึ้นได้ ทำให้บริเวณนั้นไม่เกิดการระบายอากาศที่ดี ยิ่งถ้าเป็นพื้นที่ที่ใช้งานประจำแล้ว ยิ่งทำให้เกิดปัญหาในการอยู่ใช้ประโยชน์ภายในห้องนั้น ซึ่งบางครั้งทำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศหรือพลังงานจักรกลมาช่วยให้อุณหภูมิในห้องลดลง เกิดการถ่ายเทที่ดีขึ้น ทำให้เปลืองพลังงานและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายตรงจุดนี้ได้

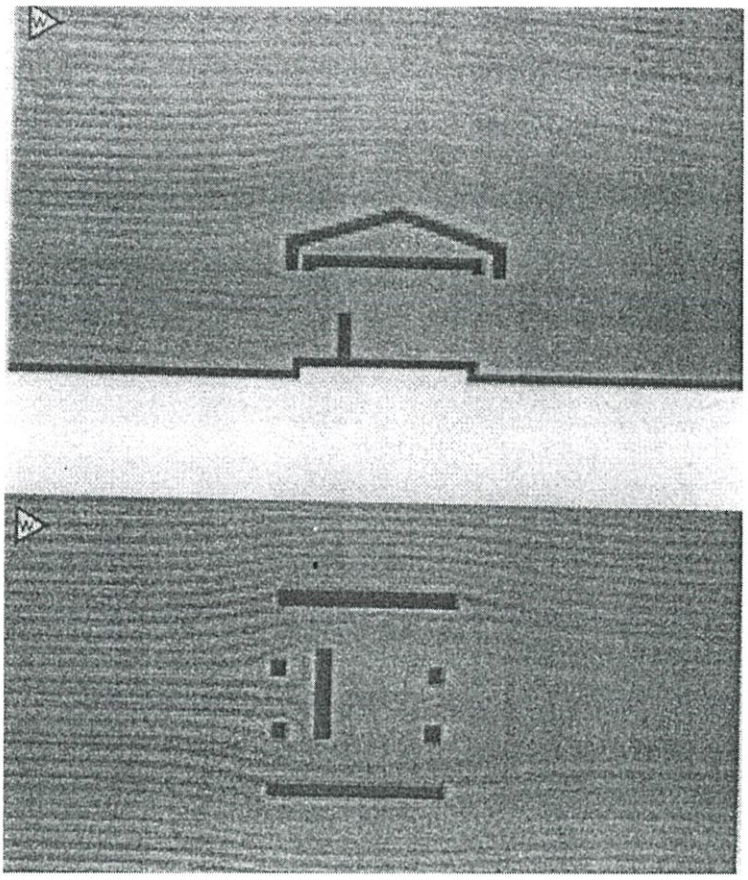


รูปที่ 2.38 ตัวอย่างห้องที่ตั้งฉากกับทิศทางของกระแสลม และมีผนังกั้นภายในไม่สัมพันธ์กับช่องเจาะทำให้บางพื้นที่มีจุดอับลมเกิดขึ้นและขาดการระบายอากาศที่ดีบริเวณนั้น

ตำแหน่งและชนิดของผนังกั้นภายในมีผลกับกระแสลมที่เข้ามาภายในห้อง



รูปที่ 2.39 รูปตัดห้องที่มีผนังภายในจะมีผลถึงทิศทางและความเร็วของกระแสลม เช่นเดียวกันกับที่ได้



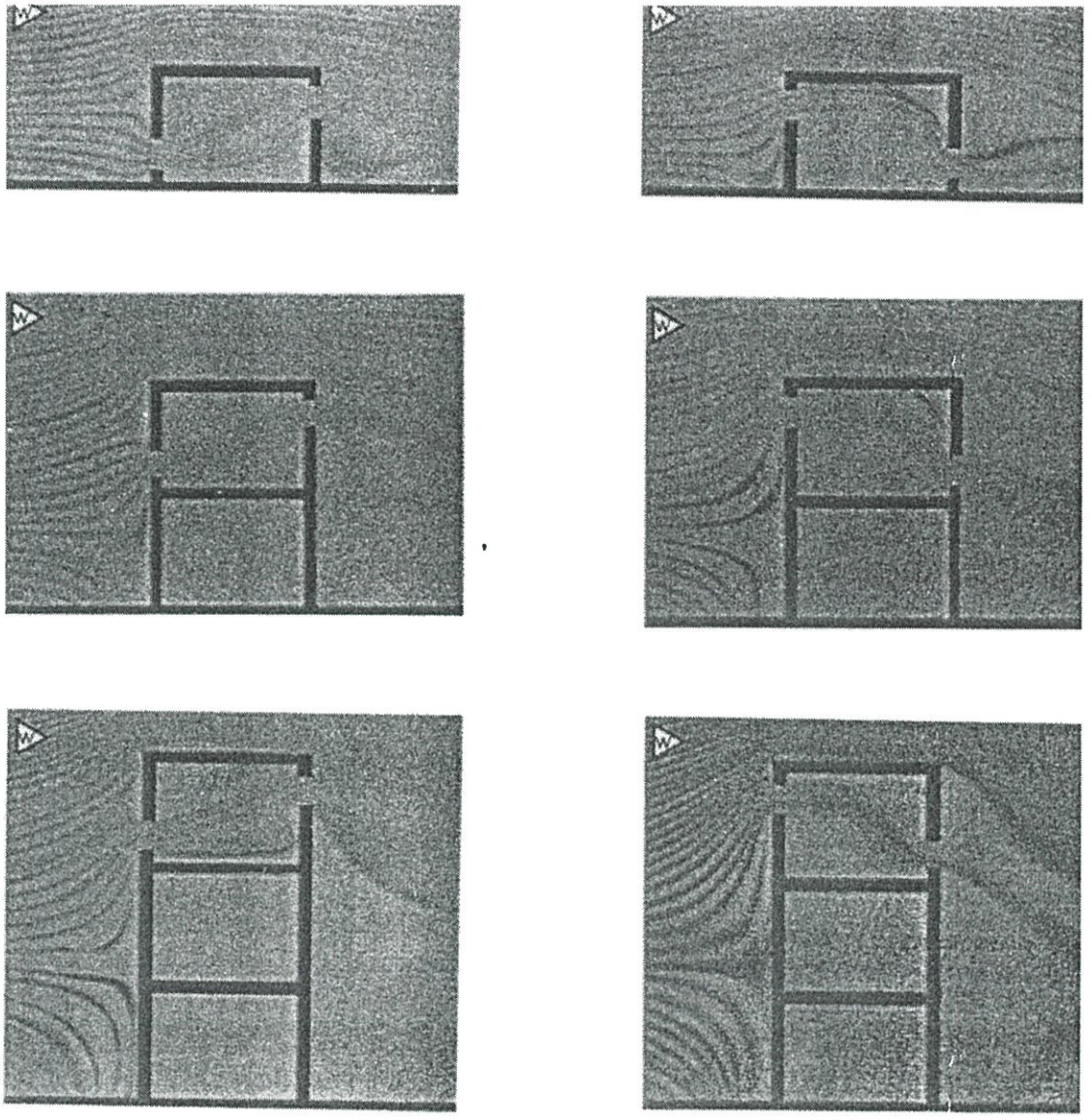
รูปที่ 2.40 ตัวอย่างอาคารที่มีผนังกั้นภายในเปรียบเทียบรูปตัดกับผังพื้นจะเห็นความสอดคล้องของค่าความกดอากาศจากในรูป

2.4.8 **ระยะความสูงจากช่องเปิดถึงพื้นดิน**

ทิศทางการไหลของกระแสลม สำหรับช่องเปิดทางเข้าอาคารที่ระดับต่างกัน ก็จะมีทิศทางต่างกัน อันเนื่องมาจากแนวผนังตามระยะความสูงอาคาร

ยิ่งช่องเปิดอยู่สูงทิศทางกระแสลมก็เปลี่ยนไปเนื่องจากแนวผนังด้านหน้าที่กระแสลมมาปะทะเกิดแรงดันขึ้น

และยิ่งสูงความเร็วของกระแสลมด้านนอกก็ยิ่งมากขึ้น อันจะส่งผลให้กระแสลมภายในห้องเร็วและแรงขึ้นด้วย

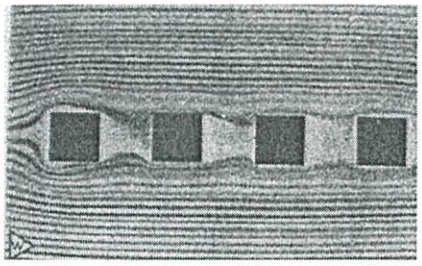


รูปที่ 2.41 ความสูงของห้องและช่องเปิดก็มีผลกับทิศทางของกระแสลมภายในห้องเช่นเดียวกัน

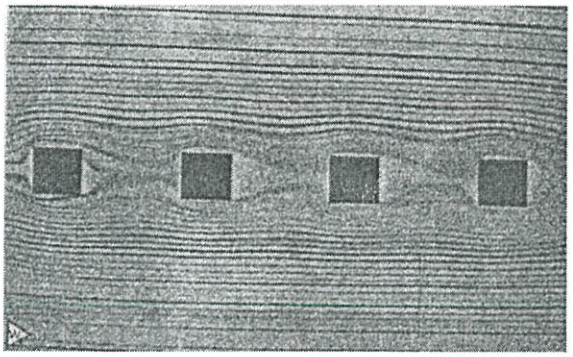
2.4.9 **ระยะห่างระหว่างอาคาร**

ระยะห่างระหว่างอาคารมีความสำคัญต่อกระแสลมที่เข้าสู่ภายในอาคารทั้งทางด้านทิศทางและปริมาณ และยังมีผลกับกระแสลมที่จะเข้าถึงทุก ๆ อาคาร แตกต่างกันไปซึ่งการพิจารณาจะต้องดูปัจจัยอื่นประกอบด้วย เช่น ตำแหน่งการวางอาคาร, ทิศทางอาคาร, รูปทรงอาคาร, จำนวนอาคาร, ขนาดอาคาร, ความสูงของอาคารในกลุ่ม เป็นต้น

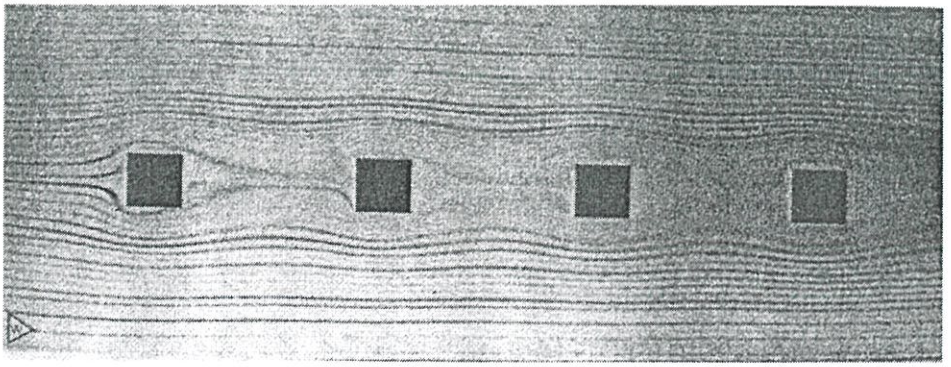
การที่ให้กระแสลมเข้าถึงในอาคารต่าง ๆ ได้ดีทุก ๆ อาคาร ระยะระหว่างอาคารจะแตกต่างกันไปรวมไปถึงปัจจัยอื่นที่แตกต่างกันด้วย จะเป็นตัวกำหนดระยะระหว่างอาคาร ซึ่งในการออกแบบต้องพิจารณาควบคู่กันไปแต่ถ้าเรามีพื้นที่ให้วางอาคารค่อนข้างกว้าง การใช้ระยะระหว่างอาคารยิ่งมากก็ยิ่งจะทำให้กระแสลมเข้าถึงตัวอาคารได้ดี ระยะอาคารยังส่งผลกับความแรงและความเร็วของกระแสลมของกลุ่มอาคารอีกด้วย



- ระยะห่างระหว่างอาคารประมาณ 1 เท่าของความยาวของอาคาร



- ระยะห่างระหว่างอาคารประมาณ 2 เท่าของความยาวของอาคาร



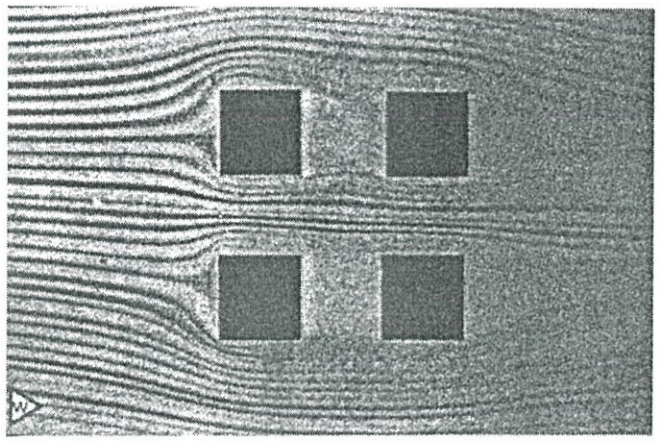
- ระยะห่างระหว่างอาคารประมาณ 3 เท่าของความยาวของอาคาร

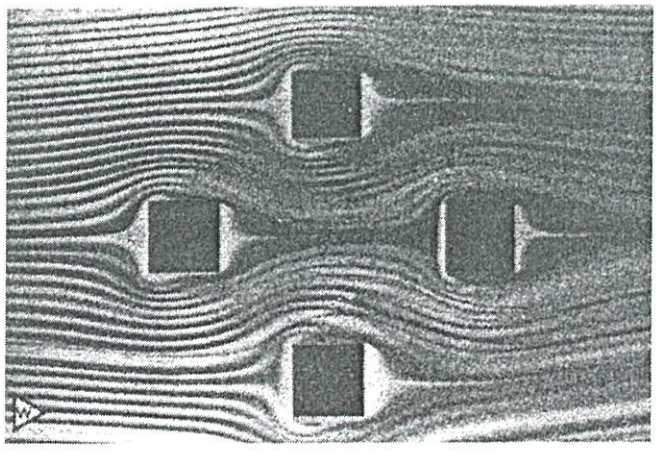
รูปที่ 2.42 กลุ่มอาคารที่มีการวางอาคารเรียงกันเป็นแนวเส้นตรง ขนานกับทิศทางของกระแสลม

จะเห็นได้ว่าในกรณีที่อาคารอยู่ในแนวเดียวกัน และขนานกับทิศทางลมอาคารยิ่งอยู่ห่างกันก็จะมีกระแสลมเข้าถึงภายในแต่ละอาคารได้ดีขึ้น โดยอย่างน้อยควรห่างกันประมาณ 3 เท่าของความยางอาคาร

และในส่วนของอาคารที่มีระยะห่างระหว่างอาคารห่างกัน 3-7 เท่ากับของความยาวอาคาร กระแสลมระหว่างอาคารจะมีความแรงและความเร็วลมที่ต่างกันไป นั้นคือในส่วนของที่ว่างระหว่างอาคารที่อยู่ใกล้กับบริเวณอาคารที่กระแสลมมาปะทะครั้งแรกจะมีความแรงและความเร็วลมที่มากและจะน้อยไปตามลำดับความห่างของตำแหน่งพื้นที่ว่างระหว่างอาคาร

นอกจากนี้อาคารจำนวนและรูปแบบเดียวกับแต่หากมีลักษณะการจัดวางกลุ่มอาคารที่แตกต่างกัน ผลของการเข้าถึงของกระแสลมถึงแตกต่างกันออกไป





รูปที่ 2.43 การจัดวางอาคารมีผลให้ปริมาณกระแสลมเข้าถึงอาคารในปริมาณที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบได้จากรูป 2 รูปนี้จะเห็นได้ว่ามีปริมาณกระแสลมเข้าถึงอาคารแตกต่างกันอย่างชัดเจน ทั้งที่มีรูปทรงอาคารเหมือนกัน

2.4.10 การระบายอากาศด้วยปล่อง ปล่อง Stack Ventilation

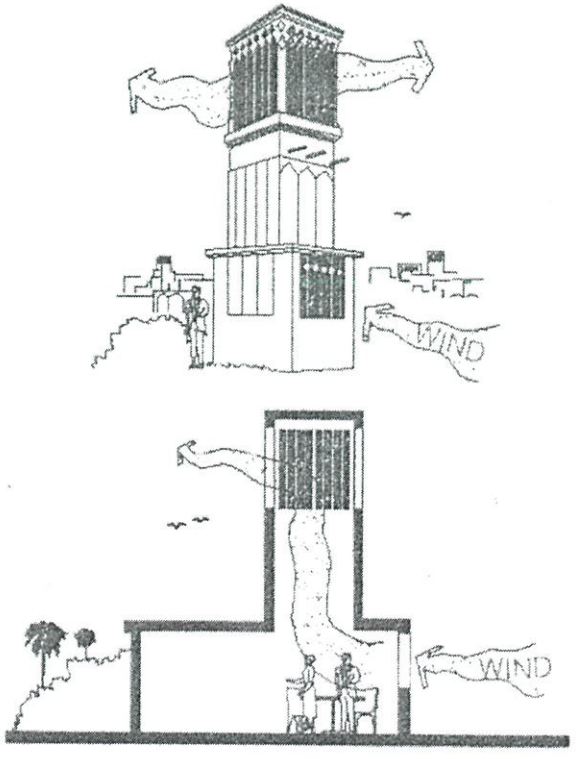
Stack Ventilation เกิดได้จาก 2 กรณี คือ

1. การไหลเวียนของอาคารภายในห้องอันเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

2. การไหลเวียนของอากาศภายในห้องอันเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ

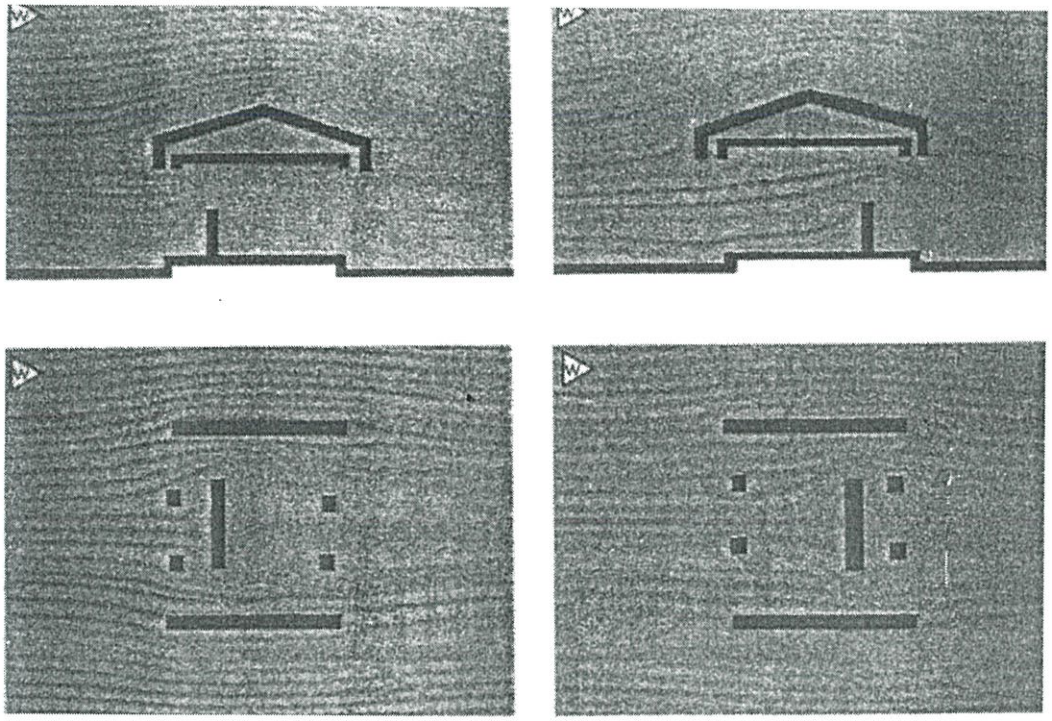
3. ความแตกต่างของอุณหภูมิ นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของการไหลเวียนของอากาศ เช่น เดียวกับความแตกต่างด้านความกดอากาศ

ตามคุณสมบัติของอากาศร้อนและเย็นนั้นคือ ความร้อนจะลอยตัวขึ้นสูงส่วนอากาศเย็นจะเข้าไปแทนที่อากาศร้อน และยังจะช่วยลดไอน้ำในอากาศในช่วงที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศ และผนวกกับความแตกต่างของความกดอากาศแล้ว คุณสมบัตินี้จึงนับว่าเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบกับอาคารที่อยู่ในเขตร้อน ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีการนำวิธีนี้มาใช้กับอาคารในสมัยก่อนมานานแล้ว เช่นอาคารในประเทศอิหร่าน ใช้ปล่องลมที่มีโพรงอากาศอยู่เหนือหลังคา โดยรูระบายอากาศมีลักษณะเป็นแนวยาวและอยู่รอบปล่องลม โดยจะทำหน้าที่ให้อากาศร้อนถ่ายเทออกไปและอากาศเย็นเข้ามาแทน และยังใช้ปล่องเป็นทางเข้าของลม ในกรณีที่เกิดความแตกต่างของคามกดอากาศภายใน และภายนอกโดยเหนือปล่องมีความกดอากาศสูงกว่าภายในห้อง

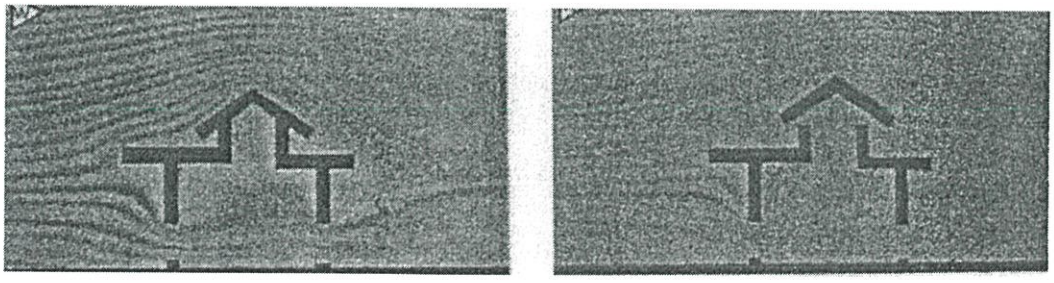


รูปที่ 2.44 ตัวอย่างอาคารในประเทศอิหร่าน ซึ่งใช้ระบบ Stack Ventilation ในการระบายอากาศภายในอาคาร

สำหรับอาคารขนาดเล็กนั้น ก็สามารถทำได้โดยทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศบริเวณใต้หลังคา อันจะทำให้อากาศภายในห้องมีการแทนที่กันของอากาศ



รูปที่ 2.45 จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ถ้าเราเจาะช่องใต้หลังคาจะสามารถช่วยให้เกิดการระบายอากาศบริเวณใต้หลังคาได้ อันจะส่งผลถึงการระบายอากาศภายในห้องด้วย



รูปที่ 2.46 เปรียบเทียบรูปทางซ้ายมือซึ่งไม่ใช้ Stack Ventilation จะมีการไหลเวียนของกระแสลมด้านบนห้องได้น้อยกว่ารูปทางขวามือที่ใช้ Stack Ventilation

ซึ่งวิธีการข้างต้นจะย้อมกลับถ้าความกดอากาศเหนือปล่อง สูงกว่าในอาคารนั้น

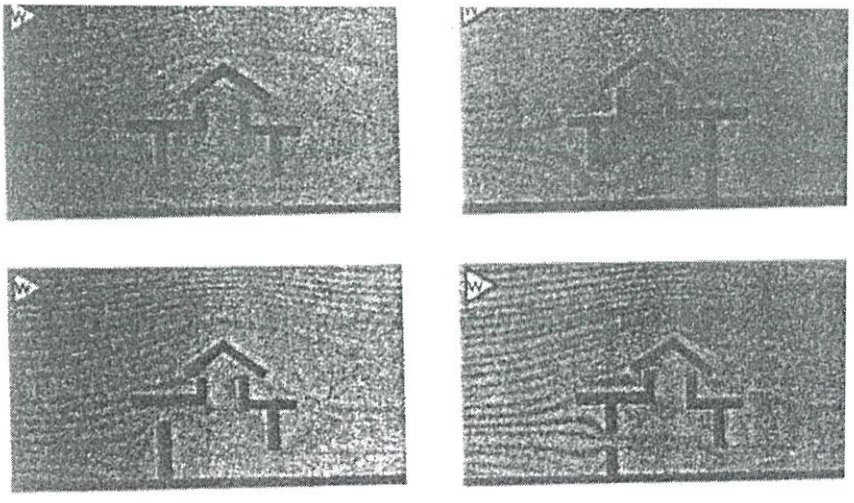
ในการออกแบบนี้ T.S Rosers ได้กล่าวถึงการระบายอากาศใช้ช่องหลังคาจั่ว (Gable Roof) ปั้นหยา (HIP Roof) หรือหลังคาแบน (Flat Roof) กับอาคารพื้นที่น้อยกว่า 5,000 ตารางฟุต ว่าควรเป็น 1: 500 สำหรับการลดความร้อนใต้หลังคาในฤดูร้อน และในกรุงเทพฯ หรือที่ใกล้เคียง ควรเป็น 1 : 100 หรือมากกว่านั้น

ระบบนี้เหมาะสมในการใช้ระบายอากาศในพื้นที่ ๆ ไม่มีบริเวณที่ว่างรอบ ๆ อาคารให้ลมเข้าออกได้จากด้านข้าง หรือมีแต่ไม่เพียงพอในการระบายอากาศ หรือจะใช้กับพื้นที่ ๆ ต้องการความเป็นส่วนตัว ไม่ต้องการเปิดช่องเปิดด้านข้างมากนัก และในภูมิอากาศแบบร้อนแห้ง ก็จะไม่สามารถเปิดช่องด้านข้างได้กว้าง เพราะแสงแดดค่อนข้างแรง ก็จำเป็นต้องทำกำแพงหนาเพื่อกันความร้อนจากแสงแดด และใช้ปล่องช่วงในการระบายอากาศ อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาเรื่องฝุ่นที่มาในอากาศลงอีกด้วย

ระบบนี้จะประกอบไปด้วย

1. ช่องเปิดทางเข้า(ด้านล่างอาคาร)
2. ความร้อนที่มีอยู่ภายในปล่องลม
3. ช่องเปิดทางออก(ด้านบนเหนือปล่อง)

ทำการทดลอง Stack Ventilation โดยการเจาะช่องเปิดทางเข้าและทางออกของกระแสลมบริเวณผนังห้องในลักษณะและตำแหน่งต่าง ๆ กัน



รูปที่ 2.47 การทดลอง Stack Ventilation โดยเจาะช่องเปิดที่ผนังด้านล่างในลักษณะต่าง ๆ กัน

2.5 กลุ่มทฤษฎีเรื่องรูปร่าง สัดส่วน ของอาคารทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะภูมิอากาศและสัมพันธ์กับทิศทางกระแสลม

โดยทั่วไป รูปทรงอาคารที่เหมาะสมกับลักษณะภูมิอากาศ คือ รูปทรงที่เสียความร้อนในบรรยากาศน้อยที่สุด และในฤดูร้อนรับความร้อนจากบรรยากาศน้อยที่สุด แต่สำหรับในประเทศไทย และพื้นที่ ๆ อยู่ในเขตร้อนชื้นนั้น ควรให้อาคารเกิดการสูญเสีย ความร้อนในบรรยากาศให้มากที่สุด แม้ในฤดูหนาว (นอกจากในตอนเช้าตรูของฤดูหนาว ซึ่งจะเน้นอาคารพักอาศัยที่จะใช้สอยในช่วงเช้า) โดยต้องคำนึงถึงการออกแบบอาคารให้มีรูปร่างสัดส่วนให้สามารถป้องกันความร้อนจากบรรยากาศและวางอาคารให้สัมพันธ์กับทิศทางกระแสลมเพื่อให้เกิดการไหลเวียนของกระแสลมให้เกิดการระบายอากาศให้มากที่สุด

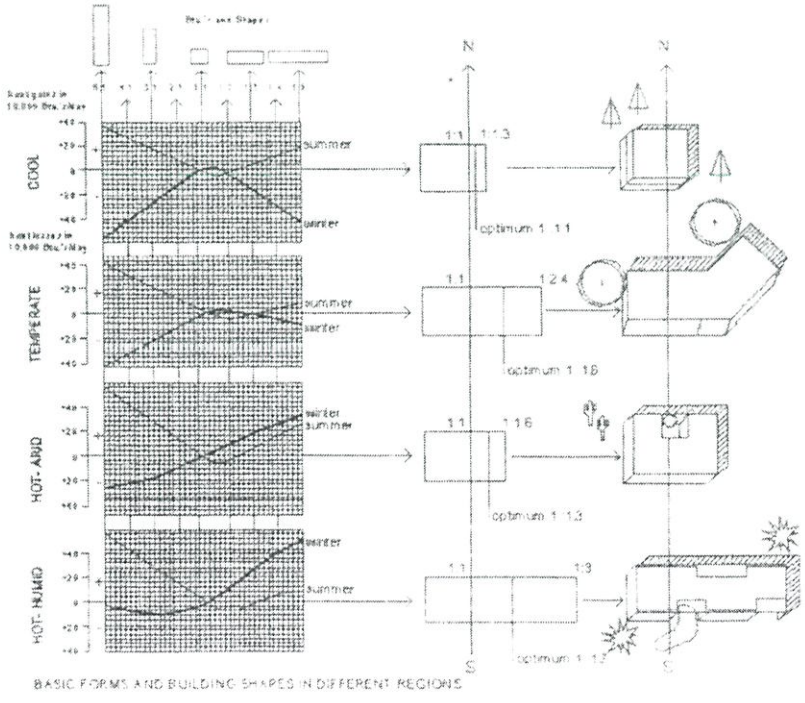
ในการทดสอบเปรียบเทียบขนาด และสัดส่วนของอาคารขนาดเดียวกัน ของ Victor Olgyay, 1969 ในลักษณะภูมิอากาศที่ต่างกันในสหรัฐอเมริกาโดยเปรียบเทียบเมือง Minneapolis (เขตหนาวจัด), New York (เขตอบอุ่น), Phoenix (เขตร้อนแห้ง) และ Miami (เขตร้อนชื้น) ได้ผลการทดลองว่า สัดส่วนรูปร่างที่เหมาะสมกับอาคารในแต่ละสภาวะอากาศควรเป็นดังนี้

สัดส่วนรูปร่างของอาคารในเขตหนาว ควรเป็น 1 : 1.3 โดยสัดส่วนที่ Optimumคือ 1 : 1.1

สัดส่วนรูปร่างของอาคารในเขตอบอุ่น ควรเป็น 1 : 1.4 โดยสัดส่วนที่ Optimumคือ 1 : 1.6

สัดส่วนรูปร่างของอาคารในเขตร้อนแห้ง ควรเป็น 1 : 1.6 โดยสัดส่วนที่ Optimumคือ 1 : 1.3

สัดส่วนรูปร่างของอาคารในเขตร้อนแห้ง ควรเป็น 1 : 1.3 โดยสัดส่วนที่ Optimumคือ 1 : 1.7



รูปที่ 2.48 เปรียบเทียบขนาดและสัดส่วนของอาคารขนาดเดียวกันในลักษณะภูมิอากาศที่ต่างกัน

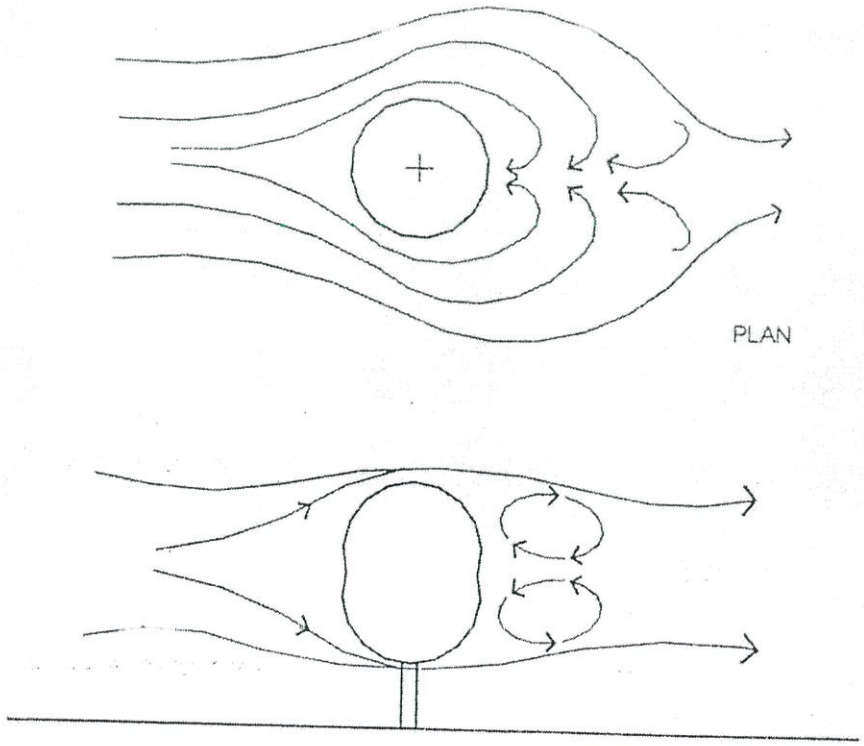
ประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น อาคารทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะภูมิอากาศควรมีสัดส่วน รูปร่าง ของอาคารเป็น 1: 3 โดยสัดส่วนที่เป็น Optimumคือ 1 : 1.7โดยให้อาคารด้านยาวเป็นด้านที่รับกระแสลม

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับภูมิสถาปัตยกรรมกับงานสถาปัตยกรรม

สิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้อาคาร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่รูปลักษณะการไหลของอากาศรวมทั้งความเร็วด้วย ส่วนประกอบต่าง ๆ ของภูมิสถาปัตยกรรม รวมทั้งต้นไม้พุ่ม ผนัง รั้ว สามารถทำให้เกิดแหล่งความกดต่ำและความกดสูงรอบ ๆ ตัวอาคารได้ การจัดวางส่วนประกอบต่าง ๆ และแวดล้อมควรทำด้วยความระมัดระวังมิให้ไปลดปริมาณความเย็นที่ได้จากกระแสลมเข้าไปในอาคาร โดยการจัดวางตำแหน่งอย่างถูกต้อง

จากการวิจัยของ THE TEXAS ENGINEERING EXPERIMENT STATION มีผลโดยตรงต่อ การออกแบบในเขตร้อนชื้น ทำให้ทรายถึงผลของกระแสลมที่กระทำกับภูมิสถาปัตยกรรมและอาคารโดยเฉพาะต้นไม้ ทำให้สามารถสรุปได้คือ

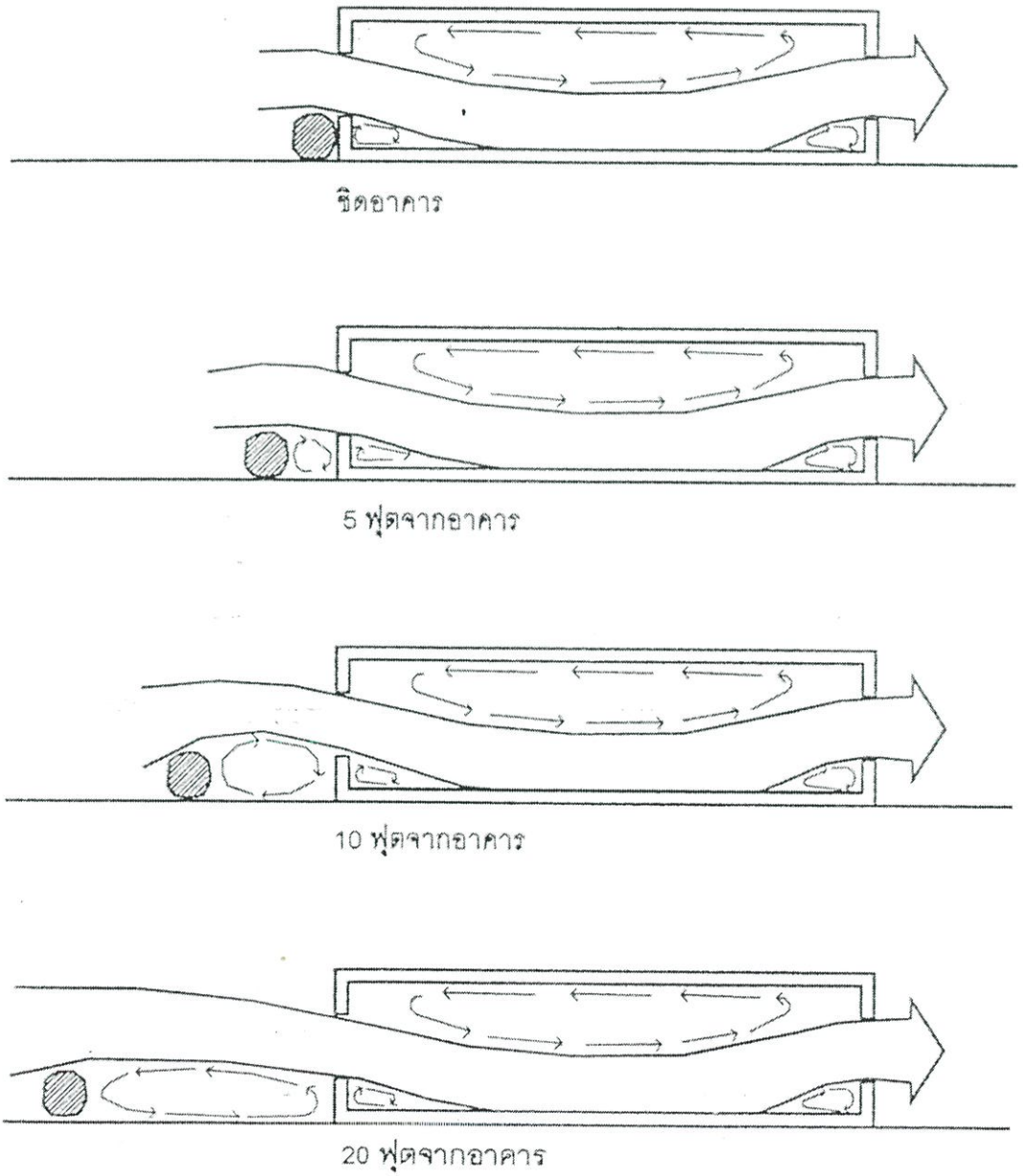
1. ต้นไม้ที่มีใบให้ผลกับกระแสลมเหมือนกับมวลทรงต้น
2. ความเร็วลมที่ต้นไม้จะเพิ่มขึ้น



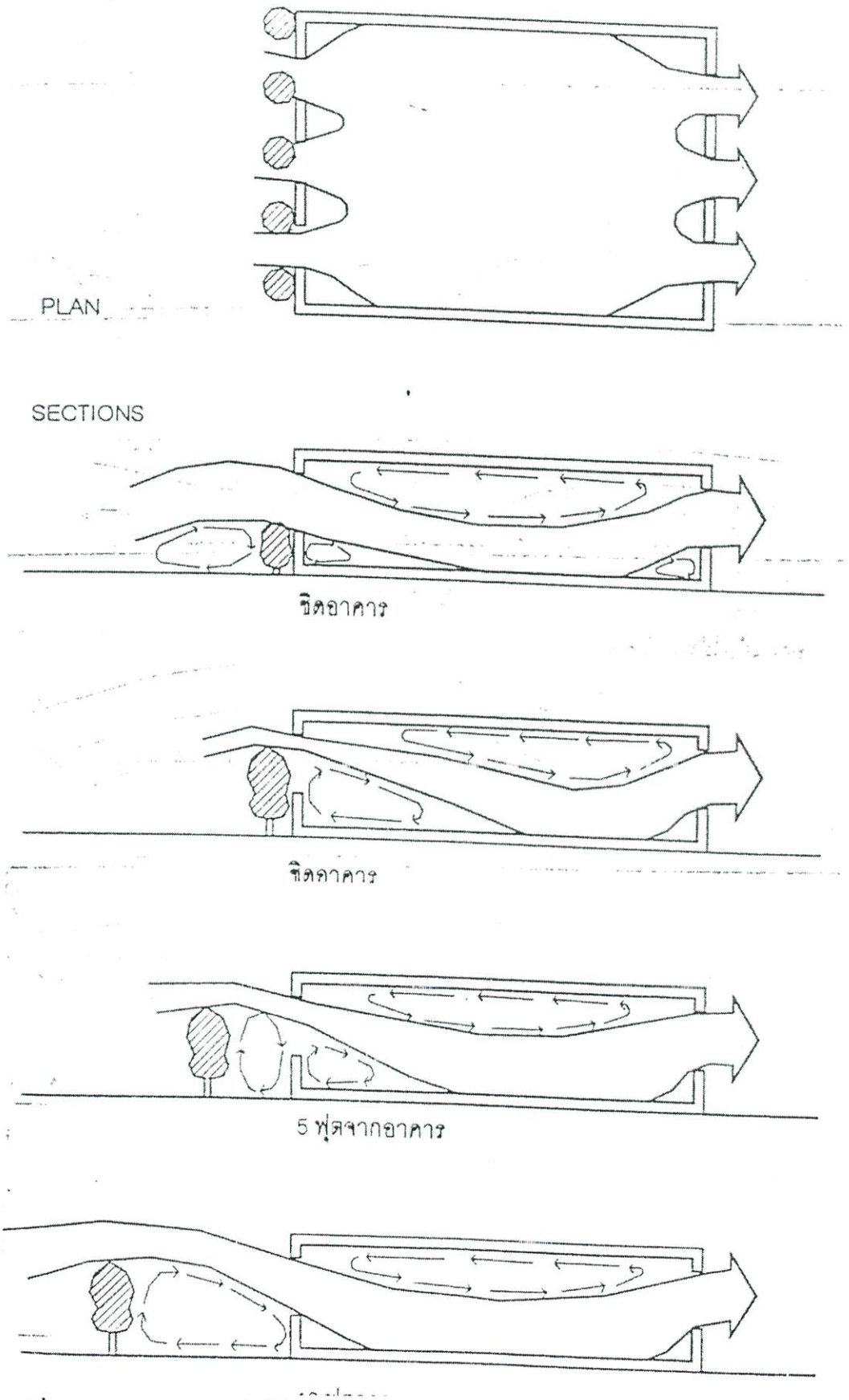
รูปที่ 2.49 กระแสลมที่กระทำกับภูมิสถาปัตยกรรม

การไหลของกระแสลมที่เกิดจากพืชหลายชนิดรวมกัน ผลของการทดลองพบว่า

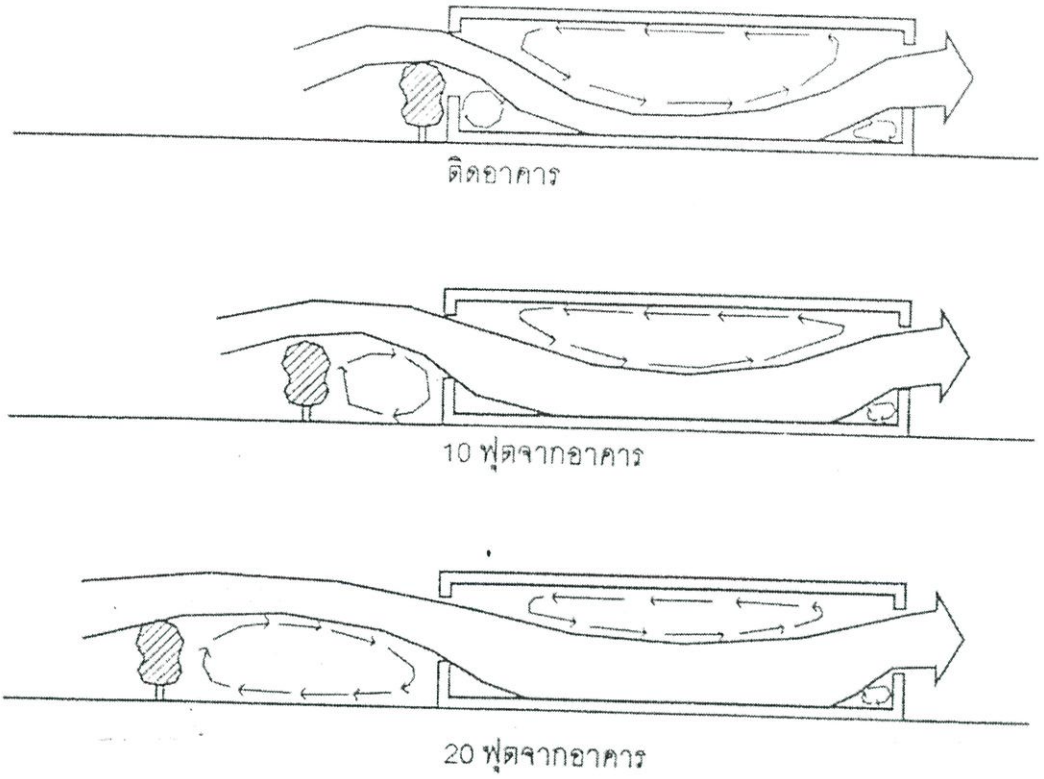
1. พืช ให้ผลกับกระแสลมที่ผ่านและรอบ ๆ อาคาร
2. ตำแหน่งของพืช อาจทำให้เกิดการลด หรือเพิ่ม การไหลของอากาศผ่านอาคาร
3. พืช ทำให้เกิดการเปลี่ยนทิศทางในการพัดผ่านภายในอาคาร
4. พืชทางด้านใต้ลม ให้ผลน้อย หรือไม่ให้ผลเลยกับการพัดผ่านของกระแสลม นอกจากจะอุดอยู่ปากทางกระแสลมออกของอาคารเท่านั้น



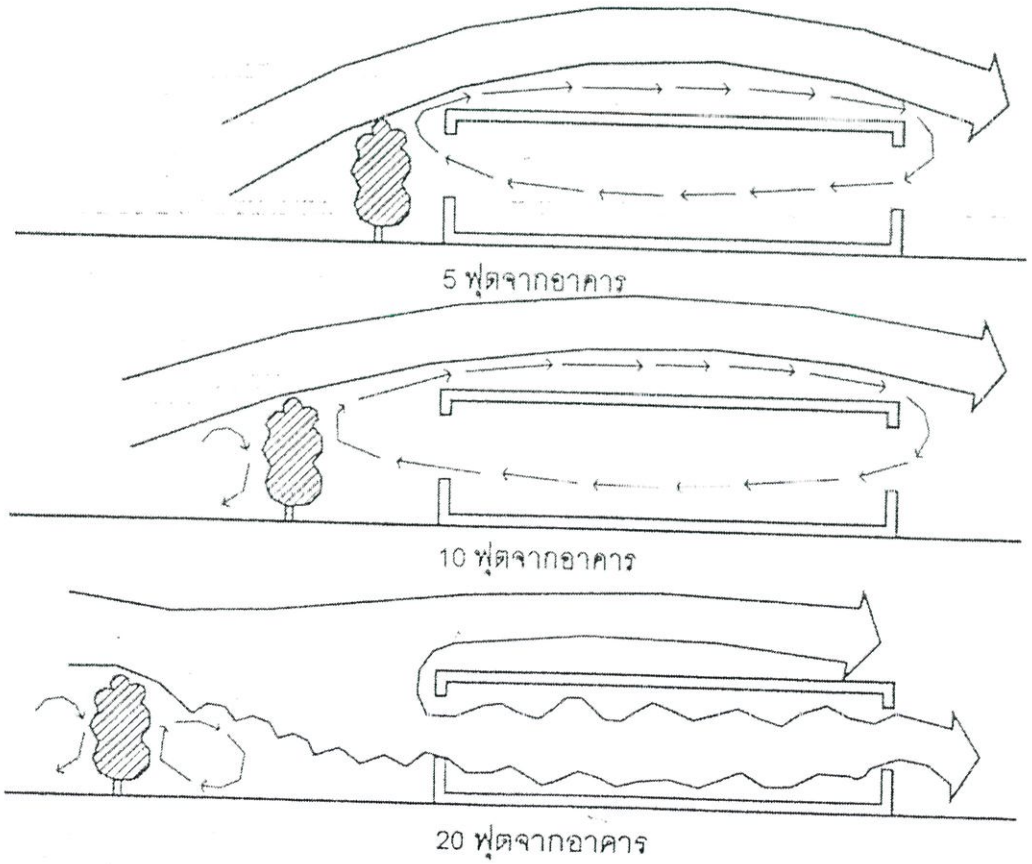
รูปที่ 2.50 ผลของลมกับพุ่มไม้เตี้ย (น้อยกว่า 3 ฟุต)



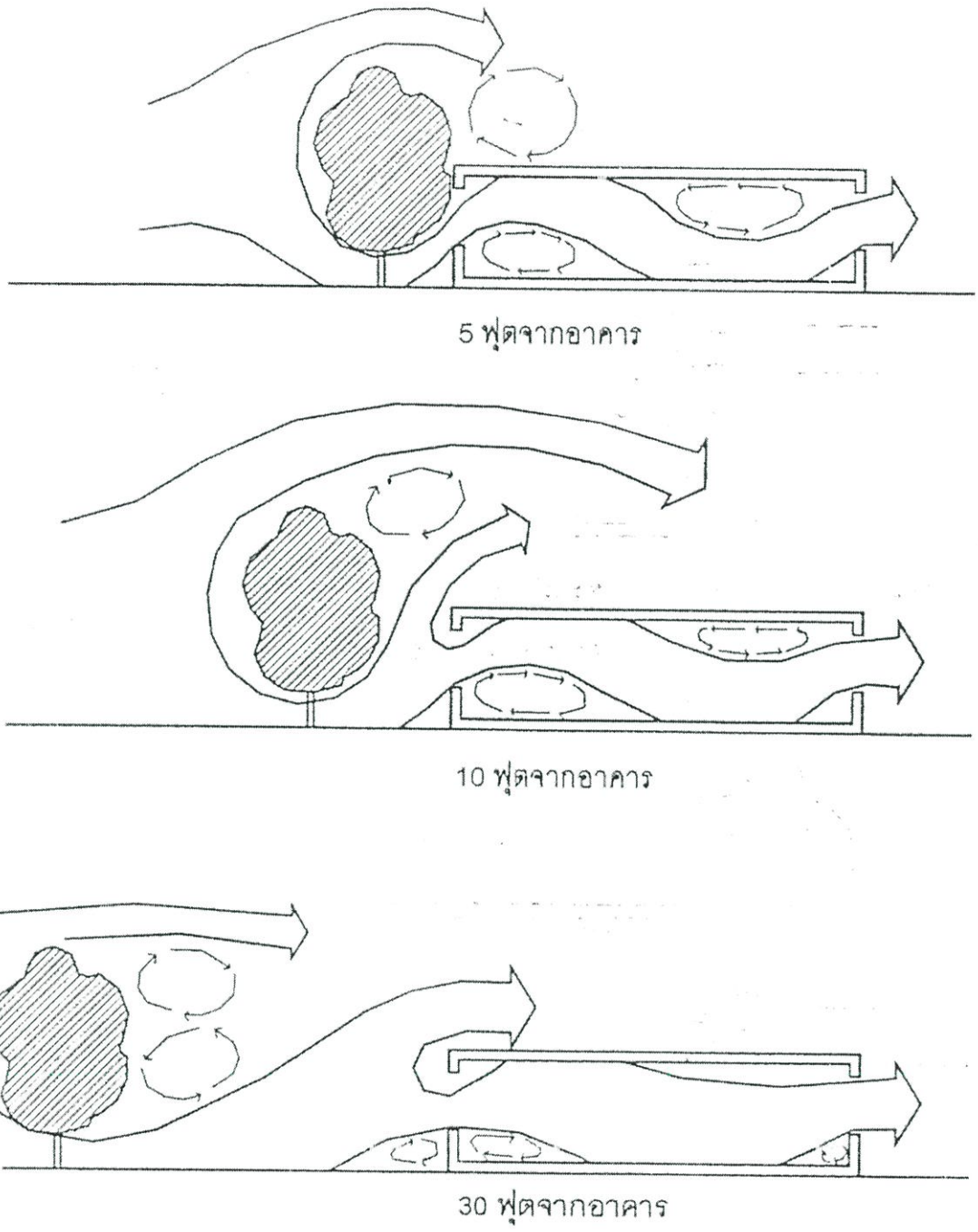
รูปที่ 2.51 ผลของลมกับต้นไม้พุ่มขนาดกลาง



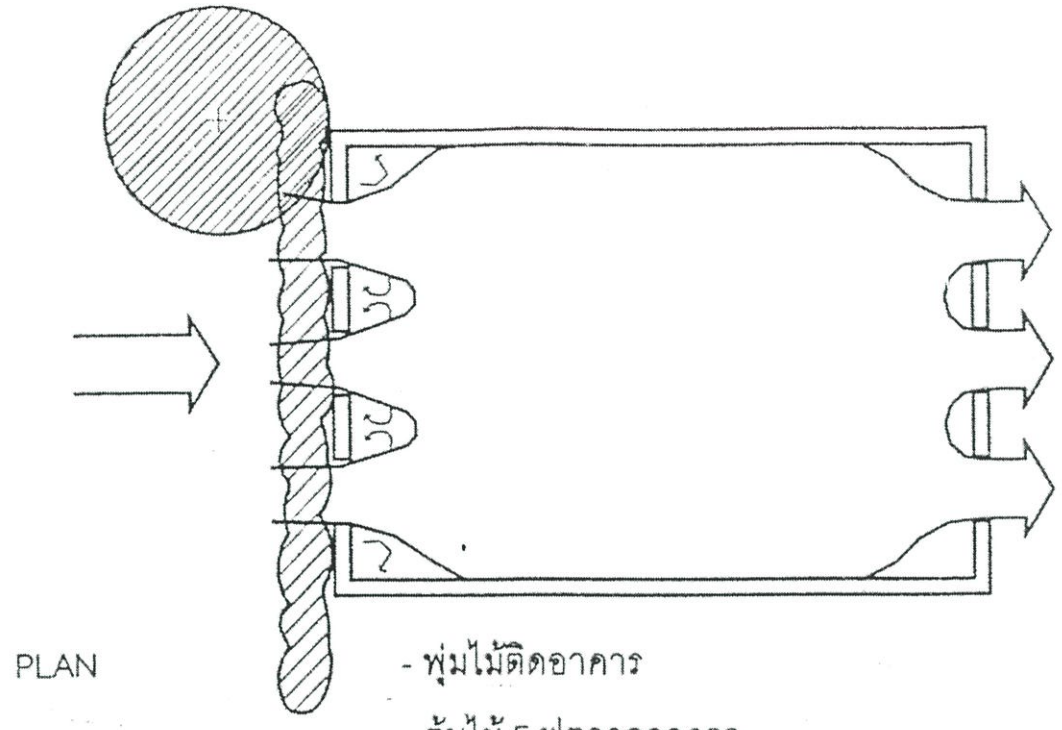
รูปที่ 2.52 ผลของลมกับไม้พุ่มขนาดกลาง

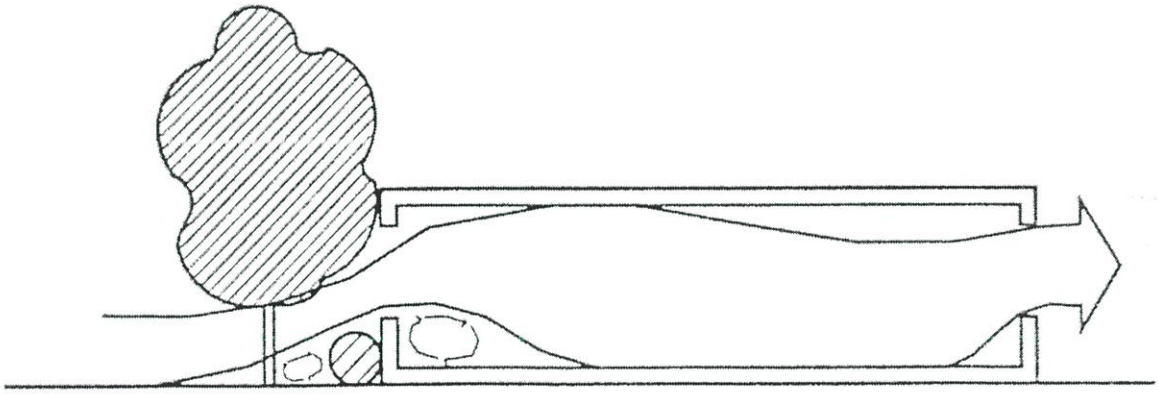


รูปที่ 2.53 ผลของลมกับไม้พุ่มชนิดสูง

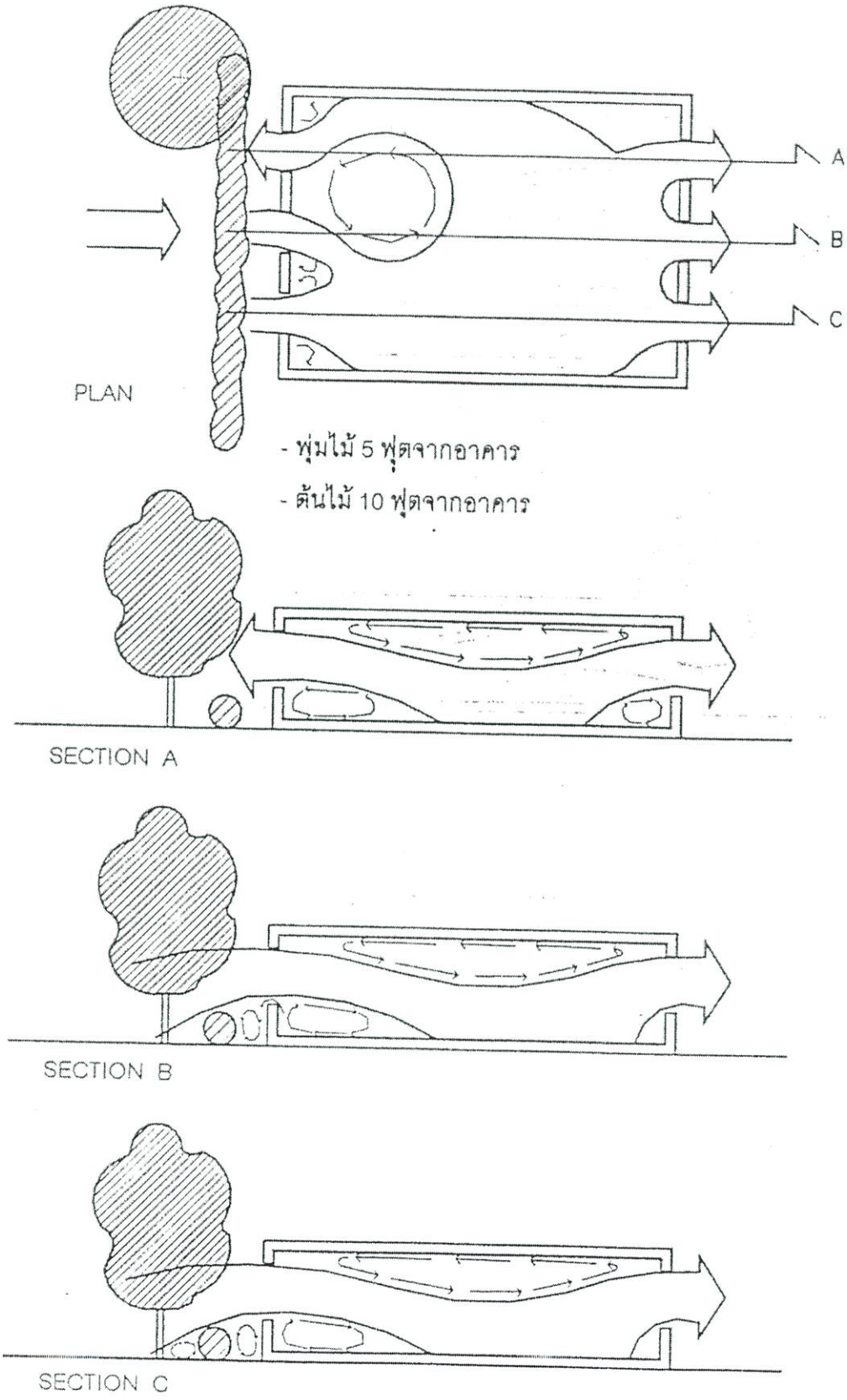


รูปที่ 2.54 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านสูง 5 ฟุต)

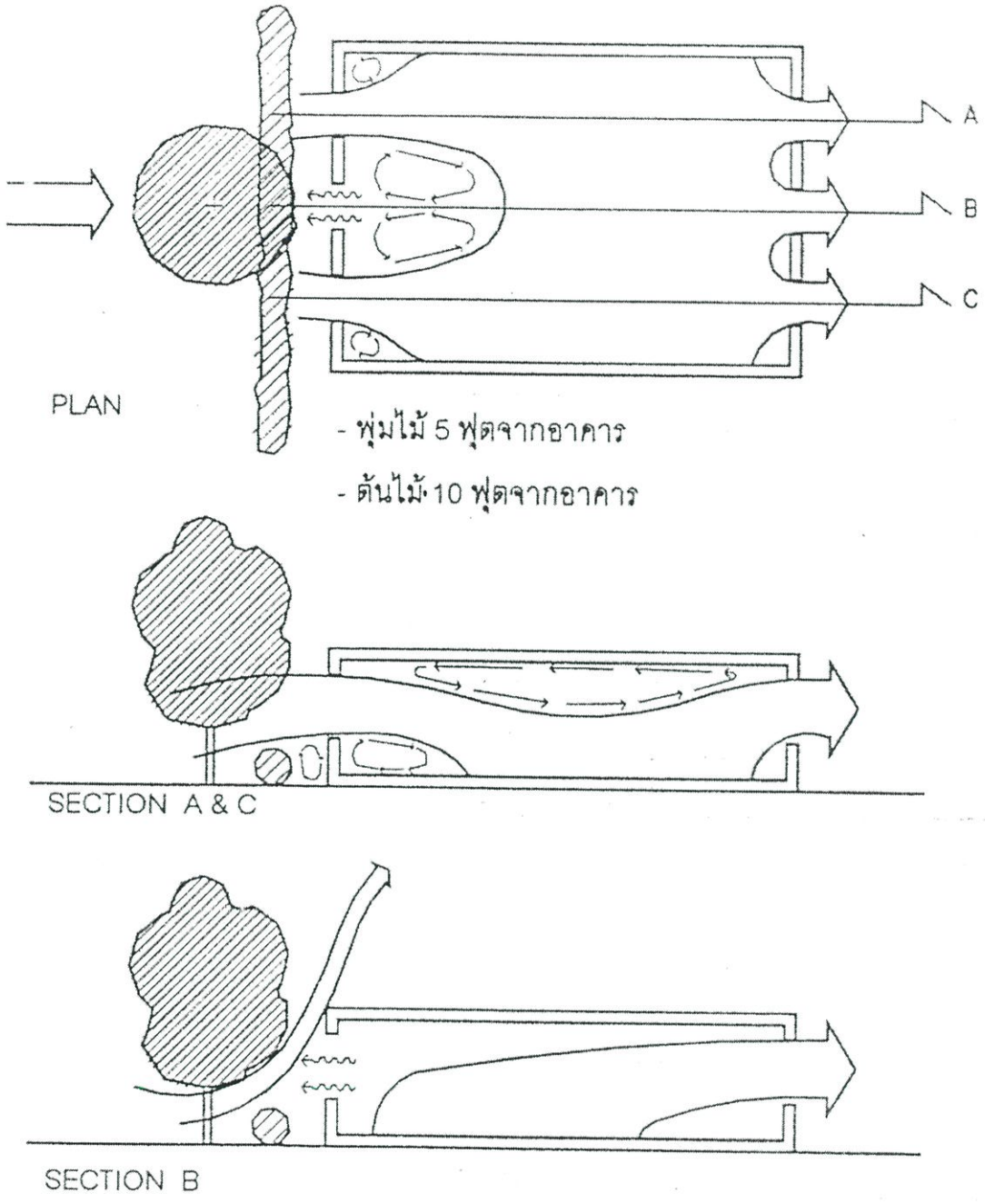




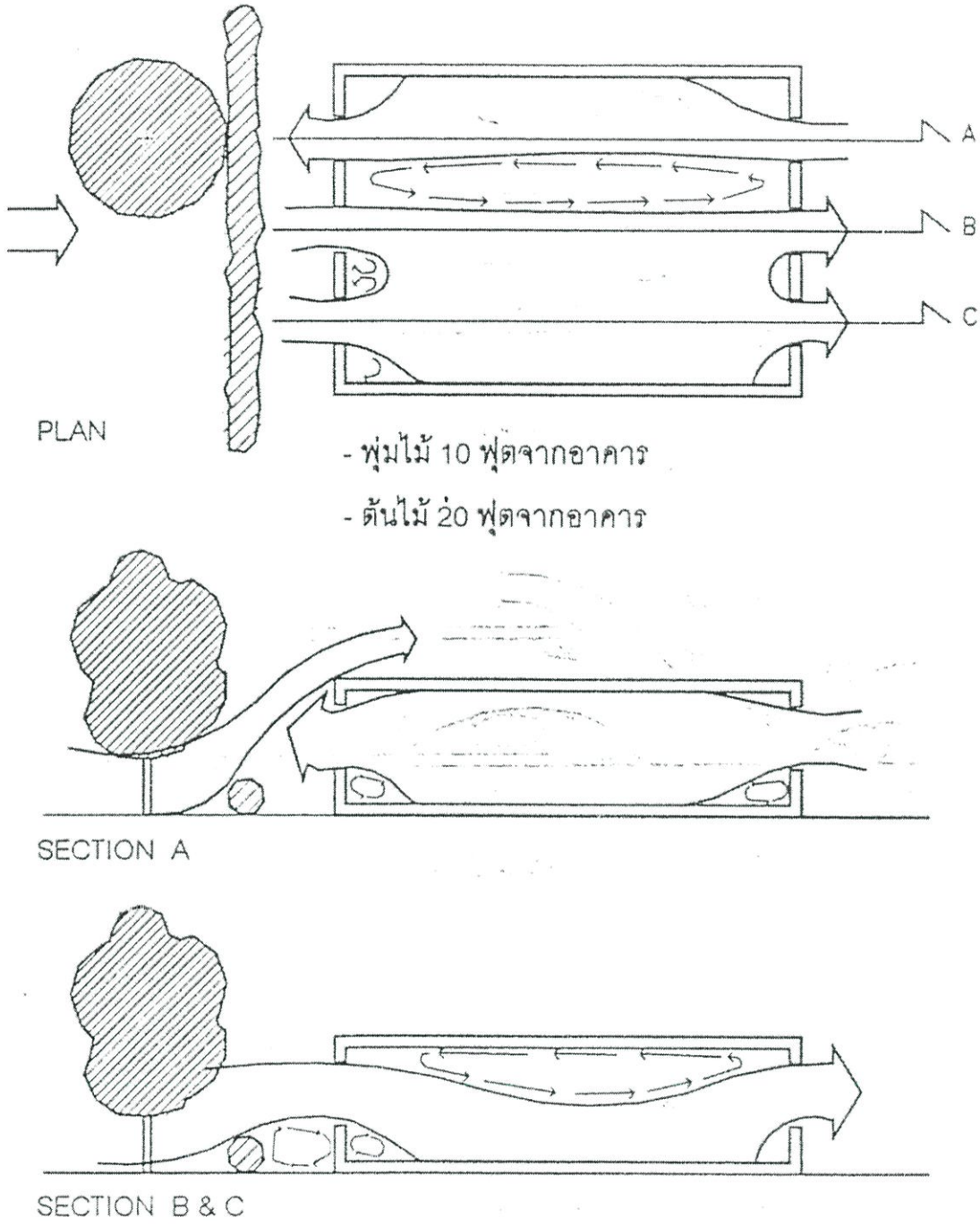
รูปที่ 2.55 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)



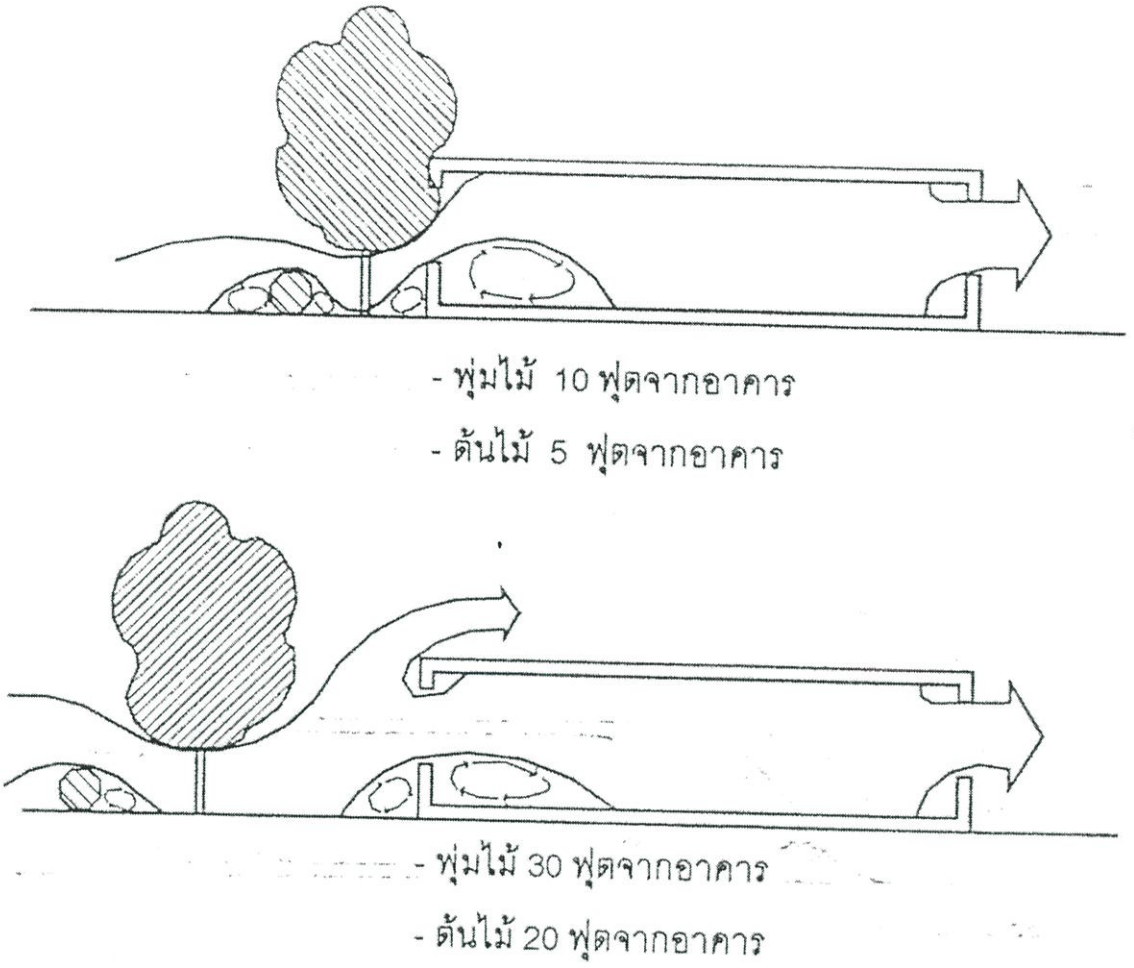
รูปที่ 2.56 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)



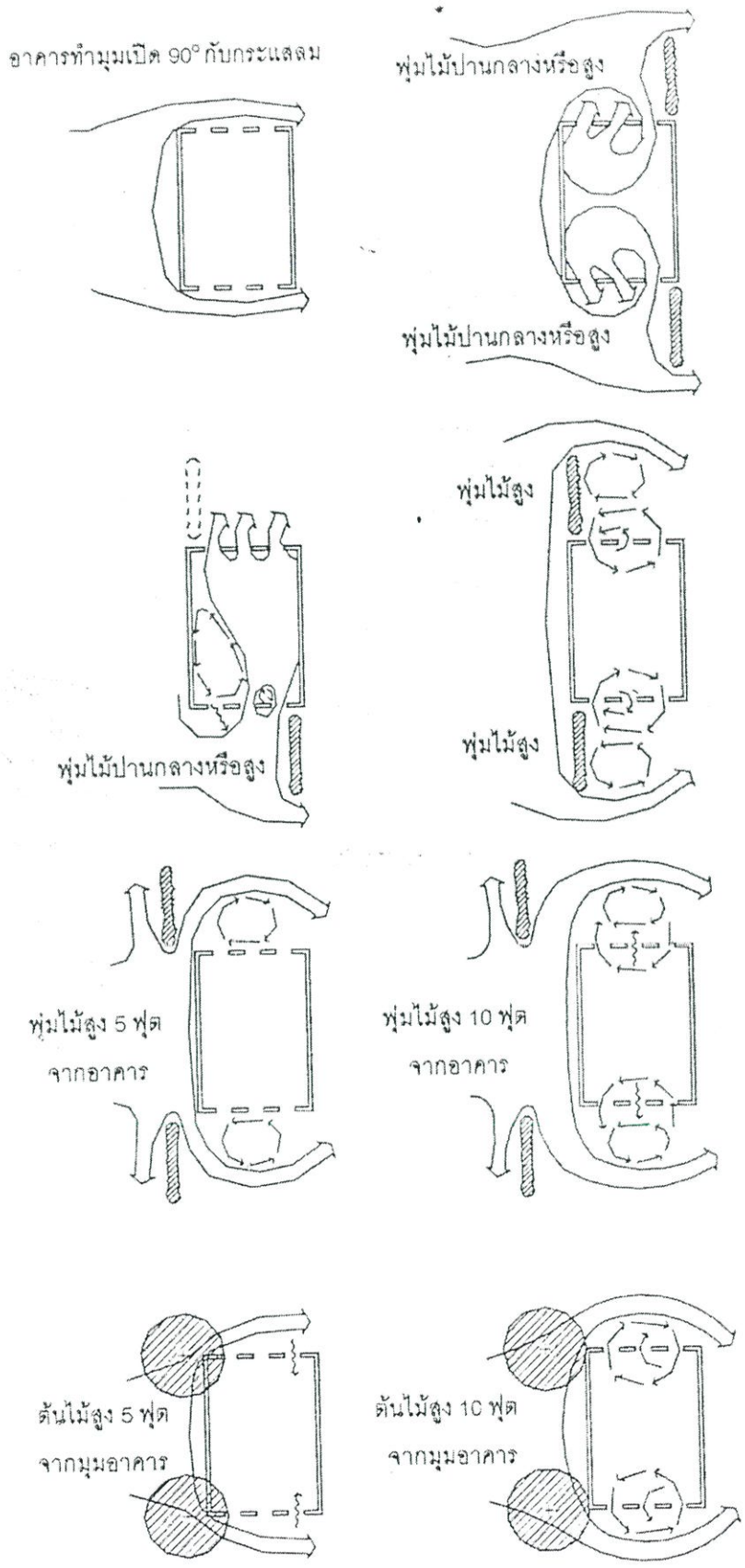
รูปที่ 2.57 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)



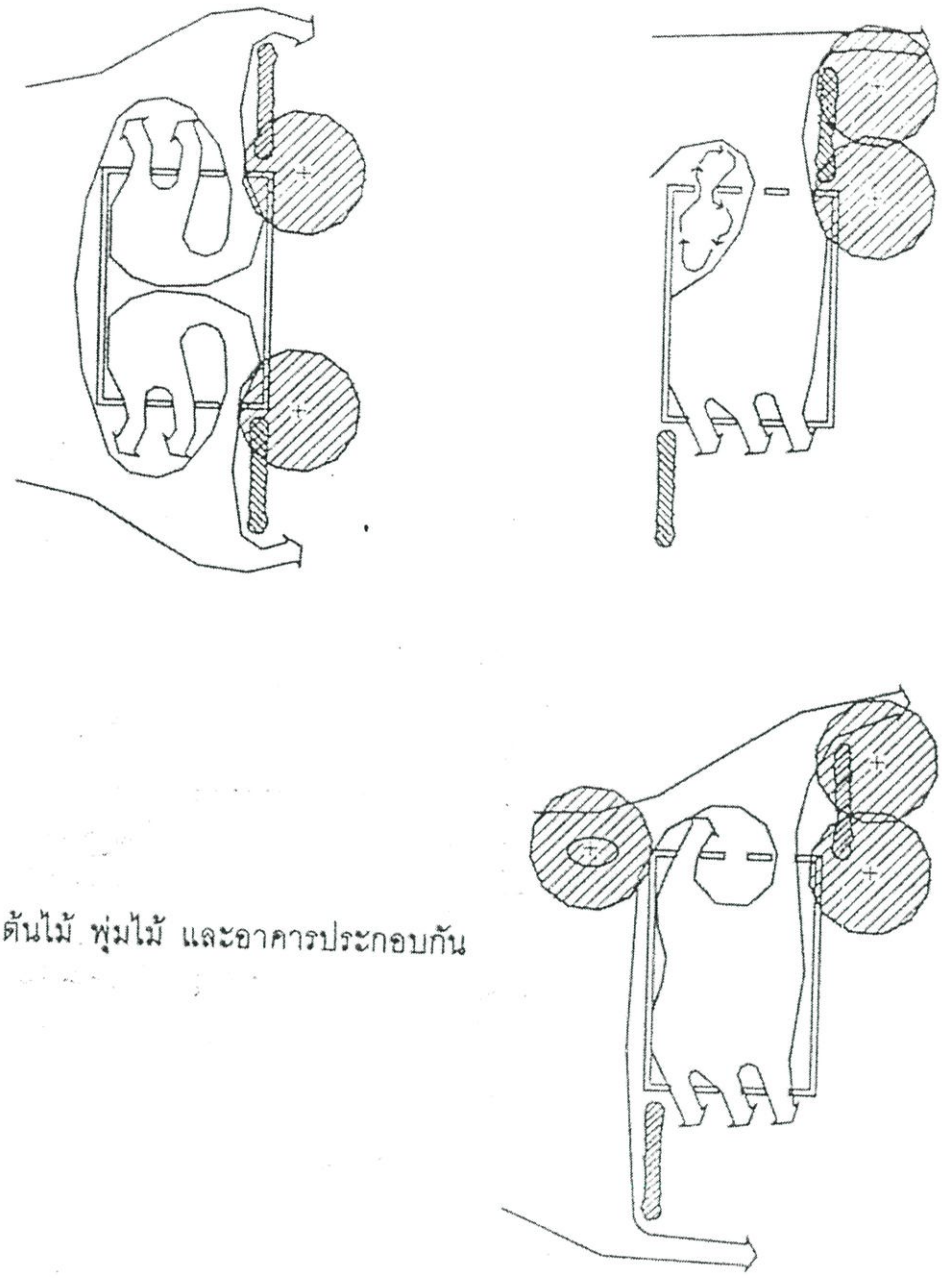
รูปที่ 2.58 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)



รูปที่ 2.59 ผลของกระแสลมกับต้นไม้ใหญ่ประกอบด้วยไม้พุ่มเตี้ย (ความสูง 30 ฟุต กว้าง 25 ฟุต ก้านและพุ่มสูง 5 ฟุต)



รูปที่ 2.60 ต้นไม้พุ่มและอาคารประกอบกัน



รูปที่ 2.61 ต้นไม้พุ่มและอาคารประกอบกัน

2.4.8 **ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบายอากาศ**

การระบายอากาศ คือ การแลกเปลี่ยน หมุนเวียนระหว่างอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกกับอากาศภายในห้อง เพื่อรักษาระดับของความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนและกลิ่นในอากาศ เพื่อให้อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย

มนุษย์ต้องการออกซิเจนในอากาศบริสุทธิ์อย่างเพียงพอ เพื่อใช้ในการเผาผลาญอาหาร โดยคาร์บอนและไฮโดรเจนในอาหารจะเกิดปฏิกิริยาออกซิไดซ์ กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งจะถูกกำจัดออกจากร่างกายในรูปของของเสีย ทั้งนี้ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายต้องการ และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ร่างกายผลิตขึ้นนั้น จะขึ้นอยู่กับระดับของกิจกรรมและสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรท ไขมัน และโปรตีนที่ร่างกายได้รับเข้าไป

เราเคยมีความเชื่อว่า คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจ เป็นต้นเหตุให้เกิดกลิ่นอับในห้อง แต่ความเป็นจริงแล้ว กลิ่นอับและความอับชื้น เกิดจากความร้อน ความชื้นและกลิ่นจากร่างกายมนุษย์ที่อยู่ภายในห้องนั่นเอง

คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศในปริมาณมาก จะก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ แต่ความรู้สึกไม่สบายที่เกิดจากกลิ่นและความเจ็บป่วยที่เกิดจากการปนเปื้อนของสารต่างในอากาศนั้นมีผลต่อร่างกายได้ก่อนที่จะมีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์จะมีผลต่อร่างกาย โดยทั่วไป ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ยอมรับได้สำหรับคนทั่วไปที่สุขภาพแข็งแรง คือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเทียบเท่ากับ 2.25 CFM (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) ของอากาศภายนอก ต่อคน โดยอากาศภายนอกมีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณปกติ

ใน มาตรฐานของ ASHRAE (ASHRAE Standard) 62-1989 การระบายอากาศที่เพียงพอสำหรับคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดี ต้องมีปริมาณอย่างน้อย 15 CFM (8 ลิตรต่อนาที) ของอากาศภายนอก ต่อคน

ภายในอาคารทั่วไป จะมีสิ่งปนเปื้อนในอากาศภายในอาคารเสมอ ซึ่งสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ได้แก่ ใยหิน (Asbestos) เบนซิน (benzene) คาร์บอนมอนอกไซด์ (carbon monoxide) คลอเดน (chlordane) ฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) ตะกั่ว (lead) ปรอท (mercury) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (nitrogen dioxide) โอโซน (ozone) ฝุ่นละออง (particulates) เรดอน (radon) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide) โดยส่วนประกอบต่างๆ ภายในอาคาร เช่น พรม ม่าน ฉนวนกันความร้อนบางชนิด particle board ไม้ลามิเนท จะมีส่วนผสมของวัสดุที่มี ฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) ผสมอยู่ และจะระเหยฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) ออกมาสู่อากาศภายในห้อง นอกจากนี้ ควันจากยาสูบ (tobacco smoke) และ แอมโมเนียที่ระเหยออกมาจากเครื่องพิมพ์เขียว ก็เป็นสารที่มีอันตรายต่อร่างกายเช่นกัน รวมทั้งตัวมนุษย์เองก็ผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ฝุ่นละอองและ biological aerosol ที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ด้วย

อัตราการระบายอากาศนั้นแตกต่างกันตามขนาดพื้นที่ใช้สอยและจำนวนคนที่ใช้งานในพื้นที่นั้น อัตราการระบายอากาศ จะอยู่ในรูปของ CFM (L/s) ต่อคน และ CFM/ft^2 (L/sm^2) นอกจากนี้ หากมีสิ่งปนเปื้อนที่มีพิษต่อร่างกาย นอกเหนือจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับที่ยอมรับได้แล้ว ยังมีมาตรฐานอื่นๆที่นำมาใช้พิจารณาร่วมกับมาตรฐาน ASHRAE เช่น OSHA หรือ EPA

อัตราการระบายอากาศที่ก่อให้เกิดคุณภาพอากาศที่ดีนั้นขึ้นกับประสิทธิภาพในการระบายอากาศ และประสิทธิภาพในการระบายอากาศนั้น ขึ้นอยู่กับการออกแบบ สมรรถภาพและตำแหน่งที่ตั้งของช่องเปิดสำหรับให้อากาศเข้ามาภายในห้องและช่องสำหรับให้อากาศไหลออกไป หากอากาศจากภายนอกที่ผ่านเข้ามาในอาคารนั้นพัดผ่านไปสู่ทางออกโดยไม่ผ่านส่วนที่มีการใช้งานเลย หรืออากาศจากภายนอกที่ผ่านเข้ามาและพัดผ่านส่วนที่มีการใช้งานแต่ไม่ช่วยเจือจางสิ่งปนเปื้อนในอากาศ ก็จะเป็นการระบายอากาศที่ไม่มีประสิทธิภาพ และเป็นการเสียพลังงานในการทำความร้อนหรือความเย็น และการหมุนเวียนอากาศโดยเปล่าประโยชน์

เมื่อที่ว่างใดๆในอาคาร ไม่มีการใช้งาน ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องมีการระบายอากาศ นอกจากจะต้องการป้องกันการสะสมของสิ่งปนเปื้อนในที่ว่างนั้นซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ที่จะต้องใช้งานในที่ว่างนั้นๆ ต่อไปหรือมีผลต่อโครงสร้างของอาคาร

ในบางกรณี อากาศภายนอกก็อาจมีมลพิษโดยจะมีสิ่งปนเปื้อนในอากาศในปริมาณที่สูงเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ และไม่สามารถใช้สำหรับการระบายอากาศ อากาศเหล่านั้นจะต้องได้รับการบำบัดและทำให้สะอาดเสียก่อนที่จะนำมาใช้ในการระบายอากาศ สำหรับระบบการระบายอากาศที่หมุนเวียนอากาศกลับมาใช้ใหม่ โดยมีการบำบัดอากาศนั้น ถือได้ว่าช่วยลดมลพิษในอากาศให้ต่ำกว่าระดับมลพิษในอากาศทั่วไป

โดยทั่วไป ระดับมลพิษของอากาศภายในอาคารจะมีค่าน้อยกว่าระดับมลพิษของอากาศภายนอกอาคาร การปนเปื้อนสูงสุดของอากาศภายในก็ต่ำกว่าภายนอก และจะปนเปื้อนเพียงบางส่วน อย่างไรก็ตาม สิ่งปนเปื้อนที่เกิดจากวัสดุภายในอาคาร ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) เรดอน (radon) คาร์บอนมอนอกไซด์ (carbon monoxide) และควันจากยาสูบ (tobacco smoke) ก็อาจทำให้อากาศภายในมีมลพิษมากกว่าภายนอกได้

ในปัจจุบัน การเจ็บป่วยที่เกิดจากสิ่งปนเปื้อนของอากาศภายในอาคารในปริมาณสูงนั้น มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นและอาการเจ็บป่วยรุนแรงขึ้น โดยบางส่วนของสิ่งปนเปื้อนนี้เกิดจากวัสดุและองค์ประกอบภายในอาคารเอง เช่น ใยหิน (Asbestos) เบนซิน (benzene) คลอริเนทเทท ไฮโดรคาร์บอน (chlorinated hydrocarbon) ไอระเหยจากฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) และปรอท (mercury) ฝุ่นละออง (particulates) เรดอน (radon) ก๊าซระเหยจากพลาสติก เครื่องและหมึกสำหรับถ่ายเอกสาร รวมทั้งสารป้องกันไฟไหม้ บางส่วนก็เกิดจากการเผาไหม้ หรือก๊าซจากท่อ

น้ำทิ้งที่ไม่มีการระบายอากาศที่ดี สารระเหยจากวัสดุประกอบอาคาร เช่น กาว สีทาผนังอาคาร สารสำหรับทำความสะอาด นอกจากนี้ควันจากยาสูบ (tobacco smoke) สารที่ออกมาจากร่างกายมนุษย์ และไอหรือควันที่เกิดจากการประกอบอาหาร โดยสิ่งที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด จะพบได้เสมอในอาคาร แต่ปัญหาคุณภาพอากาศจะเกิดขึ้นเมื่อไม่มีการระบายอากาศที่ดีเพียงพอ

ก่อนปี พ.ศ. 2516 การทำความร้อนและความเย็นมีราคาไม่แพง สถาปนิก นักออกแบบสามารถออกแบบให้มีการนำอากาศภายนอกที่มีคุณภาพดีเข้ามาภายในอาคารเพื่อแลกเปลี่ยนและเจือจางก๊าซภายในอาคารทั้งที่มีและไม่มีอันตราย แต่ต่อมาเมื่อราคาของเชื้อเพลิงสูงขึ้น สถาปนิก นักออกแบบและการออกกฎหมายจึงเคร่งครัดและรัดกุมมากขึ้น โดยใช้วิธีการเพิ่มฉนวนการออกแบบให้ลดการรั่วซึมของอากาศบริเวณกรอบอาคาร และ ลดอัตราการระบายอากาศโดยการใช้เครื่องกล

การเพิกเฉย ไม่ใส่ใจต่อคุณภาพของอากาศภายในอาคาร และการพยายามแลกเปลี่ยนอากาศให้น้อยที่สุดนั้น ทำให้ความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนในอากาศเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับที่มีอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งเป็นปัญหาของคุณภาพอากาศภายใน (Indoor air quality problem) หรือรู้จักกันในชื่อ Sick building Syndrome

สถาปนิกและนักออกแบบ พยายามสร้างสมดุลให้กับการอนุรักษ์พลังงานและการมีคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดี การประหยัดพลังงาน และยังสามารถรักษาระดับการระบายอากาศที่ดีไว้ ทำได้ดังนี้

- การนำความร้อนจาก Exhaust air และ Make-up outside air กลับมาใช้ใหม่
- เปิดรับอากาศภายนอกเข้ามาเป็นเวลา 1 ชั่วโมงหลังการใช้งานที่มีเวลานาน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนอากาศภายในกับอากาศบริสุทธิ์ภายนอก ช่วยเจือจางสิ่งปนเปื้อนในอากาศได้
- จัดให้มีเขตสูบบุหรี่แยกเป็นสัดส่วน และมีการระบายอากาศที่ดีในบริเวณนั้น

เมื่อมีการนำอากาศจากภายนอกเข้ามาในอาคาร ทั้งโดยวิธีการใช้เครื่องกล (Active) และวิธีธรรมชาติ (Passive) ในบริเวณที่มีการใช้งานหนาแน่น และมีผนังที่ติดต่อกับภายนอกได้ อากาศจากภายนอกจะเข้ามาได้อย่างพอเพียง จากการรั่วซึมของอากาศบริเวณประตูและหน้าต่าง สำหรับพื้นที่ภายในอาคารและพื้นที่ที่มีการใช้สอยหนาแน่นนั้นต้องการการระบายอากาศด้วยเครื่องกล

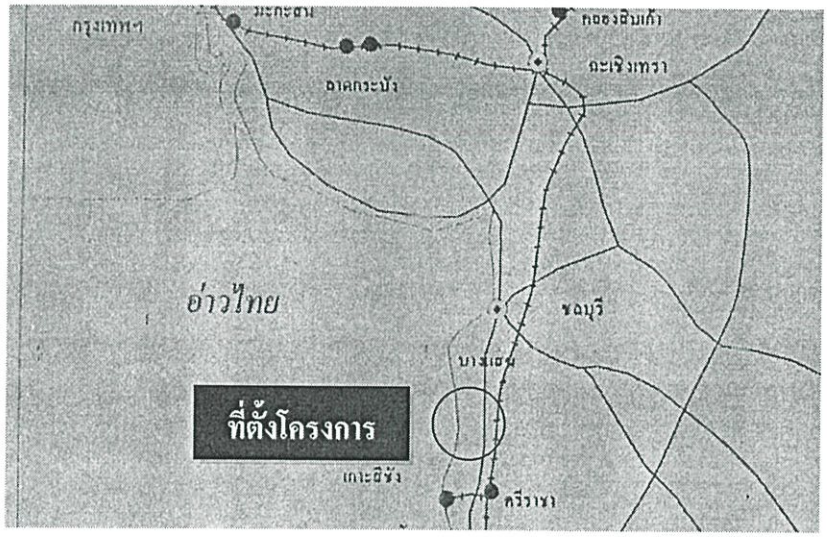
หากต้องนำอากาศที่ใช้สำหรับการระบายอากาศกลับมาใช้ใหม่ ต้องมีการกำจัดกลิ่นและสิ่งปนเปื้อนออกเสียก่อนจนได้ระดับที่ปลอดภัยและยอมรับได้ หากมีการกระจายอากาศที่เหมาะสม จะทำให้เกิดความรู้สึกสบาย เมื่ออากาศพัดผ่านส่วนที่มีผู้ใช้อาคาร และตัวผู้ใช้อาคารอากาศจะช่วยพาความร้อน ความชื้นและกลิ่นต่างๆ ที่เกิดจากร่างกายออกไป ทำให้ผู้ที่มีอากาศพัดผ่านรู้สึกสดชื่น

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 การศึกษาและสำรวจพื้นที่

การวิจัยนี้เลือกใช้อาคารพักตากอากาศแสนสุข หาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีลักษณะการใช้งานแบบอเนกประสงค์เป็นอาคารตัวอย่าง โดยอาคารตั้งอยู่ที่ละติจูด 13.10 องศาเหนือ และลองติจูด 101 องศาตะวันออก มีการวางตัวอาคารเป็นแนวยาวขนานไปตามทิศตะวันออกและตะวันตก หรือขนานไปตามแนวชายหาด ซึ่งจะอยู่ในทิศทางการพัดผ่านของลมบกและลมทะเลได้โดยตรง โดยมีรายละเอียดการศึกษาดังต่อไปนี้ คือ (รูปที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 แสดงที่ตั้งโครงการชายหาดบางแสน

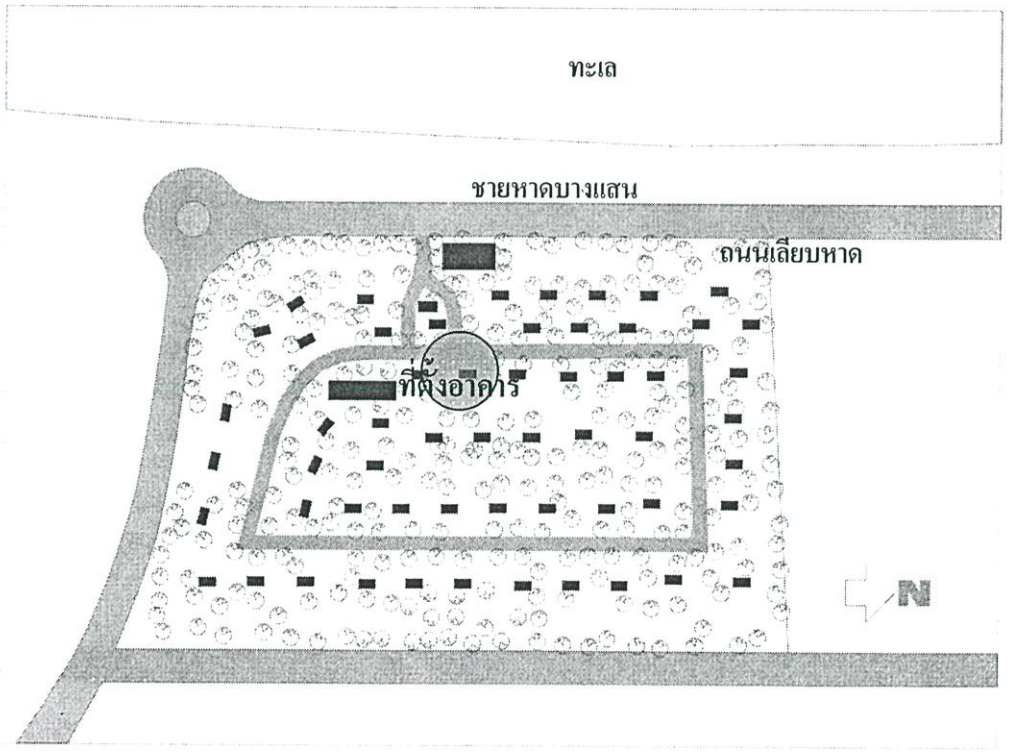
1) ผังบริเวณและแผนที่สังเขปของอาคารพักตากอากาศ

การวางกลุ่มอาคารโดยรวม มีการจัดตำแหน่งให้สลับสับหว่างอาคารตามแนวอาคารทุกหลัง จะวางขวางทิศทางของลมบกลมทะเลหรือขนานไปตามแนวชายหาดเพื่อสามารถรับลมได้ดีก็ตาม แต่ยังมีข้อด้อยคือมีการบังของอาคารด้านหน้าบ้างในบางส่วนทำให้กระแสลมมีการเปลี่ยนแปลงบ้าง ความเหมาะสมของพื้นที่ โดยเน้นหลักการให้แต่ละอาคารสามารถรับลมได้มากที่สุดและมีทัศนียภาพที่ดีที่สุด

อาคารตั้งอยู่ห่างจากแนวชายหาดประมาณ 200 เมตร โดยมีถนนหลักของชายหาดพาดผ่านทางด้านหน้า แต่ไม่มีสิ่งปลูกสร้างใดๆ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อกระแสลมที่จะพัดจากทะเล

และทัศนียภาพที่ดี ของกลุ่มอาคารแต่อย่างใด ยกเว้นกรณีอาจเพิ่มปริมาณฝุ่นละอองในกระแสลมเท่านั้น ทางด้านหลังของกลุ่มอาคารมีแนวถนนอีก 1 เส้น และอาคารพาณิชย์ขนานตามแนวยาวไปตามถนน โดยมีระยะห่างจากกลุ่มอาคารประมาณ 100 เมตร แต่ไม่ส่งผลต่อการพัดผ่านของลมเช่นกัน ถึงแม้ว่าจะมีทัศนียภาพที่ไม่ดีเท่าใดนักก็ตาม (รูปที่ 3.2 , 3.3))

รูปที่ 3.2 แสดงทัศนียภาพอาคารและสภาพบริเวณโครงการโดยรอบ



รูปที่ 3.3 แสดงผังบริเวณโครงการโดยรอบ

2) **รูปแบบอาคารบ้านพักตากอากาศ**

อาคารพักตากอากาศเป็นอาคารชั้นเดียวยกพื้นใต้ถุนโล่งสูง 1.50 เมตร พื้นอาคารภายในสูงประมาณ 1.80 เมตร จากระดับดิน ลักษณะการจัดวางพื้นที่ใช้สอยอาคารแบ่งเป็นภาย(in door)ละภายนอก (out door) โดยภายในจะจัดผังเป็นรูปตัวแอล (L) โดยมีพื้นที่ใช้งานเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนอเนกประสงค์และห้องน้ำ ส่วนอเนกประสงค์ประกอบด้วย บริเวณเตียงนอนและบริเวณนั่งเล่นพักผ่อน โดยในแต่ละบริเวณจะมีการจัดให้มีช่องหน้าต่างและประตูเพื่อสามารถเข้าถึงได้ในแต่ละส่วนโดยอิสระ ทั้งนี้จะสังเกตได้ว่าตำแหน่งหน้าต่างแต่ละพื้นที่จะอยู่บนผนังที่อยู่ในด้านที่สามารถรับลมได้โดยตรง บริเวณห้องน้ำจะตั้งอยู่ปลายสุดอีกด้านของอาคารและการจัดให้มีหน้าต่างระบายอากาศได้โดยสะดวก

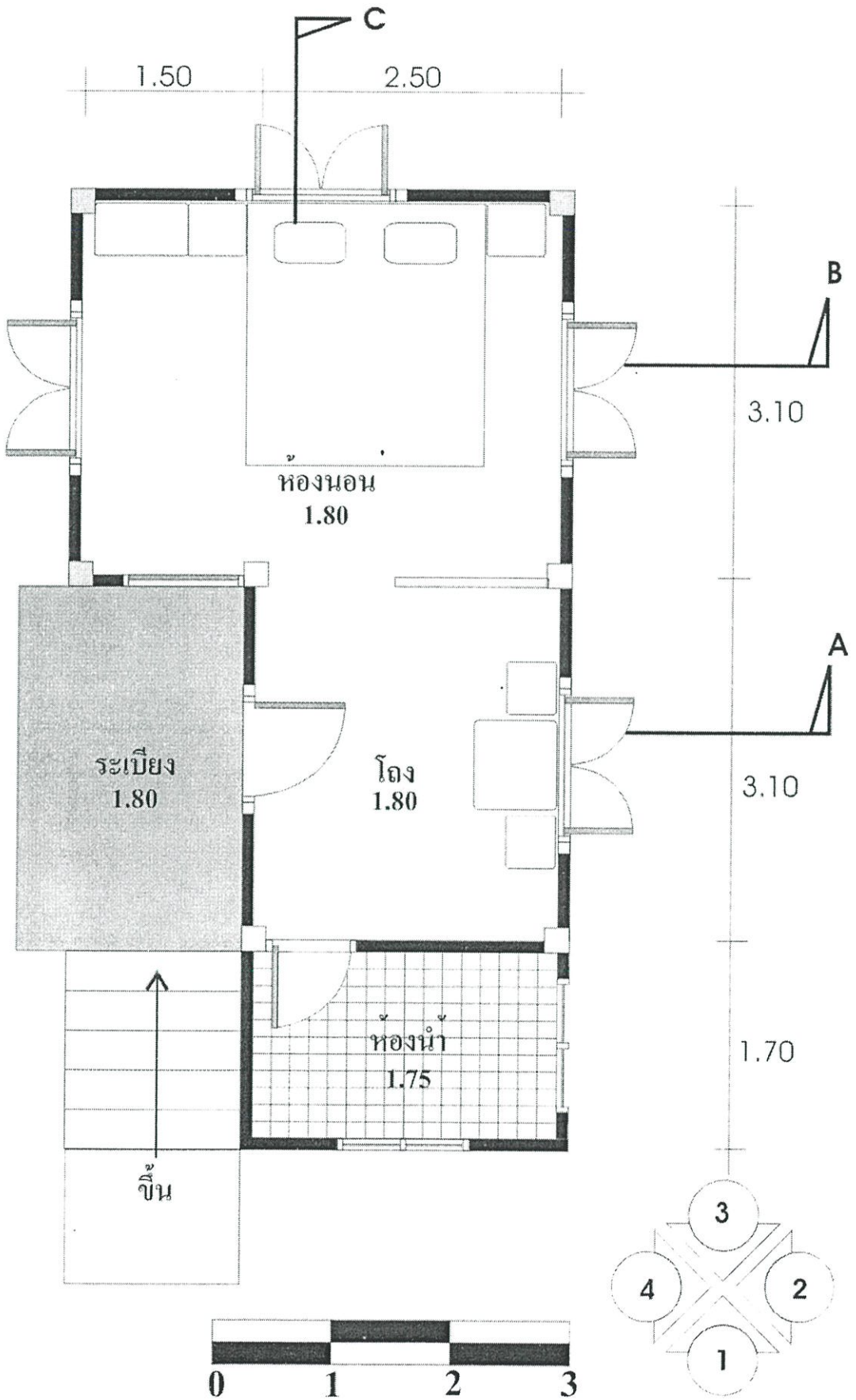
พื้นที่ใช้สอยภายนอกเป็นพื้นที่ระเบียง ทางเข้าสู่อาคารและบันได ซึ่งอาจใช้งานเพื่อนั่งเล่นพักผ่อนในช่วงที่ไม่มีแดดส่องถึงได้เช่นกัน

โครงสร้างของอาคารเป็นประเภทเสาและคาน โดยเสาเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก พื้นในส่วนเอนกประสงค์เป็นโครงไม้ปูพื้นไม้ ส่วนห้องน้ำเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเซรามิค ผนังอาคารเป็นผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทาสีทั้ง 2 ด้าน ภายในตกแต่งผนังโดยการเสริมโครงไม้ขนาด 2 * 4 นิ้ว เป็นช่วงๆ หลังคารูปแบบทรงจั่ว โครงสร้างหลังคาเป็นไม้มุงกระเบื้องลอนคู่ ฝ้าเพดานทั้งภายในและภายนอก เป็นกระเบื้องแผ่นเรียบตีชนไม่มีการเว้นช่องเพื่อระบายอากาศ ความสูงจากพื้นภายในถึงระดับฝ้า 2.40 เมตร ภายในฝ้าตีตารางภายนอกตีเอียงตามแนวหลังคา

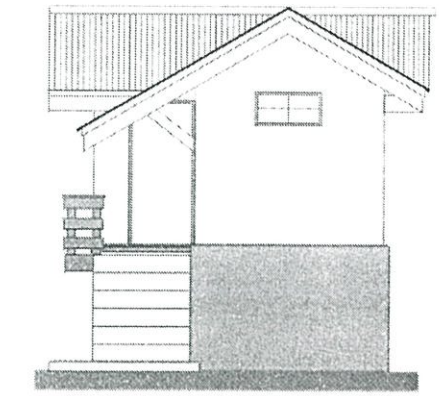
บานประตูและหน้าต่างวงกบไม้เนื้อแข็งขนาด 2*4 นิ้ว หน้าต่างประกอบด้วยบาน 2 ชนิด คือ บานไม้ทึบภายนอก ลักษณะเปิดเป็นบานคู่ เปิดออกภายนอก 180 องศา พับเก็บกับผนังของอาคารด้านข้าง ยึดด้วยขอสบขนาดกว้าง 1.10 เมตร สูง 1.20 เมตร ติดตั้งสูงจากพื้นอาคารภายในระดับ 0.80 เมตร และบานมุ้งลวดกรอบบานไม้เปิดเข้าสู่ภายในอาคาร ล็อคด้วยกลอนภายใน ขนาดเท่ากับบานภายนอก นอกจากนี้ระหว่างบานทั่ง 2 ชนิดบนวงกบ มีการติดตั้งเหล็กดัด 1 ชุด เป็นบานติดตาย

ประตูบานไม้เนื้อแข็งบานทึบลักษณะเป็นประตูบานเปิดเดี่ยวขนาด 0.90 * 2.00 เมตร ไม่มีบานมุ้งลวด ทั้งหมดทาสี

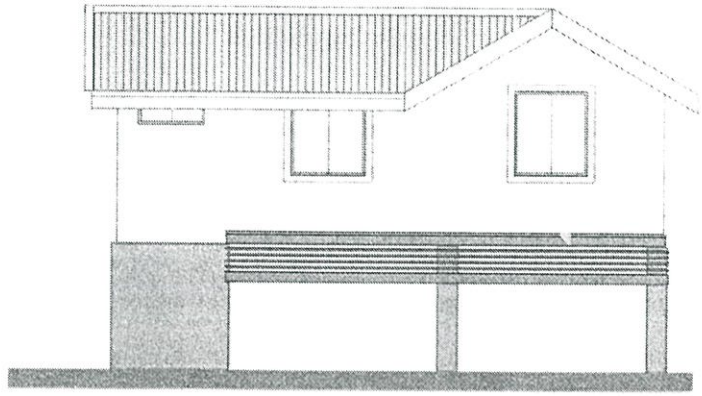
บริเวณระหว่างภายนอกพื้นคอนกรีต ปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8 * 8 นิ้ว ราวระเบียงไม้จริงตีเว้นช่องสูง 0.80 เมตร บันไดคอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องเช่นเดียวกัน อุปกรณ์ประกอบภายในอาคาร คือ พัดลม และเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ เตียงนอน ชุดเก้าอี้นั่งเล่น และโต๊ะแต่งตัว ซึ่งมีการจัดสภาพการใช้งานชิดผนัง (รูปที่ 3.4 , 3.5 , 3.6)



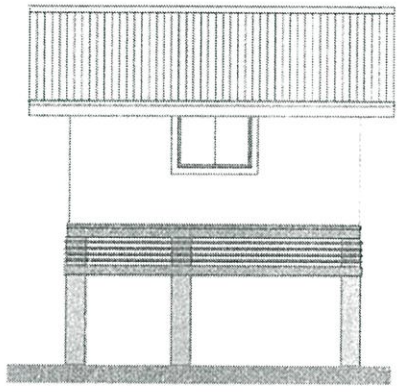
รูปที่ 3.4 แสดงผังอาคารบ้านพักตากอากาศ



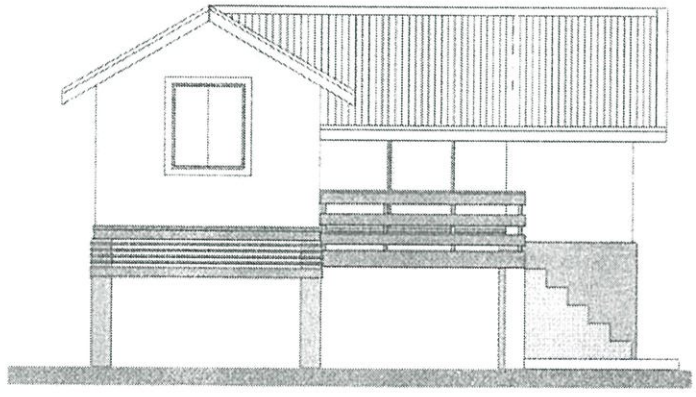
Elevation 1 0 1 2 3



Elevation 2 0 1 2 3

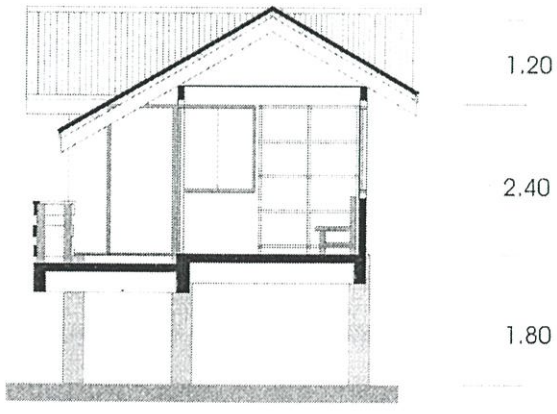


Elevation 3 0 1 2 3

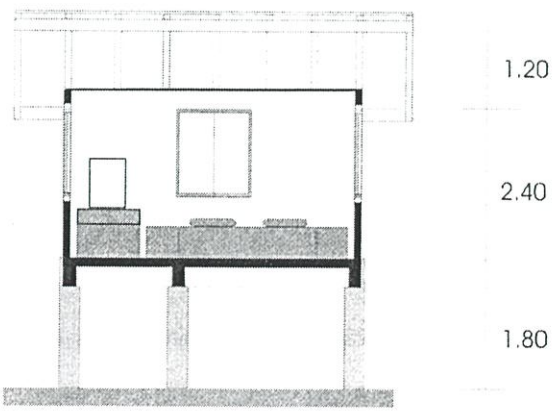


Elevation 4 0 1 2 3

รูปที่ 3.5 แสดงผังรูปด้านอาคารบ้านพักตากอากาศ



Section a 0 1 2 3



Section b 0 1 2 3

รูปที่ 3.6 แสดงผังรูปด้านอาคารบ้านพักตากอากาศ

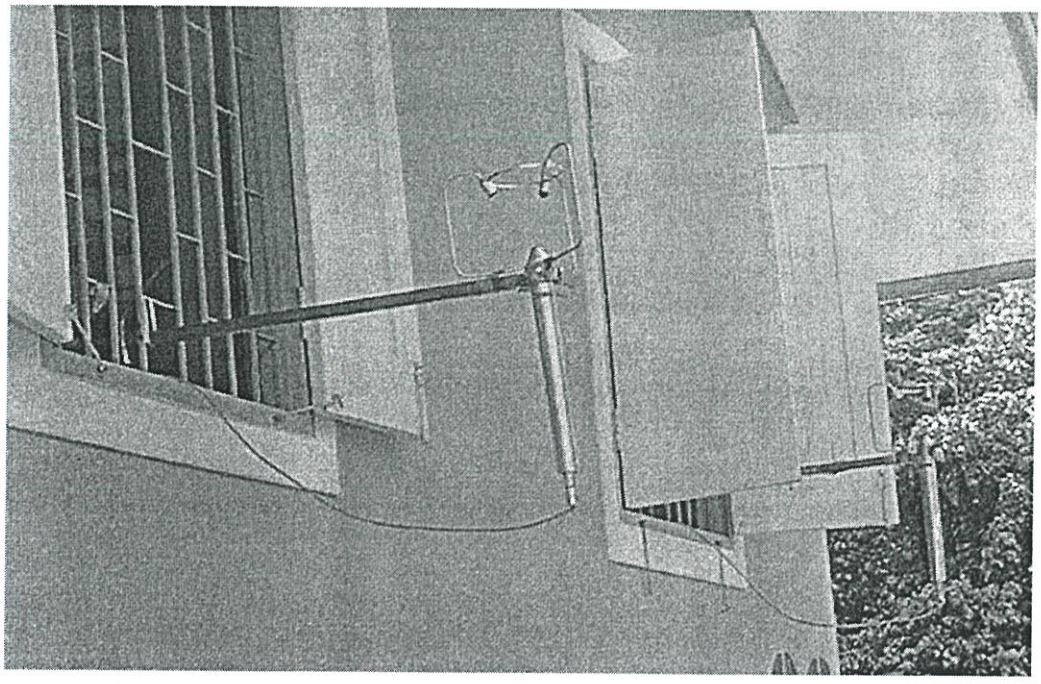
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เมื่อทำการศึกษาข้อมูล ของพื้นที่ต่างๆ แล้ว จะต้องเตรียมเครื่องมือและโปรแกรมที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล โดยจะต้องทำการทดสอบเครื่องมือและทำการปรับเทียบ (Clarebration) ตั้งค่าการวัดให้ได้มาตรฐานของเครื่องมือให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานที่วิจัยที่ศึกษาข้อมูลทางด้านความเร็วลมเป็นหลัก แต่ขณะเดียวกันต้องใช้ข้อมูลทางอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวประกอบ เพื่อพิจารณาในด้านสภาวะสบาย ดังนั้นจึงมีเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาดังต่อไปนี้

3.2.1 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางแบบ ULTRASONIC

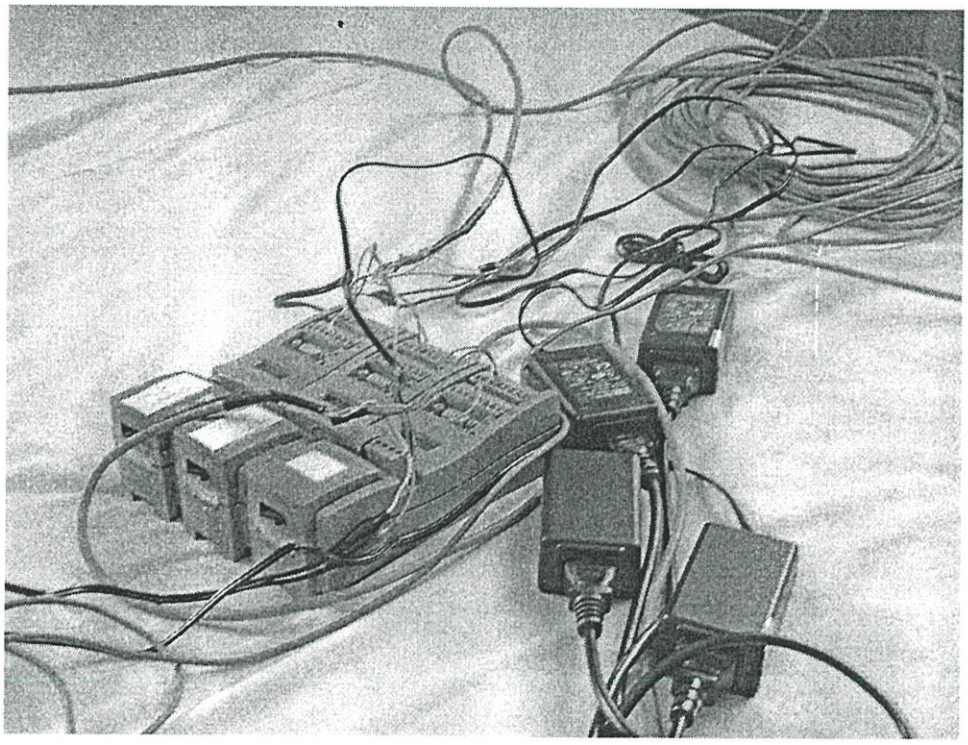
เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเร็วลมและทิศทางลมที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนหัวเป็นส่วนวัดค่าความเร็วลมและทิศทางลม เมื่อลมพัดผ่านส่วนบนของเครื่อง ซึ่งจะจับสัญญาณโดยระบบ ULTRASONIC ส่วนบนนี้หมุนได้ 2 ทิศทาง ส่วนล่างมีแกนสำหรับติดตั้ง มีสายต่อไปยังเครื่องวัดและบันทึกข้อมูล (DATA LOGGER) เพื่ออ่านค่า มีหน่วยการวัดความเร็วลมเป็น เมตร/วินาที และวัดทิศทางลมเป็นมุมองศา โดยเปรียบเทียบตำแหน่ง 0° หันไปทางทิศเหนือของพื้นที่ และเวียนไปทางขวาเป็นมุม 120° 240° โดยสามารถวัดค่าความเร็วลมได้ 0 ถึง 50 เมตร/วินาที วัดทิศทางลมได้ 0 ถึง 360° มีความแม่นยำถูกต้อง โดยมีค่าความผิดพลาด +0.50 เมตร/วินาที ในช่วง 0 ถึง 5 เมตร/วินาที น้อยกว่า 3 % ในช่วงมากกว่า 5 เมตร/วินาที และ + 3° สำหรับทิศทางลม (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.7 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางแบบ ULTRASONIC

3.2.2 **เครื่องวัดและบันทึกข้อมูล** (DATA LOGGER) **แบบ 2 ช่องสัญญาณและ** CAN CONNECTOR

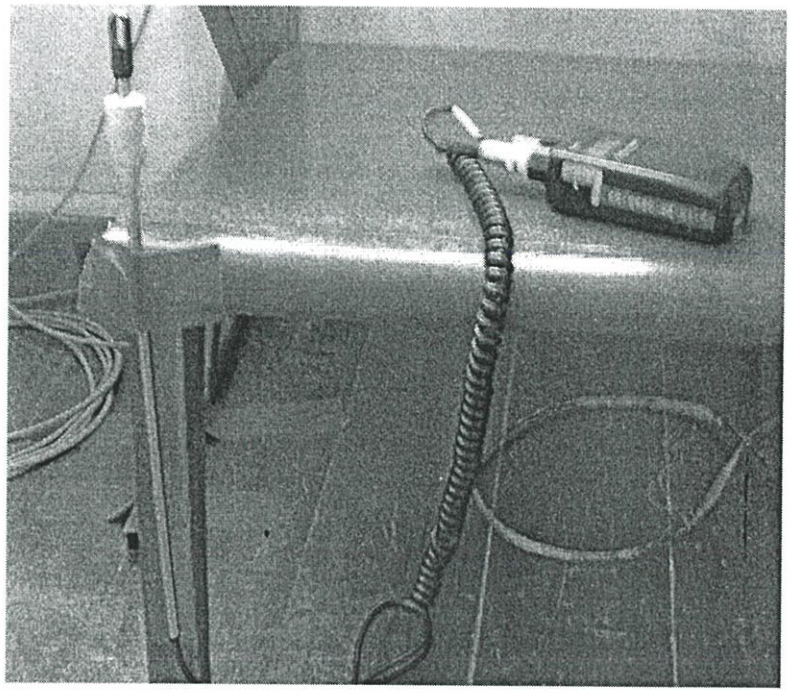
เป็นเครื่องวัดและบันทึกข้อมูลแบบ 2 ช่องสัญญาณที่สามารถทำงานเป็นอิสระในตัวเอง หรือเชื่อมโยงต่อกันเป็นโครงข่าย (NETWORK) กับเครื่องอื่นๆ โดยใช้ CAN CONNECTOR เครื่องวัดนี้มีหน้าจอแสดงผลในตัวเองแบบ 2 แถว 8 ตัวอักษร สามารถแสดงโปรแกรมความถี่ในการอ่านเป็น 1/10/30/60 วินาที และความถี่ในการบันทึกเป็น 1/10/30/60 วินาที 1....1,440 วินาทีและสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่อสั่งงานถ่ายโอนข้อมูลแบบ offline / online ซึ่งสามารถใช้ในการประมวลผลในโปรแกรมต่างๆ เพื่อแสดงผลเป็นรูปกราฟเพื่อใช้เปรียบเทียบได้ต่อไป (รูปที่ 3.8)



รูปที่ 3.8 เครื่องวัดและบันทึกข้อมูล (DATA LOGGER) แบบ 2 ช่องสัญญาณและ CAN CONNECTOR

3.2.3 **เครื่องวัดความเร็วลมแบบ** HOT WIRE FILM

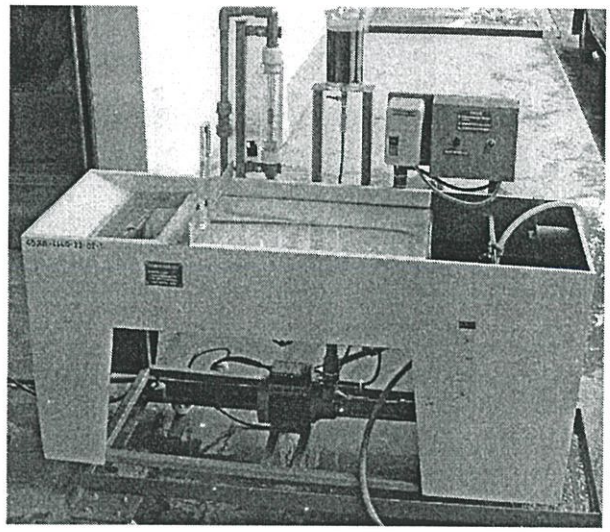
เป็นเครื่องวัดความเร็วลมโดยใช้หลักการให้ลมพัดผ่านเครื่องจับสัญญาณ โดยใช้หลักการ HOT WIRE FILM หัววัดมีลักษณะเป็นกระเปาะ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 มิลลิเมตร ดังอยู่ด้านบนสุดของแก่นมือจับความยาวประมาณ 0.40 ม. มีสายต่อไปยังเครื่องอ่านค่า ซึ่งมีความสามารถในการวัดความเร็วลมได้ในช่วง 0 ถึง 20 เมตร/วินาที (รูปที่ 3.9)



รูปที่ 3.9 เครื่องวัดความเร็วลมแบบ HOT WIRE FILM

3.2.4 **โต๊ะน้ำเพื่อใช้ในการทดสอบเรื่องกระแสลม** (FLOW VISUALIZATION TABLE)

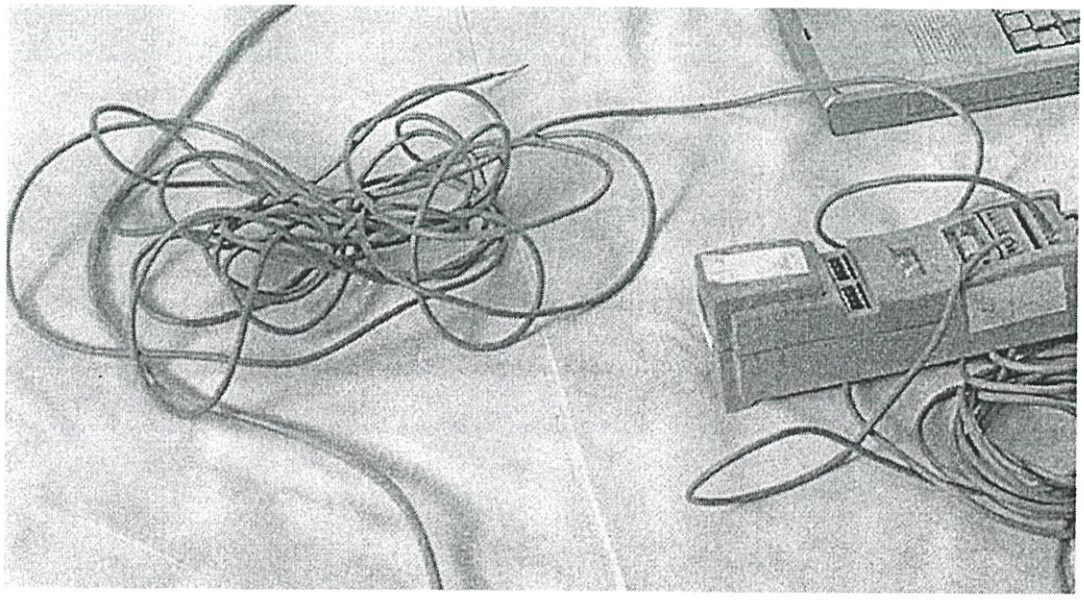
เป็นเครื่องมือเพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลของเหลว (น้ำ) (โดยอนุมานว่ามีพฤติกรรมเสมือนกระแสอากาศผ่านวัตถุ) โดยมีลักษณะเป็นรางเปิดขนาด กว้าง 0.80 ม. ยาว 1.20 ม. สูง 0.50 ม. ท้องรางเป็นกระจกเรียบ มีเสกลตารางช่องละ 1 ซม. เพื่ออ่านระยะเบี่ยงเบนของกระแสน้ำรอบๆ วัตถุได้ ด้านหนึ่งติดตั้งเข็มปล่อยสีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ซม. เจาะรูทำระยะห่างประมาณ 3 มม. ตลอดแนวเพื่อปล่อยของเหลว และมีภาชนะบรรจุสีความจุประมาณ 500 ml สามารถปรับอัตราการไหลของน้ำได้สูงสุด 60 Lpm1 การเก็บข้อมูลทำโดยการสังเกตและรูปถ่าย (รูปที่ 3.10)



รูปที่ 3.10 โต๊ะน้ำเพื่อใช้ในการทดสอบเรื่องกระแสลม

3.2.5 สายวัดอุณหภูมิ

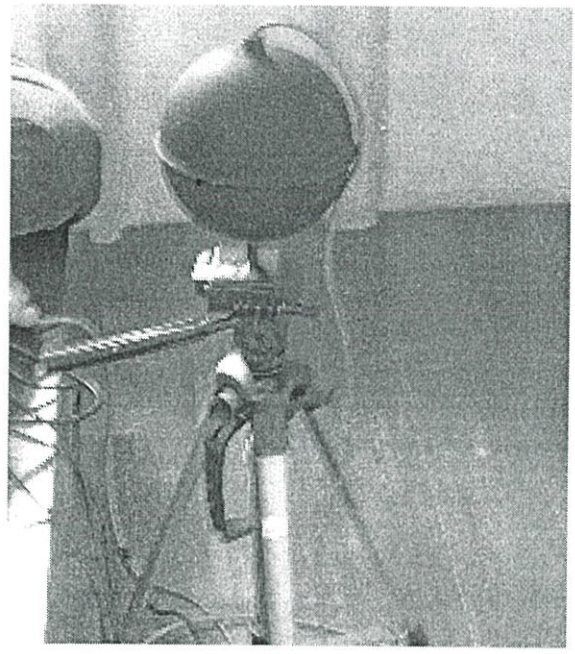
เป็นสาย THERMO COUPLE ประกอบด้วยสายลวดทองแดง กับนิเกิล ขนาดไส้ 0.65 เป็นชนิด TYPE J โดยแปรผลที่ได้จากค่าความต่างศักดิ์ของลวดแต่ละคู่ เป็นค่าของอุณหภูมิที่ต้องการวัดในแต่ละจุด สำหรับการเก็บข้อมูลโดยปลายสายที่วัดอุณหภูมิจะต้องพันลวดทั้ง 2 หรือเชื่อมให้เสมือนเป็นเนื้อเดียวกัน ปลายสายต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิแบบ DATA LOGGER มีหน่วยการสัดเป็นองศาเซลเซียส หรือฟาเรนไฮท์ แล้วแต่การตั้งค่าที่ DATA LOGGER (รูปที่ 3.11)



รูปที่ 3.11 สายวัดอุณหภูมิ

3.2.6 **เครื่องวัดอุณหภูมิเฉลี่ย** GLOBE THERMOMETER

เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดอุณหภูมิ โดยจะได้ผลการวัดเป็นค่า อุณหภูมิเฉลี่ย เครื่องมือมีลักษณะเป็นทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 มม. ทำด้วยโลหะทาสีดำภายนอก ด้านบนติดตั้งหัววัดอุณหภูมิ (THERMOMETER SENSOR) อยู่ภายในลูกทรงกลม มีปลายสายต่อไปยังเครื่องวัดอุณหภูมิแบบ DATA LOGGER มีหน่วยการวัดค่าเป็นองศาเซลเซียส หรือฟาเรนไฮท์ แล้วแต่การตั้งค่าที่ DATA LOGGER (รูปที่ 3.12)



รูปที่ 3.12 เครื่องวัดอุณหภูมิเฉลี่ย GLOBE THERMOMETER

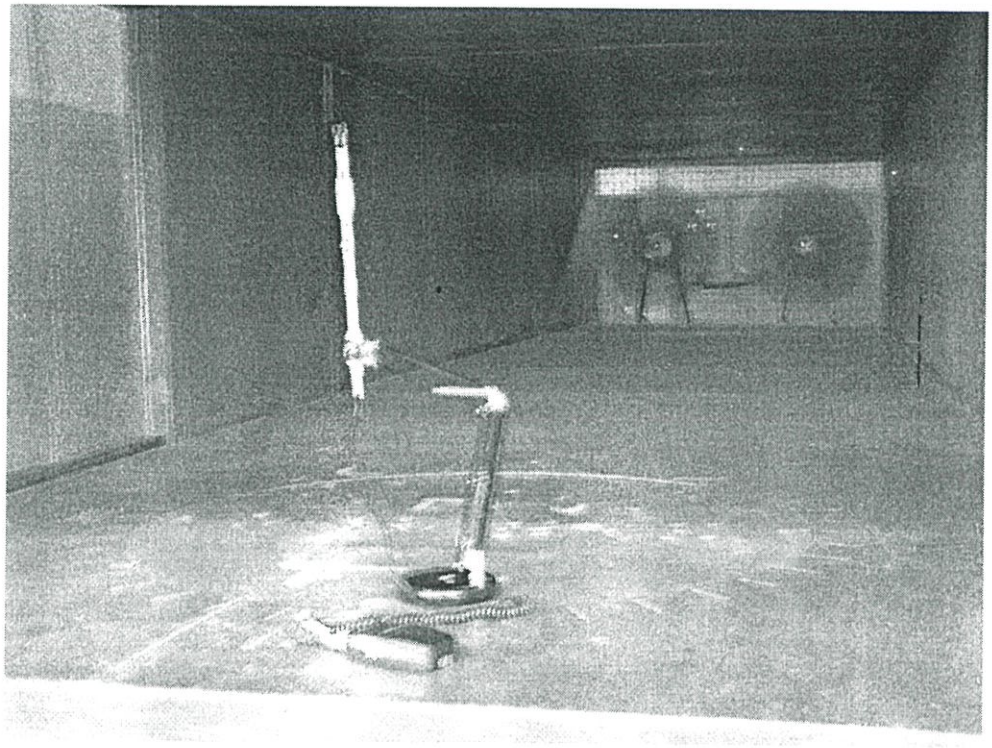
3.2.7 **เครื่องวัดความชื้น** HYGRO METER

เป็นเครื่องวัดความชื้นที่ติดตั้งอยู่กับที่ วัดโดยการอ่านค่าจากเข็มหน้าปัดที่แสดงตามตัวเลข มีหน่วยเป็น % (รูปที่ 3.13)

รูปที่ 3.13 เครื่องวัดความชื้น HYGRO METER

3.2.8 อุโมงค์ลม

เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างสภาพจำลองลมที่ใช้การศึกษาครั้งนี้ คือ อุโมงค์ค์ลม ขนาดของอุโมงค์ลม 2x2x12 เมตร มีแหล่งกำเนิดลมจากพัดลม 2 เครื่อง ที่ได้กำลังจากมอเตอร์ 20 แรงม้า สามารถปรับขนาดความเร็วได้ด้วยเครื่องปรับค่า (รูปที่ 3.14)



รูปที่ 3.14 อุโมงค์ลม

3.3 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเตรียมการทดลอง

จากการศึกษาสำรวจพื้นที่อาคารตัวอย่าง ประกอบกับการเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมนำมาพิจารณาร่มกับปัญหาที่สังเกตพบ และการตั้งสมมติฐานของปัญหาสามารถสรุปตำแหน่งที่จะทำการทดลองวัดค่าปริมาณความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ได้ดังนี้ (รูปที่ 3.15)

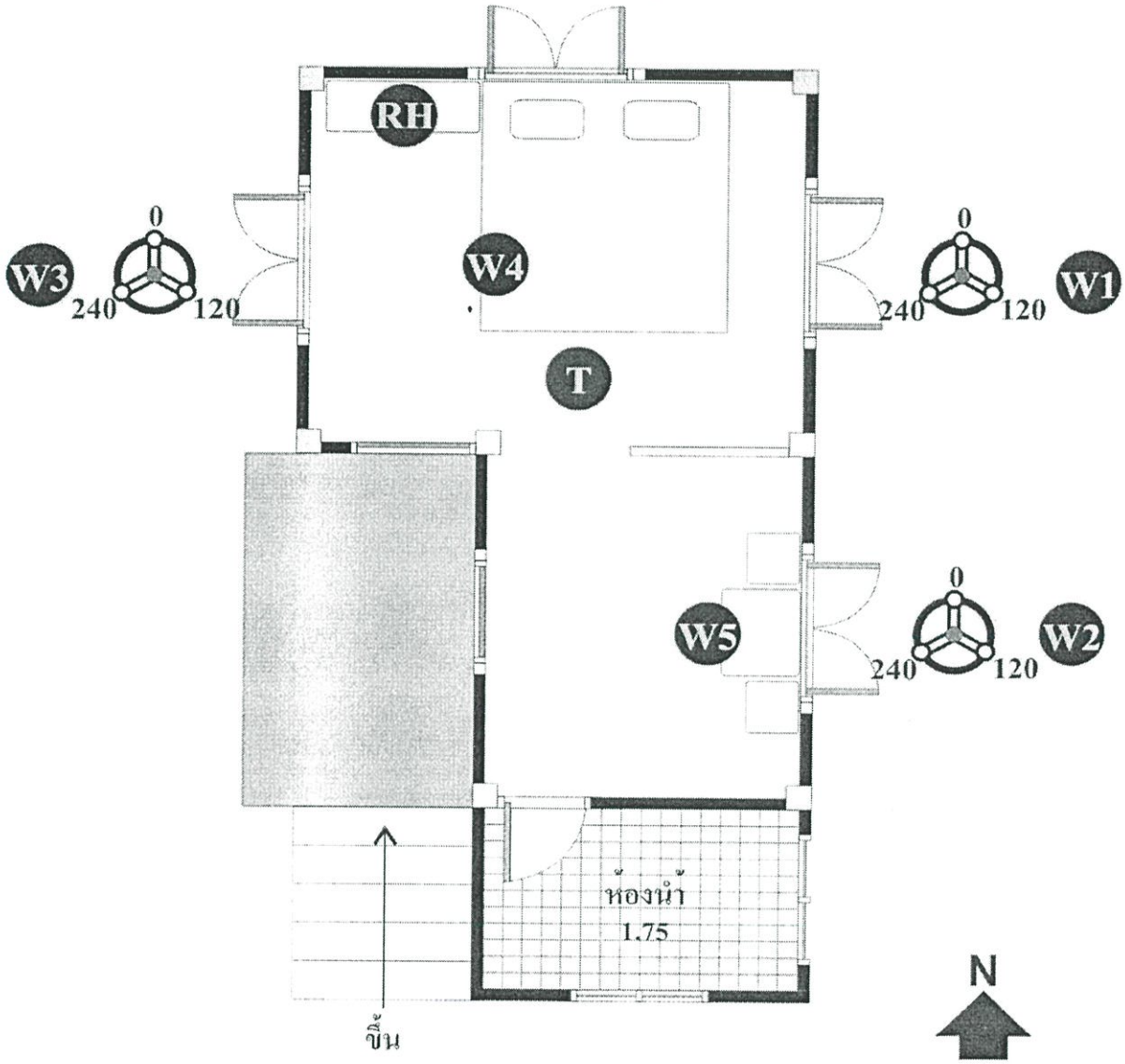
1) หน้าต่างเบอร์ 1 เป็นบริเวณที่คาดว่าจะมีลมพัดเข้าและออก ตามเวลาที่ระดับความสูงประมาณ 1.00 เมตร จากพื้นห้อง

2) หน้าต่างเบอร์ 2 เป็นบริเวณที่คาดว่าจะมีลมพัดเข้าและออก ตามเวลาที่ระดับความสูงประมาณ 1.00 เมตร จากพื้นห้อง

3) หน้าต่างเบอร์ 3 เป็นบริเวณที่คาดว่าจะมีลมพัดเข้าและออก ตามเวลาที่ระดับความสูงประมาณ 1.00 เมตร จากพื้นห้อง

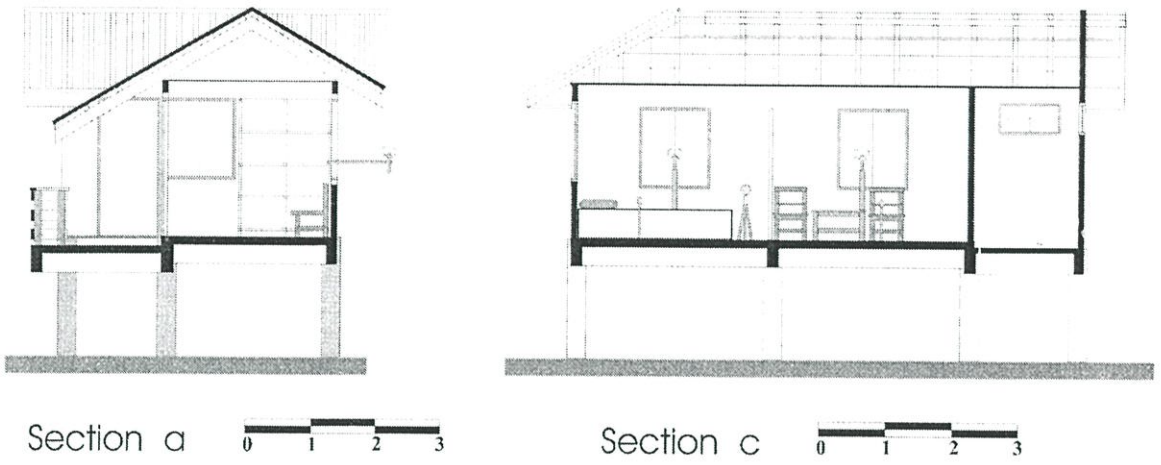
4) เตียงนอน เป็นพื้นที่ใช้งานที่ระดับความสูงประมาณ 0.40 เมตร จากพื้นห้อง

5) เก้าอี้นั่งเล่นพักผ่อน เป็นพื้นที่ใช้งานที่ระดับความสูงประมาณ 0.45 เมตร จากพื้นห้อง



สัญลักษณ์	ความหมาย	
W1	เครื่องมือวัดความเร็วลม	USONIC
W2	เครื่องมือวัดความเร็วลม	USONIC
W3	เครื่องมือวัดความเร็วลม	USONIC
W4	เครื่องมือวัดความเร็วลม	HOT WIRE FILM
W5	เครื่องมือวัดความเร็วลม	HOT WIRE FILM
T	เครื่องมือวัดอุณหภูมิ	GLOBE THERMOMETER
RH	เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์	กระเปราะวัด

รูปที่ 3.15 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์การวัดประเภทต่างๆภายในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 3.16 แสดงรูปตัดการติดตั้งอุปกรณ์การวัดประเภทต่างๆภายในพื้นที่ศึกษา

เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์เครื่องมือ ดังนั้นจึงมีการใช้เครื่องมือประกอบกัน 2 ชนิด ซึ่งจะวัดค่าความเร็วลมเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากลักษณะการเปิดหน้าต่างในการใช้งานที่จะนำลมเข้ามาภายในอาคารสู่ตำแหน่งเตียงนอน เป็นแบบ CROSS VENTILATION ดังนั้นจึงสามารถคาดคะเนทิศทางได้ นอกจากนี้แล้วทิศทางลมที่จะพาดผ่านพื้นที่นั้น แม้จะมีทิศทางที่แปรปรวนบ้าง แต่หากผ่านในพื้นที่ใช้งานถือว่าสามารถส่งเสริมให้เกิดความสบายเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ดังนั้นทิศทางของลมจึงเป็นปัจจัยที่ไม่เป็นสาระสำคัญเท่ากับปริมาณ เช่นเดียวกับบริเวณนั่งเล่นพักผ่อน แม้จะไม่ใช่การไหลเวียนอากาศแบบ CROSS VENTILATION แต่มีตำแหน่งอยู่ชิดกับหน้าต่างที่ลมจะเข้าหรือออก จึงคดเดาได้ว่าหากบริเวณหน้าต่างมีลมไหลผ่านบริเวณดังกล่าวจะมีลมผ่านเช่นเดียวกัน โดยมีทิศทางใกล้เคียงกับทิศทางที่บริเวณหน้าต่าง ดังนั้น จุด 1 , 2 , 3 จึงเลือกใช้เครื่อง ULTRASONIC ในการเก็บข้อมูล เพราะสามารถวัดได้ทั้งทิศทาง และปริมาณความเร็วลม ส่วนบริเวณ 4 , 5 ใช้เครื่อง HOT WIRE FILM

เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ HYGRO METER ติดตั้งบริเวณ 8 ภายในอาคาร โดยถือว่าความชื้นภายนอกและภายใน พื้นที่มีค่าใกล้เคียงกัน

โดยการเก็บข้อมูลทั้งหมดจะทำการเก็บ 2 ครั้ง ครั้งแรกคือวันที่ 11 – 13 มกราคม 2546 และวันที่ 7 – 9 มิถุนายน 2546 โดยจะทำการเก็บบันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที ต่อเนื่องกัน 48 ชม.

3.4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองพื้นที่ศึกษา

กำหนดให้ทำการทดลองเป็นจำนวน 2 ครั้ง เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันในแต่ละช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศแตกต่างกัน โดยทำการทดลองครั้งแรกในช่วงเดือนมกราคม ซึ่งจัดว่าอยู่ในช่วงฤดูหนาว และครั้งที่ 2 ในเดือนมิถุนายน ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนต่อกับฤดูฝน จะพบว่า

3.4.1 ผลสรุปการทดลองเดือนมกราคม

1) ลมภายนอกที่พัดเข้าสู่อาคารมาจาก 2 ทิศทาง คือตำแหน่ง w1 ลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งสามารถวัดทิศทางได้ระหว่าง 15 องศา ถึง 90° โดยมีความเร็วลมสูงสุดที่ 2.25 เมตร/วินาที และต่ำสุดที่ 0.00 เมตร/วินาที โดยมีการพัดต่อเนื่องกันตลอดวัน และตำแหน่ง w3 พัดจาก ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งสามารถวัดทิศทางได้ระหว่าง 263° – 315° และบางเวลาจะมีทิศทางที่แปรปรวนไปเป็น 45° , 110° , 130° ที่ 0.00 เมตร/วินาที และการพัดของลมเป็นช่วงเวลา

<u>หมายเหตุ</u> ในการทดลองนี้เนื่องจากอุปกรณ์ ULTRASONIC มีจำนวนเพียง 2 เครื่อง จึงเว้นตำแหน่ง w2 ไว้ ไม่ได้ทำการทดลอง เนื่องจากทิศทางและความเร็วลมน่าจะมีค่าใกล้เคียงกับบริเวณตำแหน่ง w1

2) ลมภายในอาคาร (เนื่องจากภายในอาคารใช้เครื่องวัดความเร็วลมแบบที่ไม่มีการแสดงทิศทาง แต่ทั้งนี้ได้จัดทิศทางการรับลมไว้เป็นแบบ CROSS VENTILATION ผ่านบริเวณที่นอน และบริเวณนั่งเล่น) ณ บริเวณที่นอน (ตำแหน่ง w4) มีความเร็วลมระหว่าง 0.00 ถึง 0.30 เมตร/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 0.087 เมตร/วินาที และสามารถสรุปอัตราส่วนของความเร็วลมได้ดังนี้ คือ

- ความเร็วลม	0.0 เมตร/วินาที	38 %
- ความเร็วลม	0.1 เมตร/วินาที	40 %
ความเร็วลม	0.2 เมตร/วินาที	18 %
- ความเร็วลม	0.3 เมตร/วินาที	4 %

แต่ทั้งนี้พบว่า ค่าความเร็วลมที่มีค่าทำให้เกิดความรู้สึกสบาย คือ มากกว่า 0.25 เมตร/วินาที มีเพียง 4 % และเมื่อพิจารณาร่วมกับระยะเวลาที่ใช้งานในอาคารเป็นหลัก คือ เวลาประมาณ 20.00 ถึง 7.00 น. ของอีกวันหนึ่ง พบว่าความเร็วลมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.20 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐานการเกิดภาวะสบายได้ ส่วนบริเวณที่นั่งเล่น (ตำแหน่ง w5) มีความเร็วลมระหว่าง 0.00 ถึง 0.20 เมตร/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 0.04 เมตร/วินาที และสามารถสรุปอัตราส่วนของความเร็วลมได้ ดังนี้คือ

- ความเร็วลม 0.00 เมตร/วินาที 65 %
- ความเร็วลม 0.10 เมตร/วินาที 29 %
- ความเร็วลม 0.20 เมตร/วินาที 6 %

ความเร็วลมในบริเวณนี้มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่ทำให้เกิดความสบายได้ทั้งสิ้น นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณลมภายนอกต่อปริมาณลมที่พัดเข้าสู่ภายในอาคาร เป็นอัตราส่วนร้อยละปริมาณความเร็วลมภายในอาคาร (เมตร/วินาที) x 100 ปริมาณความเร็วลมภายนอกอาคาร (เมตร/วินาที) จะได้ค่าอัตราส่วนดังตารางดังนี้ คือ (ตารางที่ 3.1), (รูป 3.16)

การพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของลมที่พัดผ่านบริเวณเตียงนอน(w4) จะมีปริมาณลมต่ำสุด 0% และสูงสุด 35.3 % โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 7.76 % หากพิจารณาเฉพาะเวลาที่ใช้งานหลักคือ 20.00 – 7.00 นาฬิกาของอีกวันหนึ่ง พบว่าปริมาณลมเข้าสู่ภายในอาคารต่ำสุดที่ 0% และ สูงสุดที่ 29.4 % โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 9.97 % โดยเป็นที่สังเกตว่าลักษณะของลมจะมีความสม่ำเสมอเป็นช่วง ๆ เท่านั้น

ในส่วนของบริเวณนั่งเล่น(w5) ตลอดวันจะมีปริมาณลมเข้าสู่ภายในอาคารต่ำสุด 0% และสูงสุดที่ 28.5 % โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 3.6 % หากพิจารณาเฉพาะเวลาที่ใช้งานหลัก คือ 20.00 – 7.00 นาฬิกาของอีกวันหนึ่ง พบว่าปริมาณลมเข้าสู่ภายในอาคารต่ำสุดที่ 0% และ สูงสุดที่ 19 % โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 3.63 % ลักษณะการพัดของลมจะสม่ำเสมอเป็นช่วง ๆ เช่นกัน

และเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การพัดเข้าสู่อาคารของลมทั้ง 2 บริเวณ จะพบว่าบริเวณเตียงนอน (A4) จะมีปริมาณลมมากกว่าบริเวณที่นั่งเล่นเป็นจำนวน 2 เท่า และมีความสม่ำเสมอของลมมากกว่าเช่นกัน

อุณหภูมิมีค่าต่ำสุดที่ 23 องศาเซลเซียส และสูงสุดที่ 33 องศาเซลเซียส โดยมีค่าฉลี่ยที่ 27.5 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาใช้งานหลัก คือ 20.00 – 7.00 นาฬิกาของอีกวันหนึ่ง มีค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 23 – 28 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยที่ 26 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำสุดที่ 55 % และสูงสุดที่ 86 % โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 75.52 % ในช่วงเวลาใช้งานหลัก คือ 20.00 – 7.00 นาฬิกาของอีกวันหนึ่ง มีค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 70% – 80% และมีค่าเฉลี่ยที่ 79.17 %

สรุปได้ว่า บริเวณเตียงนอนในช่วงเวลาใช้งานหลัก จะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.08 เมตร/วินาที (9.97% ของปริมาณลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในอาคาร) อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 26 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 79.17 %

บริเวณนั่งเล่นในช่วงเวลาใช้งานหลัก จะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.04 เมตร/วินาที (3.63% ของปริมาณลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในอาคาร) อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 26 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 79.17 %

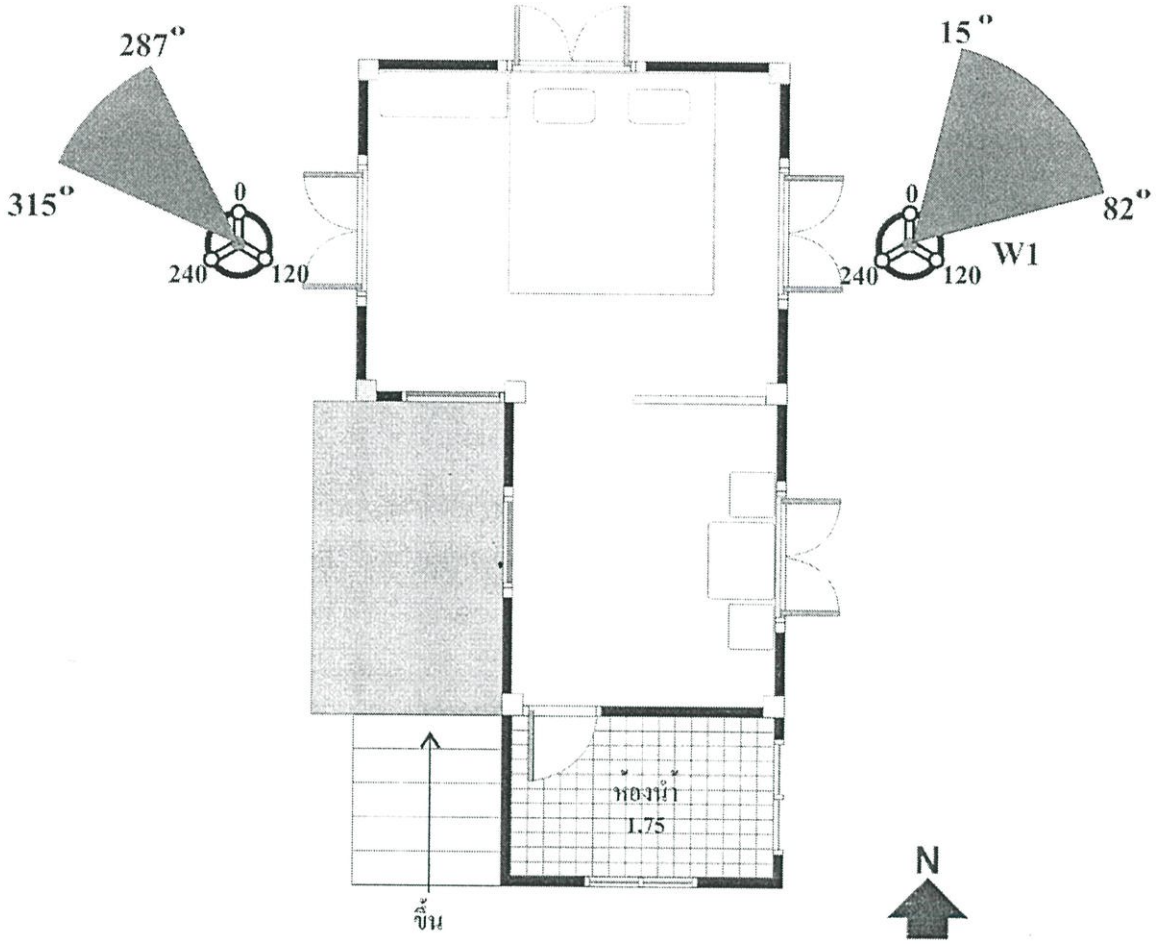
พบว่าสภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์สภาวะสบาย แต่ปริมาณความเร็วลมต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งสามารถปรับให้มีปริมาณลมเพิ่มขึ้น จำให้สภาวะอากาศและการระบายอากาศในอาคารดีขึ้น

ตารางที่ 3.1 แสดงผลของอุปกรณ์วัดลม อุณหภูมิ และความชื้นในวันที่ 11-13 มค. 46

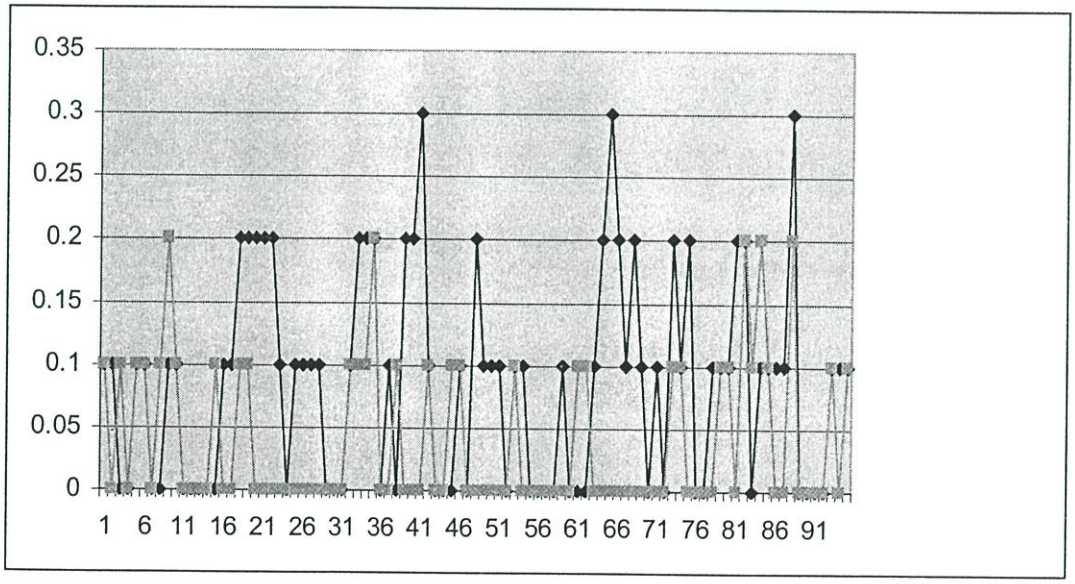
เวลา	ลม W1		ลม W2		ลม W3		ลม W4		ลม W5		อุณหภูมิ (T) °C	ความชื้น (RH) %
	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	%	ความเร็ว ม./วินาที	%		
11 มค. 46												
14.00	2.25	46			0.88	276	0.1	4	0.1	4	31	55
14.30	1.31	44			0	0	0.1	7.6	0	0	31	57
15.00	1.74	45			0.59	275	0	0	0.1	5.7	32	57
15.30	1.36	45			0.83	263	0	0	0	0	32	59
16.00	1.79	45			05.8	280	0.1	5.6	0.1	5.6	31	60
16.30	1.46	44			0.89	280	0.1	6.8	0.1	6.8	31	63
17.00	1.01	44			0	0	0	0	0	0	30	63
17.30	1.04	46			0	0	0	0	0.1	9.6	29	65
18.00	0.70	44			0	0	0.1	14.2	0.2	28.5	28	67
18.30	0.00	0			0	0	0.1	0	0.1	0	28	68
19.00	0.53	47			0	0	0	0	0	0	27	69
19.30	0.54	45			0	0	0	0	0	0	27	70
20.00	0.56	49			0	0	0	0	0	0	27	70
20.30	0.88	47			0	0	0	0	0	0	27	71
21.00	1.03	46			0	0	0	0	0.1	9.7	27	72
21.30	1.35	44			0	0	0.1	7.4	0	0	27	72
22.00	1.11	44			0	0	0.1	9	0	0	27	73
22.30	1.37	45			0	0	0.2	14.6	0.1	7.2	27	75
23.00	1.43	45			0	0	0.2	14	0.1	7	27	75
23.30	1.47	45			0	0	0.2	13.6	0	0	27	75
12 มค. 46												
0.00	1.19	45			0	0	0.2	16.8	0	0	26	76
0.30	1.43	44			0	0	0.2	14	0	0	26	78
1.00	1.15	46			0	0	0.1	8.7	0	0	26	79
1.30	1.46	48			0.59	276	0	0	0	0	26	81
2.00	0.85	47			0	0	0.1	11.7	0	0	25	81
2.30	0.97	45			0	0	0.1	10.3	0	0	25	83
3.00	1.04	46			0	0	0.1	9.6	0	0	25	83
3.30	0.88	45			0	0	0.1	11.4	0	0	24	84
4.00	1.32	45			0	0	0	0	0	0	24	84
4.30	1.25	46			0	0	0	0	0	0	24	84
5.00	0.71	46			0	0	0	0	0	0	24	85
5.30	0.53	46			0	0	0.1	10.9	0.1	10.9	23	85
6.00	0.68	46			0	0	0.2	29.4	0.1	14.7	23	85
6.30	0.73	45			0.55	279	0.2	27.4	0.1	13.7	23	86
7.00	1.61	46			0.91	274	0.2	12.4	0.2	12.4	23	84
7.30	0.69	48			0.59	274	0	0	0	0	24	83
8.00	0.63	48			0	0	0.1	15.9	0	0	24	81
8.30	0.59	44			0	0	0	0	0.1	16.9	25	81
9.00	0.93	46			0	0	0.2	21.5	0	0	26	79
9.30	1.20	44			0	0	0.2	16.7	0	0	26	77
10.00	0.85	46			0	0	0.3	35.3	0	0	27	76
10.30	1.45	46			0	0	0.1	14.5	0.1	14.5	27	75
11.00	0.85	43			0	0	0	0	0	0	28	73
11.30	0.89	50			0.53	275	0	0	0	0	29	71

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

เวลา	ลม W1		ลม W2		ลม W3		ลม W4		ลม W5		อุณหภูมิ (T) °C	ความชื้น (RH) %
	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	%	ความเร็ว ม./วินาที	%		
12 มค. 46												
12.00	0.97	45			0	0	0	0	0.1	10.3	29	70
12.30	0.71	44			0.54	287	0.1	14.1	0.1	14.1	30	70
13.00	1.41	46			0	0	0	0	0	0	31	68
13.30	1.72	46			0	0	0.2	11.6	0	0	31	67
14.00	0.65	15			0.71	130	0.1	15.4	0	0	31	66
14.30	0	0			0.81	110	0.1	12.3	0	0	32	65
15.00	0.87	42			0	0	0.1	1.5	0	0	32	63
15.30	0	0			0.72	45	0	0	0	0	33	63
16.00	1.13	42			0.81	277	0.1	0	0.1	0	32	60
16.30	0.72	44			0	0	0.1	13.9	0	0	32	59
17.00	0.79	44			0	0	0	0	0	0	31	59
17.30	0.68	45			0	0	0	0	0	0	31	60
18.00	0.61	44			0	0	0	0	0	0	30	61
18.30	0.56	47			0	0	0	0	0	0	29	61
19.00	0.75	45			0	0	0.1	13.3	0	0	28	63
19.30	0.75	46			0	0	0	0	0	0	28	65
20.00	0.61	45			0	0	0	0	0.1	16.4	28	65
20.30	0.89	44			0	0	0	0	0.1	11.2	27	67
21.00	1.18	45			0	0	0.1	8.5	0	0	27	68
21.30	1.29	44			0	0	0.2	15.5	0	0	26	70
22.00	1.34	45			0	0	0.3	14.9	0	0	26	70
22.30	1.40	46			0	0	0.2	14.3	0	0	26	71
23.00	1.05	46			0	0	0.1	9.5	0.2	19	26	72
23.30	1.99	45			0	0	0.2	20.2	0	0	25	73
13 มค. 46												
0.00	0.91	46			0	0	0.1	11	0	0	25	74
0.30	1.07	48			0.54	270	0	0	0	0	24	73
1.00	0.80	43			0	0	0.1	12.5	0	0	24	73
1.30	0.92	44			0	0	0	0	0	0	24	76
2.00	1.33	45			0.79	282	0.2	15	0.1	7.5	24	77
2.30	1.08	46			0	0	0.1	9.3	0.1	9.3	24	77
3.00	1.14	46			0	0	0.2	17.5	0	0	24	78
3.30	0	0			0	0	0	0	0	0	23	79
4.00	0.52	46			0	0	0	0	0	0	23	80
4.30	0.78	45			0	0	0.1	12.8	0	0	23	81
5.00	1.04	46			0.66	288	0.1	9.6	0.1	9.6	23	80
5.30	1.32	45			0.63	280	0.1	7.5	0.1	7.5	22	80
6.00	1.18	47			0	0	0.2	16.9	0	0	22	79
6.30	1.60	45			0.59	289	0.2	12.5	0.2	12.5	22	79
7.00	1.53	45			0.54	290	0	0	0.1	6.5	22	77
7.30	1.49	46			0.59	277	0.1	6.7	0.2	13.4	23	77
8.00	1.14	48			0	0	0.1	8.8	0.1	8.8	23	76
8.30	1.50	47			0.63	273	0.1	6.7	0	0	24	75
9.00	1.29	46			0	0	0.1	7.8	0	0	24	75
9.30	2.09	46			1.03	278	0.3	0	0.2	0	25	73
10.00	1.59	46			0	0	0	0	0	0	25	73
10.30	1.31	51			0	0	0	0	0	0	26	70
11.00	0.80	42			0	0	0	0	0	0	26	70
11.30	0	90			0	0	0	0	0	0	27	69
12.00	1.20	46			0	0	0.1	8.3	0.1	8.3	27	67
12.30	0.61	41			0	0	0.1	16.4	0	0	28	67
13.00	0.80	43			0	0	0.1	12.5	0.1	12.5	29	67



รูปที่ 3.17 แสดงการทิศทางลมโดยเฉลี่ย ในวันที่ 11-13 มค. 46



รูปที่ 3.18 แสดงกราฟทิศทางลมโดยเฉลี่ย ณ ตำแหน่งเตียงนอนและเก้าอี้ ในวันที่ 11-13 มค. 46

3.4.2 ผลสรุปการทดลองเดือนมิถุนายน

1) ลมภายนอกที่พัดเข้าสู่อาคาร มาจาก 2 ทิศทาง คือ ตำแหน่ง w1 ลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งสามารถวัดทิศทางได้ระหว่าง 122 ° ถึง 159.7 ° โดยมีความเร็วลมสูงสุดที่ 3.37 เมตร/วินาที และต่ำสุดที่ 0.00 เมตร/วินาที โดยมีการพัดของลมเป็นช่วงๆ ไม่สม่ำเสมอ ตำแหน่ง w2 ลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งสามารถวัดทิศทางได้ระหว่าง 172.2 ° ถึง 184.79 ° โดยมีความเร็วลมสูงสุดที่ 3.84 เมตร/วินาที และต่ำสุดที่ 0.00 เมตร/วินาที โดยมีการพัดของลมเป็นช่วงๆ ไม่สม่ำเสมอ และตำแหน่ง w3 ลมพัดจากทิศตะวันตก โดยมีความเร็วลมสูงสุดที่ 4.25 เมตร/วินาที และต่ำสุดที่ 0.00 เมตร/วินาที มีการพัดเป็นช่วงเวลาใกล้เคียงกันของ 2 วันที่ทำการทดลอง และในช่วงเวลาที่พัด จะพัดอย่างต่อเนื่อง

2) ลมภายในอาคาร ณ บริเวณที่นอน (ตำแหน่ง w4) มีความเร็วลมระหว่าง 0.00 ถึง 0.50 เมตร/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 0.11 เมตร/วินาที และสามารถสรุปอัตราส่วนของความเร็วลมได้ดังนี้คือ

- ความเร็วลม	0.0 เมตร/วินาที	43 %
- ความเร็วลม	0.1 เมตร/วินาที	26 %
- ความเร็วลม	0.2 เมตร/วินาที	19 %
- ความเร็วลม	0.3 เมตร/วินาที	8 %
- ความเร็วลม	0.5 เมตร/วินาที	3 %

ตลอดวันความเร็วลมที่มีค่าสูงกว่า 0.25 เมตร/วินาที มีค่าประมาณ 11 % แต่หากพิจารณาในช่วงเวลา 20.00 น. ถึง 7.00 น. ของอีกวันหนึ่ง พบว่าความเร็วลมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.50 เมตร/วินาที ซึ่งจะมีค่าความเร็วลมสูงกว่า 0.25 เมตร/วินาที คือ 0.30 ถึง 0.50 เมตร/วินาที ประมาณ 0.25 % ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่างในมาตรฐานที่จะทำให้เกิดภาวะสบายได้

บริเวณที่นั่งเล่น (ตำแหน่ง w5) มีความเร็วลมระหว่าง 0.00 ถึง 0.40 เมตร/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 0.09 เมตร/วินาที และสามารถสรุปอัตราส่วนของความเร็วลมได้ดังนี้ คือ

- ความเร็วลม	0.0 เมตร/วินาที	39 %
- ความเร็วลม	0.1 เมตร/วินาที	37 %
- ความเร็วลม	0.2 เมตร/วินาที	19 %
- ความเร็วลม	0.3 เมตร/วินาที	3 %
- ความเร็วลม	0.4 เมตร/วินาที	2 %

ตลอดวันความเร็วลมที่มีค่าสูงกว่า 0.25 เมตร/วินาที มีค่าประมาณ 5 % ซึ่งในช่วงเวลา 20.00 น. ถึง 7.00 น. ของอีกวันหนึ่ง พบว่าความเร็วลมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง

0.40 เมตร/วินาที ซึ่งจะมีค่าความเร็วลม 0.3 ถึง 0.40 เมตร/วินาที ประมาณ 13 % ซึ่งมีค่าอยู่ในมาตรฐานที่จะทำให้เกิดภาวะสบายได้ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณลมภายในต่อปริมาณลมที่เข้าสู่ภายในอาคาร เป็นอัตราส่วนร้อยละดังตาราง ดังนี้ คือ (ตารางที่ 3.2), (รูป 3.17)

การพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของลมที่พัดผ่านบริเวณเตียงนอน(w4)ตลอดวัน จะมีปริมาณลมเข้าสู่ภายในอาคารต่ำสุดที่ 0% และสูงสุด 42.1 % โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 4.52 % หากพิจารณาเฉพาะเวลาที่ใช้งานหลักคือ 20.00 – 7.00 นาฬิกาของอีกวันหนึ่ง พบว่าปริมาณลมเข้าสู่ภายในอาคารต่ำสุดที่ 0% และ สูงสุดที่ 25 % มีค่าเฉลี่ยที่ 8.63 % โดยจะมีลักษณะของลมมีความสม่ำเสมอเป็นช่วง ๆ เวลา

ในส่วนของบริเวณนั่งเล่น(w5) ตลอดวันจะมีปริมาณลมเข้าสู่ภายในอาคารต่ำสุด 0% และสูงสุดที่ 21.2 % โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 3.48 % หากพิจารณาเฉพาะเวลาที่ใช้งานหลัก คือ 20.00 – 7.00 นาฬิกาของอีกวันหนึ่ง พบว่าปริมาณลมเข้าสู่ภายในอาคารต่ำสุดที่ 0% และ สูงสุดที่ 21.2 % โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 6.75 % ลักษณะของลมมีความสม่ำเสมอเป็นช่วง ๆ ของเวลา

และเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การพัดเข้าสู่อาคารของลมทั้ง 2 บริเวณ จะพบว่าบริเวณเตียงนอน (A4) จะมีปริมาณลมมากกว่าบริเวณที่นั่งเล่นเป็นจำนวน 1.3 เท่า และมีความสม่ำเสมอของลมมากกว่าเช่นกัน

อุณหภูมิมีค่าต่ำสุดที่ 27 องศาเซลเซียส และสูงสุดที่ 35 องศาเซลเซียส โดยมีค่าฉลี่ยที่ 30.27 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาใช้งานหลัก คือ 20.00 – 7.00 นาฬิกาของอีกวันหนึ่ง มีค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27 – 32 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยที่ 29 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำสุดที่ 68 % และสูงสุดที่ 96 % โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 79.8 % ในช่วงเวลาใช้งานหลัก คือ 20.00 – 7.00 นาฬิกาของอีกวันหนึ่ง มีค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 80% – 96% และมีค่าเฉลี่ยที่ 87.78 %

สรุปได้ว่า บริเวณเตียงนอนในช่วงเวลาใช้งานหลัก จะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.19 เมตร/วินาที (8.63% ของปริมาณลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในอาคาร) อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 87.78 %

บริเวณนั่งเล่นในช่วงเวลาใช้งานหลัก จะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ 0.15 เมตร/วินาที (6.75% ของปริมาณลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ภายในอาคาร) อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 87.78 %

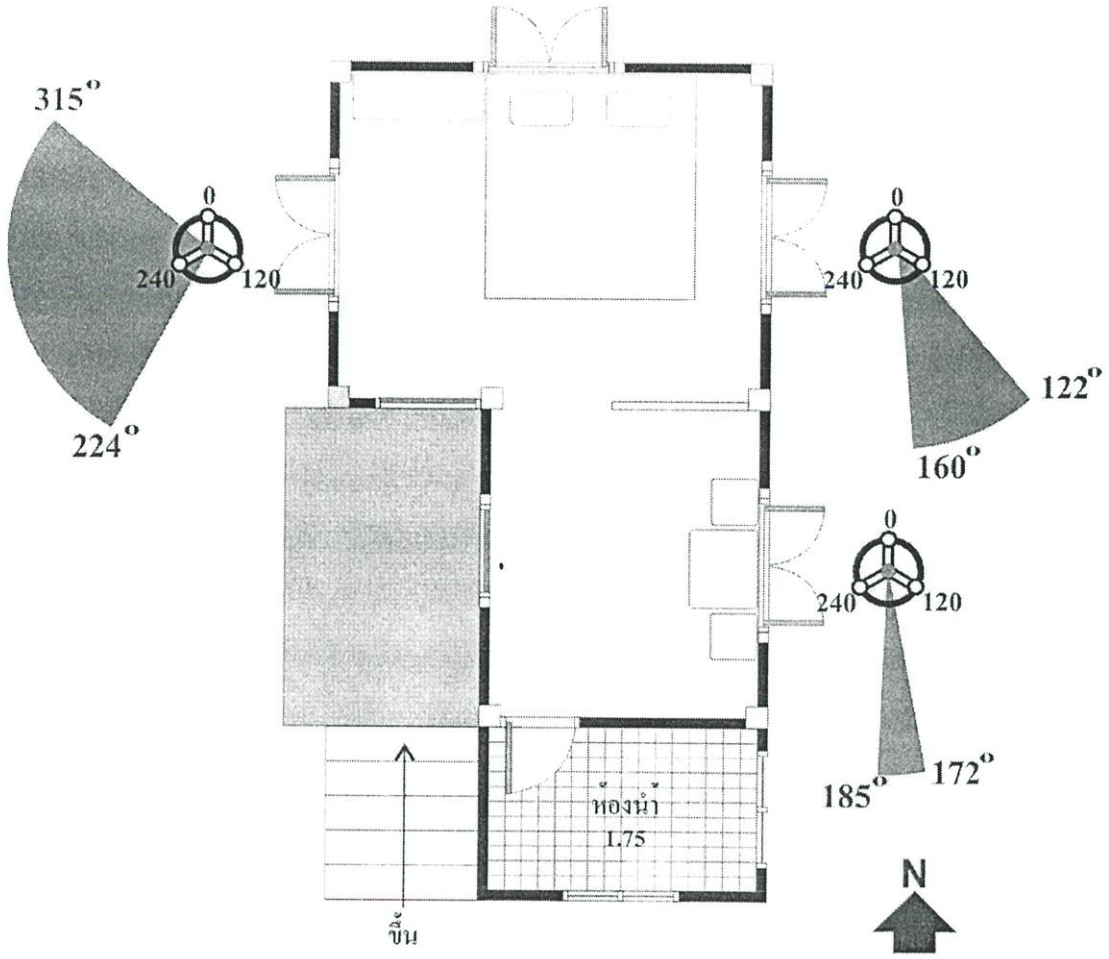
พบว่าสภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์สภาวะสบายเฉพาะอุณห ภูมิ แต่ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานความสบาย แต่ปริมาณความเร็วลมต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้นหากปรับปรุงเพิ่มปริมาณความเร็วลมเพิ่มขึ้นให้ได้มาตรฐาน จะสามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงและสภาพการระบายอากาศภายในอาคารดีขึ้น ทำให้สภาพอากาศโดยรวมดีขึ้น

ตารางที่ 3.2 แสดงผลของอุปกรณ์วัดลม อุณหภูมิ และความชื้นในวันที่ 7-9 มิย. 46

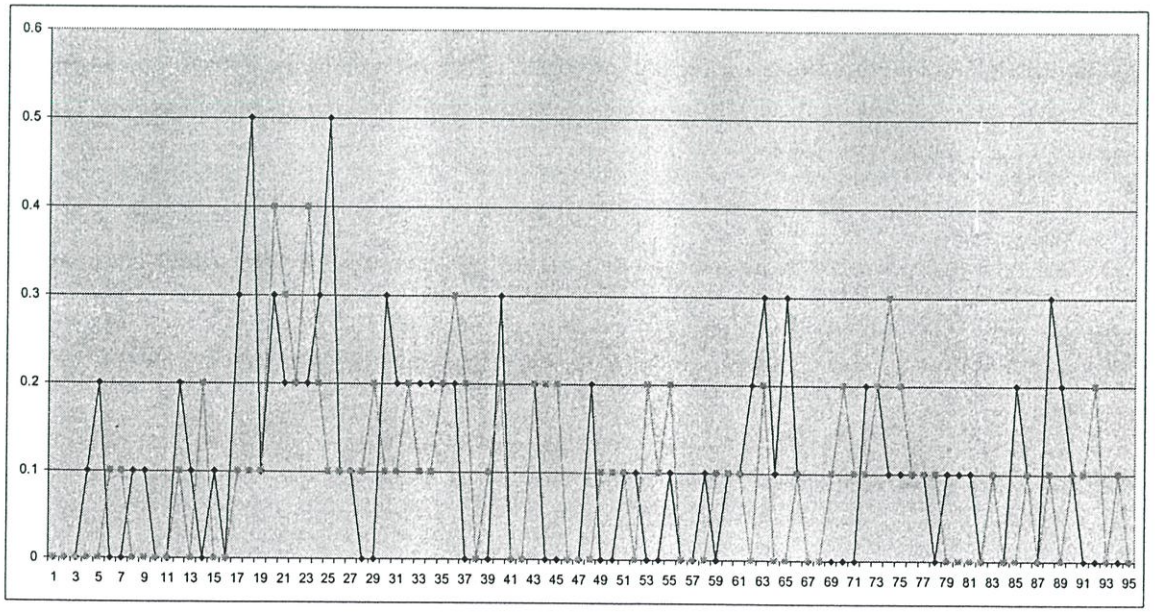
เวลา	ลม W1		ลม W2		ลม W3		ลม W4		ลม W5		อุณหภูมิ (T) °C	ความชื้น (RH) %
	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	%	ความเร็ว ม./วินาที	%		
7 มิย.. 46												
14.00	0	0	0	0	0.24	179	0	0	0	0	34	69
14.30	0	0	0	0	2.16	173	0	0	0	0	34	71
15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	70
15.30	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	34	73
16.00	0	0	0	0	2.51	294	0.2	8	0	0	34	73
16.30	0	0	3.46	179	0	0	0	0	0.1	2.9	33	75
17.00	2.38	160	3.77	177	0	0	0	0	0.1	2.6	33	77
17.30	2.46	160	2.98	180	0	0	0.1	3.1	0	0	32	80
18.00	2.57	156	3.2	182	0	0	0.1	3.1	0	0	32	79
18.30	2.45	158	3.49	180	2.11	224	0	0	0	0	32	78
19.00	3.37	151	3.5	183	0	0	0	0	0	0	32	79
19.30	0	0	2.41	176	1.92	261	0.2	8.3	0.1	5.2	32	80
20.00	0	0	2.98	174	1.84	261	0.1	8.4	0	0	32	80
20.30	0	0	2.30	177	1.95	279	0	0	0.2	8.7	31	82
21.00	2.24	141	2.33	178	2.09	264	0.1	43	0	0	31	82
21.30	2.29	138	1.92	178	1.99	297	0	0	0	0	31	83
22.00	0	0	0	0	2.00	260	0.3	15	0.1	5	30	84
22.30	0	0	1.94	178	2.12	257	0.5	23.6	0.1	4.7	30	84
23.00	0	0	0	0	2.15	275	0.1	47	0.1	4.7	30	85
23.30	0	0	1.86	173	1.89	278	0.3	15.9	0.4	21.2	30	85
8 มิย. 46												
0.00	0	0	2.30	177	2.15	287	0.2	8.7	0.3	13	29	86
0.30	2.24	135	2.28	173	2.06	289	0.2	8.8	0.2	8.8	29	87
1.00	2.23	138	2.37	172	1.81	264	0.2	8.4	0.4	16.9	29	87
1.30	2.55	138	2.36	175	1.95	282	0.3	11.8	0.2	8.5	29	88
2.00	0	0	0	0	2.00	268	0.5	25	0.1	5	29	88
2.30	0	0	0	0	1.85	248	0.1	5.4	0.1	5.4	28	89
3.00	0	0	0	0	2.02	293	0.1	4.9	0.1	4.9	28	90
3.30	0	0	2.46	180	2.22	287	0	0	0.1	4	28	90
4.00	0	0	0	0	2.23	287	0	0	0.2	8.9	27	91
4.30	0	0	1.88	176	1.95	285	0.3	15.4	0.1	5.1	27	91
5.00	1.97	1.22	0	0	2.06	290	0.2	9.7	0.1	4.9	27	92
5.30	0	0	0	0	2.47	292	0.2	8	0.2	8	27	90
6.00	0	0	0	0	2.97	314	0.2	6.7	0.1	3.3	28	96
6.30	0	0	0	0	2.17	283	0.2	9.2	0.1	4.6	28	96
7.00	0	0	0	0	2.08	296	0.2	9.6	0.2	9.6	29	93
7.30	0	0	0	0	2.00	287	0.2	10	0.3	15	29	92
8.00	0	0	0	0	1.97	292	0	0	0.2	10.1	29	91
8.30	0	0	0	0	1.99	296	0	0	0	0	29	89
9.00	0	0	0	0	2.33	301	0	0	0.1	4.3	30	86
9.30	0	0	0	0	2.65	301	0.3	11.3	0.2	7.5	30	83
10.00	0	0	0	0	2.32	320	0	0	0	0	30	80
10.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	80
11.00	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0.2	0	32	79
11.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	33	78

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

เวลา	ลม W1		ลม W2		ลม W3		ลม W4		ลม W5		อุณหภูมิ (T) °C	ความชื้น (RH) %
	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	ทิศทาง องศา	ความเร็ว ม./วินาที	%	ความเร็ว ม./วินาที	%		
8 มิย. 46												
12.00	0	0	2.05	185	0	0	0	0	0.2	9.75	33	77
12.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	75
13.00	0	0	2.90	182	0	0	0	0	0	0	33	74
13.30	0	0	0	0	2.48	290	0.2	8	0	0	34	72
14.00	0	0	0	0	1.85	284	0	0	0.1	5.4	34	71
14.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	34	71
15.00	0	0	2.13	179	0	0	0.1	4.6	0.1	4.6	34	71
15.30	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	34	71
16.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	34	70
16.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	35	69
17.00	0	0	1.90	178	0	0	0.1	5.2	0.2	10.5	35	38
17.30	2.02	155	2.76	179	0	0	0	0	0	0	34	71
18.00	1.98	147	3.73	172	0	0	0	0	0	0	34	71
18.30	2.78	150	3.84	179	0	0	0.1	2.6	0	0	33	75
19.00	2.16	149	3.22	182	0	0	0	0	0.1	3.1	33	77
19.30	2.83	149	3.89	178	0	0	0.1	2.5	0.1	2.5	32	79
20.00	0	0	3.16	179	1.87	249	0.1	3.2	0.1	3.2	31	80
20.30	0	0	1.97	182	2.08	284	0.2	9.6	0	0	31	78
21.00	0	0	2.06	179	2.23	272	0.3	13.5	0.2	8.9	30	79
21.30	0	0	0	0	2.37	260	1.0	42.1	0	0	30	80
22.00	2.08	140	0	0	2.07	258	0.3	14.5	0	0	29	82
22.30	0	0	2.24	178	1.86	264	0.1	4.5	0.1	4.5	29	82
23.00	0	0	0	0	2.33	289	0	0	0	0	29	84
23.30	0	0	0	0	2.09	278	0	0	0	0	28	84
9 มิย. 46												
0.00	0	0	1.89	1.89	2.19	288	0	0	0.1	4.6	28	85
0.30	0	0	0	0	2.06	287	0	0	0.2	9.7	28	86
1.00	0	0	2.01	2.01	1.95	282	0	0	0.1	4.8	28	88
1.30	0	0	0	0	2.21	280	0.2	9	0.1	4.5	27	90
2.00	0	0	2.11	2.11	2.40	294	0.2	8.3	0.2	8.3	27	90
2.30	0	0	0	0	2.12	278	0.1	4.7	0.3	14.1	27	88
3.00	0	0	0	0	2.64	301	0.1	3.7	0.2	7.5	27	85
3.30	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0	27	85
4.00	0	0	0	0	3.76	308	0.1	2.7	0.1	2.7	27	85
4.30	0	0	0	0	4.25	301	0	0	0.1	2.4	27	85
5.00	0	0	0	0	3.27	308	0.1	0.3	0	0	27	81
5.30	0	0	0	0	2.21	304	0.1	4.5	0	0	27	81
6.00	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	27	81
6.30	0	0	0	0	2.83	314	0	0	0	0	27	81
7.00	0	0	0	0	1.85	304	0.1	5.4	0.1	5.4	27	81
7.30	0	0	0	0	2.31	307	0	0	0	0	28	81
8.00	0	0	0	0	2.10	288	0.2	9.5	0	0	28	80
8.30	0	0	2.23	180	2.13	286	0.1	4.5	0.1	4.5	29	79
9.00	0	0	0	0	2.54	295	0	0	0	0	30	79
9.30	0	0	0	0	2.46	294	0.3	12.2	0.1	4.10	30	78
10.00	0	0	2.26	180	0	0	0.2	8.8	0	0	30	77
10.30	0	0	0	0	2.55	303	0.1	3.9	0.1	3.9	33	77
11.00	0	0	0	0	1.88	289	0	0	0.1	5.3	32	74
11.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	33	71
12.00	0	0	0	0	2.03	299	0	0	0	0	33	70
12.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	34	70
13.00	0	0	0	0	2.12	288	0	0	0	0	35	70



รูปที่ 3.19 แสดงการทิศทางลมโดยเฉลี่ย ในวันที่ 7-9 มิย. 46



รูปที่ 3.20 แสดงกราฟทิศทางลมโดยเฉลี่ย ในวันที่ 7-9 มิย. 46

3.5 สรุปตัวแปรและความสัมพันธ์ของตัวแปรในการวิจัย

จากผลการวิจัยอาคารศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณความเร็วลมภายในอาคารต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้นหากสามารถปรับปรุงให้ปริมาณความเร็วลมภายในอาคารเพิ่มขึ้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ จะทำให้สภาวะการระบายอากาศดีขึ้น และมีสภาพอากาศเพื่อการพักอาศัยสบายมากขึ้น ตามสมมติฐานที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1

ดังนั้นจากบทสรุปทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศในอาคารในบทที่ 2 สามารถสรุปตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศได้ดังนี้ คือ รูปทรงอาคาร ตำแหน่งช่องเปิด ขนาดและจำนวนช่องเปิด ความเร็วลมภายในห้อง ทิศทางของลมที่สัมพันธ์กับช่องเปิด ทิศทางการไหลของกระแสลมเนื่องจากสิ่งประกอบช่องเปิด ลักษณะของสิ่งประกอบช่องเปิด ชนิดของหน้าต่าง การกั้นผนังภายในห้อง ความสูงจากระบะช่องเปิด และระยะระหว่างอาคาร

เมื่อพิจารณาร่วมกับ Bioclimatic Chart มาตรฐานการระบายลมของ ASHARE และขอบเขตของการวิจัย สามารถสรุปตัวแปรได้ดังนี้ คือ

3.5.1 ตัวแปรอิสระ

1) ขนาดช่องเปิด
2) ตำแหน่งช่องเปิด
3) จำนวนช่องเปิด
4) ลักษณะของสิ่งประกอบช่องเปิด

3.5.2 ตัวแปรตาม

1) ความเร็วลมภายในบริเวณพื้นที่ใช้งาน
2) อัตราการระบายอากาศบริเวณพื้นที่ใช้งาน

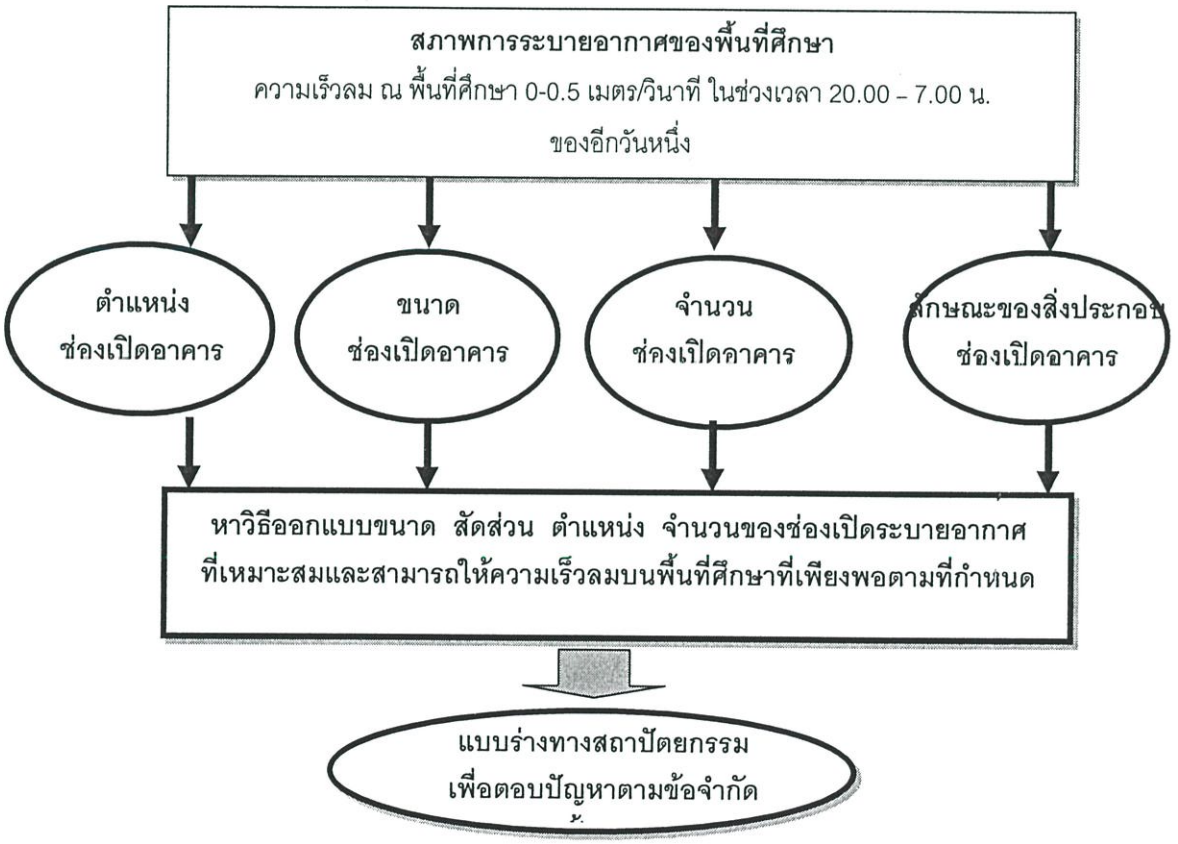
3.5.3 ตัวแปรควบคุม

1) รูปทรงอาคาร
2) ทิศทางของลมที่สัมพันธ์กับช่องเปิด
3) ชนิดของหน้าต่าง
4) การกั้นผนังภายในห้อง
5) ความสูงจากระยะช่องเปิดถึงพื้นดิน
6) ระยะห่างระหว่างอาคาร
7) อุณหภูมิ
8) ความชื้นของอากาศ

3.6 การออกแบบการทดลอง

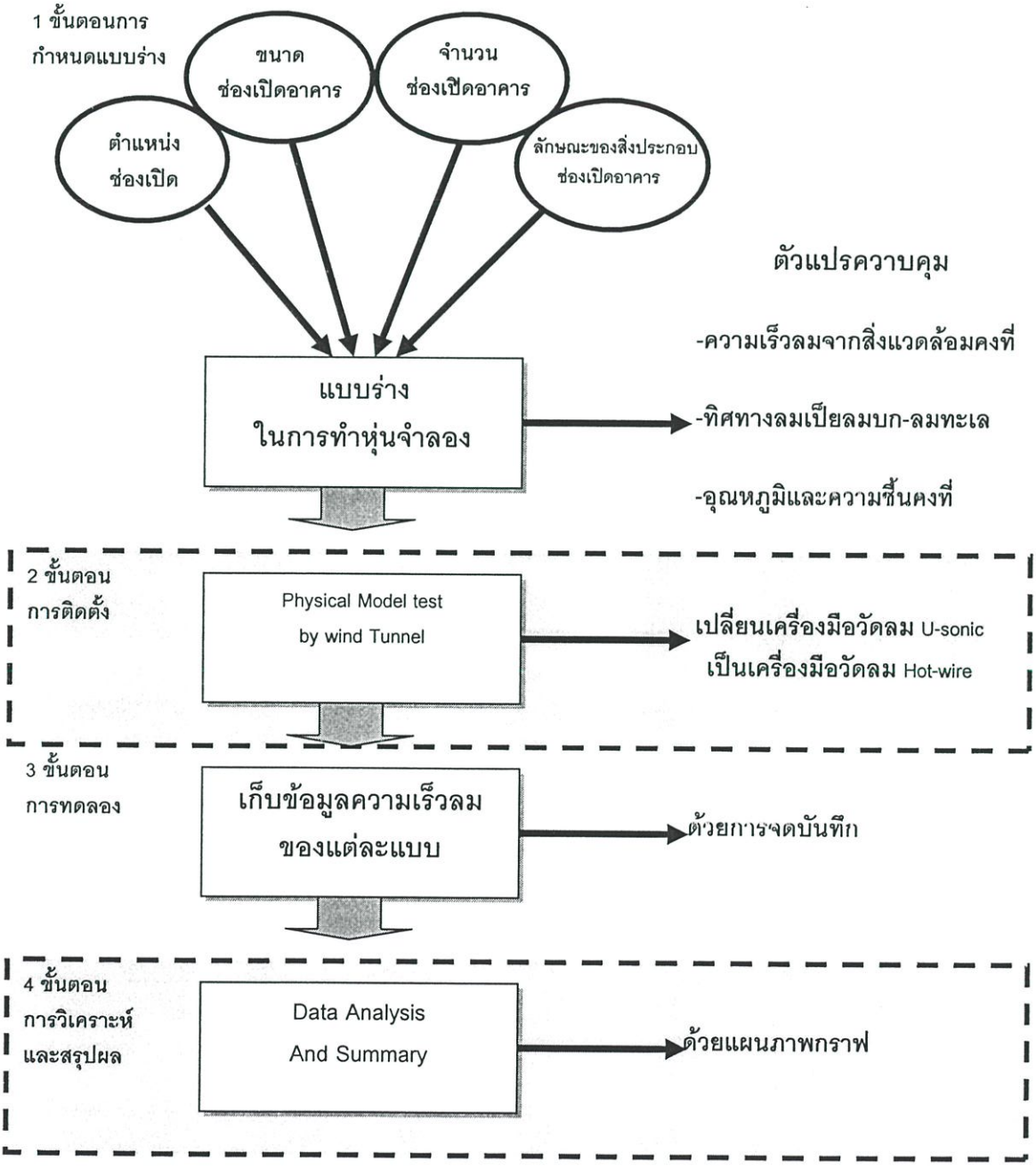
3.6.1 แนวความคิดในการออกแบบการทดลอง

จากปัญหาของพื้นที่ศึกษา พบว่า ปริมาณความเร็วลมที่พัดเข้าสู่พื้นที่ใช้งานมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ความเร็วลมเฉลี่ยที่ทำให้เกิดสภาวะสบาย และการระบายอากาศที่ดีได้ และเมื่อพิจารณาร่วมกับตัวแปรในการวิจัย สามารถสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระ อันได้แก่ ขนาดช่องเปิด ตำแหน่งช่องเปิด จำนวนช่องเปิด และลักษณะของสิ่งประกอบช่องเปิด เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดให้เกิดความสบายและการระบายอากาศที่ดีในพื้นที่ ดังนั้นหากสามารถปรับปรุงให้ตัวแปรอิสระดังกล่าวมีความเหมาะสมกับความต้องการปริมาณลมตามมาตรฐานแล้ว จะทำให้พื้นที่มีความสบายและการระบายลมที่ดีขึ้นได้ จึงสามารถอธิบายเป็นแผนภูมิได้ดังนี้ (รูปที่ 3.21)



รูปที่ 3.21 แสดงปัญหาของพื้นที่ศึกษาที่ได้จากตัวแปรต่าง

จากกนั้นจึงทำการออกแบบ แบบร่างทางสถาปัตยกรรมเพื่อกำหนด ขนาด ตำแหน่ง จำนวน และสิ่งประกอบช่องเปิด เพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่เหมาะสมและได้ตามมาตรฐานที่ดี แล้วจึงทำการสร้างหุ่นจำลองเพื่อทำการทดสอบแบบร่างที่ออกแบบมา เป็นลักษณะการทดลองแบบ (Physical model test) โดยกำหนดให้ทดลองในอุโมงค์ลม (Wind tunnel) เนื่องจากสามารถควบคุมปริมาณความเร็วลมที่จะเข้าสู่ภายในอาคาร และสภาพสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ได้ และทำการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมแบบ จดบันทึกและทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ต่อไป ขั้นตอนดังกล่าวสามารถแสดงเป็นแผนภาพดังนี้ (รูปที่ 3.22)



รูปที่ 3.22 แสดงแนวคิดการออกแบบวิธีทดลอง

3.6.2 การออกแบบร่างทางสถาปัตยกรรม

จากผลการสำรวจและศึกษาพื้นที่ของอาคารพบว่า การพัดเข้าสู่อาคารของลมจากภายนอกมีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้นเมื่อกำหนดร่วมกับทฤษฎีต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่าบางส่วนของอาคารมีการออกแบบที่เหมาะสมอยู่แล้ว แต่ในบางส่วนยังจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ส่งผลต่อการไหลของลมที่ดีขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งแยกส่วนที่เหมาะสมกับส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไขได้ดังนี้ คือ

1) ลักษณะของอาคารที่มีความเหมาะสมในการใช้งาน

1.1) รูปทรงอาคาร เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยมีแนวยาวของอาคารตั้งฉากกับทิศตะวันออกและตะวันตก ซึ่งเป็นลมประจำถิ่นที่พัดตลอดปี

1.2) ทิศทางของลมที่สัมพันธ์กับช่องเปิด ทิศทางของกระแสลมพัดเข้าสู่ในอาคารเป็นทิศตั้งฉากกับช่องเปิดผนังที่ติดตั้งช่องเปิด อีกทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนผนังอาคารทั้ง 2 ด้านตรงกันและขนาดเท่ากัน ทำให้ภายในอาคารเกิดเป็น Cross Ventilation ในบริเวณพื้นที่ใช้งาน

1.3) ชนิดของหน้าต่าง หน้าต่างเป็นบานเปิดสามารถเปิดได้กว้าง 180 องศา (เปิดแล้วแนบกับผนังอาคาร) ซึ่งไม่ส่งผลให้เกิดการเบี่ยงเบนทิศทางหรือลดความเร็วกระแสลมทั้งเข้าและออก

1.4) การกั้นผนังภายในห้อง ผนังกั้นห้องภายในเป็นแบบโปร่งเป็นตารางโล่งลมสามารถพัดผ่านได้ตลอดผนัง และไม่สูงมากนัก(ประมาณ 1.20 ม.) การวางตำแหน่งวางในแนวขนานกับทิศทางลมและห่างจากตำแหน่งหน้าต่าง ซึ่งไม่เป็นอุปสรรคต่อการไหลกระแสลมเข้าสู่อาคาร และการไหลกระแสลมเข้าสู่อาคาร และการไหลเวียนของกระแสลมภายในห้อง

1.5) ความสูงจากระยะช่องเปิดถึงพื้นดิน ระยะจากพื้นดินถึงพื้นอาคารสูงประมาณ 1.80 เมตร และถึงตำแหน่งพื้นที่ใช้งานเป็น 2.30 เมตร ซึ่งส่งผลดีต่อความเร็วการไหลของกระแสลมทั้งภายในและภายนอกอยู่แล้ว

1.6) ระยะห่างระหว่างอาคาร การวางรูปแบบผังบริเวณมีการวางแบบสลับสับหว่างกัน เพื่อให้อาคารทุกหลังสามารถรับลมและมองทัศนียภาพได้ดีใกล้เคียงกัน ไม่เกิดผลกระทบจากอาคารข้างเคียงทำให้การไหลของกระแสลมมีปัญหาได้

นอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยอีก 2 ปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกับลักษณะของอาคาร แต่มีผลต่อการเกิดความสบายของผู้อยู่อาศัย ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นในอากาศ ซึ่งในการออกแบบครั้งนี้จะกำหนดให้ปัจจัยทั้ง 2 แบบเป็นค่าคงที่ ในช่วงค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสำรวจ เนื่องจากในการออกแบบวิจัยครั้งนี้จะเน้นเพียงเพื่อการเพิ่มความสามารถในการระบายอากาศของ

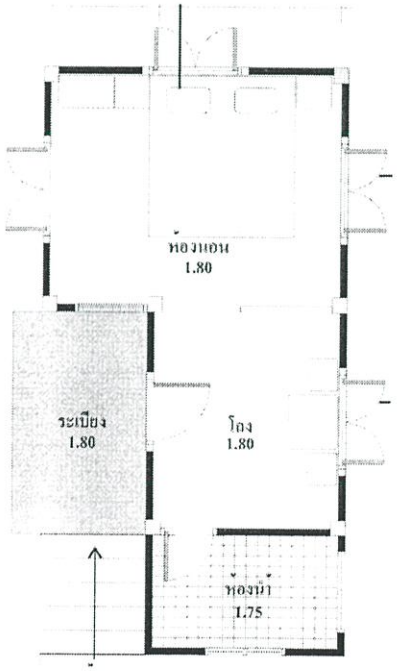
ช่องเปิดให้ดีขึ้น เพื่อให้เกิดความสบายมากเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณความเร็วลมที่ผ่านพื้นที่ใช้งานมากขึ้น สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้เพิ่มขึ้น

2) **ลักษณะอาคารที่ควรปรับปรุง**

2.1) ขนาดของช่องเปิด ช่องเปิดเดิมมีขนาด 1.10 x 1.20 เมตร โดยช่องเปิดตั้งอยู่บนผนังที่รับลมโดยตรงอยู่แล้ว ดังนั้นหากสามารถเพิ่มพื้นที่ของช่องเปิดให้มีมากขึ้น จะสามารถเพิ่มการไหลเวียนของกระแสลมภายในอาคารให้ดียิ่งขึ้น เพิ่มปริมาณกระแสลมเข้าสู่ภายในอาคารให้มากขึ้น หรืออาจทำให้กระแสลมที่เข้ามามีความเร็วลมและแรงมากขึ้น ทำให้เกิดความสบายมากกว่าเดิมและมีการระบายอากาศที่ดีขึ้น แต่ทั้งนี้เนื่องจากในการวิจัยนี้มีข้อจำกัดว่าต้องคงรูปแบบอาคารเดิมให้มากที่สุด เพราะต้องการรักษาเอกลักษณ์เดิมของอาคารไว้ ดังนั้นในการเพิ่มพื้นที่ขนาดช่องเปิด สามารถทำโดยเพิ่มพื้นที่ช่องเปิดใหม่ในส่วนบนและส่วนของช่องเปิดเดิม โดยกำหนดให้มีความกว้างเท่ากันกับช่องเปิดเดิม แต่ความสูงกำหนดให้เหมาะสมกับพื้นที่ผนังที่มีอยู่ ลักษณะพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร จุดประสงค์ของการระบายอากาศในพื้นที่ล่าง ปริมาณความเร็วลมที่เหมาะสมและความเป็นส่วนตัวเมื่อใช้งาน

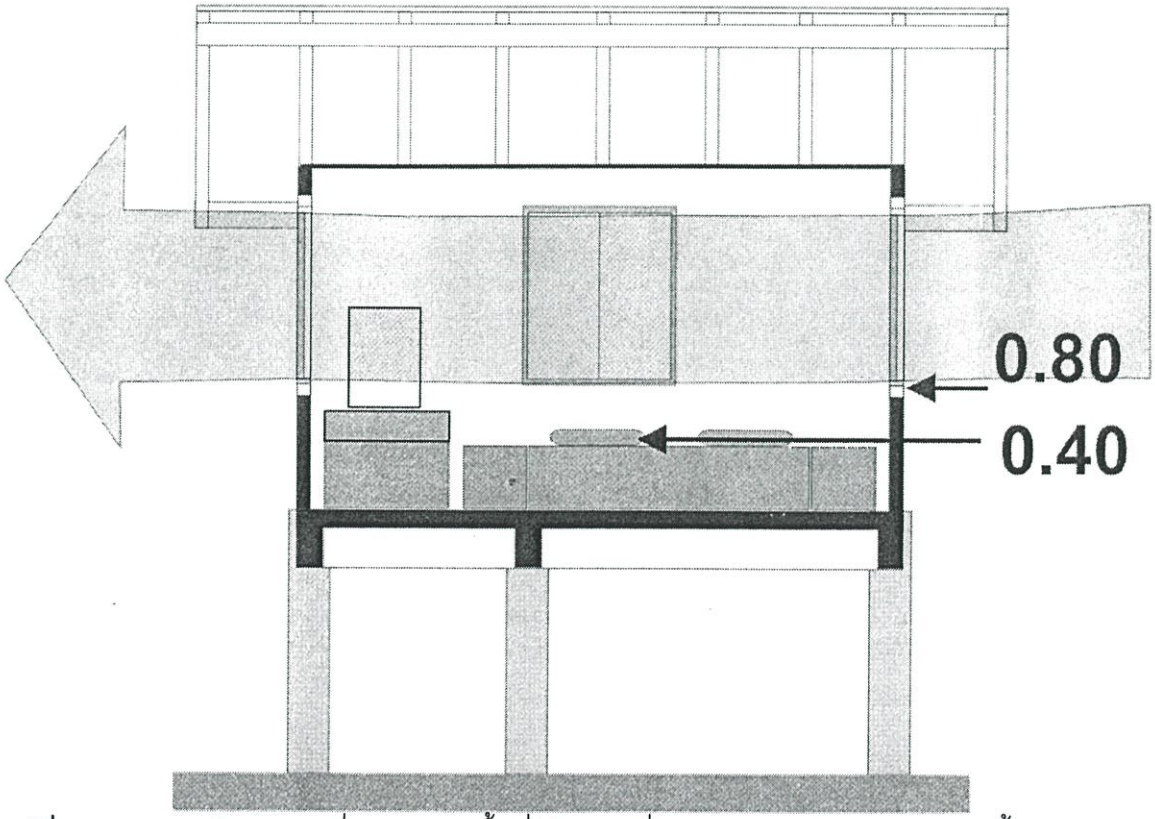
2.2) ตำแหน่งของช่องเปิด ตำแหน่งของช่องเปิดแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ประการคือ

ประการที่ 1 ตำแหน่งของช่องเปิดต้องสัมพันธ์กับบริเวณพื้นที่ใช้งาน ซึ่งเมื่อพิจารณาจากแปลนอาคารแล้วพบว่าตำแหน่งที่เปิดนั้น เป็นตำแหน่งที่กำหนดให้ลมพัดผ่านไปสู่บริเวณที่เป็นพื้นที่ใช้งานโดยตรงได้อยู่แล้ว ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องทำการปรับปรุง



รูปที่ 3.23 แสดงทิศทางลมที่ผ่าน ณ จุดพื้นที่ใช้งาน เมื่อพิจารณาตำแหน่งของช่องเปิด

ประการที่ 2 ระดับความสูงจากพื้นอาคารของตำแหน่งช่องเปิด เมื่อพิจารณาจากรูปตัดของอาคารพบว่า ตำแหน่งช่องเปิดมีความสูงจากพื้นอาคาร 0.80 เมตร แต่พื้นที่ใช้งานมีระดับการใช้งานที่ระดับความสูงจากพื้นอาคารเพียง 0.40 – 0.45 เมตร ดังนั้นแม้ว่ากระแสลมที่พัดผ่านเข้าสู่ภายในอาคารจำพัดผ่านบริเวณพื้นที่ใช้งานก็จริง แต่อาจเป็นการพัดผ่านไปในระดับสูงกว่าพื้นที่ใช้งานหลักจริงๆ จึงทำให้ไม่ก่อให้เกิดความสบายแก่ผู้ใช้สอย ดังนั้นหากสามารถเพิ่มช่องเปิดในระดับความสูง 0.40 – 0.45 เมตร และบังคับให้กระแสลมพัดผ่านไปได้โดยตรงจะสามารถเพิ่มความสบายและการระบายอากาศได้ดีขึ้นได้ แต่ทั้งนี้ต้องมีการแก้ปัญหาเรื่องมุมมองของความเป็นส่วนตัวประกอบไปได้ เนื่องจากอยู่ในระดับการใช้งานหลัก คือ การนอน ซึ่งจะมองเห็นได้โดยตรง ส่วนระดับความสูงเหนือจาก 2.00 เมตร ในอาคารเดิมไม่มีช่องเปิดใดๆ เลย หากพิจารณาจากกลุ่มตัวแปรในบทที่ 2 จะพบว่าการเปิดช่องเปิดในส่วนบนของอาคารจะมีผลส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศในบริเวณฝ้าเพดานภายในอาคาร ซึ่งมักเป็นอากาศร้อนที่มีอุณหภูมิมีมากขึ้น และทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในดีขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้แล้วหากกรณีที่มีฝนตกซึ่งจำเป็นต้องปิดหน้าต่างในส่วนที่ฝนสามารถสาดเข้าสู่ภายในอาคาร หากลมฝนไม่แรงจนเกินไปจะสามารถเปิดหน้าต่างในส่วนบนไว้ได้ ทำให้ไม่เกิดความรู้สึกอึดอัด เนื่องจากไม่เกิดการระบายในอาคารได้

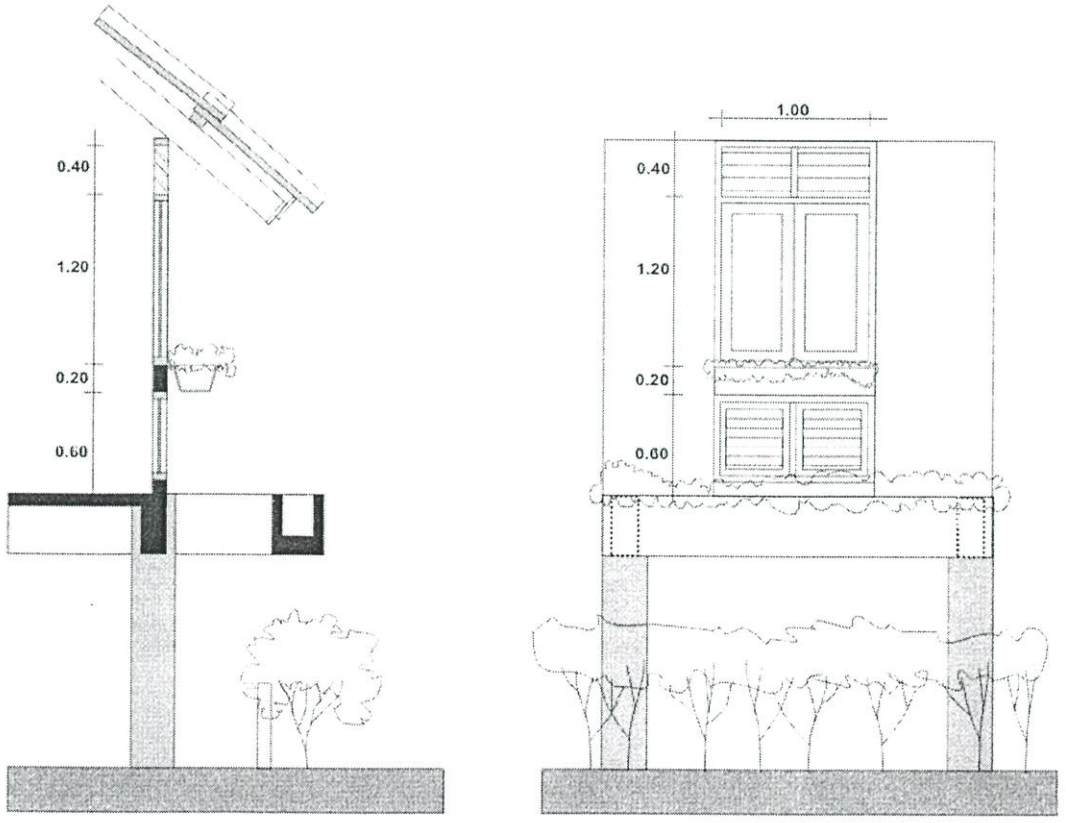


รูปที่ 3.24 แสดงทิศทางลมที่ผ่าน ณ จุดพื้นที่ใช้งาน เมื่อพิจารณาระดับความสูงจากพื้นอาคารของตำแหน่งช่องเปิด

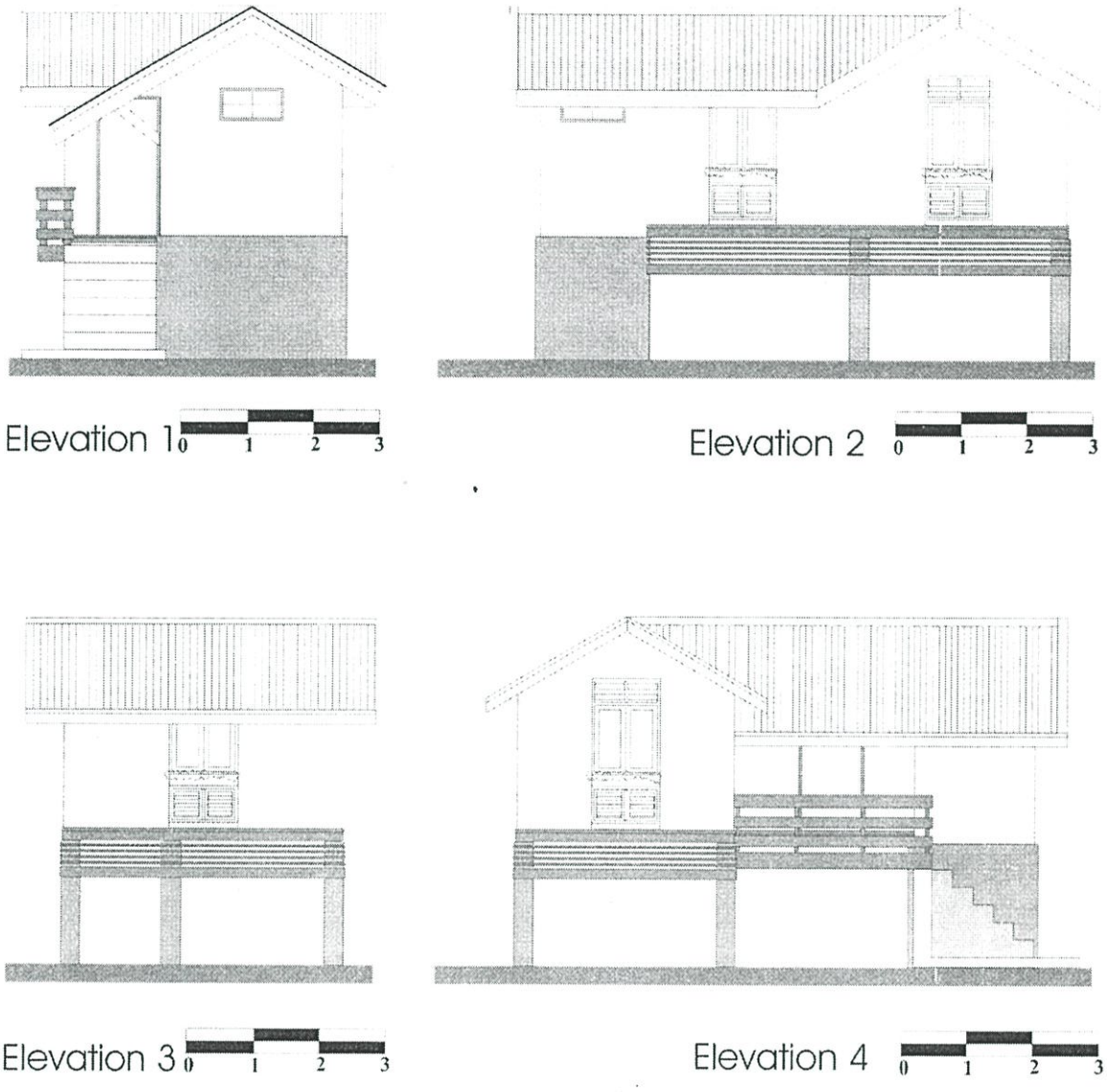
2.3) จำนวนของช่องเปิด จำนวนช่องเปิดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับพื้นที่การรับลม ดังนั้นหากสามารถเปิดจำนวนช่องเปิดมากที่สุด ก็จะทำให้ปริมาณกระแสลมเข้าสู่อาคารได้มากเช่นกัน โดยทั้งนี้หากปรับปรุงให้มีจำนวนช่องเปิดเพิ่มขึ้น (เนื่องจากต้องการปริมาณลมมากเกินไป) ต้องคำนึงถึงว่าจะทำให้รูปแบบอาคารและลักษณะใช้สอยของอาคารเปลี่ยนไปหรือไม่ โดยในกรณีนี้จึงขอใช้กรณีการเพิ่มพื้นที่โดยการเพิ่มขนาดของช่องเปิดเพื่อคงรักษาสภาพของอาคารเดิมให้มากที่สุด

2.4) ลักษณะของสิ่งประกอบช่องเปิด อาคารเดิมนั้นไม่มีการติดตั้งสิ่งประกอบช่องเปิดไว้ ซึ่งในอาคารเป็นจริงแล้วสิ่งประกอบช่องเปิดอันได้แก่ กันสาด หรือต้นไม้สามารถช่วยส่งเสริมในกรณีที่ฝนตกและลมไม่แรงมากนัก นอกจากนี้หากมีการเพิ่มช่องเปิดในส่วนล่าง ช่องเปิดเดิมคือ ระดับ 0.00-0.80 เมตร สิ่งประกอบช่องเปิดจะทำให้เกิดการบังมุมมองทำให้มีความเป็นส่วนตัวเพิ่มขึ้นได้ ในขณะเดียวกันสิ่งประกอบช่องเปิดบางครั้งอาจส่งผลเสียได้เช่นกัน เช่น อาจเกิดการบังมุมมองทำให้มีมุมมองที่จำกัดและแคบขึ้น ดังนั้นควรพิจารณาให้ครอบคลุมก่อนติดตั้งส่วนประกอบช่องเปิดใด ๆ

จากข้อมูลที่กล่าวมาแล้วสามารถสรุปแบบการปรับปรุงลักษณะช่องเปิดของอาคารได้ดังนี้ คือ



รูปที่ 3.25 แสดงลักษณะรูปแบบช่องเปิดอาคารที่ปรับปรุง



รูปที่ 3.26 แสดงรูปด้านอาคารภายหลังปรับปรุง

3.7 รูปแบบและการเตรียมหุ่นจำลอง

เมื่อสามารถออกแบบรูปแบบช่องเปิดและเตรียมแบบร่างได้แล้ว จึงทำอาคารหุ่นจำลองเพื่อใช้ทดสอบปริมาณความเร็วลม โดยกำหนดให้ทำการทดลองในอุปกรณ์ อุโมงค์ลม ซึ่งจะสามารถจำลองสภาวะต่างๆ ให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงได้มากที่สุด ในทางทฤษฎีแล้วการทำอาคารหุ่นจำลองควรทำให้มีขนาดของอาคารใกล้เคียงกับขนาดของอาคารจริงมากที่สุด และมีสภาพของอาคารในด้านต่างๆ เช่น ตำแหน่งช่องเปิด การติดตั้งมุ้งลวด ลักษณะพื้นที่ใช้สอย เหมือนอาคารจริงมากที่สุดเช่นกัน เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับผลของการทดลองจากอาคารจริงมากที่สุด

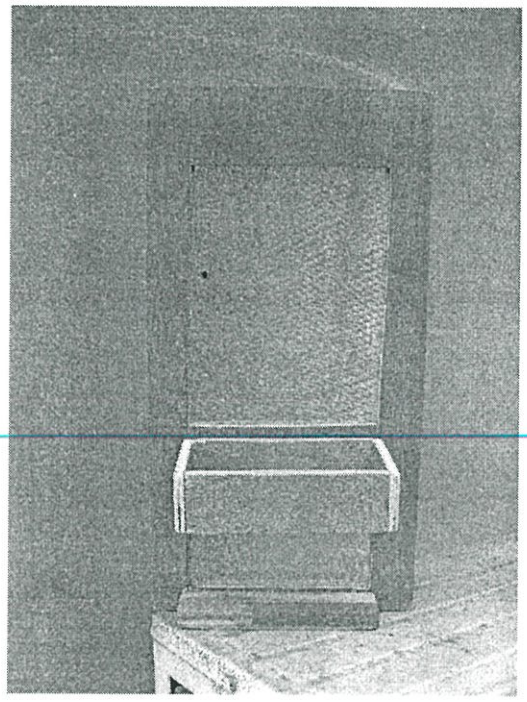
แต่เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดจากขนาดของอุโมงค์ลม ดังนั้นเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าขนาดของหุ่นจำลองต้องย่อสัดส่วนของอาคารให้เล็กลง และพบมีความเหมาะสมที่มาตรส่วน 1 : 5 ซึ่งเป็นขนาดที่ใหญ่ที่สุดที่สามารถบรรจุใส่ภายในอุโมงค์ลมได้โดยมีระยะความสูงจากพื้นอุโมงค์ลมถึงพื้นอาคารใกล้เคียงกับความเป็นจริง อีกทั้งยังเหมาะสมกับการติดตั้งและปรับย้ายเครื่องวัดได้สะดวกเช่นกัน

วัสดุที่ใช้ในการทำอาคารผนังทั้งหมด เลือกใช้เป็นไม้อัดความหนา 10 มม. ประกอบกันเพื่อให้มีความแข็งแรงและคงทนต่อการรับแรงประทะของกระแสลม และไม่มีปัญหาเรื่องการรั่วไหลของลมเข้าสู่ภายในบริเวณที่ไม่ต้องการ หลังคาเลือกใช้เป็นไม้อัดหนา 10 มม. เช่นกัน เนื่องจากต้องทนต่อแรงลมอีกทั้งต้องเปิด-ปิด เพื่อปรับรูปแบบของหน้าต่าง ดังนั้นจึงต้องให้คงทนแข็งแรง และสามารถยกเข้าออกได้โดยสะดวกเช่นกัน พื้นอาคารหุ่นจำลองใช้วัสดุเป็นไม้อัดหนา 15 มม. โดยจะทำการแบ่งพื้นที่เป็นส่วนๆ เพื่อสามารถทดสอบปริมาณความเร็วลมในแต่ละตำแหน่งได้อย่างละเอียด โดยจำทำการตีตารางแบ่งพื้นเป็นส่วนๆ และกำหนดจุดที่จะทำการวัดลมให้ใกล้เคียงกับตำแหน่งใช้งานจริงมากที่สุด นอกจากนี้แล้วการแบ่งพื้นที่ดังกล่าวยังสามารถทำการวัดการกระจายตัวของลมภายในแต่ละพื้นที่ได้โดยสะดวกอีกด้วย และเมื่อกำหนดจุดต่างๆ ที่จะวัดได้แล้วจะทำการเจาะรูที่พื้นอาคารจำลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 มม. เพื่อให้สามารถสอดหัววัดลมของอุปกรณ์ Hot Wire เข้าและออกได้โดยสะดวก

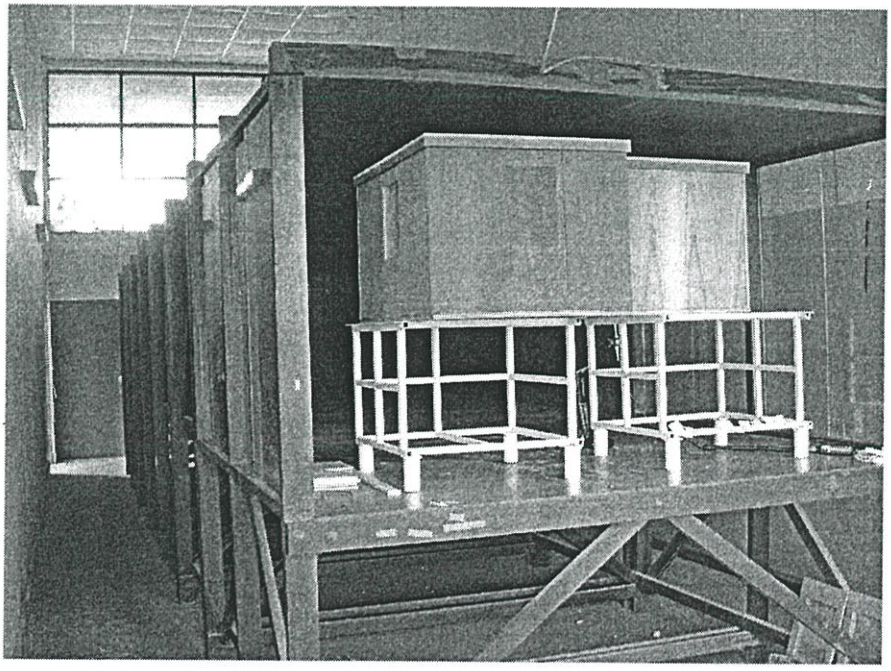
ในการทำการทดลองจะทำการวัดทีละจุดเพื่อหาค่าของปริมาณความเร็วลมที่เข้ามาภายใน และจะปิดจุดอื่นๆ ด้วยเทปกาว อีกทั้งหุ้มก้านอุปกรณ์ด้วยเทปกาวเช่นเดียวกัน เพื่อไม่ให้เกิดการเล็ดลอดไหลเข้าของกระแสลมจากพื้นได้ โดยทั้งนี้ระดับการวัดปริมาณความเร็วของกระแสลม จะมีระยะสูงจากพื้นที่ 0.40 เมตร ซึ่งก็คือระดับพื้นที่ใช้สอย คือ เตียงนอน และบริเวณนั่งเล่นนั่นเอง

ช่องเปิดของหุ่นจำลอง จัดทำเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบเดิมของอาคารและรูปแบบที่ปรับปรุงแล้ว โดยทั้ง 2 รูปแบบทำการติดตั้งมุ้งลวดกันแมลงภายใน เพื่อให้มีสภาพใกล้เคียงกับ

การใช้งานจริงมากที่สุด โดยที่ช่องเปิดทุกๆ ช่องเปิดสามารถปรับเปลี่ยนใส่ช่องเปิดสลับกันเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ ช่องเปิดแบบเดิม ช่องเปิดแบบใหม่และปิด โดยเมื่อติดตั้งช่องเปิดแต่ละรูปแบบแล้วจะทำการปิดรอยต่อของผนังและช่องเปิดด้วยเทปผ้าแบบกาว เพื่อไม่ให้เกิดการรั่วไหลเข้าของกระแสลมเข้าไปภายในได้



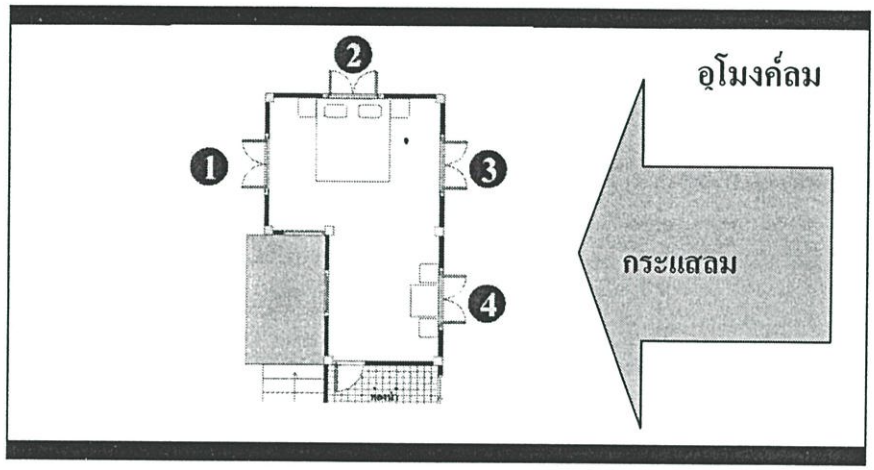
รูปที่ 3.27 แสดงรูปแบบช่องเปิดเก่าและใหม่



รูปที่ 3.28 แสดงรูปแบบหุ่นจำลองภายในอุโมงค์ลม

การกำหนดรูปแบบการทดลอง

เนื่องจากใช้งานเพื่อพักอาศัยภายในอาคารตากอากาศนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นเวลากลางคืน คือ ประมาณ 20.00 – 7.00 น. ของวันรุ่งขึ้น ดังนั้นในการใช้งานจริงจะมีการเปิดช่องเปิดเฉพาะหน้าต่างและปิดประตู เนื่องจากต้องการความปลอดภัยในการพักอาศัย เพราะเป็นช่วงเวลานอนพักผ่อนตอนกลางวัน ดังนั้นช่องเปิดที่จะนำมาพิจารณาจะเป็นเฉพาะช่องหน้าต่างเท่านั้น ซึ่งมีจำนวน 4 จุดด้วยกัน โดยจะทำการกำหนดการเปิด-ปิดของหน้าต่างสลับกันไป ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 15 กรณี

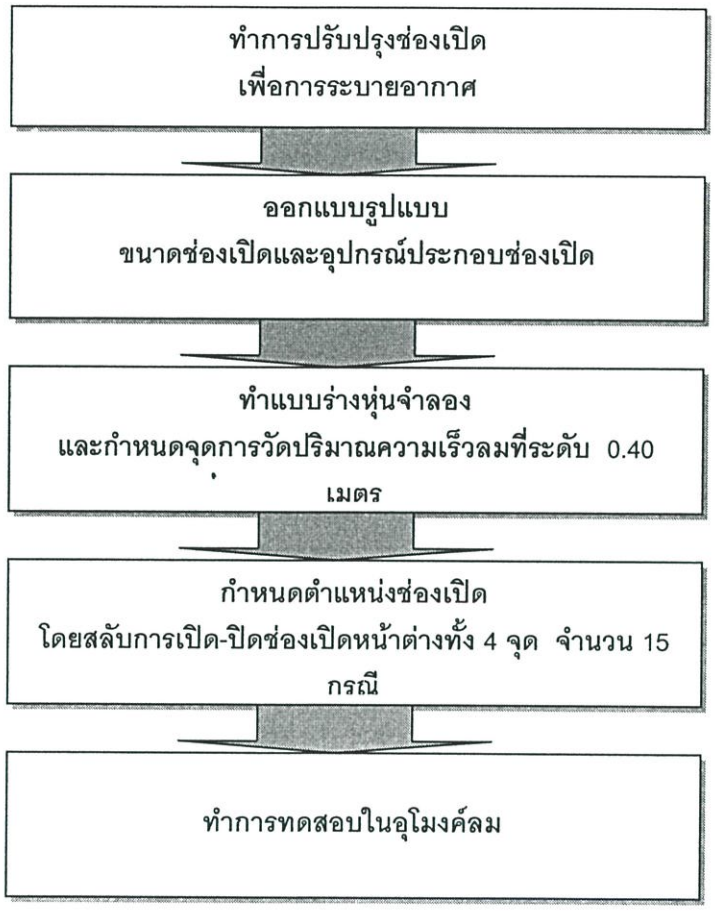


รูปที่ 3.29 แสดงรูปแบบตำแหน่งช่องหน้าต่างทั้ง 4 จุด ในหุ่นจำลอง ภายในอุโมงค์ลม

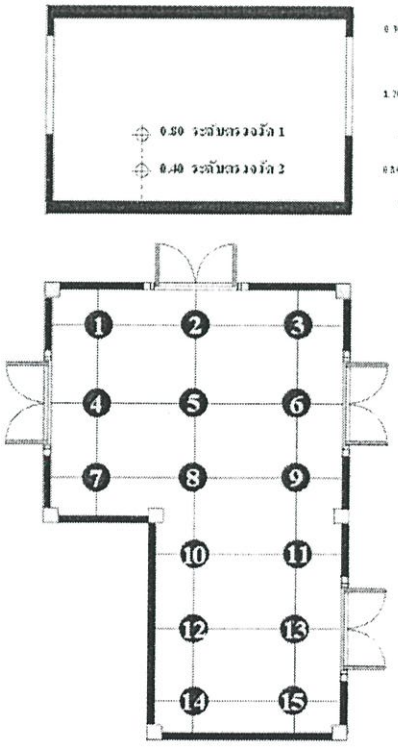
ตารางที่ 3.3 แสดงการเปิดตำแหน่งช่องเปิดทั้ง 4 จุด ในหุ่นจำลอง ภายในอุโมงค์ลม

	ตำแหน่งช่องเปิด			
	1	2	3	4
การเปลี่ยนหนึ่งช่อง 4 กรณี	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด
	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด
	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด
	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด
การเปลี่ยนสองช่อง 6 กรณี	เปิด	เปิด	ปิด	ปิด
	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด
	ปิด	ปิด	เปิด	เปิด
	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
	เปิด	ปิด	ปิด	เปิด
	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด
การเปลี่ยนสามช่อง 4 กรณี	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด
	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด
	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด
	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด
การเปลี่ยนสี่ช่อง 1 กรณี	เปิด	เปิด	เปิด	เปิด

ในขั้นตอนการออกแบบการทดลองนี้ สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการได้ดังนี้คือ



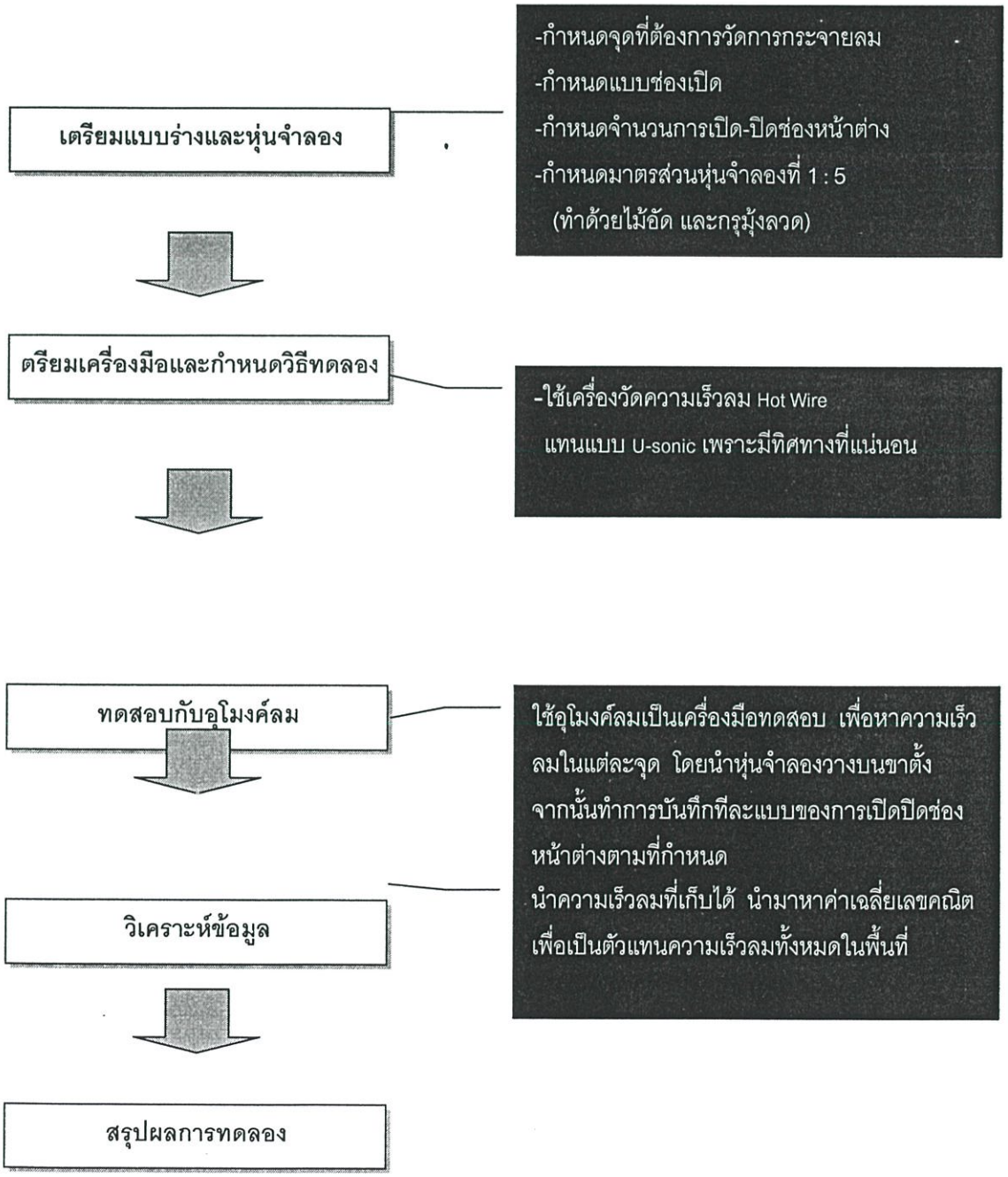
รูปที่ 3.30 แสดงขั้นตอนการออกแบบการทดลอง



รูปที่ 3.31 แสดงจุดการวัดทั้ง 15 กรณี

บทที่ 4
การดำเนินการวิจัยอาคารจำลอง

เมื่อเตรียมอาคารหุ่นจำลองและแนววิธีการทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดลอง โดยมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมแบบร่าง การเตรียมเครื่องมือและกำหนดวิธีการทดลอง การทดสอบกับอุโมงค์ลม การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการทดลอง ดังต่อไปนี้



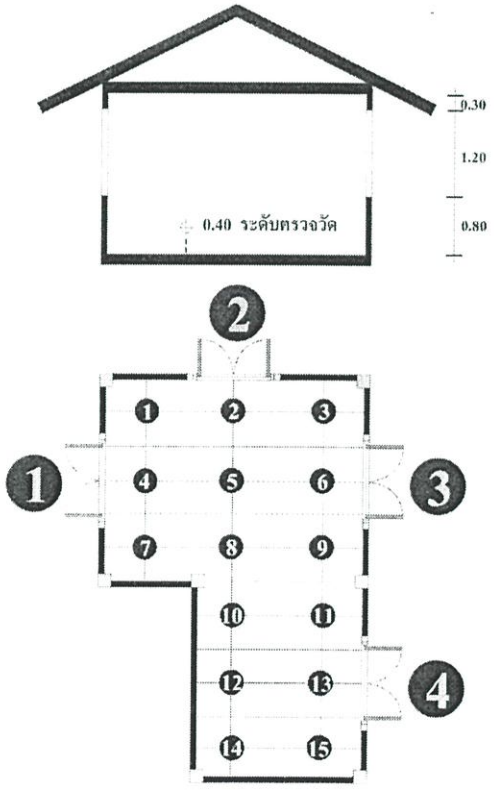
รูปที่ 4.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการทดลอง

4.1 การศึกษาจากแบบอาคารจริง

เมื่อเตรียมหุ่นจำลองและทำการติดตั้งในอุโมงค์ลมเสร็จเรียบร้อยแล้ว กำหนดตำแหน่งที่จะวัดความเร็วลมในแต่ละพื้นที่ของหุ่นจำลอง ตามรูปแบบวิธีทำการทดลองที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 แล้วทำการทดลอง โดยแบ่งเป็นการทดลอง 2 รูปแบบ **"การทดลองการกระจายตัวของลมภายในอาคาร และ การทดลองปริมาณความเร็วลมภายในอาคารบริเวณที่นอนและที่นั่งเล่น"** ดังนี้คือ

4.1.1 การทดลองการกระจายตัวของลมภายในอาคาร

การทดลองกำหนดให้ค่าความเร็วลมในอุโมงค์ลมเข้าสู่ภายในอาคารมีค่าคงที่ 1.5 เมตร/วินาที ลักษณะช่องเปิดเป็นแบบอาคารเดิม เปิดทั้ง 4 ตำแหน่ง และใช้อุปกรณ์วัดความเร็วลมแบบ Hot Wire



รูปที่ 4.2 แสดงรูปแบบการวัดการกระจายของลมภายในหุ่นจำลองทั้ง 15 จุด

4.1.2 การทดลองปริมาณความเร็วลมภายในอาคารบริเวณที่นอนและที่นั่งเล่น

การทดลองกำหนดให้ค่าความเร็วลมในอุโมงค์ลมเข้าสู่ภายในอาคารมีค่าคงที่ 1.5 เมตร/วินาที โดยมีลักษณะช่องเปิด 2 รูปแบบคือ รูปแบบเดิมและรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ ลักษณะการเปิดปิดมี 15 กรณี และใช้อุปกรณ์ในการวัดแบบ Hot Wire

นอกจากนี้แล้วยังจะทำการทดลองเพิ่มเติม โดยใช้อุปกรณ์โต๊ะน้ำ ในรูปแบบการเปิดปิด 15 กรณีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อดูลักษณะการกระจายตัวของลมภายในอาคารประกอบกัน

4.2 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการศึกษาเพื่อปรับปรุงอาคารให้พื้นที่ใช้งานอยู่ในสภาวะน่าสบายนั้น ได้กำหนดให้มีตัวแปรหลัก คือ ความเร็วลมซึ่งมีค่าประมาณ 0.25 – 1.00 เมตร / วินาที จากนั้นได้ทำอาคารจำลองตามสภาพของอาคารจริง และทำการทดลองในอุโมงค์ลม เพื่อหาข้อมูลประกอบการปรับปรุงอาคารดังนี้

4.2.1 ผลการทดลองการกระจายตัวของลมภายในอาคาร

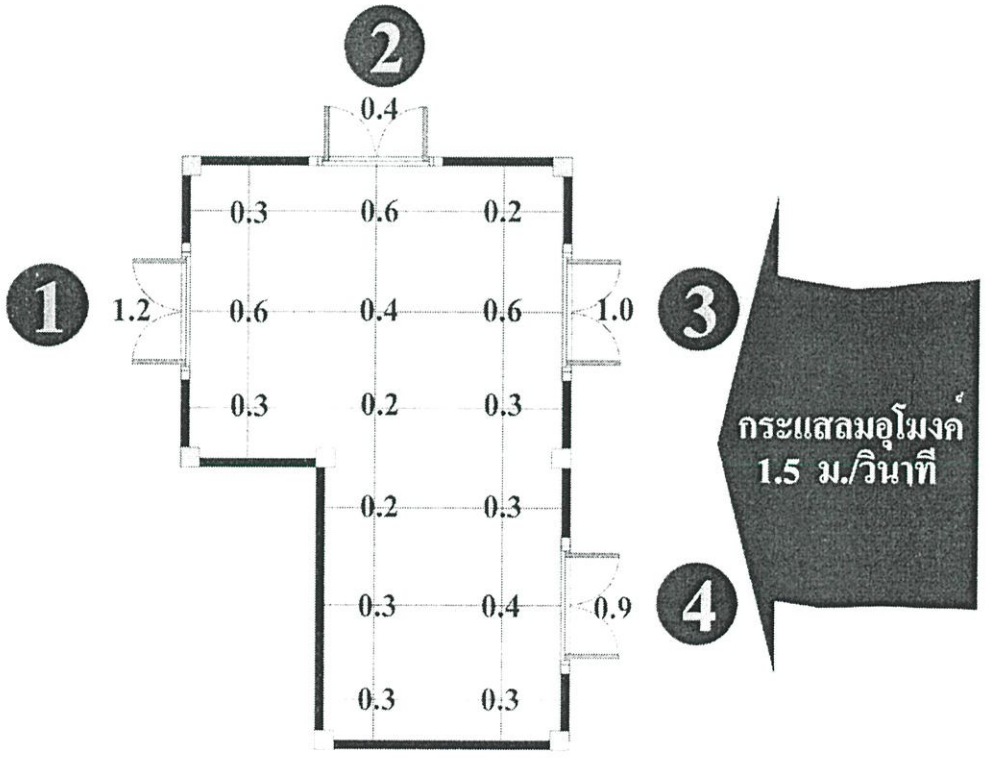
โดยใช้อุปกรณ์วัดความเร็วลมแบบ Hot Wire พบว่าความเร็วลมภายในอุโมงค์ลมที่พัดคือ 1.5 เมตร/วินาที แต่เมื่อวัดในตำแหน่งของลมพัดเข้า คือจุดที่ 3 มีความเร็วลมเท้ากับ 1.0 เมตร/วินาที ตำแหน่งที่พัดเข้าอีกตำแหน่งคือ จุดที่ 4 มีความเร็วลมลดลงคือ 0.9 เมตร/วินาที ส่วนตำแหน่งที่ลมพัดออกด้านข้าง คือ จุดที่ 2 มีความเร็วลม 0.4 เมตร/วินาที ส่วนความเร็วลมในจุดที่ 1 ซึ่งเป็นจุดที่ออกของลมพบว่ามีค่าความเร็วลมประมาณ 1.2 เมตร/วินาที

ลักษณะที่สำคัญจากการทดลองการกระจายตัวของลมพบว่า บริเวณใกล้ตำแหน่งช่องเปิด 1 , 2 และ 3 ความเร็วลมมีความเร็วสูงที่สุด คือ 0.6 เมตร/วินาที (40 % ของลมพัดเข้า) ทั้งทางด้านลมเข้าและลมออก ยกเว้นบริเวณใกล้ทางลมเข้า ที่จุด 4 มีความเร็วลมจะต่ำกว่าอีก 3 จุด คือ เพียง 0.4 เมตร/วินาที (27 % ของลมพัดเข้า) เท่ากันกับความเร็วลมภายในอาคารบริเวณตำแหน่งในจุดที่ 5(15 จุดภายในอาคาร) ซึ่งเป็นตำแหน่งเตียงนอนและเป็นจุดผ่านโดยตรงของลมจากด้านช่องเปิดทางลมเข้าที่จุด 3 และช่องเปิดทางลมออกที่จุด 1 หรือกล่าวได้ว่าเป็นการไหลของลมแบบ Cross Ventiration

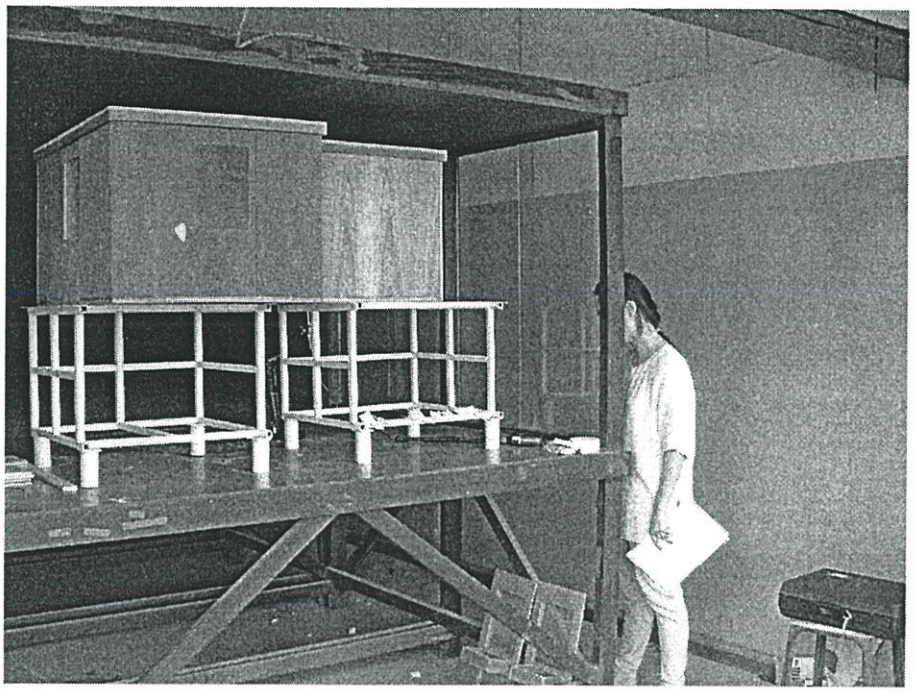
บริเวณที่เหลือจะมีค่าประมาณ 0.2-0.3 เมตร/วินาที สลับกันไป ซึ่งสามารถหาค่าความเร็วลมภายในเฉลี่ยทั้งหมดได้เป็น 0.35 เมตร/วินาที (23 % ของลมพัดเข้า)

ตารางที่ 4.1 แสดงการกระจายตัวของลมและเปอร์เซ็นต์ของลม

ตำแหน่ง	ความเร็วลม(ม./วินาที)	%ลมภายใน-นอก
1	0.3	20
2	0.6	40
3	0.2	13
4	0.6	40
5	0.4	27
6	0.6	40
7	0.3	20
8	0.2	13
9	0.3	20
10	0.2	13
11	0.3	20
12	0.3	20
13	0.4	27
14	0.3	20
15	0.3	20



รูปที่ 4.3 แสดงผลการวัดการกระจายของลมภายในหุ่นจำลองทั้ง 15 จุด



รูปที่ 4.4 แสดงหุ่นจำลอง 1 : 5 ที่ใช้ทำการวัดการกระจายของลม

4.2.2 ผลการทดลองการวัดความเร็วลม ณ ตำแหน่งใช้สอบหลัก

การทดลองแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ "**รูปแบบช่องเปิดอาคารแบบเดิม และ รูปแบบช่องเปิดอาคารแบบปรับปรุง**" ดังนี้

1) ผลการทดลองรูปแบบช่องเปิดอาคารแบบเดิม

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วลมที่ทำให้เกิดความรู้สึกสบายโดยไม่รู้สึกตัว และมีการระบายอากาศที่ดีคือ 0.25–1.00 เมตร/วินาที นั้น จะมีเพียง 8 กรณีใน 15 กรณีการเปิดเท่านั้นที่อยู่ในเกณฑ์ โดยผ่านเกณฑ์ทั้ง 2 จุด ประกอบด้วย 6 กรณี และจุดเดียว 2 กรณี

-การเปิดช่องเปิดเพียง 1 ช่อง และปิด 3 ช่อง ทั้งหมด 4 กรณี

ไม่มีรูปแบบใดผ่านเกณฑ์ความสบาย (ตารางที่ 4.2)

-การเปิดช่องเปิดเพียง 2 ช่อง และปิด 2 ช่อง ทั้งหมด 6 กรณี

มีรูปแบบที่ผ่านเกณฑ์ 3 กรณี โดยผ่าน 1 จุด 2 กรณีและผ่าน 2 จุด 1 กรณี คือ

*เปิดช่องเปิด 1 และ 3 ความเร็วลมที่บริเวณนอน 0.4 เมตร/วินาที แต่บริเวณที่นั่งเล่นความเร็วลมต่ำกว่าเกณฑ์(ผ่านเกณฑ์ 1 จุด) ซึ่งการเปิดแบบนี้ถือว่าลมที่ผ่านเป็นแบบ Cross Ventilation

*เปิดช่องเปิด 1 และ 4 ความเร็วลมที่บริเวณนอน 0.3 เมตร/วินาที และบริเวณที่นั่งเล่นความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที ซึ่งการมีลมผ่านบริเวณเตียงนอน ทั้งที่ไม่อยู่ในพื้นที่พัดผ่านหลักของลม เกิดกรณีลมหวนภายใน

*เปิดช่องเปิด 2 และ 4 ความเร็วลมที่บริเวณนอนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่บริเวณที่นั่งเล่นความเร็วลม 0.4 เมตร/วินาที(ผ่านเกณฑ์ 1 จุด) ซึ่งมีผลจากตำแหน่งใช้งานอยู่ใกล้บริเวณที่ลมพัดเข้า (ตารางที่ 4.3)

-การเปิดช่องเปิดเพียง 3 ช่อง และปิด 1 ช่อง ทั้งหมด 4 กรณี

*เปิดช่องเปิด 1, 2, 3 ความเร็วลมที่บริเวณนอน 0.3 เมตร/วินาที แต่บริเวณที่นั่งเล่นมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์(ผ่านเกณฑ์ 1 จุด) เนื่องจากบริเวณที่นั่งเล่นไม่อยู่ในทิศทางลมพัดเข้า

*เปิดช่องเปิด 2, 3, 4 ความเร็วลมที่บริเวณนอนมีค่า 0.4 เมตร/วินาที และบริเวณที่นั่งเล่นความเร็วลม 0.3 เมตร/วินาที(ผ่านเกณฑ์ 2 จุด)

*เปิดช่องเปิด 1, 3, 4 ความเร็วลมที่บริเวณนอนและที่นั่งเล่นมีค่า 0.3 เมตร/วินาทีเท่ากัน(ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) ตามทฤษฎีแล้วความเร็วลมที่เตียงนอนควรจะมีค่ามากกว่า เนื่องจากเป็นลักษณะการไหลผ่านของลมแบบ Cross Ventilation แต่อาจมีลมหวนจากการไหลเข้าของลมของช่องเปิด 4 ทำให้ความเร็วลมบริเวณที่นอนลดลง

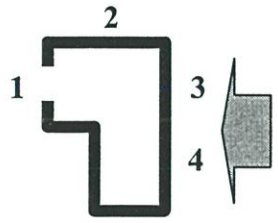
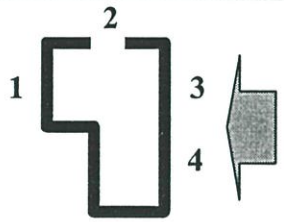
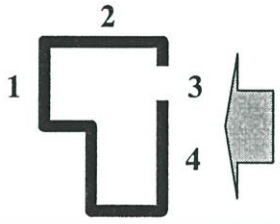
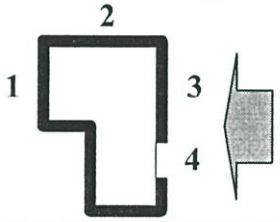
*เปิดช่องเปิด 1, 2, 4 ความเร็วลมที่บริเวณนอนมีค่า 0.3 เมตร/วินาที แต่บริเวณที่นั่งเล่นความเร็วลม 0.4 เมตร/วินาที(ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) เนื่องจากช่องเปิดทางลมเข้าบริเวณที่นอนถูกปิด ดังนั้นลมเข้าสู่อาคารจะมาจากช่องเปิด 4 เท่านั้น และลมที่พัดผ่านบริเวณเตียงนอนเป็นลมหวนภายในจากช่องเปิด 4 (ตารางที่ 4.4)

-การเปิดช่องเปิด 4 ช่อง ทั้งหมด 1 กรณี

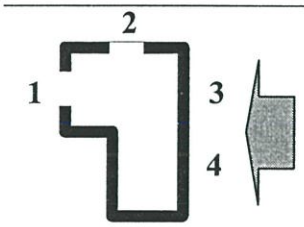
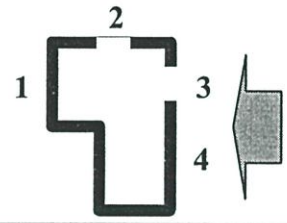
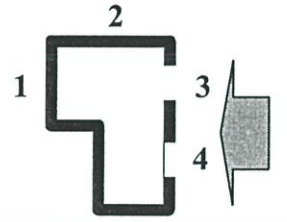
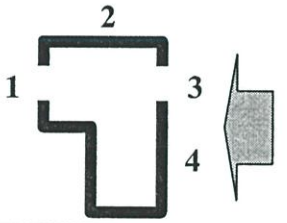
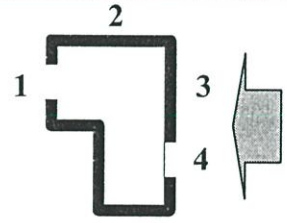
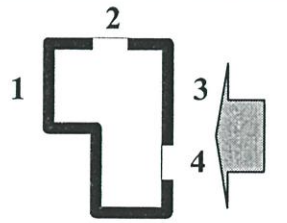
กรณีนี้มีค่าผ่านเกณฑ์ความเร็วลมที่บริเวณเตียงนอน มีค่า 0.4 เมตร/วินาที และบริเวณที่นั่งเล่น 0.5 เมตร/วินาที(ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) ซึ่งความเร็วลมในบริเวณที่นอนต่ำกว่า อาจเนื่องมาจากลมหวนจากบริเวณนั่งเล่น ส่งผลให้ความเร็วลมบริเวณนอนลดลง

เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว พบว่าความเร็วลมในแต่ละพื้นที่ในแต่ละกรณีที่ผ่านเกณฑ์มีค่าคงที่ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยที่บริเวณนอน 0.26 เมตร/วินาที บริเวณที่นั่งเล่นเท่ากับ 0.25 เมตร/วินาที โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาเป็นรูปแบบเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของลมภายในต่อลมภายนอก พบว่าค่าความเร็วลมที่พัดผ่านสูงสุดเพียง 27 % (0.4 เมตร/วินาที ที่บริเวณเตียงนอน) ของลมที่พัดเข้าสู่ภายในอาคาร(ค่าความเร็วลม 1.5 เมตร/วินาที) อีกทั้งรูปแบบการเปิดช่อเปิดและการไหลของลมเป็นรูปแบบ Cross Ventilation ซึ่งเป็นการพัดของลมที่ทำให้เกิดความเร็วลมที่สูงสุดแล้วยังมีผลความเร็วลมต่ำอยู่ดี (ตารางที่ 4.5)

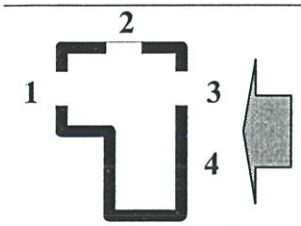
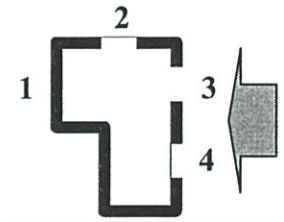
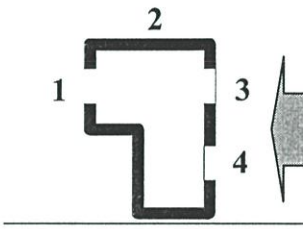
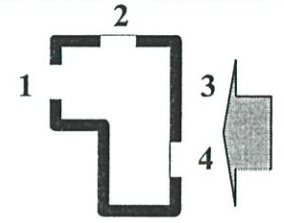
ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 1 ช่อง (รูปแบบปัจจุบัน)

รูปแบบการเปิด ช่องหน้าต่าง	ช่องเปิด				ปริมาณลม ม./วินาที		% ลมภายใน-นอก	
	1	2	3	4	ที่นอน	ที่นั่งเล่น	ที่นอน	ที่นั่งเล่น
	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	0.1	0.1	7	7
	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	0.2	0.1	13	7
	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	0.1	0.1	7	7
	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	0.1	0.1	7	7

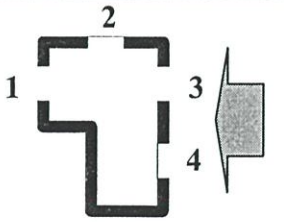
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 2 ช่อง (รูปแบบปัจจุบัน)

รูปแบบการเปิด ช่องหน้าต่าง	ช่องเปิด				ปริมาณลม ม./วินาที		% ลมภายใน-นอก	
	1	2	3	4	ที่นอน	ที่นั่งเล่น	ที่นอน	ที่นั่งเล่น
	เปิด	เปิด	ปิด	ปิด	0.2	0.1	13	7
	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด	0.2	0.2	13	13
	ปิด	ปิด	เปิด	เปิด	0.2	0.2	13	13
	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	0.4	0.2	27	13
	เปิด	ปิด	ปิด	เปิด	0.3	0.5	20	33
	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	0.2	0.4	13	27

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 3 ช่อง (รูปแบบปัจจุบัน)

รูปแบบการเปิด ช่องหน้าต่าง	ช่องเปิด				ปริมาณลม ม./วินาที		% ลมภายใน-นอก	
	1	2	3	4	ที่นอน	ที่นั่งเล่น	ที่นอน	ที่นั่งเล่น
	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	0.3	0.2	20	13
	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	0.4	0.3	27	20
	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	0.3	0.3	27	20
	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	0.4	0.4	20	27

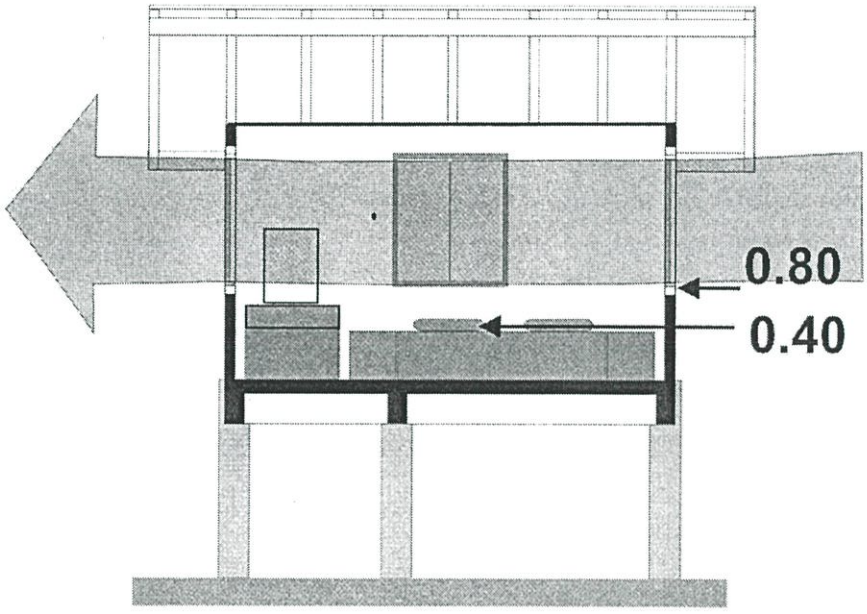
ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 2 ช่อง (รูปแบบปัจจุบัน)

รูปแบบการเปิด ช่องหน้าต่าง	ช่องเปิด				ปริมาณลม ม./วินาที		% ลมภายใน-นอก	
	1	2	3	4	ที่นอน	ที่นั่งเล่น	ที่นอน	ที่นั่งเล่น
	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	0.4	0.5	27	33

หมายเหตุ -ความเร็วลมภายในอุโมงค์ลมที่ตำแหน่งช่องเปิดลมพัดเข้าสู่ภายในอาคารจำลองมีค่า 1.5 เมตร/วินาที

-เปอร์เซนต์ของลมภายใน-ภายนอก คือ ค่าร้อยละของความเร็วลมภายในต่อความเร็วลมภายในอุโมค์ลม 1.5 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นค่าคงที่

ซึ่งเมื่อพิจารณาอย่างละเอียดพบว่า การที่ลมพัดผ่านบริเวณใช้งานต่ำมีผลมาจากความไม่สัมพันธ์กันของระดับความสูงของช่องเปิดลมเข้าและออกที่มีความสูงอยู่ที่ระดับ 0.80 เมตร จากพื้นห้อง แต่บริเวณพื้นที่ใช้งานมีความสูงที่ระดับ 0.40 เมตร จากพื้นห้อง ซึ่งส่งผลทำให้ลมที่พัดเข้าสู่ภายในอาคารไม่สามารถพัด หรือมีปริมาณน้อยที่จะพัดผ่านบริเวณนอนและนั่งเล่นได้โดยตรงและอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 4.5 แสดงรูปตัดกระแสลมที่ไม่สามารถพัดผ่านในบริเวณจุดใช้งาน 0.40 เมตร

2) ผลการทดลองรูปแบบช่องเปิดอาคารแบบปรับปรุง

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเปรียบเทียบความเร็วลมที่ทำให้รู้สึกสบายโดยไม่รู้สึกถูกรบกวน และมีการระบายอากาศที่ดีคือ 0.25 – 1.00 เมตร/วินาที นั้น จะมี 10 กรณีการเปิดที่อยู่ในเกณฑ์ โดยผ่านเกณฑ์ทั้ง 2 จุดจำนวน 8 กรณี และจุดเดียว 2 กรณี อันได้แก่

-การเปิดช่องเปิดเพียง 1 ช่อง และปิด 3 ช่อง ทั้งหมด 4 กรณี

ไม่มีรูปแบบใดผ่านเกณฑ์ความสบาย

- การเปิดช่องเปิด 2 ช่อง ปิด 2 ช่อง ทั้งหมด 6 กรณี

มีรูปแบบที่ผ่านเกณฑ์ 5 กรณี โดยผ่านเกณฑ์ 1 จุด 1 กรณี และผ่านเกณฑ์ 2 จุด 4 กรณี คือ

* เปิดช่องเปิด 2 และ 3 ความเร็วลมบริเวณเตียงนอนมีค่า 0.50 เมตร/วินาที แต่บริเวณที่นั่งเล่นมีค่าความเร็วลมต่ำกว่ามาตรฐาน (ผ่านเกณฑ์ 1 จุด) แต่ในการใช้งานจริงจะทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพได้ เนื่องจากลมจะพัดผ่านบริเวณศีรษะที่นอน

* เปิดช่องเปิด 2 และ 4 ความเร็วลมบริเวณเตียงนอนและที่นั่งเล่นมีค่าเท่ากัน คือ 0.30 เมตร/วินาที (ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) ในกรณีนี้ตามทฤษฎีแล้วลมไม่ควรไหลเข้าสู่ภายใน เนื่องจากไม่มีตำแหน่งลมไหลออก แต่อาจเนื่องจากการปิดช่องเปิดอื่น ๆ อาจเกิดการเล็ดลอดของลมออกได้ ทำให้มีการไหลของลมเข้าได้เช่นกันร่วมกับลมหวน

* เปิดช่องเปิด 1 และ 3 ความเร็วลมบริเวณเตียงนอนมีค่า 0.90 เมตร/วินาที บริเวณนั่งเล่น 0.30 เมตร/วินาที (ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) การเปิดแบบนี้ทำให้เกิดการพัดของลมแบบ CROSS VENTILATION ส่วนบริเวณนั่งเล่นอาจเกิดจากลมหวน 1/3

* เปิดช่องเปิด 1 และ 4 ความเร็วลมบริเวณเตียงนอนมีค่า 0.40 เมตร/วินาที บริเวณนั่งเล่น 0.80 เมตร/วินาที (ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) บริเวณนั่งเล่นเป็นช่องทางลมเข้าหลัก ส่วนบริเวณที่นอนลมอาจเกิดจากลมหวน

*เปิดช่องเปิด 2 และ 4 ความเร็วลมบริเวณเตียงนอนมีค่า 0.50 เมตร/วินาที บริเวณนั่งเล่น 0.80 เมตร/วินาที (ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) เช่นเดียวกับการเปิด 2 และ 3 คือ การพัดของลมเช่นนี้อาจทำให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพได้

- การเปิดช่องเปิด 3 ช่อง ปิด 1 ช่อง ทั้งหมด 4 กรณี

มีรูปแบบที่ผ่านเกณฑ์ 1 จุด 1 กรณีและผ่านเกณฑ์ 2 จุด 3 กรณี คือ

*เปิดช่องเปิด 1,2,3 ความเร็วลมที่บริเวณเตียงนอนมีค่า 0.80 เมตร/วินาที แต่บริเวณนั่งเล่นมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ (ผ่านเกณฑ์ 1 จุด) เนื่องจากบริเวณนั่งเล่นไม่อยู่ในทิศทางลมเข้า

* เปิดช่องเปิด 2,3,4 ความเร็วลมบริเวณเตียงนอนมีค่า 0.50 เมตร/วินาที และบริเวณนั่งเล่นมีค่า 0.60 เมตร/วินาที (ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) แต่อาจมีผลต่อสุขภาพเนื่องจากลมพัดผ่านศีรษะเวลานอน

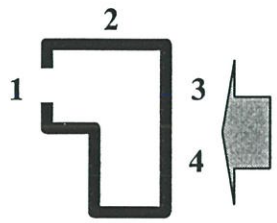
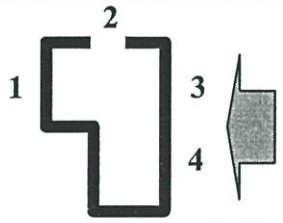
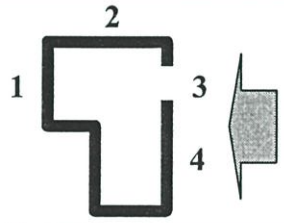
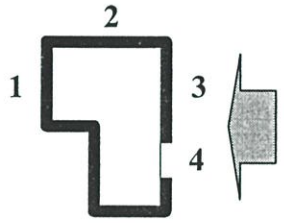
*เปิดช่องเปิด 1,3,4 ความเร็วลมบริเวณเตียงนอนมีค่า 0.80 เมตร/วินาที และบริเวณนั่งมีค่า 0.70 เมตร/วินาที (ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) ลมพัดผ่านบริเวณเป็นการพัดแบบ CROSS VENTILATION

*เปิดช่องเปิด 1,2,4 ความเร็วลมบริเวณเตียงนอนมีค่า 0.60 เมตร/วินาที และบริเวณนั่งเล่นมีค่า 1.00 เมตร/วินาที (ผ่านเกณฑ์ 2 จุด) บริเวณนั่งเล่นเป็นทิศทางลมเข้าความเร็วลมจึงมีค่าสูง

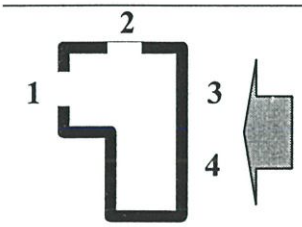
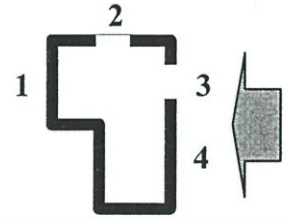
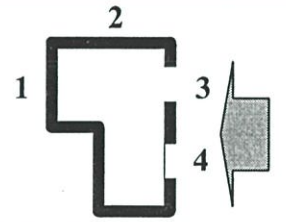
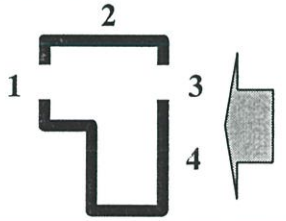
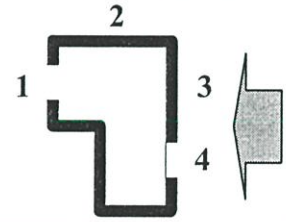
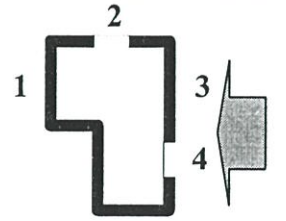
- การเปิดช่องเปิด 4 ช่อง ทั้งหมด 1 กรณี

ผ่านเกณฑ์ ความเร็วลมบริเวณเตียงนอนและนั่งเล่นมีค่าเท่ากันคือ 0.80 เมตร/วินาที (ผ่านเกณฑ์ 2 จุด)

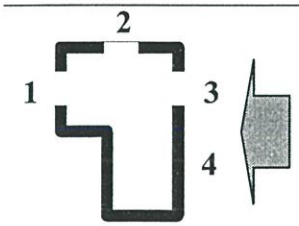
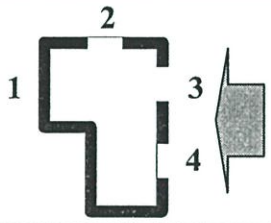
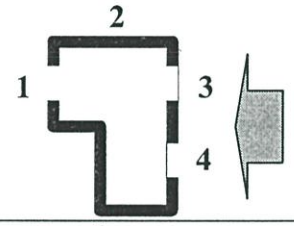
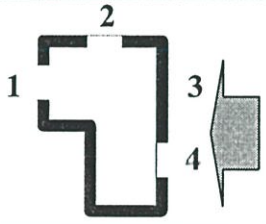
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 1 ช่อง (รูปแบบใหม่)

รูปแบบการเปิด ช่องหน้าต่าง	ช่องเปิด				ปริมาณลม ม./วินาที		% ลมภายใน-นอก	
	1	2	3	4	ที่นอน	ที่นั่งเล่น	ที่นอน	ที่นั่งเล่น
	เปิด	ปิด	ปิด	ปิด	0.2	0.1	13	7
	ปิด	เปิด	ปิด	ปิด	0.2	0.2	13	13
	ปิด	ปิด	เปิด	ปิด	0.2	0.1	13	7
	ปิด	ปิด	ปิด	เปิด	0.1	0.2	7	13

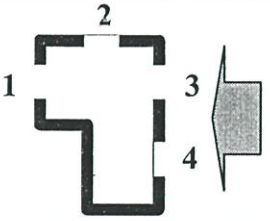
ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 2 ช่อง (รูปแบบใหม่)

รูปแบบการเปิด ช่องหน้าต่าง	ช่องเปิด				ปริมาณลม ม./วินาที		% ลมภายใน-นอก	
	1	2	3	4	ที่นอน	ที่นั่งเล่น	ที่นอน	ที่นั่งเล่น
	เปิด	เปิด	ปิด	ปิด	0.2	0.2	13	13
	ปิด	เปิด	เปิด	ปิด	0.5	0.1	33	7
	ปิด	ปิด	เปิด	เปิด	0.3	0.3	20	20
	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	0.9	0.3	60	20
	เปิด	ปิด	ปิด	เปิด	0.4	0.8	27	53
	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	0.5	0.8	33	53

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 3 ช่อง (รูปแบบใหม่)

รูปแบบการเปิด ช่องหน้าต่าง	ช่องเปิด				ปริมาณลม ม./วินาที		% ลมภายใน-นอก	
	1	2	3	4	ที่นอน	ที่นั่งเล่น	ที่นอน	ที่นั่งเล่น
	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	0.8	0.2	53	13
	ปิด	เปิด	เปิด	เปิด	0.5	0.6	33	40
	เปิด	ปิด	เปิด	เปิด	0.7	0.8	53	47
	เปิด	เปิด	ปิด	เปิด	0.6	1.0	40	67

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณลมที่จุดวัด 2 จุด กับรูปแบบการเปิด 2 ช่อง (รูปแบบใหม่)

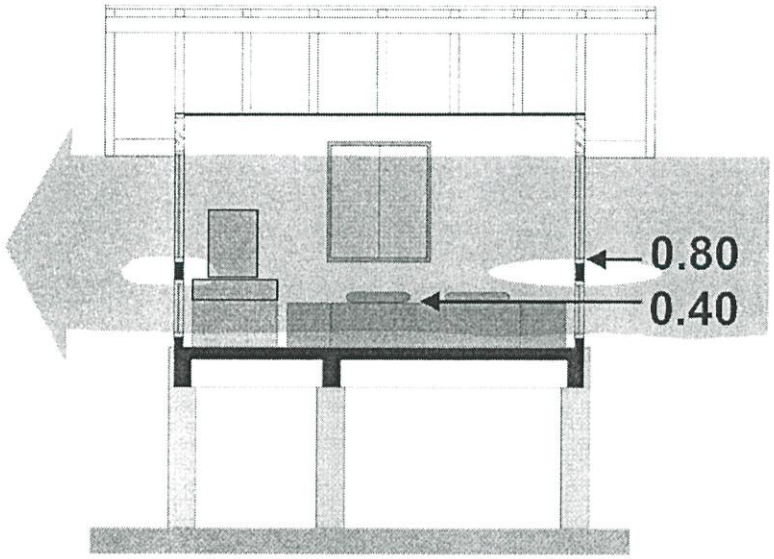
รูปแบบการเปิด ช่องหน้าต่าง	ช่องเปิด				ปริมาณลม ม./วินาที		% ลมภายใน-นอก	
	1	2	3	4	ที่นอน	ที่นั่งเล่น	ที่นอน	ที่นั่งเล่น
	เปิด	เปิด	เปิด	ปิด	0.8	0.8	53	53

หมายเหตุ -ความเร็วลมภายในอุโมงค์ลมที่ตำแหน่งช่องเปิดลมพัดเข้าสู่ภายในอาคารจำลองมีค่า 1.5 เมตร/วินาที

-เปอร์เซนต์ของลมภายใน-ภายนอก คือ ค่าร้อยละของความเร็วลมภายในต่อความเร็วลมภายในอุโมค์ลม 1.5 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นค่าคงที่

จากค่าความเร็วลมในแต่ละกรณีสามารถหาค่าเฉลี่ยความเร็วลม ณ บริเวณที่นอน มีค่า 0.47 เมตร/วินาที และบริเวณนั่งเล่นมีค่า 0.43 เมตร/วินาที โดยเมื่อพิจารณาเป็นรูปแบบ % เปรียบเทียบลมภายในต่อลมภายนอก พบว่าความเร็วลมสูงสุดมีค่า 60 % (0.90 เมตร/วินาที) บริเวณเตียงนอน และ 67 % (1.0 เมตร/วินาที) ที่บริเวณนั่งเล่น หรือมีค่าเฉลี่ยที่ 30.9 % และ 28.40 % ตามลำดับของลมที่พัดเข้าสู่อาคาร ค่าความเร็วลม 1.5 เมตร/วินาที) โดยมีรูปแบบการเปิดเหมือนกัน

ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของลักษณะช่องเปิดพบว่า ช่องเปิดที่ปรับปรุงแบบใหม่จะมีระดับความสูงจากพื้นอาคารเพียง 0.20 เมตร ซึ่งทำให้ลมสามารถพัดผ่านเข้าสู่บริเวณพื้นที่ใช้งาน คือ ที่ระดับความสูง 0.40 เมตร ได้โดยตรง



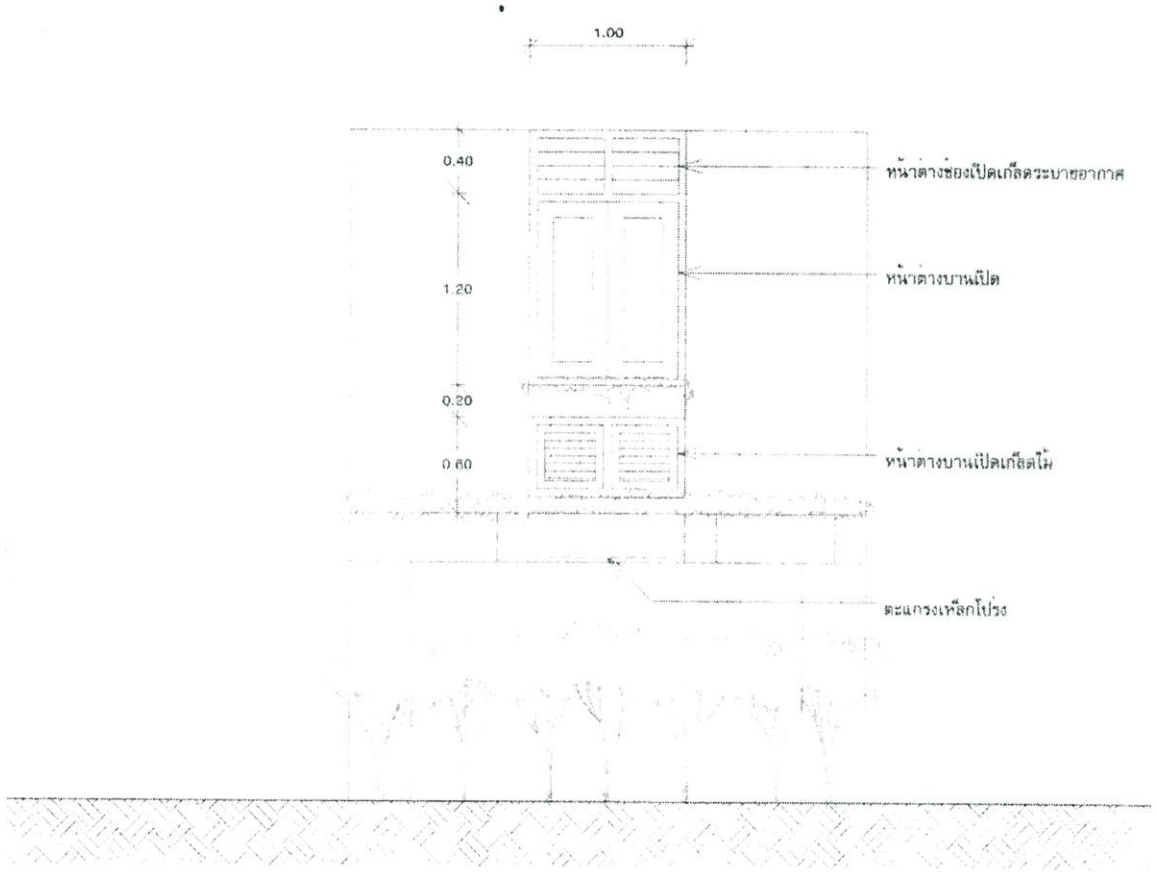
รูปที่ 4.6 แสดงรูปตัดกระแสลมที่สามารถพัดผ่านในบริเวณจุดใช้งาน 0.40 เมตร

สรุปข้อแตกต่างระหว่างช่องเปิดแบบเดิมและช่องเปิดแบบปรับปรุงได้ว่า ช่องเปิดแบบเดิมมีกรณีความเร็วลมผ่านเกณฑ์สบาย 8 กรณี โดยผ่านทั้ง 2 บริเวณ 6 กรณี และผ่านแต่ละตำแหน่งไม่พร้อมกัน 2 กรณี ความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณเตียงนอน 0.26 เมตร/วินาที (16.9 %) และบริเวณนั่งเล่น 0.25 เมตร/วินาที (16.4 %) ความเร็วลมสูงสุดบริเวณเตียงนอน 0.40 เมตร/วินาที และบริเวณนั่งเล่น 0.50 เมตร/วินาที

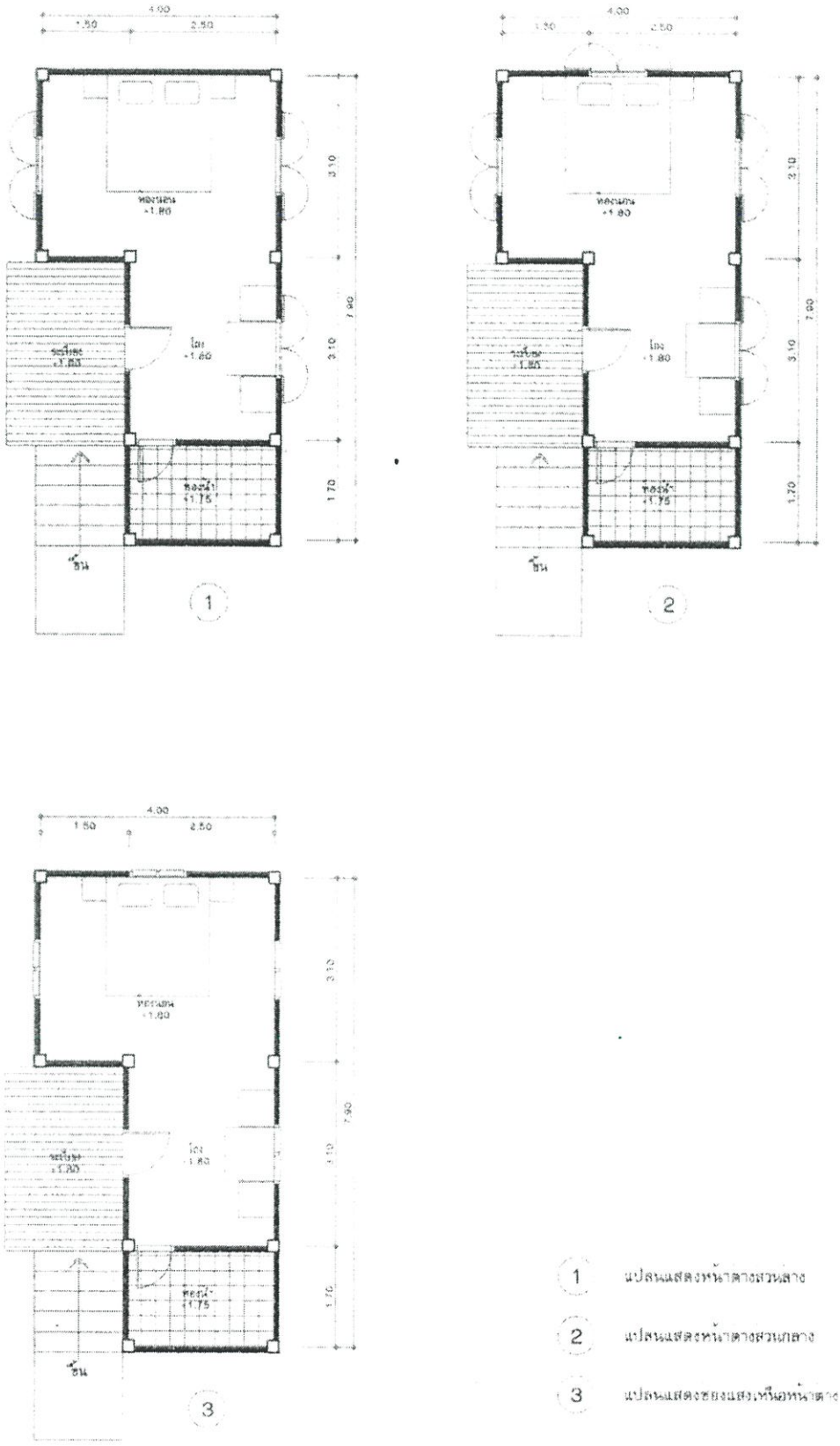
ช่องเปิดแบบปรับปรุงจะมีกรณีความเร็วลมผ่านเกณฑ์สบาย 10 กรณี โดยผ่านทั้ง 2 บริเวณ 8 กรณี และผ่านเฉพาะบริเวณเตียงนอน 2 กรณี ความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณเตียง

นอน 0.47 เมตร/วินาที (30.9 %) และบริเวณนั่งเล่น 0.43 เมตร/วินาที (28.40 %) ความเร็วลมสูงสุดบริเวณเตียงนอน 0.90 เมตร/วินาที และบริเวณนั่งเล่น 1.0 เมตร/วินาที

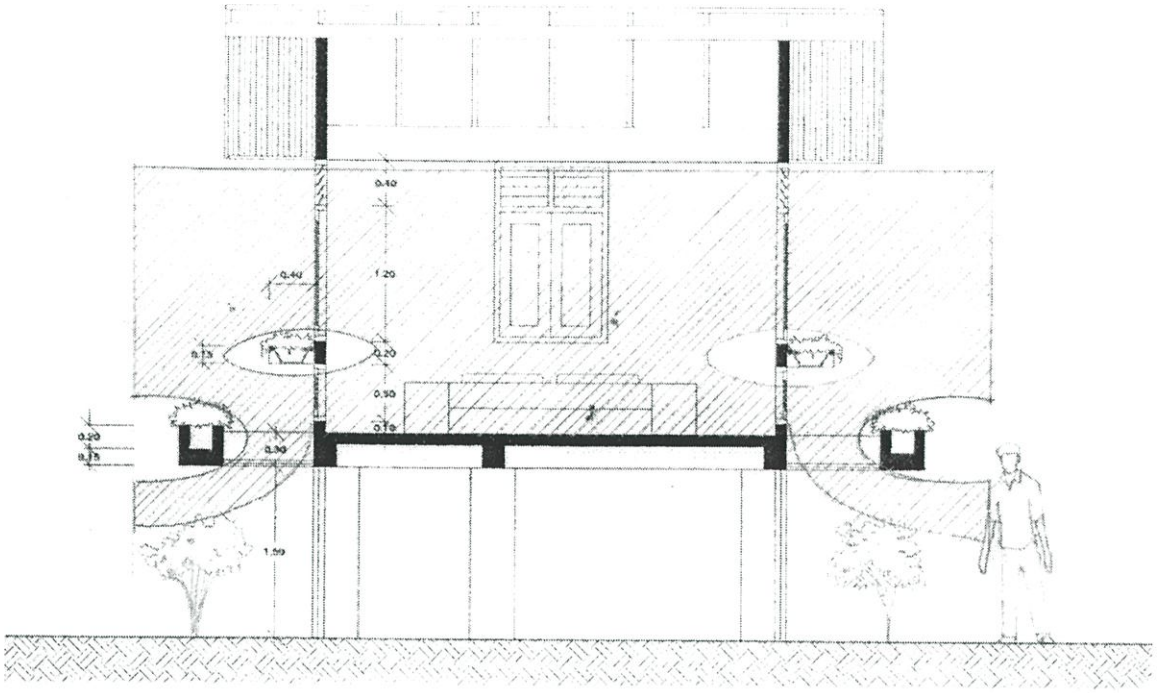
ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเร็วลม ณ ตำแหน่งใช้งานของรูปแบบช่องเปิดเดิมกับแบบปรับปรุงพบว่า มีกรณีผ่านเกณฑ์สบายทั้ง 2 จุดมากขึ้น 2 กรณี และผ่านเกณฑ์สบาย 1 จุดนั้น แบบปรับปรุงจะผ่านในบริเวณเตียงนอนมากกว่าแบบเดิม 1 กรณี ความเร็วลมผ่านบริเวณเตียงนอนมีค่าเพิ่มขึ้น 0.21 เมตร/วินาที (เพิ่มขึ้น 14 %) และบริเวณนั่งเล่น 0.18 เมตร/วินาที (เพิ่มขึ้น 12 %) จึงทำให้เกิดความรู้สึกสบายจากการพัดผ่านของลมอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และมีการระบายอากาศภายในอาคารอย่างมีคุณภาพมากขึ้น



รูปที่ 4.7 แบบขยายช่องเปิดที่ปรับปรุงใหม่

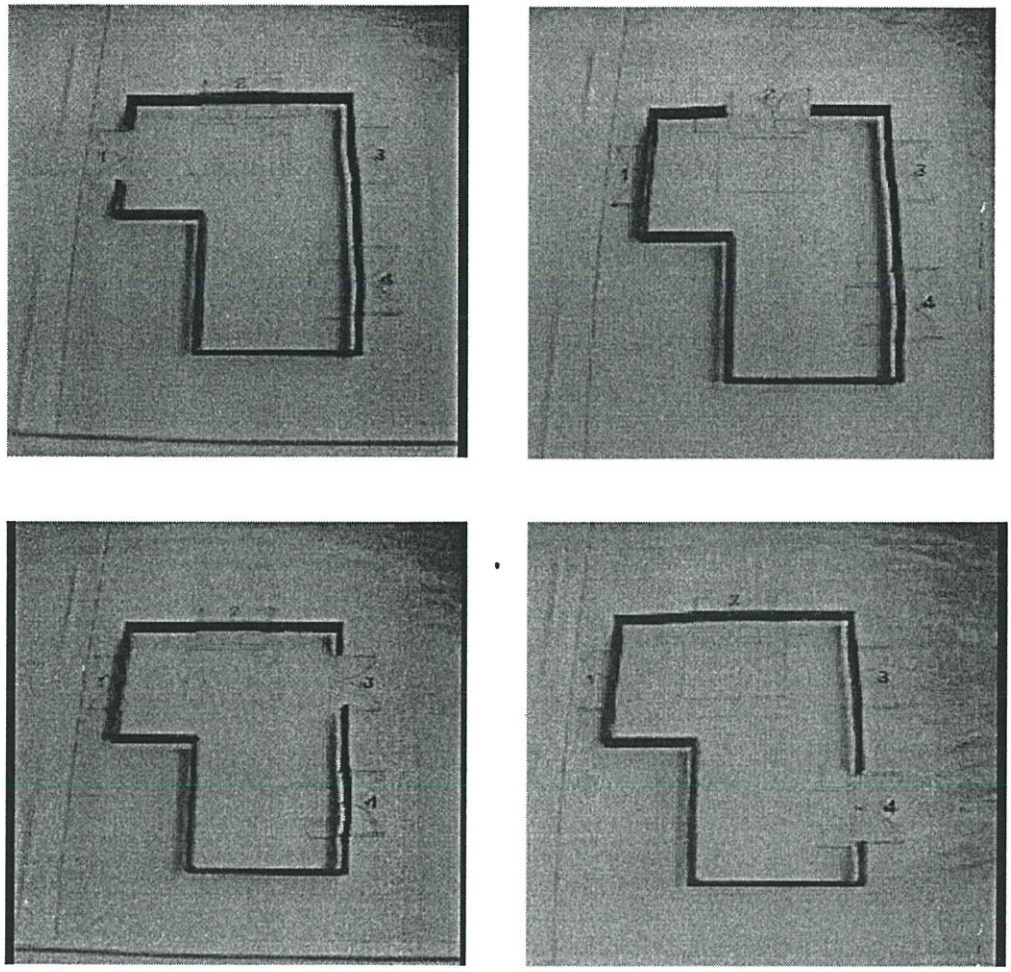


รูปที่ 4.8 แปลนช่องเปิดปรับปรุงใหม่



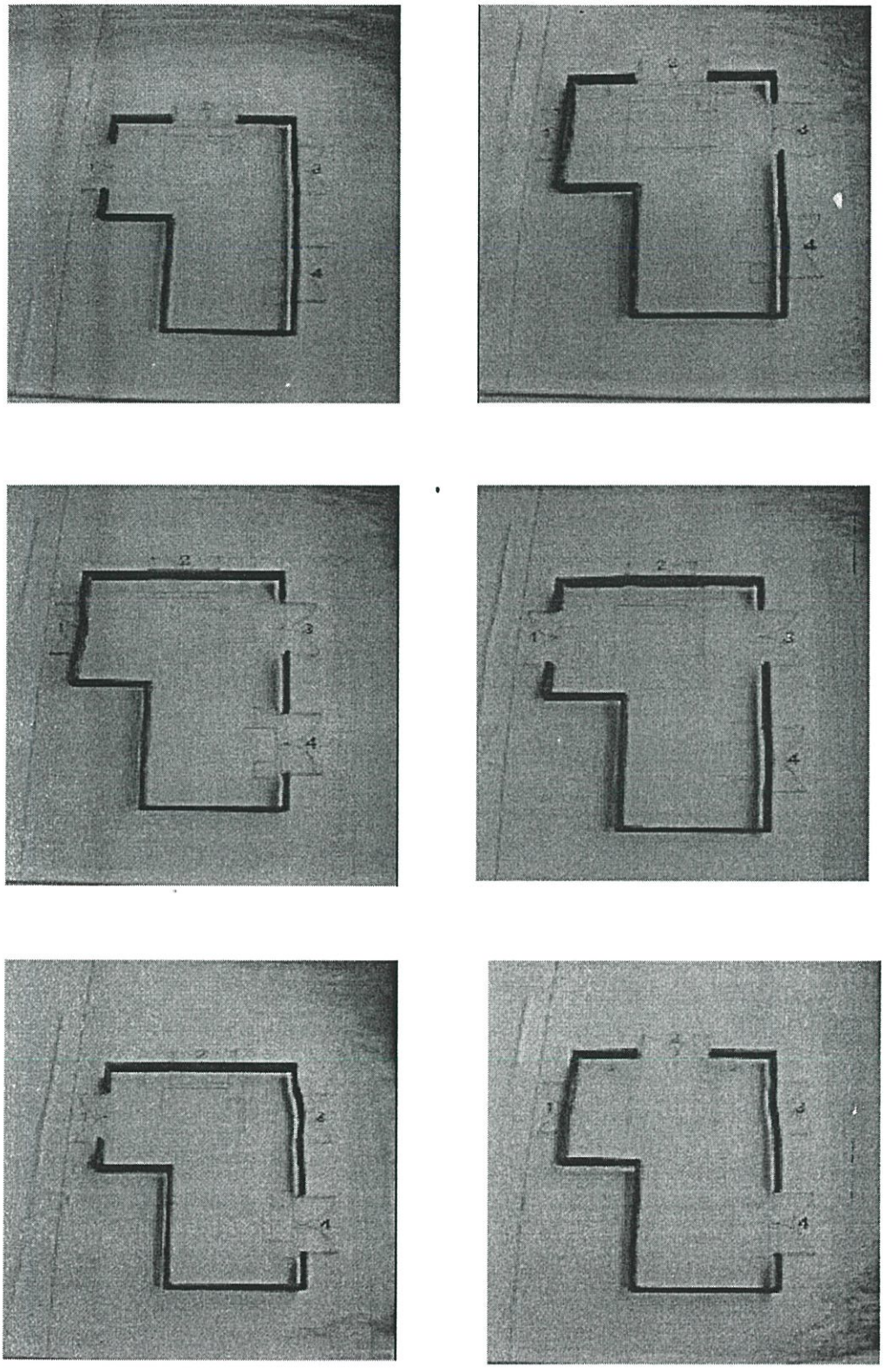
รูปที่ 4.9 รูปตัดแสดงการระบายลมช่องเปิดแบบปรับปรุงใหม่

นอกจากการทำการทดลองโดยอุโมงค์ลมเพื่อหาค่าความเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงไปแล้ว จะทำการทดลองเพิ่มเติมโดยการใช้โต๊ะน้ำ เพื่อให้ทราบถึงทิศทางการกระจายตัวของลมภายในอาคาร โดยมีการกำหนดช่องเปิดปิดเป็น 16 กรณีเช่นเดียวกัน จะได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

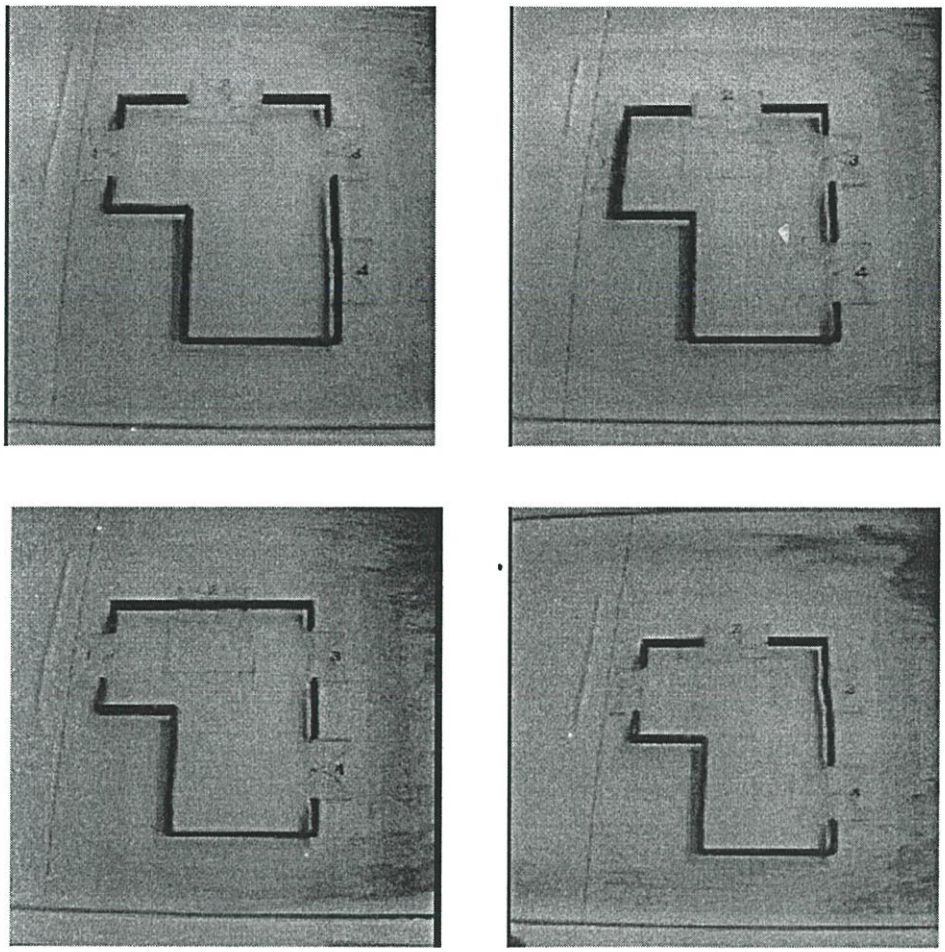


รูปที่ 4.10 แสดงรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ รูปแบบการเปิด 1 ช่อง

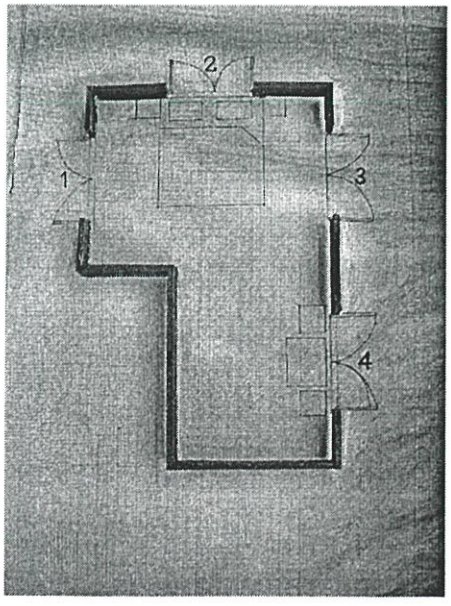
หมายเหตุ เนื่องจากการทดลองด้วยโต๊ะน้ำมีข้อจำกัดทางด้านขนาดของหุ่นจำลอง จึงไม่สามารถแยกประเภทของช่องเปิดในการทำหุ่นจำลอง แบบผังพื้นได้



รูปที่ 4.11 แสดงรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ รูปแบบการเปิด 2 ช่อง



รูปที่ 4.12 แสดงรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ รูปแบบการเปิด 3 ช่อง



รูปที่ 4.13 แสดงรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ รูปแบบการเปิด 4 ช่อง

ตารางที่ 4.10 แสดงผลรูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมด้วยโต๊ะน้ำ

รูปแบบการเปิด	บริเวณการกระจายตัวของลม		หมายเหตุ
	เตียงนอน	ที่นั่งเล่น	
การเปิด 1 ช่อง กรณี 1.1	ไม่มีลมผ่าน	ไม่มีลมผ่าน	-
การเปิด 1 ช่อง กรณี 1.2	ไม่มีลมผ่าน	ไม่มีลมผ่าน	-
การเปิด 1 ช่อง กรณี 1.3	ไม่มีลมผ่าน	ไม่มีลมผ่าน	-
การเปิด 1 ช่อง กรณี 1.4	ไม่มีลมผ่าน	ไม่มีลมผ่าน	-
การเปิด 2 ช่อง กรณี 2.1	ไม่มีลมผ่าน	ไม่มีลมผ่าน	-
การเปิด 2 ช่อง กรณี 2.2	มีลมผ่าน	ไม่มีลมผ่าน	มีแรงเฉื่อยของลมบริเวณใกล้เตียงนอน
การเปิด 2 ช่อง กรณี 2.3	ไม่มีลมผ่าน	ไม่มีลมผ่าน	-
การเปิด 2 ช่อง กรณี 2.4	มีลมผ่านมาก	ไม่มีลมผ่าน	มีแรงเฉื่อยของลมบริเวณใกล้เตียงนอน
การเปิด 2 ช่อง กรณี 2.5	มีลมหวน	มีลมผ่าน	มีแรงเฉื่อยของลมบริเวณมุมห้องและเตียงนอน
การเปิด 2 ช่อง กรณี 2.6	มีลมผ่าน	มีลมผ่าน	มีแรงเฉื่อยบริเวณมุมของเตียงนอน
การเปิด 3 ช่อง กรณี 3.1	มีลมผ่านมาก	ไม่มีลมผ่าน	มีแรงเฉื่อยของลมบริเวณระหว่างเตียงนอนและที่นั่งเล่น
การเปิด 3 ช่อง กรณี 3.2	มีลมผ่าน	มีลมผ่าน	มีแรงเฉื่อยของลมบริเวณระหว่างเตียงนอนและที่นั่งเล่น
การเปิด 3 ช่อง กรณี 3.3	มีลมผ่านมาก	มีลมผ่าน	มีแรงเฉื่อยของลมบริเวณระหว่างเตียงนอนและที่นั่งเล่น
การเปิด 3 ช่อง กรณี 3.4	มีลมผ่านมาก	มีลมผ่าน	มีแรงเฉื่อยของลมบริเวณระหว่างเตียงนอนและที่นั่งเล่น
การเปิด 4 ช่อง กรณี 4.1	มีลมผ่านมาก	มีลมผ่านมาก	มีแรงเฉื่อยของลมบริเวณระหว่างเตียงนอนและที่นั่งเล่น

จากการทดลองโต๊ะน้ำโดยใช้หุ่นจำลองแบบผังพื้น (แปลน) พบว่าลมมีการกระจายตัวดังนี้คือ

- ไม่มีการกระจายตัวเลย เมื่อเปิดช่องเปิดเพียง 1 ช่อง แม้จะเปิดด้านที่เป็นทิศทางลมเข้าก็ตาม ดังกรณีที่ 1.1 – 1.4 หรือแม้จะเปิดช่องเปิด 2 ช่อง แต่เป็นทิศทางที่ไม่ใช่ทิศทางลม ดังกรณีที่ 2.1 และ 2.3 มีการเปิดช่องเปิดในทิศทางที่ลมพัดเข้าสู่ภายใน แต่ไม่มีช่องเปิดให้ลมพัดออกได้ ทำให้ลมไม่เข้าไปในอาคาร

-มีการกระจายตัวเล็กน้อย เมื่อเปิดช่องเปิด 2 ช่อง และมีลมผ่าน 1 บริเวณ ดังกรณี 2.2 จะมีลมผ่านบริเวณเตียงนอน สังเกตได้ว่าเนื่องจากช่องเปิดอยู่ในบริเวณเตียงนอนในทิศทางลมเข้าและออก บริเวณอื่น ๆไม่ได้เปิดช่องเปิดจึงไม่มีลมผ่าน

- มีการกระจายตัวปานกลาง เมื่อเปิดช่องเปิด 2 ช่อง และมีลมพัดผ่าน 1 บริเวณ ดังกรณี 2.4 จะมีลมผ่านบริเวณเตียงนอน สังเกตได้ว่าเนื่องจากมีการเปิดช่องเปิดบริเวณเตียงนอนและเกิดการพัดแบบ CROSS VENTILATION

-มีการกระจายตัวปานกลาง เมื่อเปิดช่องเปิด 2 ช่อง และมีลมพัดผ่าน 2 บริเวณ ดังกรณี 2.5 และ 2.6 จะผ่านบริเวณเตียงนอนและนั่งเล่น สังเกตได้ว่าเนื่องจาก

ตำแหน่งเปิดช่องให้ลมเข้าอยู่ตำแหน่งใกล้บริเวณนั่งเล่นและช่องเปิดลมพัดออกใกล้กับบริเวณเตียงนอน

- มีการกระจายตัวดี เมื่อเปิดช่องเปิด 3 ช่อง และมีลมพัดผ่าน 1 บริเวณ ดังกรณี 3.1 จะมีลมผ่านเฉพาะบริเวณเตียงนอน สังเกตได้ว่าช่องเปิดลมเข้าและออกอยู่ในตำแหน่งใกล้บริเวณเตียงนอนทั้งหมด จึงทำให้ลมไม่ผ่านบริเวณนั่งเล่น

- มีการกระจายตัวดีและดีมาก เมื่อเปิดช่องเปิด 3 ช่อง และมีลมผ่าน 2 บริเวณ ดังกรณี 3.2 – 3.4 จะมีลมผ่านบริเวณเตียงนอนและนั่งเล่น สังเกตได้ว่าช่องเปิดลมเข้าจะต้องอยู่ใกล้บริเวณนอนหรือ/และนั่งเล่น และต้องมีช่องเปิดลมออกในทิศทางตรงกันข้ามกับบริเวณลมเข้าในบริเวณเตียงนอนเสมอ ซึ่งเมื่อมีรูปแบบการพัดแบบ CROSS VENTILATION ดังกรณี 3.3 ผ่านบริเวณเตียงนอนจะมีการกระจายของลมที่ดีมากกว่าแบบอื่น

- มีการกระจายตัวดีมากที่สุด เมื่อเปิดช่องเปิด 4 ช่อง และมีลมผ่าน 2 บริเวณ ดังกรณี 4 จะมีลมผ่านบริเวณเตียงนอนและนั่งเล่น สังเกตได้ว่าเนื่องจากมีการเปิดลมเข้าและออกในทิศทางที่เกิดการพัดแบบ CROSS VENTILATION ด้วยจึงมีการกระจายตัวดีมากและมีช่องเปิดลมเข้ากับบริเวณนั่งเล่นและเปิดทางลมออกในทิศทางตรงกันข้าม แม้ไม่เป็นการพัดแบบ CROSS VENTILATION โดยตรง แต่ก็ทำให้เกิดการระบายลมที่ดีเช่นกัน

และเมื่อพิจารณาจากการทดลองโต๊ะน้ำโดยใช้หุ่นจำลองรูปตัดอาคารที่มีตำแหน่งและช่องเปิดที่ระดับความสูงจากพื้นห้องต่างกัน พบว่า กรณีที่ 5.2 ซึ่งมีระดับเปิดจากพื้นสูง 0.20 เมตร และ 0.80 เมตร จะมีการกระจายตัวของลมผ่านบริเวณใช้งานโดยตรงได้ดีและมากกว่าแบบกรณี 5.1 ซึ่งลมจะไม่ค่อยผ่านบริเวณใช้งานเท่าไรนัก แต่จะผ่านบริเวณเหนือตำแหน่งใช้งานเป็นส่วนใหญ่

เมื่อพิจารณาร่วมกันระหว่างการทดลองในอุโมงค์ลมและโต๊ะน้ำ พบว่าการกระจายตัวของลมและปริมาณความเร็วลมในบริเวณพื้นที่ใช้งานที่มีช่องเปิดแบบปรับปรุงจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบเดิม

ต่อวินาที หรือเฉลี่ยประมาณ 30.9 % ของลมภายนอก (เมื่อทำการวัดที่ความสูง 0.40 ม. จากพื้นอาคาร) กล่าวคือมีปริมาณลมเข้าสู่ภายในอาคารเพิ่มขึ้น 0.20 เมตร ต่อวินาที หรือประมาณ 20 % ของลมภายนอก

นอกจากนั่งแล้วการเปิดช่องลมด้านบนยังช่วยให้มีปริมาณการระบายอากาศ ในส่วนบนดีขึ้นและลดความร้อนภายในอาคารได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบช่องเปิดของอาคารจะต้องคำนึงถึงการออกกำหนดตำแหน่งของการใช้สอยพื้นที่ภายในร่วมไปด้วยเสมอ จึงจะเกิดความสัมพันธ์กันระหว่างช่องเปิดและพื้นที่ใช้สอยภายในอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจากการศึกษาอาคารพักตากอากาศแสนสุขที่ผ่านมาในข้างต้น ขอเสนอแนะการปรับปรุงลักษณะรูปแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อให้เกิดความเหมาะสมและประสิทธิภาพที่ดีขึ้นในการใช้งานดังต่อไปนี้

แปลนพื้น การกำหนดตำแหน่งของช่องเปิดเดิม เมื่อพิจารณาจากการทดลองการกระจายตัวของลม และจากการเหมาะสมในการจริงหน้าต่างช่องเปิดบริเวณหัวเตียงจะไม่ได้ใช้งาน ดังนั้นจึงเปลี่ยนตำแหน่งมาเป็นบริเวณ 2 ตำแหน่งของเตียงนอน ซึ่งจะส่งผลให้ลมพัดผ่านบริเวณเตียงนอนได้ดีขึ้น บริเวณที่นั่งเล่นเพิ่มจำนวนหน้าต่างช่องเปิดเพิ่ม 1ชุด เพื่อสามารถมีช่องระยะลมออกได้ในกรณีในช่วงกลางคืนที่ต้องเปิดประตูเพื่อความปลอดภัย ทำให้ลมพัดผ่านบริเวณนั่งเล่นเพิ่มขึ้น

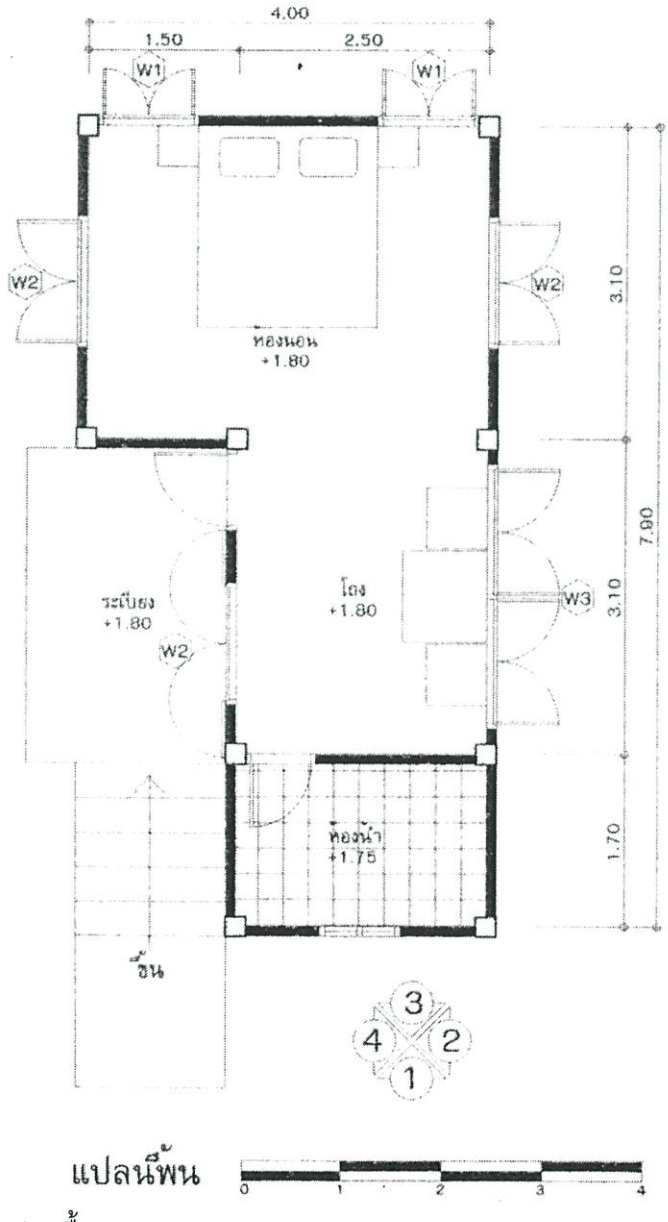
บริเวณผนังเหนือช่องหน้าต่างในส่วนหลังคามีการติดตั้งช่องเกล็ดระบายอากาศในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางลมเพื่อให้ลมสามารถพัดเข้าสู่ภายในพื้นที่ในหลังคา และระบายออกในช่องบานเกล็ดตรงกันข้างเป็นการระบายอากาศแบบ cross ventilation นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศเป็นอุปกรณ์เสริมบริเวณทิศใต้เหนือหน้าต่างในผนังบริเวณห้องน้ำ เพื่อช่วยให้การระบายอากาศในช่องหลังคาดีขึ้นในกรณีนี้ความแรงของลมและความแตกต่างของความกดอากาศภายในหลังคาและภายนอกไม่เพียงพอให้เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้

ขนาดของช่องเปิดแบ่งเป็น 3 ขนาดคือ

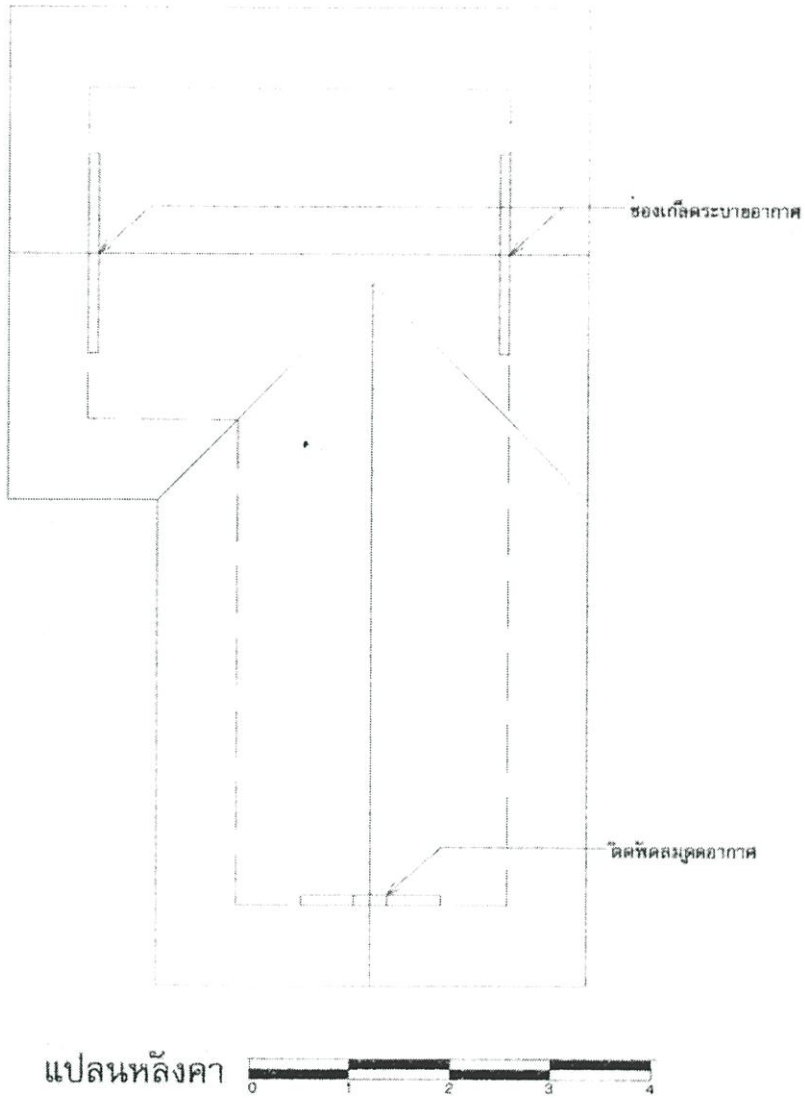
w1 มีขนาด 1.00 x 2.50 เมตร เป็นชุดที่มีความกว้างเท่ากับชุดช่องเปิดเดิม เนื่องจากติดตั้งอยู่บนผนังที่ไม่ได้รับลมโดยตรง แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนบนสุดเป็นบานเกล็ดระบายอากาศกระจกได้ปรับมุมภายในมีบานมุ้งลวดกันยุงขนาด 1.00 x 0.40 เมตร ส่วนกลางเป็นบานเปิดคู่ 180 องศา กรอบบานไม้กระจกภายในเป็นบานมุ้งลวดขนาด 100 x 1.05 เมตร ส่วนล่างสุดเป็นบานเปิดคู่ 180 องศาลูกฟักเกล็ดไม้ติดตาย ภายในเป็นบานเปิดมุ้งลวดขนาด 0.50 x 1.00 เมตร ให้สามารถระบายลมในระดับเดียวกับพื้นที่ใช้งานได้โดยตรงคือ ที่ความสูงจากพื้นประมาณ 0.40 เมตร

อุปกรณ์ประกอบอาคารภายนอกอันได้แก่ กระถางต้นไม้บริเวณระหว่างหน้าต่างส่วนกลางและล่างใช้เพื่อกันฝนและดักลมเข้าสู่ภายในช่องเปิดล่างแต่จะได้ประโยชน์ต่อบานเปิดมากกว่าบานกระทุ้ง กระถางต้นไม้ระดับคานพื้นใช้เพื่อบังมุมมองของช่องเปิด และเป็นส่วนที่ติดตั้งตาข่ายเหล็กภายในให้คนไม่สามารถปีนเข้าสู่ช่องเปิดส่วนล่างได้ ครีบปูนด้านล่างคานพื้นใช้เพื่อเป็นแผงดักแนวผนังปะทะลม เพื่อให้ลมที่พัดผ่านประทะและเปลี่ยนทิศทางไหลเข้าสู่ช่องเปิดด้านล่างมากขึ้น

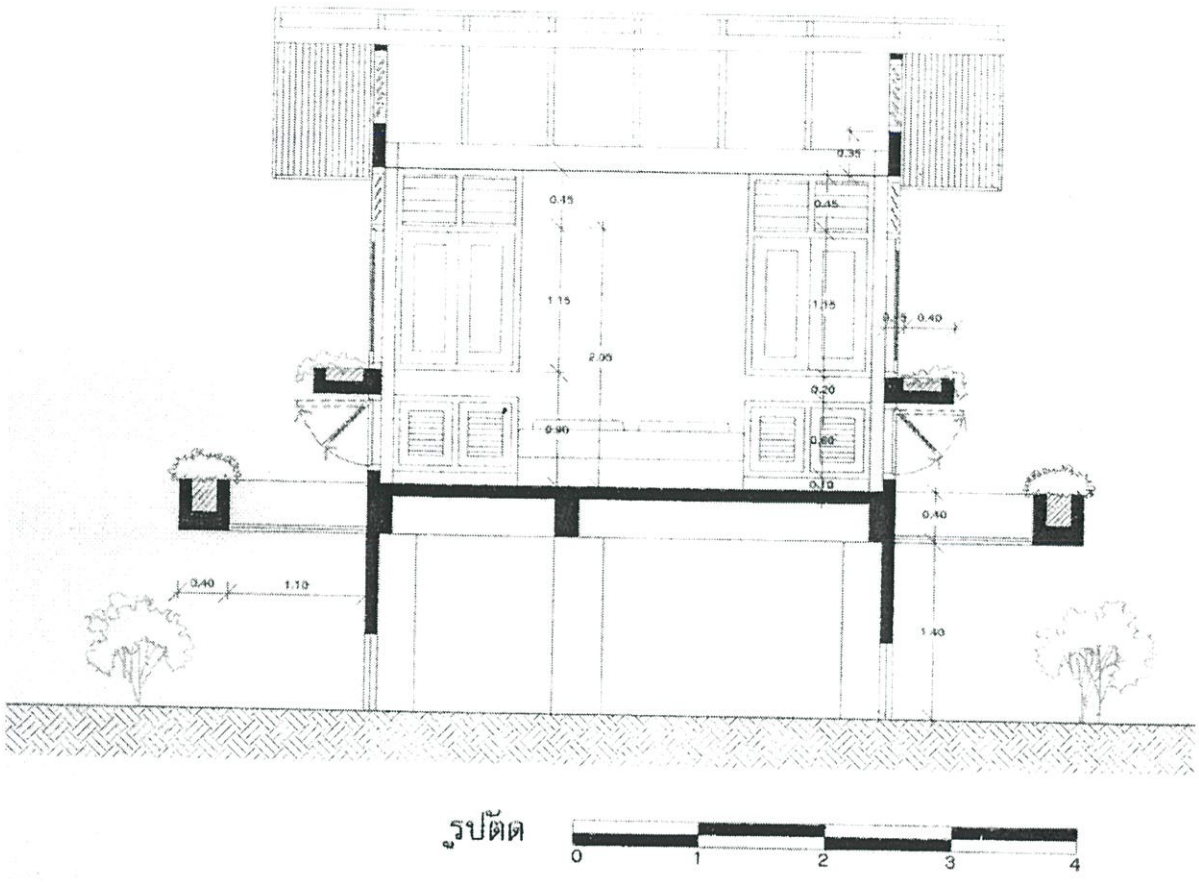
การปลูกไม้พุ่มในระยะห่างจากอาคาร 5 ฟุตหรือประมาณ 1.50 เมตร และความสูงประมาณ 3 ฟุต เพื่อให้ลมที่พัดผ่านสามารถพัดเข้าสู่อาคารและปะทะแนวดักลมได้โดยตรง และพัดเข้าสู่อาคารได้โดยสะดวก



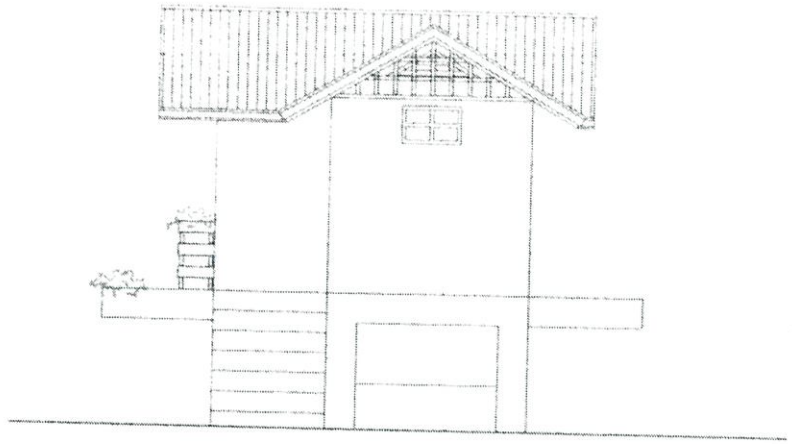
รูปที่ 5.1 แสดงแปลงพื้นอาคารเสนอแนะ



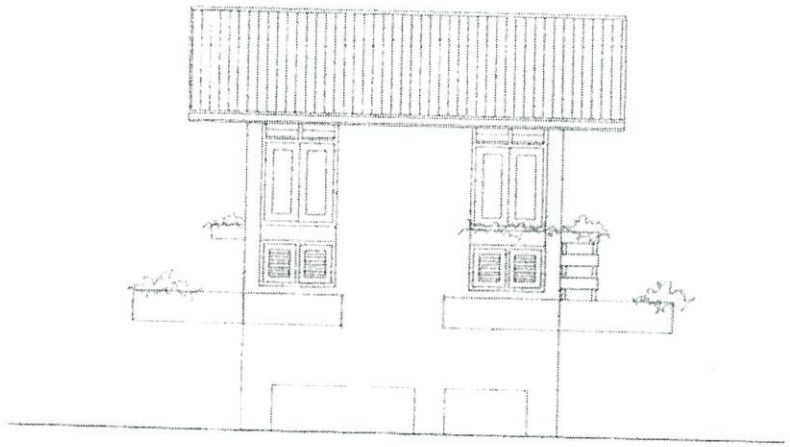
รูปที่ 5.2 รูปแสงแปลงหลังคาอาคารเสนอแนะ



รูปที่ 5.3 รูปตัดอาคารเสนอแนะ

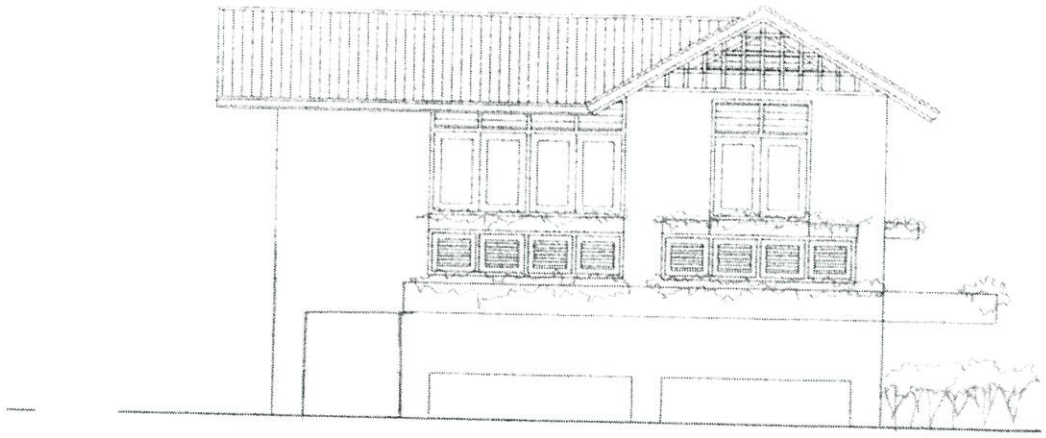


รูปด้าน 1

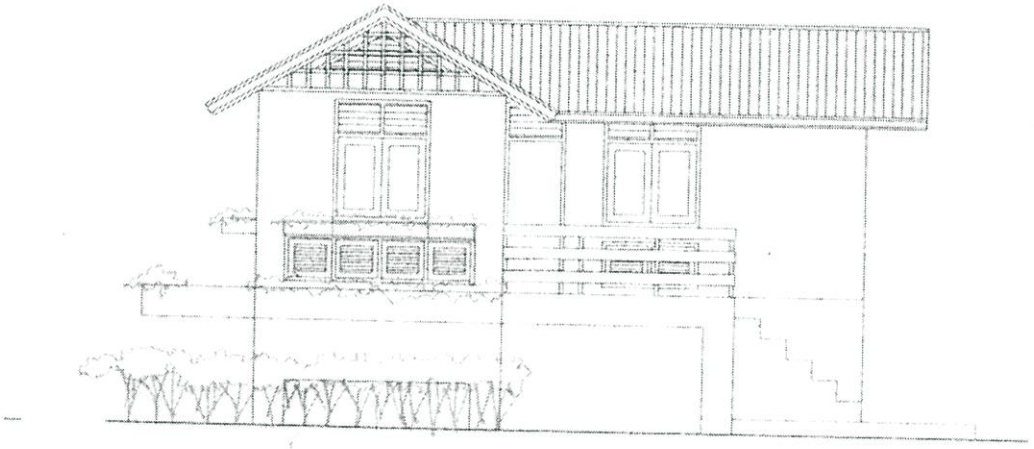


รูปด้าน 3

รูปที่ 5.4 รูปด้านอาคารเสนอแนะ

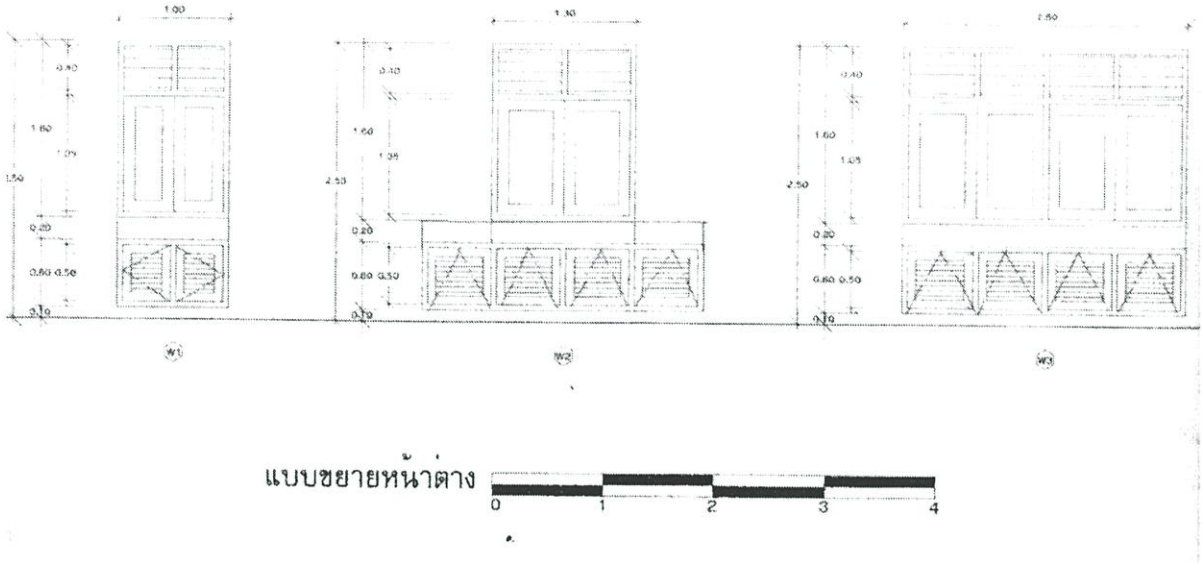


รูปด้าน 2.



รูปด้าน 4

รูปที่ 5.5 รูปด้านอาคารเสนอแนะ



รูปที่ 5.6 แบบขยายหน้าต่างอาคารเสนอแนะ

บรรณานุกรม

สมสิทธิ นิตยะ. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ. โครงการตำราคณะสถาปัตยกรรมศาสตร จุฬาลงกรณ์

ไพบูลย์ หัวสพฤกษ์. การปรับภาวะอากาศเพื่อความสุขสบาย. กรุงเทพฯ. วารสารสุขภาพปีที่ 6 กันยายน 2541

มาลินี ศรีสุวรรณ. การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลม กับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย. กรุงเทพฯ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร มหาวิทยาลัยศิลปกร

Vaughn Bradshaw, P.E. .BULIDING CONTROL SYSTEMS (SECOND EDITION), John Wileys and John Wiley and Sons Tnc, Printed in U.S.A., 1993

Melaragno, M.G. wind in Architectual and Enviromental Design. New York: Van Nostrand Reinnold, 1982

Olgyay.V.DESIGN with Climatc.Princeton, New Jersey: Princeton Univcrity Press, 1969

Sverre Pettersson. Introduction to Meteorology, 1989

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน นางสาวปรีดาวรรณ อภิณหสมิต

วัน เดือน ปีเกิด 12 มกราคม 2510

สถานที่เกิด ชลบุรี

วุฒิการศึกษา

- พ.ศ.2531 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

ปี 2532	รับตำแหน่งสถาปนิก บริษัท Univest Group จำกัด
ปี 2533-2539	รับตำแหน่งสถาปนิก บริษัท Moblex จำกัด
2540-ปัจจุบัน	รับตำแหน่ง Project Architect บริษัท เจียมภักดี จำกัด