การศึกษาขนาดและรูปแบบช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศและความสบายทางด้านอุณหภูมิ ในอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ในกรุงเทพฯ ด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล

A STUDY OF SIZES AND MODES OF OPENING FOR INDOOR VENTILATION AND THERMAL COMFORT ON TOWNHOUSE IN BANGKOK WITH "CFD" PROGRAM

มติ ศิติสาร

MATI SITSARA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมบริบท

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AR-M-002-328

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาขนาดและรูปแบบช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศและความสบายทางด้านอุณหภูมิในอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ในกรุงเทพฯ ด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล

A STUDY OF SIZES AND MODES OF OPENING FOR INDOOR VENTILATION AND THERMAL COMFORT ON TOWNHOUSE IN BANGKOK WITH "CFD" PROGRAM

มติ ศีติสาร

MATI SITISARA

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81339
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2551

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AR-M-002-328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF SIZES AND MODES OF OPENING FOR INDOOR VENTILATION AND THERMAL COMFORT ON TOWNHOUSE IN BANGKOK WITH "CFD" PROGRAM

MATI SITISARA

A THESIS SUBMITTED INPARTIAL FULLFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

KMITL-2008-AR-M-002-328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาขนาดและรูปแบบช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศและความสบายทางด้านอุณหภูมิ ในอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ในกรุงเทพฯ ด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล

A Study of Sizes and Modes of Opening for Indoor Ventilation and Thermal Comfort on Townhouse in Bangkok with "CFD" Program

ชื่อนักศึกษา นายมติ ศีติสาร

รหัสประจำตัว 46061906

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.กุสุมา	ธรรมธำรง	
รศ.ดร.ปรีชญา	รังสิรักษ์	
รศ.ธีรมน	ไวโรจนกิจ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 18 เมษายน 2551 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ภาควิชาสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 27 **เดือน** เมษายน **พ.ศ.** 2551

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาขนาดและรูปแบบช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศและความสบายทางด้านอุณหภูมิ ในอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ในกรุงเทพฯ ด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล
นักศึกษา	นายมติ ศีติสาร
รหัสนักศึกษา	46061906
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์

บทคัดย่อ

อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ ถูกออกแบบให้ตอบสนองความต้องการ ด้านเศรษฐกิจ การออกแบบจึงขาดการคำนึงถึงปัญหาด้านการระบายอากาศ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในเขตร้อน จึงทำให้ผู้อยู่อาศัยจำเป็นต้องแก้ไขปัญหา ด้วยการติดเครื่องปรับอากาศ

จากผลการทดสอบอุณหภูมิภายในอาคารและอัตราความเร็วลมในอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์ตัวอย่างที่เป็นแบบที่นิยมกันทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานครฯ ด้วยโปรแกรม FLOVENT6.2 พบว่า อาคารประเภทนี้มักมีปัญหาคือ อุณหภูมิสูงเกินขอบเขตภาวะสบาย และมีอัตราความเร็วลมต่ำกว่า 1.5 เมตร/วินาที โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางคืนซึ่งเป็นเวลาที่ความร้อนที่สะสมในวัสดุ ผนังและหลังคาคายออกมา เป็นผลให้ผู้ใช้อาคารติดเครื่องปรับอากาศเพื่อการปรับอุณหภูมิภายในให้อยู่ในเขตสบายในห้องนอน ซึ่งเป็นเวลาพักผ่อนช่วงเวลายาวในเวลากลางคืนกันอย่างแพร่หลาย เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ไม่สอดคล้องกับนโยบายการประหยัดพลังงานของประเทศเป็นอย่างยิ่ง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อการศึกษารูปแบบช่องเปิด และขนาดช่องเปิด เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้านความร้อน และ ความเร็วลมต่ำภายในอาคารประเภททาวน์เฮ้าส์ ด้วยการระบายอากาศแบบธรรมชาติ การศึกษาใช้รูปแบบอาคาร 2 แบบ แบบแรกเป็นแบบทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป แบบที่สองเป็นหลังคาแบบเปิด ถูกออกแบบให้เหมาะสมกับการระบายอากาศแบบธรรมชาติ เพื่อลดความร้อนภายในอาคาร แบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

1. ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในอาคาร กับช่องเปิดระบายอากาศใต้หลังคา เพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร เพื่อสรุปหารูปแบบหลังคาที่เหมาะสม

2. ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายในอาคาร กับขนาดช่องเปิดทางเข้าและช่องเปิดทางออก โดยกำหนดขนาดของช่องเปิด 3 ขนาด คือ ทางเข้าออกเท่ากัน ขนาด 20%, 30% และ 60%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมภายในอาคารกับตำแหน่งช่องเปิดทางเข้า ช่องเปิดทางออก และช่องเปิดกลางอาคาร มีตำแหน่งช่องเปิด 3 ระดับ คือ 0.40 ม., 0.80 ม., 2.00 ม. สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

<u>การทดลองที่ 1</u> เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและรูปแบบหลังคา

- รูปแบบอาคารแบบที่ 2 ที่มีหลังคาแบบเปิด มีผลต่ออุณหภูมิภายในอาคาร ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารอยู่ในขอบเขตสบายมากกว่าหลังคาแบบทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป คือในช่วงกลางวันอยู่ในขอบเขตสบาย 7 ชั่วโมง ตั้งแต่ เวลา 6.00 – 12.00 น และ ในช่วงกลางคืน อยู่ในขอบเขตสบาย 5 ชั่วโมง ตั้งแต่ เวลา 1.00 - 6.00 น. แต่รูปแบบอาคารแบบที่ 1 ที่เป็นหลังคาจั่วแบบทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป อยู่ในขอบเขตสบายเฉพาะช่วงเวลากลางวัน เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 11.00 - 14.00 น.

- ในช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 20.00 – 6.00 น.อุณหภูมิภายในอาคาร บริเวณชั้น 2 รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 30.5 องศาเซลเซียส รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 กรณีที่ 1.4 มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 32.9 องศาเซลเซียส

- ในช่วงเวลากลางวัน ตั้งแต่เวลา 6.00 -20.00 น. อุณหภูมิภายในอาคารบริเวณชั้น 1 รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 34 องศาเซลเซียส รูปแบบหลังคาแบบที่ 1 กรณีที่ 1.4 มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 33.3 องศาเซลเซียส

<u>การทดลองที่ 2</u> เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายในอาคาร และขนาดช่องเปิด

- ขนาดช่องเปิด ทางเข้า 30% ขนาดช่องเปิดทางออก 60% มีความเร็วลมภายในอาคารสูงที่สุด ความเร็วลมภายในอาคาร ที่ระดับความสูงจากพื้น 0.50 เมตร สูงสุดที่ 11 % ของลมภายนอก

- รูปแบบหลังคา มีผลต่อความเร็วลมภายในอาคาร โดย เมื่อใช้ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% ขนาดช่องเปิดทางออก 60% รูปแบบหลังคาแบบที่ 1มีความเร็วลมภายในอาคาร ที่ระดับสูงกว่าพื้น 0.90 ม.และ 1.20 เมตร ต่ำกว่า หลังคารูปแบบที่ 2 ยกเว้นระดับ 0.50 ที่สูงกว่าเล็กน้อย

- ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% และขนาดทางออก 60% รูปแบบอาคารแบบที่ 2 มีความเร็วลมภายในอาคารที่ชั้น 2 ระดับสูงจากพื้น 0.50 เมตร ความเร็วลมสูงสุดประมาณ 9% ระดับสูงจากพื้น 0.90 ม. ความเร็วลมสูงสุดประมาณ 26.7% ของลมภายนอกอาคาร ระดับสูงจากพื้น 1.20 ม. ความเร็วลมสูงสุดประมาณ 41.7 %ของลมภายนอกอาคาร

- ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% และขนาดช่องเปิดทางออก 60% รูปแบบอาคารแบบที่ 1 มีความเร็วลมภายในอาคารที่ชั้นที่ 2 ระดับสูงจากพื้น 0.50 เมตร ความเร็วลมสูงสุดประมาณ 11.2% ของลมภายนอกอาคารที่ระดับสูงจากพื้น 0.90 ม. ความเร็วลมสูงสุดประมาณ 7.8% ของลมภายนอกอาคาร ที่ระดับสูงจากพื้น 1.20 ม. ความเร็วลมสูงสุดประมาณ 7.9% ของลมภายนอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดลองที่ 3</u> เรื่องความสัมพันธ์ ระหว่างความเร็วลมภายในอาคาร และตำแหน่งช่องเปิด

- ตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคารมีผลต่อความเร็วลมภายในอาคารอย่างมาก ระดับช่องเปิดกลางอาคาร ที่ระดับสูงจากพื้น 0.80 ม.เป็นระดับมีความเร็วภายในอาคารสูงที่สุด ระดับช่องเปิดกลางอาคารสูง 2.00 เมตร ให้ความเร็วลมภายในอาคารต่ำที่สุด กว่าทุกกรณี ระดับช่องเปิดทางเข้าและทางออก สูงจากพื้น 0.40 ม.เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรณี

จึงสรุปได้ว่ารูปแบบอาคารแบบที่ 2 มีผลต่อกระแสลม และความเร็วลม และอุณหภูมิภายในอาคาร โดยอุณหภูมิภายในอาคารแบบที่ 2 จะเท่ากับอุณหภูมิภายนอกอาคารเกือบตลอดเวลา ซึ่งจะมีบางช่วงอยู่ในขอบเขตสภาวะสบายแต่อุณหภูมิสูงสุดจะสูงกว่า และอุณหภูมิต่ำสุดจะต่ำกว่าทาวน์เฮ้าส์ รูปแบบหลังคาแบบทั่วไป สอดคล้องกับการใช้งานอาคารในช่วงเวลากลางคืน ส่วนอุณหภูมิภายในอาคารรูปแบบที่ 1 จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเฉพาะเวลากลางวัน และจะสูงกว่าขอบเขตสภาวะสบายตลอดทั้งวัน จึงสอดคล้องกับการใช้งานเฉพาะเวลากลางวัน

ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% และขนาดช่องเปิดทางออก 60 % มีความเร็วลมภายในอาคารที่ระดับใช้งานสูงที่สุด ที่ชั้น 1ระดับสูงจากพื้น 0.90 เมตร มีความเร็วลมสูงสุดคิดเป็น 31.5% และชั้น 2 ระดับสูงจากพื้น 0.50 เมตร มีความเร็วลมสูงสุดคิดเป็น 11.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% และขนาดช่องเปิดทางออก 60% เท่าเดิม แต่เปลี่ยนรูปแบบอาคารเป็นแบบที่ 2 จะทำให้ความเร็วลมภายในอาคารสูงขึ้น กว่ารูปแบบอาคารแบบที่ 1 แต่กระแสลมภายในจะยกสูงขึ้น เนื่องจากมีช่องเปิดที่หลังคาทำให้ที่ความเร็วลมระดับใช้งานชั้น 2 ต่ำกว่าอาคารแบบที่ 1

ตำแหน่งช่องเปิดบริเวณทางเข้าและทางออก สูงจากพื้น 0.40 เมตร ช่องเปิดกลางอาคารสูงจากพื้น 0.80 เมตร จะให้ความเร็วลมที่ระดับใช้งานสูงที่สุด ที่ชั้น 2 ระดับสูงจากพื้น 0.50 เมตร ที่สุดมีความเร็วลมสูงสุดคิดเป็น 12.3 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเปลี่ยนรูปแบบอาคารเป็นแบบที่ 2 จะทำให้ความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับสูงจากพื้น 0.50 เมตร สูงขึ้น เป็น 42.3 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Study of Sizes and Modes of Opening for Indoor Ventilation and Thermal Comfort on Townhouse in Bangkok with "CFD" Program
Student	Mr.Mati Sitisara
Student ID.	46061906
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	20068
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr.Preechaya Rungsiraksa

ABSTRACT

According to townhouses are designed to response the economic need, therefore, the ventilation problem to be suitable with the tropical weather is ignored. The residents have to solve this problem with the air conditioner installation instead.

Regarding to the test of the internal temperature in the building and the wind speed in the sample townhouses which were general favorable in Bangkok area by Flovent program, it found that this type of building often faced the problem about the higher temperature than the comfort zone and the wind speed less than 1.5 meters/second, especially in the nighttime when the accumulated heat in the materials, wall and roof were released. Therefore, the user widely installed the air conditioner to adjust the internal temperature to be in the comfort zone in the bedroom during the long rest time in the night. However, it wasted the electric energy and it was not concordant with the energy conservation policy of the country.

The purpose of this research was to study the size and the type of the opening to find the resolution for the heat and the low wind speed in the townhouses by the natural ventilation. Two types of townhouses were selected. The first one was the general townhouse while another one was the open roof designed for the natural ventilation to reduce the internal heat. In addition, there were 3 experiments as following;

1. The study of the relationship between the internal temperature and the opening under the roof to decrease the internal temperature and find out the suitable type of roof.

2. The study of the relationship between the internal wind speed and the size of the air vent opening which were equal size of 20%, 30% and 60%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. The study of the relationship between the external wind current, the internal wind speed and the entrance opening, the exit opening and the central opening. There were 3 levels above floor of the openings; 0.40 m., 0.80 m. and 2.00 m.

However, the result found that

- The second type of townhouses with the open roof effected to the internal temperature which was in the comfort zone more than the general townhouse; in the daytime during 6.00-12.00 a.m. and 1.00 - 6.00 a.m. during the nighttime. On the contrary, the first type of townhouses with the general gable roof was in the comfort zone during 11.00 a.m. - 14.00 p.m. in the daytime only.

- The temperature of the second townhouse with the open roof during 8.00 p.m.- 6.00 a.m. was lower than the first type for 2.64 Celsius.

- The size of the opening, the entrance 30% and the exit size 60% of the general roof had the highest average wind speed on the 2nd floor about 11% of the external wind speed.

- The size of the entrance 30% and the exit 60% of the open roof had the higher internal wind speed on the 2nd floor than the general roof.

- The position of the entrance and the exit was 0.40 m. height while the central opening was 0.80 m. height. Besides, the highest internal wind speed was about 14% of the external wind.

Thus, it could be concluded that the second type of roof had the effect to the wind current, the wind speed and the internal temperature which was equal with the external temperature nearly all the time but sometimes it was in the comfort zone. However, the maximum temperature was higher and the minimum temperature was lower than townhouses as well. The general type of roof seemed to be suitable for building use during the nighttime. Besides, the internal temperature in the first type of building was lower than the external temperature during the daytime only but it would increase more than the comfort zone whole day, therefore, it was proper for daytime use.

In addition, the size of the entrance 30% and the exit 60% had the highest average wind speed inside the building on the first floor with 0.90 meters height from the floor and the highest wind speed was 31.5 %. Anyway, on the second floor with 0.50 meters height from the floor, the highest wind speed was 11.2% when using the same entrance 30% and the exit 60%. This indicated that the second type of building would increase faster internal wind speed than the first type. Nevertheless, such internal wind speed would be lifted because there was the opening at the roof which made the wind speed on the second floor lower than the first building.

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณี ...

The position of the openings of entrance and exit with 0.40 meters height from the floor and the middle opening of the building with 0.80 meters height from the floor would affect to the highest wind speed. Moreover, on the second floor with 0.50 meters height from the floor, the highest wind speed was 12.3% but it would be accrued to 42.3% in the second building on the second floor with 0.50 meters height from the floor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อีก 2 ท่าน รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ และ รศ. กุสุมา ธรรมธำรง ที่ให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา รวมไปถึงคณาจารย์ทุกท่านในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. ที่ได้ให้ประสิทธิประศาสตร์วิชา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ ดร.จญาดา บุณยเกียรติ อาจารย์ทุกท่านและ บุคลากรแผนกวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรม FLOVENT 6.2 และกรุณาให้ใช้สถานที่และเครื่องมือการทดลองในครั้งนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ รัตน์ ตัณฑจำรูญ ที่สำหรับคำแนะนำ เกี่ยวกับโปรแกรม FLOVENT 6.2

ขอขอบคุณ อาจารย์ ดรุณี มงคลสวัสดิ์ สำหรับคำแนะนำ วิธีดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณ ครอบครัวของผู้วิจัย และเพื่อน ๆ สำหรับกำลังใจ และ ความช่วยเหลือทุกๆด้าน คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

มติ ศีติสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....IV

กิตติกรรมประกาศ.....VII

สารบัญ.....VIII

สารบัญตาราง.....XIII

สารบัญรูป.....XVI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....5

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....6

1.4 ขอบเขตการวิจัย.....7

1.5 ขั้นตอนการวิจัย.....8

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....12

1.7 ระยะเวลาการดำเนินการ.....13

บทที่ 2 สภาวะสบาย.....14

2.1 สภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort).....14

2.2 ดัชนีชี้วัดสภาวะน่าสบาย (Thermal comfort index).....17

2.3 ขอบเขตสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone).....21

2.4 การหาค่าสภาวะน่าสบาย.....22

2.5 ทฤษฎีรูปแบบการปรับตัว (Adaptive Model).....25

บทที่ 3 สภาพอากาศกรุงเทพมหานคร.....28

3.1 ภูมิอากาศของประเทศไทย.....28

3.2 สภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร ฯ.....29

3.3 ขอบเขตสภาวะสบายของกรุงเทพมหานคร.....40

3.4 ค่าสภาวะสบายของผู้คนในเขตกรุงเทพ ฯ จากผลการศึกษาภาคสนาม.....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ลมและการระบายอากาศในสถาปัตยกรรม....45

4.1 กระแสลมในธรรมชาติ....45

4.2 การระบายอากาศ (Ventilation)....48

4.3 การระบายอากาศธรรมชาติ (Natural ventilation)....50

4.4 การระบายอากาศโดยการพัดผ่านอาคารของลม....58

4.5 การระบายอากาศในอาคารพักอาศัย....59

4.6 ความเร็วของลมพื้นที่ผิวดิน....60

4.7 การคำนวณหาค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้อง....61

4.8 อัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศภายในห้อง....62

4.9 ขนาดช่องเปิด....63

4.10 ตำแหน่งความสูงของช่องเปิด....69

4.11 แนวการไหลเนื่องจากสิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้าและช่องเปิดทางออกของอากาศ....72

4.12 ชนิดของช่องเปิด....73

4.13 การจัดวางอาคารเพื่อรับลม (Orientation)....75

4.14 การจัดพื้นที่ภายในอาคารเพื่อรับลม (Planning) 78

4.15 กระแสลมภายในอาคาร (Airmovement in building)....80

4.16 การเคลื่อนที่ของอากาศรอบอาคาร....83

4.17 ความเร็วลมและระยะห่างระหว่างอาคาร....84

บทที่ 5 ลักษณะทางกายภาพและปัญหาของอาคารทาวน์เฮ้าส์....85

5.1 ขนาดของทาวน์เฮาส์....85

5.2 พื้นที่ใช้สอยและช่วงเวลากิจกรรมพื้นที่ใช้สอย....89

5.3 พฤติกรรมการใช้งานอาคารประเภททาวน์เฮ้าส์.. 92

5.4 ความสูงของทาวน์เฮาส์....95

5.5 อุณหภูมิภายในอาคารทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น....95

5.6 ความเร็วลมในอาคารทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น....101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Flovent).....107

6.1 การจำลองการระบายอากาศในงานสถาปัตยกรรม.....107

6.2 การคำนวณพลศาสตร์ของไหล.....107

6.3 การเปรียบเทียบการคำนวณพลศาสตร์ของไหลกับเครื่องมือจำลองอื่นๆ..... 111

6.4 การคำนวณพลศาสตร์ของไหลในงานสถาปัตยกรรม.....113

6.5 หลักการทำงานของโปรแกรม Flovent.. 117

6.6 ขั้นตอนในการทดลองโปรแกรม Flovent 6.2.....123

บทที่ 7 การดำเนินการวิจัย.....124

7.1 การเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการทดลอง.....124

7.1.1 รูปแบบของทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ในการทดลองแบบที่ 1.....124

7.1.2 รูปแบบของทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ในการทดลองแบบที่ 2.....128

7.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับโปรแกรม Flovent 6.2.....133

7.2.1 ช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบ.....134

7.2.2 อุณหภูมิภายนอกอาคาร.. 136

7.2.3 ทิศทางลมและความเร็วลม ภายนอกอาคาร.. 137

7.3 วิธีการทดลอง.....141

7.3.1 กรณีการทดลองที่ 1.....142

7.3.2 กรณีการทดลองที่ 2.....143

7.3.3 กรณีการทดลองที่ 3.....144

7.3.4 ตำแหน่งเครื่องวัด... 146

7.4 แบบอาคารที่ใช้ในการทดลอง.....150

7.4.1 รูปแบบทาวน์เฮาส์ การทดลองที่ 1. 150

7.4.2 รูปแบบทาวน์เฮ้าส์ การทดลองที่ 2.....155

7.4.3 รูปแบบทาวน์เฮ้าส์ การทดลองที่ 3.....159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 8 ผลการทดลอง.....165

8.1 ผลการทดลองที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในอาคาร กับช่องเปิดใต้หลังคา.....165

8.1.1 ผลการทดลองกรณีที่ 1.1.....165

8.1.2 ผลการทดลองกรณีที่ 1.2.....168

8.1.3 ผลการทดลองกรณีที่ 1.3.....171

8.1.4 ผลการทดลองกรณีที่ 1.4.....174

8.1.5 ผลการทดลองกรณีที่ 1.5.....177

8.1.6 สรุปผลการทดลองที่ 1.....180

8.2 ผลการทดลองที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายในอาคารกับขนาดช่องเปิดทางเข้าและ ช่องเปิดทางออก.....183

8.2.1 ผลการทดลองกรณี 2.1.....183

8.2.2 ผลการทดลองกรณี 2.2.....195

8.2.3 ผลการทดลองกรณี 2.3.....207

8.2.4 ผลการทดลองกรณี 2.4.....219

8.2.5 ผลการทดลองกรณี 2.5.....223

8.2.6 สรุปผลการทดลองที่ 2.....227

8.3 ผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมภายในอาคารกับตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคาร.....231

8.3.1 ผลการทดลองกรณี 3.1.....231

8.3.2 ผลการทดลองกรณี 3.2.....234

8.3.3 ผลการทดลองกรณี 3.3.....237

8.3.4 ผลการทดลองกรณี 3.4.....240

8.3.5 ผลการทดลองกรณี 3.5.....243

8.3.6 ผลการทดลองกรณี 3.6.....246

8.3.7 ผลการทดลองกรณี 3.7.....249

8.3.8 สรุปผลการทดลองที่ 3.....252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 9 สรุปผลการทดลอง และ ข้อเสนอแนะ. 259
9.1 สรุปผลการทดลอง (กรณี 1.1-1.5) 259
9.1.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารที่สูงเกินขอบเขตบนสภาวะสบาย.....259
9.1.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ที่อยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย...263
9.2 สรุปผลการทดลองที่ 2 (กรณี 2.0-2.4)..... 265
9.3 สรุปผลการทดลองที่ 3 (กรณี 3.1-3.6) 267
9.4 ปัญหา และข้อเสนอแนะ..... 268

บรรณานุกรม. 270

ภาคผนวก.....271

ประวัติผู้เขียน.. 275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ปริมาณความต้องการไฟฟ้ารายอุปกรณ์ จำแนกเขตการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ.2541....1

1.2 ช่วงเวลาใช้งานห้องต่าง ๆ ในอาคารทาวน์เฮ้าส์ วันจันทร์ – วันศุกร์....3

1.3 ช่วงเวลาใช้งานห้องต่าง ๆ ในอาคารทาวน์เฮ้าส์ วันเสาร์ – วันอาทิตย์....4

1.4 ช่วงเวลาใช้งานห้องต่าง ๆ ในอาคารทาวน์เฮ้าส์ 1 อาทิตย์....4

1.5 แสดงกระบวนการดำเนินการวิจัย....13

2.1 Range of indice....21

3.1 ข้อมูลภูมิอากาศ กรุงเทพมหานคร (ปี พ.ศ.2540-2549) 30

3.2 แสดงอุณหภูมิ เฉลี่ยสูงสุดรายเดือนรอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549)....31

3.3 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด รายเดือนรอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549) 32

3.4 แสดงความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด รายเดือนรอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549) 33

3.5 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด รายเดือนรอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549)....33

3.6 ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสภาวะสบายของกรุงเทพมหานคร....41

4.1 ตัวเลข Beaufort จะบอกถึงความเร็วลมที่เกิดขึ้นโดยไม่ต้องมีเครื่องวัดลมจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง....45

4.2 ความเร็วลมภายในอาคารกับสภาวะนำสบาย(Stein, Reynold. 8 th Edition)....48

4.3 แสดงความต้องการปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาภายในห้องต่างๆ....49

4.4 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมและตามมาตราใน Beaufort wind –forcescale....60

4.5 แสดงค่าตัวแปรคงที่ที่ใช้คำควณ อัตราส่วนช่องเปิดลมทางเข้าและทางออก....62

4.6 แสดงผลกระทบของตำแหน่งหน้าต่างและทิศทางกระแสลมต่อค่าความเร็วลมเฉลี่ย....64

4.7 แสดงผลกระทบขนาดหน้าต่างในห้องซึ่งไม่มีการพัดผ่านตลอดของกระแสลมต่อความเร็วลมเฉลี่ย(ร้อยละต่อความเร็วภายนอก) 66

4.8 แสดงผลกระทบขนาดช่องเปิดลมเข้าและช่องเปิดลมออกซึ่งมีการพัดผ่านตลอดของกระแสลมต่อความเร็วลมเฉลี่ยและความเร็วลมสูงสุด (ร้อยละต่อความเร็วภายนอก)....66

5.1 แสดงช่วงเวลาการทำกิจกรรมของผู้อาศัยทาวน์เฮ้าส์ในวันจันทร์ – วันศุกร์....93

5.2 แสดงพฤติกรรมและช่วงเวลาใน 1 วันของการใช้พื้นที่ส่วนต่าง ๆ

(ก) วันที่ต้องไปทำงาน ประมาณ 5-6 วันต่อสัปดาห์วันหยุด ประมาณ1-2 วันต่อสัปดาห์

(ข) ช่วงเวลาการใช้ห้องต่างๆ ชั่วโมง / สัปดาห์....94

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

6.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติเครื่องมือการจำลองการระบายอากาศประเภทต่างๆ.....113

7.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับโปรแกรม Flovent 6.2.....133

7.2 ค่าวัสดุ (Material's properties) สำหรับโปรแกรม Flovent 6.2.....136

7.3 พื้นผิววัสดุ (Surface's properties) สำหรับโปรแกรม Flovent 6.2.....136

7.4 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี ที่ใช้การทดลองราย 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2540-2549)… 137

7.5 ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี ที่ใช้การทดลองราย 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2540-2549) 138

7.6 อุณหภูมิท้องฟ้าเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี ที่ใช้ในการทดลองราย 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2540-2549) 140

7.7 กรณีศึกษาทั้งหมด.....141

7.8 แสดงตัวแปรการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในอาคารกับ ช่องเปิดใต้หลังคา.....142

7.9 แสดงตัวแปรการทดลองและลำดับการทดลอง ความสัมพันธ์ความเร็วลมภายในอาคารกับขนาดช่องเปิด.....144

7.10 แสดงตัวแปรการทดลองความสัมพันธ์ความเร็วลมภายในอาคารกับตำแหน่งช่องเปิด.....145

9.1 เปรียบเทียบความต่างระหว่างอุณหภูมิภายในอาคารและภายนอกอาคาร กรณี 1.1-1.5.....259

9.2 เปรียบเทียบจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในขอบเขตสบาย กรณี 1.1-1.5..... 264

9.3 จัดอันดับความเร็วลมภายในอาคาร การทดลองเรื่องช่องเปิดทางเข้า และทางออกทุกกรณี (กรณี 2.0-2.4) 265

9.4 จัดอันดับความเร็วลมภายในอาคาร การทดลองเรื่อตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคาร ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6).....267

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของประเทศไทย พ.ศ. 2545.....1

1.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนที่อยู่อาศัยแยกตามประเภทใน กทม. และปริมณฑล ปี 2547.....2

1.3 แสดงขอบเขตสบายของมนุษย์ที่ขยายขอบเขตขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วลม.....5

2.1 การถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม (Koenigsberger 1973) 16

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี PMV และค่าดัชนี PPD.....18

2.3 แผนภูมิสภาวะสบาย (Bioclimatic Chart).. 22

3.1 แสดงตำแหน่งจังหวัดกรุงเทพมหานคร.....28

3.2 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดรายเดือน รอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549) 32

3.3 กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดรายเดือน รอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549).....34

3.4 ชั่วโมงแดด กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549.....34

3.5 ปริมาณการระเหยกลายเป็นไอ กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549.....35

3.6 ปริมาณฝน กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549.....35

3.7 ปริมาณวันที่ฝนตก กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549.....36

3.8 ความเร็วลม กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549.....36

3.9 ทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ย กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540 – 2549.....37

3.10 แสดงทิศทาง ,ความถี่ และความเร็ว ลมเฉลี่ย กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540 – 2549 (เดือนมกราคม – มิถุนายน) 38

3.11 แสดงทิศทาง ,ความถี่ และความเร็ว ลมเฉลี่ย กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540 – 2549 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม) 39

3.12 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2539- 2549เปรียบเทียบกับช่วงอุณหภูมิที่อยู่ในเขตสภาวะสบาย.....42

3.13 แผนภูมิไซโครเมตริก แสดงภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบกับขอบเขตสภาวะสบาย.....43

3.14 แผนภูมิไซโครเมตริก แสดงภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบกับขอบเขตสภาวะสบายและกลวิธีการเพิ่มสภาวะสบายด้วยการระบายอากาศ (Air movement effect).....43

4.1 แสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมเนื่องจากแรงลม (ภาพซ้าย) และจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (ภาพขวา) 51

4.2 แสดงลักษณะการไหลของอากาศรูปแบบต่างๆ. 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 แสดงลักษณะการระบายอากาศด้านเดียวแบบ sigle-side single opening(ภาพซ้าย) และแบบ single-side double opening (ภาพขวา).....54

4.4 แสดงลักษณะการระบายอากาศแบบผ่านตลอด (cross ventilation) 54

4.5 ผังกระจายความกดดันอากาศรอบ ๆ อาคาร 56

4.6 รูปแสดงการกระจายความกดดันอากาศรอบ ๆ อาคารเมื่อมีลมมาปะทะ.....57

4.7 แสดงการแบ่งประเภทห้องในอาคารพักอาศัยตามหลักการระบายอากาศ.....60

4.8 แสดงขอบเขตของพื้นที่เงาลมเมื่อกระแสลมพัดมาในทิศทางตั้งฉากและทำมุม 45 องศากับอาคาร. 63

4.9 แสดงความสัมพันธ์ของความเร็วลมภายนอกและภายในห้องเมื่อช่องเปิดลมเข้าและช่องเปิดลมออกมีขนานต่างๆ กัน.....65

4.10 แสดงความเร็วลมเฉลี่ย ภายในห้องที่มี cross ventilation แต่ละช่องเปิดขนาดไม่เท่ากัน.....67

4.11 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในของขนาดช่องเปิดทางเข้าและทางออกแต่ละแบบเป็นเปอร์เซ็น.....68

4.12 เปรียบเทียบความเร็วลมที่ผ่านเข้ามาภายในห้อง เมื่อขนาดของช่องเปิดแตกต่างกัน (โดยให้ความเร็วลมภายนอกเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์).....68

4.13 แสดงการเบี่ยงเบนของกระแสลมเนื่องจากตำแหน่งความสูงของช่องเปิด.....69

4.14 แสดงตำแหน่งของช่องเปิดที่ต่างกันทำให้เกิดความ แตกต่างของอุณหภูมิ.....69

4.15 แสดงตำแหน่งหน้าต่างและระยะการวางเฟอร์นิเจอร์.. 70

4.16 แสดงลักษณะของกระแสลมเมื่อช่องทางเข้าและออกอยู่สูงเหนือศีรษะทั้งสองช่องทาง.....71

4.17 แสดงลักษณะกระแสลมเมื่อช่องทางเข้าและออกอยู่ในระดับร่างกาย (Body Zone) ทั้ง 2 ช่อง.....71

4.18 แสดงเมื่อลักษณะกระแสลมเมื่อช่องทางเข้าสูงกว่าช่องทางออก.....71

4.19 ลักษณะของกระแสลมเมื่อช่องทางเข้าอยู่ในตำแหน่งต่ำกว่าช่องทางออก.....72

4.20 การใช้ชายคาระดับช่องเปิดและอุปกรณ์ประกอบช่องเปิดทางเข้าทำให้เกิดการระบายอากาศได้ดีขึ้น.....73

4.21 การใช้ชายคาและลานเกล็ด ทำให้เกดการไหลเวียนของอากาศที่แตกต่างกัน.....73

4.22 แสดงประสิทธิภาพในการไหลของอากาศผ่านช่องเปิดชนิดต่างๆ.....74

4.23 หน้าต่าง (A) เปิดเมื่อต้องการถ่ายเทอากาศร้อนในระดับฝ้าเพดานในช่วงเวลากลางวัน หน้าต่าง(B) เปิดเมื่อต้องการลมในระดับ Body Zone และนำอากาศเย็นเข้าสู่อาคาร.....75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.24 การจัดวางอาคารในเขตกรุงเทพที่มีผลต่อการโคจรดวงอาทิตย์และกระแสลม.....77

4.25 การเลือกใช้วิธีการวางผนังที่ถูกต้อง จะช่วยให้อากาศไหลผ่านส่วนที่ต้องการ.....78

4.26 แสดงตัวอย่างการแบ่งส่วนพื้นที่ภายในโดยใช้การแบ่งพื้นที่แบบ "Open Plan" เพื่อให้การระบายอากาศโดยธรรมชาติเป็นไปได้โดยสะดวก.....79

4.27 ตัวอย่างการจัดพื้นที่และผนังภายในเรือนแถวทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น ในเมืองทูมาโกประเทศโคลัมเบีย.....80

4.28 ลักษณะการจัดให้ห้องส่วนหน้าและส่วนหลังอยู่ในชั้นเดียวกัน แม้จะมีการจัดพื้นที่ภายในแบบ "Open Plan" ถ้าห้องส่วนหน้าซึ่งรับลมมีการปิดหน้าต่างจะทำให้ห้องส่วนหลังไม่เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติด้วย.....81

4.29 แสดงทาวน์เฮ้าส์กรณีศึกษาจัดให้ห้องส่วนหน้าและส่วนหลังอยู่คนละระดับกันเพื่อให้เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติด้วย.....81

4.30 ลักษณะการจัดห้องส่วนหน้าและส่วนหลังต่างระดับกันจะทำให้ห้องส่วนหลังมีโอกาสในการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้ดีกว่า.....82

4.31 ลักษณะการจัดห้องส่วนหน้าและส่วนหลังต่างระดับกันจะทำให้ห้องส่วนหลังมีโอกาสในการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้ดีกว่า.....82

4.32 แสดงการเคลื่อนที่ของอากาศรอบอาคาร. 83

4.33 แสดงระยะอับลมด้านหลังของอาคาร ซึ่งจะเท่ากับ 4 เท่าของความสูงอาคารการวางอาคารให้รับลมได้ดีจึงไม่ควรวางในระยะอับลม.....84

5.1 แสดงตัวอย่างบ้านทาวน์เฮาส์ขนาดเล็ก 16 ตารางวา กว้าว 4 เมตร 2 ห้องนอน 2 ห้องน้ำของหมู่บ้านจัดสรรแห่งหนึ่ง.....86

5.2 แสดงตัวอย่างแบบบ้านทาวน์เฮาส์ขนาดใหญ่ ขนาด 20 ตารางวา กว้าง 6 เมตร 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ ของหมู่บ้านจัดสรรแห่งหนึ่ง.....87

5.3 แสดงตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์แบบพิเศษ ขนาด 37 ตารางวา กว้าง 6.5 เมตร 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ ของหมู่บ้านจัดสรรแห่งหนึ่ง.....88

5.4 แสดงลักษณะทางเข้าและที่จอดรถของทาวน์เฮาส์..... 90

5.5 แสดงลักษณะการจัดพื้นที่ใช้สอยชั้นล่างของทาวน์เฮาส์.....90

5.6 แสดงลักษณะการจัดพื้นที่ใช้สอยส่วนหลังบ้านของทาวน์เฮาส์.....91

5.7 แสดงลักษณะการจัดพื้นที่ใช้สอยส่วนชั้นบนของทาวน์เฮาส์.....92

5.8 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดพื้นที่ใช้สอยในทาวน์เฮาส์.....95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.9 แปลนชั้น 1 อาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไปที่ใช้ในการทดสอบปัญหาด้านอุณหภูมิ....96
5.10 แปลนชั้น 2 อาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไปที่ใช้ในการทดสอบปัญหาด้านอุณหภูมิ และความเร็วลม....96
5.11 รูปตัดแสดงฝ้าเพดานภายนอกอาคาร และวัสดุหลังคาของทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป. 97
5.12 รูปแบบและขนาดหน้าต่าง ของทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป. 97
5.13 แสดงรูปมุมมองภายนอกอาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป....98
5.14 แสดงรูปตัดอาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไปทีใช้ทดลองด้านอุณหภูมิภายในอาคารจะปิดช่องเปิดด้านหน้าและด้านหลังในการทดลอง....98
5.15 แสดงตำแหน่งเครื่องวัด ในการทดสอบปัญหา ในอาคารทาวน์เฮ้าส์แบบทั่วไป....99
5.16 รูปตัดอาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป ที่ใช้ในการทดสอบใน Program FLOVENT 6.2....100
5.17 อุณหภูมิในอาคารทาวน์เฮ้าส์ ทั่วไป ที่ระดับชั้น 1 และชั้น 2 เปรียบเทียบกับขอบเขตสภาวะสบายกรุงเทพ. 100
5.18 แสดงแสลมและความเร็วลมภายในอาคารทาวน์เฮ้าส์....101
5.19 รูปตัด แสดงความเร็วลมภายในอาคาร....102
5.20 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 0.90 เมตร ที่ชั้น 1....102
5.21 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 1.20 เมตร ที่ชั้น 1....103
5.22 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 0.50 เมตร ที่ชั้น 2. 103
5.23 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 0.90 เมตร ที่ชั้น 2....104
5.24 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 1.20 เมตร ที่ชั้น 2....104
5.25 เปรียบเทียงความเร็วลมที่ระดับ 1.20 ทั้ง 2 ชั้น....105
5.26 เปรียบเทียงความเร็วลมที่ระดับ 0.90 ทั้ง 2 ชั้น....105
6.1 อาคารตัวอย่าง (Houghton Hall) Houghton Hall....108
6.2 อาคารตัวอย่าง (Houghton Hall) Houghton Hall เป็นอาคารสำนักงานที่ใช้การระบายอากาศด้วยลม และพัฒนาการออกแบบด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล cfd โดยใช้โปรแกรม flovent..... 109
6.3 แสดงรูปตัดอาคาร Houghton Hall....110
6.4 แสดงรูปตัดหุ่นจำลอง Houghton Hall ที่สร้างในโปรแกรม flovent. 110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

6.5 แสดงผลการคำนวณเป็นกราฟิกสี และเวกเตอร์ของความเร็วอากาศของงานออกแบบ อาคารการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ซ้อนทับกับภาพร่างรูปตัดขวาของอาคารหลังเดียวกันที่แสดงลักษณะการไหลเวียนของอากาศด้วยศรฉลาด (Smart arrows) 111
6.6 การใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล ศึกษางานสถาปัตยกรรมในระดับเมือง (Large-scale Environmental Flows) 114
6.7 การใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล ศึกษางานสถาปัตยกรรมในระดับเมือง.....115
6.8 การใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล ศึกษางานสถาปัตยกรรมในระดับเมือง.....115
6.9 แสดงขอบเขตการทำงานของโปรแกรม Flovent..... 117
6.10 แสดงหลักการนำและการพาความร้อนในโปรแกรม flovent.. 118
6.11 แสดงลักษณะอาคารทั้งภายนอก และภายในอาคาร ที่สามารถใช้โปรแกรม FLOVENT ได้.....119
6.12 แสดงสมการทางคณิตศาสตร์ (Navier – Storkes) สำหรับการประมวลข้อมูลทางลม.....120
6.13 แสดงสมการทางคณิตศาสตร์ สำหรับการประมวลข้อมูลทางลม.....121
6.14 แสดงสมการทางคณิตศาสตร์ สำหรับการประมวลข้อมูลทางลม.....122
6.15 แสดงขั้นตอนการทำงานโปรแกรม Flovent 6.2.. 123
7.1 แสดงแปลนชั้น 1 ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1.....124
7.2 แสดงแปลนชั้น 2 ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1.....125
7.3 แสดงรูปตัด ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1.....125
7.4 แสดงรูปด้านหน้า ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1.....126
7.5 แสดงรูปด้านหลัง ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1.....126
7.6 แสดงรูปด้านข้าง ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1.....127
7.7 ทัศนียภาพทาวน์เฮ้าส์แบบที่ 1 ด้านหน้าด้านซ้ายและด้านขวา.....127
7.8 ลักษณะการไหลของอากาศเนื่องจาก แรงลอยตัว (Buoyancy Force) เนื่องจากการระบายอากาศ ในขณะที่กระแสลมพัดผ่านอาคาร.....128
7.9 รูปตัดแบบทาวน์เฮ้าส์แบบที่ 2 แสดงหลักการออกแบบเพื่อลดความดันอากาศภายในอาคาร และ แก้ไขปัญหาด้านอุณหภูมิสูงภายในอาคาร.....129
7.10 แสดงแปลนชั้น 1 ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2.....129
7.11 แสดงแปลนชั้น 2 ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2..... 130
7.12 แสดงรูปตัด ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2. 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

7.13 แสดงรูปด้านหน้า ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2 131

7.14 แสดงรูปด้านหลัง ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2 131

7.15 แสดงรูปด้านข้าง ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2 132

7.16 ทัศนียภาพทาวน์เฮ้าส์แบบที่ 2 ด้านหน้าด้านซ้ายและด้านขวา 132

7.17 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนรอบ 10 ปี พ.ศ.2540-2549 134

7.18 เปรียบเทียบขอบเขตน่าสบายของกรุงเทพรอบ 10 ปี กับอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง เดือนเมษายน รอบ 10 ปี พ.ศ.2540-2549 135

7.19 ทิศทาง ความเร็วลม และความถี่ ของลมเดือนเมษายน รอบ 10 ปี พ.ศ.2540-2549 139

7.20 แสดงตำแหน่งเครื่องวัดบริเวณพื้นชั้น 1 (วัดอุณหภูมิ) 146

7.21 แสดงตำแหน่งเครื่องวัดบริเวณพื้นชั้น 2 (วัดอุณหภูมิ) 147

7.22 แสดงตำแหน่งเครื่องวัดบริเวณพื้นชั้น 1 (วัดลม) 147

7.23 แสดงตำแหน่งเครื่องวัดบริเวณพื้นชั้น 2 (วัดลม) 148

7.24 ตำแหน่งเครื่องวัดที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้น 1 และชั้น 2 มองจากรูปตัด 148

7.25 ตำแหน่งเครื่องวัดที่ใช้วัดลมภายในอาคาร ชั้น 1 และชั้น 2 มองจากรูปตัด 149

7.26 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.1 150

7.27 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.2 151

7.28 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.3 152

7.29 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.4 153

7.30 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.5 154

7.31 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 2.1 155

7.32 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 2.2 156

7.33 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 2.3 157

7.34 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 2.4 158

7.35 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.1 159

7.36 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.2 160

7.37 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.3 161

7.38 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.4 162

7.39 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.5 163

7.40 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.6. 164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

8.1 รูปตัดกรณีที่ 1.1.....166

8.2 รูปตัดผลการทดลองกรณี 1.1 แบบไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา ใช้รูปแบบอาคารแบบที่ 1.....166

8.3 ผลการทดลอง กรณี 1.1 (แบบไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา หลังคากระเบื้องคอนกรีต แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่าง และชั้นบน เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะสบาย.....167

8.4 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.1 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย รอบ 24 ชั่วโมง.. 168

8.5 แสดงรูปตัดกรณีที่ 1.2.....169

8.6 แสดงรูปตัดผลการทดลอง กรณี 1.2 มีช่องเปิดใต้หลังคาแนวตั้งกว้าง 0.50 เมตร ใช้รูปแบบอาคารแบบที่ 1.....169

8.7 แสดงแผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.2 แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่างและชั้นบน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะสบาย.....170

8.8 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.2 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย รอบ 24 ชั่วโมง.....171

8.9 แสดงรูปตัด กรณีที่ 1.3.....172

8.10 แสดงรูปตัดผลการทดลองกรณี 1.3 มีช่องเปิดใต้หลังคาแนวตั้งกว้าง 0.50 เมตร ใช้รูปแบบอาคารแบบที่ 1.....172

8.11 แผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.3 แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคารชั้นล่าง และชั้นบน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอก และขอบเขตสภาวะสบาย.....173

8.12 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.3 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย รอบ 24 ชั่วโมง.....174

8.13 แสดงรูปตัด กรณีที่ 1.4.. 175

8.14 แสดงรูปตัดผลการทดลอง กรณี 1.4 มีช่องเปิดใต้หลังคาแนวตั้งกว้าง 1.00 ม. รูปแบบอาคารแบบที่ 1.....175

8.15 แผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.4 แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่างและชั้นบน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะน่าสบาย.....176

8.16 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.4 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบายรอบ 24 ชั่วโมง.....177

8.17 แสดงรูปตัด กรณีที่ 1.5.. 178

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

8.18 แสดงรูปตัดผลการทดลองกรณี 1.5 มีช่องเปิดใต้หลังคากว้าง 0.50 เมตร และช่องเปิดกลางหลังคากว้าง 1.00 เมตร ใช้รูปแบบหลังคาแบบที่ 2.....178
8.19 แผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.5 แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่างและชั้นบน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะน่าบาย.....179
8.20 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.5 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย รอบ 24 ชั่วโมง.....180
8.21 แผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.1-1.5 แสดงอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่าง กรณี 1.1-1.5 (ด้านซ้าย) แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้นบน (ด้านขวา) เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะสบาย.....182
8.22 รูปตัดกรณี 2.1.....183
8.23 รูปตัดกระแสลม และความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 2.1.....184
8.24 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.50 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.1. 185
8.25 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.90 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.1.....186
8.26 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 1.20 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.1.....187
8.27 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.50 ม. กรณี 2.1.....188
8.28 ความเร็วลมภายในอาคารายชั่วโมง ชั้น 2ระดับความสูง 0.50 ม.กรณี 2.1.....188
8.29 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.1.....189
8.30 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.1.....189
8.31 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.1.....190
8.32 ความเร็วลมภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.1.....190
8.33 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.1.....191
8.34 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.1.....191
8.35 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.1.....192
8.36 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.1.....192
8.37 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบความความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น1 และชั้น 2 กรณี 2.1.....193
8.38 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคาร เป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1 และชั้น 2.....194

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

8.39 แสดงรูปตัดกรณี 2.2.....195

8.40 แสดงรูปตัด กระแสลมและความเร็วภายในชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.2.....196

8.41 แสดงรูปตัด กระแสลมและความเร็วภายในชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.2.....197

8.42 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.50 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.2.....198

8.43 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.90 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.2.....199

8.44 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 1.20 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.2.....200

8.45 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.50 ม. กรณี 2.2.....201

8.46 ความเร็วลมภายในอาคารายชั่วโมง ชั้น 2ระดับความสูง 0.50 ม. กรณี 2.2.....201

8.47 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.2.....202

8.48 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.2.....202

8.49 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.2.. 203

8.50 ความเร็วลมภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.2.....203

4.51 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.2.....204

4.52 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.2.. 204

4.53 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.2.....205

4.54 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.2.....205

4.55 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคาร เป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1 และชั้น 2 กรณี 2.2.....206

4.56 การทดลองกรณี 2.3.....207

8.57 แสดงรูปตัด กระแสลมและความเร็วภายในชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.3.....208

8.58 แสดงรูปตัดกระแสลม และความเร็วลมภายในอาคารกรณี 2.2.....209

4.59 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.50 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.3.....210

8.60 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.90 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.3.....211

8.61 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 1.20 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.3.....212

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

8.62 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.50 ม. กรณี 2.3.....213

8.63 ความเร็วลมภายในอาคารายชั่วโมง ชั้น 2 ระดับความสูง 0.50 ม.กรณี 2.3.....213

8.64 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.3. 214

8.65 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.3.....214

8.66 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.3.....215

8.67 ความเร็วลมภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.3. 215

8.68 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.3. 216

8.69 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.3.....216

8.70 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.3.....217

8.71 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.3.....217

8.72 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคาร เป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1 และชั้น 2 กรณี 2.3.....218

8.73 รูปตัดการทดลองกรณี 2.4.....219

8.74 แสดงแผนภูมิความเร็วลมภายในชั้น 1 –ชั้น 2 กรณี 2.4.....220

8.75 แสดงรูปตัดกระแสลมและความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 2.4.....221

8.76 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคารเป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.4... 222

8.77 แสดงรูปตัดการทดลองกรณี 2.5.....223

8.78 แสดงตำแหน่งจุดวัด ชั้น 1-ชั้น 2 กรณี 2.5.....224

8.79 แสดงรูปตัดกระแสลมและความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 2.5. 225

8.80 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคารเป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.5.....226

8.81 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 และชั้น 2 ทุกระดับ ทุกกรณี (กรณี 2.1-2.5) 227

8.82 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ +0.50 ทุกกรณี (กรณี 2.1-2.5).....227

8.83 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ +0.90 ทุกกรณี.....228

8.84 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ +1.20 ทุกกรณี (กรณี 2.1-2.5)..228

8.85 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 ระดับ + 0.90 ทุกกรณี.....229

8.86 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 ระดับ + 1.20 ทุกกรณี (กรณี 2.1-2.5).....229

8.87 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.1.. 231

8.88 รูปตัดความเร็วลมภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.1.....232

8.89 รูปตัดกระแสลม ภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.1.....232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

8.91 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.2.....234

8.92 รูปตัดความเร็วภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.2. 235

8.93 รูปตัดกระแสลมภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.2.....235

8.94 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.2 เป็นเปอร์เซ็นต์.....236

8.95 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 3.3.....237

8.96 รูปตัดความเร็วภายในอาคารการทดลอง กรณี 3.3.. 238

8.97 รูปตัดกระแสลม ภายในอาคารการทดลอง กรณี 3.3.....238

8.98 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.3 เป็นเปอร์เซ็นต์.....239

8.99 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1-ชั้น 2 กรณี 3.4.....240

8.100 รูปตัดความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 3.4. 241

8.101 รูปตัดกระแสลม ลมภายในอาคาร กรณี 3.4.....241

8.102 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1-ชั้น 2 กรณี 3.4 เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์.....242

8.103 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.5.....243

8.104 รูปตัดกระแสลมภายในอาคาร กรณี 3.5.....244

8.105 รูปตัดความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 3.5.. 244

8.106 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.5 เป็นเปอร์เซ็นต์....245

8.107 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.6.....246

8.108 รูปตัดกระแสลมภายใน อาคาร กรณี 3.6.....247

8.109 รูปตัดความเร็วลมภายใน อาคาร กรณี 3.6.....247

8.110 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1-ชั้น 2 กรณี 3.6 เป็นเปอร์เซ็นต์.....248

8.111 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.7.....249

8.112 รูปตัดความเร็วภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.7.. 250

8.113 รูปตัดกระแสลมภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.7.....250

8.114 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.7 เป็นเปอร์เซ็นต์.....251

8.115 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 – ชั้น 2 ทุกระดับ ของทุกกรณี (กรณี 3.1-3.7).. 253

8.116 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 ระดับ 0.90 ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6).....254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

8.117 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 ระดับ 1.20ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6).....255

8.118 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ 0.50 ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6).. 256

8.119 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ 0.90 ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6).....257

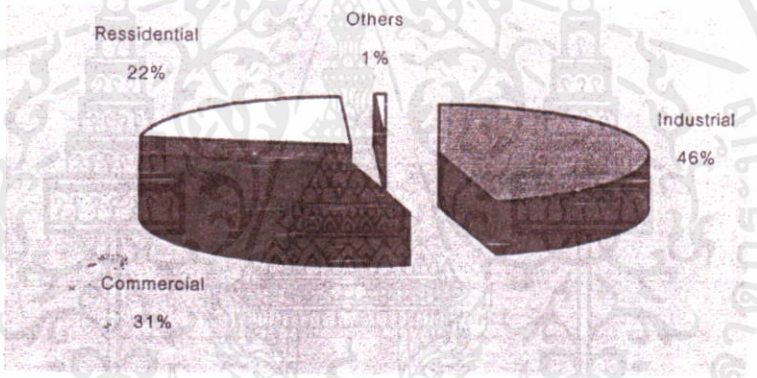
8.120 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ 1.20ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6).....258

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากข้อมูลของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2544 ความต้องการใช้ไฟฟ้าในส่วนของบ้านและที่พักอาศัย คิดเป็นร้อยละ 22 ของความต้องการบริโภคไฟฟ้าทั้งหมด ซึ่งมากเป็นอันดับสามรองลงมาจากภาคคมนาคมและอุตสาหกรรมและคาดการณ์ว่าการบริโภคจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 6 ต่อปีเนื่องจากการขยายตัวทางเศรษกิจและสังคม และการบริโภคไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศภายในที่พักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานครคิดเป็นสัดส่วนถึง 33.3 %ของสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในที่พักอาศัย (ดูรูปที่ 1.1 และตารางที่ 1.1)



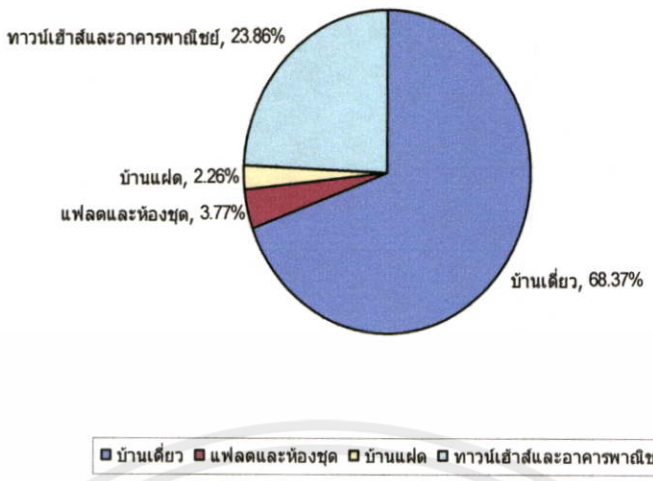
รูปที่ 1.1 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของประเทศไทย พ.ศ. 2545

(ที่มา สำนักสถิตแห่งชาติ)

ตารางที่ 1.1 ปริมาณความต้องการไฟฟ้ารายอุปกรณ์ จำแนกเขตการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ.2541

อุปกรณ์	การไฟฟ้านครหลวง			การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค		
	จำนวนอุปกรณ์ (000)	ปริมาณไฟฟ้า (GWh)	%	จำนวนอุปกรณ์ (000)	ปริมาณไฟฟ้า (GWh)	%
เครื่องปรับอากาศ	1,310	2,338	33.3%	688	1,963	16.4%
ตู้เย็น	1,690	1,248	17.8%	7,406	2,592	21.7%
หม้อหุงข้าว	1,781	768	10.9%	11,055	2,784	23.3%
หลอดฟลูออเรสเซนต์	10,760	546	7.8%	48,802	945	7.9%
พัดลม	2,609	439	6.2%	20,376	890	7.5%
โทรทัศน์	3,521	339	4.8%	13980	1,113	9.3%
เตารีด	1,630	147	2.1%	n/a	n/a	n/a
หลอดไส้	1,590	84	1.2%	n/a	n/a	n/a
เครื่องซักผ้า	463	78	1.1%	n/a	n/a	n/a
อื่นๆ	1,662	1,033	14.7%	35,400	1,657	13.9%
รวม		7,019	100%		11,944	100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนที่อยู่อาศัยแยกตามประเภทใน กทม. และปริมณฑล ปี 2547

ทาวน์เฮ้าส์หรือบ้านแถวในกรุงเทพมหานครมีปริมาณมากคิดเป็นสัดส่วน 23.86% ของประเภทที่พักอาศัยทั้งหมด (ดูรูปที่ 1.2) และการออกแบบทาวน์เฮ้าส์มักจะมีช่องเปิดเพียง 2 ด้านทำให้การระบายอากาศภายในอาคาร ไม่ดีเกิดการสะสมความร้อนภายในอาคาร ปัญหาเหล่านี้ผู้อาศัยมักจะแก้ไขด้วยการปรับอากาศ โดยซื้อเครื่องปรับอากาศมาติดเพื่อสร้างความสบาย เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาจึงเป็นที่มาของการศึกษาหาแนวทางการสร้างสภาวะน่าสบาย (Thermal comfort) และคุณภาพอากาศภายในอาคาร (indoor air quality) ด้วยการการระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural ventilation) เพื่อเป็นการลดปริมาณการบริโภคพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

จากตารางที่1.1 เห็นได้ว่าอัตราส่วนของการใช้พลังงาน การปรับอากาศในเขต กทม. มีปริมาณสูงที่สุดเมื่อ เทียบกับการใช้พลังงานประเภทอื่น ๆ ในการปรับลดปริมาณการใช้พลังงานจึงจำเป็นต้องปรับลดการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยการสร้างสภาวะน่าสบายที่พอเพียงให้กับอาคารด้วยการออกแบบ ด้วยวิธี ในการศึกษานี้มีจุดประสงค์ เพิ่มความน่าสบายทางอุณหภูมิ โดยเพิ่มการเคลื่อนไหวของอากาศ (Air movement) ภายในอาคาร โดยเน้นการศึกษาในเรื่องของลักษณะขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดในอาคาร

อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ โดยทั่วไปนั้น จะเกิดปัญหาเรื่องการระบายอากาศ จากการพิสูจน์ตัวอย่างของปัญหาพบว่า ในห้องนอนด้านหน้าและ ด้านหลังไม่สามารถระบายอากาศได้ทำให้ผู้อาศัยจำเป็นต้องแก้ปัญหา ด้วยการติดเครื่องปรับอากาศ และใช้เครื่องปรับอากาศเกือบตลอดเวลา จากตารางที่ 1.2, 1.3 และ 1.4 จะเห็นว่า ห้องนอน มีชั่วโมงการใช้งานต่อสัปดาห์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 ช่วงเวลาใช้งานห้องต่าง ๆ ในอาคารทาวน์เฮ้าส์ วันจันทร์ – วันศุกร์

ช่วงเวลาใช้งานห้องในวัน จันทร์ - ศุกร์					
จันทร์ – ศุกร์	ห้องนอน	ห้องรับแขก	ห้องอาหาร	ห้องครัว	ห้องน้ำ
0.00-1.00					
1.00-2.00					
2.00-3.00					
3.00-4.00					
4.00-5.00					
5.00-6.00					
6.00-7.00					
7.00-8.00					
8.00-9.00					
9.00-10.00					
10.00-11.00					
11.00-12.00					
12.00-13.00			ช่วงเวลาทำงาน		
13.00-14.00					
14.00-15.00					
15.00-16.00					
16.00-17.00					
17.00-18.00					
18.00-19.00					
19.00-20.00					
20.00-21.00					
21.00-22.00					
22.00-23.00					
รวม (1 วัน)	9 ชม / วัน	3 ชม / วัน	1 ชม./วัน	1 ชม./วัน	0.5 ชม./วัน
รวม (1 อาทิตย์)	45ชม/อาทิตย์	15ชม/อาทิตย์	5ชม/อาทิตย์	5ชม/อาทิตย์	15ชม/อาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.3 ช่วงเวลาใช้งานห้องต่าง ๆ ในอาคารทาวน์เฮ้าส์ วันเสาร์ – วันอาทิตย์

ช่วงเวลาใช้งานห้องในวัน เสาร์ – อาทิตย์					
เสา-อาทิตย์	ห้องนอน	ห้องรับแขก	ห้องอาหาร	ห้องครัว	ห้องน้ำ
0.00-1.00					
1.00-2.00					
2.00-3.00					
3.00-4.00					
4.00-5.00					
5.00-6.00					
6.00-7.00					
7.00-8.00					
8.00-9.00					
9.00-10.00					
10.00-11.00					
11.00-12.00					
12.00-13.00					
13.00-14.00					
14.00-15.00					
15.00-16.00					
16.00-17.00					
17.00-18.00					
18.00-19.00					
19.00-20.00					
20.00-21.00					
21.00-22.00					
22.00-23.00					
รวม	9 ชม./วัน	11 ชม./วัน	1.5 ชม. / วัน	1.5 ชม./วัน	0.5 ชม./วัน
รวม (1 อาทิตย์)	18ชม/อาทิตย์	22ชม/อาทิตย์	3ชม/อาทิตย์	3ชม/อาทิตย์	1ชม/อาทิตย์

ตารางที่ 1.4 ช่วงเวลาใช้งานห้องต่าง ๆ ในอาคารทาวน์เฮ้าส์ 1 อาทิตย์

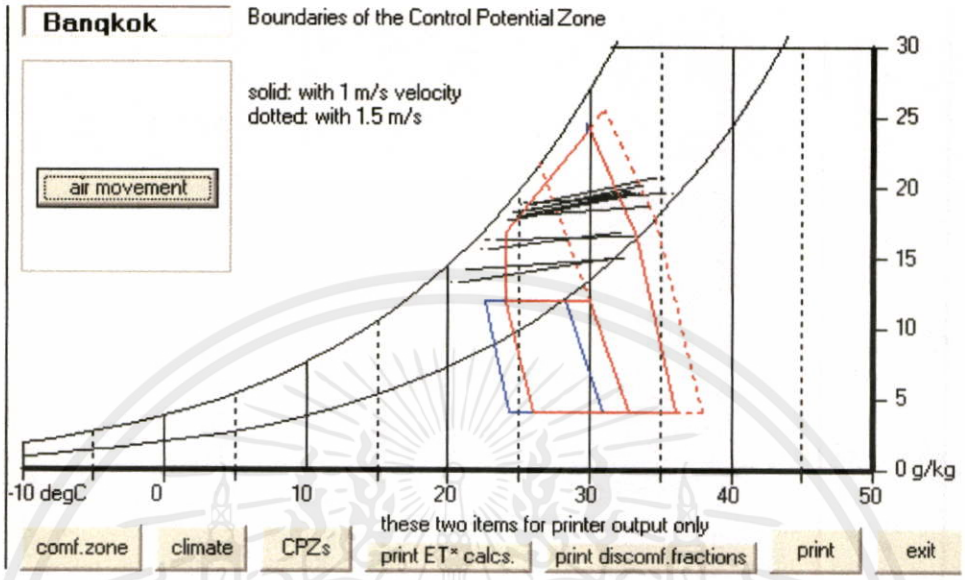
ปริมาณการใช้งานห้องในอาคารทาวน์เฮ้าส์ คิดเป็นรายชั่วโมง / 1อาทิตย์					
	ห้องนอน	ห้องรับแขก	ห้องอาหาร	ห้องครัว	ห้องน้ำ
จันทร์ – ศุกร์	45ชม/อาทิตย์	15ชม/อาทิตย์	5ชม/อาทิตย์	5ชม/อาทิตย์	15ชม/อาทิตย์
เสาร์-อาทิตย์	18ชม/อาทิตย์	22ชม/อาทิตย์	3ชม/อาทิตย์	3ชม/อาทิตย์	1ชม/อาทิตย์
รวมทั้งอาทิตย์	63ชม/อาทิตย์	37ชม/อาทิตย์	8ชม/อาทิตย์	8ชม/อาทิตย์	2.5ชม/อาทิตย์

โดยเฉลี่ย ปริมาณการใช้ห้องนอนประมาณอาทิตย์ละ 63 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ถ้ามีการใช้เครื่องปรับอากาศก็จะมีใช้ปริมาณไฟฟ้ามากกว่าส่วนอื่น ๆ ถ้าสามารถลดเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศในห้องนอนได้ก็ จะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยรวมได้มาก

ช่องเปิดที่มีรูปร่างขนาดและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มการระบายอากาศภายในห้อง เพราะช่องเปิดนั้นจะเป็นตัวควบคุมให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศ ซึ่งมีผลไปถึงความเร็วของลม ปริมาณกระแสลมและทิศทางของลมที่จะเข้ามาและเกิดขึ้นภายในอาคาร ซึ่งจะส่งผลในเรื่องการถ่ายเทอากาศ โดยลมที่เข้ามาภายในอาคารก็จะพัดพานำความร้อนออกไปได้ มากและกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลมเย็นภายนอกก็ไหลเวียนเข้ามาแทนที่ได้มากเช่นกัน นอกจากนี้การเคลื่อนที่ของอากาศที่ผ่านผิวกายก็จะทำให้เกิดความเย็นที่ผิวกายได้ (ดูรูปที่ที่ 1.3)



รูปที่ 1.3 แสดงขอบเขตสบายของมนุษย์ที่ขยายขอบเขตขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วลม

แผนภูมิแสดงขอบเขตความสบายของมนุษย์เปรียบเทียบสภาพกับอากาศเฉลี่ยรายเดือนและแสดงขอบเขตความสบายที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการระบายอากาศ (พ.ศ. 2539 – 2549) (Szokolay S.V., อ้างอิงโดย Rangsiraksa 2004) การออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศบ้านพักอาศัย สามารถทำได้ในระหว่างการออกแบบ โดยวิธีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

จากผลการศึกษาในเรื่องการระบายอากาศที่ผ่านมามีการทดสอบด้วย โต๊ะน้ำ (Fluid mapping) และอุโมงค์ลม (Wind tunnel) ซึ่งมีข้อจำกัดในความถูกต้องในการจำลองความเป็นจริงอยู่มากการวิจัยนี้จึงทดลองเลือกใช้โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหลเพื่อทำการทดสอบ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอวิธีการทดลอง โดยใช้โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational fluid dynamics เรียกโดยย่อว่า CFD)

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย

งานวิจัยนี้ต้องการหาแนวทาง เพิ่มขอบเขตความสบาย (Thermal comfort) ด้วยการเพิ่มปริมาณความเร็วลมภายในอาคารด้วยการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และทดลองหาลักษณะขนาด และ ตำแหน่งของช่องเปิด ที่ทำให้เพิ่มขอบเขตสบายได้มากที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.2.1 เพื่อศึกษาปัญหาการระบายอากาศในอาคารทาวน์เฮ้าส์สองชั้นที่มีลักษณะการเปิดและตำแหน่งช่องเปิดแบบทั่วไป

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น เว้นแต่จะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์ และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของลม, ความเร็วลม, อุณหภูมิภายใน เมื่อมีการประยุกต์ใช้ลักษณะการเปิดและตำแหน่งช่องเปิดที่ต่างกัน เพื่อต้องการให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฝาก

1.2.3 เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของลม, ความเร็วลม, อุณหภูมิภายใน เมื่อมีการประยุกต์ใช้ลักษณะการเปิดและตำแหน่งช่องเปิดที่ต่างกัน และลดความดันภายในอาคารด้วยหลังคาแบบเปิด เพื่อต้องการให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฝาก

1.2.4 เพื่อศึกษาปัจจัยส่งเสริมและอุปสรรคในการเคลื่อนที่ของลม, ความเร็วลม, อันเกิดจากลักษณะช่องเปิดและตำแหน่งช่องเปิด

1.2.5 เพื่อนำผลจากการศึกษา นำไปสู่การออกแบบลักษณะและตำแหน่งช่องเปิดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ สองชั้นในเขตชานเมือง และส่งเสริมประสิทธิภาพการระบายอากาศในอาคารประเภทนี้ด้วยวิธีธรรมชาติ

1.2.6 เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (โปรแกรม flovent) ในการศึกษาการเคลื่อนที่ของอากาศและอุณหภูมิในอาคารประเภททาวน์เฮ้าส์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ ในเขตรอบเมืองกรุงเทพ มีปริมาณเพิ่มขึ้นรองลงมาจากบ้านเดี่ยว และมีปริมาณมากบริเวณโดยรอบกรุงเทพมหานคร เนื่องจากคุ้มค่าต่อการลงทุน และบริเวณโดยรอบกรุงเทพฯ ยังมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้อต่อการระบายอากาศแบบธรรมชาติ

2. ทาวน์เฮ้าส์โดยทั่วไปมักเกิดปัญหาการระบายอากาศเนื่องจากการออกแบบอาคาร และช่องเปิดของทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป เป็นอุปสรรคต่อการระบายอากาศแบบธรรมชาติให้ทั่วถึงภายในอาคาร ทำให้ผู้อาศัยทาวน์เฮ้าส์ต้องติดเครื่องปรับอากาศเพื่อเพิ่มภาวะสบาย ทำให้เพิ่มปริมาณการบริโภคพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น

3. ทาวน์เฮ้าส์โดยทั่วไปมักเกิดปัญหาการระบายอากาศเนื่องจากรูปแบบอาคาร และช่องเปิดของทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป เป็นอุปสรรคต่อการระบายอากาศแบบธรรมชาติทำให้ภายในทาวน์เฮ้าส์มีความร้อนสะสมสูง

4. การออกแบบช่องเปิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในอาคารทาวน์เฮ้าส์สามารถเพิ่มขอบเขตความสบายของผู้พักอาศัยได้และสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้

5. ลักษณะและตำแหน่งและขนาดของช่องเปิดที่ต่างกันของช่องเปิดทางเข้า และทางออก นอกจากเพิ่มปริมาณความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคาร ยังสามารถลดอุณภูมิภายในอาคารได้ เร็วขึ้นทำให้เกิดขอบเขตสบายที่ต่างกัน

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1. ทำการศึกษาและทดสอบประสิทธภาพการเพิ่มขอบเขตสภาวะสบาย ของทาวน์เฮ้าส์ เพื่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ระหว่างทาวน์เฮ้าส์ที่ออกแบบปรับปรุงเพื่อการระบายอากาศกับทาวเฮ้าส์ทั่วไป

2. ทำการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพการเพิ่มขอบเขต สภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิของทาวน์เฮ้าส์แบบทั่วไป หน้ากว้าง 6.00 เมตร เพื่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรณีศึกษากับทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป จึงกำหนดให้กรณีศึกษามีขนาดหน้ากว้างเท่ากับ ทาวน์เฮ้าส์ทั่วไปคือ 6.00 เมตร

3. การจัดวางทิศทางของอาคาร ตำแหน่งห้องพักภายในบ้าน และทิศทางการเปิดหลังคาที่กำหนดตามทิศทางที่เหมาะสมที่สุดที่เอื้อต่อการรับลมธรรมชาติ ความเหมาะสมกับสภาพอากาศในพื้นที่ทั้งทิศทางลม,ความเร็วลม , ซึ่งกรณีศึกษาตั้งจังหวัดกรุงเทพ ฯ

4. การจัดวางทิศทางของอาคาร ให้หันด้านยาวไปตามทิศตะวันออกและตะวันตก โดยหันหน้าบ้านไปทางทิศเหนือ และหลังบ้านไปทางทิศใต้

5. กำหนดให้อุณหภูมิภายนอกอาคารเป็นอุณหภูมิเฉลี่ย 10 ปี ของเดือนเมษายน โดยเลือกอุณหภูมิรายชั่วโมงของวันที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดในเดือนเมษามาใช้ โดยจะใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง 24 ชั่วโมง

6. พิจารณาผลของอุณหภูมิ และความเร็วลม เฉพาะเวลากลางคืน ในช่วงเวลาการใช้ห้องนอนที่เวลา 20.00 – 6.00 น. เท่านั้น โดยใช้ความเร็วลมภายนอกเฉลี่ยรายชั่วโมงของเดือนเมษายน

7. พิจารณาผลของอุณหภูมิ และ ความเร็วลม บนพื้นที่ศึกษาที่ระดับใช้งานทั้งชั้น 1และชั้น 2, สูงจากระดับพื้น 0.50,0.90 และ 1.20 เมตร

8. การวิจัยนี้ทำการทดสอบโดยใช้โปรแกรม FLOVENT6.2 โดยพิจารณา ที่ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงของเดือนเมษายนรอบ 10 ปี ซึ่งเป็นความเร็วลมเฉลี่ยที่ได้จากสถิติข้อมูลสภาพอากาศเพื่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ถูกต้องด้วยประมาณความเร็วของลมต้น

9. การสร้างขอบเขตความสบายให้กับผู้อาศัยในอาคารมีหลายปัจจัยแต่สำหรับการศึกษานี้เจาะจงศึกษาเฉพาะ ความเร็วลม กระแสลม และอุณหภูมิภายในอาคาร เท่านั้น และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการระบายอากาศระหว่างกรณีศึกษากับทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป จึงกำหนดให้ใช้วัสดุก่อสร้างแบบมาตรฐานเดียวกันโดยใช้วัสดุก่อสร้างแบบทั่วไป ได้แก่ ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ หลังคามุงกระเบื้อง ซิแพคโมเนีย

10. ขนาดช่องเปิดให้อ้างอิงจากสัดส่วนขนาดช่องเปิดกับผนัง เท่ากับ 20%,30% และ 60% เท่านั้น ทั้งช่องเปิดทางเข้าและช่องเปิดทางออก

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ตำแหน่งช่องเปิดทาง

a. ระดับสูงจากพื้น 0.80 เมตร ขนาด เป็นหน้าต่างบานเปิดกรอบอลูมิเนียมลูกฟักกระจกใสติดตาย

b. ระดับสูงจากพื้น 0.80 เมตร ขนาด เป็นหน้าต่างบานเปิดกรอบอลูมิเนียมลูกฟักกระจกใสติดตาย

1.5 ขั้นตอนการวิจัย

1.5.1 ระเบียบวิธีวิจัยและกรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทดสอบและหาแนวทางการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์สองชั้น โดยมีเป้าหมาย ให้ลมเย็นพัดพาความร้อนภายในอาคารออกไปภายนอก อุณภูมิภายในอาคารลดลงเท่ากับหรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก ทำให้อุณหภูมิภายในอยู่ในเขตสบายมากขึ้น และสามารถลดเวลาการใช้เครื่องปรับอาคารได้หลายชั่วโมงในเวลา 1 ปี อันเป็น การลดปริมาณการใช้หรือระยะเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยนำแบบที่ได้ทำการออกแบบไว้มาทำการทดสอบด้วย โปรแกรม คำนวณพลศาสตร์ของไหล เปรียบเทียบความเร็วลมและอุณหภูมิภายในอาคาร กับอาคารทาวน์เฮ้าส์ที่ไม่มีการปรับปรุงช่องเปิดทางเข้าและออก แล้วแสดงผลที่ได้ด้วยกราฟเปรียบเทียบและรูปหุ่นจำลอง (Air flow Pattern) การระบายอากาศ

ระเบียบวิธีวิจัยในการทำวิจัยครั้งนี้ อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอนหลัก

1. การตั้งปัญหา การสังเกตุปัญหา และการตรวจสอบปัญหา
2. การทบทวนวรรณกรรมและการสร้างตัวแปร และการควบคุมตัวแปร
3. การตั้งสมมุติฐาน และการตรวจสอบสมมติฐาน
4. การออกแบบ การทดลองและจดบันทึก
5. การวิเคราะห์และประเมินผลการทดลอง
6. การสรุปผลการทดลองและการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา
7. เสนอแนวทางการศึกษาขั้นต่อไป

กรอบแนวคิดในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบและหาแนวทางในการใช้ลมธรรมชาติระบายอากาศผ่านช่องเปิดทางเข้าและทางออก สำหรับอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น เพื่อนำไปสู่การประหยัดพลังงานโดยทำการศึกษา ลักษณะการเปิด ตำแหน่งช่องเปิดขนาดช่องเปิดว่ามีความสัมพันธ์กับความเร็วลมภายในอาคาร และอุณหภูมิภายในอาคาร โดยศึกษารูปแบบทาวน์เฮ้าส์ที่เหมาะสมควบคู่กันไป เพื่อเพิ่มความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคาร (Wind Velocity) โดยสามารถสร้างกระแสลมในระดับใช้งานได้ (Body Cooling) และลดอุณหภูมิที่สะสมภายในอาคารได้ดีที่สุด และอุณหภูมิอยู่ในขอบเขตสบายมากที่สุด เพื่อลดปริมาณการใช้เครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืน โดยพิจารณาตัวแปรต่างๆ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขนาดช่องเปิด
2. สัดส่วนช่องเปิดระหว่างช่องเปิดทางเข้าและช่องเปิดทางออก
3. ตำแหน่งช่องเปิด
4. ขนาดช่องเปิดหลังคา

ตัวแปรที่ทำการควบคุมได้แก่

1. อุณหภูมิภายนอกอาคาร
2. เวลาการทดลอง
3. ความเร็วลมภายนอกอาคาร
4. ขนาดหลังคา, รูปทรงหลังคา, วัสดุก่อสร้างส่วนที่เป็นหลังคา
5. วัสดุก่อสร้างหน้าต่าง กรอบอาคาร (ผนัง)
6. วัสดุก่อสร้างผนัง
7. ทิศทางอาคาร ขนาดทาวน์เฮาส์ ขนาดหน้ากว้าง ขนาดความลึก และความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน

จากนั้นออกแบบการทดลองโดยการสร้างแบบจำลองจากตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้กำหนด ไว้แล้ว นำมาสร้างเป็นแบบหุ่นจำลองในโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ ของไหล FLOVENT6.2 ตรวจวัดค่าความเร็วลมภายในอาคาร และค่าอุณหภูมิ ภายในอาคาร นำเสนอเป็นแผนภาพ การเคลื่อนที่ของอากาศภายในอาคาร (air flow pattern) และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันระหว่าง ทาวน์เฮ้าส์ที่ไม่มีการปรับปรุงช่องเปิด และไม่คำนึงถึงการระบายอากาศ

1.5.2 การวางแผนการวิจัย และอันดับขั้นตอนการวิจัย

การวางแผนการวิจัย และอันดับขั้นตอนการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยโดยการทดสอบวัดความเร็วลมภายในอาคารและอุณหภูมิภายในอาคาร 24 ชม. ซึ่งได้ออกแบบและคัดเลือกไว้ด้วยวิธีการคำนวณจากหุ่นจำลองที่สร้างขึ้นภายในโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล ซึ่งสามารถวัดค่าปริมาณความเร็วลม ภายในอาคาร (Wind Velocity) ค่าอุณหภูมิภายในอาคาร โดยวัดกระจายเป็นจุดห่างจากขอบหน้าต่าง 1.50 เมตรและห่างจากผนัง 1.50 เมตร มุมละ 1 จุด รวมทั้งหมด 4 จุด ทั้งชั้น 1 และชั้น 2 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับอาคารทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้กับทั่วไป แล้วแสดงผลด้วยกราฟอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง เฉพาะเดือนเมษายน (ซึ่งเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนที่สุด) และเปรียบเทียบด้วยภาพการทดลอง ซึ่งทั้งหมดทำการทดลองในโปรแกรม FLOVENT6.2 โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาค้นขว้าข้อมูลพื้นฐานของการวิจัย และทบทวนวรรณกรรมเพื่อกำหนดตัวแปร ในการวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎีการระบายอากาศ, ลมกับสถาปัตยกรรม, สภาวะสบายของมนุษย์, สภาพภูมิอากาศใน กทม. รูปแบบอาคารประเภททาวเฮ้าส์ใน กทม. และโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล โดยทำการศึกษาจากแหล่งข้อมูล จากการทบทวนวรรณกรรมจากหนังสือ, ตำรา, บทความ, งายวิจัย, ที่เกี่ยวข้อง

- ทบทวนและศึกษาเรื่องข้อกำหนดต่าง ๆ ของอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ รวมไปถึงการกำหนดวิธีการวัด

- ศึกษาจากแบบทาวน์เฮ้าส์ที่ได้รับความนิยมและมีส่วนแบ่งทางการตลาดมากที่สุดเพื่อเป็นตัวอย่างแบบทดสอบทาวน์เฮ้าส์แบบทั่วไปโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดปัญหาของการวิจัย และนำไปสู่ การกำหนดตัวแปรเพื่อการพิจารณาในการศึกษาและควบคุมปัจจัยและการพิจารณาควบคุมปัจจัยและตัวแปรอื่น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดรายละเอียดการวิจัย

เป็นการสร้างสมมติฐานเพื่อการทดสอบ , สมมุติฐานในการวิจัยกำหนดรูปแบบของช่องเปิดและรูปแบบอาคารทาวน์เฮ้าส์สองชั้น และวิธีการทดสอบ โดยที่นำข้อมูล และตัวแปรที่พิจาราณาได้ จากขั้นตอนที่ 1 มากำหนด ขอบเขตแนวทางการออกแบบ เพื่อกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การเตรียมการทดลอง รวมไปถึงวิธีการทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 2.1 (ศึกษารูปแบบช่องระบายอากาศใต้หลังคา)

- ทำแบบร่างหลังคาอาคารเพื่อควบคุมปริมาณความร้อน ที่แผ่เข้าในอาคาร โดยกำหนดไว้หลาย 5 แบบ

- นำแบบร่างที่พิจารณาแล้วมาจัดทำเป็นหุ่นจำลองในโปรแกรม FLOVENT 6.2 เพื่อทำการทดสอบ

- กำหนดวิธีการทดลองและเครื่องมือทดสอบ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การทดสอบแบบหุ่นจำลองสามมิติในโปรแกรม FLOVENT 6.2

ขั้นตอนที่ 2.3 (ศึกษาขนาดของช่องเปิด)

- ทำแบบร่างเปรียบเทียบสัดส่วนช่องเปิดทางเข้าและทางออกเพื่อควบคุมความเร็วลมภายในอาคาร โดยกำหนดไว้ 5 แบบ

- นำแบบร่างทั้งหมดมาพิจารณถึงความเหมาะสมภายใต้สภาพตัวแปรที่กำลังสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำแบบร่างที่พิจารณาแล้วมาจัดทำเป็นหุ่นจำลองในโปรแกรม FLOVENT เพื่อทำการทดสอบ

- กำหนดวิธีการทดลองและเครื่องมือทดสอบ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การทดสอบแบบหุ่นจำลองสามมิติในโปรแกรม FLOVENT

ขั้นตอนที่ 2.3 (ศึกษาตำแหน่งช่องเปิด)

- กำหนดตำแหน่งช่องเปิดและผังอาคารเพื่อควบคุมกระแสลมภายในอาคาร โดยกำหนดไว้ 6 แบบ

- นำแบบร่างทั้งหมดมาพิจารณถึงความเหมาะสมภายใต้สภาพตัวแปรที่กำลังสนใจ

- นำแบบร่างที่พิจารณาแล้วมาจัดทำเป็นหุ่นจำลองในโปรแกรม FLOVENT6.2 เพื่อทำการทดสอบ

- กำหนดวิธีการทดลองและเครื่องมือทดสอบ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การทดสอบแบหุ่นจำลองสามมิติในโปรแกรม FLOVENT6.2

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองและทดสอบ

เพื่อทดลองความสามารถและประสิทธิภาพของหุ่นจำลองแบบร่าง เพื่อเก็บข้อมูลและบันทึกผลดำเนินการทดสอบหุ่นจำลองตามที่ได้กำหนด ไว้ในขั้นตอนที่ 2 รวมถึงหุ่นจำลองของแบบทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป โดยทำการทดสอบภายใต้ อุณหภูมิ , ความเร็วลมภายนอก,ที่เท่ากัน ในโปรแกรม FLOVENT โดยโปรแกรมสามารถคำนวณและแสดงค่าความเร็วลม ภายในอาคาร (Wind Velocity), ทิศทางและรูปแบบการเคลื่อนที่ของลมภายในอาคาร (Wind Flow Pattern), ค่าอุณหภูมิภายในอาคาร โดยวัดกระจายตามจุดที่กำหนดภายในพื้นที่ของหุ่นจำลอง ในระดับเดียวการใช้งานคือสูงจากพื้น 0.50,0.90 และ 1.20 เมตร โดยมีการเก็บบันทึกข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- บันทึกผลการทดสอบแบบร่างแต่ละแบบ ในเวลา 24 ชั่วโมง ณ วันที่มีอุณหภูมิ สูงที่สุดในเดือนเมษายน โดยจะบันทึกเปรียบเทียบค่าความเร็วลมภายในอาคารและทิศทางกระแสลมภายในอาคาร และค่าอุณหภูมิภายในอาคารแล้วนำค่าความเร็วลมภายในอาคารที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับความเร็วลม ภายนอกอาคาร เพื่อหาสัดส่วนช่องเปิด ระหว่างทางเข้าและทางออกที่ส่งเสริมการระบายอากาศแบบธรรมชาติ

- นำผลที่บันทึกได้จากการวัด (Mornitor Point) ไปจัดทำแผนภูมิเชิงเส้น ทั้งในรูปแผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในอาคาร (Wind Velocity), เปรียบเทียบกับความเร็วลมภายนอกอาคาร, และแผนภูมิแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคาร เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร

- นำผลที่ได้จากโปรแกรมที่สามารถแสดงผลด้วยลูกศรฉลาด (Smart Arrow) แสดงรูปแบบการไหลของกระแสลมภายในอาคาร (Wind Flow Pattern) ที่แสดงด้วยลูกศร ที่สามารถแสดงความเร็ว (Wind Speed) และทิศทางของกระแสลมในอาคารในรูปแบบ

- นำผลจากแบบร่างที่มีประสิทธิภาพที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผล

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Model) ที่นำเสนอ เปรียบเทียบกับค่ามาตราฐาน หรือดัชนีชี้วัด ในการทำวิจัยที่กำหนดจากขั้นตอนที่ 1 ดำเนินการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคาร (Wind Velocity), ทิศทางลมภายในอาคาร (Wind Flow Pattern) อุณหภูมิภายในอาคาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ความเร็วลม ภายในอาคาร (Wind Velocity), ที่ระดับความสูง 0.50,0.90 และ 1.20 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วลมก่อนเข้าอาคาร

- ความเร็วลมภายในอาคาร (Wind Velocity), ควรอยู่ในระดับที่ต้องการและเหมาะสมกับการนอน ไม่สร้างความรำคาญ

- รูปแบบการกระจายตัวของกระแสลมภายในอาคารบันทึกระดับความเร็วลมสูงสุดและต่ำสุด และนำมาเปรียบเทียบกับสภาวะสบายในด้านความเร็วลม

- บันทึกและเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคาร ในเวลากลางคืน และกลางวัน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคารและนำมาเปรียบเทียบกับขีดสภาวะสบายในด้านอุณหภูมิ

จากนั้นนำผลการประเมิน ของแบบร่างแต่ละแบบมาเปรียบเทียบในรูปแบบตารางเพื่อหาแนวทางการออกแบบที่มีเหมาะสมเรียงจากมากไปหาน้อยที่สุด แล้วคัดเลือกเอาแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ขั้นตอนที่ 5 การสรุปผล

เพื่อสรุปผลการทดลอง แล้วนำเสนอเป็นแบบแนวทางการออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่สามารถนำไปประยุกต์ ใช้เพื่อการออกแบบ อาคารประเภททาวเฮ้าส์ใน กทม.

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบช่องเปิดในอาคารประเภททาวน์เฮ้าส์ที่ต้องการๆ ระบายอากาศแบบธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเสนอแบบช่องเปิดและผังอาคารแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบให้ผู้สนใจได้เข้าใจถึงวิธีการออกแบบ และสามารถนำผลที่ได้ไปประยุคต์ใช้อย่างเป็นรูปธรรม

2. การวิจัยนี้ทำให้ทราบถึง สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดทางเข้า และพื้นที่ทางออก ที่เหมาะสมกับการระบายแบบธรรมชาติในห้องนอน และตำแหน่งการเปิดช่องเปิดที่สัมพันธ์กับกระแสลมภายในและการกระจายตัวของลมภายในอาคาร เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกแบบการเปิดช่องเปิดให้เกิดการระบายอากาศแบบธรรมชาติได้อย่างเหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพื่อสร้างความรู้ และความเข้าใจ ในเรื่องการระบายอากาศในอาคารประเภททาวน์เฮ้าส์

1.7 ระยะเวลาการดำเนินการ

ตารางที่ 1.5 แสดงกระบวนการดำเนินการวิจัย

กระบวนการ/ เวลา	เดือน / ปี 2550- 2551													
	พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.	
ทบทวนวรรณกรรม														
ศึกษาปัญหาการระบายอากาศของทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป														
ออกแบบการทดลอง														
ปฏิบัติการทดลอง														
เปรียบเทียบผลการทดลอง														
วิเคราะห์ผลการทดลอง														
นำเสนอผลการทดลอง														

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

สภาวะสบาย

2.1 สภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort)

สภาวะน่าสบาย (Thermal comfort) หมายถึง สภาวะทางจิตใจที่แสดงความพอใจในสภาพแวดล้อมที่อยู่ "Thermal comfort is the condition of mind that that express satisfaction with the thermal environment (ASHRAE, 1992)" คำจำกัดความนี้ทำให้เกิดข้อถกเถียงกันขึ้น เนื่องจากสภาวะทางจิตใจอาจพิจารณาว่าเป็นผลของกระบวนการรับรู้ก็ได้ หรือจะเป็นผลทางภูมิปัญญาก็ได้ ความรู้สึกทั่วๆ ไปหรือทัศนคติก็ได้ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันและส่งผลในรูปแบบพฤติกรรมที่แตกต่างกันด้วย นอกจากนี้คำว่าสภาพแวดล้อมก็เป็นคำต่อไปที่ไม่รู้ว่าเกี่ยวข้องกับปัจจัยตัวแปรใดและการแสดงความพอใจ ในสภาพแวดล้อมก็ไม่สามารถพิจารณาในเชิงวัตถุประสงค์ได้ ฉะนั้นการศึกษาสภาวะสบาย ได้ผนวกความพอใจ ในสภาพแวดล้อม ความรู้สึกในสภาวะอากาศที่เป็นกลาง (ไม่หนาวเกินไปและไม่ร้อนเกินไป) ความรู้สึกสบายและการยอมรับสภาพอากาศว่าสบายด้วยกันทั้งหมด และการที่จะทราบว่าถึงสภาพดังกล่าวได้ต้องอาศัยการวิจัยสำรวจประเมินผลความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างโดยเกณฑ์ การประเมินจะอยู่ที่ว่าถ้าหาก 80% ของกลุ่มตัวอย่างลงความเห็นว่าน่าสบายก็จะถือว่าสภาพแวดล้อมนั้นอยู่ในขอบเขตน่าสบาย (Comfort Zone) ซึ่งการประเมินความคิดเห็นของมนุษย์เริ่มแรกจาก รากฐานมาจากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ค ชื่อ P.O.Fanger, 1960

การประเมินค่าสภาวะน่าสบายของมนุษย์ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากเกี่ยวข้องกับตัวแปรทางกายภาพหลายอย่างของมนุษย์ ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อสภาวะสบายของมนุษย์สามารถแบ่งได้เป็น สามกลุ่ม คือ (ผศ.ดร. ปรีชญา รังสิรักษ์ ; 2547)

กลุ่มที่ 1 ปัจจัยทางด้านสภาพอากาศ (Environmental factors)

- อุณหภูมิ
- การเคลื่อนไหวของอากาศ
- ความชื้น
- การแผ่รังสีความร้อน

กลุ่มที่ 2 ปัจจัยทางด้านบุคคล (Personal factor)

- การเผาผลาญความร้อนในร่างกาย
- เสื้อผ้าที่สวมใส่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 3 ปัจจัยเสริมอื่น ๆ ด้านบุคคล

- อาหารและเครื่องดื่ม
- การปรับตัว
- รูปร่าง
- ปริมาณไขมัน
- อายุและเพศ

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยตัวแปรอื่น ๆ อีกมาก โดยเฉพาะตัวแปรส่วนบุคคลได้แก่ ชาติพันธุ์และวัฒนธรรม สภาพร่างกายและจิตใจ ทัศนคติการคาดหวัง สภาพทางเศรษฐกิจ และสภาวะจากภายนอกอื่น ๆ

2.1.1 การเผาผลาญความร้อนในร่างกาย

ภายใต้อุณหภูมิของอากาศเดียวกัน คนที่อยู่อาศัยในเขตร้อน มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอาหารให้เป็นพลังงาน (Metabolic rate)แสดงหน่วยเป็น "met" ต่ำกว่าคนที่อยู่อาศัยในเขตหนาว ผู้หญิงต่ำกว่าผู้ชาย และเด็กจะสูงกว่าผู้ใหญ่ (Robert : 1952)

อัตราความร้อนที่เหลือจากร่างกายมนุษย์ ในกิจกรรมต่างกัน (Kinsey และSharp 1951)

นอน	min - 70
นั่ง, เคลื่อนไหวเล็กน้อย ,เช่นพิมพ์ดีด	130 - 160
ยืน , งานเบา ๆ , ที่โต๊ะเครื่องจักร	160 - 190
นั่ง, แขนและขาเคลื่อนไหวอย่างหนัก	190 - 230
ยืนทำงานเบา และมีการเดินเล็กน้อย	220 – 290
เดิน , ยกหรือดันเบา ๆ	290 - 410
ยกและขุดอย่างหนัก เป็นพัก ๆ	440 - 580
งานหนักตลอดเวลา	580 - 700
งานหนักที่สุดสำหรับช่วงเวลา 30 นาที ต่อครั้ง	1100 -max

2.1.2 เสื้อผ้า

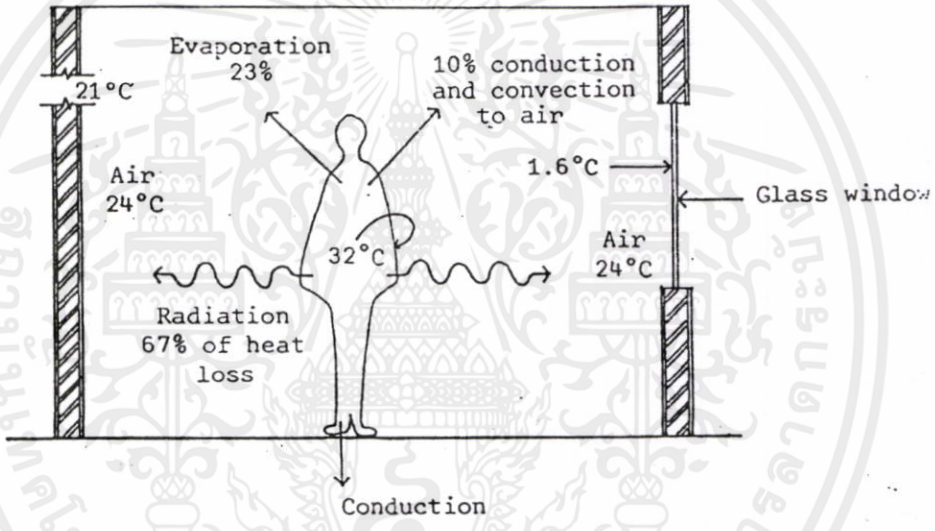
พบว่าเสื้อผ้ามีอิทธิพลมากต่อความรู้สึกสบายหรือไม่สบาย แสดงหน่วยเป็น "clo" นิยามของ clo คือ ความต้านทานอุณหภูมิเฉลี่ยของ 0.155°c m^2 / w 1 clo จะทำให้บุคคลในอริยาบถพักผ่อนมีความสบายในสิ่งแวดล้อมอุณหภูมิ 21 °c การเคลื่อนไหวของอากาศ 0.1 m / s และความชื้นสัมพัทธ์ 50 % และสำหรับผู้ชายในเสื้อผ้า 1 clo จะต้องการอุณหภูมิน้อยกว่าไม่สวมเสื้อผ้าเลยประมาณ 9 °c ตัวอย่างค่ามาตราส่วน " clo"มีดังนี้ (ASHRAE, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กางเกงขาสั้น เชิ้ตแขนสั้นไม่มีเสื้อกล้ามข้างใน	0.25 clo
กางเกงขายาว เชิ้ตแขนสั้นมีเสื้อกล้ามข้างใน	0.67 clo
ชุดทำงานธรรมดา (น.น. เบา)	1.00 clo
ชุดกันหนาวหนัก (โค๊ตและเสื้อกั๊ก)	1.95 clo

2.1.3 การสมดุลความร้อนของร่างกาย (The body heat balance)

มนุษย์ที่มีร่างกายแข็งแรงจะมีสภาวะสบายเมื่ออุณหภูมิรวมของผิวกายมีค่าระหว่าง 31 °c–34 °c และอุณหภูมิภายในร่างกายมีค่า 37 °c + 0.5 °c และความสมดุลพลังงานของร่างกายคือความร้อนที่สูญเสียจากร่างกายจะต้องเท่ากับความร้อนที่ผลิตในร่างกาย (รูปที่ 2.1) (ปรีชญา รังสิรักษ์ ; 2547)



รูปที่ 2.1 การถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม (Koenigsberger 1973)

ความสมดุลของอุณหภูมิของร่างกายสามารถแสดงได้ด้วยสูตรดังต่อไปนี้

$$m + cd + cv + R + E = \Delta S$$

เมื่อ m = ความร้อนที่ผลิตได้จากขบวนการ Metabolism

Cd = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการนำ (conduction)

Cv = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการพา (convection)

R = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการแผ่รังสี(radiation)

E = การระบายความร้อนโดยการระเหย (Evaporation)

S = การเปลี่ยแปลงความร้อนในร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ความสมดุลความร้อนของร่างกาย จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผลรวมของความร้อนที่เพิ่มขึ้นหรือระบายออกไป มีค่าเท่ากับศูนย์ ที่อัตราการ Metabolism อันหนึ่ง และภายใต้สภาวะแวดล้อมของอากาศอันหนึ่ง

1. การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการนำ (conduction) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ การนำความร้อนของสิ่งที่สัมผัสกับร่างกายโดยตรง โดยทั่วไปการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ จะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2. การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการพา (convection) โดยมีอากาศเป็นตัวกลาง เช่น มีลมเย็นพัดมาถูกร่างกาย

3. การเพิ่มหรือระบายความร้อนโดยการแผ่รังสี (radiation) ร่างกายรับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ และจากพื้นผิววัสดุที่ร้อน และถ่ายเทความร้อนออกโดยทางผิวหนัง ผ่านเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม และสภาพแวดล้อม

4. การระบายความร้อนโดยการระเหย (Evaporation) ความร้อนออกจากร่างกายทางผิวหนังเป็นเหงื่อ และออกทางปอดโดยการหายใจความสมดุลย์ความร้อนของร่างกาย จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผลรวมของความร้อนที่เพิ่มหรือระบายออกไป (^S) มีค่าเท่ากับศูนย์ ที่อัตราการ Metabolism อันหนึ่ง และภายใต้สภาวะแวดล้อมของอากาศอันหนึ่ง ค่าความร้อนที่เพิ่มหรือระบายออกโดยวิธี การนำ การพา และการแผ่รังสี สามารถเปลี่ยนแปลง บางส่วนตามการเปลี่ยนแปลงของการนุ่งห่มเสื้อผ้า และบางส่วนตามการปรับตัวการหดขยายของเส้นโลหิต ถ้าการเพิ่มความร้อนของร่างกายมากกว่าการระบายความร้อนของร่างกาย ก็จะเป็นผลให้การปรับความสมดุลย์ความร้อนของร่างกายไม่เท่ากับศูนย์ (^S มากกว่าศูนย์) ก็จะทำให้รู้สึกอึดอัดและเหงื่อจะเริ่มออก เช่นเดียวกับเมื่อร่างกายระบายความร้อนออกไปมากกว่าการเพิ่มความร้อนของร่างกาย (^S น้อยกว่าศูนย์) อุณหภูมิของร่างกายจะลดลงและทำให้เกิดการหนาวสั่น (ปรีชญา รังสิรักษ์ ; 2545)

2.2 ดัชนีชี้วัดสภาวะน่าสบาย (Thermal comfort index)

เพื่อมาตรฐานความสบาย จะเป็นผลรวมของปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทางภูมิอากาศสี่ตัวแปร ในเวลาต่อมาได้มีการรวมเอาอัตราการ Metabolism และเสื้อผ้าที่สวมใส่มาคิดรวมไปด้วย

- อุณหภูมิอากาศ
- ความชื้น
- การเคลื่อนไหวของอากาศ
- การแผ่รังสี
- Metabolism
- และเสื้อผ้าที่สวมใส่มาคิดรวมไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

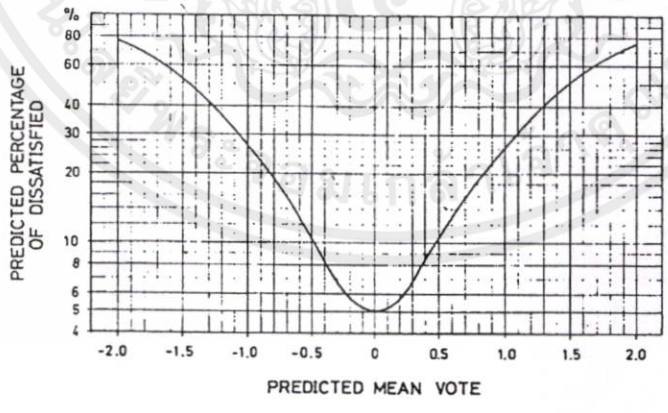
81339

ตัวอย่างของดัชนีชี้วัดสภาวะน่าสบายที่การศึกษาและกำหนดหลายหลายที่สำคัญบางตัวได้แก่

2.2.1 ดัชนี ชี้วัดสภาวะน่าสบายPMV และ PPD

ได้มีการศึกษาขอบเขตของสภาวะสบายโดยใช้ดัชนีชี้วัดเป็นตัวกำหนด และดัชนีที่สำคัญอันหนึ่งคือ PMV (Predict Mean Vote) และ PPD (Predicted Percentage of Dissatisffied) (Fanger 1970) ค่า PMV คือค่าสมมุติทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการเฉลี่ยคำตอบความรู้สึกในสภาพอากาศเพื่ออธิบายสภาวะสบายของคนกลุ่มหนึ่ง การประเมินหาค่าคำตอบความรู้สึกในสภาพอากาศ เพื่ออธิบายสภาวะสบายของคนกลุ่มหนึ่ง การปะเมินหาค่าคำตอบความรู้สึกในสภาพอากาศจะใช้แบบสอบถามเป็นวิธีศึกษา โดยให้คำตอบเป็นแบบตัวเลือก 7 ตัว แบ่งระบบตัวเลขเป็น -3, -2, -1, 0, +1, +2,และ +3 อย่างไรก็ตามการคำนวณหาค่า PMV ที่เป็นสมการเชิงคณิตศาสตร์ที่รวมปัจจัยทั้งหกเข้าเป็นหน่วยเดียว ส่วนค่า PPD คือค่าเชิงปริมาณเป็นอัตราร้อยละของจำนวนคนในกลุ่มที่รู้สึกไม่สบายในสภาพอากาศ และคนกลุ่มนี้มีแนวโน้มว่าจะบ่นไม่พอใจในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ

ดังนั้นทั้งดัชนี PMV และดัชนี PPD จึงเป็นตัวบ่งชี้สภาวะอากาศในสภาพแวดล้อม และมีประโยชน์ในการวิเคราะห์หาสภาวะสบายได้ ค่าดัชนี PMV จะมีค่าอยู่ระหว่าง -3 ถึง +3 แต่มีข้อแนะนำว่าควรจะใช้เพียงค่าระหว่าง -2 ถึง +2 เท่านั้นเพื่อความถูกต้อง และค่านี้ได้ถูกใช้คำนวณเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี PMV และดัชนี PPD สมการนี้มีความยุ่งยากซับซ้อนเช่นกันโดยใช้คณิตศาตร์แบบ logarithm คำนวณหาค่าดัชนี PPD และยังกำหนดไว้อีกด้วยว่า ที่ค่า PMV =0 จะมีค่า PPD = 5% ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การบ่นแสดงความไม่พอใจในสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แม้ในสภาพอากาศที่น่าสบายที่สุด เพราะฉะนั้นการสร้างสภาวะสบายจึงควรมีจุดมุ่งหมายให้เกิดความไม่พอใจน้อยที่สุด



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี PMV และค่าดัชนี PPD

ที่มา : Fanger (1970)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดขอบเขตของสภาวะสบายด้วยดัชนี PMV และค่าดัชนี PPD มิได้ระบุถึงอุณหภูมิที่แน่นอนไว้เพราะอุณหภูมิในสภาวะสบายอาจจะมีช่วงกว้างเท่าไรก็ได้ แต่จะต้องมี่จำนวนผู้ที่รู้สึกไม่สบายในสภาพอากาศนั้นน้อย หากค่า ค่าดัชนี PPD ไม่เกิน 7.5 % จะได้ค่า PMV = + 0.35 และหากเลื่อนค่า PPD มากขึ้นเป็น 10 % จะได้ค่า PMV = + 0.50 ตามมาตรฐานสภาวะสบายสากล (ISO 7730 1994) ซึ่งในที่นี้จะทำให้มีผู้ที่รู้สึกสบายในสภาพอากาศประมาณร้อยละ 90

ในมาตรฐานสากล (ISO 7730 1994) ได้แนะนำว่าสภาะสบายในช่วงฤดูหนาว ควรเป็นสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิ 20 -24 c° และช่วงฤดูร้อนมีอุณหภูมิ 23 – 26 c° โดยมี ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 30-70 ทั้ง 2 ฤดู สำหรับขอบเขตของสภาวะสบายในมาตรฐานอเมริกัน (ASHRAE STANDARD 55 1992) ได้กำหนดไว้ว่า บุคคลที่นั่งทำงาน (1.2 met – value)ควรจะมีสภาวะสบายอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ 20 – 23.5 c° ในฤดูหนาว (ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้า คือ 0.8 – 1.2 clo – value) และมีอุณหภูมิ 22.5 -26 c° ในฤดูร้อน (ค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้า คือ 0.35 – 0.60 clo-value) โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 60

อย่างไรก็ตามเป็นที่เชื่อกันโดยทั่วไปว่า ขอบเขตของสภาวะสบายไม่สามารถกำหนดได้อย่างแน่นอนและสภาวะสบายยังมีความแตกต่างกันระหว่างบุคคล งานวิจัยสภาวะสบายในหลายทศวรรษที่ผ่านมา ในหลากหลายภูมิอากาศ ได้สรุปเป็นอุณหภูมิสบายที่แตกต่างกัน

ค่าดัชนี PMV คือ(Predict Mean Vote) (Fanger 1970) การแสดง ความรู้สึกน่าสบายของคนเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) จากการเก็บสถิติ ของคนแล้วมาเฉลี่ยเป็นค่ากลาง

ค่าดัชนี PPD (Predicted Percentage of Dissatisffied) (Fanger 1970)คือ เปอร์เซ็นต์ของคนที่รู้สึกไม่สบาย ทั้งสองค่าดัชนี PPD และ ค่าดัชนี PMV เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กันเมื่อเรารู้ค่าใดค่าหนึ่งก็สามารถหาอีกค่าหนึ่งได้ นอกจากนี้ยังมีดัชนีชี้วัดสภาวะน่าสบายอื่นๆ ที่น่าสนใจได้แก่

2.2.2 The Effective Temperature (ET*)

ถูกสร้างขึ้น ระหว่างปี ค.ศ. 1923 – 1925 โดย Haughten yaglou และ Miller (Givoni 1969) และมีการเสนอแนะวิธีการใหม่โดยการใช้อุณหภูมิจาก Globe Thermometer มาใช้ใน Monogram แทนที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ซึ่งค่าที่ได้ดังกล่าวเรียกว่า Corrected Effective Themperature (CET)

มาตรฐาน ET* หรือ CET ครอบคลุมช่วงสภาพอากาศดังต่อไปนี้

อุณหภูมิของอากาศ (DBT)	1-43 °c
อุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT)	1-43 °c
ความเร็วลม	0.1 – 3.5 m/s (สำหรับการเปลือยท่อนบน)
	0.1 – 3.5 m/s (สำหรับผู้ทีสวมใส่ชุดทำงานธรรมดา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 The Equivalent Warmth index (EW)

การทดลองนี้ทำในประเทศอังกฤษโดยใช้คนงานอุตสาหกรรมจำนวน 200 คน ภายใต้สภาวะอากาศของห้องต่าง ๆ ของอุณหภูมิอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน (Globe thermometer) ระหว่างร่างกายกับสภาพแวดล้อม (Mean radiant temperature)

2.2.4 The Operative Temperature index (OT)

คล้าย The Equivalent Warmth index (EW) แต่ไม่รวม เอาความชื้น และ การเคลื่อนไหวของอากาศ การทดลองทำขึ้นในเขตอากาศหนาว จึงไม่เหมาะสมกับสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 27 °c

2.2.5 The Equivalent Temperature index (EqT)

การทดลองไม่ได้นำผลกระทบของความชื้นมารวมด้วย จึงไม่เหมาะสมกับสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 24 °c ทั้งนี้เนื่องจาก ที่อุณหภูมิสูงกว่า 24 °c การระบายความร้อนโดยการระเหยจะชัดเจน

2.2.6 The Resultant Temperature index (RT)

เป็นการนำมาตรฐาน Effective Temperature (ET) มาปรับปรุง เหมาะกับสภาพอากาศปานกลางแต่ไม่เหมาะกับสภาพอากาศร้อน เนื่องจากมาตรฐานนี้ยังไม่ได้รวมผลกระทบของความเย็นอันเนื่องมาจากความเคลื่อนไหวของอากาศที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 °c และความชื้นสัมพัทธ์ 80 %

2.2.7 The Equatorial Comfort index (ECI)

ถูกพัฒนาขึ้นโดย Webb (1960) ในประเทศสิงค์โปร์ โดยจดบันทึกการตอบสนองความเคยชของอากาศ พร้อมกับการวัดอุณหภูมิของอากาศ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศจากมาตรฐานหรือดัชนีต่าง ๆ ที่อธิบายข้างต้นอันได้แก่ ET,CET ,EW ,OT ,RI , EQT , CEI ที่ถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยการทดลอง โดยไม่พยายามเชื่อมโยงเอาผล (กระทบ) ที่ได้จากการทดลองกับต้นเหตุที่เป็นผลต่อสรีระ

ดัชนีเหล่านี้ได้ถูกสร้างขึ้นในท้องถิ่นเฉพาะ ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้ได้ในท้องถิ่นที่มีสภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศใกล้เคียงกันเท่านั้น ตาราง 3.1 แสดงผลสรุปของช่วงที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ของดัชนีต่าง ๆ เหล่านี้

ดัชนีส่วนใหญ่มีขีดจำกัดในการนำมาใช้เนื่องจาก ใช้ได้เฉพาะสภาพแวดล้อมที่จำกัดยกเว้นดัชนี CET ซึ่งเป็นดัชนีที่พัฒนาจากดัชนี ET จึงมีผู้นำมาใช้อย่างกว้างขวาง และเป็นดัชนีที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของกรุงเทพที่สุดเมื่อดูจาก ตารางที่ 2.1 ดัชนี CET เป็นที่ยอมรับกันว่าเป็นดัชนีที่ดีที่สุด และเหมาะสมที่สุดที่มีอยู่ในปัจจุบัน ภายใต้สภาพการอยู่อาศัยปกติธรรมดาในสภาพภูมิอากาศแถบศูนย์สูตร (Webb 1960) และน่าจะนำมาใช้กับสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพในการหาเกณฑ์ความสบายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

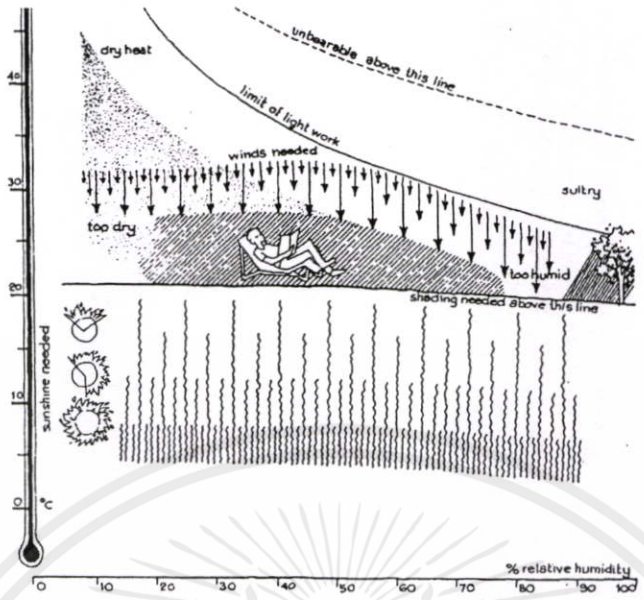
ตารางที่ 2.1 Range of indice

Index	Metabolic rate (W)	DBT (°c)	WBT (°c)	Wind velocity (m/s)
ET or CET	rest only	1-43	1-43	0.10-3.5
EW		30-35	-	-
OT		27	-	-
EqT		9-24	-	0.05-0.5
RT	rest only	18-45	18-45	0.10-3.0
ECI	rest only	24-35	24-35	0-1.5
P_4SR	62-232	27-54	15-36	0.05-2.5
HSI	116-582	21-49	15-35	0.25-10.0
ITS	116-698	20-50	15-35	0.10-3.5

2.3 ขอบเขตสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone)

การผสมผสานของปัจจัยตัวแปรพื้นฐานทั้งหก ทำให้เกิดความพยายามที่จะกำหนดขอบเขตสภาวะสบายโดยแสดงในแผนภูมิเดียวกัน แผนภูมินี้ได้ถูกใช้เป็นเครื่องมืออย่างง่าย ๆ เพื่อช่วยให้สถาปนิก หรือ ผู้ทำงานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้ตระหนักอย่างรวดเร็วถึงสภาพอากาศที่น่าจะเป็นสภาวะสบายในท้องถิ่นนั้นๆ รวมทั้งการปรับปรุงสภาพอากาศที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบายแผนภูมิสภาวะสบายนี้ได้แก่ Bioclimatic chart (Olgyay 1963) (รูปภาพที่ 2.3) ซึ่งแสดงเป็นสัญลักษณ์รูปภาพของคนที่นั่งในที่ร่มในเขตของสภาวะสบาย (Comfort zone) อยู่ในอุณหภูมิระหว่าง 21 – 30 c° ความชื้นสัมพันธ์ระหว่างร้อยละ 30 – 65 ไม่มีลมพัดผ่าน และไม่ได้รับรังสีความร้อนใด ๆ ระดับของกิจกรรมที่ทำ 1.2 met – value และค่าความเป็นฉนวนของเสื้อผ้า 1.0 clo – valua

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนภูมิสภาวะสบาย (Bioclimatic Chart)

ที่มา : Olgyay (1963)

2.4 การหาค่าสภาวะน่าสบาย

ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาทฤษฎีในการประเมินอุณหภูมิ ที่มีผลกระทบต่อความสบาย ผลจากการทดลองเป็นจำนวนมากจากห้องปฏิบัติการแสดงผลอย่างเด่นชัดของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของผิวกายและความรู้สึกสบาย จากผลการทดลองอันนี้ทำให้คิดได้ว่าค่าอุณหภูมิของผิวหนังที่วัดได้อาจใช้เป็นค่าชี้ภาวะความสบายได้

โดยที่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น การเคลื่อนไหวของอากาศ และการแผ่รังสี มีผลต่อความสบายของมนุษย์ พร้อม ๆ กัน และอิทธพลของแต่ละองค์ ประกอบจะขึ้นอยู่กับระดับขององค์ประกอบอื่น ๆ ได้มีความพยายามที่จะคิดค้นวิธีการที่จะรวมเอาองค์ประกอบทั้งสี่ของสภาวะองค์ประกอบอื่นๆ ได้มีความพยายามที่จะคิดค้นวิธีการที่จะรวมเอาองค์ประกอบทั้งสี่ของสภาวะอากาศให้แสดงโดยตัวเลขเพียงค่าเดียว เพื่อมาตรฐานความสบาย จะเป็นผลรวมของปฏิกริยาระหว่าง ตัวแปรทางภูมิอากาศ ในเวลาต่อมาได้มีการรวมเอาอัตราการเผาผลาญของร่างกาย และเสื้อผ้าที่สวมใส่มาคิดรวมไปด้วย ในการวัดและสังเกตุการณ์ในห้องปฏิบัติการ ลักษณะของความสบายของมนุษย์หรือเขตความสบายของมนุษย์ได้ถูกพิสูจน์ และเปรียบเทียบกับสภาวะภูมิอากาศ ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ความต้องการและชนิดของการควบคุมความร้อน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อนุญาตให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเพื่อหาขอบเขตสภาวะสบายในระยะแรก เป็นการทดลองโดยสร้างห้องจำลองควบคุมตัวแปร แล้วให้ผู้ถูกทดลอง ซึ่งเป็นวัยหนุ่มสาว ชาวอเมริกัน และชาวยุโรป เข้าไปอยู่แล้ว

เก็บข้อมูลชุดที่ดีที่สุด นำมาประมวลหาองค์ประกอบของสภาวะสบาย เพื่อใช้กับทุกพื้นที่ในโลก ดัชนีวัดความสบายดังกล่าวเป็นของ พี.โอ. แฟงเกอร์ (P.O. Fanger) เรียกว่าดัชนี PMV (Predicted Mean Vote) อย่างไรก็ตามในการทดลองระยะหลัง ผู้วิจัยหลายท่านที่ได้ พยายามเก็บข้อมูลจากผู้ถูกทดลอง ซึ่งอยู่ในสถานการณ์จริง ในอาคารจริง และสภาพแวดล้อมจริง มากกว่าทำการทดลองในห้องทดลอง พบว่า ขอบเขตสภาวะสบายที่ได้มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศเป็นหลัก

2.4.1 Humphreys (1975)

จากการประมวลข้อมูลภาคสนาม ค่ากลางของอุณหภูมิ (Thrmal neutralities : Tn) ที่มนุษย์รู้สึก สอดคล้องกับอุณหภูมิอากาศ หรือ อุณหภูมิ โกลบ (air or globe temperature : Ti) ค่า Tn ที่เก็บได้อยู่ระหว่าง 17-30 องศาเซลเซียส (Humphreys 1975)

$$Tn = 2.56 + 0.83 \times Ti \quad (r = 0.96)$$

การวิเคราะห์ขั้นต่อมาของ Humphrey (1976) ทำการทดลองในอาคารไม่ปรับอากาศพบความสัมพันธ์ระหว่างค่ากลางของอุณหภูมิ มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอก (Outdoor mean temperature : Tm)

$$Tn = 11.9 + 0.534 \times Tm \quad (r = 0.97)$$

2.4.2 Auliciems (1981)

Auliciems ได้พบความสัมพันธ์ที่คล้ายคลึงกันดังกล่าว ในการทดลองเช่นกัน ทั้งในอาคารปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศ ทำให้ได้ค่า Tn ตั้งแต่ 18 – 28 องศาเซลเซียส

$$Tn = 17.6 + 0.31 \times Tm \quad (r = 0.88)$$

(สำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ ค่าความน่าเชื่อถือ r = 0.95)

2.4.3 Griffiths (1990)

จากการศึกษาของ Griffith ในยุโรป สำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ พบความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกับผลงานของ Humphreys มาก

$$Tn = 12.1 + 0.534 \times Tm$$

2.4.4 Nicol และ Roef (1996)

Nicol และ Roef ได้ทำการศึกษาในประเทศปากีสถาน พบความสัมพันธ์ดังนี้

$$Tn = 17 + 0.38 \times Tm$$

ค่ากลางของอุณหภูมิ (Tn) ที่ได้เหล่านี้ เป็นค่าสำหรับที่นั่งทำงาน อยู่ในสภาพแวดล้อมปกติและใส่เสื้อผ้าตามสบาย ค่า (Tn) ที่ได้อยู่ระหว่าง 18-30 องศาเซลเซียส แล้วจึงขยายขอบเขตของอุณหภูมิในสภาวะสบายเป็น (Tn) + 2 องศาเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างอุณหภูมิกลาง หรืออุณหภูมิสบาย และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในอากาศ (Humphreys and Nicol1998) นั่นหมายถึง คนที่อยู่ในประเทศเขตร้อน จะมี Tn ที่สูงหรือรู้สึกสบายในอุณหภูมิที่สูง และคนที่อยู่ในประเทศเขตหนาว จะมี Tn หรือรู้สึกสบายในอุณหภูมิที่ต่ำ และได้ข้อสรุปเบื้องต้นว่า ความเคยชินกับสภาพอากาศท้องถิ่นมีอิทธิพลต่อสภาวะสบายของคนในท้องถิ่นนั้น

หากเราควบคุมสภาพแวดล้อมไว้ โดยเปิดโอกาสให้มีการปรับเปลี่ยนได้น้อยมากอาจมีผลต่อประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของมนุษย์ รวมทั้งยังสิ้นเปลืองพลังงานและส่งผลเสียต่อสุขภาพทั้งทางกายและทั้งจิตใจ เนื่องจากร่างกายมีความเคยชินกับความสบายตลอดเวลา

วิธีการหาค่ากลางของสภาวะสบายเหล่านี้ ต่างได้มาจากการเก็บข้อมูลในสภาพภูมิประเทศภูมิอากาศที่แตกต่างกัน สำหรับประเทศไทย ได้มีงานวิจัยหลายเล่มที่นิยมใช้วิธีของ Auliciems เพราะเป็นงานทดลองที่ทำในพื้นที่ร้อนชื้น ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทยมากที่สุด ในการวิจัย ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาขอบเขตสภาวะสบายตามวิธีของ Auliciems เป็นหลัก

วิธีการหาค่ากลางของสภาวะสบายเหล่านี้ ต่างได้มาจากการเก็บข้อมูลในสภาพภูมิประเทศภูมิอากาศที่แตกต่างกัน สำหรับประเทศไทย ได้มีงานวิจัยหลายแหล่งที่นิยมใช้วิธีของ Auliciems, 1997 ซึ่งเป็นงานทดลองที่ทำในพื้นที่ร้อนชื้น และมีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทย ขอบเขตสภาวะสบายตามวิธีของ Auliciems ได้แก่

จากสูตรคำนวณขอบเขตสบายของ Professor. s.v. szokolay & Auliciems จะนำมาหาขอบเขตสภาวะสบายได้และสรุปออกมาเป็นตัวเลขตามสภาพภูมิอากาศนั้น ๆ

$$Tn = 17.6+0.31 \times Tm \quad (r = 0.88)$$

เมื่อ Tn = อุณหภูมิค่ากลางของขอบเขตสภาวะสบาย (องศาเซลเซียส)

Tm = ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)

และสูตรคำนวณความชัน (dt) ของเส้น ET* (New effective temperature) ในแผนภูมิไซโครเมตริก (ดูแผนภูมิที่ 2.10)

$$dt = 0.025 \times (T - 14) \times AH_{T}(50\%)$$

เมื่อ dt = ความชันของเส้น ET

Ah = ค่าความชื้นสัมบูรณ์

T = ค่า Tn +/- 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการหาขอบเขตสภาวะสบายจากแผนภูมิไซโครเมตริก

1) นำค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโดยเฉลี่ย (TM) ของเดือนที่ร้อนที่สุด มาแทนในสูตรหาค่า Tn

2) กำหนดตำแหน่ง Tn ที่ได้ ณ ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ในแผนภูมิไซโครเมตริก แล้วขยายขอบเขตสภาวะสบายที่ระดับ Tn + 2 และ Tn – 2 องศาเซลเซียส

3) เขียนเส้น ET * ไปตามขอบเขตดังกล่าว เพื่อกำหนดขอบเขตสภาวะสบาย ตามความชันของเส้น ET * ได้มาจากสูตร dt ตามวิธีสูตรคำนวณความชัน (dt) ของเส้น ET* ข้างต้นในแผนภูมิไซโครเมตริก (ดูแผนภูมิที่ 3.10)

Set line slope ของเส้น ET* (New effective temperature) ในแผนภูมิ Psychromatric Chart Set line slope = 0.025 x (tn-14) x AH_T (50%)

4) เขียนเส้นขอบเขตบน และล่างของสภาวะสบาย ที่ระดับความชื้นสัมบูรณ์ 4 -12 กรัม /ก.ก. ก็จะได้ขอบเขตสภาวะสบายสำหรับฤดูหนาวโดยสมบูรณ์

5) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1-4 เพื่อหาขอบเขตสภาวะสบายสำหรับฤดูร้อน

6) กำหนดเส้นสภาวะอากาศในแต่ละเดือนของพื้นที่ลงในแผนภูมิ โดยกำหนดจุด 2 จุด จุดแรกมีค่าอุณหภูมิสูงสุด ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดตอนบ่าย จุดที่สองมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดตอนเช้า แล้วลากเส้นตรงเชื่อมจุดทั้งสอง

7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 6 สำหรับทั้ง 12 เดือน

ET Line เป็นเส้นที่แสดงความสัมพันธ์ของ DBT และ RH ซึ่งเป็นไปได้ว่า อากาศ ณ. จุดหนึ่งที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำจะให้ความรู้สึกในการรับรู้อุณหภูมิ (Thermal Sensation) เท่ากันกับอุณหภูมิที่สูงกว่าและความชื้นที่สูงกว่า ซึ่งแนวจุดดังกล่าวจะต้องใช้วิธีสมการ 0.025 x (Tn – 14) x AH ในความชันของเส้น ET line

2.5 ทฤษฎีรูปแบบการปรับตัว (Adaptive Model)

ทฤษฎีรูปแบบการปรับตัว (Adaptive Model) มีแนวคิดเริ่มต้นจากการพิจาณาผลงานวิจัยสภาวะสบายในภาคสนามหลายชิ้น ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าอุณหภูมิกลางหรืออุณหภูมิสบาย และค่าอุณหภูมิในอากาศ (Humphreys and nicol 1998) นั่นก็คือ “หากภูมิภาคใดอยู่ในเขตที่มีอุณหภูมิในอากาศต่ำ ความรู้สึกสบายของคนในภูมิภาคนั้นก็จะอยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำ และหากมิภาคที่อยู่ในเขตร้อน คนที่นั่นก็จะรู้สึกสบายในอุณหภูมิที่สูงตาม ไปด้วย” จึงได้มีข้อสรุปเบื้องต้นว่า ความเคยชินต่อสภาพอากาศท้องถิ่นมีอิธิพลต่อสภาวะสบายของคนในท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม มีอีกหลายงานวิจัยรวมทั้งงานวิจัยของคนในที่ทำงานในกรุงเทพมหานครด้วย (Busch 1992) พบว่าผู้ที่อยู่ในสภาพอากาศเขตร้อน แต่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ปรับอากาศ จน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิในอากาศเป็นประจำ จะเคยชินกับสภาวะสบายที่ต้องควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำอยู่เสมอ

โดยทั่วไปแล้ว มนุษย์ย่อมรู้จักการปรับตัวเองหรือปรับสภาพแวดล้อมให้ตัวเองรู้สึกสบายอยู่แล้ว (Humphreys 1994) การปรับตัวที่กล่าวมานี้ ได้แก่การ ปรับเปลี่ยนเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มตามฤดูกาลการปรับเปลี่ยนกิจกรรมที่ทำ ท่าทาง อิริยาบถ เมื่อรู้สึกเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้า หรือการเปลี่ยนสภาพ แวดล้อมที่เป็นอยู่ เช่น การทำกันสาดหรือติดผ้าใบ การปลูกต้นไม้ให้ร่มเงาหรือใช้ร่มเพื่อกันแดดในบางครั้งมนุษย์อาจจะเดินทางไปในที่อื่น ๆ เพื่อสัมผัสกับสภาพแวดล้อมใหม่และสภาพภูมิอากาศที่แตกต่าง ทำให้รู้สึกดีกว่า สบายกว่า นอกจากนี้มนุษย์อาจจะไม่ได้เดินทางย้ายไปที่ไหน แต่ควบคุมสภาพแวดล้อมที่ร้อนด้วยวิธีการใช้เครื่องปรับอากาศให้เย็นสบาย แลกกับพลังงานไฟฟ้าที่เสียไปเหล่านี้เป็นภาพสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมการอยู่ในสภาวะสบายของมนุษย์ในฐานะผู้กระทำ

ความพอใจที่จะได้อยู่ในสภาวะสบายหรือเปลี่ยนสภาพแวดล้อมให้รู้สึกตอบสนองสภาวะสบายของตนเองได้ สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นการปรับเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องในวิถีชีวิต นั่นเป็นเพราะว่าสภาพอากาศเป็นพลวัต ในแต่ละช่วงเวลาของวัน แต่ละสถานที่ มีสภาพอากาศที่แตกต่างกัน ระบบความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจึงเป็นพลวัตด้วย หากมนุษย์สามารถทบทวนการเรียนรู้และเกิดความเข้าใจในวงจรขอบระบบพลวัตนี้ทั้งไปข้างในและย้อนกลับได้ ก็สามารถตอบสนองความมุ่งหมายที่สภาวะสบายได้ ดังนั้นอุณหภูมิสบายจึงไม่ได้เป็นค่าเสถียร แต่ปรับเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมทางกายภาพและการปรับตัวทางวัฒนะธรรมของมนุษย์ การกำหนดค่าอุณหภูมิเป็นค่ามาตรฐาน แล้วพยายามสร้างสภาวะแวดล้อมให้ได้ตามค่าที่กำหนดจึงอาจจะต้องพิจาณาเสียใหม่ โดยหันมาเน้นความสำคัญ กับคนในสภาพแวดล้อมนั้นแทน ให้มีโอกาสได้สัมผัสกับระบบพลวัตที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ และเรียนรู้การปรับตัวและปรับสภาพแวดล้อมอย่างมีประสิทธิ์ภาพ ทั้งนี้เพราะหากควบคุมสภาพแวดล้อมไว้ โดยเปิดโอกาสให้มีการปรับเปลี่ยนได้น้อยมาก อาจจะมีผลต่อประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของมนุษย์ รวมทั้งยังสิ้นเปลืองพลังงานและส่งผลเสียต่อสุขภาพทั้งทางกายและทางใจ

ในหลักของการปรับตัว การตระหนักรับรู้ถึงสภาพแวดล้อที่เป็นอยู่ก็สามารถใช้เป็นกระบวนการหนึ่งของการสร้างสภาวะสบายได้ (Alucium 1981) เพราะความคิดที่เกิดขึ้นในจิตใจสามารถผสมผสานกับความรู้สึกในสภาพอากาศขอมมนุษย์ ได้และทั้งหมดนี้ต้องพิจารณาเป็นองค์รวมทั้งจากประสบการณ์ ที่ผ่านมา การสัมผัสกับสภาพอากาศในขณะนั้น และการคาดหมาย ล่วงหน้า ฉะนั้นการตระหนักรับรู้และสร้างความเข้าใจ จึงเสมือนเป็นการเปิดโอกาสใหเกิดการปรับตัวได้เป็นการเพิ่มศักยภาพของการยอมรับสภาพแวดล้อม ตามธรรมชาติ รวมทั้งยังสามารถขยายขอบเขตของสภาวะสบายได้ (Baker and Standeven 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุปแล้ว รูปแบบการปรับตัวมีหลักอยู่ว่า หากมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมแล้วทำให้มนุษย์รู้สึกถึงความไม่สบายในสภาพอากาศ มนุษย์ก็จะปรับตัวในหนทางที่จะนำสภาวะสบายนั้นกลับมาให้ได้ วิธีการในการปรับตัวจึงเกี่ยวกับมนุษย์ทั้งทางกายภาพและ

ทางจิตใจ สังคมเทคโนโลยี วัฒนธรรม และพฤติกรรมของมนุษย์ (Humphreys and Nicol1988) ตัวอย่างการปรับตัวได้แก่

1. การควบคุมความร้อนภายในร่างกาย เช่น การออกกำลังกาย การนอนหลับพักผ่อนตอนกลางวัน การสวม เสื้อผ้าเพิ่มหรือการถอดเสื้อผ้าออก การอาบน้ำ ล้างหน้า หรือว่ายน้ำ การดื่มน้ำร้อนเย็น หรือกินไอศกรีม

2. การควบคุมสภาพแวดล้อม เช่นการเปิดปิดพัดลมหรือเครื่องปรับ การเปิดหน้าต่างการใช้ฉนวนกับผนังหรือหลังคาของอาคาร

3. การเลือกสภาพแวดล้อมที่แตกต่าง เช่นการเปลี่ยนสถานที่ภายในบ้าน ภายนอกบ้านการอพยพย้ายถิ่นฐาน การเดินทางท่องเที่ยว

4. การปรับตัวทางร่างกายตามธรรมชาติ เช่นการขยายหรือหดตัวของเส้นเลือด การหายใจหรือการไหลของเหงื่อ ความเคยชินกับสภาพอากาศ

แนวคิดและทฤษฎีรูปแบบการปรับตัวจึงเป็นสาระที่ควบคู่ไปกับการศึกษาสภาวะสบายในปัจจุบันเพื่อค้นหาคำตอบที่เหมาะสมและเป็นพื้นฐานให้กับการอยู่อาศัยในวิถีชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

สภาพอากาศกรุงเทพมหานคร

3.1 ภูมิอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในคาบสมุทร อินโดจีน อยู่เขตร้อน ตั้งอยู่ระหว่าง ละติจูด 5 องศา เหนือที่จังหวัด ยะลาถึง 21 องศาเหนือจังหวัดเชียงราย ชายแดนทางทิศตะวันออกอยู่ที่ลองติจูด 106 องศาตะวันออก ชายแดนตะวันตกอยู่ที่ ลองติจูด 97 องศาตะวันออก มีกรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวง

รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งจังหวัดกรุงเทพมหานคร

ลักษณะดินฟ้าอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย มีมรสุมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ช่วงนี้อากาศค่อนข้างเย็น และแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์น้อย ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม มีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากอ่าวเบงกอลทะเลอันดามัน และมหาสมุทรอินเดีย พัดเอาฝนเข้าสู่ประเทศไทย อากาศช่วงนี้ความชื้นสัมพัทธ์สูง และมีกระแสลมพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทย และประเทศไทยทางทิศใต้ หรือตะวันออกเฉียงใต้ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน อากาศจะร้อน

3.1.1 ฤดูกาลของประเทศไทย

ประเทศไทยแบ่งฤดุกาลได้ 3 ฤดูคือ

(1) ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม เมื่อมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย และร่องความกดอากาศต่ำเลื่อนขึ้นมาพัดผ่าน ทำให้เกิดฝนตก อากาศจะไม่ร้อนเพิ่มแต่จะชื้นเพิ่มขึ้นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือพัดเข้าสู่ประเทศไทยมีระยะเวลาประมาณ 4 เดือน อากาศจะหนาวในช่วงเดือน ธันวาคม และมกราคม

(3) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธุ์ถึงเดือนพฤษภาคม ช่วงนี้จะมีลมจากทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย เป็นช่วงเวลาที่ ประเทศไทยเอียงเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ ประมาณวันที 27 เมษายน จะเป็นวันที่ดวงอาทิตย์ ตั้งฉากกับพื้นโลกทำให้ได้รับความร้อนเต็มที่ ทำให้อากาศร้อนมาก

3.1.2 อุณหภูมิของประเทศไทย

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้ได้รับแสงอาทิตย์ เกือบทั้งปี ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างฤดูหนาว และฤดูร้อนมีน้อย เดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุด คือเดือนเมษายน วันที่ดวงอาทิตย์ตังฉากกับกรุงเทพ ฯ คือวันที 27 เมษายน เดือนมกราคมเป็นเดือนที่มีอากาศหนาวในรอบปี

3.1.3 ปริมาณฝนของประเทศไทย

ประเทศไทยมีฝนอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย ทั่วประเทศประมาณ 1650 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน ช่วงที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือฤดูหนาว และฤดูร้อน คือช่วง ธันวาคม ถึงเดือนเมษายน

3.1.4 ทิศทางของลมพื้นผิวประเทศไทย

(1) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ บริเวณตั้งแต่ก้นอ่าวไทยขึ้นไป ลมจะมาทางทิศเหนือ หรือตะวันตกเฉียงเหนือ และจะเปลี่ยน เป็นทิศใต้ในเดือนกุมภาพันธ์

(2) ช่วงเดือน มีนาคม ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นฤดูร้อน ส่วนใหญ่ลมจะมาจากทางทิศใต้

(3) ช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง เดือนกันยนยน ลมประจำจะเป็นทิศตะวัน ตกเฉียงใต้

(4) ช่วงเดือนตุลาคม เป็นเดือนที่มีมรสุม ทำให้ลมส่วนมากเป็นลมจากทางทิศเหนือและตะวันออก

3.2 สภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งสำคัญที่สถาปนิกควรคำนึงถึงเป็นอันดับแรก ในการออกแบบอาคารทุกครั้ง คือศึกษาสภาพแวดล้อม และสภาพอากาศที่ตั้งอาคาร เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ แนวทางการออกแบบอาคาร อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อ ความสบายของผู้อยู่อาศัย

การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ ควรจัดทำจากข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ย 10 ปี เป็นอย่างน้อย สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ทำการวิเคราะห์สภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร จากตราอุตุนิยมวิทยา (ดูตารางที่ 3.1) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 -2549 (1997-2006) โดยประกอบด้วยตัวแปรดังนี้

อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	Air temperature (Celsius)
ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	Relative humidity (%)
อุณหภูมิท้องฟ้า (องศาเซลเซียส)	Sky temperature (Celsius)
ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	Rainfall (mm)
ทิศทาง และ ความเร็วลม (เมตร/ วินาที)	Wind (m/s)
ชั่วโมงแดด (ชั่วโมง)	Sunshine duration (hr)
ปริมาณการระเหยกลายเป็นไอ (มิลลิเมตร)	Evaporation (mm)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สภาพอากาศตามขั้นตอนของ O.H. Koenigsberger เพื่อหาค่าอุณหภูมิ CET รายชั่วโมง จากนั้นจึงหาขอบเขตสภาวะสบาย ตามวิธีของ Auliciems และ S.V. Szokolay, 1981 เพื่อหาแนวทางการออกแบบอาคารต่อไป

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลภูมิอากาศ กรุงเทพมหานคร (ปี พ.ศ.2540-2549)

Climatological data for the period 10 years (1997 -2006)
Station metrological Latitude 13.6 N Longtitude 100.6 E
Elevation of station above MSL : 3.00 m
Height of thermometer above ground : 1.25 m
Height of wind vane above ground : 10.00 m.
height of rain gauge : 1.00 m.

Month	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Air temperature (celcius)												
Extreme maximum	37.6	36.9	38.1	39.4	38.6	37.4	37.3	36.5	36.5	36.2	37.5	35.8
Mean maximum	32.8	33.5	34.4	35.3	34.3	33.7	33.2	33	32.8	33.2	32.9	32.1
Mean	27.8	28.8	29.8	30.9	30.2	29.7	29.5	29.2	28.6	28.8	28.4	27.3
Mean minimum	23.7	25	26.3	27.1	26.5	26.2	26.2	25.9	25.3	25.3	24.6	23.1
Extreme minimum	17.3	18.6	18.4	22	22.3	21.1	22.4	22.3	21.5	19.8	19.2	13.2
Relative humidity (%)												
Extreme maximum	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
mean maximum	83	85	86	86	87	87	86	86	91	89	82	77
mean	68	70	72	72	74	74	74	74	78	76	68	63
mean minimum	50	52	53	54	59	59	60	60	62	59	53	48
extreme minimum	23	15	17	29	33	34	40	41	36	36	27	28
Evaporation (mm.)												
Mean Evaporation	118.6	125.8	155	158.6	148.9	134.3	131.1	129.4	108.4	104.7	111.7	95
rainfall (mm.)												
Total	12.8	32.2	52.3	95.7	234.1	155.5	160.5	188.2	320.3	269.4	60	9.6
number of rainy day	1.7	2.9	4.3	7	16.2	15.4	16.5	17.2	20.5	16.2	5.3	1.4
greattest in 24 hr	43.1	53.9	63.6	93.5	114.5	94.6	92.5	87.6	128.1	132.9	69.6	21.4
Wind (m/s)												
prevailing direction	S	S	S	S	S	SW	SW	S	W	W	E	N	NE
maximum speed (m/s)	9.26	12.9	12.9	14.4	18	19.5	18	15.9	17	15.4	13.4	9.26
mean speed (m/s)	1.03	1.39	1.59	1.44	1.29	1.34	1.39	0.98	0.82	0.87	0.87	0.87
Sunshine duration (hr)												
Mean	235.7	233.2	246.2	236.2	216.6	170.8	152.8	145.4	132.4	180.2	200.2	194.7

Remark : "_" indicate missing data
Agrometeorological analysis sub - division , Agrometeorological division
data processing sub- division ,climatology division
meteorological department

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลัง 10 ปีของกรมอุตุ (ตารางทที่3.1) จึงพอสรุปสภาพอากาศของกรุงเทพ ได้ดังนี้

(1) อุณหภูมิจะร้อนที่สุดในเดือน เมษายน คือมีอุณหภูมิ เฉลี่ยเดือน ประมาณ 29.08 องศาเซลเซียส (ดูตารางที่ 3.2) และอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด ประมาณ 30.8 องศาเซลเซียส เดือนเมษายน และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด ประมาณ 27.28 องศาเซลเซียส เดือนธันวาคม

(2) มีความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยประมาณ 72 % ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดตอนเดือนกันยายน ประมาณ 76.3% และความชืนเฉลี่ยต่ำสุด ประมาณ 62.55 % ช่วงเดือนธันวาคม

(3) มีปริมาณฝนประมาณ 1590.6 มิลลิเมตร โดยรวมทั้งปี

(4) มีระยะเวลาดวงอาทิตย์ส่อง 9 ถึง 10 ชั่วโมงต่อวัน และช่วงเดือนกันยายน ประมาณ 4 ถึง 5 ชั่วโมงต่อวัน

(5) ความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 1.16 เมตร / วินาที โดยลมส่วนใหญ่จะพัดมาทางทิศใต้ ลมในช่วงหน้าร้อน โดยทั่วไปพัดมาจากทางตะวันตกเฉียงใต้ และพัดมาทางตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงหน้าหนาว

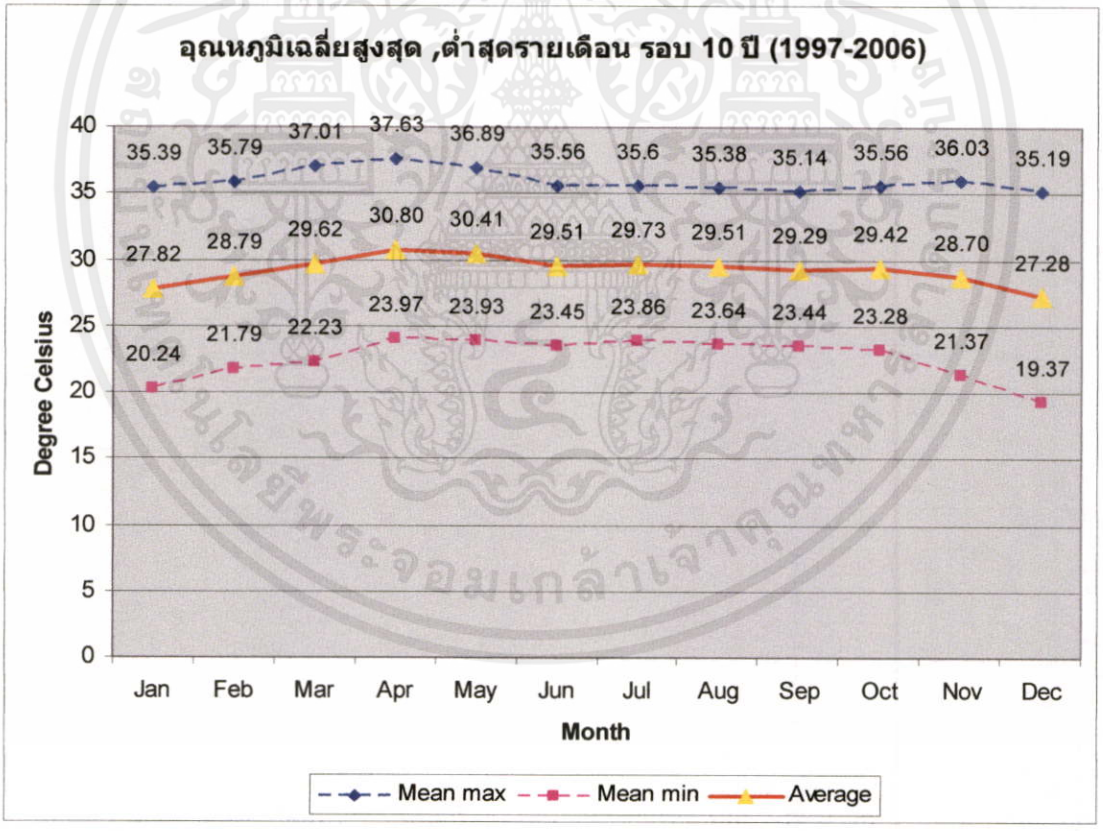
ตารางที่ 3.2 แสดงอุณหภูมิ เฉลี่ยสูงสุดรายเดือนรอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549)

Month	Maximum Temperature (Celsius)										
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Mean
Jan	33.9	36.2	37.6	35.5	35.7	34.6	35.0	35.1	34.9	35.4	35.4
Feb	35.1	36.6	35.6	35.7	36.9	35.5	35.5	35.0	35.7	36.3	35.8
Mar	36.9	37.5	37.6	37.0	36.4	36.0	36.3	37.6	38.1	36.7	37.0
Apr	37.0	38.8	36.3	37.1	37.4	38.0	38.2	39.4	37.3	36.8	37.6
May	37.4	38.3	34.4	36.1	36.2	36.6	38.6	36.0	37.7	37.6	36.9
Jun	37.4	35.7	35.2	34.4	35.5	34.9	35.8	36.2	35.0	35.5	35.6
Jul	35.5	37.3	35.1	35.1	35.7	34.7	35.8	35.6	36.2	35.0	35.6
Aug	35.2	36.3	35.0	34.8	35.5	34.5	35.8	34.9	36.5	35.3	35.4
Sep	35.5	34.6	35.0	35.1	35.9	34.2	33.9	35.8	34.9	36.5	35.1
Oct	35.5	36.2	35.1	35.1	35.8	35.2	35.2	36.0	35.3	36.2	35.6
Nov	36.0	35.8	35.2	35.0	35.6	35.2	36.9	37.5	35.4	37.7	36.0
Dec	35.8	35.5	35.0	35.6	35.2	35.4	35.2	34.6	34.8	34.8	35.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด รายเดือนรอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549)

Month	Minimum Temperature (Celsius)										
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	**Mean**
Jan	19.2	22.6	20.8	20.4	22.2	19.5	19.3	19.5	17.8	21.1	20.24
Feb	22.7	24.3	19.5	18.6	22.0	23.8	20.5	20.0	24.4	22.1	21.79
Mar	22.7	23.0	22.7	22.6	22.1	21.5	22.6	23.5	18.4	23.2	22.23
Apr	23.0	24.2	23.5	23.4	26.2	25.2	24.7	23.0	22.6	23.9	23.97
May	24.0	23.7	23.6	23.2	24.0	23.5	24.2	24.0	24.8	24.3	23.93
Jun	22.9	24.0	25.1	23.4	24.2	22.5	23.0	21.1	24.1	24.2	23.45
Jul	24.1	23.5	24.4	24.2	24.2	22.4	23.6	24.2	23.6	24.4	23.86
Aug	23.5	23.5	23.9	23.5	24.5	22.3	23.6	23.6	24.5	23.5	23.64
Sep	22.8	23.3	24.2	24.0	23.9	21.5	23.5	23.3	23.9	24.0	23.44
Oct	23.5	24.6	23.4	23.9	24.0	19.8	23.3	23.1	23.6	23.6	23.28
Nov	22.6	22.5	21.3	20.4	19.4	19.2	22.6	22.5	20.8	22.4	21.37
Dec	22.6	19.6	13.2	20.0	18.6	22.4	18.1	20.3	17.9	21.0	19.37



รูปที่ 3.2 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดรายเดือน รอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549)

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

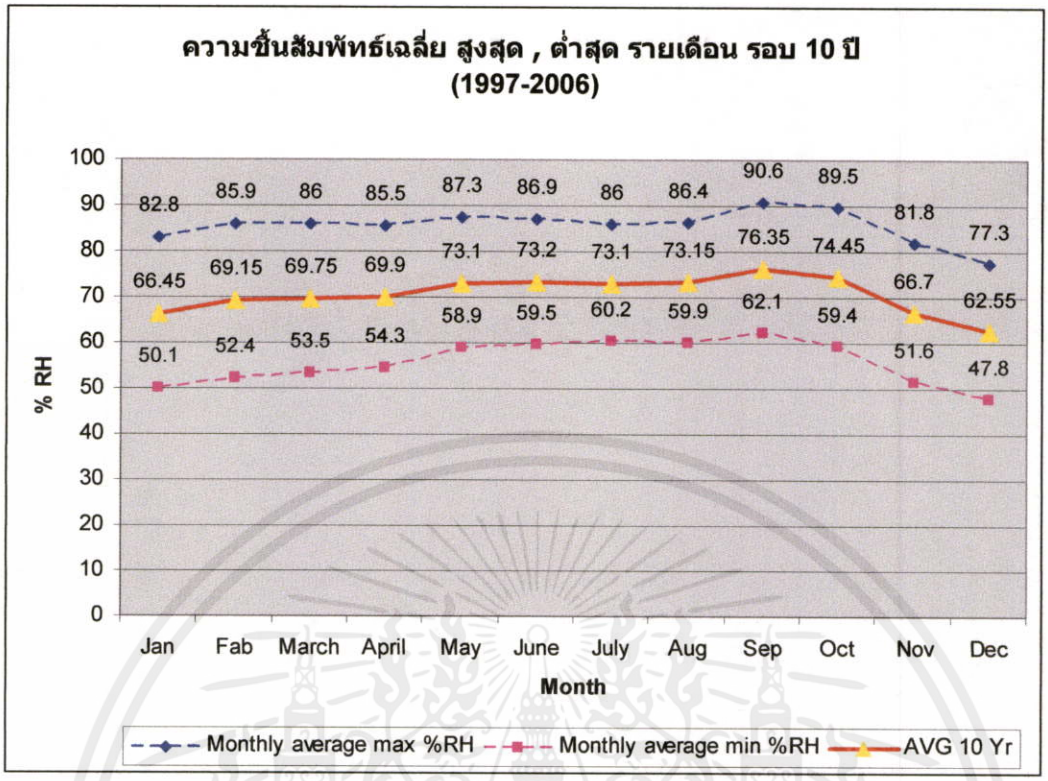
ตารางที่ 3.4 แสดงความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด รายเดือนรอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549)

Month	Monthly average max %RH										
	1997	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**Mean**
Jan	82	86	83	82	84	82	80	83	84	82	82.8
Fab	82	89	90	84	85	88	82	88	87	84	85.9
March	85	85	87	85	90	86	88	86	84	84	86
April	82	86	91	90	85	84	83	85	85	84	85.5
May	80	88	93	89	90	90	85	86	86	86	87.3
June	78	87	90	91	87	89	86	87	86	88	86.9
July	79	90	84	89	84	88	91	86	85	84	86
Aug	82	91	89	88	84	86	87	87	87	83	86.4
Sep	89	95	91	89	92	89	90	89	91	91	90.6
Oct	89	91	92	93	94	89	88	81	90	88	89.5
Nov	83	87	85	78	79	87	78	75	87	79	81.8
Dec	80	81	70	78	78	84	72	73	79	78	77.3

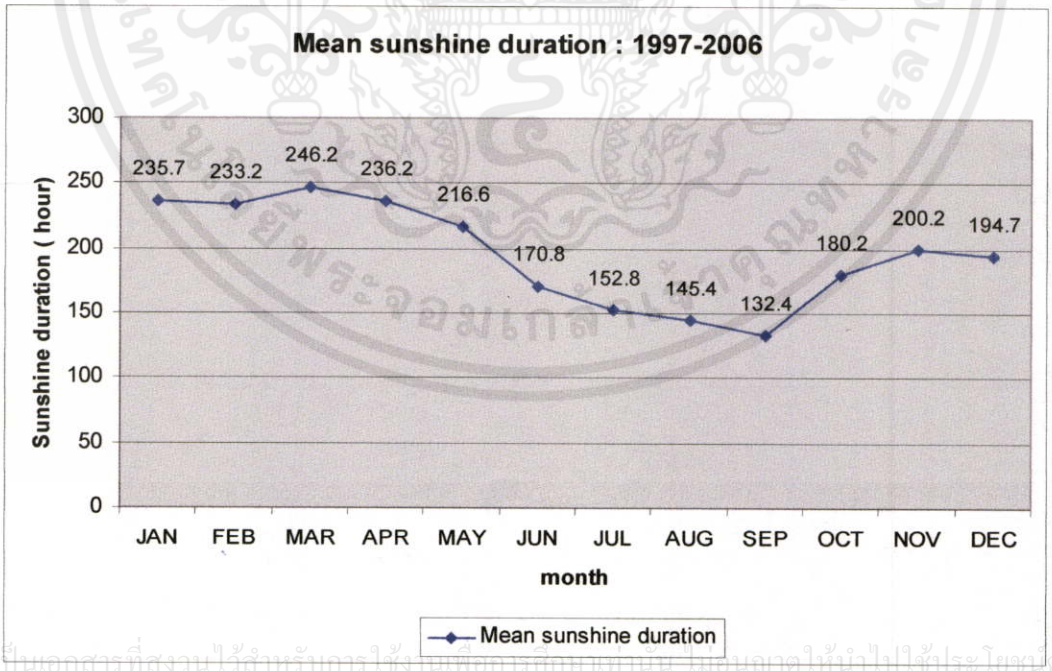
ตารางที่ 3.5 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด รายเดือนรอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549)

Month	Monthly average min %RH										
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	**Mean**
Jan	47	50	58	49	52	46	54	51	49	45	50.1
Fab	47	59	60	47	50	52	52	53	55	49	52.4
March	52	54	48	50	59	59	56	54	51	52	53.5
April	49	54	61	63	55	52	53	48	56	52	54.3
May	51	55	66	60	62	64	54	60	58	59	58.9
June	50	58	62	63	60	66	56	61	60	59	59.5
July	57	60	59	60	59	66	64	57	59	61	60.2
Aug	58	61	61	61	60	60	61	59	59	59	59.9
Sep	59	68	62	60	61	61	64	61	63	62	62.1
Oct	58	62	63	63	65	60	58	48	59	58	59.4
Nov	53	58	56	49	50	57	45	44	59	45	51.6
Dec	47	55	47	47	50	55	44	37	52	44	47.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

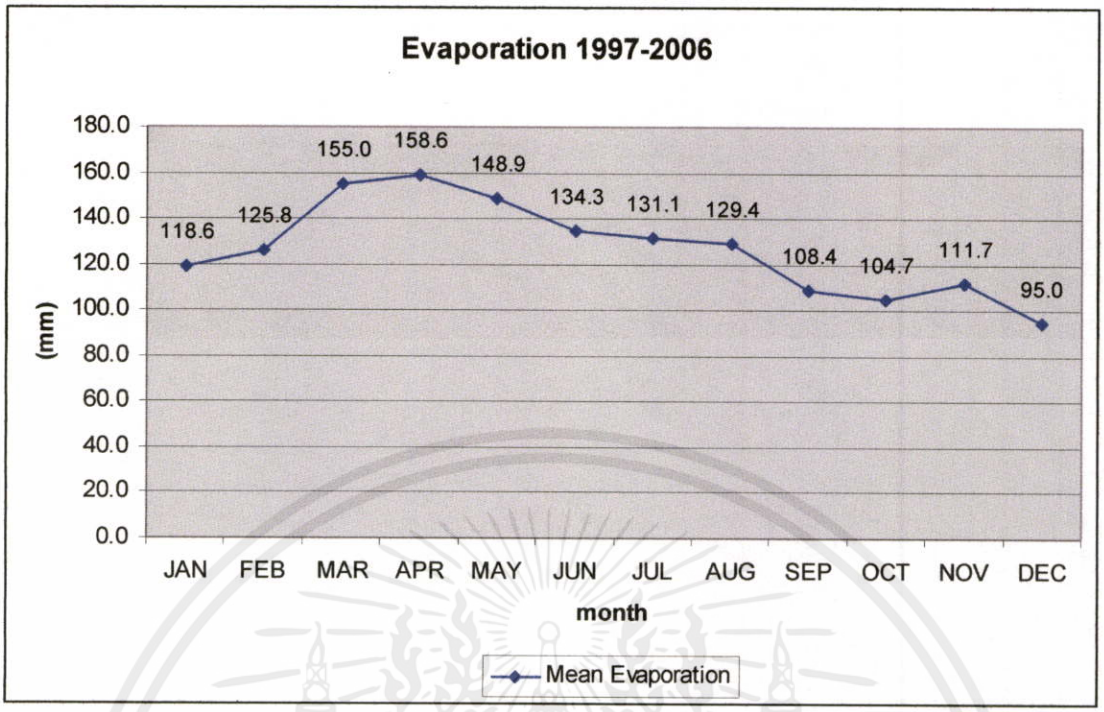


รูปที่ 3.3 กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดรายเดือน รอบ 10 ปี (ปี พ.ศ.2540-2549)

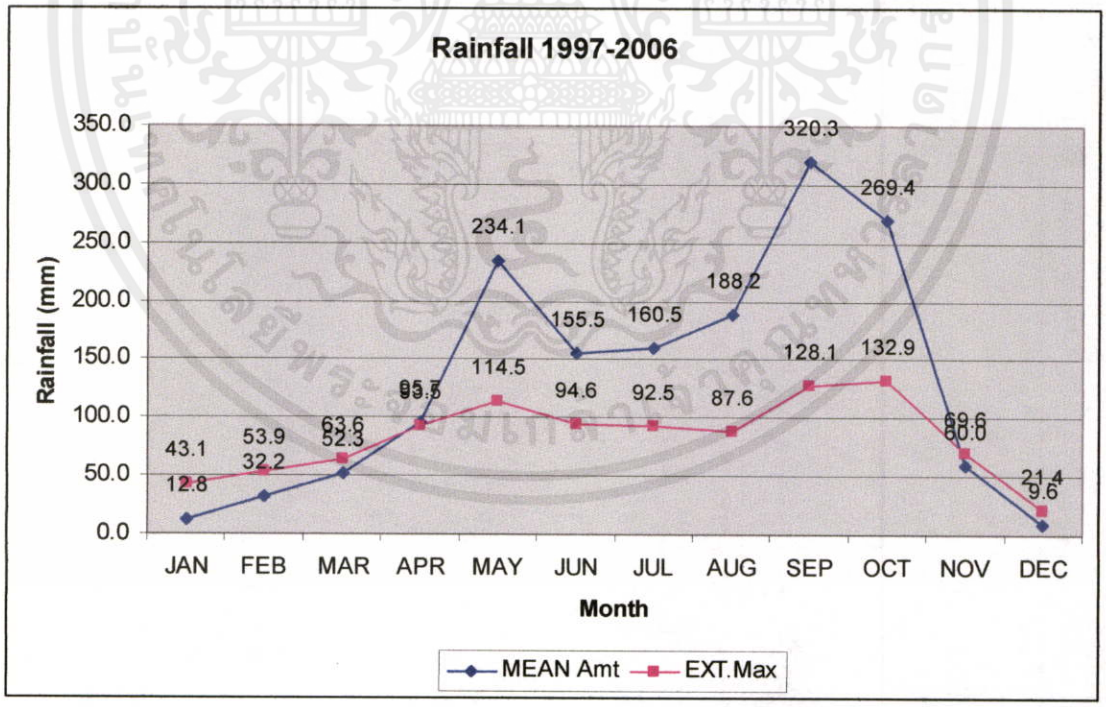


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 ชั่วโมงแดด กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549

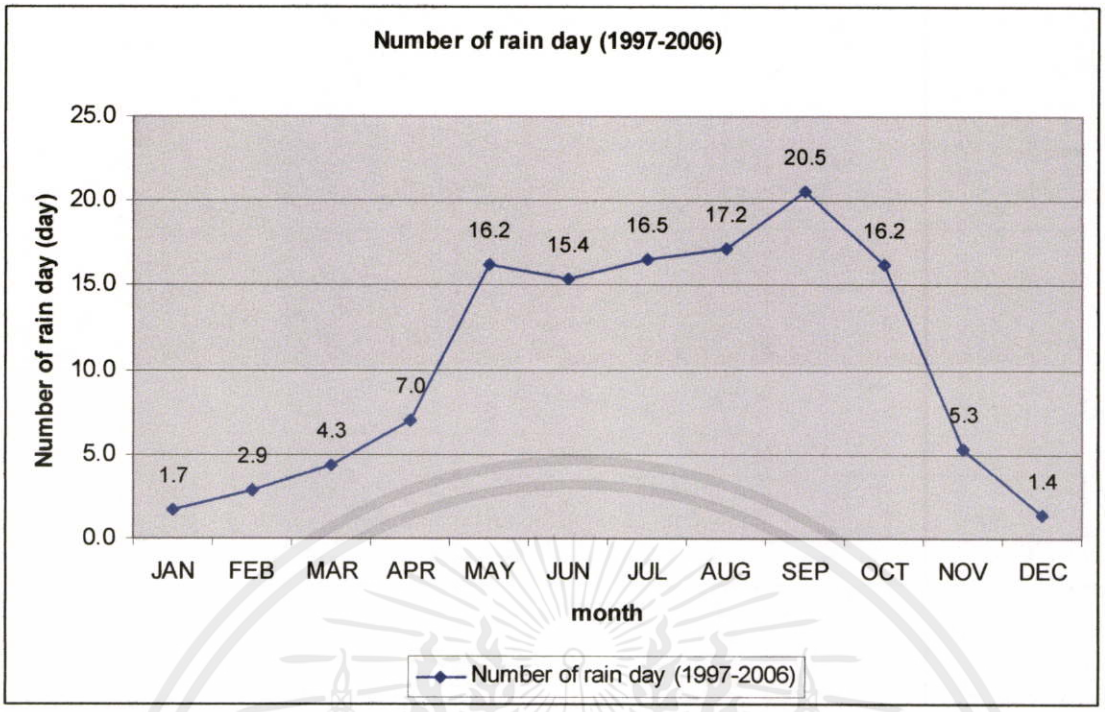


รูปที่ 3.5 ปริมาณการระเหยกลายเป็นไอ กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549

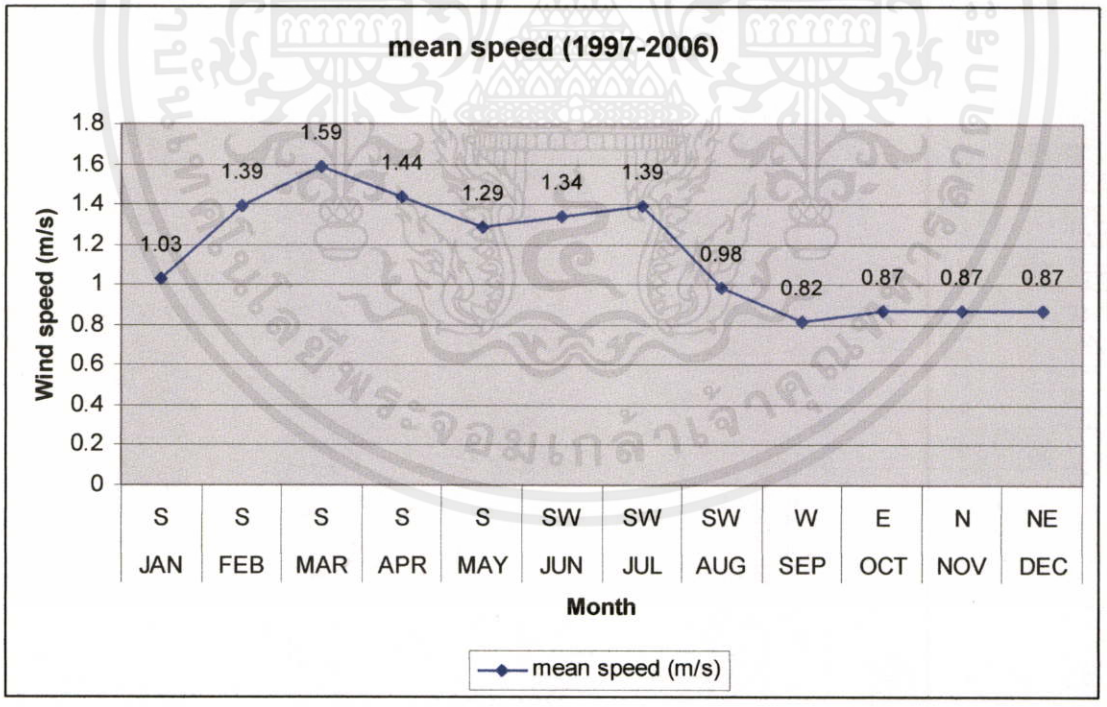


รูปที่ 3.6 ปริมาณฝน กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

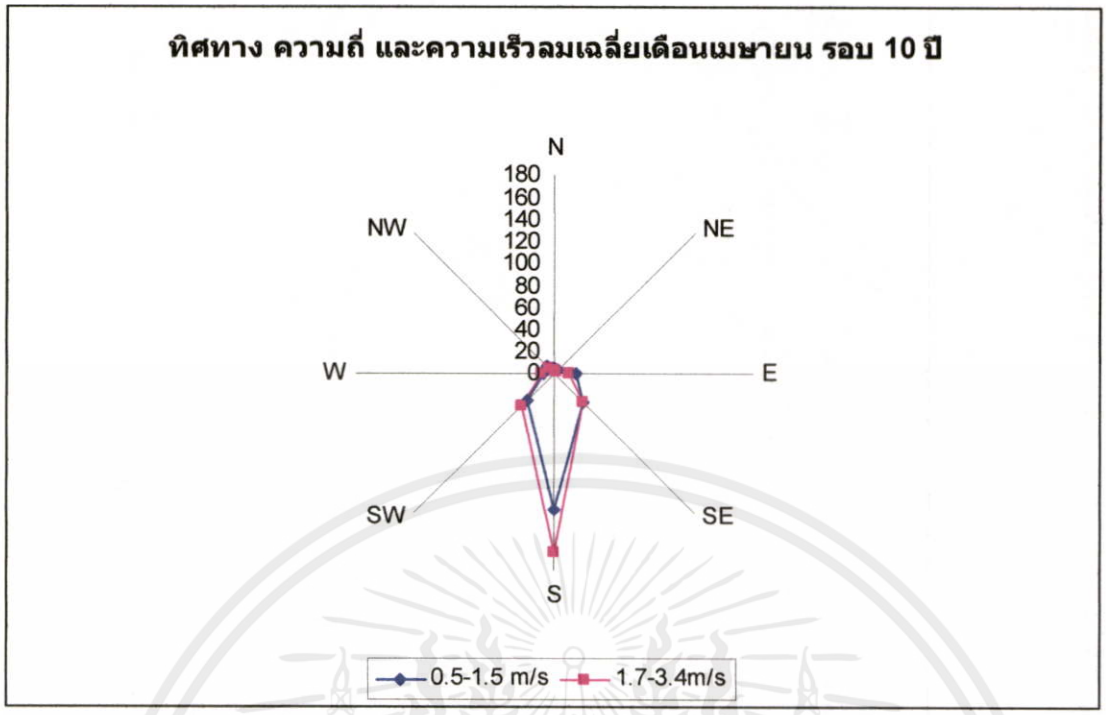


รูปที่ 3.7 ปริมาณวันที่ฝนตก กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549



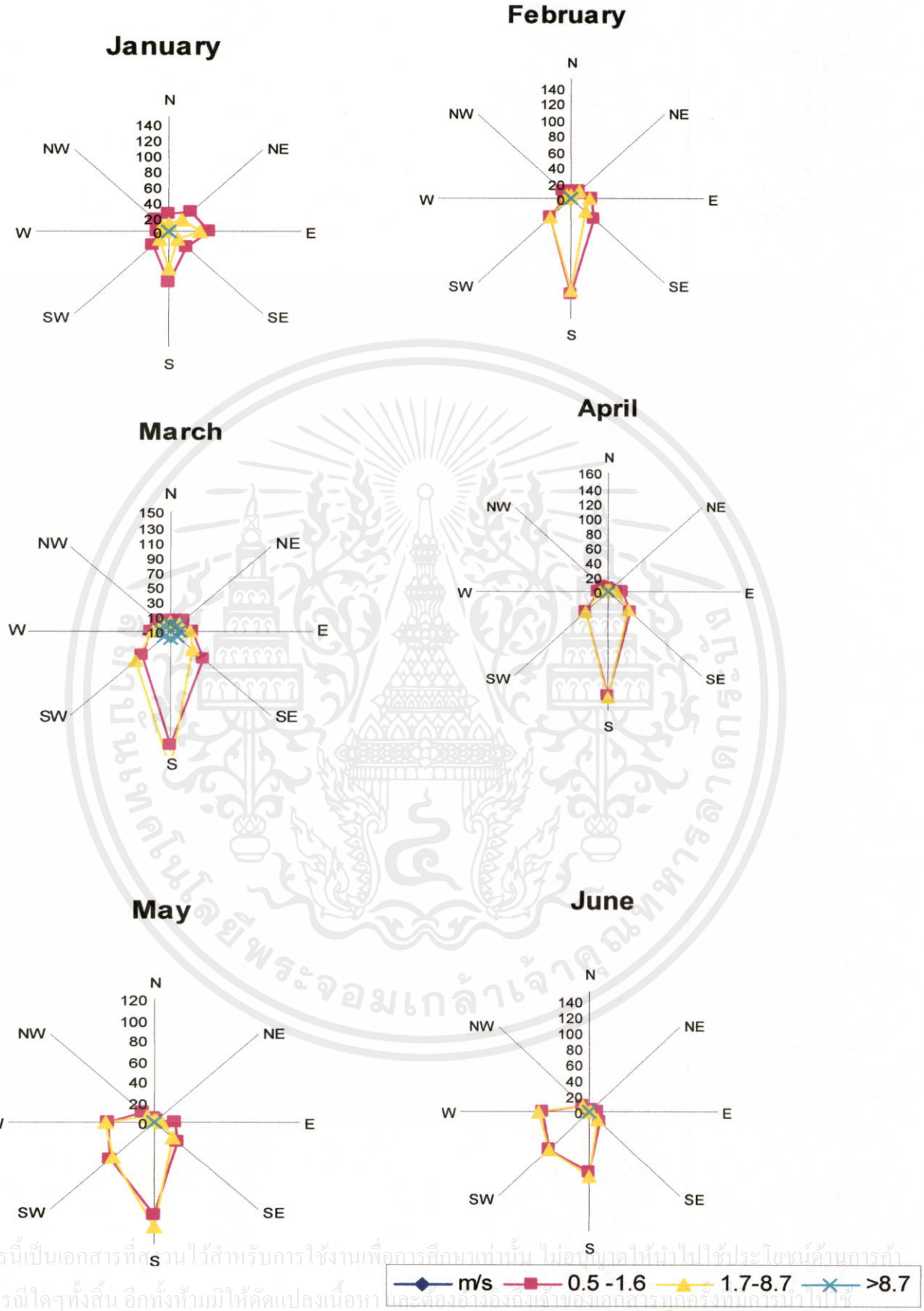
รูปที่ 3.8 ความเร็วลม กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540-2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



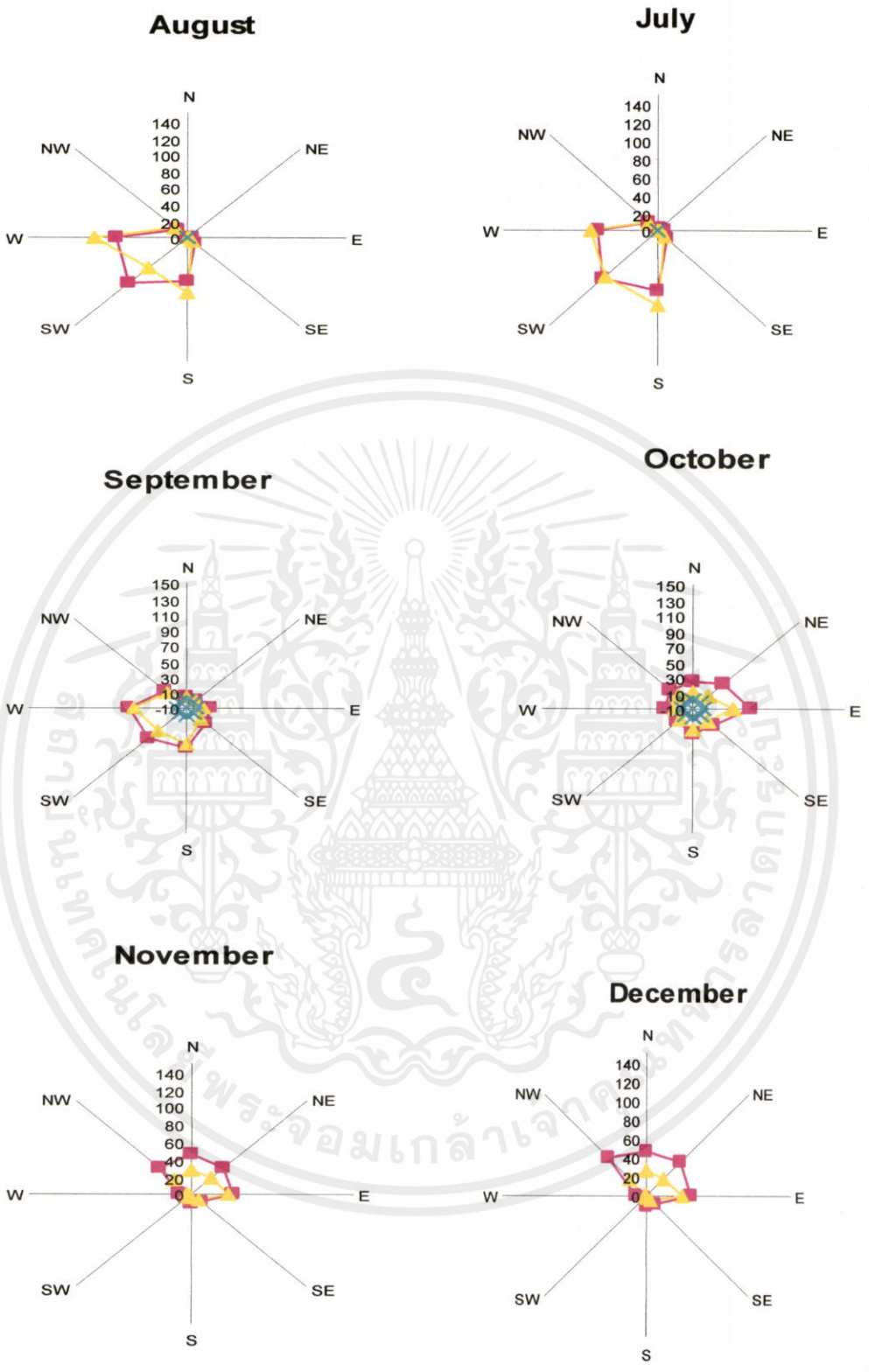
รูปที่ 3.9 ทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ย กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540 – 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 แสดงทิศทาง ,ความถี่ และความเร็ว ลมเฉลี่ย กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540 – 2549 (เดือนมกราคม – มิถุนายน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 แสดงทิศทาง ,ความถี่ และความเร็ว ลมเฉลี่ย กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2540 – 2549 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม)

3.3 ขอบเขตสภาวะสบายของกรุงเทพมหานคร

จากสูตรคำนวณขอบเขตสบายของ Auliciums

$$Tn = 17.6 + (0.31 \times Tm)$$

เมื่อ Tn คือ อุณหภูมิค่ากลางของขอบเขตสภาวะสบาย (องศาเซลเซียส)
Tm คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)

และสูตรคำนวณความชัน (dT) ของเส้น ET* (new effective temperature) ในแผนภูมิไซโครเมตริก

$$dT = 0.025 \ X (T-14) \times AH_T \ (50\%)$$

เมื่อ dT คือ ความชันของเส้น ET*
AH คือ ค่าความชื้นสัมบูรณ์
T คือ ค่า Tn +_ 2

ขั้นตอนการหาขอบเขตสภาวะสบาย

1) นำค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโดยเฉลี่ย (Tm) ของเดือนที่หนาวที่สุด มาแทนในสูตรหาค่า Tn

2) กำหนดตำแหน่ง Tn ที่ได้ ณ ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ในแผนภูมิไซโครเมตริก แล้วขยายขอบเขตสภาวะสบายที่ระดับ Tn + 2 และ Tn - 2 องศาเซลเซียส

3) เขียนเส้น ET* ไปตามขอบเขตดังกล่าว เพื่อกำหนดขอบเขตสภาวะสบาย ความชันของเส้น ET* ได้มาจากสูตร dT

4) เขียนเส้นขอบเขตบน และล่างของสภาวะสบาย ที่ระดับความชื้น สัมบูรณ์ 4-12 กรัม/ก.ก. ก็จะได้ขอบเขตสภาวะสบายสำหรับฤดูหนาวโดยสมบูรณ์

5) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1-4 เพื่อหาขอบเขตสภาวะสบายสำหรับฤดูร้อน

6) กำหนดเส้นสภาวะอากาศในแต่ละเดือนของพื้นที่ ลงในแผนภูมิ โดยกำหนดจุด 2 จุด จุดแรกมีค่าอุณหภูมิสูงสุด ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ต่ำสุดตอนบ่าย จุดที่สองมีค่าอุณหภูมิต่ำสุด ค่าความชื้นสัทพัทธ์สูงสุดตอนเช้า แล้วลากเส้นตรงเชื่อมจุดทั้งสอง

7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 6 สำหรับทั้ง 12 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสภาวะสบายของกรุงเทพมหานคร

	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
Tmax	32.8	33.5	34.4	35.3	34.3	33.7	33.2	33	32.8	33.2	32.9	32.1
sdMax	0.9	1.2	1	1.7	1.5	1.1	1.6	1.5	1.2	0.9	1.2	1.3
Tmin	23.7	25	26.3	27.1	26.5	26.2	26.2	25.9	25.3	25.3	24.6	23.1
sdMax	1.4	2.1	1.1	2.3	1.5	0.9	1.1	0.8	1	1.1	1.5	1.7
Tsd	1	1.4	0.9	1.5	1.5	1	1.2	0.8	1	1.1	1.5	1.7
RH am	46	47	50	53	54	56	57	58	58	58	53	43
RH pm	91	91	90	90	90	91	90	89	91	92	87	89
Rain	12.8	32.2	52.3	95.7	234.1	155.5	160.5	188.2	320.3	269.4	60	9.6
Irad	4876	5243	6110	5587	4988	4658	4569	4516	4112	3964	3756	3661

<u>ฤดูหนาว</u> เดือนที่หนาวที่สุด คือ เดือนธันวาคม ค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดเป็น 31.3 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่ำสุดเป็น 21.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเป็น 26.4 องศาเซลเซียส

Tn = 17.6 + (0.31 X Tm)

Tn = 17.6 + (0.31 X 26.4)

= 25 .8 + 2

= 23.78 – 27.78 องศาเซลเซียส

Dt = 0.025 x (T - 14) x AH (50 %)

dT for ET * Min = 0.025 x (23.78 - 14) x 9.30

= 2.27

the axis intercept = 23.78 + 2.27

= 26.05 องศาเซลเซียส

dT for ET * Max = 0.025 X (27.78 - 14) x 11.89

= 4.09

the axis intercept = 27.78 + 4.09

= 31.87 องศาเซลเซียส

ฤดูร้อน เดือนที่ร้อนที่สุด คือเดือนเมษายน ค่าอุณหภูมิ อากาศเฉลี่ยสูงสุดเป็น 35.6 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดเป็น 26.6 องศาเซลเซียส ดังนั้นค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเป็น 31.1 องศาเซลเซียส

Tn = 17.6 + (0.31 X Tm)

Tn = 17.6 + (0.31 X 31.1)

= 27.24 + 2

= 25.24 – 29.24 องศาเซลเซียส

Dt = 0.025 x (T - 14) x AHT (50 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

dT for ET * Min = 0.025 x (25.24 - 14) x 10.18

= 2.86

the axis intercept = 25.24 + 2.86

= 28.10 องศาเซลเซียส

dT for ET * Max = 0.025 X (29.24 - 14) x 12.98

= 4.94

the axis intercept = 29.24 + 4.94

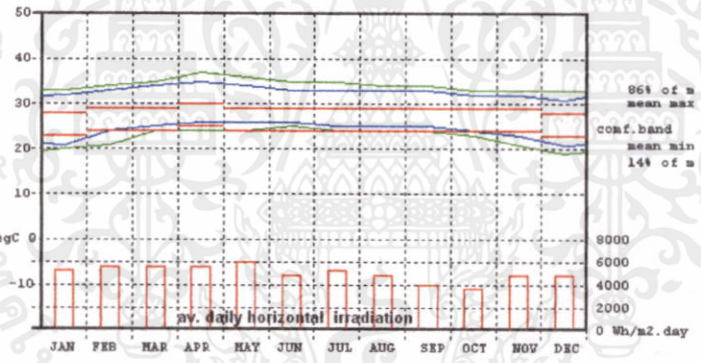
= 34.18 องศาเซลเซียส

ขอบเขตสภาวะสบายของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2539 – 2549 (1997 – 2007)

ขอบเขตสภาวะสบาย สำหรับฤดูหนาว = 23.78 – 27.78 องศาเซลเซียส

ขอบเขตสภาวะสบาย สำหรับฤดูร้อน = 25.24 – 29.24 องศาเซลเซียส

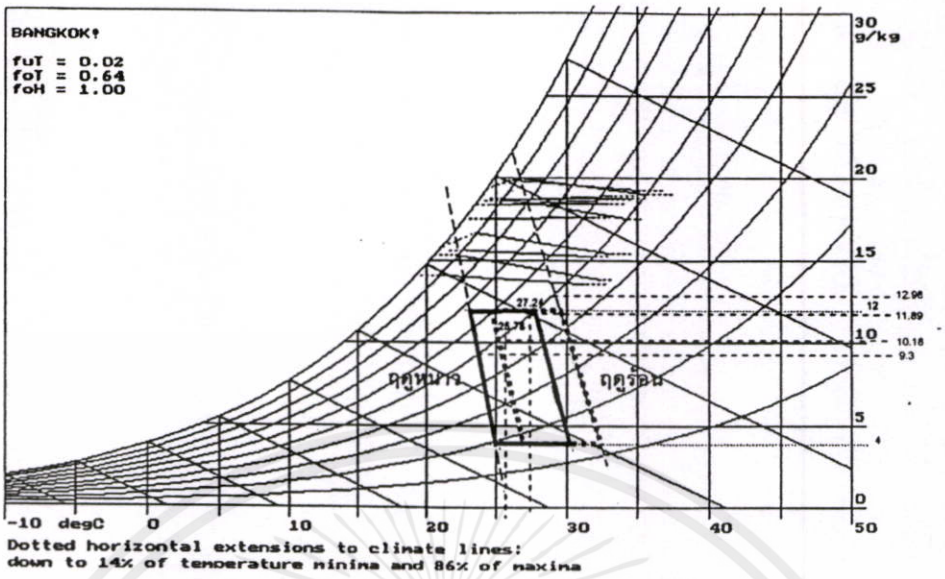
การแสดงผลการคำนวณหาขอบเขตสภาวะสบายด้วยโปรแกรม Archipak



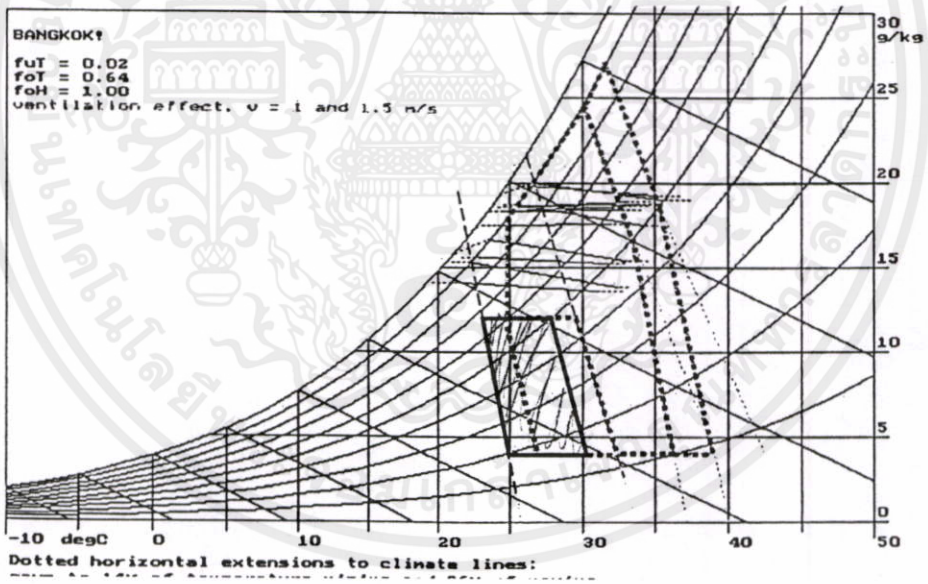
รูปที่ 3.12 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ของกรุงเทพมหานคร พศ. 2539- 2549เปรียบเทียบกับช่วงอุณหภูมิที่อยู่ในเขตสภาวะสบาย

จากแผนภูมิแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบ 10 ปี เปรียบเทียบกันอุณภูมิที่อยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย (แถบสีชมพู) เดือนเมษายนจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุด และต่ำสุดในเดือนธันวาคมจากการเปรียบเทียบอุณหภูมิเพียงตัวแปรเดียว (ไม่พิจารณาความชื้นสัมพัทธ์) จะเห็นว่ามีช่วงที่สบายอยู่ตลอดทั้งปี ยกเว้นเดือนเมษายนที่อุณหภูมิสูงกว่าขอบเขตสภาวะสบายมาก อย่างไรก็ตามหากพิจารณาร่วมกับความชื้นสัมพัทธ์ พื้นที่ที่อยู่ในขอบเขตสภาวะสบายอาจเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แผนภูมิไซโครเมตริก แสดงภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบกับขอบเขตสภาวะสบาย



รูปที่ 3.14 แผนภูมิไซโครเมตริก แสดงภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบกับขอบเขตสภาวะสบาย และกลวิธีการเพิ่มสภาวะสบายด้วยการระบายอากาศ (Air movement effect)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ค่าสภาวะสบายของผู้คนในเขตกรุงเทพ ฯ จากผลการศึกษาภาคสนาม

ค่าสภาวะน่าสบายของผู้คนในเขต กรุงเทพ ในอาคารประเภทพักอาศัย จากผลการทำการศึกษาภาคสนามโดยใช้ผู้ตอบแบบสอบถาม 1135 คน ได้ผลดังนี้

- สภาวะสบายในอาคาร ระบายอากาศโดยใช้วิธีธรรมชาติ เท่ากับ 28 - 32 องศาเซลเซียส
- สภาวะสบายในอาคารระบบปรับอากาศ เท่ากับ 25 – 28 องศาเซลเซียส

(ปรีชญา รังสิรักษ์ ; 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ลมและการระบายอากาศในสถาปัตยกรรม

4.1 กระแสลมในธรรมชาติ

ลม (Wind) คือ อากาศที่มีการเคลื่อนที่ที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางอุทกอุตุนิยมวิทยา (Hydro meteorological) โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนไหว การผสมผสานของความร้อนเย็น ความกดอากาศ การระเหยของน้ำ ความชื้นในอากาศ และการเกิดฝนในที่ต่างๆ

ความเร็วลม เป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector) มีทั้งขนาดและทิศทาง โดยขนาดของความเร็วลม (wind speed) ปกติจะมีหน่วยเป็น ft/s (feet per second), mi/hr (mid per hour), m/s (meters per second), km/hr (kilometers per hour) และ kn (knots)

ทิศทางลม จะเรียกตามทิศทางที่เกิดลมพัด โดยปรกติเรียกตามเข็มทิศทั้ง 16 ทิศทาง เช่น ลมที่เกิดทางทิศตะวันตกพัดไปทางทิศตะวันออก เรียกว่า ลมตะวันตก (westerly wind) ใช้สัญลักษณ์ W ลมที่เกิดทางทิศใต้พัดไปทางทิศเหนือ เรียกว่า ลมฝ่ายใต้ (southerly wind) ใช้สัญลักษณ์ S และลมที่เกิดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือพัดไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ เรียกว่า ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้สัญลักษณ์ NE เป็นต้น

ลักษณะลม นิยมบอกเป็นตัวเลข เรียกว่า มาตราลมของ Beaufort (Beaufort wind scale) ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งตัวเลข Beaufort จะบอกถึงความเร็วลมที่เกิดขึ้น โดยไม่ต้องมีเครื่องวัดลมจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง

ตารางที่ 4.1 ตัวเลขโบฟอร์ด ความเร็วลม ชื่อลม ลักษณะทะเลและลักษณะบนแผ่นดิน

ตัวเลข Beaufort	ความเร็วลม			ชื่อลม	ลักษณะทะเล	ลักษณะบนแผ่นดิน
	kmph	m/s	knots			
0	<1	<0.45	<1	ลมสงบ (calm)	ทะเลเรียบ	สงบนิ่ง ไม่มีการเคลื่อนไหวของใบไม้ ควันลอยขึ้นตรงๆ
1	1-5	0.45-1.34	1-3	ลมเบา (light air)	น้ำกระเพื่อมเล็กน้อย	ใบไม้ไหวเล็กน้อย ควันลอยตามลม แต่ศรลม (Wind vane) ไม่หมุนตามทิศทางที่ลมพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ตัวเลข Beaufort	ความเร็วลม			ชื่อลม	ลักษณะทะเล	ลักษณะบนแผ่นดิน
	kmph	m/s	knots			
2	6-11	1.79-3.13	4-6	ลมอ่อน (light breeze)	น้ำทะเลมีคลื่นลมเล็กๆ มองเห็นยอดคลื่นที่ไม่แตกตัว	ใบไม้ไหวและศรลมเริ่มหมุนวัดทิศทางลมได้
3	12-19	3.58-5.36	7-10	ลมโชย (gentle breeze)	น้ำทะเลมีคลื่นโตขึ้น มองเห็นยอดคลื่นแตกเป็นฟอง	ใบไม้และกิ่งไม้เล็กๆ เคลื่อนไหวธงบนยอดเสาเริ่มปลิว
4	20-29	5.81-8.05	11-16	ลมปานกลาง (moderate breeze)	คลื่นขนาดเล็กแต่มีความยาวคลื่นมากขึ้น	กิ่งไม้ขนาดเล็กเคลื่อนไหว มีฝุ่นกระดาษและใบไม้แห้งปลิว
5	30-38	8.49-10.7	17-21	ลมเฉื่อยค่อนข้างแรง (fresh breeze)	ทะเลมีคลื่นปานกลาง น้ำมีการกระเพื่อมและมีฟองสีขาวโดยทั่วไป	ต้นไม้ขนาดเล็กและกิ่งไม่เอนไปตามลม น้ำในแผ่นดินที่อยู่ตามแม่น้ำลำธารเริ่มมีคลื่นน้ำ
6	39-49	11.2-13.9	22-27	ลมแรง (strong breeze)	ทะเลมีคลื่นขนาดใหญ่ มองเห็นยอดคลื่นโดยทั่วไป และมีการแตกตัวบ้าง	กิ่งไม้ขนาดใหญ่เอนไปมา ได้ยินเสียงหวิวตามสายโทรศัพท์ และใช้ร่มลำบาก
7	50-61	14.3-17	28-33	ลมข่อนข้างจัด (moderate or near gale)	ทะเลมีคลื่นจัด ยอดคลื่นสูงตามทิศทางลม	ต้นไม้ทั้งหมดมีการเอนตัวตามลมพัดและเป็นการยากที่จะเดินทวนทิศทางที่ลมพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ตัวเลข Beaufort	ความเร็วลม			ชื่อลม	ลักษณะทะเล	ลักษณะบนแผ่นดิน
	kmph	m/s	knots			
8	62-74	17.4-20.6	34-40	ลมจัด (fresh gale or gale)	ทะเลมีคลื่นที่มีความยาวคลื่นมากและมีความสูงคลื่นปานกลาง ยอดคลื่นมีการแตกตัว	กิ่งไม้ขนาดเล็กหัก เดินทวนลมยากมาก ยวดยานพาหนะเริ่มสั่นตามลม
9	75-87	21-24.1	41-47	ลมจัดมาก (strong gale)	ทะเลมีคลื่นสูง ยอดคลื่นแตกตัวและทะเบเริ่มเป็นระลอกขนาดใหญ่ ทัศนะวิสัยลดลง	สิ่งก่อสร้างที่ไม่แข็งแรงได้รับความเสียหาย เช่น หลังคาบ้านเริ่มปลิว
10	88-101	24.6-28.2	48-55	พายุ (storm or whole gale)	ทะเลมีคลื่นสูงมากและเป็นคลื่นขนาดใหญ่ ท้องทะเลเป็นระลอกและมีฟองปกคลุมโดยทั่วไป ทัศนะวิสัยลดลง	ต้นไม้ถูกถอนรากถอนโคนสิ่งก่อสร้างได้รับความเสียหาย
11	102-116	28.6-32.6	56-63	พายุใหญ่ (storm or violent storm)	คลื่นขนาดใหญ่ในทะเลมีการแตกตัว เรือขนาดเล็กและขนาดกลางอับปาง	เกิดความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง
12-17	>117	>33.1	>64	พายุไต้ฝุ่นหรือพายุเฮอร์ริเคน (typhoon or hurricane)	ทะเลปั่นป่วนมาก ทัศนะวิสัยเลวมาก	เกิดความเสียหายเป็นบริเวณกว่างและรุนแรงมาก

การถ่ายเทความร้อนโดยการพาระหว่างร่างกายกับสภาพแวดล้อมเมื่ออากาศรอบๆ ตัวเราเคลื่อนไหวผ่านร่างกาย ก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวของร่างกายกับอากาศที่อยู่บริเวณผิวกาย ซึ่งสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยการพาระหว่างร่างกายกับสภาพแวดล้อม จะขึ้นอยู่กับความเร็วลม และกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ความเร็วลมภายในอาคารกับสภาวะน่าสบาย (Stein, Reynold. 8 th Edition)

ความเร็วลม	ความเป็นไปได้ของความรู้สึกอุณหภูมิลดลง (ระหว่าง 26.7-32.2 °c)ตัวเลขมากสนองกับพื้นที่ความชื้นสูงขึ้น	ผลที่อาจเกิดขึ้น
0- 0.25 m/s.	ไม่มีความรู้สึกเปลี่ยนแปลงในความสบาย	ไม่สามารถสังเกตได้
0.25-0.51 m/s.	รู้สึกอุณหภูมิต่ำลง 1.1-1.6 °c	สบาย
0.51 - 1.02 m/s.	รู้สึกอุณหภูมิต่ำลง 2.2- 2.7 °c	โดยทั่วไปรู้สึกสบายแต่รับรู้ว่ามีการเคลื่อนไหวของอากาศ
1.02-1.52 m/s	รู้สึกอุณหภูมิต่ำลง 2.7- 3.9 °c	รู้สึกมีลดพัดเล็กน้อยจนถึงรู้สึกถูกรบกวนได้
สูงกว่า 1.52 m/s.	รู้สึกอุณหภูมิต่ำลงมากกว่า 3.9 °c	ต้องการแก้ไขที่ถูกต้องเพื่อการทำงานที่มีประสิทภาพและถูกสุขลักษณะ

การพัดของลมต้องพิจารณาทั้งภายนอกอาคารและการหมุนเวียนของอากาศภายในอาคาร การพัดผ่านภายนอกอาคารทำให้เกิดการพาความร้อน และการรั่วของความร้อนเนื่องจากช่องต่าง ๆ เช่น ขอบวงกบช่องเปิดซึ่งมีความสำคัญสำหรับอาคารปรับอากาศ บริเวณที่อุณหภูมิภายนอกกับภายในแตกต่างกันมากหรือสภาวะร้อนจัดในตอนบ่าย (14.00-17.00 น.) อาคารควรมีแนวเปิดของสิ่งแวดล้อมให้ลมสามารถพัดผ่านตัวอาคาร ส่วนช่วงที่เกิดสภาวะหนาวเย็น (Under heated period) ควรมีสิ่งแวดล้อมหรือสภาพภูมิประเทศช่วยสกัดกั้นไม่ให้ลมพัดผ่านอาคาร สำหรับภายในอาคารในเขตร้อนชื้นจะช่วยให้ภายในอาคารมีสภาวะน่าสบาย (สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541)

4.2 การระบายอากาศ (Ventilation)

การระบายอากาศ คือ การนำอากาศเก่าภายในห้องออกไป และนำอากาศใหม่ซึ่งสดชื่นกว่ามาแทนที่ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการกำจัดหรือทำให้มลพิษต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคารเจือจาง (Sutthipong Boonyou, 1999 : 29) มีหน้าที่ 3 ประการคือ

4.2.1 ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนอากาศใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติอาคารที่มีการใช้งานอากาศภายในอาคารจะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ กลิ่นอันไม่พึงประสงค์ และมลพิษต่างๆ ทั้งสิ่งมีชีวิตที่เป็นพาหะนำโรค ก๊าซพิษ โลหะพิษ มากกว่าอากาศภายนอก ซึ่งอากาศที่ถูกปนเปื้อน สามารถทำให้เกิดปัญหาทางสุขภาพมากมาย ตั้งแต่ปวดศีรษะ

คลื่นไส้ วิงเวียนไปจนถึงเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในปอดจึงจำเป็นต้องอาศัยการระบายอากาศเพื่อนำเอาออกซิเจนจากภายนอกอาคารเข้ามาสู่ภายในอาคารทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และมลพิษต่างๆ ภายในอาคารเจือจางลง ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนคน กิจกรรม กลิ่น และปริมาณสารเป็นพิษและขนาดของห้อง ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงความต้องการปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาภายในห้องต่างๆ

ชนิดห้อง	ปริมาณการนำอากาศบริสุทธิ์ใหม่เข้ามา
ห้องน้ำ ส้วม	20 ปริมาตรห้อง/ซม.
ห้องโถงและทางผ่าน	10 ปริมาตรห้อง/ซม.
ห้องครัว (ปรุงอาหารไม่เกิน 6 คน)	566 ลบ.ม./ซม.
ห้องรับแขก และห้องนอน 27 ตร.ม./คน 36 ตร.ม./คน 37.5 ตร.ม./คน	 204 ลบ.ม./ซม. 170 ลบ.ม./ซม. 119 ลบ.ม./ซม.
ห้องเตรียมอาหาร และห้องบันได	20 ปริมาตรห้อง/ซม.
ชนิดห้อง	ปริมาณการนำอากาศบริสุทธิ์ใหม่เข้ามา
ห้องน้ำ ส้วม	20 ปริมาตรห้อง/ซม.
ห้องโถงและทางผ่าน	10 ปริมาตรห้อง/ซม.
ห้องครัว (ปรุงอาหารไม่เกิน 6 คน)	566 ลบ.ม. /ซม.
ห้องรับแขก และห้องนอน 27 ตร.ม./คน 36 ตร.ม./คน 37.5 ตร.ม./คน	 204 ลบ.ม./ซม. 170 ลบ.ม./ซม. 119 ลบ.ม./ซม.
ห้องเตรียมอาหาร และห้องบันได	20 ปริมาตรห้อง/ซม.

(ที่มา : สมสิทธิ์ นิตยะ, 2523)

4.2.2 ทำให้มนุษย์รู้สึกเหมือนหนึ่งว่าอุณหภูมิลดลง

ความเร็วลม (wind speed) ที่ผ่านผู้อยู่อาศัยมีผลกระทบต่อภาวะน่าสบาย ลมจะพัดพาความร้อนรอบตัวออกไปทำให้รู้สึกเย็นขึ้น นอกจากนั้นยังพัดพาเอาความชื้นบริเวณผิวร่างกายซึ่งจะช่วยให้การระเหยของเหงื่อดีขึ้น ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดีขึ้น ทำให้ความรู้สึกเย็นเนื่องจากการระเหยของน้ำ ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ความเร็วลม 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะทำให้รู้สึกเย็นลง 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

องศาเซลเซียส (สุนทร บุญญาธิการ, 2542) อย่างไรก็ตามความเร็วลมที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างสภาวะน่าสบาย ก็ทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวนการทำงานและกิจกรรมต่างๆ โดยความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม และสภาวะน่าสบาย ดังตารางที่ 4.2

4.2.3 ทำให้เกิดการถ่ายเทของความร้อน (Convection)

การระบายอากาศ ทำให้เกิดการถ่ายเทของความร้อน ระหว่างอากาศภายนอกอาคารกับอากาศภายในอาคารหรือกับโครงสร้างอาคาร ซึ่งเป็นไปในลักษณะ 2 ทาง ขึ้นอยู่กับว่าแหล่งใดมีความร้อนสูงกว่าก็จะถ่ายเทไปสู่อีกแหล่งซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นการระบายอากาศซึ่งทำให้อากาศในอาคาร หรือโครงสร้างอาคารมีอุณหภูมิ จำเป็นต้องอาศัยอากาศภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่านั่นเอง

4.3 การระบายอากาศธรรมชาติ (Natural ventilation)

การระบายอากาศธรรมชาติเป็นรูปแบบหนึ่งของการระบายอากาศ ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นทางเลือกในการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดาระการทำความเย็นในอาคารเพื่อไปสู่ภาวะน่าสบายทางความร้อนและทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมภายในอาคาร สำหรับสถานที่ซึ่งสภาพอากาศภายนอกเหมาะสม

การระบายอากาศธรรมชาติอาศัยการเคลื่อนที่ของอากาศผ่านเปลือกอาคารทางช่องเปิดหน้าต่างหรือล่องเปิดเพื่อการระบายอากาศ อากาศนี้จะถูกสร้างด้วยความแตกต่างของความดันระหว่างภายนอกและภายในที่เกิดขึ้นด้วยแรงลมและความแตกต่างของอุณหภูมิ

การใช้งานการระบายอากาศธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพ จะต้องเข้าใจในหลักการเคลื่อนที่ของอากาศ ลัษณะการไหลของอากาศ รูปแบบการไหลของอากาศผ่านอาคาร และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการไหลของอากาศ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

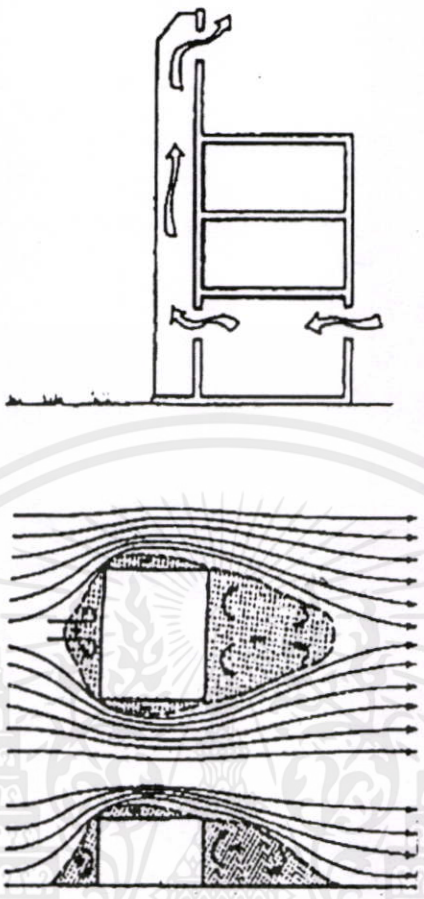
4.3.1 หลักการเคลื่อนที่ของอากาศ

ในการออกแบบการระบายอากาศธรรมชาติต้องคำนึงถึงการไหลเวียนของอากาศผ่านพื้นที่ภายในอาคารซึ่งเกิดขึ้นจาก 2 ปัจจัย ได้แก่ การกระจายของความกดอากาศรอบอาคาร และแรงผลักเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ดังนี้

4.3.1.1 แรงลม

การระบายอากาศธรรมชาติเนื่องจากแรงลมเกิดจากความแตกต่างของความดันอากาศระหว่างด้านตรงข้ามผิวภายนอกของอาคาร โดยทั่วไป ผิวอาคารด้านปะทะลมขะเกิดความดันอากาศสูง และด้านตรงกันข้ามและด้านขนานกับด้านปะทะลมจะเกิดความดันอากาศต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมเนื่องจากแรงลม (ภาพซ้าย) และจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (ภาพขวา)(ที่มา : Koenigsberger,cited in Sutthipong Boonya,1999 : 17,58)

4.3.1.2 แรงเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

โดยทั่วไปแล้วอากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะความหนาแน่นของอากาศน้อยกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ในกรณีที่พื้นที่สองส่วนมีอุณหภูมิ อากาศแตกต่างกันก็จะทำให้ความดันอากาศแตกต่างกันด้วย โดยอากาศจะเคลื่อนที่จะบริเวณที่มีความดันอากาศสูงหรือบริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำกว่าสู่บริเวณที่มีความความดันอากาศต่ำหรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่านั่นเอง นอกจากนี้ความหนาแน่นอากาศบริเวณที่สูงจะต่ำกว่าบริเวณที่ต่ำกว่า ลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศจึงมีแนวโน้มขึ้นสู่บริเวณที่สูงกว่า

ดังนั้นในกรณีที่อากาศภายในอาคารมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอกอาคาร อากาศในระดับต่ำกว่าจะลอยตัวขึ้นสูงซึ่งเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่า ในขณะที่อากาศภายนอกในระดับเดียวกันซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่อากาศร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้น ซึ่งหากอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารสูงกว่าภายในอาคารก็จะเกิดปรากฏการณ์ ในทางตรงข้ามกันความแตกต่างของ

อุณหภูมิและความหนาแน่นอากาศระหว่างอากาศภายในอาคารและภายนอกอาคารซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศทางตั้งผ่านอาคารในลักษณะนี้ เรียกว่า stack effect

4.3.2 ลักษณะการไหลของอากาศ

1. อากาศจะเคลื่อนที่ที่มีความกดอากาศสูงไปยังที่ที่มีความกดอากาศต่ำดังรูปที่ 4.2(1)

2. การเคลื่อนที่ของอากาศ จะเคลื่อนที่เป็นแนวทาง และความเร็วที่แน่นอน จนกว่าจะมีสิ่งที่มากีดดังรูปที่วางแนวทางทางการเคลื่อนที่ดังรูปที่ 4.2(2)

3. เมื่ออากาศเคลื่อนผ่านสิ่งกีดขวาง เช่น อาคาร หรือต้นไม้ จะเปลี่ยนทิศทางและความเร็ว หลังจากนั้นอากาศจะกลับมาเคลื่อนที่ในทิศทางและความเร็วเดิม ดังรูปที่ 4.2(3)

4. ลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศแบบราบเรียบ เป็นแนวขนาน มีความเร็วสม่ำเสมอ เรียกว่า ลามินาร์ (laminar) ดังรูปที่ 4.2(4)

5. ลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศที่ถูกแยกออกจากกัน และไม่สามารถคาดหมายถึงแนวทางได้ เมื่ออากาศทั้งสองพบกันในด้านตรงกันข้าม บางส่วนจะหมุนวนเป็นวงกลม ก่อนจะเคลื่อนไปในแนวทางเดิม เรียกว่า เทอบิวเล็นท์โฟลท์ (turbulent flow) ดังรูปที่ 4.2(5)

6. การเคลื่อนที่ของอากาศที่เคลื่อนตัวในระยะทางที่ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการลดความดันในอากาศที่เคลื่อนตัวในระยะทางที่ยาวกว่า เรียกว่า เบอเนาลิ แอฟเฟ็ค (Bernoulli effect) ดังรูปที่ 4.2(6)

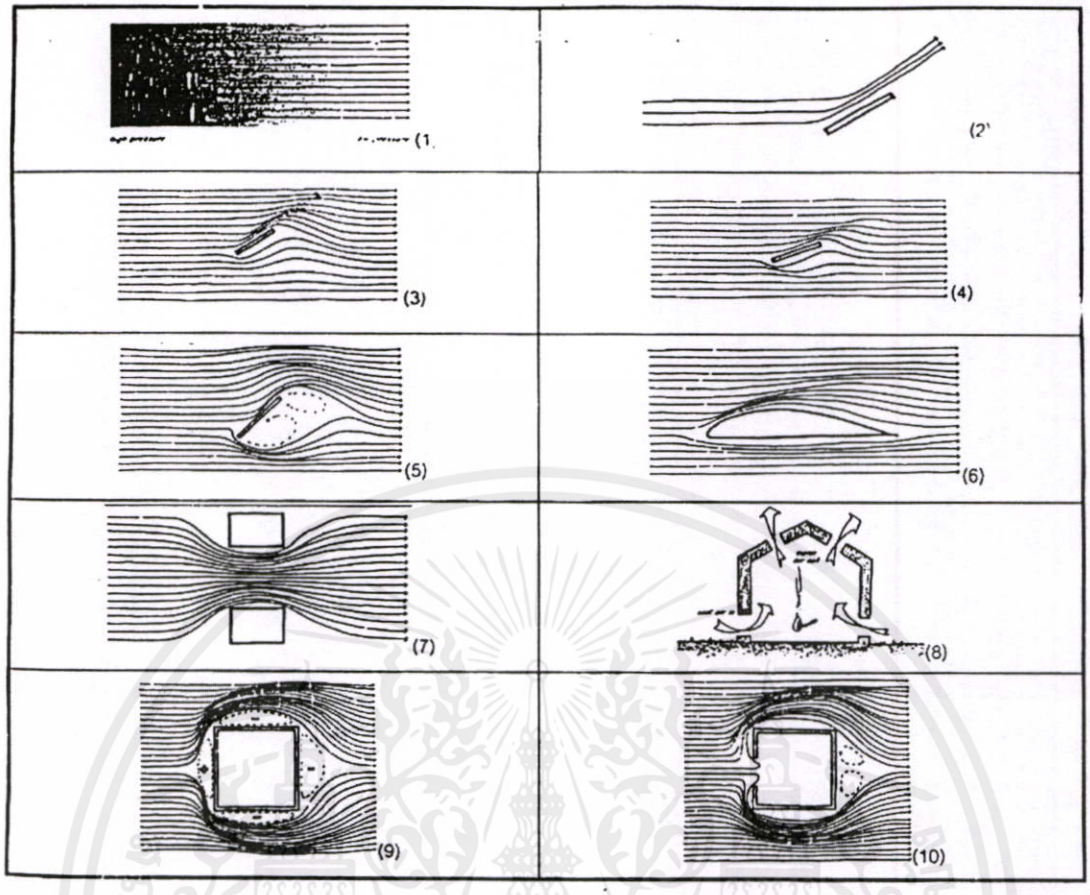
7. ลักษณะการเคลื่อนตัวของอากาศแบบลามินาร์ (laminar) ผ่านช่องเปิดของสิ่งกีดขวางอากาศจะเบียดตัวผ่านพื้นที่เล็กกว่า จนเกิดอากาศแบบ เทอบิวเล็นท์โฟลท์ (turbulent flow) ซึ่งจะเรียกลักษณะการเกิดแบบนี้ว่า เวนทูรี แอฟเฟ็ค (venture effect) ดังรูปที่ 4.2(7)

8. ผลของอากาศร้อนในอาคารที่ลอยตัวสูงขึ้นทำให้ดึงดูดอากาศภายนอกอาคารเข้ามาแทนที่เรียกว่า สแต็ค แอฟเฟ็ค (stack effect) ดังรูปที่ 4.2(8)

9. ลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศผ่านวัตถุทึบตัน จะปรากฏพื้นที่ที่มีความดันต่ำบริเวณด้านข้างหรือขนานกับทิศทางลม เรียกว่า พื้นที่เงาของลม (wind shadow) ซึ่งมีศักยภาพการไหลเวียนของกระแสอากาศน้อย ดังรูปที่ 4.2(9)

10. กระแสลมจะไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีความดันอากาศเท่ากันได้ เรียกว่า ปรากฏการณ์สมดุลความดัน (pressure equalization) ดังรูปที่ 4.2(10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะการไหลของอากาศรูปแบบต่างๆ

(ที่มา : Bowen,cited in Moore,1993 : 178.)

4.3.3 รูปแบบการไหลของอากาศผ่านอาคาร

เมื่อมีกระแสลมพัดผ่านอาคาร จะทำให้เกิดความแตกต่างของความดันอากาศด้านปะทะลม ด้านข้างและด้านใต้ลม ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของลมจากด้านปะทะลมที่มีความกดอากาศสูงสู่ด้านข้าง และด้านใต้ลมที่มีความกดอากาศต่ำกว่า แต่เนื่องจากพฤติกรรมของลมที่คงรักษาแนวทางการเคลื่อนที่เดิม ดังนั้นหากมีการเจาะช่องเปิดในด้านที่ตรงกับแนวทางการเคลื่อนที่ของลม ก็จะทำให้ลมสามารถเคลื่อนที่ไปยังด้านใต้ลมซึ่งมีความดันอากาศต่ำได้ง่ายขึ้น เกิดการระบายอากาศธรรมชาติ (Natural ventilation) ภายในอาคารในรูปแบบต่างๆ โดยทั่วไปมี 3 ลักษณะ ได้แก่

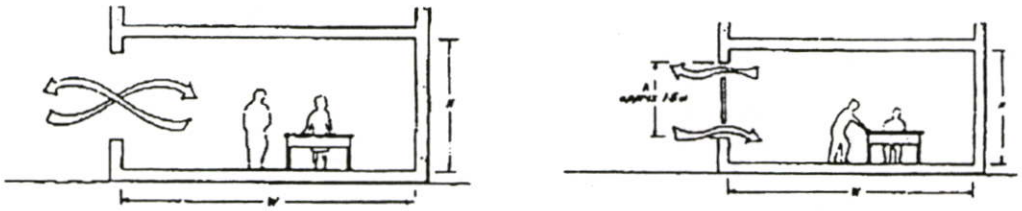
4.3.3.1 การระบายอากาศด้านเดียว (Single-side ventilation)

เป็นการระบายอากาศจากช่องเปิดเดียวกันหรือช่องเปิดหลายช่องเปิดในผนังเดียวกัน ซึ่งวิธีนี้ความดันลมจะไม่ช่วยให้เกิดการไหลของอากาศหรือเกิดขึ้นน้อยมาก เพราะความกดอากาศภายนอกและภายในใกล้เคียงกันและเป็นความกดอากาศสูงทั้ง 2 ด้าน มี 2 ลักษณะ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

o Single-side single opening อาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคารสร้างให้เกิดแรงขับเคลื่อนของอากาศ

จากภายนอกสู่ภายในอาคารในลักษณะวกกลับ วิธีการเช่นนี้จะทำให้เกิดการระบายอากาศในระยะไม่ลึกมากนักโดยทั่วไปห้องไม่ควรกว้างเกิน 2.5 เท่าของความสูง ดังรูปที่ 2-8 (ภาพขวา)

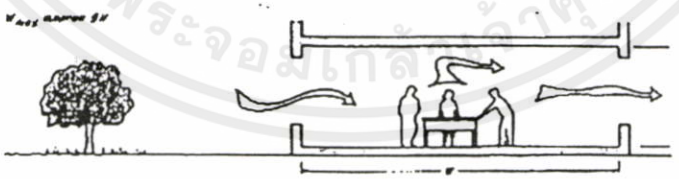


รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการระบายอากาศด้านเดียวแบบ sigle-side single opening(ภาพซ้าย) และแบบ single-side double opening (ภาพขวา)(ที่มา:BRE digest 399, cited in Sutthipong Boonyou,1999 : 60,61)

o Single-side double opening ประกอบด้วยช่องเปิดในระดับความสูงแตกต่างกัน ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร วิธีการเช่นนี้ทำให้เกิดการระบายอากาศในระยะไม่ลึกมากนักโดยทั่วไปห้องไม่ควรกว้างเกิน 2.5 เท่าของความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน ดังรูปที่ 4.3(ภาพซ้าย)

4.3.3.2 การระบายอากาศแบบพัดผ่านตลอด (Cross ventilation)

เป็นการระบายอากาศที่เกิดขึ้นเมื่อมีช่องเปิด 2 ด้านของพื้นที่ โดยอากาศจะเคลื่อนที่เข้าสู่อาคารทางช่องเปิดด้านปะทะลมและออกสู่ภายนอกอาคารทางช่องเปิดด้านตรงข้าม ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความดันอากาศเนื่องจากกระแสลม ระหว่างช่องเปิดทางเข้าและช่องเปิดทางออกโดยระยะห่างระหว่างช่องเปิดลมเข้าและลมออกที่ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบพัดผ่านตลอดที่มีประสิทธิภาพต้องไม่มากกว่า 5 เท่าของความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะการระบายอากาศแบบผ่านตลอด (cross ventilation) (ที่มา : BRE digest 399,cited in Sutthipong Boonyou,1999 : 62)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การระบายอากาศโดยใช้ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Stack ventilation)

เป็นการระบายอากาศที่อาศัยแรกขับเคลื่อนจากความแตกต่างระหว่างความดันอากาศเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิภายในอาคารที่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกอาคาร โดยอากาศภายใน

อาคารจะลอยตัวขึ้นสู่ระดับที่สูงกว่าทำให้อากาศภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิต่ำจะเคลื่อนที่เข้าแทนที่ ดังนั้นการระบายอากาศโดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิจึงต้องอาศัยช่องเปิดลมเข้าในระดับต่ำ และช่องเปิดลมออกในระดับสูง โดยประสิทธิภาพของการระบายอากาศในลักษณะนี้จะแปรผันตามความแตกต่างของความสูงและความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างช่องเปิดลมเข้าและลมออก

สูตรการคำนวณหาความแตกต่างของความกดดันอากาศที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Δp) คือ

$$\Delta p = h \times g \times (d_0 - d_r) \qquad (2.5)$$

เมื่อ Δp = ความแตกต่างของความกดดันอากาศ (Pa)

h = ความแตกต่างของความสูง (เมตร)

g = แรงโน้มถ่วง (9.81 เมตร/วินาที^{2})

d = ความหนาแน่นของอากาศ (กก./ลบ.ม.)

เมื่อความหนาแน่นของอากาศ (d) ณ อุณหภูมิ (T) คือ d_r

$$d_r = 1.293 \times 273/T \qquad (2.6)$$

เมื่อ T = อุณหภูมิองศาสัมบูรณ์ (^{0}K)

ดังนั้น $\Delta p = h \times 9.81 \times (1.293 \times 273/T_0 - 1.293 \times 273/T_i)$

$$\Delta p = h \times 3462 \times (1/T_0 - 1/T_i) \qquad (2.7)$$

สูตรการคำนวณอัตราการระบายอากาศที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (vr) คือ

$$vr = 0.827 \times A_{ปล่อง} \times \sqrt{\Delta p} \qquad (2.8)$$

ยกตัวอย่างห้องที่มีการระบายอากาศแบบนี้ และมีความแตกต่างความสูงไม่เกิน 5 เมตร

ถ้า T_i = 28 + 273 = 301 ^{0}K

T_0 = 20 + 273 = 293 ^{0}K

Δp = 5 x 3462 x (1/293 – 1/301)

= 1.57 Pa

ถ้าปล่องมีขนาด 0.25 ตร.ม.

ดังนั้น $vr = 0.827 \times 0.25 \times \sqrt{1.57}$

= 0.26 ลบ.ม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

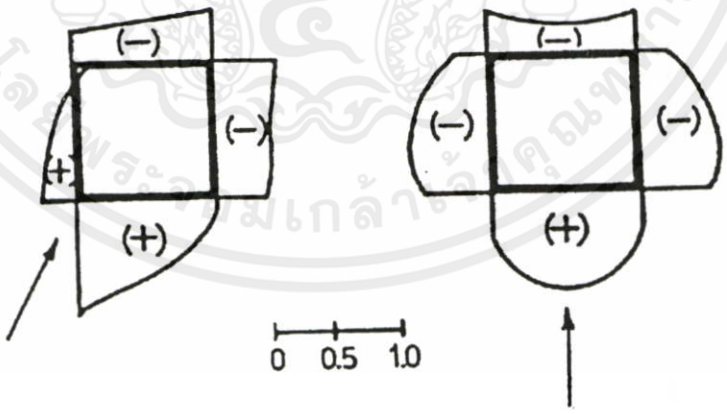
ด้วยอัตราการระบายอากาศดังตัวอย่าง อาจเพียงพอต่อการหมุนเวียนนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาภายในอาคาร แต่ความเร็วลมที่ได้อาจไม่พอ หากพื้นที่ช่องเปิดเป็น 4 ตร.ม. ค่าความเร็วลมจะเป็น

v = 0.26/4

= 0.06 เมตร/วินาที

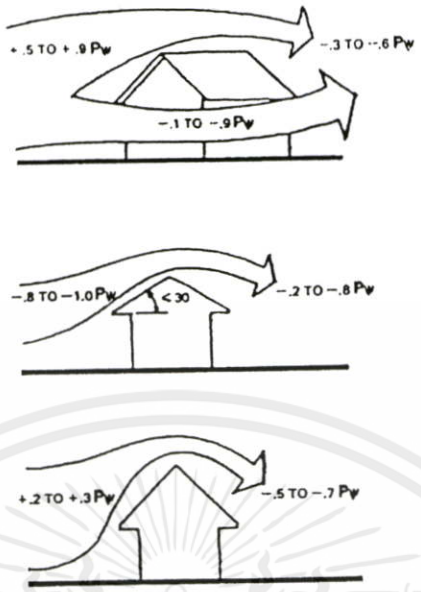
ซึ่งน้อยมากจนมนุษย์ไม่สามารถรู้สึกได้ ในสภาพอากาศอบอุ่นที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกต่ำ การระบายอากาศแบบปล่องนี้จะไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำให้มนุษย์รู้สึกสบายได้

ในเรื่องของโมเมนตัม ลมในชั้นต่างๆ จะพยายามรักษาทิศทางให้คงเดิมไว้เสมอ ดังนั้นเมื่อผ่านสิ่งกีดขวางใดๆ แล้วก็จะวิ่งกลับสู่สภาพเดิมทุกครั้ง ดังนั้นจากรูปผัง ชั้นลมก็จะกลับมาพบกันดังเดิม ส่วนจากรูปตัดชั้นลมก็จะวิ่งกลับไปเลียดผิวดินตามเดิม ทำให้เกิดช่องว่างที่ด้านหลังของอาคารขึ้นอีก ช่องว่างดังกล่าวนี้ เป็นบริเวณความกดดันอากาศต่ำ และมีลมหมุนอ่อนๆ ที่มีกำลังไม่แน่นอนเกิดขึ้นอยู่ด้วย บ้างเรียกกันว่าเป็น “เงาของลม” (wind shadow) ความกดดันอากาศรอบๆ อาคารจะเป็นสัดส่วนกับความดันของกระแสลม (pw) เสมอ ไม่ว่าจะเป็นด้านที่มีความกดดันอากาศสูงหรือต่ำ เมื่อลมพัดตั้งฉากกับอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พื้นที่ด้านหน้าลม (windward side) จะเป็นพื้นที่ลมอัด โดยปกติจะมีค่าความกดดันอากาศเป็น 0.5 – 0.9 เท่าของความดันกระแสลม (pw) ส่วนพื้นที่ด้านข้าง และด้านหลังลม (downwind side) จะเป็นพื้นที่ลมดูด ด้านหลังลมจะมีค่าความกดดันอากาศเป็น (-0.3) – (-0.9)pw หากลมพัดมาเฉียงๆ ทำมุมกับอาคาร พื้นที่บริเวณผนังสองด้านที่อยู่หน้าลมจะเป็นพื้นที่ลมอัด ส่วนพื้นที่บริเวณผนังสองด้านที่อยู่หลังลมจะเป็นพื้นที่ลมดูด ดังภาพที่ 4.5 ส่วนพื้นที่เหนือหลังคาจะเป็นส่วนพื้นที่ลมดูด ในทุกกรณี ความกดดันอากาศที่ปะทะเข้ากับอาคารจะไม่เท่ากัน แต่ความกดดันอากาศจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อห่างออกจากศูนย์กลางพื้นที่ลมอัด



รูปที่ 4.5 ผังกระจายความกดดันอากาศรอบ ๆ อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 รูปแสดงการกระจายความกดดันอากาศรอบ ๆ อาคารเมื่อมีลมมาปะทะ

อากาศถึงแม้ว่าจะเบามาก (ประมาณ 1.2 กก./ลบ.ม.) แต่ก็ถือว่าเป็นมวลสาร ดังนั้นขณะที่อากาศเคลื่อนที่ก็จะมีโมเมนตัม อันมีมวล และความเร็ว (กก. ,เมตร/วินาที) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งเป็นปริมาณเวคเตอร์ สามารถเปลี่ยนทิศทางหรือขนาดได้ด้วยแรงอื่น เมื่ออากาศเคลื่อนที่ปะทะเข้ากับสิ่งกีดขวาง เช่นอาคาร ความเร็วก็จะลดลงแต่ก็จะสร้างความดันขึ้นบริเวณผิวหน้าของสิ่งกีดขวาง ความดันที่เกิดขึ้นนี้ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสความเร็วที่พัดเข้ามา ดังสูตร[1] คำนวณ

$$pw = 0.612\, v^2 \qquad (2.9)$$

เมื่อ pw = ความดันของลม , (Pa)

v = ความเร็วของลม , (เมตร/วินาที)

0.612 = ค่าคงที่

(Michael Doherty and Szkolay,1999)

สำหรับผนังด้านรับลม ค่าความดันของลมจะมีค่า (0.5) - (1) pw

สำหรับผนังด้านอับลม ค่าความดันของลมจะมีค่า (–0.3) - (–0.4) pw

ค่าความดันลมดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับทิศทางของลม ผลกระทบของสภาพแวดล้อม และลักษณะพิเศษอื่นๆ ด้วย ความแตกต่างของความกดดันอากาศระหว่างสองตำแหน่งใดๆ บนเปลือกอาคาร อธิบายได้ถึงศักยภาพของการระบายอากาศ เมื่อมีการเปิดช่องเปิด ณ ตำแหน่งนั้นๆ อากาศจะสามารถเคลื่อนที่ภายในอาคารจากช่องเปิดที่มีความกดดันอากาศสูง ไปสู่ช่องเปิดที่มีความกดดันอากาศต่ำ ความเร็วลมภายในอาคารเป็นสัดส่วนกับความเร็วลมภายนอกด้านหน้าช่องลมเข้า ส่วนตัวหน้าต่างเอง จะมีลักษณะเป็นสิ่งกีดขวางทางลม ทำให้เกิดแรงต้านทาน และลดความเร็วลมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$vr = 0.827 \times A_{\text{ช่องเปิด}} \times \sqrt{\Delta p} \qquad (2.10)$$

ถ้าสมมติให้ความเร็วลมเฉลี่ยเป็น 7 เมตร/วินาที

$$pw = 0.612 \times (7)^2$$
$$= 30 \quad Pa$$

ถ้าสมมติให้ความแตกต่างของความกดดันอากาศเป็น

$$\Delta p = 0.75\ pw - (-0.25\ pw)$$
$$= 1 \quad pw$$

ถ้าขนาดช่องลมเข้าและช่องลมออกเท่ากัน เท่ากับ 4 ตร.ม. อัตราการระบายอากาศจะเป็น

$$vr = 0.827 \times 4 \times \sqrt{30}$$
$$= 18.1 \quad \text{ลบ.ม./วินาที}$$

ความเร็วลมของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านหน้าต่างจะเป็น

$$v = 18.1/4 = 4.5 \quad \text{เมตร/วินาที}$$

ถ้าช่องลมเข้าและช่องลมออกมีขนาดไม่เท่ากัน ให้คำนวณค่า A ใหม่เป็น

$$A = (A_{\text{เข้า}} \times A_{\text{ออก}}) / (\sqrt{A_{\text{เข้า}}} \times A_{\text{ออก}})$$

ผลของลมสามารถขยายขอบเขตสภาวะสบายได้ จากสูตร

$$dt = 6.(v - 0.2) - (v - 0.2)^2 \quad (v \text{ ไม่เกิน } 2\ m/s)$$

เมื่อ dt = ขอบเขตสภาวะสบายที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเร็วลม (v)

V = ความเร็วลมที่ผิวกาย (m/s)

จากสูตรข้างต้นพบว่า ความเร็วลมที่ผิวกาย 1.5 m/s สามารถเพิ่มความสบายได้ 6 °cหรือความเร็วลม 1.5 m/s จะทำให้รู้สึกเย็นลง 6 °c (Rangsiraksa 2004)

4.4 การระบายอากาศโดยการพัดผ่านอาคารของลม

- จากที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.3 หน้าที่หลักของการระบายอากาศในอาคาร มี 2 หน้าที่ คือปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร และเพิ่มภาวะสบาย (Thermal Comfort) ให้กับผู้ใช้อาคาร ของลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การลดอุณหภูมิโดยวิธีการผ่านของลมจะบังเกิดผล เมื่ออุณหภูมิของอากาศมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิผิวร่างกาย (35 – 36.1 องศาเซลเซียส) เพราะถึงแม้ว่าลมจะเร่งให้เกิดการระเหยเป็นไอ ก็ไม่สามารถจะสมดุลกับความร้อนที่ได้รับจากอุณหภูมิสูงได้ ซึ่งเป็นเหตุผลว่าทำไม บรรยากาศภายในอาคารจึงสามารถใช้ลมแก้ปัญหาได้ในเขตร้อนชื้น ซึ่งตรงข้ามกับเขตร้อนแห้ง ที่จะต้องป้องกันไม่ให้ลมพัดผ่านเข้าไปในอาคารในเวลากลางวัน

4.5 การระบายอากาศในอาคารพักอาศัย

เนื่องจากความต้องการระบายอากาศในอาคารพักอาศัย มีวัตถุประสงค์ในการสร้างสุขลักษณะที่ดีภายในอาคาร ซึ่งเกิดจากการลดมลภาวะทางอากาศภายใน และป้องกัน มลภาวะภายนอก หรือที่เกิดขึ้นภายในอาคารอันเกิดจากกิจกรรม และการใช้ชีวิตประจำวัน ของมนุษย์ การออกแบบระบบระบายอากาศสำหรับอาคารพักอาศัย มีหลักการนำอากาศเข้า และจ่ายอากาศออกดังนี้

1) ระบบนำเข้า และจ่ายออกด้วยวิธีธรรมชาติ
2) ระบบนำเข้าด้วยวิธีธรรมชาติ และจ่ายออกด้วยวิธีกล
3) ระบบนำเข้าด้วยวิธีกล จ่ายออกด้วยวิธีธรรมชาติ
4) ระบบนำเข้า และจ่ายออกด้วยวิธีกล

ในทางปฏิบัตินั้น มาตรฐานการออกแบบระบบระบายอากาศจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ แต่ในหลายประเทศที่ไม่นิยมการใช้วิธีกล กรผลัดเปลี่ยนอากาศจะขึ้นอยู่กับอัตราการรั่วซึมของอากาศทั้งแบบตั้งใจ และไม่ได้ตั้งใจ รวมไปถึงการใช้ประตูหน้าต่าง ซึ่งผู้อยู่อาศัยเป็นผู้กำหนด โดยพิจารณาสภาพอากาศภายนอกเป็นหลัก

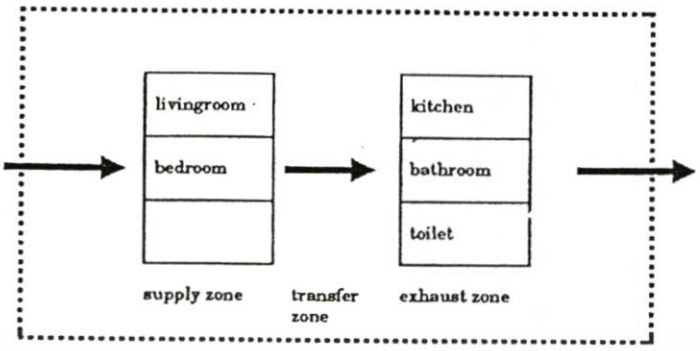
สำหรับระบบระบายอากาศด้วยวิธีกลนั้น ไม่มีความหลากหลายนัก ส่วนใหญ่จะนำอากาศเข้าทางห้องนอน แล้วจ่ายอากาศออกทางห้องครัว หรือห้องน้ำ – ห้องส้วม

หลักการระบายอากาศสำหรับอาคารพักอาศัยสามารถออกแบบได้เป็นหลายระบบ ทั้งแบบวิธีธรรมชาติ วิธีกล หรือผสมผสานทั้งสองวิธี ในทางปฏิบัติเราสามารถแบ่งห้องต่างๆ ในอาคารพักอาศัยได้เป็น

1) ห้องที่ต้องการการระบายอากาศออกคือ ห้องที่มีความชื้น และกลิ่น อันเกิด จากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การปรุงอาหาร การใช้ห้องน้ำ เป็นต้นห้องเหล่านี้ได้แก่ ห้องน้ำ - ห้องส้วม และห้องครัว (ดูภาพที่ 4.12)

2) ห้องที่ต้องการนำอากาศเข้า คือ ห้องที่มีผู้อาศัยอยู่ ได้แก่ ห้องนอน และห้องนั่งเล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงการแบ่งประเภทห้องในอาคารพักอาศัยตามหลักการระบายอากาศ

4.6 ความเร็วของลมพื้นที่ผิวดิน

ค่าความเร็วลมพื้นที่ผิวนั้นไม่คงที่ และมีค่าเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว และต่อเนื่อง การวัดความเร็วลมใช้กะประมาณการเคลื่อนไหวของสิ่งที่รับลมเข้ามาปะทะ หน่วยความเร็วลมที่ใช้โดยทั่วไป ได้แก่ น็อต ซึ่งความเร็วลม 1 น็อต มีค่า 0.515 เมตรต่อวินาที หรือ 1 ไมล์ทะเลต่อ 1 ชั่วโมง ได้มีการกำหนดสเกลโบฟอรต์ โดยพลเรือเอก โบฟอรต์ แห่งราชนาวีอังกฤษ โดยใช้ในการกำหนดออกทะเล เมื่อมี ค.ศ. 1905 มาตราโบฟอร์ตจะประกอบไปด้วยกัน 12 มาตรา ซึ่งในที่นี้จะแสดงเพียง 5 มาตรา (ดังตารางที่ 4.4) เนื่องจากในการศึกษาเรื่องของลม โดยการใช้อุโมงค์ลม (Wind Tunnel) นั้น ส่วนใหญ่จะใช้ความเร็วลมในมาตราที่ 4 หรือ 5 เท่านั้น ส่วนการนำมาใช้เพื่อปรับสภาวะอากาศให้อยู่ในเขตสบายโดยทั่วไปจะใช้ความเร็วลมมากที่สุดในมาตราสอง คือ 2 เมตร/วินาที

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วลมและตามมาตราใน Beaufort wind – forcescale

ลำดับ	ลักษณะลม	ความเร็ว ณ สูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดิน				รายละเอียดสำหรับการคาดคะเนความเร็วลมที่พักบนพื้นดิน
		น็อต	ม./วินาที	กม./ชม.	ไมล์/ชม.	
1	Calm	1	0-0.5	1	1	สงบ ควันลอยขึ้นทางตั้ง
2	Slight moverment	1-3	0.5-1.7	1-1	1-3	ควันจะเฉไป แต่ศรลม ไม่แสดงให้เห็นชัด
3	Slight breeze	4-6	1.7-3.3	6-11	4-7	ลมปะทะหน้าไป ใบไม้ถูกพัดกราว
4	Sllight wind	7-10	3.3-5.2	13-19	8-12	ศรลมหันไปตามทิศลมใบไม้และกิ่งไม้เล็ก ๆ เคลื่อนไหวคงที่ธงขนาดเบาจะกางขยายออก
5	Maderate wind	11-11	5.2-7.4	20-28	3-18	ฝนลอยขึ้น กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็ก ๆ เคลื่อนไหว

(ที่มา Manual of tropical housing and building ,Part one : climatic design)

ความเร็วลม(wind speed) ที่ดีต้องมีความเร็วไม่มากเกินไปจนทำให้เกิดความรำคาญให้กับผู้พักอาศัย และไม่น้อยเกินไปจนทำให้ประสิทธิภาพของการระบายอากาศไม่ดี ในสภาวะทั่วไปความรู้สึกต่ออัตราความเร็วลมจะเป็นดังนี้

ความเร็วลมที่เหมาะสมสำหรับ ห้องพักผ่อน และห้องทานอาหารนั้น ต้องการความเร็วลมที่สูงกว่า ห้องนอนเนื่องจาก กิจกรรมที่ต่างกัน ทำให้พื้นที่ชั้นล่างของ ทาวน์เฮ้าส์หรือห้องนั่งเล่นควรมีความเร็วลมที่มากกว่าความเร็วลมในห้องนอน (ดูตารางที่ 4.4)

ในหน้าร้อนกระแสลมธรรมชาติที่มีความเย็นและความเร็วเพียงพอจะมีความสำคัญมากกว่าจำนวนการไหลเวียนของอากาศภายใน การใช้ช่องเปิดทางเข้าที่เล็กและช่องเปิดทางออกใหญ่ (Venturi Effect) ความเร็วลมภายในบริเวณช่องเปิดทางลมเข้าจะมากที่สุด การเพิ่มความเร็วลมภายในอาคารใช้เปรียบเทียบความเร็วลมจากช่องทางออก

4.7 การคำนวณหาค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้อง

ภายในห้องมีการระบายอากาศแบบ cross ventilation โดยมีช่องลมเข้า และช่องลมออกอยู่ในแนวเดียวกัน และมีขนาดช่องเปิดใกล้เคียงกัน สามารถคำนวณหาความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคารได้จากสูตร

$$V(i) = 0.45\,(1 - ke^{-3.84})\,V(o) \qquad (2.11)$$

เมื่อ $V(i)$ = ความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้อง (เมตร/วินาที)

$V(o)$ = ความเร็วลมภายนอก (เมตร/วินาที)

k = อัตราส่วนของพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง

(กรณีที่ช่องลมเข้ามีขนาดเท่ากับช่องลมออก)

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

ตัวอย่างการหาความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 3 x 3 x 3 เมตร มีช่องเปิดอยู่บนผนังสองด้านตรงข้ามกัน ขนาด 1 x 1 เมตร กระแสลมด้านนอกเท่ากับ 5 เมตร/วินาที

$$V(i) = 0.45\,(1 - (9 \times 0.0215))\,5$$

$$= 1.815 \text{ เมตร/วินาที}$$

หรือเท่ากับ 36% ของความเร็วลมภายนอกห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 อัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศภายในห้อง

ปริมาณการไหลเข้าแทนที่ของอากาศภายในห้องเมื่อความเร็วลมภายนอกสม่ำเสมอ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Q = KAV$$

Q = อัตราการไหลของอากาศ หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร / วินาที

A = พื้นที่หน้าตัด ขนาดของช่องทางเข้า หน่วยเป็นลูกบาก์ศเมตร

V = ความเร็วของกระแสลม หน่วยเป็นเมตร / วินาที

K = ค่าคงที่ซึ่งจะมีตัวเลขเปลี่ยนไปตามอัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดระหว่างทางลมออกและลมเข้า มีค่าดังนี้ Effectiveness Factor

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าตัวแปรคงที่ที่ใช้คำควณ อัตราส่วนช่องเปิดลมทางเข้าและทางออก

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 อัตราการไหลของอากาศ ช่องเปิดทางออกให้อากาศออกจะสำคัญกว่าช่องเปิดให้อากาศไหลเข้า ถ้าพื้นที่หน้าตัดของผนังด้านทางออกกับทางเข้าเท่ากัน

และถ้านำเอาค่า K ในแต่ละอัตราส่วน มาทำเป็นกราฟเราจะสามารถหาค่า K ในกรณีที่อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดทางออก กับ พื้นที่หน้าตัดทางเข้า ไม่เป็นจำนวนเต็มได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตัวอย่าง</u> การหาอัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศภายในห้อง ที่มีช่องเปิดทางเข้าและทางออกของกระแสลมขนาด 3 ฟุต X 3 ฟุต โดยที่กระแสลมมีความเร็ว 1.5 เมตร / วินาที

จากสูตร Q = KVA

Q = อัตราการไหลของอากาศภายในห้อง (ลูกบาก์ศเมตร / วินาที)

A = 0.9 x 0.9 = 0.81 ตารางเมตร

V = 1.5 เมตร / วินาที

K = 3,150 (ช่องเปิดทางเข้าและทางออกขนาดเท่ากัน)

แทนค่า Q = 3150 X 0.81 X 1.5

เพราะฉะนั้น Q = 3827.25 ลูกบาก์ศเมตร / วินาที

4.9 ขนาดช่องเปิด (Size of opening and Flow pattern)

ช่องเปิดเป็นองค์ประกอบที่ควบคุมการไหลเวียนของกระแสลมที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดตำแหน่ง ขนาด ความสูง และชนิดที่แตกต่างของหน้าต่างเมื่อใช้เป็นช่องเปิดลมเข้าและช่องเปิดลมออกทำให้เกิดรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลมภายในอาคารที่แตกต่าง และทำให้เกิดทางเลือกในการควบคุมทิศทางและระดับของแนวการพัดผ่าน

การวางตำแหน่งของช่องเปิด จากการศึกษาของ Givoni พบว่ากระแสลมที่พัดมาทำมุม 45 องศาจากแนวตั้งฉากจะเพิ่มความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคาร และกระแสลมสามารถกระจายทั่วทั้งอาคารได้ดีกว่ากระแสลมที่พัดมาในแนวตั้งฉาก เนื่องจากทำให้เกิดพื้นที่เงาลมเป็นบริเวณกว้าง ความดันอากาศต่ำบริเวณช่องเปิดลมออกจะทำให้เกิดแรงดูดที่มากกว่าส่งผลให้กระแสลมภายในอาคารมีเคลื่อนที่เร็วขึ้น ดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 แสดงขอบเขตของพื้นที่เงาลมเมื่อกระแสลมพัดมาในทิศทางตั้งฉากและทำมุม 45 องศากับอาคาร

(ที่มา : Koenigsberger,cited in Sutthipong Boonyou,1999 : 71)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงผลกระทบของตำแหน่งหน้าต่างและทิศทางกระแสลมต่อค่าความเร็วลมเฉลี่ย (ร้อยละของความเร็วลมภายนอก)(ที่มา: Givoni,1969 : 261)

ขนาดช่องเปิดทางเข้า	ขนาดช่องเปิดทางเข้า	ช่องเปิดผนังตรงกันข้าม		ช่องเปิดด้านผนังติดกัน	
		ลมตั้งฉาก	ลมทำมุม 45°	ลมตั้งฉาก	ลมทำมุม 45°
1/3	1/3	35	42	45	37
1/3	2/3	39	40	39	40
2/3	1/3	34	43	51	36
2/3	2/3	37	51	-	-
1/3	3/3	44	44	51	45
3/3	1/3	32	41	50	37
2/3	3/3	35	59	-	-
3/3	2/3	36	62	-	-
3/3	3/3	47	65	-	-

นอกจากนี้ Givoni ยังพบอีกว่า กระแสลมที่ทำมุมเฉียงกับอาคารจะทำให้กระแสลมภายในอาคารสูงขึ้นเฉพาะกรณีที่ช่องเปิดลมเข้าอยู่ด้านตรงข้ามกับช่องเปิดลมออกเท่านั้น ส่วนในกรณีที่ช่องเปิดลมเข้าอยู่ตำแหน่งตั้งฉากกับช่องเปิดลมออก จะให้ผลในทางตรงกันข้าม คือ เมื่อกระแสลมพัดมาในทิศตั้งฉากกับช่องเปิดลมเข้าจะทำให้ความเร็วลมเฉลี่ยภายในจะสูงกว่ากรณีที่กระแสลมพัดมาทำมุมเฉียง 45 องศากับช่องเปิดทางเข้าดังตารางที่ 4.6

ทั้งนี้เนื่องจาก ในกรณีที่ช่องเปิดทางเข้าออกไม่ตรงกัน อากาศจะถูกบังคับให้หันเหทิศทางแนวการไหลของกระแสลมภายในจะพยายามไหลตามทิศทางที่จะเป็นการไหลเดิมโดยแรงเฉื่อย และเมื่อวกกลับด้วยแรงที่เกิดจากความแตกต่างของความดัน วิธีการไหลแบบนั้จะเกิดขึ้นได้อีก ในเมื่อมีสิ่งอื่นๆมาประกอบทางเข้าหรือออกของอากาศ

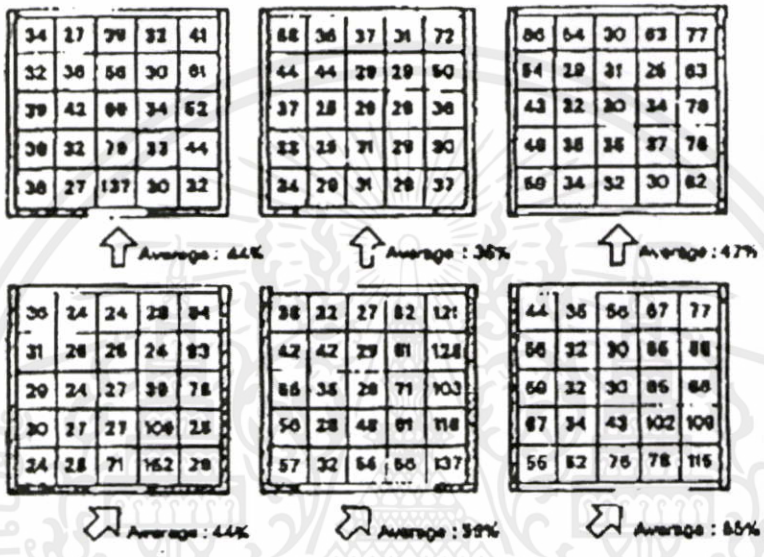
ดังนั้นการเปิดช่องเปิดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจะต้องเปิดทางลมเข้าบริเวณที่เกิดความกดดันอากาศสูงและเปิดช่องลมออกบริเวณที่เกิดความกดดันอากาศต่ำนั่นคือจะต้องวางตำแหน่งช่องเปิดให้ทางลมเข้าอยู่ตรงข้ามกับทางลมออก

สำหรับภูมิภาคที่กระแสลมเปลี่ยนทิศระหว่างกลางวันและกลางคืนหรือระหว่างฤดู ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับช่องเปิดควรจะตอบสนองกับทิศทางกระแสลมระหว่างช่วงเวลาที่ความเร็วลมต่ำที่สุดและบ่อยที่สุดระหว่างช่วงเวลากลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของช่องเปิด เป็นสิ่งสำคัญที่จะกำหนดความเร็วลมภายในห้อง จากการศึกษาของ Givoni พบว่า ในห้องที่เกิดการพัดผ่านของลม ขนาดของช่องเปิดทั้งช่องเปิดลมเข้าและช่องเปิดลม

ออกจะมีอิทธิพลต่อความเร็วลมภายในห้อง โดยยิ่งช่องลมเปิดลมเข้าลมออกมีขนาดใหญ่ขึ้น ความเร็วลมภายในห้องจะยิ่งสูงขึ้น ไม่ว่าลมจะพัดมาในทิศตั้งฉากหรือทำมุมเฉียงกับช่องเปิดลมเข้า ดังตารางที่ 4.6 และเมื่อใช้ช่องเปิดลมเข้าขนาดใหญ่กว่าช่องเปิดลมออกจะทำให้เกิดการไหลเวียนของลมมากในทางตรงกันข้ามเมื่อช่องเปิดลมเข้ามีขนาดเล็กกว่าช่องเปิดลมออกความเร็วลมภายในอาคารจะลดลง และจะมีความเร็วลมใกล้เคียงกันเมื่อขนาดช่องเปิดลมเข้าเท่ากับช่องเปิดลมออก



รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ของความเร็วลมภายนอกและภายในห้องเมื่อช่องเปิดลมเข้าและช่องเปิดลมออกมีขนานต่างๆ กัน (ที่มา : Givoni,cited in Sutthipong Boonyou,1999 : 71)

อย่างไรก็ตามในหน้าร้อนกระแสลมที่มีความเย็นที่มีความเร็วยังพอจะมีความสำคัญมากกว่าปริมาณการไหลเวียนของกระแสลมภายใน การใช้ช่องเปิดทางลมเข้าที่เล็กและช่องเปิดทางลมออกใหญ่ (venturi effect) ความเร็วลมภายในบริเวณช่องเปิดทางลมเข้าจะมากที่สุด การเพิ่มความเร็วลมภายในอาคารใช้เปรียบเทียบความเร็วจากช่องทางออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

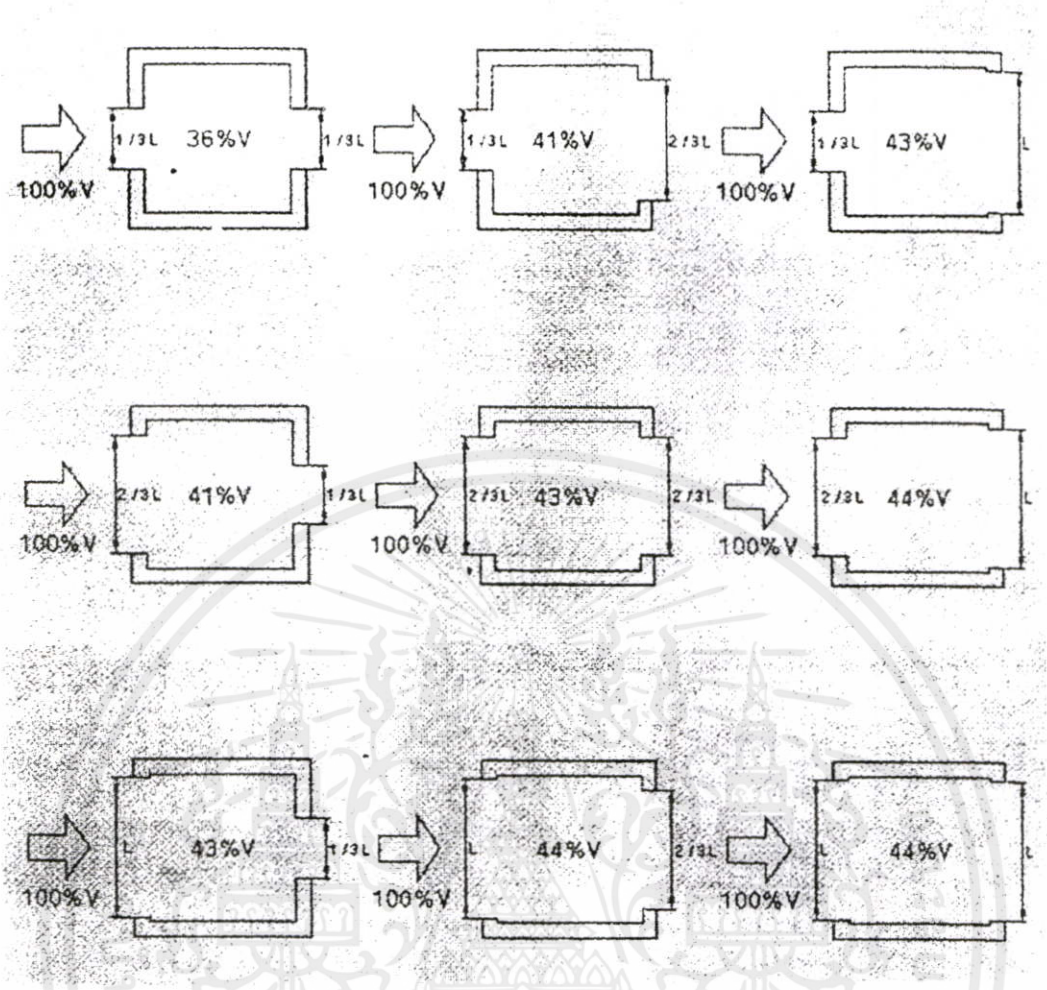
ตารางที่ 4.7 แสดงผลกระทบขนาดหน้าต่างในห้องซึ่งไม่มีการพัดผ่านตลอดของกระแสลมต่อความเร็วลมเฉลี่ย(ร้อยละต่อความเร็วภายนอก) (ที่มา : Givoni, 1969 : 262)

ทิศทางลมภายนอก	สัดส่วนช่องเปิด		
	1/3	2/3	3/3
ตั้งฉากกับช่องเปิด	13	13	16
เอียง 45° ด้านหน้า	12	15	23
เอียง 45° ด้านหลัง	14	17	17

ตารางที่ 4.8 แสดงผลกระทบขนาดช่องเปิดลมเข้าและช่องเปิดลมออกซึ่งมีการพัดผ่านตลอดของกระแสลมต่อความเร็วลมเฉลี่ยและความเร็วลมสูงสุด(ร้อยละต่อความเร็วภายนอก) (ที่มา : Givoni,1969 : 263)

ทิศทางลมภายนอก	สัดส่วนช่องเปิดทางออกต่อพื้นที่ผนัง	สัดส่วนช่องเปิดทางเข้า ต่อพื้นที่ผนัง					
		1/3		2/3		3/3	
		ความเร็วลมเฉลี่ย	ความเร็วลมสูงสุด	ความเร็วลมเฉลี่ย	ความเร็วลมสูงสุด	ความเร็วลมเฉลี่ย	ความเร็วลมสูงสุด
ตั้งฉาก	1/3	36	65	34	74	32	49
	2/3	39	131	37	79	36	72
	3/3	44	137	35	72	47	86
เอียง 45 °	1/3	42	83	43	96	42	62
	2/3	40	92	57	133	62	131
	3/3	44	152	59	137	65	115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

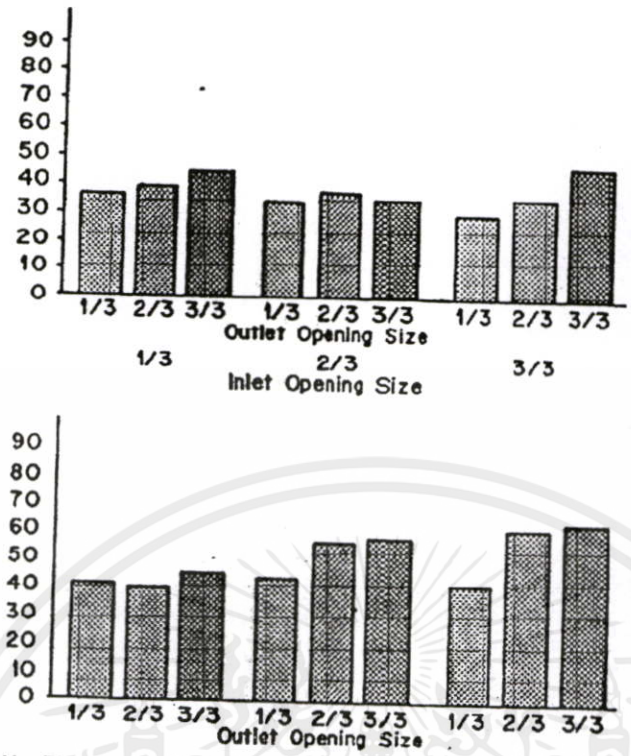


รูปที่ 4.10 แสดงความเร็วลมเฉลี่ย ภายในห้องที่มี cross ventilation แต่ละช่องเปิดขนาดไม่เท่ากัน

ซึ่งค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ได้ จะเห็นว่ามีส่วนสัมพันธ์ กันที่ว่ายิ่งถ้าช่องทางเข้า และทางออกต่างกันมาก ค่าความเร็วลมก็จะมีค่าที่มาก โดยเฉพาะถ้าช่องทางเข้าแคบและช่องทางออกกว้าง ลมจะมีค่าความเร็วลมเพิ่มขึ้น บริเวณปากทางเข้า ซึ่งอาจจะสูงกว่าลมจากภายนอกเสียอีก

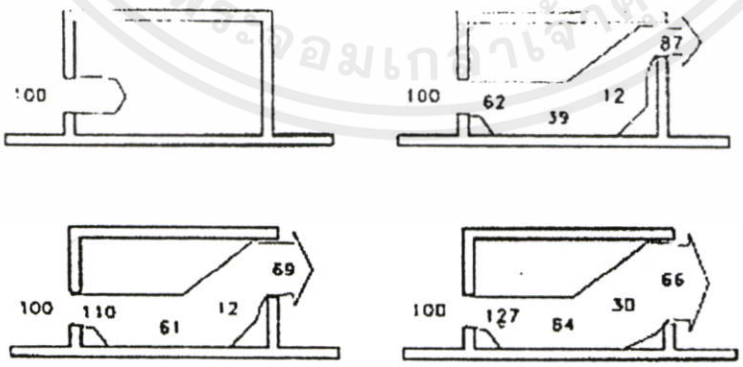
แต่ในกรณีที่ลมภายนอกแรงมาก แต่ช่องทางออกไม่มี ลมที่มาประทะบริเวณช่องทางเข้าก็จะไม่สามารถเข้ามาภายในห้องได้ ทำให้สรุปได้ว่าไม่ว่าลมจะแรงแค่ไหน แต่ถ้าช่องเปิดมีทางเข้าด้านเดียว ความเร็วลมภายห้องก็เกือบจะเป็นศูนย์ ซึ่งจะส่งผลไปยังการระบายอากาศด้วย แต่ในความจริงนั้นกระแสลมสามารถมาได้จากหลายทิศทางในฤดูที่แตกต่าง หรือในช่วงเวลาที่ต่างกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทิศทางที่เปลี่ยนไปของกระแสลมนี้ จะส่งผลไปถึงความเร็วลมภายในห้อง รวมไปถึงปริมาตรลมภายในห้องด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในของขนาดฃช่องเปิดทางเข้าและทางออกแต่ละแบบเป็นเปอร์เซ็น

ถ้าช่องเปิดเข้ามีสัดส่วนเท่าช่องเปิดออกความเร็วลมจะยิ่งมากขึ้นตามขนาดของช่องเปิดถ้าช่องเปิดเข้าใหญ่ว่าช่องเปิดออกยิ่งใหญ่กว่ามากเท่าไหร่ความเร็วลมเฉลี่ยภายในจะยิ่งต่ำลงมากขึ้นตามลำดับ



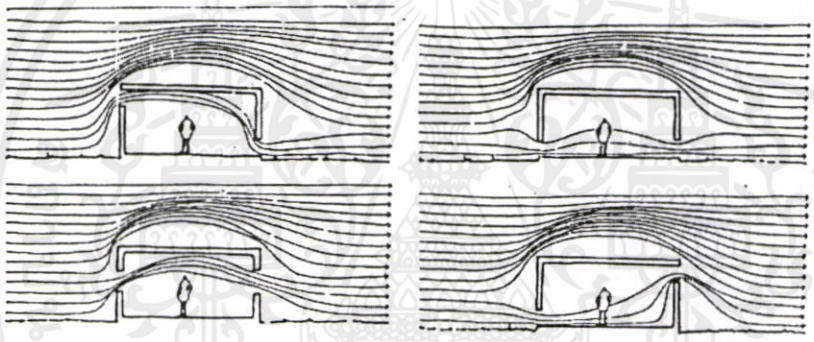
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบความเร็วลมที่ผ่านเข้ามาภายในห้อง เมื่อขนาดของช่องเปิดแตกต่างกัน (โดยให้ความเร็วลมภายนอกเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์)

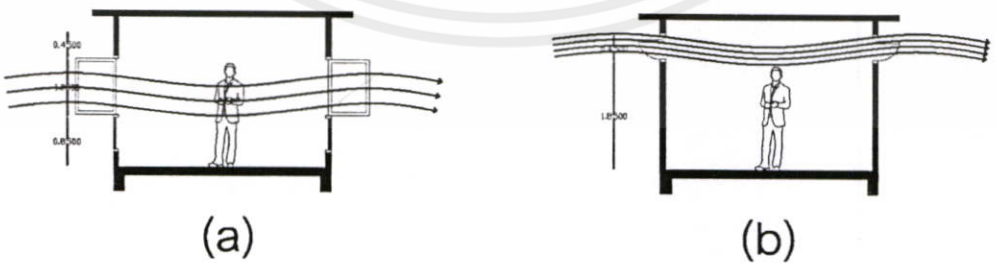
4.10 ตำแหน่งความสูงของช่องเปิด

ความสูงของช่องเปิดลมเข้าเป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดระดับของแนวการไหลเวียนของลมภายในอาคาร โดยระดับความสูงช่องเปิดที่เหมาะสมควรจะสัมพันธ์กับระดับร่างกาย (มาลินี ศรีสุวรรณ, 2543) ช่องเปิดลมเข้าและช่องเปิดลมออกที่อยู่ในระดับใกล้ฝ้าเพดานแม้จะทำให้ความเร็วลมภายในอาคารสูงกว่าแต่การไหลเวียนของลมจะเกิดเหนือพื้นที่ใช้งาน ในขณะที่ช่องเปิดลมเข้าและออกในระดับพื้นแม้จะมีความเร็วลมที่ต่ำกว่าแต่การไหลเวียนของลมจะใกล้เคียงกับพื้นที่ใช้งานมากกว่า

ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อช่องเปิดอยู่สูงขึ้นแนวผนังด้านหน้าที่ปะทะลมจะเกิดแรงดันขึ้น ซึ่งจะมีขนาดเพิ่มมากขึ้นตามความสูง ประกอบกับความเร็วลมของลมด้านนอกจะมีค่าสูงขึ้นตามความสูงที่เพิ่มขึ้น ทำให้ลมภายในห้องเร็วและแรงขึ้นกว่าช่องเปิดที่อยู่ใกล้พื้นดิน โดยช่องเปิดลมเข้าอยู่ในระดับต่ำและช่องเปิดลมออกอยู่ในระดับสูงจะทำให้การไหลเวียนของลมอยู่ในระดับพื้นที่ใช้งานได้ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดงการเบี่ยงเบนของกระแสลมเนื่องจากตำแหน่งความสูงของช่องเปิด
(ที่มา : Bowen,cited in Moore, 1993 : 184)

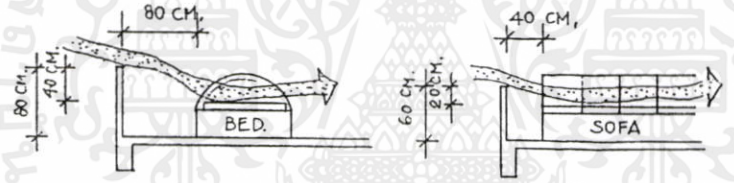


รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งของช่องเปิดที่ต่างกันทำให้เกิดความ แตกต่างของอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งช่องเปิดมีความสำคัญกับการระบายอากาศภายในห้อง เพราะตำแหน่งช่องเปิดนั้นจะเป็นตัวควบคุมให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศ ซึ่งมีผลไปถึงความเร็วของลม ปริมาณกระแสลมและทิศทางของลมที่จะเข้ามาภายในอาคาร ถ้าตำแหน่งของช่องเปิดมีความสัมพันธ์กับกระแสลม ก็จะทำให้ปริมาณลมที่เข้ามาภายในอาคารมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลในเรื่องการถ่ายเทอากาศด้วย โดยลมที่เข้ามาภายในอาคารก็จะพัดพานำความร้อนออกไปได้มากและกระแสลมเย็นภายนอกก็ไหลเวียนเข้ามาแทนที่ได้มากเช่นกัน ดังนั้น ควรให้ตำแหน่งช่องเปิดโดยเฉพาะช่องเปิดทางเข้าอยู่ในตำแหน่งที่กระแสลมพัดผ่านเป็นประจำ และควรคำนึงถึงแนวทิศทางกระแสลมที่จะนำเอากลิ่นควันต่าง ๆ เข้ามาภายในอาคารด้วย

ตำแหน่งช่องเปิดควรอยู่ในแนวเหนือและใต้ ที่ระดับช่วงตัว (Body height) เพื่อเปิดรับลม สำหรับระดับช่วงตัวนี้ คือระดับที่เกิดกิจกรรม ต่าง ๆ อันได้แก่การนั่ง , การนอน ซึ่งโดยมากระดับที่ทำกิจกรรม ของ ทาวน์เฮ้าส์ จะอยู่สูง 40 เซนติเมตรจากพื้น ประกอบกับระยะห่างของการวางเฟอร์นิเจอร์กับช่องเปิดต้องสัมพันธ์กับการเคลื่อนตัวของลมเช่นหากช่องเปิดลมมีความสูง 80 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตรจากพื้น การวางเฟอร์นิเจอร์เพื่อให้ผู้ประกอบกิจกรรมได้รับความสบาย จะต้องอยู่ห่างจากผนังด้านลมเข้า อย่างน้อยเป็นระยะเท่ากับ 80 เซนติเมตร



รูปที่ 4.15 แสดงตำแหน่งหน้าต่างและระยะการวางเฟอร์นิเจอร์

อย่างไรก็ตามการออกแบบช่องเปิดที่ตำแหน่งต่ำ ๆ จากพื้นห้องควรระวังเรื่องภาระความร้อนภายในอาคารที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิยต์ที่กันสาดกันได้ไม่หมดประกอบกับความเป็นส่วนตัวของผู้อยู่อาศัยร่วมด้วย

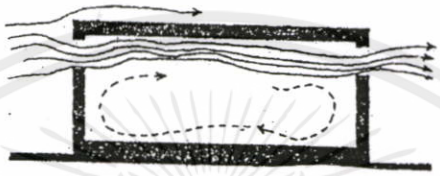
สรุปว่า ตำแหน่งทางแนวตั้งของช่องเปิด ความสูงของช่องเปิดมีผลต่อการเคลื่อนที่ของอากาศภายในมาก เช่น บริเวณใต้วงกบหน้าต่างมักเป็นพื้นที่อับลม หากตำแหน่งหน้าต่างอยู่สูงเกินไป จะทำให้บริเวณนั้นอยู่อาศัยอับลม แต่เราสามารถออกแบบรายละเอียดของช่องลมเข้าที่จะควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศได้ เช่น การใช้บานพลิกปรับมุมได้

ตำแหน่งช่องเปิดที่อยู่สูงจากระดับพื้นห้อง 80 เซ็นติเมตรเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีความเป็นส่วนตัวมากกว่าช่องเปิดที่อยู่สูงจากพื้นห้อง 60 เซนติเมตร ประกอบกับค่าใช้จ่ายในการสร้างแผงบังแดดเพื่อลดรังสีความร้อน (Direct radiation) จากดวงอาทิตย์ให้แก่ช่องเปิดที่เป็นกระจกจะน้อยกว่า แม้ว่าระยะของการวางเฟอร์นิเจอร์เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบาย และอาจทำให้เสียพื้นที่ในระยะห่างนี้ไป แต่หากมีการวางเฟอร์นิเจอร์ เช่นตู้เตี้ย หรือโซฟายาว โดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบติดตายที่ผนังด้านรับลมแล้ว การใช้พื้นที่ภายในห้องก็จะเกิดการสูญเปล่าน้อย อีกทั้งยังเป็นตัวช่วยหน่วงความร้อนได้ในระดับหนึ่งด้วย

เมื่อช่องทางเข้าและทางออกอยู่สูงเหนือศรีษะทั้งสองช่องทาง ลมก็จะเข้าทางช่องทางเข้าและลอยตัวขึ้นติดฝ้าเพดาน และกระแสลมก็พัดผ่านออกช่องทางออก โดยที่กระแสลมไม่กระทบกับร่างกายของผู้อยู่อาศัยเลย ซึ่งจะเป็นผลการระบายที่ดีในช่วงหน้าร้อน เพราะปริมาณความร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้นแต่ไม่ทั่วถึงทั้งห้อง



รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะของกระแสลมเมื่อช่องทางเข้าและออกอยู่สูงเหนือศีรษะทั้งสองช่องทาง

ในกรณีที่เจาะช่องเปิดทางเข้า และทางออก อยู่ในระดับร่างกาย (Body Zone) ทั้งสองด้านทิศทางลมจะพัดผ่านตัวผู้อยู่อาศัย ทำให้รู้สึกเย็นลง แต่ด้านบน จะเกิดกระแสลมของความร้อนเพราะจะไม่เกิดการไหลเวียนและระบายอากาศในระดับฝ้าเพดาน ซึ่งอาจจะทำให้ผู้อาศัยภายใน อยู่ไม่สบายนัก หากเป็นบ้านชั้นเดียว และไม่มีการระบายอากาศระหว่างฝ้าเพดานและหลังคาที่ด

รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะกระแสลมเมื่อช่องทางเข้าและออกอยู่ในระดับร่างกาย (Body Zone) ทั้ง 2 ช่อง

สำหรับการเจาะช่องเปิดทางเข้าสูงกว่าทางออกจะราบายอากาศได้ดีกว่า 2 แบบแรกแต่จะมีอากาศภายในห้องส่วนหนึ่งไม่เคลื่อนที่ โดยที่ส่วนใหญ่สามารถระบายอากาศออกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18 แสดงเมื่อลักษณะกระแสลมเมื่อช่องทางเข้าสูงกว่าช่องทางออก

ควรหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดทางเข้าและทางออกในผนังด้านเดียวเพราะการเจาะช่องเปิดเพียงด้านเดียวถึงแม้ทิศทางที่กระแสลมจะพัดมาเป็นประจำ กระแสลมก็จะไม่เข้าไปภายในอาคารหรือเข้าไปเพียงแค่เพียงบริเวณใกล้ช่องเปิดเท่านั้น สาเหตุก็เนื่องมากจากความกดอากาศสูงภายในห้องนั่นเอง

การระบายอากาศที่ดีที่สุด ถ้าช่องทางเข้าอยู่ต่ำกว่าช่องทางออกโดยช่องทางเข้าอยู่ในระดับร่างกายและช่องทางออกอยู่ใกล้กับฝ้าเพดาน โดยอากาศจะผ่านในทุกพื้นที่ของห้องโดยที่อากาศจะดึงเอาความร้อนออกจากห้องไปได้ปริมาณที่มาก ทำให้ผู้อาศัยภายในห้องไม่ร้อนอบอ้าวเกินไป แต่ในการเจาะช่องทางเข้านั้น ไม่ควรต่ำมากเกินไป เพราะจะพัดพาเอาฝุ่นตามพื้นเข้ามาภายในห้องด้วย

รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะของกระแสลมเมื่อช่องทางเข้าอยู่ในตำแหน่งต่ำกว่าช่องทางออก

นอกจากนี้จะต้องพิจารณาตำแหน่งจากองค์ประกอบอื่น ๆ ประกอบด้วย ชนิดและขนาดของกันสาด การแบ่งกั้นผนังภายในอาคาร การวางตำแหน่งเฟอร์นิเจอร์ ลักษณะและชนิดของช่องเปิดรวมถึงรูปทรงอาคารตามที่ได้กล่าวไปแล้ว

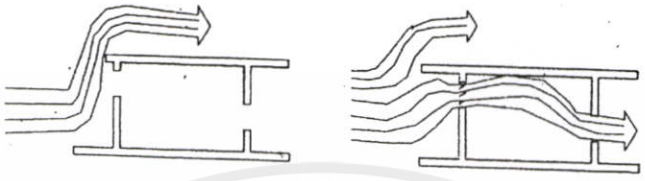
4.11 แนวการไหลเนื่องจากสิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้า และช่องเปิดทางออกของอากาศ

สิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้าบริเวณนอกอาคารนับว่ามีผลต่อแนวการไหลของอากาศที่เข้ามาภายในห้อง ซึ่งจะมากหรือน้อยต่างกัน ตามลักษณะขนาดและตำแหน่งของสิ่งประกอบนั้น ๆ สิ่งประกอบเช่นต้นไม้กันสาดทางตั้ง และทางนอนชนิดต่าง ๆ สามารถช่วยเบี่ยงเบนทิศทางการไหลของกระแสลมได้ เช่น กรณีการเจาะช่องเปิดทางเข้า และทางออกอยู่ด้านข้างก็สามารถใช้สิ่งประกอบทางตั้งมาใช้ในทิศทางที่กระแสลมผ่าน ทำให้เกิดการเบี่ยงแบนเข้าไปในห้องได้โดยกระแสลมที่ได้ อาจจะมีความเร็วไม่มากนักแต่ก็นับว่าช่วยให้เกิดการเบียงเบนเข้าไปในห้องได้โดยกระแสลมที่ได้อาจจะมี่ความเร็วไม่มากนัก แต่ก็นับว่าช่วยให้เกิดการไหลเวียนของอากาศดีขึ้น กว่าการไม่ใช้สิ่งประกอบเลย และสิ่งประกอบจะเกิดผลเป็นอย่างมากก็ต่อเมื่ออยู่บริเวณช่องเปิดทางเข้าหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้า ของอากาศภายนอกอาคารจะมีผลต่อแนวการไหลของอากาศภายในอาคารอย่างเห็นได้ชัดเจน เช่นชายคาที่ระดับฝ้าของอาคาร จะปะทะกระแสลม และเปลี่ยน

แนวทางการไหลของกระแสลมเข้าสู่ช่องเปิดทางเข้า เพิ่มคุณสมบัติในการระบายอากาศ ในขณะที่ชายคาเดียวกันวางที่ระดับขอบบนของช่องทางเข้าของอากาศ ทำให้กระแสลมพุ่งขึ้นสู่ฝ้าภายในอาคารและ ชายคาเดียวกัน วางระดับบนขอบหน้าต่างแต่ดึงหลุดออกเล็กน้อย เพื่อให้เป็นช่องปรับความดัน จะทำให้แนวการไหลของอากาศต่ำลงสู่ระดับที่เป็นประโยชน์ได้



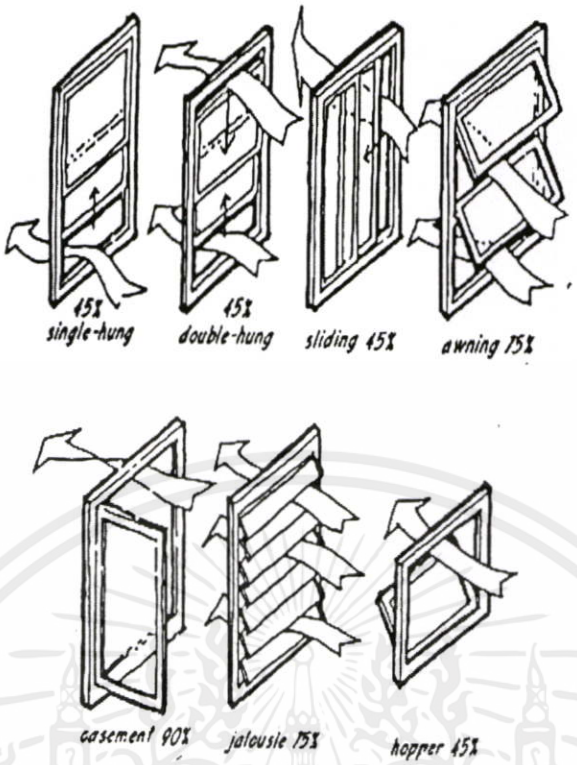
รูปที่ 4.20 การใช้ชายคาระดับช่องเปิดและอุปกรณ์ประกอบช่องเปิดทางเข้าทำให้เกิดการระบายอากาศได้ดีขึ้น

รูปที่ 4.21 การใช้ชายคาและลานเกล็ด ทำให้เกดการไหลเวียนของอากาศที่แตกต่างกัน

4.12 ชนิดของช่องเปิด

ชนิดของหน้าต่างที่แตกต่างกันเมื่อนำมาใช้เป็นช่องเปิดลมเข้าจะส่งผลต่อรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลมภายในอาคารที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งจะเป็นทางเลือกสำคัญในการควบคุมทิศทางและระดับของแนวการไหลเวียนของลม ชนิดของหน้าต่างที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ หน้าต่างบานเลื่อน (slide window) ทั้งแบบเลื่อนด้านข้าง และเลื่อนขึ้นทางตั้ง กระแสลมจะผ่านเข้ามาภายในอาคารน้อยกว่า 50% หน้าต่างบานเปิด (pivot hung window) ทั้งแบบมีจุดหมุนอยู่ตรงกลางทางนอน (horizontal center pivot hung window) เมื่อเปิดทำมุม 22 องศา จะทำให้อากาศผ่านเข้ามา 100% สำหรับหน้าต่างกว้าง 1.20 เมตร และสูง 1.60 เมตร สำหรับพื้นที่ห้อง 0.66 ตารางเมตร ในขณะที่หน้าต่างแบบที่มีจุดหมุนอยู่ตรงกลางทางตั้ง (vertical centre pivot hung window) เมื่อเปิดทำมุม 22 องศาเช่นกันจะทำให้กระแสลมลดลง 40% เมื่อเปรียบเทียบกับแบบมีจุดหมุนอยู่ตรงกลางทางนอน เช่นเดียวกับหน้าต่างแบบมีจุดหมุนอยู่ด้านข้าง (side pivot hung window) จะมีประสิทธิภาพน้อยที่สุดโดยกระแสลมจะลดลง 35% เมื่อเปรียบเทียบกับแบบมีจุดหมุนอยู่ตรงกลางทางนอน

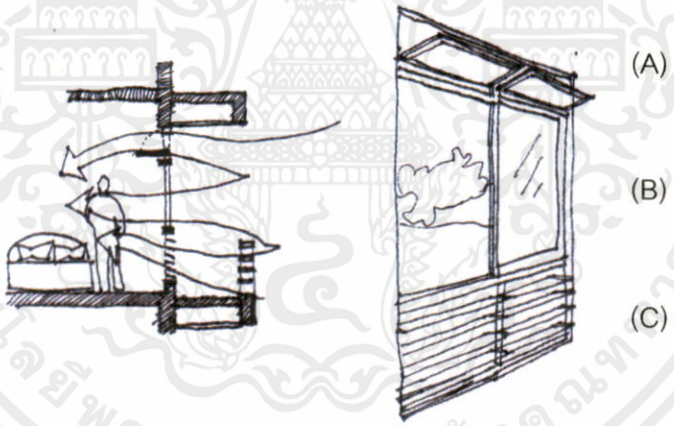
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์



รูปที่ 4.22 แสดงประสิทธิภาพในการไหลของอากาศผ่านช่องเปิดชนิดต่างๆ (ที่มา : Moore,1993 : 1993)

หน้าต่างที่เป็นบานเปิดหรือบานเฟี้ยม จะมีผลในแง่การเบี่ยงเบนทิศทางของกระแสลมน้อยกว่าแบบหน้าต่างบานเกล็ดและบานกระทุ้ง ซึ่งมีผลกับทิศทางของกระแสลมทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของกระแสลมในแนวตั้ง (ขึ้น -ลง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 หน้าต่าง (A) เปิดเมื่อต้องการถ่ายเทอากาศร้อนในระดับฝ้าเพดานในช่วงเวลากลางวัน
หน้าต่าง (B) เปิดเมื่อต้องการลมในระดับ Body Zone และนำอากาศเย็นเข้าสู่อาคาร

4.13 การจัดวางอาคารเพื่อรับลม (Orientation)

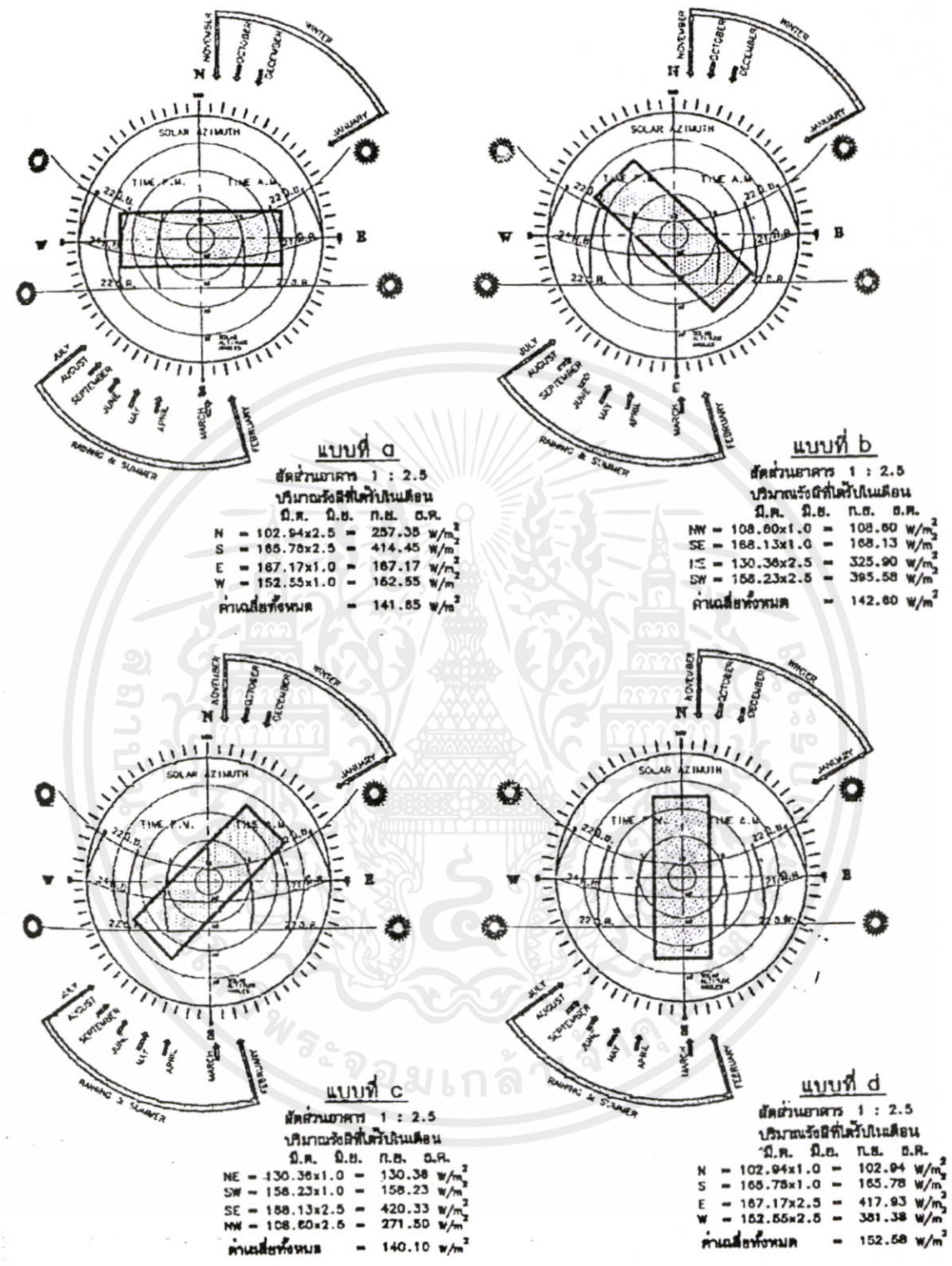
การจัดวางอาคารที่ต้องการ ระบายอากาศแบบวิธีธรรมชาติ ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากข้อกำหนดด้านกฎหมายทำให้ทาวน์เฮ้าส์มีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า การวางอาคารจึงควรให้มีด้านยาวของอาคารตั้งรับทิศเหนือ และ ทิศใต้ ทำให้ด้านยาวของอาคารได้รับแสงแดดน้อยในฤดูร้อน จะได้รับลมที่พัดจากทิศใต้ และ ทิศตะวันตกเฉียงใต้อย่างเต็มที่แสงแดดจะอ้อมเหนือในเดือน พฤษภาคม ถึง มิถุนายน ส่วนในฤดูหนาวจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และ แสงแดดจะอ้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดวางอาคารให้มีด้านยาวของอาคาร ตั้งรับทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ด้านยาวของอาคารได้รับลมอย่างเต็มที่ทั้งในฤดูร้อน และในฤดูหนาว ส่วนแสงแดดจะได้รับในมุมเฉียง แต่อาคารที่หันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ช่วงเวลา 11.00 น. ไปแล้วจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากในช่วงบ่าย ซึ่งส่งผลให้ห้องที่วางในทิศทางนี้มีอุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงเลาเย็นจนถึงเวลาค่ำ ต้องมีการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ที่ดี ก็จะทำให้อุณหภูมิในห้องลดลง เหมาะในการออกแบบอาคารที่ระบายอากาศโดยธรรมชาติ ดังภาพที่ 4.24(B)

การจัดวางอาคารให้มีด้านยาวของอาคาร ตั้งรับทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทำให้ด้านยาวของอาคารตั้งรับกระแสลมน้อย ทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อน รังสีตรงจากดวงอาทิตย์มีปริมาณมาก แต่ช่วงเวลานี้เป็นเวลาตอนเช้า อุณหภูมิของอากาศยังอยู่ในช่วงสภาวะสบาย ยังมีอุณหภูมิไม่สูงมาก และในเวลาบ่าย ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือจะได้รับแสงแดดปริมาณมาก แต่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่จะได้รับรังสีกระจายจากดวงอาทิตย์ การจัดวางอาคารแบบนี้ผู้วิจัยเสนอแนะว่า สมควรในการจัดวางอาคารแบบนี้ในการออกแบบอาคารปรับอากาศโดยเครื่องกล เนื่องจากต้องการกระแสลมในการระบายอากาศน้อย ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ส่งผลกระทบน้อยกว่า ทั้ง 4 แบบ และในช่วงเวลารับรังสีตรงดวงอาทิตย์ในเดือน ธ.ค., ม.ค., ก.พ., มี.ค., ในเวลาช่วงเช้าสภาพทางอุณหภูมิยังไม่สูง ในช่วงบ่ายจะรับรังสีกระจายในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งมีปริมาณรังสีตรงจากดวงอาทิตย์น้อย ดัง ภาพที่ 4.24(c) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับทิศทางการวางทั้งหมดแล้วการวางอาคารทั้ง 4 แบบแล้ว การวางทิศทางอาคารที่เหมาะสมกับการระบายอากาศแบบธรรมชาติที่สุดน่าจะเป็น การวางอาคารดัง รูปที่ 4.24 (A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



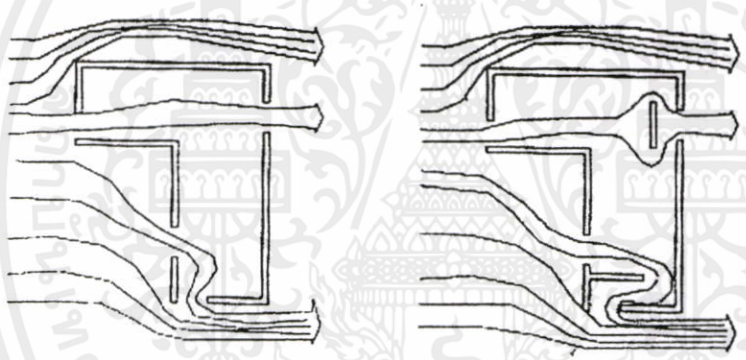
รูปที่ 4.24 การจัดวางอาคารในเขตกรุงเทพที่มีผลต่อการโคจรดวงอาทิตย์และกระแสลม
(ที่มา วชิระ แสงรัศมี พ.ศ. 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.14 การจัดพื้นที่ภายในอาคารเพื่อรับลม (Planning)

นอกเหนือจากช่องเปิดแล้ว ผนังกั้นภายในห้องก็นับว่ามีความสำคัญกับการควบคุมทิศทางลม ปริมาณ ความแรง ของกระแสลมภายในห้องด้วย

ตำแหน่งกั้นภายในห้องมีผลกระทบกับการไหลเวียนของกระแสลมภายในห้อง ซึ่งอาจทำให้เกิดประโยชน์หรือเสียประโยชน์ก็ได้ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและจำนวนผนัง กั้นที่ใช้ ยิ่งผนังกั้นอยู่ไกล้ช่องเปิดทางเข้ามาก ก็จะเกิดผลกระทบจากการเบี่ยงเบนของกระแสลมมาก กระแสลมที่เกิดขึ้นภายในห้องส่วนใหญ่ จะมีความเร็วน้อยกว่ากระแสลมภายนอกเสมอ ยิ่งมีการเบี่ยงเบนยิ่งมีความเร็วน้อยลงไปอีก ดังนั้นการกั้นผนังไม่ชนฝ้าเพดานแต่ให้เหลือพื้นที่ให้กระแสลมไหลผ่านได้จะเป็นการดีในแง่การถ่ายเทอากาศมากกว่า แบบที่ผนังกั้นถึงฝ้าเพดาน โดยเฉพาะบริเวณฝ้าเพดานมีอากาศที่ร้อนกว่าด้านล่าง การมีช่องเปิดนี้จะได้มีการถ่ายเทอากาศร้อนออกไปจากห้องได้ นอกจากนี้ไม่ควรมีผนังกั้นในห้องมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดจุดอับลมขึ้นภายในห้อง

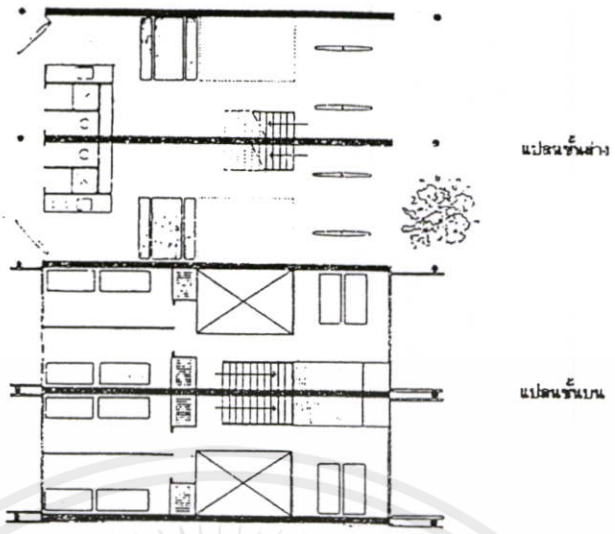


รูปที่ 4.25 การเลือกใช้วิธีการวางผนังที่ถูกต้อง จะช่วยให้อากาศไหลผ่านส่วนที่ต้องการ

การจัดวางผนังอาคารควรให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก และไม่มีการกั้นผนังทึบนั้น หมายถึงการจัดผังในแต่ละหน่วย ควรมีลักษณะเป็น “Open Plan” (การจัดผังแบบเปิด) โดยทั่วไปทาวน์เฮ้าส์ส่วนมากจะทำเป็นห้องโล่ง ซึ่งมีลักษณะแคบยาวมาก ผู้ใช้อาคารจึงมักจะต่อเติมให้มีการกั้นผนังระหว่างห้อง เพื่อให้เกิดความเป็นสัดส่วนซึ่งทำให้เกิดมีลักษณะห้องซ้อนกันอันเป็นสาเหตุ ที่ทำให้การระบายอากาศโดยธรรมชาติเป็นไปได้ยาก การจัดพื้นที่ภายในที่เหมาะสมควรจัดในลักษณะ “Open Plan” แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเป็นส่วนตัวด้วย พื้นที่ที่ไม่ต้องการความเป็นส่วนตัวมากนัก สำหรับ “ ทาวน์เฮ้าส์สองชั้น” เช่น บริเวณส่วนพักผ่อน , บริเวณทานอาหาร จึงไม่ควรมีผนังกั้น

ส่วนพื้นที่ที่ต้องการความเป็นส่วนตัวมาก เช่น ห้องนอนต่างๆ ควรออกแบบผนังระหว่างห้องให้มีลักษณะเปิดและปิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติสู่ส่วนอื่นได้ เมื่อต้องการ แต่จะต้องมีความเป็นส่วนตัวอยู่ เช่น การใช้บานเกล็ดกระจกฝ้าชนิดปรับมุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

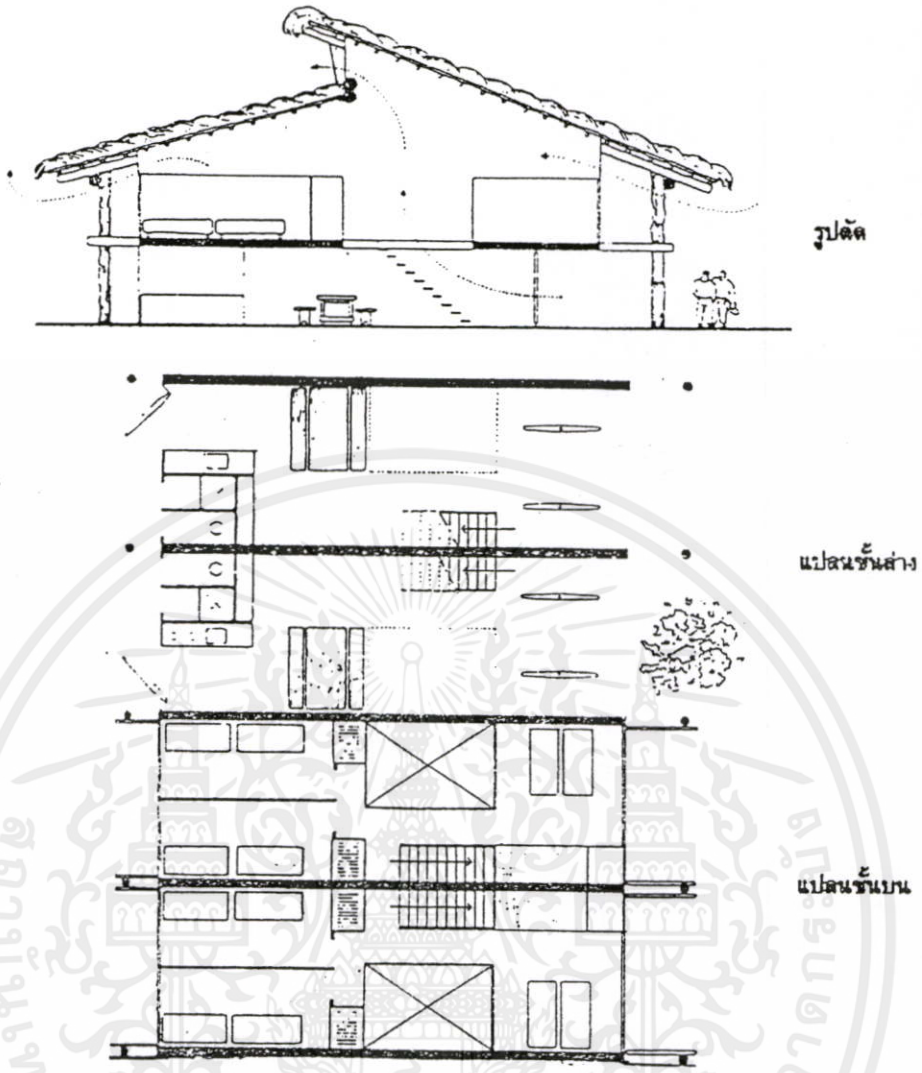


รูปที่ 4.26 แสดงตัวอย่างการแบ่งส่วนพื้นที่ภายในโดยใช้การแบ่งพื้นที่แบบ "Open Plan" เพื่อให้การระบายอากาศโดยธรรมชาติเป็นไปได้โดยสะดวก

การสร้างกำแพงควรสร้างให้ขนานกับลมและไม่ควรสร้างกำแพงบังทิศทางของลม ดังรูปที่ 4.3 เป็นบ้านเรือนแถว Row house ในเมืองทูมาโกประเทศโคลัมเบีย ซึ่งอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อน สถาปนิกผู้ออกแบบคือ Paul lester wiener เป็นแบบเรือนแถวทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น อาคารอยู่แนวเหนือใต้ ซึ่งเป็นด้านลมพัดผ่าน เปิดช่องประตูหน้าต่างเหนือใต้ ส่วนด้านตะวันออก – ตะวันตกปิดทึบ ชั้นล่างเป็นที่พักผ่อน ที่รับประทานอาหารและห้องครัว ชั้นบนเป็นห้องนอน 3 ห้องนอน มีช่องเปิด (open well) ระหว่างชั้นบนและชั้นล่างเพื่อให้อากาศไหลถ่ายเทจากชั้นล่างไปสู่ชั้นบนได้

สิ่งกีดขวางภายในระหว่างช่องลมเข้า และช่องลมออก เมื่อมีการแบ่งพื้นที่ภายในอาคาร จะทำให้อากาศที่เข้ามามีความเร็วลดลงเนื่องจากแรงต้านทาน ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของช่องเปิดภายในระหว่างพื้นที่ย่อย รวมทั้งการบีบตัว และขยายตัวของอากาศขณะเคลื่อนที่ ที่จะทำให้เกิดลมหมุนและลดความเร็วลมลง สิ่งที่น่าสังเกต คือ หากช่องเปิดระหว่างพื้นที่ย่อยภายในมีขนาดเล็กกว่าช่องลมเข้า อัตราการเคลื่อนที่ของอากาศจะขึ้นอยู่กับขนาดช่องเปิดที่เล็กที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

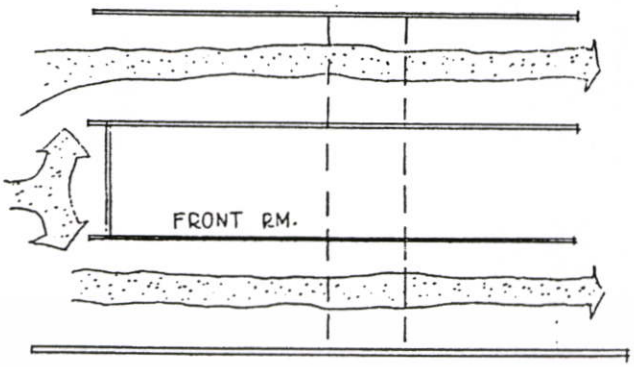


รูปที่ 4.27 ตัวอย่างการจัดพื้นที่และผนังภายในเรือนแถวทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น ในเมืองทูมาโกประเทศโคลัมเบีย

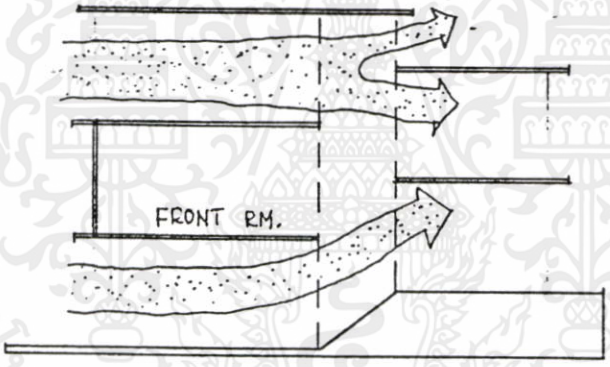
4.15 กระแสลมภายในอาคาร (Airmovement in building)

สำหรับ "ทาวน์เฮ้าส์" อาคารควรมีลักษณะทางเดินจ่ายด้านเดียว (Room Single Banked) เพื่อให้มีทิศทางเปิดให้อากาศถ่ายเทได้มาก นั่นหมายถึงโถงจ่ายเข้าห้องควรมีพื้นที่ไม่มาก เพื่อให้ส่วนที่เหลือสามารถเปิดระบายอากาศได้มาก อีกทั้งไม่ควรมีห้องซ้อนกัน เพื่อให้อากาศระบายได้สะดวก วิธีการจัดผังภายในแบบ "Open Plan" แม้จะแก้ปัญหาได้วิธีหนึ่ง แต่ก็ควรให้มีห้องซ้อนกันน้อยที่สุดสำหรับในแต่ละชั้น การจัดพื้นที่ส่วนหน้าและส่วนหลังอาคารแบบต่างระดับ เป็นวิธีหนึ่งซึ่งใช้ได้ผลดีสำหรับการแก้ปัญหาห้องซ้อนกัน เนื่องจากห้องส่วนหน้าห้องใดห้องหนึ่งมีการปิดหน้าต่าง ห้องส่วนหลังก็ยังสามารถมีการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้บ้าง แต่ทั้งนี้ต้องระวังเรื่องความเป็นส่วนตัวด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

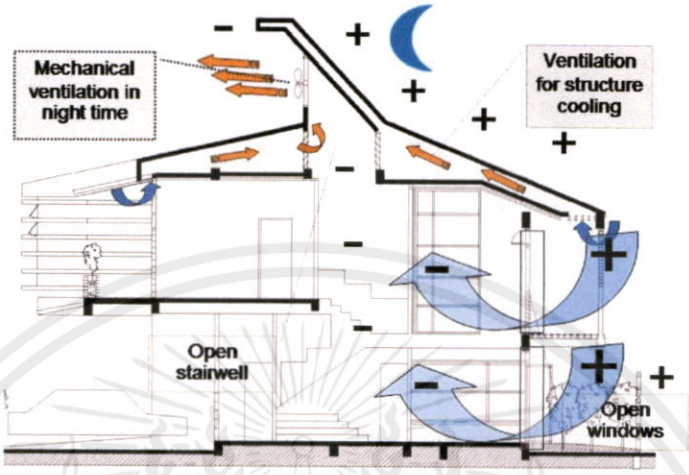


รูปที่ 4.28 ลักษณะการจัดให้ห้องส่วนหน้าและส่วนหลังอยู่ในชั้นเดียวกัน แม้จะมีการจัดพื้นที่ภายในแบบ "Open Plan" ถ้าห้องส่วนหน้าซึ่งรับลมมีการปิดหน้าต่างจะทำให้ห้องส่วนหลังไม่เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติด้วย

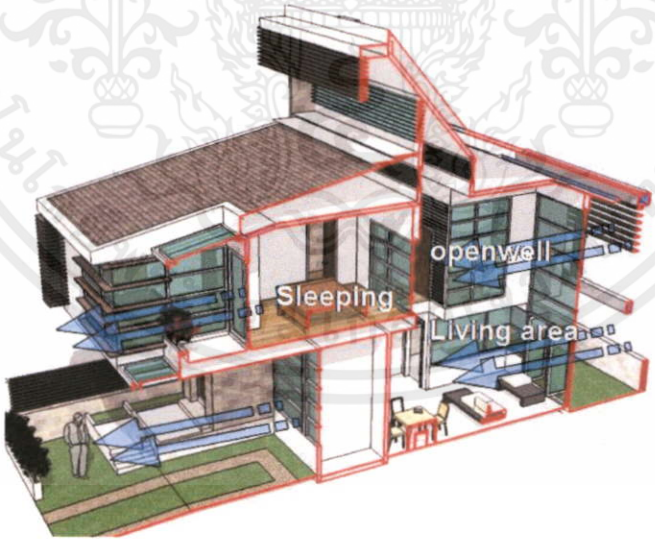


รูปที่ 4.29 แสดงทาวน์เฮ้าส์กรณีศึกษาจัดให้ห้องส่วนหน้าและส่วนหลังอยู่คนละระดับกัน เพื่อให้เกิดการระบายอากาศโดยธรรมชาติด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 ลักษณะการจัดห้องส่วนหน้าและส่วนหลังต่างระดับกันจะทำให้ห้องส่วนหลังมีโอกาสในการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้ดีกว่า



รูปที่4.31 ลักษณะการจัดห้องส่วนหน้าและส่วนหลังต่างระดับกันจะทำให้ห้องส่วนหลังมีโอกาสในการระบายอากาศโดยธรรมชาติได้ดีกว่า

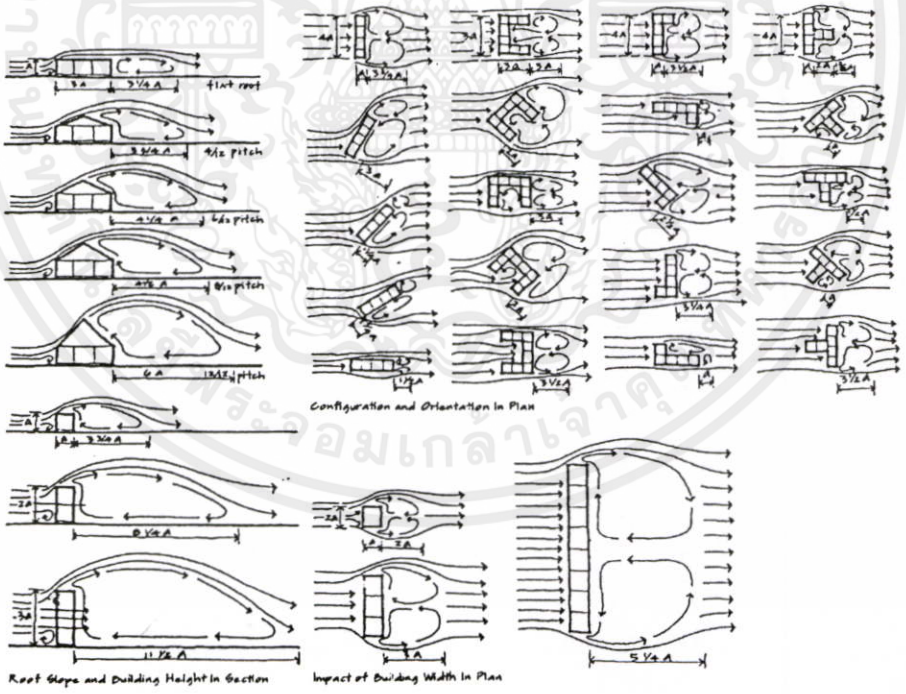
เอกสารนี้ ... การค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ... อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.16 การเคลื่อนที่ของอากาศรอบอาคาร

การเคลื่อนที่ของอากาศรอบๆ อาคารมีรูปแบบหลากหลาย ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของสภาพแวดล้อม ดูรูปที่ 4.32 (Evan, 1957) แสดงผลที่ได้จากการทดลองการเคลื่อนที่ของอากาศรอบอาคารในอุโมงค์ลม ลูกศรแสดงทิศทางการไหลของอากาศ ลูกศรหมุนวนแสดงลมหมุน บริเวณภายในขอบเขตที่เกิดลมหมุนนี้เป็นเขตเงาลม

ในกรณีส่วนใหญ่ บริเวณที่มีความกดดันอากาศสูงจะเกิดขึ้นที่ผนังด้านปะทะลม และบริเวณที่มีความกดดันอากาศต่ำจะเกิดขึ้นที่ผนังด้านอับลม ในขณะที่บริเวณรอบรูปอาคาร จะมีความเร็วลมสูงขึ้น ภาพรูปตัดแสดงการเคลื่อนที่ของอากาศ เมื่อหลังคามีความลาดชัน และความสูงอาคารต่างกัน เมื่อกำหนดให้ความกว้างอาคารเท่ากัน หลังคาที่ชันมากจะทำให้ทิศทางลมเบนสูงขึ้น เป็นผลให้มีบริเวณเงาลมกว้าง และสูงขึ้น

ส่วนล่างของภาพแสดงการเคลื่อนที่ของลม เมื่ออาคารมีความสูงเท่ากัน แต่มีความกว้างต่างๆ กัน อาคารยิ่งกว้าง เงาลมจะยิ่งกว้างขึ้นด้วย แต่ไม่ได้เป็นสัดส่วนตรง การเพิ่มความกว้างอาคารมากๆ จะทำให้ความยาวของเงาลมยาวขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนบนของภาพแสดงรูปแบบการเคลื่อนที่ของลมที่พัดผ่านอาคารรูปร่างต่างๆ ในทิศทางต่างๆ กัน



รูปที่ 4.32 แสดงการเคลื่อนที่ของอากาศรอบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.17 ความเร็วลมและระยะห่างระหว่างอาคาร

ความเร็วลมเฉลี่ย จุดหนึ่งจุดใด ระหว่างอาคารสองหลัง ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า Zone A สามารถคำนวณหาได้จากสมการ ดังนี้

$$VA/VH = 0.24\left((a/H)^{0.28} + (L/H)^{0.4} \times (W/H)^{0.4} \times (H/h)^{0.8}\right) \qquad (2.16)$$

เมื่อ VA = ความเร็วเฉลี่ยศูนย์กลาง Zone A
ซึ่งมีระยะห่างจากพื้นเท่ากับ a (เมตร/วินาที)

เมื่อ VH = ความเร็วลมเฉลี่ยกระแสลมปกติ ณ ที่ความสูงเหนือพื้น (เมตร/วินาที)

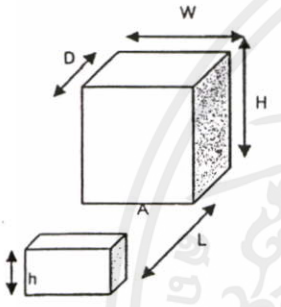
W = ความกว้างของอาคารสูง (เมตร)

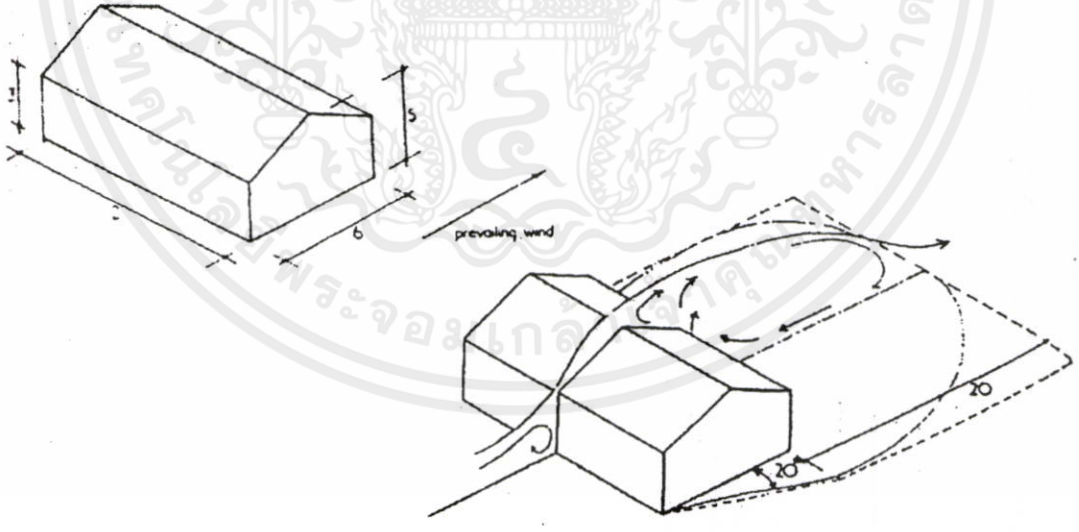
D = ความลึกของอาคารสูง (เมตร)

L = ระยะห่างระหว่าง 2 อาคาร (เมตร)

a = จุดความสูงของระยะที่ต้องการวัด (เมตร)

h = ความสูงของอาคารเตี้ย (เมตร)





รูปที่ 4.33 แสดงระยะอับลมด้านหลังของอาคาร ซึ่งจะเท่ากับ 4 เท่าของความสูงอาคารการวางอาคารให้รับลมได้ดีจึงไม่ควรวางในระยะอับลม

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ... ของเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ลักษณะทางกายภาพและ ปัญหาของอาคารทาวน์เฮ้าส์

5.1 ขนาดของทาวน์เฮาส์

ถึงแม้ว่าการออกแบบทาวเฮาส์นอกจากจะต้องคำนึงถึงกฎหมายเป็นตัวกำหนดขนาดของทาวเฮาส์แล้วก็ตาม ในความเป็นจริงในการก่อสร้างทาวเฮาส์ที่ขายกันอยู่ทั่วไปนั้น จากการวิจัยและสำรวจโดยทั่วไปในเชิงการตลาดอสังหาริมทรัพย์พบว่า ขนาดของทาวเฮาส์ที่นิยมสร้างขึ้นทั้งในหมู่บ้านจัดสรรและนอกหมู่บ้านจัดสรรแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

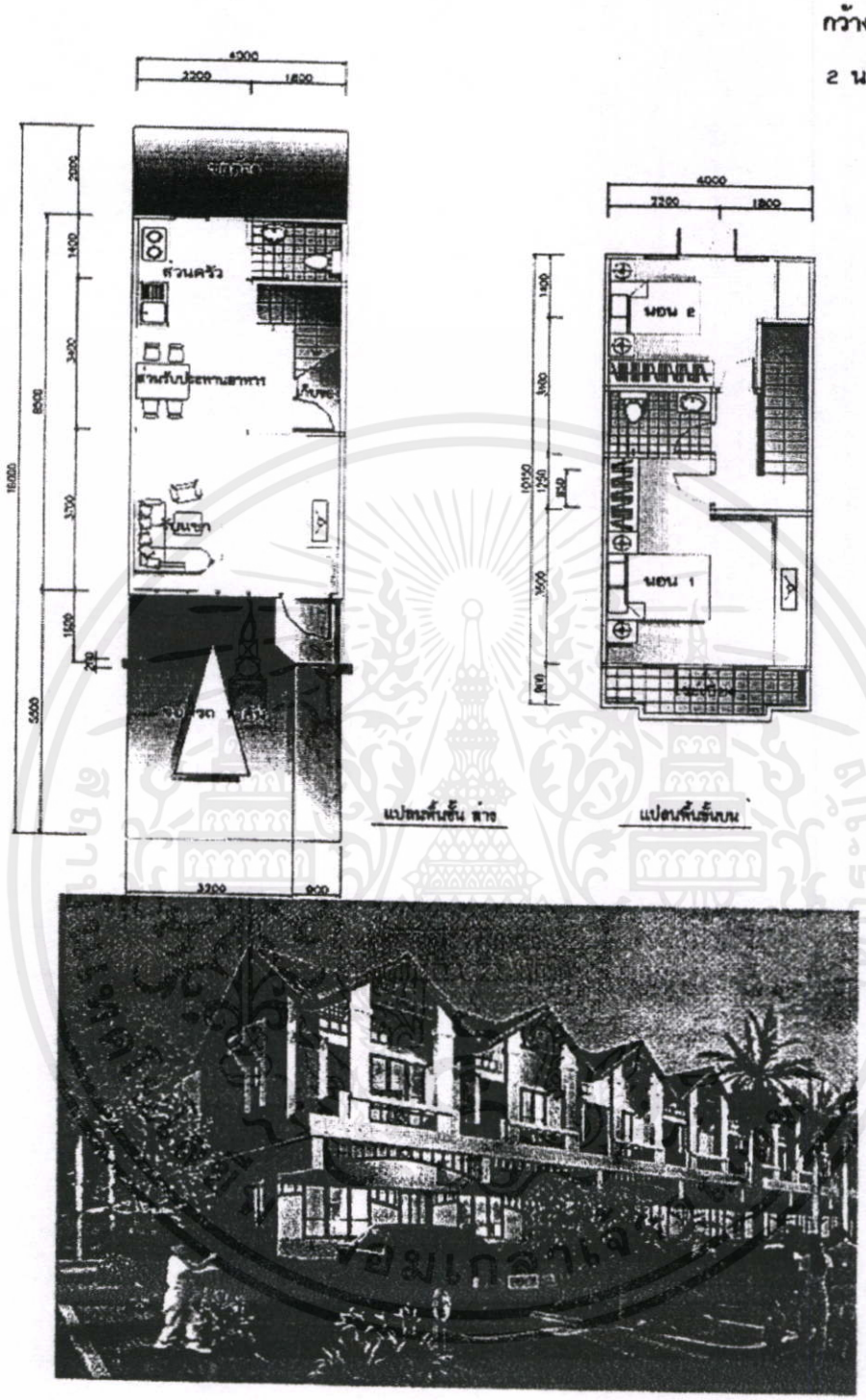
5.1.1 ทาวน์เฮาส์ขนาดเล็ก

โดยทั่วไปจะสร้างตามหมู่บ้านจัดสรรที่มีราคาไม่แพงมาก เป็นกลุ่มมีราคาขายที่ราคาต่ำกว่า 1 ล้านบาท จากรายงานพบว่ามียอดการขายที่ร้อยละ 21 ในปี พ.ศ.2546 ทาวเฮาส์ชนิดนี้เหมาะกับครอบครัวขนาดเล็กไม่เกิน 4 คน มีขนาดเนื้อที่ขนาดที่ดินตามกฎหมายคือ 16-20 ตารางวา มีเนื้อที่ใช้สอยชั้นล่างแต่ละคูหาไม่น้อยกว่า 30 ตารางเมตรมีหน้ากว้างของคูหา 4 เมตร ดังนั้นจึงมักจะแบ่งอาคารในทางลึกออกเป็น 2 ช่วงเสา ช่วงเสาละ 4 เมตร แบ่งด้านหน้านอกอาคารความลึกประมาณ 4-5 เมตร เป็นที่จอดรถ ช่วงเสาแรกภายในบ้านเป็นส่วนรับแขก และช่วงเสาหลังเป็นช่วงบันไดและห้องน้ำ ส่วนด้านหลังบ้านนอกอาคารลึกประมาณ 2 เมตรเป็นส่วนซักล้าง มักจะถูกต่อเติมเป็นครัวในภายหลัง ทาวเฮาส์ประเภทนี้มักสูงเพียง 2 ชั้น มีขนาด 2-3 ห้องนอก และ 2 ห้องน้ำ

5.1.2 ทาวน์เฮาส์ขนาดใหญ่

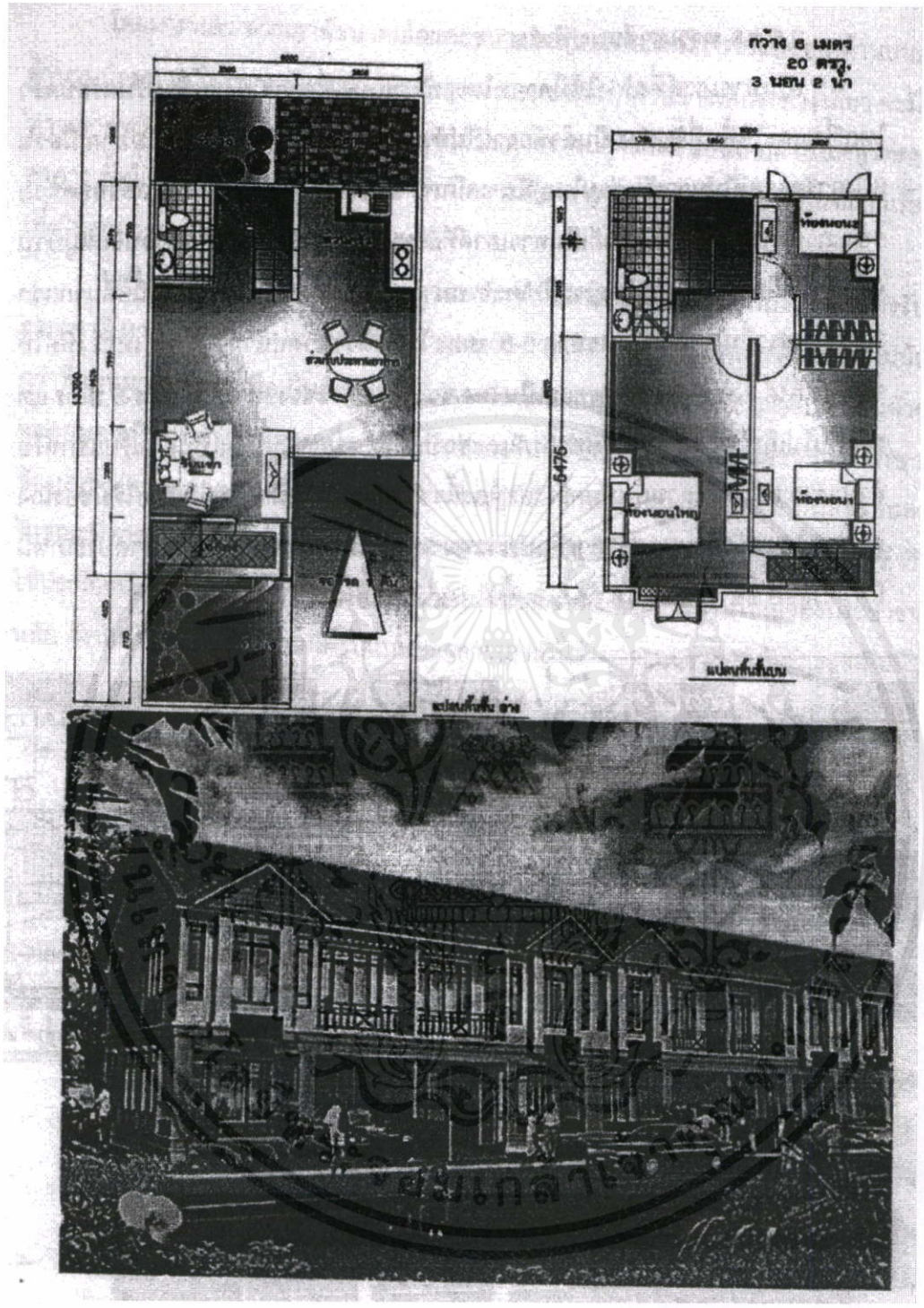
จะมีขนาดของทาวเฮาส์ใหญ่กว่าในแบบแรก โดยทั่วไปจะสร้างในหมู่บ้านจัดสรรที่มีระดับการตลาดในระดับกลางถึงระดับสูง กล่าวคือมีราคาตั้งแต่ 1.0-3.0 ล้านบาท จากรายงานพบว่ามียอดการขายที่ร้อยละ 16 และมีส่วนแบ่งการตลาดมากที่สุดร้อยละ 55 ในปี พ.ศ. 2546 ทาวเฮาส์ชนิดนี้เหมาะสมกับครอบครัวขนาดใหญ่ขึ้นมีจำนวนคน 4-6 คน มีเนื้อที่ดินตั้งแต่ 20-30 ตารางวา มีหน้ากว้างของคูหา 5 เมตร ดังนั้นจึงมักจะแบ่งอาคารในทางลึกออกเป็น 3 ช่วงเสา ช่างเสาละ 4 เมตร แต่รวมความยาวไม่เกิน 16 เมตร แบ่งด้านหน้านอกอาคารความลึกประมาณ 4-5 เมตร เป็นที่จอดรถ ช่วงเสาแรกและช่วงเสาที่สองภายในบ้านเป็นส่วนรับแขกและช่วงเสาหลังเป็นช่องบันได และห้องน้ำ ส่วนด้านหลังบ้านนอกอาคารลึกประมาณ 2.-3 เมตรเป็นส่วนซักล้าง มักถูกต่อเติมเป็นครัวในภายหลัง ทาวเฮาส์นี้มีความสูง 2-3 ชั้น มีขนาด 3 ห้องนอนขึ้นไป และ 2 ห้องน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงตัวอย่างบ้านทาวน์เฮาส์ขนาดเล็ก 16 ตารางวา กว้าว 4 เมตร 2 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ ของหมู่บ้านจัดสรรแห่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

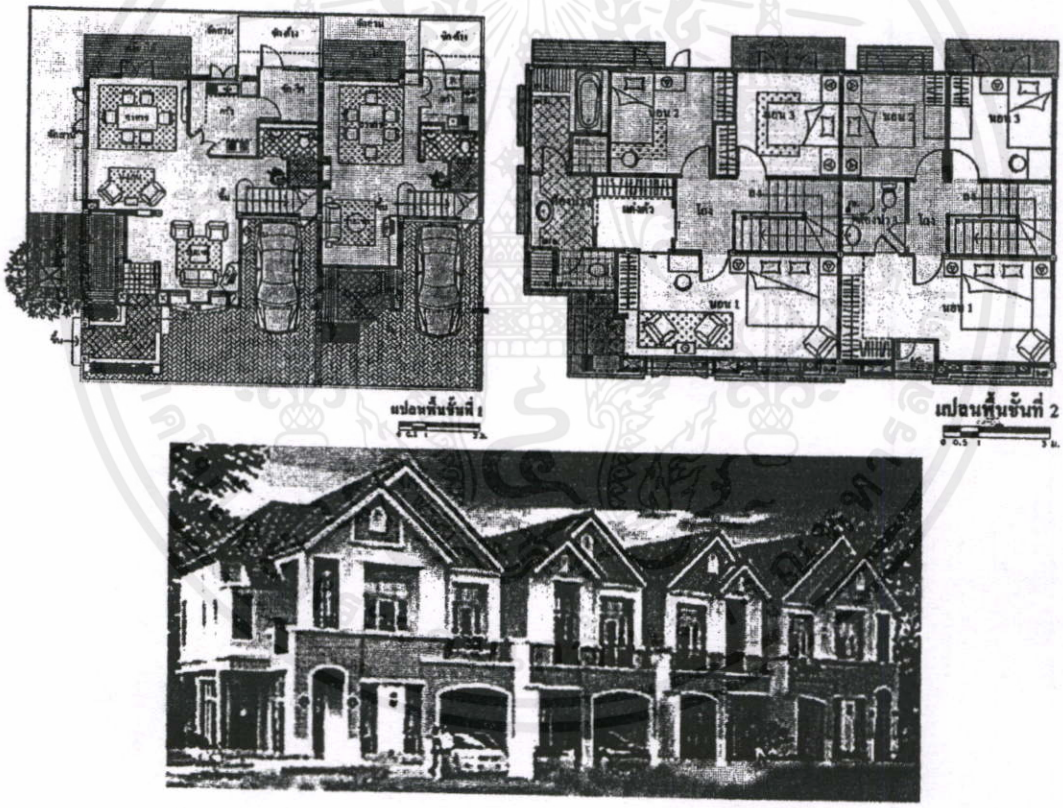


รูปที่ 5.2 แสดงตัวอย่างแบบบ้านทาวน์เฮาส์ขนาดใหญ่ ขนาด 20 ตารางวา กว้าง 6 เมตร 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ ของหมู่บ้านจัดสรรแห่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ทาวน์เฮาส์แบบพิเศษ

เป็นทาวน์เฮาส์ที่สร้างให้มีความใหญ่เป็นพิเศษเพื่อการใช้งานสำหรับครอบครัวใหญ่ขึ้น และใช้พื้นที่ชั้นล่างเป็นสำนักงานในตัว ทางเฮาส์ชนิดนี้มียอดขายไม่มาก มีส่วนแบ่งการตลาดที่ไม่มากนัก ส่วนใหญ่มักจะเป็นชุดอาคารทาวน์เฮาส์หัวมุม หรือส่วนสุดท้ายของแถวอาคารทาวน์เฮาส์ บางก็เป็นทาวน์เฮาส์ที่สร้างจำนวนน้อยไม่เกิน 9 หลังนอกหมู่บ้านจัดสรร มักมีทำเลที่ดี ส่วนใหญ่จะมีราคาขายมากกว่า 3.0 ล้านบาทขึ้นไป มีเนื้อที่มากกว่า 30 ตารางวาขึ้นไปหน้ากว้างขนาด 6-8 เมตร ไปจนถึงขนาดหน้ากว้าง 10 เมตร เพื่อให้จอดรถให้ได้ 2 คัน แบ่งอาคารออกเป็น 3-4 ช่วงเสา แต่ละช่วงขนาดไม่เกิน 4-5 เมตร แต่รวมกันไม่เกิน 24 เมตร ช่วงเสาแรกและช่วงเสาที่สองภายในบ้านเป็นส่วนรับแขกหรือสำนักงาน และช่วงเสาหลังเป็นครัวและห้องน้ำ ส่วนช่องบันไดมักจะออกแบบให้มีช่องโถงสูง ส่วนด้านหลังบ้านนอกอาคารลึกประมาณ 3 เมตรเป็นส่วนซักล้าง ทาวน์เฮาส์ประเภทนี้มีความสูง 3 ชั้น มีขนาด 3-4 ห้องนอนขึ้นไป และ 3 ห้องน้ำ



รูปที่ 5.3 แสดงตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์แบบพิเศษ ขนาด 37 ตารางวา กว้าง 6.5 เมตร 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ ของหมู่บ้านจัดสรรแห่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมากแล้ว ทาวน์เฮาส์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่แทบจะไม่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติเลย คือมีช่องเปิดเพียงด้านหน้าและด้านหลัง

แต่ในการพิจารณาเลือกแบบทาวน์เฮาส์มาใช้ในการออกแบบให้มีการระบายอากาศธรรมชาติ หารพิจารณาที่ประเด็นเรื่องขนาดพบว่าจากการศึกษาและข้อมูลด้านการตลาดพบว่า ทาวน์เฮาส์ขนาดใหญ่มีสัดส่วนทางการตลาดมากที่สุดที่ร้อยละ 55 ในขณะที่ทาวน์เฮาส์ขนาดเล็กมีความต้องการทางการตลาดเพียงร้อยละ 21 หากมองที่การทำวิจัยที่ให้ประโยชน์แก่คนส่วนใหญ่ จึงน่าจะมองที่ประเด็นของความต้องการส่วนใหญ่ของประชาชนเป็นหลัก ดังนั้นในการวิจัยจะกำหนดรูปแบบของทาวน์เฮาส์ที่ใช้ในการออกแบบให้มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติ จึงเลือกทาวเฮาส์ชนิดทาวน์เฮาส์ขนาดใหญ่มาเป็นตัวแทนในการทดสอบ

5.2 พื้นที่ใช้สอยและช่วงเวลากิจกรรมพื้นที่ใช้สอย

เมื่อพิจารณาในการกำหนดพื้นที่ใช้สอยของทาวน์เฮาส์ โดยทั่วไปการออกแบบมีหลักที่คิดในการออกแบบโดยทั่วไปนั้นเป็นไปตามลักษณะรูปร่างของผังทาวน์เฮาส์ ซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยม ผืนผ้าทางยาว สามารถเรียงพื้นที่ใช้สอยได้ตามอันดับจากทางเข้าไปจนถึงพื้นที่ในสุดได้ดังต่อไปนี้

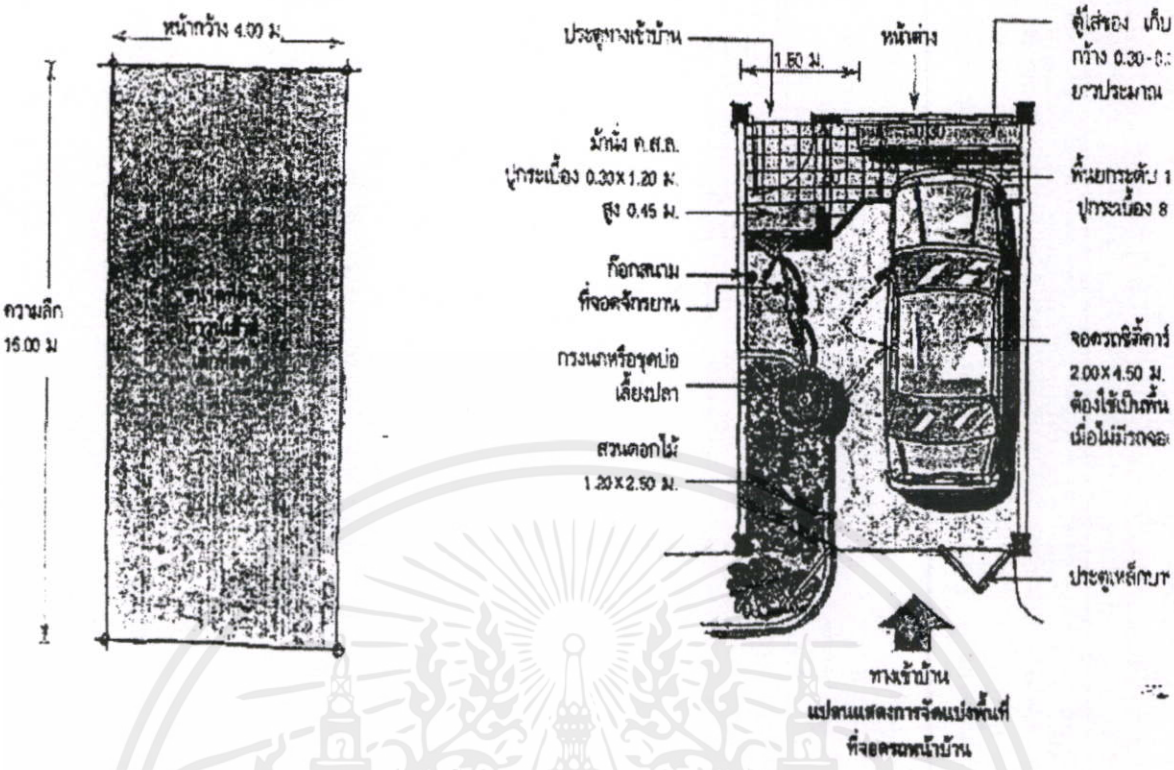
5.2.1 ทางเข้าและที่จอดรถ

หากพิจาณาทาวน์เฮาส์ที่มีขนาดหน้ากว้างที่ 6.00 เมตร หากคิดให้มีที่จอดรถ 1 คัน จะต้องพื้นที่ลึกอย่างน้อย 5-6 เมตร เพื่อให้จอดรถได้ พื้นที่จอดรถส่วนมาเปิดโล่งไม่มีหลังคาคลุมจึงไม่มีปัญหาเรื่องการใช้แสงสว่าง ช่วงเวลาการใช้ที่จอดรถส่วนมากเป็นเวลากลางคืนในวันทำการ และอาจจะจอดในช่วงเวลากลางวันเฉพาะวันหยุด ส่วนที่จอดรถที่ติดกับประตูเข้าหน้าบ้าน มักยกระดับพื้นก่อนทำเป็นที่เก็บของและชานทางเข้าบ้าน ดังรูปที่ 5.4

5.2.2 พื้นที่ในบ้านชั้นล่าง

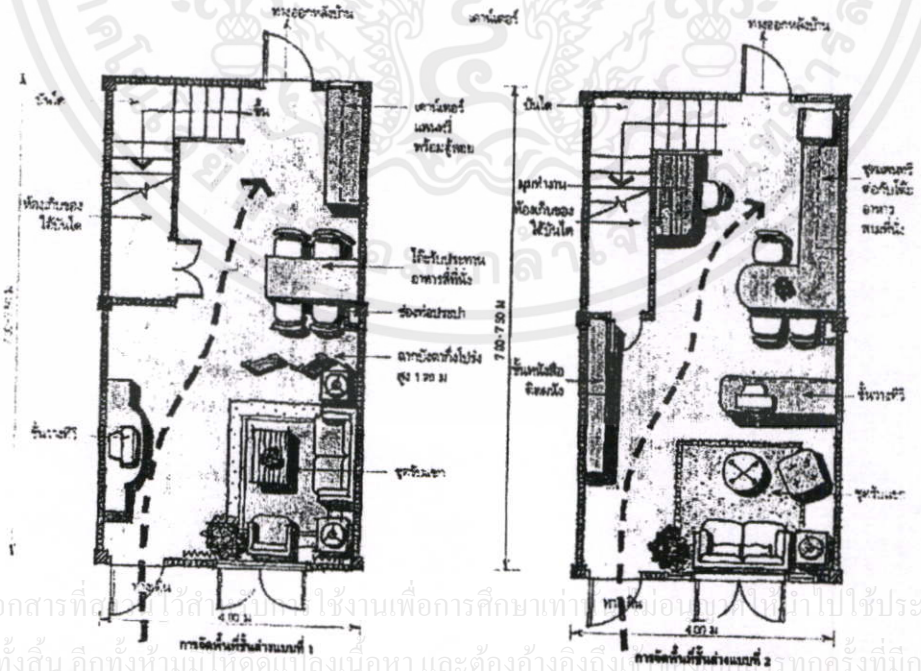
ผังพื้นที่ภายในของทาวน์เฮาส์จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทางยาว นิยมมีสัดส่วนระหว่างด้านสกัดและด้านยาว ตั้งแต่ 1: 2, 1:3 และ 2:5 โดยหากคิดหน้ากว้างของทาวเฮาส์ที่ 6.00 เมตร แล้ว โดยปกติจะจัดให้พื้นที่ส่วนหน้าสุดที่ติดกับประตูทางเข้าเป็นห้องรับแขก ห้องนั่งเล่น ห้องทำงาน หรือดัดแปลงเป็นสำนักงาน ซึ่งกินเนื้อที่มากกว่า 2 ใน 3 ส่วนของพื้นที่ชั้นล่างหรือมีความยาวรวมทั้งหมดเพื่อให้ได้พื้นที่ใช้สอยต่อกิจกรรมดังกล่าว ไม่น้อยกว่า 16.00 เมตร และจะถูกใช้งานตลอดเวลาทาวน์เฮาส์บางแห่ง ผู้ใช้งานใช้ทำงานในช่วงเวลากลางวัน มีกิจกรรมการเขียนหนังสือ อ่านหนังสือ ทำงานในครัวเรือน ใช้คอมพิวเตอร์ เย็บผ้า เขียนแบบ ประดิษฐ์งานฝีมือ มักถูกใช้งานในช่วงตอนกลางวัน วันจันทร์ถึง วันศุกร์จะใช้งานช่วงเวลา ประมาณ 16.00-20.00 น ส่วนวันเสาร์และวันอาทิตย์จะใช้งานช่วงเวลาประมาณ 8.00 -20.00 น เมื่อเทียบกับพื้นที่ชั้นบน พื้นที่นี้จะใช้งานน้อยกว่ามากในช่วง 8.00-16.00น. แต่จะใช้งานมากในช่วงเวลา 16.00-20.00 น.หรือหลังจากกลับมาจากทำงานแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง



รูปที่ 5.4 แสดงลักษณะทางเข้าและที่จอดรถของทาวน์เฮาส์

ที่มา : ศักดา ประสานไทย ศนิ วิรัชพันธ์ , 2546 , ทาวน์เฮ้าส์กรุงเทพ, บ้านและสวน หน้า 72

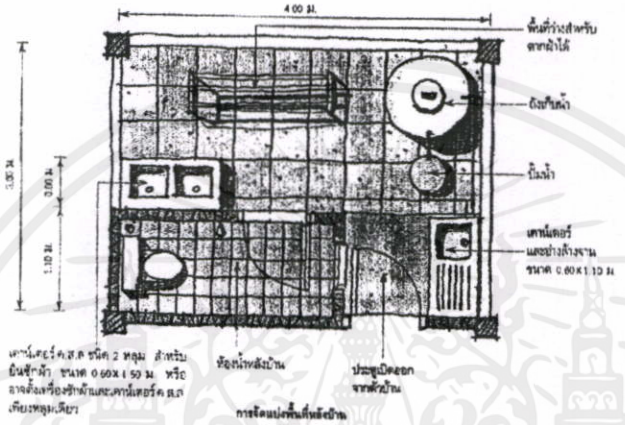


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.5 แสดงลักษณะการจัดพื้นที่ใช้สอยชั้นล่างของทาวน์เฮาส์

5.2.3 พื้นที่หลังบ้าน

โดยมากทาวน์เฮาส์มักจะเหลือพื้นที่หลังบ้านออกไปนอกอาคารเพื่อใช้เป็นที่ซักล้าง ห้องน้ำ ที่เก็บปั๊มน้ำ แท็งก์น้ำ รวมไปถึงเคาน์เตอร์ที่ล้างจาน นอกจากนี้ พื้นที่นี้มักจะถูกเปลี่ยนแปลงและต่อเติมไปเป็นห้องครัว ซึ่งช่วงเวลาการใช้งานจะใช้เฉพาะช่วงเวลาเช้า เพื่อเตรียมอาหารเช้า ช่วงบ่าย เพื่อเตรียมอาหารค่ำ พื้นที่บริเวณนี้มีอยู่ภายนอกเหนือช่วงเวลาทำงานและมีบริเวณที่อยู่นอกตัวอาคาร โดยมากมักจะดัดแปลงให้มีหลังคาคลุมและดัดแปลงเป็นพื้นที่ใช้งานทำให้ ลมไม่สามารถเข้าได้

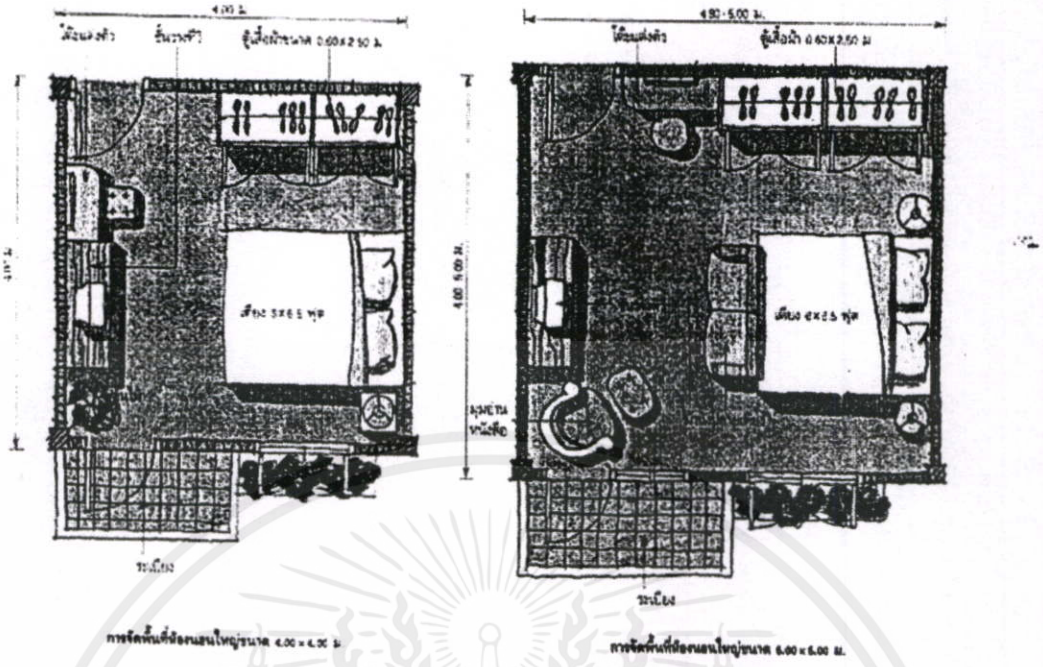


รูปที่ 5.6 แสดงลักษณะการจัดพื้นที่ใช้สอยส่วนหลังบ้านของทาวน์เฮาส์

5.2.4 พื้นที่ในบ้านชั้นบน

พื้นที่ชั้นบนของทาวน์เฮาส์จะถูกจัดเป็นห้องนอน จำนวนของห้องขึ้นกับขนาดของทาวเฮาส์ มักจะแบ่งห้องนอนออกเป็น 2 ห้อง คือช่วงด้านหน้า 1 ห้อง และด้านหลัง 1 ห้อง โดยมีโถงบันได และห้องน้ำอยู่ตรงกลาง พื้นที่ห้องนอนมักจะใช้ในช่วงเวลาหลังจากเลิกการทำงานไปแล้ว คือ ช่วงเวลา 20.00-6.00น. ใช้เป็นที่พักผ่อนในเวลากลางคืน อาจจะมีกิจกรรมเช่น เข้าไปทำความสะอาด ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเนื่องจากอุณหภูมิภายนอก เย็นลง จึงควรที่จะนำลมภายนอกเข้ามาช่วยลดความร้อนภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 แสดงลักษณะการจัดพื้นที่ใช้สอยส่วนชั้นบนของทาวน์เฮาส์

5.3 พฤติกรรมการใช้งานอาคารประเภททาวน์เฮ้าส์

อาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ โดยทั่วไปนั้น จะเกิดปัญหาเรื่องการระบายอากาศ จากการพิสูจน์ตัวอย่างของปัญหาพบว่า ในห้องนอนด้านหน้าและ ด้านหลังไม่สามารถระบายอากาศได้ ทำให้ผู้อาศัยจำเป็นต้องแก้ปัญหา ที่เกิดจากการออกแบบด้วยการติดเครื่องปรับอากาศ และใช้เครื่องปรับอากาศตลอดเวลา ถ้าดูจากตารางการใช้งานห้องนอน จะถูกใช้งานมากที่สุด โดยเฉลี่ยปริมาณการใช้ห้องนอนประมาณอาทิตย์ละ 63 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ถ้าติดเครื่องปรับอากาศเพื่อแก้ปัญหาจะมีใช้ประมาณไฟฟ้ามาก ถ้าลดเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศได้ จะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยรวมได้มาก และประกอบกับลักษณะทาวน์เฮ้าส์เป็นที่พักอาศัยที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกปี ถ้าแก้ปัญหาการระบายอากาศภายในทาวน์เฮ้าส์ได้ จะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยรวมในประเทศได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงช่วงเวลาการทำกิจกรรมของผู้อาศัยทาวน์เฮ้าส์ ในวันจันทร์ – วันศุกร์

ช่วงเวลาการใช้งานห้องในวัน จันทร์ - ศุกร์					
จันทร์ - ศุกร์	ห้องนอน	ห้องรับแขก	ห้องอาหาร	ห้องครัว	ห้องน้ำ
0.00-1.00					
1.00-2.00					
2.00-3.00					
3.00-4.00					
4.00-5.00					
5.00-6.00					
6.00-7.00					
7.00-8.00					
8.00-9.00					
9.00-10.00					
10.00-11.00					
11.00-12.00	ช่วงเวลา ทำงาน				
12.00-13.00					
13.00-14.00					
14.00-15.00					
15.00-16.00					
16.00-17.00					
17.00-18.00					
18.00-19.00					
19.00-20.00					
20.00-21.00					
21.00-22.00					
22.00-23.00					
รวม	9 ชม.	2ชม.	1ชม.	1ชม.	ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงพฤติกรรมและช่วงเวลาใน 1 วันของการใช้พื้นที่ส่วนต่าง ๆ

(ก) วันที่ต้องไปทำงาน ประมาณ 5-6 วันต่อสัปดาห์วันหยุด ประมาณ1-2 วันต่อสัปดาห์

(ข) ช่วงเวลาการใช้ห้องต่างๆ ชั่วโมง / สัปดาห์

ช่วงเวลการใช้งานห้องในวัน เสาร์ - อาทิตย์					
เสาร์ - อาทิตย์	ห้องนอน	ห้องรับแขก	ห้องอาหาร	ห้องครัว	ห้องน้ำ
0.00-1.00					
1.00-2.00					
2.00-3.00					
3.00-4.00					
4.00-5.00					
5.00-6.00					
6.00-7.00					
7.00-8.00					
8.00-9.00					
9.00-10.00					
10.00-11.00					
11.00-12.00					
12.00-13.00					
13.00-14.00					
14.00-15.00					
15.00-16.00					
16.00-17.00					
17.00-18.00					
18.00-19.00					
19.00-20.00					
20.00-21.00					
21.00-22.00					
22.00-23.00					
รวม	10 ชม.	11 ชม.	1.5 ชม.	1.5 ชม.	0.5 ชม.

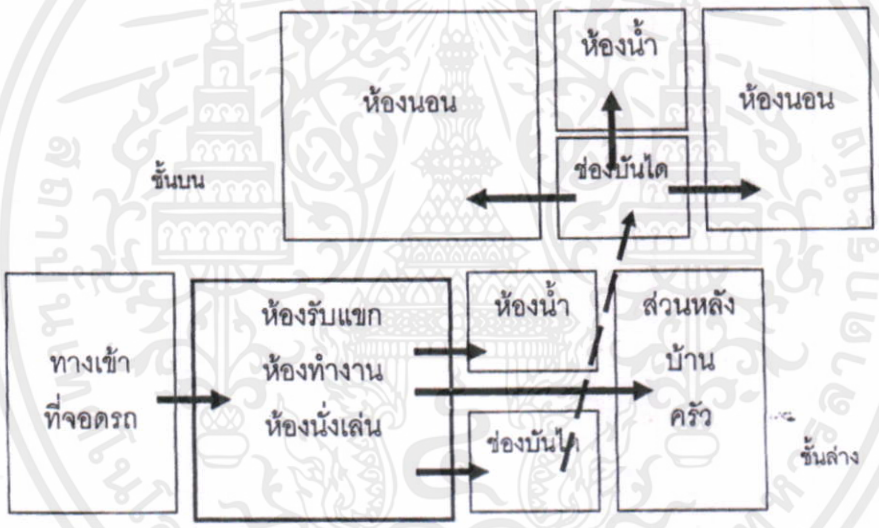
ปริมาณการใช้งานห้องในอาคารทาวน์เฮ้าส์ 1 อาทิตย์					
	ห้องนอน	ห้องรับแขก	ห้องอาหาร	ห้องครัว	ห้องน้ำ
จันทร์ - ศุกร์	45 ชม.	10 ชม.	5 ชม.	5 ชม.	2.5 ชม.
เสาร์ - อาทิตย์	20 ชม.	22 ชม.	3 ชม.	3 ชม.	1 ชม.
รวม	65 ชม.	32 ชม.	8 ชม.	8 ชม.	3.5 ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ความสูงของทาวน์เฮาส์

ความสูงของทาวเฮาส์ถูกกำหนดด้วยมาตรฐานและกฎหมาย ตามกฎหมายกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ตามหมวดที่ 2 ข้อ 22 โดยให้มีระยะความสูงวัดในแนวดิ่งจากพื้นถึงพื้นชั้นถัดไป ที่ระยะ 2.60 เมตร

หากวิเคราะห์ถึงขนาดที่เหมาะสมของทาวน์เฮาส์ที่จะนำมาเป็นขนาดตัวแทนในการทดลองเพื่อออกแบบช่องเปิดที่ดี หากพิจารณาการกำหนดขนาดและพื้นที่ใช้สอยของทาวเฮาส์ ในข้อ 2.5.1 และ 2.5.2 ขนาดผังที่ควรนำมาพิจารณาคือ หน้ากว้างไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร และมีความยาวไม่เกิน 12.50 เมตร ซึ่งถือเป็นทาวน์เฮาส์ขนาดใหญ่ที่มีการสร้างมากที่สุดและมีส่วนแบ่งการตลาดถึงร้อยละ 55 ดังนั้นเมื่อนำการเรียงพื้นที่ใช้สอยมาเขียนเป็นแผนผังไดอะแกรมความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอยจะได้ไดอะแกรม ดังนี้

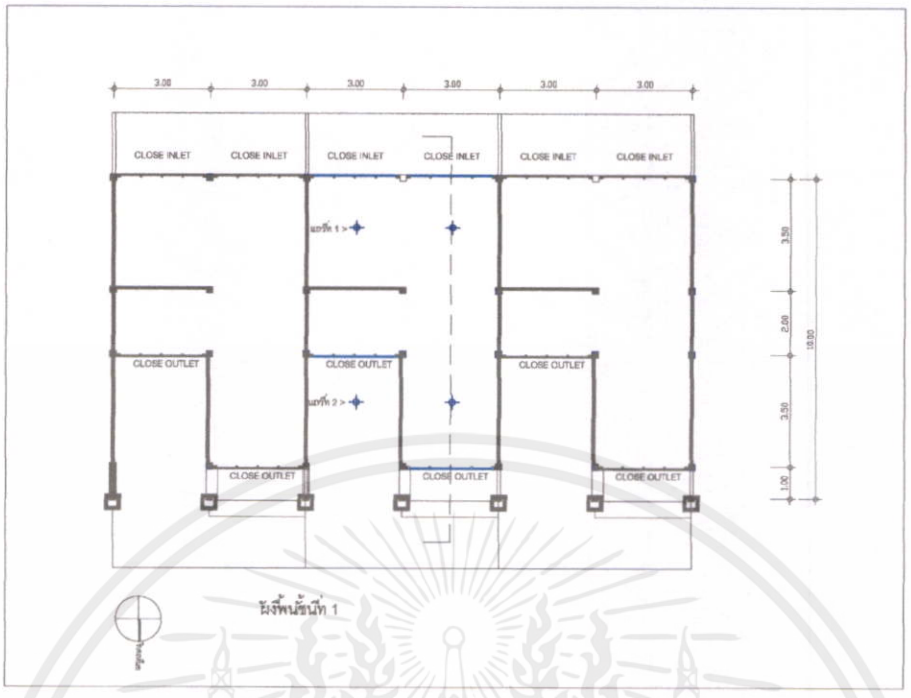


รูปที่ 5.8 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดพื้นที่ใช้สอยในทาวน์เฮาส์

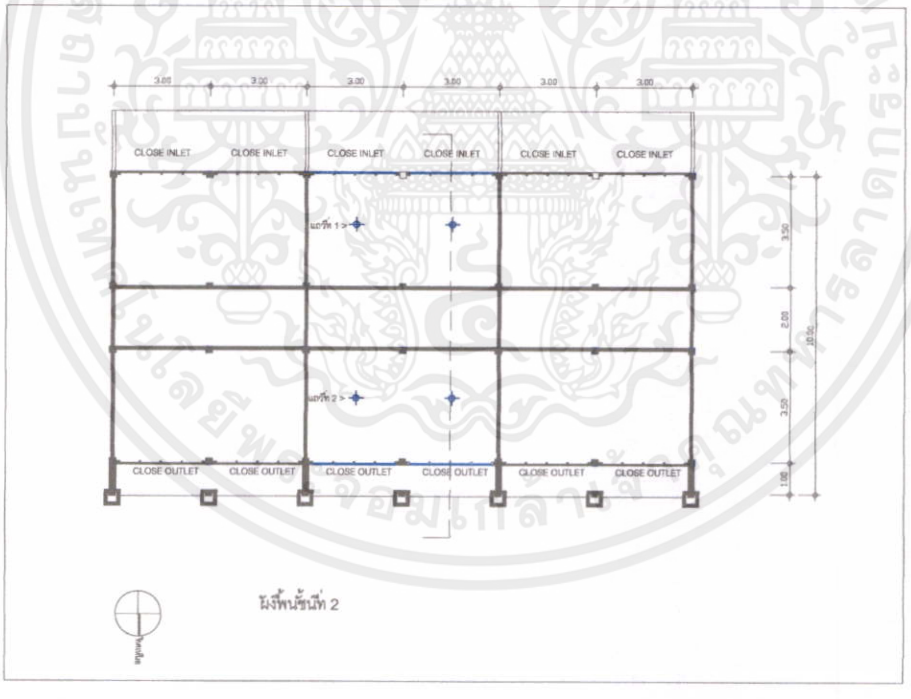
5.5 อุณหภูมิภายในอาคารทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น

เมื่อได้ตัวแทนของทาวน์เฮ้าสที่ใช้กันทั่วไปแล้ว จึงนำแบบมาทำการสร้างหุ่นจำลองในโปรแกรม Flovent และทำการทดสอบอุณหภูมิภายในอาคารเพื่อนำมาเปรียบเทียบ กับกรณีศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

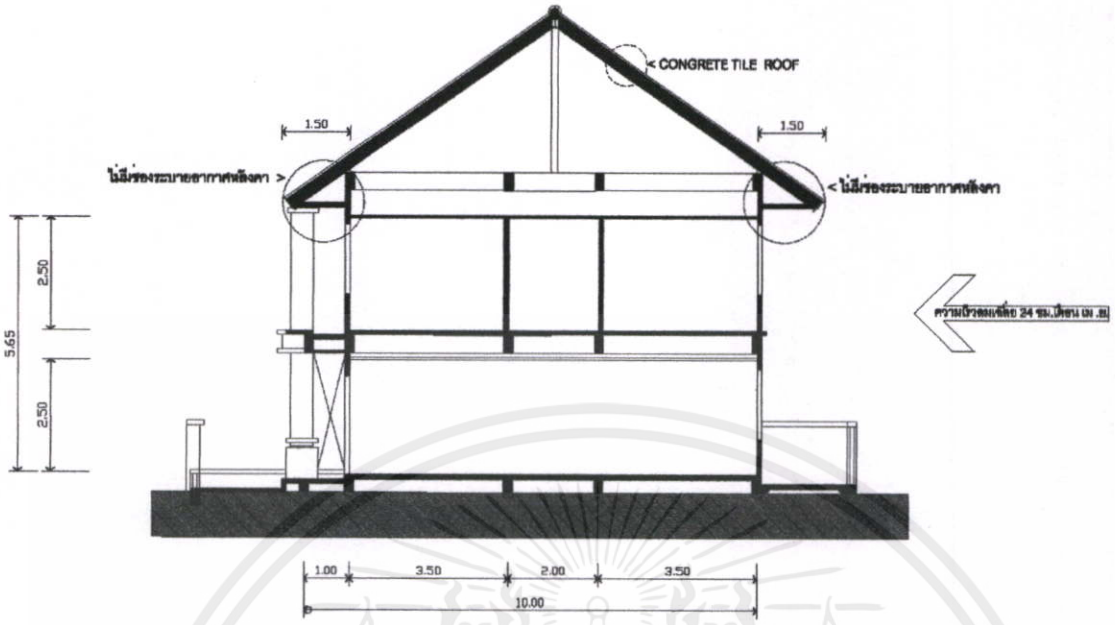


รูปที่ 5.9 แปลนชั้น 1 อาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไปที่ใช้ในการทดสอบปัญหาด้านอุณหภูมิ

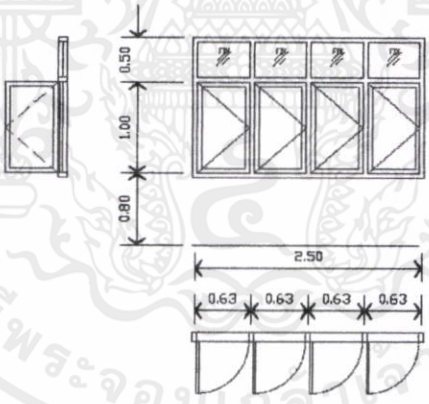


รูปที่ 5.10 แปลนชั้น 2 อาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไปที่ใช้ในการทดสอบปัญหาด้านอุณหภูมิ และความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



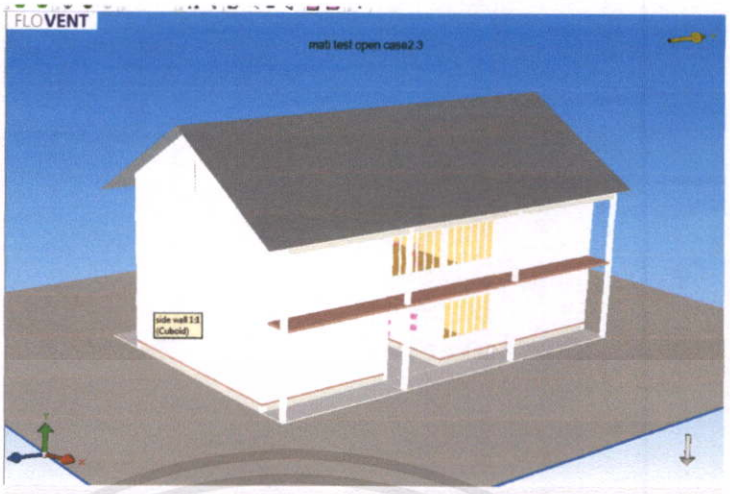
รูปที่ 5.11 รูปตัดแสดงฝ้าเพดานภายนอกอาคาร และวัสดุหลังคาของทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป



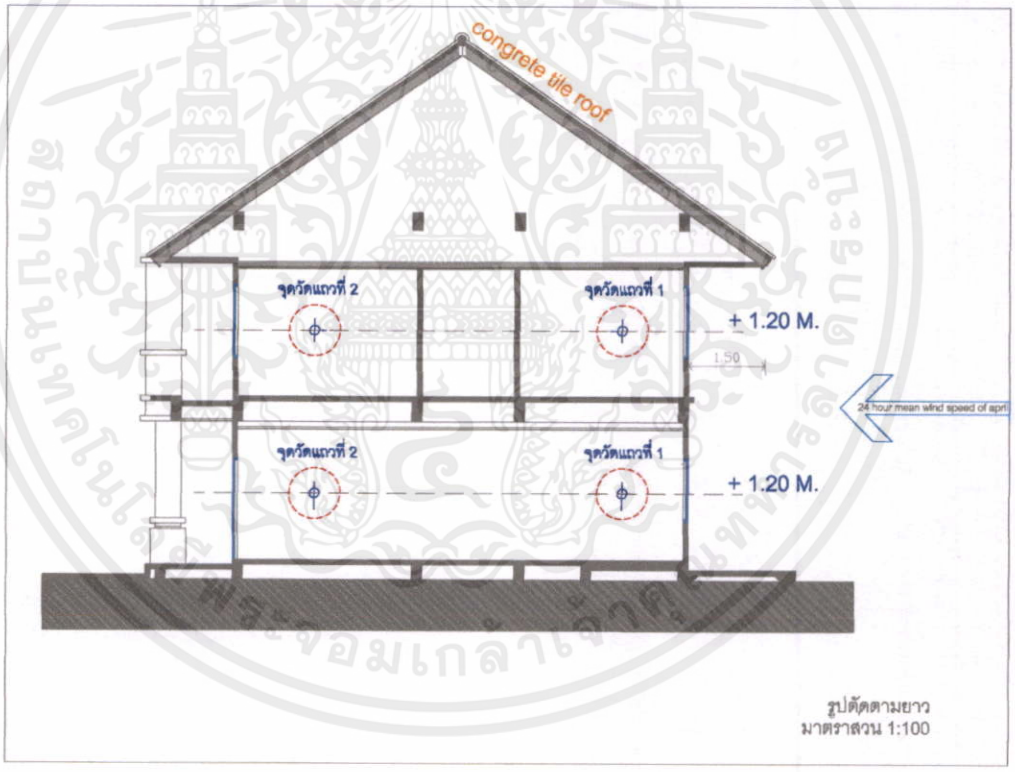
ขยายหน้าต่าง

รูปที่ 5.12 รูปแบบและขนาดหน้าต่าง ของทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

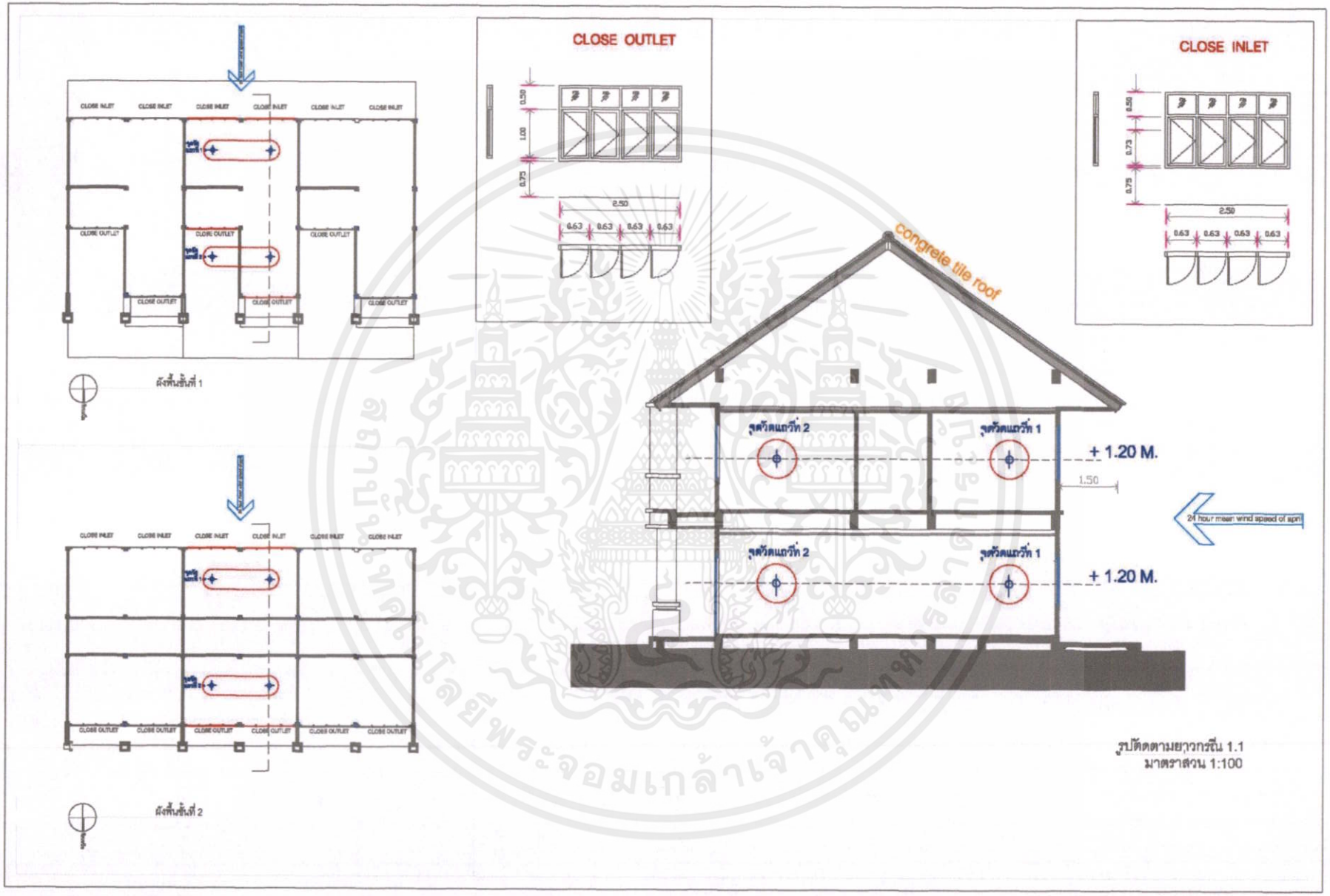


รูปที่ 5.13 แสดงรูปมุมมองภายนอกอาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป



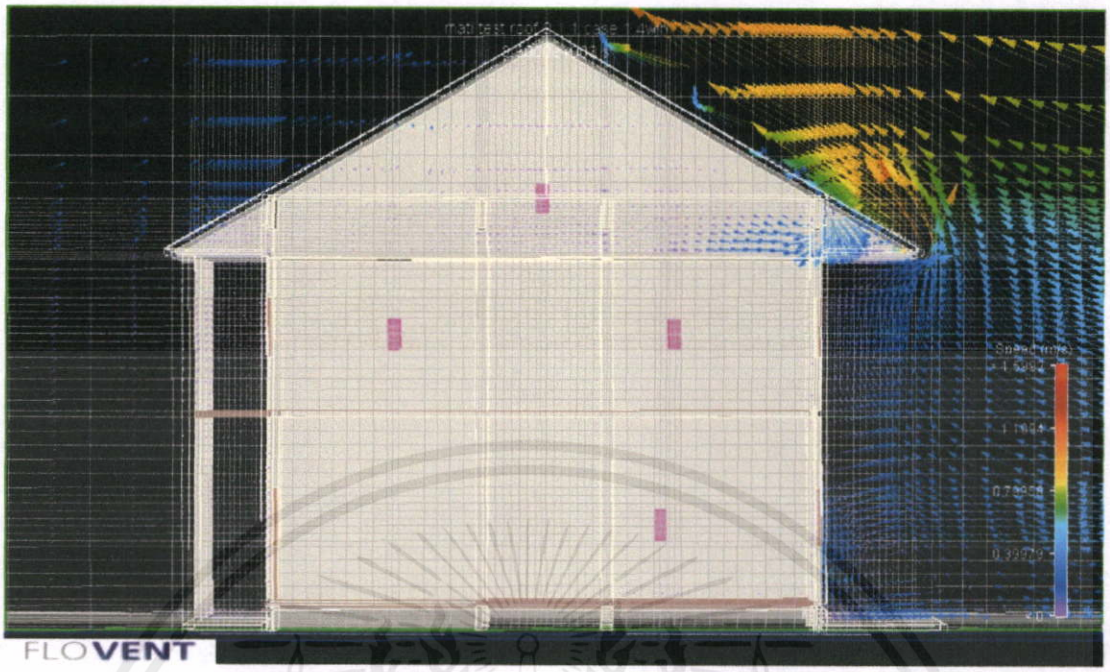
รูปที่ 5.14 แสดงรูปตัดอาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไปที่ใช้ทดลองด้านอุณหภูมิภายในอาคารจะปิดช่องเปิดด้านหน้าและด้านหลังในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

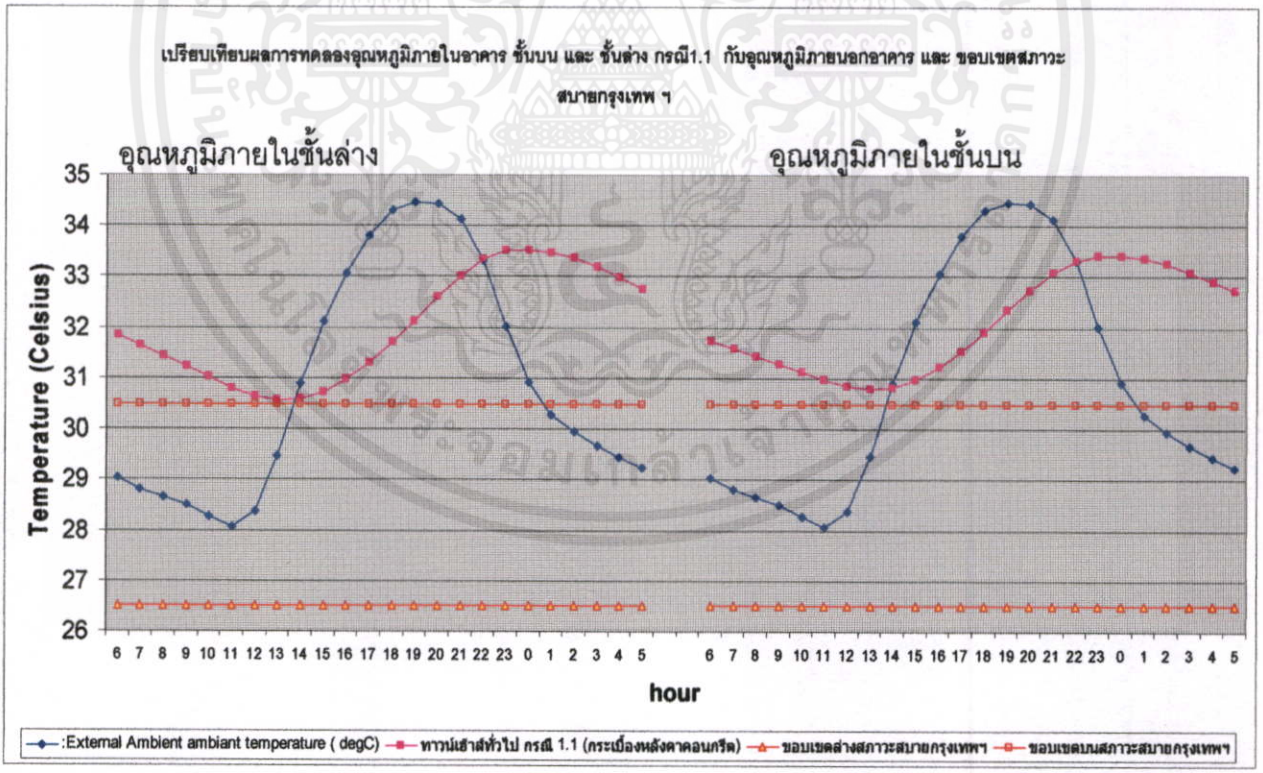


รูปที่ 5.15 แสดงตำแหน่งเครื่องวัด ในการทดสอบปัญหา ในอาคารทาวน์เฮ้าส์แบบทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 5.16 รูปตัดอาคารทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป ที่ใช้ในการทดสอบใน Program FLOVENT 6.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.17 อุณหภูมิในอาคารทาวน์เฮ้าส์ ทั่วไป ที่ระดับชั้น 1 และชั้น 2 เปรียบเทียบกับขอบเขตสภาวะสบายกรุงเทพ

5.5.1 สรุปผลการทดลองอุณหภูมิในอาคารทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น

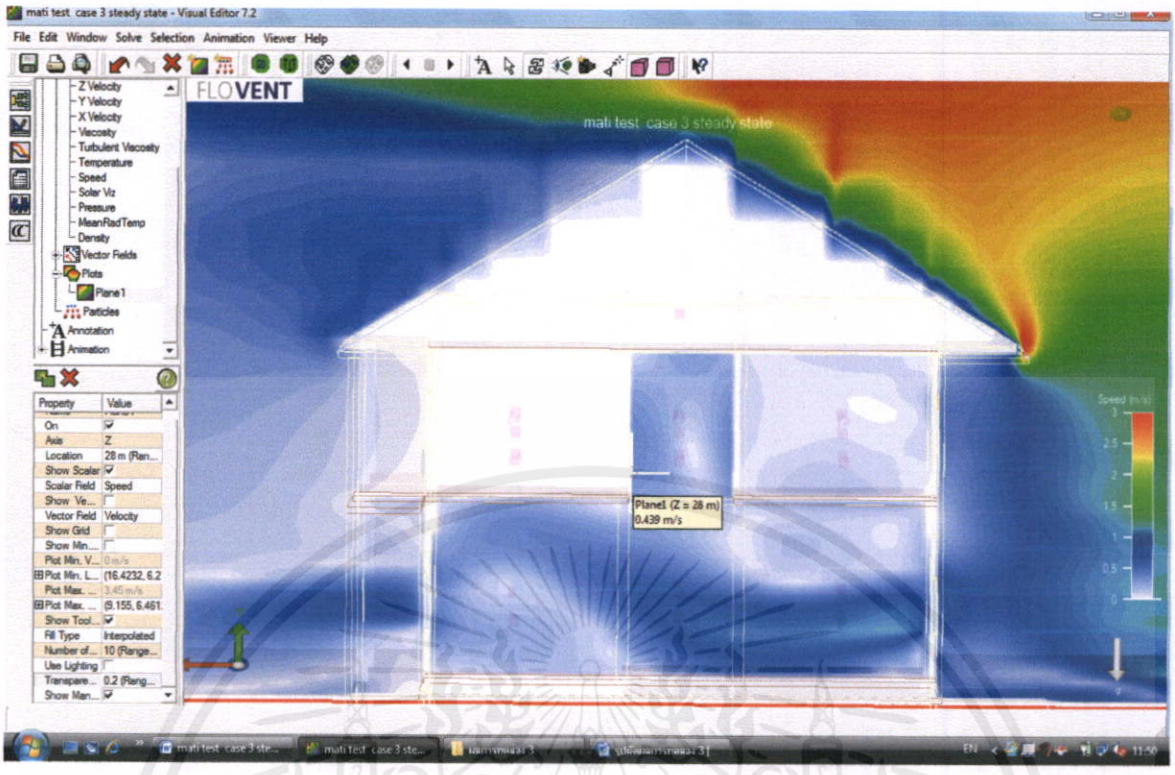
อุณหภูมิที่วัดได้แต่ละชั้นจะนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละชั้น เป็นรายชั่วโมง และนำมาเปรียบขอบเขตสภาวะน่าสบายของกรุงเทพ และ อุณหภูมิภายนอกอาคารมีผลดังนี้

- อุณหภูมิภายในทั้งชั้น 1 และชั้น 2 เกินขอบเขตสภาวะสบายตลอดทั้งวัน
- อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคาร ชั้น 1 ช่วงเวลาใช้งาน 6.00-14.00 น.จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกสูงสุดประมาณ 3 องศาเซลเซียส ช่วง 14.00-20.0 น จะต่ำลงสูงสุดประมาณ 2.5 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคารชั้น 2 ช่วงเวลา 20.00-6.00 น.จะสูงขึ้นตามช่วงเวลาการถ่ายเทความร้อนจากหลังคา ความร้อนสุงสุดที่ 33.4 องศาเซลเซียส เวลา 23.00 น.
- เนื่องจากความร้อนที่สะสมในอาคารและ ความร้อนจากหลังคา คายความร้อนออกมาหลังช่วงเวลา 22.00 และไม่สามารถระบายความร้อนออกจากอาคารได้ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารชั้น 2 สูงกว่าอุหภูมิภายนอกอาคาร เป็นเหตุให้ผู้อยู่อาศัยต้องแก้ไขปัญหาด้วยการติดเครื่องปรับอากาศ

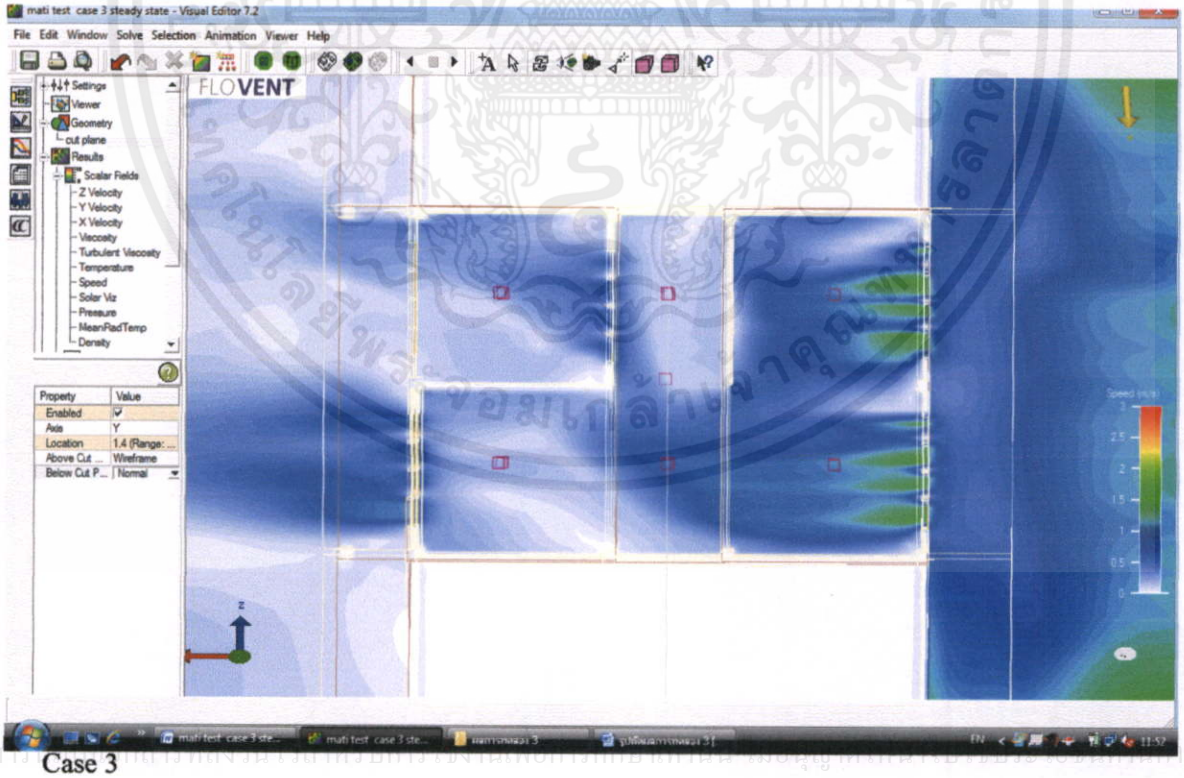
5.6 ความเร็วลมสในอาคารทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น

รูปที่ 5.18 แสดงแสลมและความเร็วลมภายในอาคารทาวน์เฮ้าส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.19 รูปตัด แสดงความเร็วลมภายในอาคาร

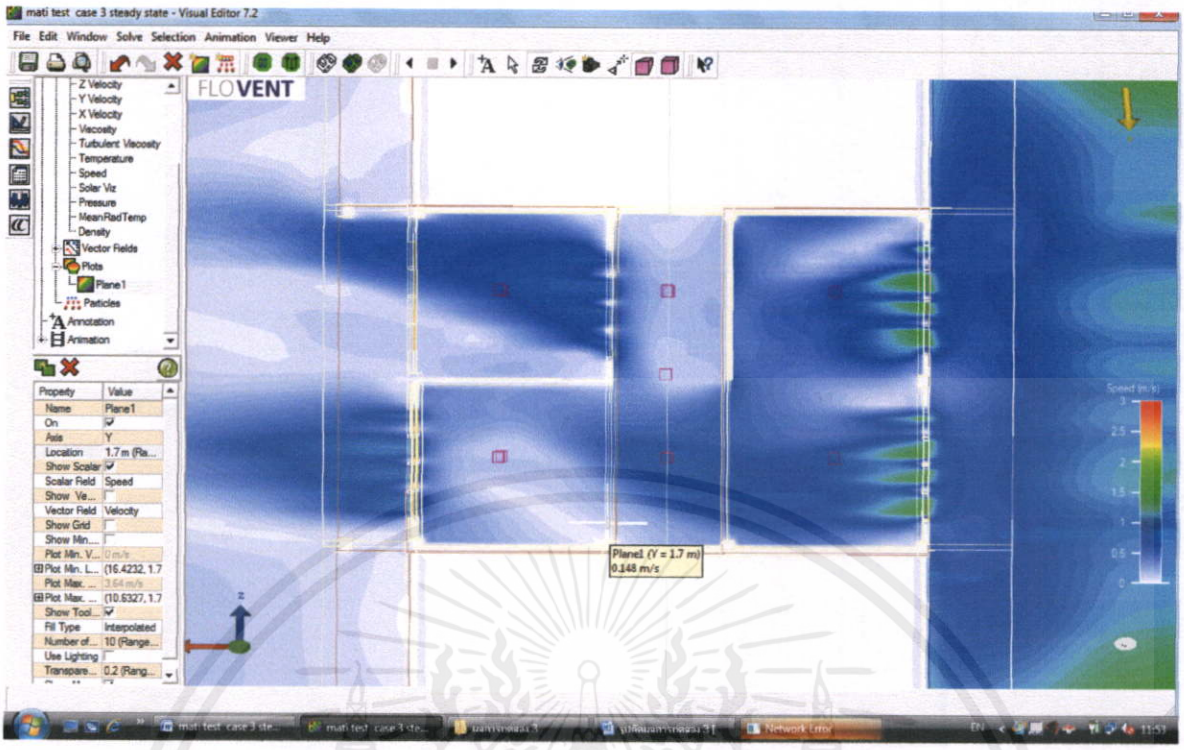


Case 3

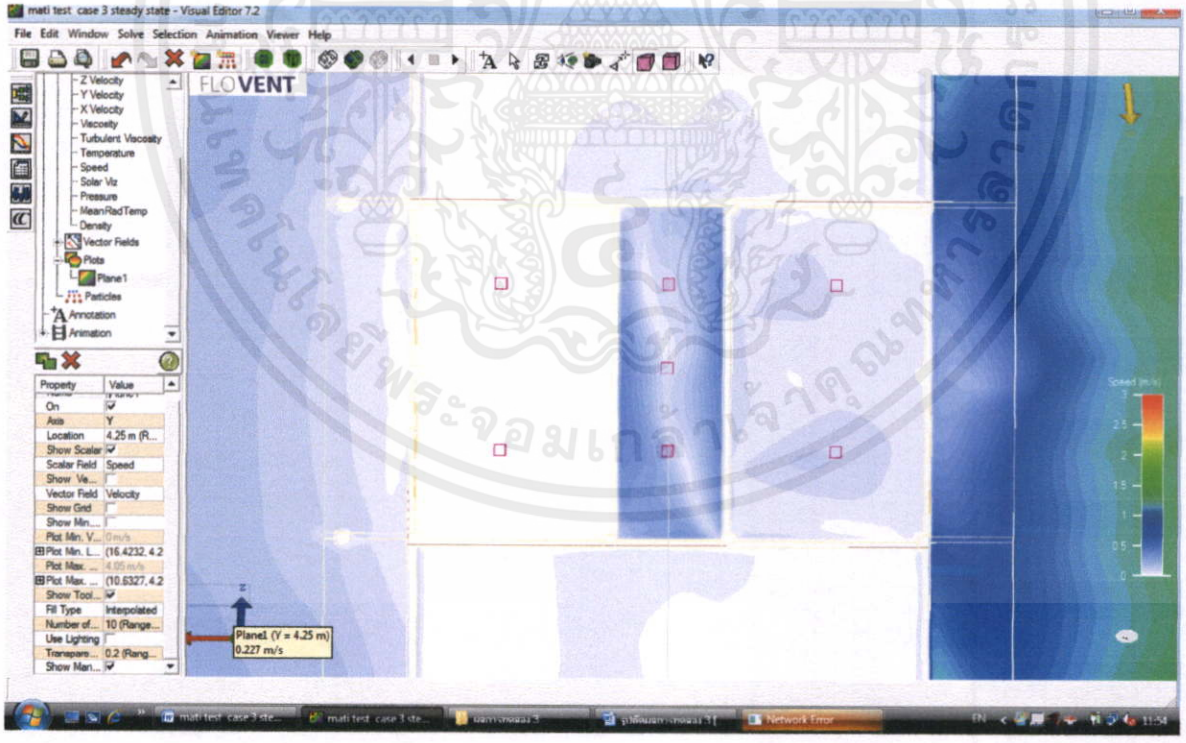
ชั้น1 +0.90

รูปที่ 5.20 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 0.90 เมตร ที่ชั้น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

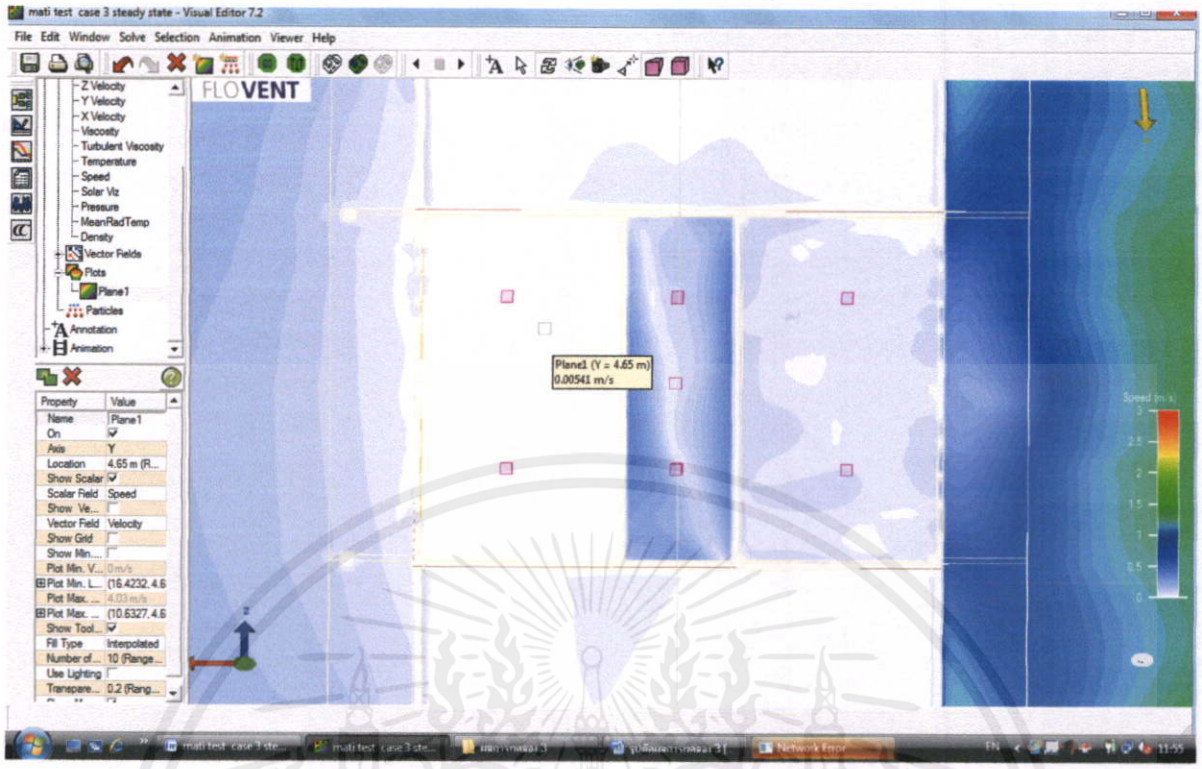


รูปที่ 5.21 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 1.20 เมตร ที่ชั้น 1

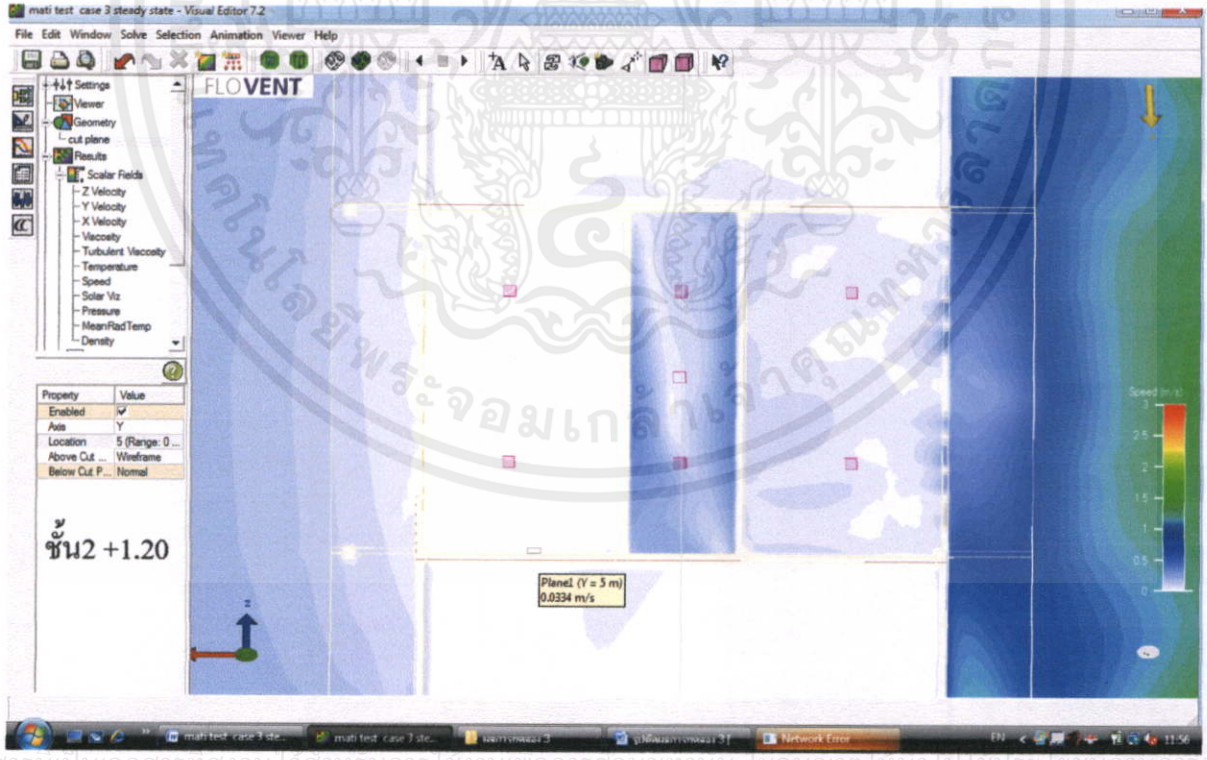


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.22 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 0.50 เมตร ที่ชั้น 2

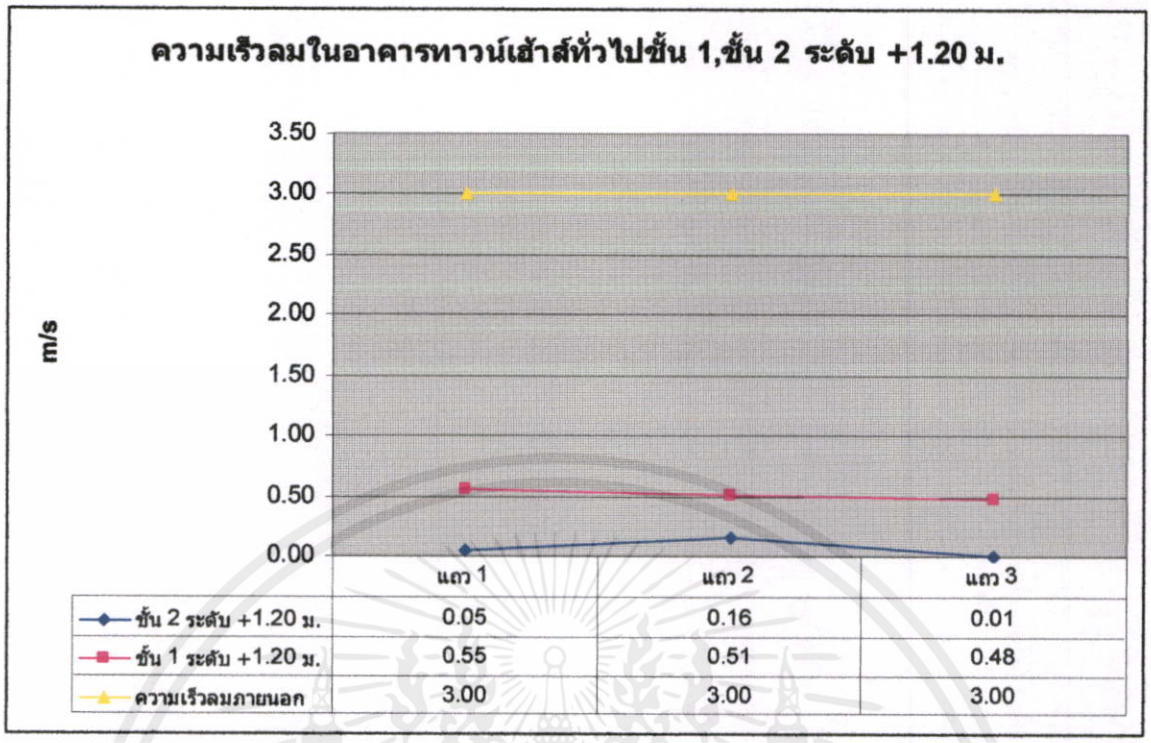


รูปที่ 5.23 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 0.90 เมตร ที่ชั้น 2

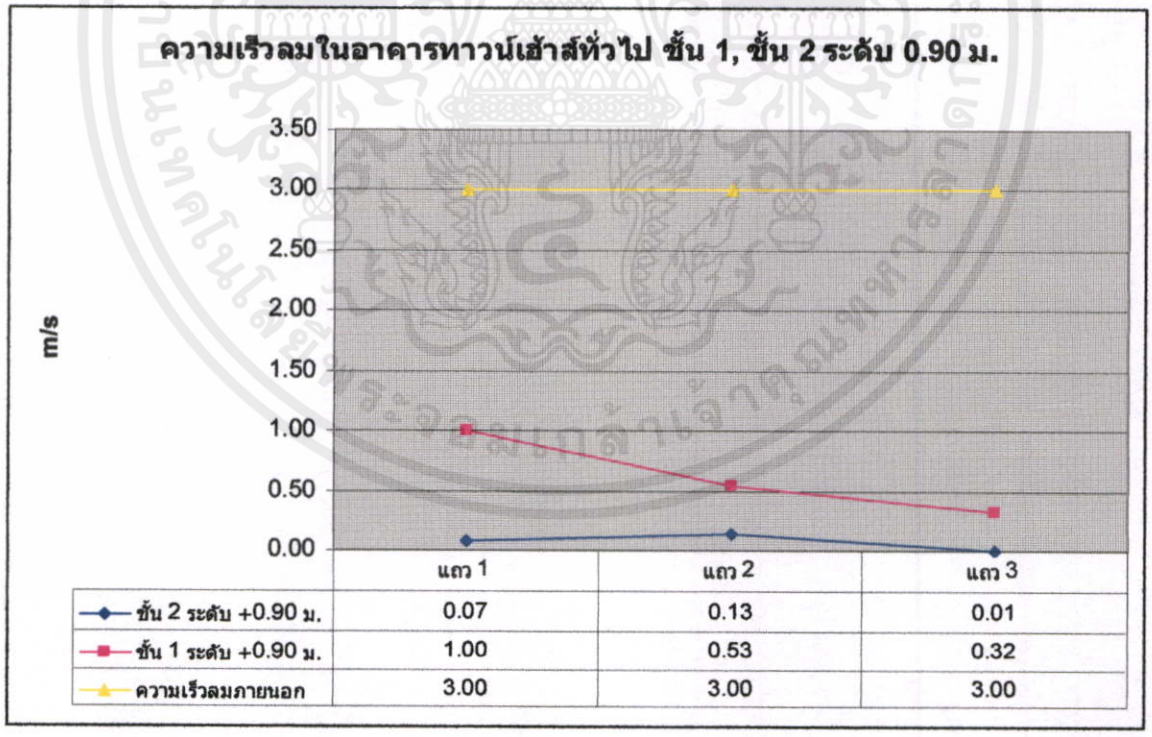


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.24 แสดงความเร็วลมภายในอาคารระดับ 1.20 เมตร ที่ชั้น 2



รูปที่ 5.25 เปรียบเทียบความเร็วลมที่ระดับ 1.20 ทั้ง 2 ชั้น



รูปที่ 5.26 เปรียบเทียบความเร็วลมที่ระดับ 0.90 ทั้ง 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.1 สรุปผลการทดลองความเร็วลมในอาคารทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น

- ในอาคารชั้น 1 ระดับ ความสูงจากพื้น 1.20 ม. มีความเร็วลมสูงสุด 0.55 เมตร/วินาที ต่ำสุดอยู่ที่ 0.48
- ชั้น 1 ระดับ ความสูงจากพื้น 0.90 ม. มีความเร็วลมสูงสุด = 1 เมตร / วินาที ต่ำสุดอยู่ที่ 0.32 เมตร /วินาที
- ชั้น 2 ระดับ ความสูงจากพื้น 1.20 ม. มีความเร็วลมสูงสุด = 0.05 เมตร / วินาที ต่ำสุด 0.01 เมตร/ วินาที
- ชั้น 2 ระดับ ความสูงจากพื้น 0.90 ม. มีความเร็วลมสูงสุด = 0.07 เมตร / วินาที ต่ำสุด 0.01 เมตร/ วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 พิจารณาจากพื้นที่ใช้งานที่อยู่ด้านหน้าบ้าน หรือ แถวที่ 3 ซึ่งเป็นตำแหน่งของส่วนรับแขกหรือนั่งเล่น ที่ต้องการความเร็วลมประมาณ 0.50 – 1.5 เมตร / วินาที แต่กระแสลมและความเร็วลมอยู่ใน ระดับต่ำ คือ ที่ระดับความสูง +1.20 เมตร มีความเร็วลม 0.48 เมตร / วินาที และ ที่ระดับสูงจากพื้น 0.90 เมตร มีความเร็วลม 0.32 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 มีความเร็วลมต่ำกว่าความต้องการมาก เนื่องจากมีช่องเปิดเพียงด้านเดียว ลมไม่สามารถผ่านเข้ามาในอาคารได้ จึงจำเป็นที่จะต้องแก้ไขปัญหาด้านการระบายอากาศที่ชั้น 2 เพื่อทำให้เกิดกระแสลมในระดับใช้งาน และนำลมจากภายนอกอาคารทีมีอุณหภูมิเย็นกว่าเข้ามาแทนที่อากาศที่มีอุณหภูมิสูงภายในอาคาร เพื่อแก้ไขปัญหาบริเวณห้องนอนในช่วงเวลาใช้งานชั้น 2 ตั้งแต่ 20.00-6.00น ทีเป็นช่วงเวลาที่เหมาะกับการระบายอากาศแบบธรรมชาติ และจากการศึกษาพฤติการใช้งานพบว่าห้องนอนเป็นห้องที่ใช้งานนานที่สุด ของอาคารถ้าสามารถเพิ่มความเร็วลม และกระแสลมในห้องได้ก็จะสามารถลด อุณหภูมิในห้องนอนตอนกลางคืนได้ ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในการปรับอากาศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Flovent)

6.1 การจำลองการระบายอากาศในงานสถาปัตยกรรม

ในโลกยุคปัจจุบันที่วงการต่างๆ รวมทั้งวงการสถาปนิกให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อม ทรัพยากร และคุณภาพชีวิตมากยิ่งขึ้นนั้น สถาปนิกไทยส่วนหนึ่งย้อนกลับไปศึกษาการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาพื้นถิ่น เช่น การระบายอากาศโดยธรรมชาติ (Natural ventilation) ให้เหมาะสมกับการออกแบบสถาปัตยกรรมในสภาพแวดล้อมปัจจุบัน ในขณะเดียวกันสถาปนิกไทยอีกส่วนหนึ่งพยายามศึกษาถึงแนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การทำความเย็นโดยเครื่องกล (Active cooling) ในแนวทางการใช้เครื่องปรับอากาศเป็นหลัก อย่างไรก็ดีการออกแบบทั้งสองแนวทาง ยังต้องการบทพิสูจน์ถึงพฤติกรรมการไหลเวียนของอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักต่อความสบายทางความร้อน – หนาว (Thermal comfort) และคุณภาพอากาศภายใน (Indoor air quality) ว่าเป็นไปตามที่สถาปนิกได้จินตนาการไว้หรือไม่ อย่างไร

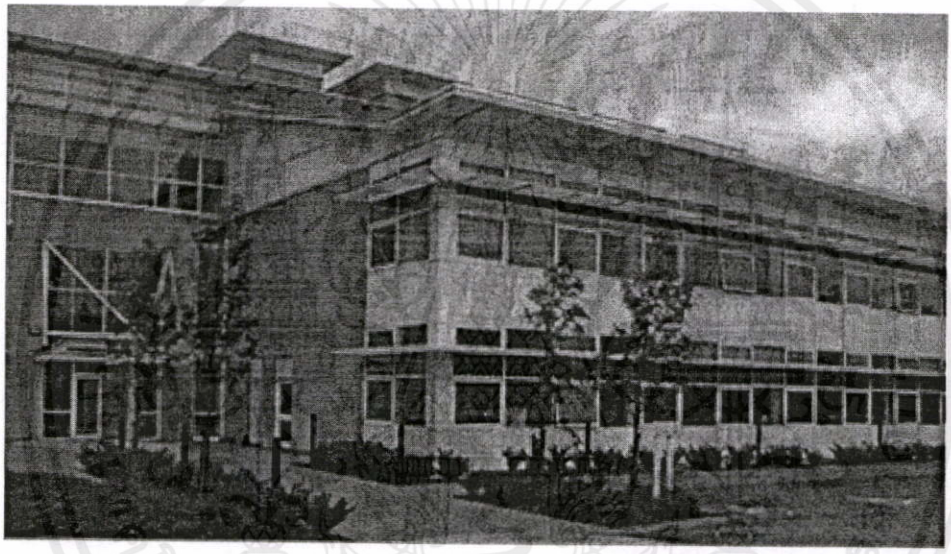
สถาปนิก และนักวิจัยทางสถาปัตยกรรมหลายท่าน จึงได้มีความพยายามที่จะใช้เครื่องมือจำลองสภาวะต่างๆ เพื่อพิสูจน์ทฤษฎีและแนวคิดในงานออกแบบ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้การออกแบบสถาปัตยกรรมเป็นไปตามความฝันของสถาปนิกได้ หนึ่งในเครื่องมือดังกล่าวที่นับว่ามีประสิทธิภาพสูงและใช้กันแพร่หลายในวงการออกแบบสถาปัตยกรรมระดับนานาชาติ ได้แก่ การคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational fluid dynamics ซึ่งเรียกกันโดยย่อว่า CFD) โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณและจำลองสภาพการไหลเวียนของอากาศ จึงมักเป็นที่รู้จักกันในนามของโปรแกรม CFD

6.2 การคำนวณพลศาสตร์ของไหล

การคำนวณพลศาสตร์ของไหลมีจุดเริ่มต้นในการใช้งานอย่างจริงจัง ในศาสตร์ทางวิศวกรรมการบิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์สภาวะการไหลของอากาศรอบเครื่องบินโดยสารและเครื่องบินรบ รวมถึงการออกแบบยานอวกาศความเร็วสูงข้ามทวีปขององค์การอวกาศนาซา (NASA) ซึ่งต้องการผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำสูง ได้ผลที่รวดเร็วและประหยัดกว่าการจำลองโดยวิธีอื่น (ปราโมทย์ เดชะอำไพ. 2545) ต่อมาจึงได้มีการขยายขอบเขตการใช้งานไปยังศาสตร์ทางวิศวกรรมด้านอื่น เช่น วิศวกรรมยานยนต์ และวิศวกรรมเครื่องกล เป็นต้น การประยุกต์ใช้การคำนวณพลศาสตร์ของไหลในงานสถาปัตยกรรมนั้น เริ่มเกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้เอง โดยในระยะเริ่มต้นจะเป็นการศึกษาการระบายอากาศโดยธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (Energy conservation) เป็นหลัก และวิศวกรที่ปรึกษาที่มีความเชี่ยวชาญพิเศษ จะเป็นผู้วิเคราะห์ผลให้กับบริษัทออกแบบทางสถาปัตยกรรม

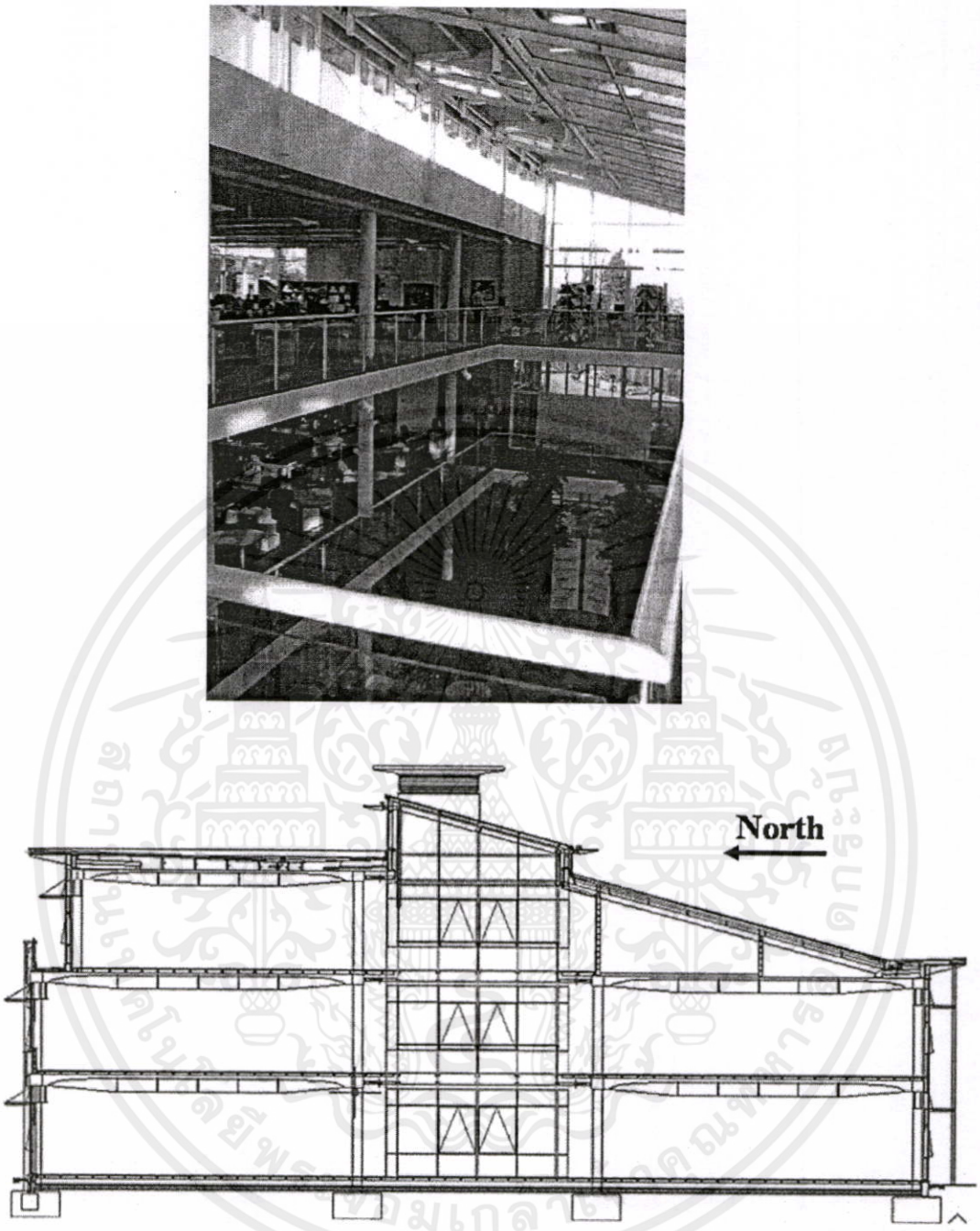
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานโดยทั่วไปของการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (CHAM, 2002) สามารถสรุปโดยย่อได้ดังนี้ กล่าวคือปริมาตรต่างๆ ในที่ว่างที่ต้องการศึกษาจะแบ่งออกเป็นปริมาตรย่อยๆ ที่เรียกว่า เซลล์ (Cell) ในแต่ละเซลล์จะมีการคำนวณหาค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ความเร็วอากาศในระนาบ x, y และ z ความดันอากาศ และค่าตัวแปรอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ความหนาแน่นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น ซึ่งแต่ละค่าตัวแปรที่ต้องการจะทราบไปแต่ละเซลล์นั้น จะสร้างเป็นสมการขึ้นในโปรแกรม หลังจากนั้นโปรแกรมจะใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical method) เพื่อแก้ระบบสมการเหล่านั้น จนได้ผลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ผลของการวิเคราะห์ในโปรแกรมจะสามารถแสดงออกได้ในรูปแบบของเวกเตอร์ของความเร็วอากาศ และกราฟฟิกสีหรือขาว – ดำ ที่มีความเข้มของสีต่างกัน และสามารถเข้าใจได้ง่าย



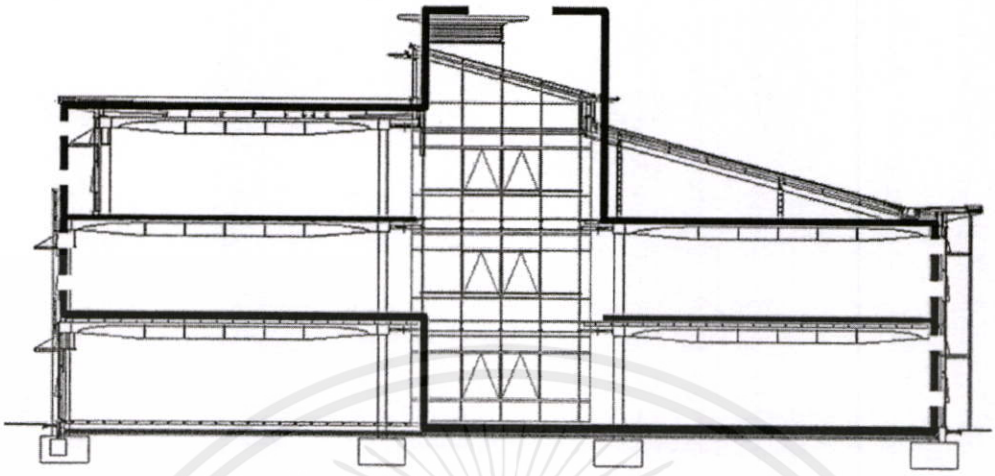
รูปที่ 6.1 อาคารตัวอย่าง(Houghton Hall)Houghton Hall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

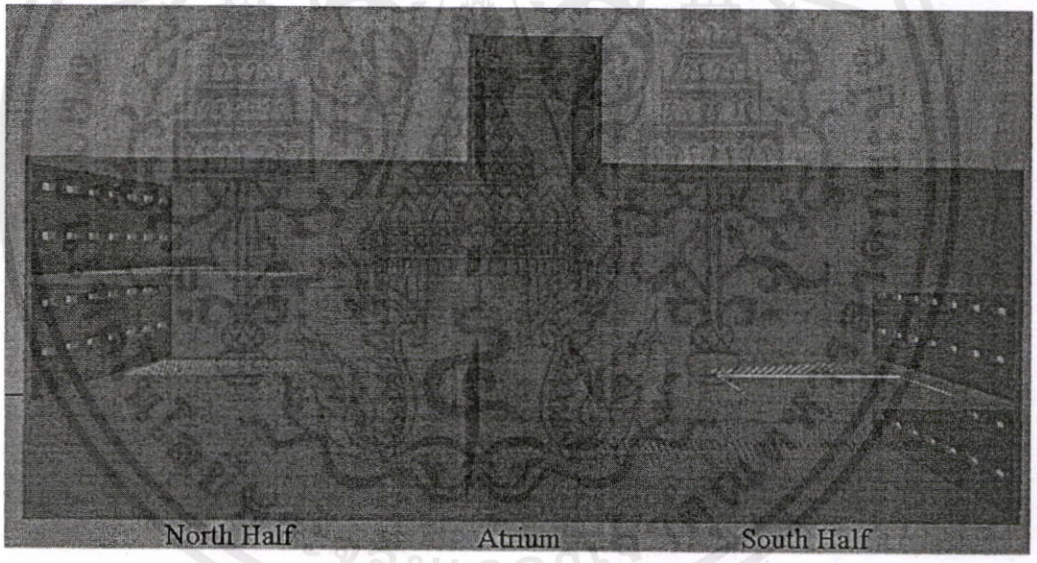


รูปที่ 6.2 อาคารตัวอย่าง (Houghton Hall) Houghton Hall เป็นอาคารสำนักงานที่ใช้การระบายอากาศด้วยลม และพัฒนาการออกแบบด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล cfd โดยใช้โปรแกรม flovent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

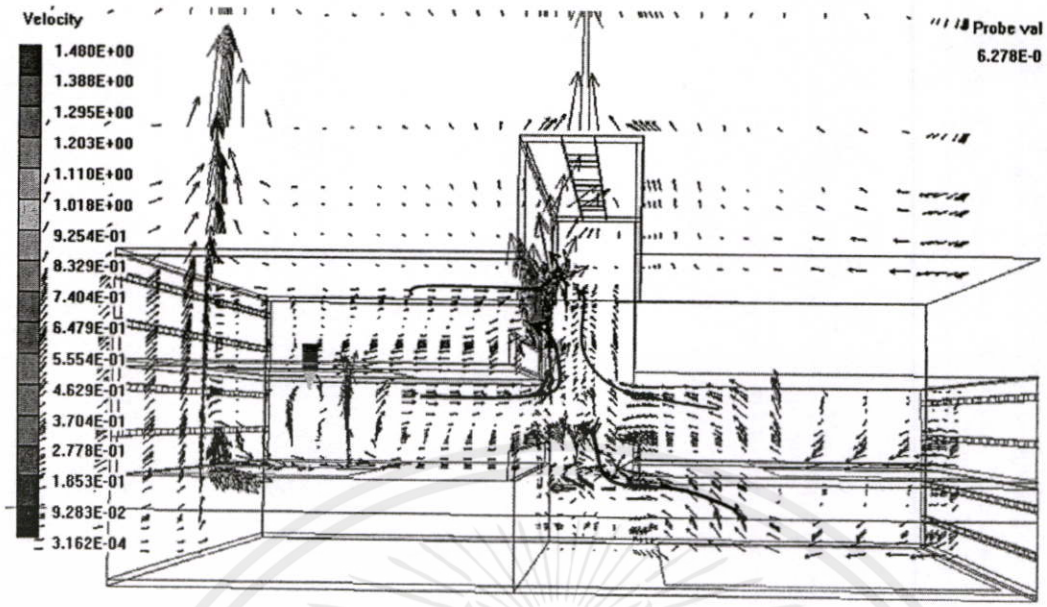


รูปที่ 6.3 แสดงรูปตัดอาคาร Houghton Hall



รูปที่ 6.4 แสดงรูปตัดหุ่นจำลอง Houghton Hall ที่สร้างในโปรแกรม flovent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.5 แสดงผลการคำนวณเป็นกราฟิกสี และเวกเตอร์ของความเร็วอากาศของงานออกแบบอาคารการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ซ้อนทับกับภาพร่างรูปตัดขวางของอาคารหลังเดียวกันที่แสดงลักษณะการไหลเวียนของอากาศด้วยศรฉลาด (Smart arrows)

จะเห็นได้ว่าการทำงานของโปรแกรมมีความซับซ้อน และยากต่อการเข้าใจในกระบวนการคำนวณของระบบสมการต่างๆ โดยเฉพาะต่อสถาปนิกส่วนใหญ่ซึ่งไม่ได้มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอที่จะเข้าใจได้ ความซับซ้อนนี้นับว่าเป็นปัจจัยหลักที่จำเป็นต้องให้วิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญพิเศษ เป็นผู้วิเคราะห์การไหลเวียนอากาศในงานสถาปัตยกรรม ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่ทำให้มีสถาปนิกจำนวนน้อยที่สามารถใช้โปรแกรมได้ คือความซับซ้อนของโปรแกรมเอง ที่ยังไม่ได้พัฒนาให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจถึงคำสั่งต่างๆ ได้ อย่างไรก็ตาม นักวิจัยและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหลหลายท่าน ได้พยายามที่จะสร้างโปรแกรมให้ผู้ใช้ที่ไม่ได้เข้าใจคณิตศาสตร์ขั้นสูงเช่น สถาปนิก สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเปรียบได้กับการขับขี่รถยนต์ ที่ผู้ขับขี่รถยนต์ ที่ผู้ขับขี่ต้องรู้หลักการขับขี่รถยนต์ แต่ไม่จำเป็นต้องเข้าใจถึงการทำงานของเครื่องยนต์ทั้งหมดนั่นเอง

6.3 การเปรียบเทียบการคำนวณพลศาสตร์ของไหลกับเครื่องมือจำลองอื่นๆ

ในกระบานการออกแบบงานสถาปัตยกรรมโดยทั่วไป สถาปนิกจะศึกษาพฤติกรรมการไหลเวียนของอากาศภายใน และภายนอกอาคารที่ออกแบบ โดยในขั้นต้นมักจะเป็นการร่างลักษณะทิศทางการไหลเวียนของอากาศ เรียกว่า ศรฉลาด (Smart arrows) ตามความเข้าใจของตนเอง ลงในผังพื้น หรือรูปตัดอาคาร วิธีการดังกล่าวเป็นการศึกษาในระดับพื้นฐานที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ประสบการณ์ และทฤษฎีประกอบเป็นจำนวนมาก จึงสามารถคาดคะเนถึงพฤติกรรมการไหลเวียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศจริงได้ แต่ยังอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงอยู่มาก การศึกษาโดยการจำลองด้วยเครื่องมือต่างๆ ได้แก่ โต๊ะจำลองของไหล (Fluid mapping table หรือที่รู้จักกันในนาม " โต๊ะน้ำ ") อุโมงค์ลม (Wind tunnel) และการคำนวณพลศาสตร์ของไหลจึงได้ก้าวเข้ามามีบทบาทสำคัญในการช่วยตัดสินใจของสถาปนิก

เครื่องมือจำลองการไหลเวียนของอากาศทั้งสามประเภทข้างต้น มีข้อดี – ข้อเสีย รวมทั้งความเหมาะสมกับงานออกแบบสถาปัตยกรรมในขั้นตอนที่ต่างกัน ดังสรุปได้ในตารางที่ 1 โต๊ะจำลองของไหลมีข้อดีคือ สามารถได้ผลจำลองค่อนข้างเร็ว ราคาค่อนข้างถูก และไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้พิเศษมากนัก แต่มีข้อเสียคือ การใช้น้ำเป็นตัวแทนในการจำลองการไหลเวียนของอากาศ จะทำให้การจำลองไม่ได้ผลแม่นยำมากนัก เนื่องจากน้ำมีค่าความหนืด (Viscosity) ที่ต่างจากอากาศ จึงเหมาะสมกับการศึกษาในขั้นต้นที่ต้องการทราบลักษณะการไหลเวียนอากาศโดยคร่าว ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งของโต๊ะน้ำคือ สามารถทำการจำลองได้ในระนาบสองมิติเท่านั้น โดยจำเป็นต้องจำลองผังพื้นและรูปตัดอาคารแยกจากกัน นอกจากนั้นยังไม่สามารถใช้ประเมินค่าตัวแปรต่างๆ เช่น ความเร็วลม ความดัน หรืออุณหภูมิได้

อุโมงค์ลมเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง และให้ผลถูกต้องแม่นยำกว่าโต๊ะจำลองของไหล เนื่องจากใช้อากาศ และควันจำลองการไหลเวียนของอากาศโดยตรง และสามารถจำลองได้ในระนาบสามมิติ รวมทั้งสามารถวัดค่าต่างๆ ที่ต้องการทราบได้ ยกเว้นอุณหภูมิ และความหนาแน่นของก๊าซต่างๆ อย่างไรก็ตาม การจำลองด้วยอุโมงค์ลมมีข้อเสียหลายประการ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายและบำรุงรักษาสูง ระยะเวลาที่ทำหุ่นจำลองค่อนข้างมาก และแก้ไขปรับปรุงได้ยาก รวมทั้งจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์วัดความเร็วลมหลายจุด ซึ่งมีราคาแพง และต้องการความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคพิเศษของผู้ใช้ประกอบด้วย กอปรกับในปัจจุบันพบว่ายังไม่มีอุโมงค์ลมใดในประเทศไทยที่สามารถแสดงให้เห็นภาพการไหลเวียนของอากาศที่ชัดเจนได้ (อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, 2545) การจำลองด้วยอุโมงค์ลมจึงเหมาะสมกับขั้นตอนปลายของงานออกแบบสถาปัตยกรรม ที่อาคารมีรูปทรงที่ชัดเจนแล้ว หรือกับงานวิจัยที่ได้รับงบประมาณสูงเท่านั้น

การคำนวณพลศาสตร์ของไหลเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับอุโมงค์ลม เนื่องจากเป็นการคำนวณตามสมการที่ได้รับการยอมรับมานานแล้วถูกต้อง โดยสามารถกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของอากาศในโปรแกรมการจำลองได้ รวมทั้งสามารถจำลองได้ค่อนข้างรวดเร็ว และสามารถแก้ไขแบบจำลองได้ง่าย ข้อดีอีกประการหนึ่งคือ ให้ผลที่สามารถแสดงรูปการไหลเวียนของอากาศ และค่าต่างๆ ที่ต้องการทราบเป็นตัวเลข สี และกราฟฟิกที่ชัดเจน จึงมีความเหมาะสมกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมตั้งแต่ขั้นต้นจนถึงขั้นปลาย ในขณะเดียวกัน การคำนวณพลศาสตร์ของไหลอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีผู้จำลองที่มีความเชี่ยวชาญพิเศษในการใช้โปรแกรม รวมทั้งโปรแกรมที่เป็นเชิงพาณิชย์นั้นยังมีราคาสูงพอสมควร

เอกสารนี้เป็นของ[illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆ จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติเครื่องมือการจำลองการระบายอากาศประเภทต่างๆ

คุณสมบัติ	โต๊จำลองของไหล	อุโมงค์ลม	การคำนวณพลศาสตร์ของไหล
ความถูกต้องแม่นยำ	ต่ำ	สูง	สูง
ความครบถ้วนของข้อมูล	ต่ำ	ปานกลาง	ครบถ้วน
	(เฉพาะรูปแบบการไหลในสองมิติ)	(ครบถ้วนยกเว้นอุณหภูมิ และ ความเข้มข้นของก๊าซ)	
การสร้างความเข้าใจต่อผลจำลอง	ปานกลาง	ยาก	ง่าย
	(ด้วยสีของเหลวที่ผสมกับน้ำ)	(ด้วยควันที่ผสมกับอากาศ และ ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัด)	(ด้วยกราฟฟิกสีและเวกเตอร์)
ค่าใช้จ่าย	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
ระยะเวลา	สั้น	นาน	ปานกลาง
ความต้องการความรู้พิเศษ	น้อย	ปานกลาง	มาก
ความเหมาะสมกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรม	ขั้นต้น	ขั้นปลาย	ตั้งแต่ขั้นต้น ถึงขั้นปลาย

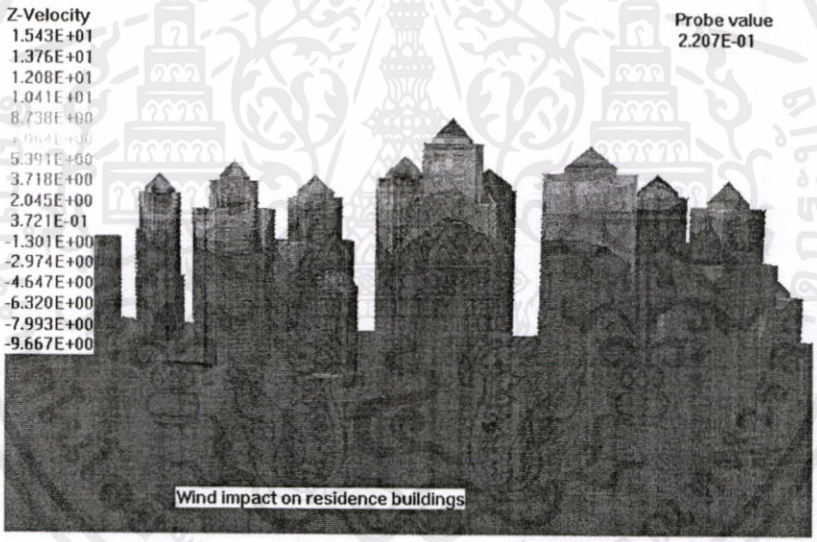
เห็นได้ชัดเจนว่าการคำนวณพลศาสตร์ของไหลมีความเหมาะสมกับการออกแบบงานสถาปัตยกรรมมากกว่าเครื่องมือจำลองอื่นๆ อยู่พอสมควร อย่างไรก็ดี ในการที่ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมได้อย่างเชื่อมั่นนั้น จำเป็นต้องเปรียบเทียบผลการจำลองจากโปรแกรมกับผลจากการทดลองอื่นๆ เช่น ผลจากการวัดสภาพจริง หรือผลจากห้องทดลอง ก่อนการใช้งานจริงด้วย (Chen and Srebric. 2001)

6.4 การคำนวณพลศาสตร์ของไหลในงานสถาปัตยกรรม

เนื่องจากการคำนวณพลศาสตร์ของไหลสามารถคำนวณหาทิศทาง และความเร็วของลม ความดันอากาศ อุณหภูมิ และค่าความเข้มข้นของก๊าซต่างๆ รวมทั้งไอน้ำในอากาศได้อย่างแม่นยำ ขอบเขตการใช้โปรแกรมในกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมจึงสามารถใช้ได้ในหลายขั้นตอนของการออกแบบ ตั้งแต่ขั้นต้นไปจนถึงขั้นปลาย ใช้ได้ในหลายระดับอาคาร ตั้งแต่ระดับส่วนประกอบย่อยของอาคาร ระดับภายในอาคาร ระดับอาคาร ระดับผังบริเวณ ไปจนถึงระดับเมือง และใช้ได้ในหลายวัตถุประสงค์ได้แก่ การศึกษาการระบายอากาศโดยธรรมชาติ และโดยเครื่องกล

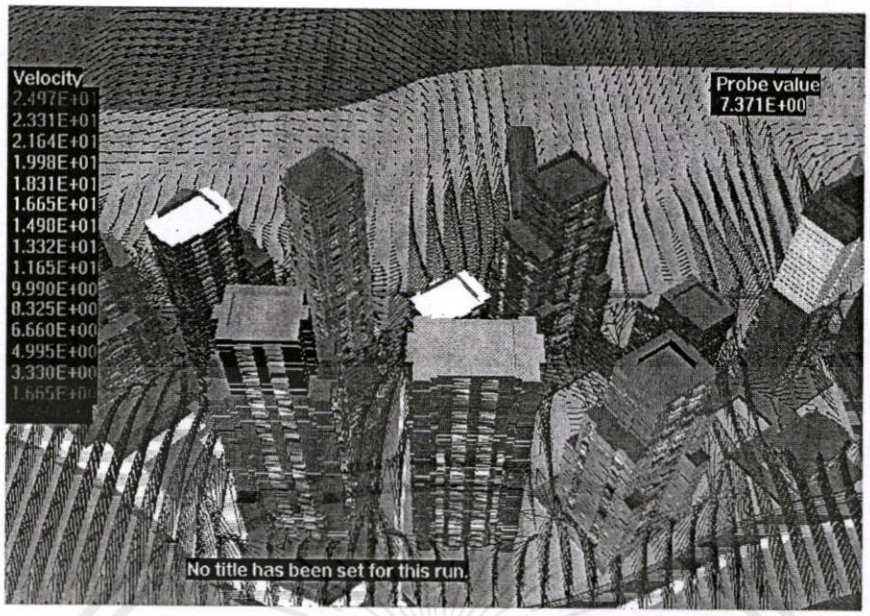
การศึกษาความสบายทางความร้อน – หนาว การศึกษาคุณภาพอากาศภายใน รวมไปถึงการศึกษาการระบายความชื้น ก๊าซต่างๆ และควันไฟ

ตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 2 เป็นผลงานของนักศึกษาระดับมหาบัณฑิตของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในกลุ่มวิชาเทคโนโลยีอาคาร แสดงถึงการใช้โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหลในการจำลอง เพื่อศึกษาการระบายอากาศในงานสถาปัตยกรรม ในสองระดับอาคาร ภาพที่ 2 (ก) เป็นผังบริเวณที่แสดงการศึกษาในระดับเมืองถึงอิทธิพลของอาคารสูงรอบข้างที่มีผลต่อกระแสลมในที่ตั้งที่จะทำการออกแบบอาคารบริเวณย่านปทุมวันส่วนภาพที่ 2 (ข) เป็นรูปตัดที่แสดงการศึกษาในระดับอาคาร ถึงอิทธิพลของอาคารสูงที่มีผลกระทบต่อกระแสลมบริเวณที่จอดรถชั้นใต้ดิน ที่อยู่ใต้อาคารเดียวกัน กราฟฟิกสี และขนาดของเวกเตอร์ในภาพทั้งสอง แสดงถึงความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่างๆ ภายในแบบจำลองขณะที่ทิศทางของเวกเตอร์นั้นแสดงถึงทิศทางของความเร็วลม



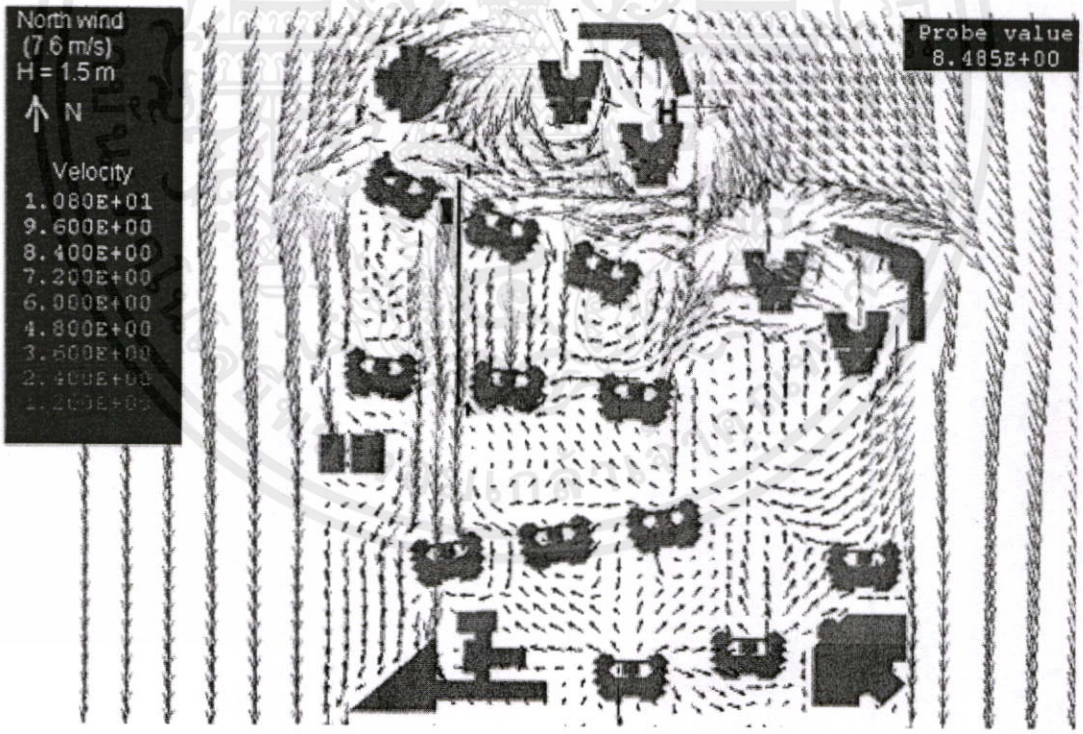
รูปที่ 6.6 การใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล ศึกษางานสถาปัตยกรรมในระดับเมือง (Large-scale Environmental Flows)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The maximum wind speed could reach over 200 kph.

รูปที่ 6.7 การใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล ศึกษางานสถาปัตยกรรมในระดับเมือง



รูปที่ 6.8 การใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล ศึกษางานสถาปัตยกรรมในระดับเมือง

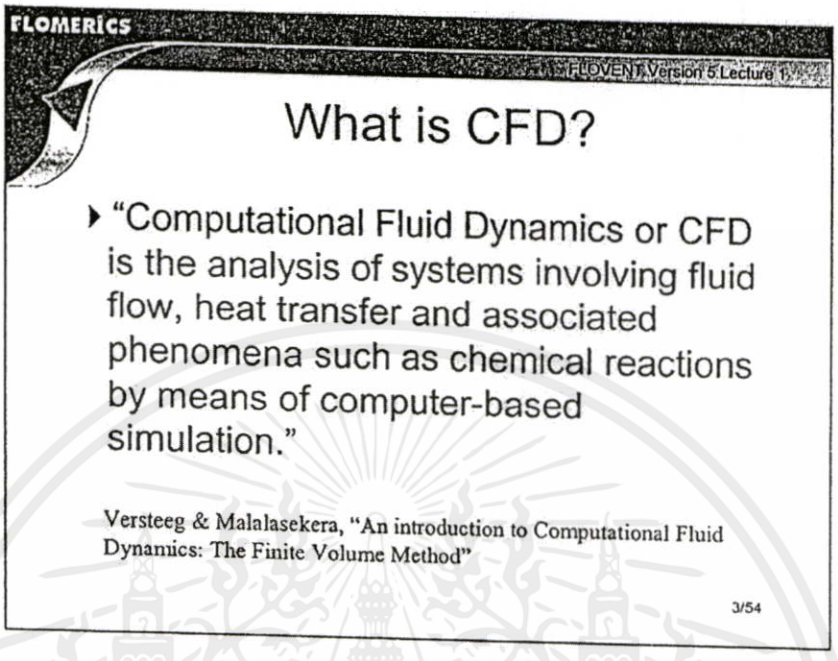
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

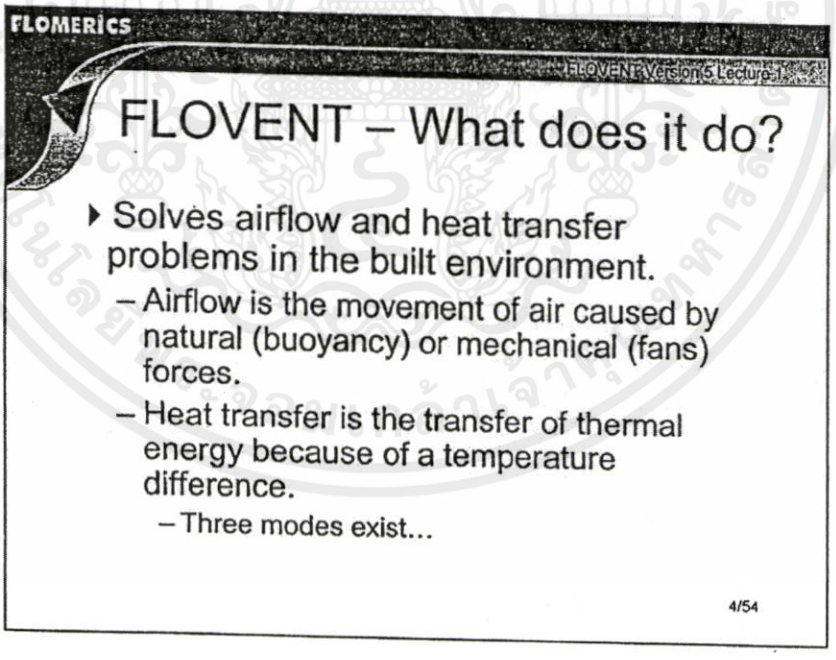
นับจากช่วงวิกฤตินำ้มันโลกในทศวรรษที่ 70 เทคโนโลยีทางสถาปัตยกรรมได้เกิดการเปลี่ยนกระบวนทัศน์ (Paradigm shift) หลายครั้ง จากการอนุรักษ์พลังงาน สู่การคำนึงถึงความสบายทางความร้อน – หนาว และคุณภาพอากาศภายใน ตามลำดับ แต่จากเหตุการณ์ 9-11 ในประเทศสหรัฐอเมริกา โลกได้ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของผู้ใช้อาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากภัยการผู้ก่อการร้ายมากยิ่งขึ้น ซึ่งนำไปสู่การออกแบบอาคารที่ต้องคำนึงถึงการแพร่กระจายของก๊าซพิษต่างๆ และอัคคีภัย ที่อาจเกิดขึ้นจากอาวุธเคมี และชีวภาพ และอาวุธประเภทอื่นๆ ไปจนถึงการวางแผนการหนีภัย (Evacuation plan) ทั้งในระดับภายในอาคาร ระดับอาคาร ระดับชุมชน และระดับเมือง

การคำนวณพลศาสตร์ของไหลเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อกระบวนทัศน์ใหม่ในการออกแบบสถาปัตยกรรมในศตวรรษที่ 21 นี้ กล่าวคือ เป็นเครื่องมือที่สามารถทำนายการแพร่กระจายของก๊าซต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ ทั้งในมิติของทิศทาง และในมิติของระยะเวลาที่ก๊าซพิษกระจายตัว สำหรับประเทศไทย ที่มีโครงการก่อสร้างอาคาร และสิ่งก่อสร้างประเภทใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมาย ตั้งแต่ สนามบินนานาชาติขนาดใหญ่ อาคารรัฐสภาใหม่ ศูนย์ประชุมนานาชาติไปจนถึงสถานี และอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน และทางหลวงลอยฟ้าข้ามทะเลนั้น การคำนึงถึงกระบวนทัศน์ใหม่ของการออกแบบนี้ยังนับว่ามีอยู่น้อยมาก การใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงอย่างการคำนวณพลศาสตร์ของไหลนี้ จึงเป็นกลไกสำคัญที่จะช่วยให้สถาปนิกไทยสามารถก้าวทันกระบวนทัศน์ใหม่ของโลกนี้ได้อย่างเท่าเทียม (เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์ ; 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

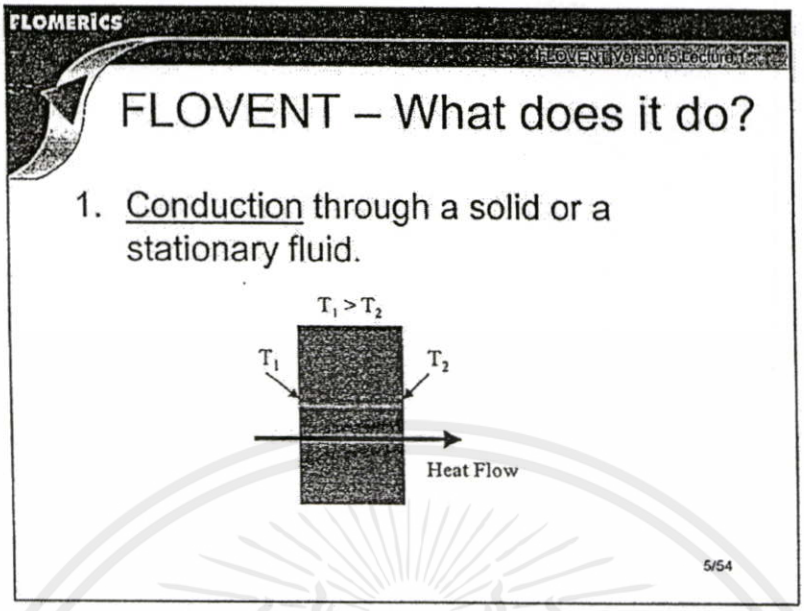
6.5 หลักการทำงานของโปรแกรม Flovent

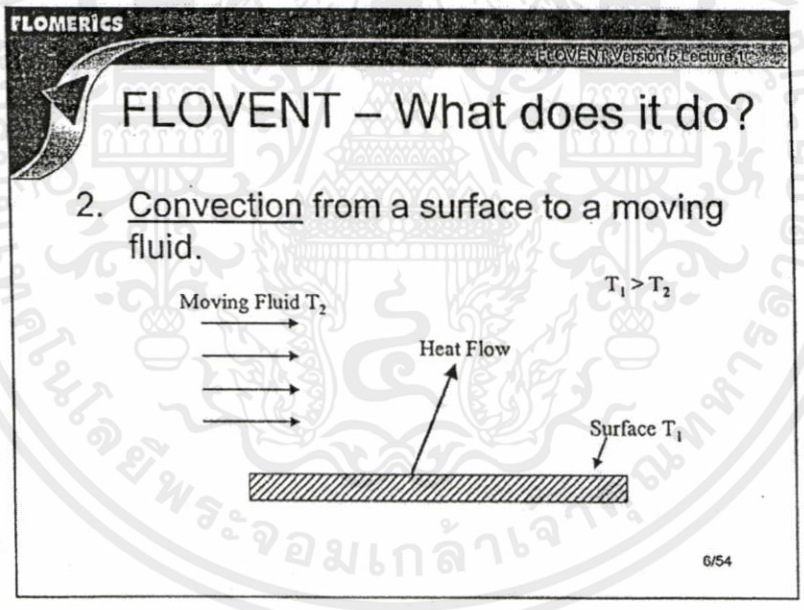




รูปที่ 6.9 แสดงขอบเขตการทำงานของโปรแกรม Flovent

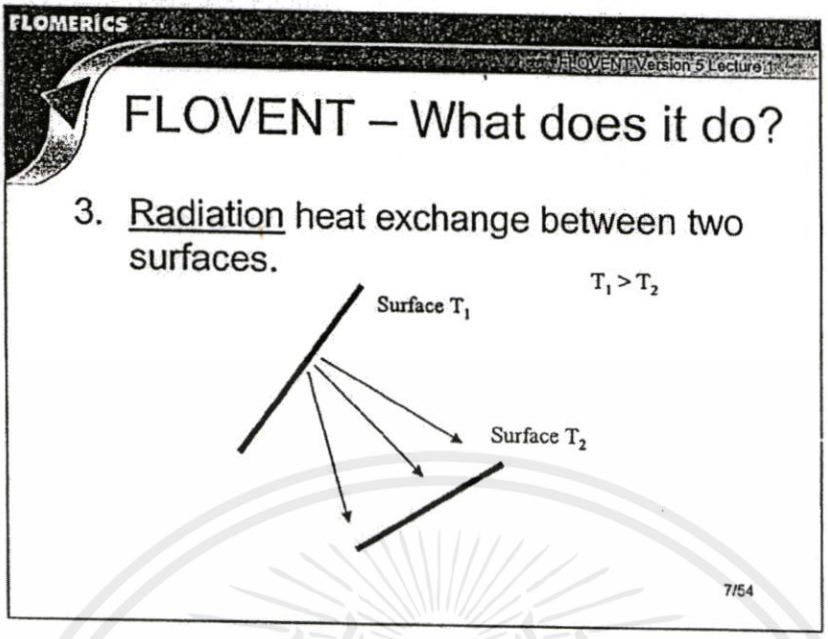
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

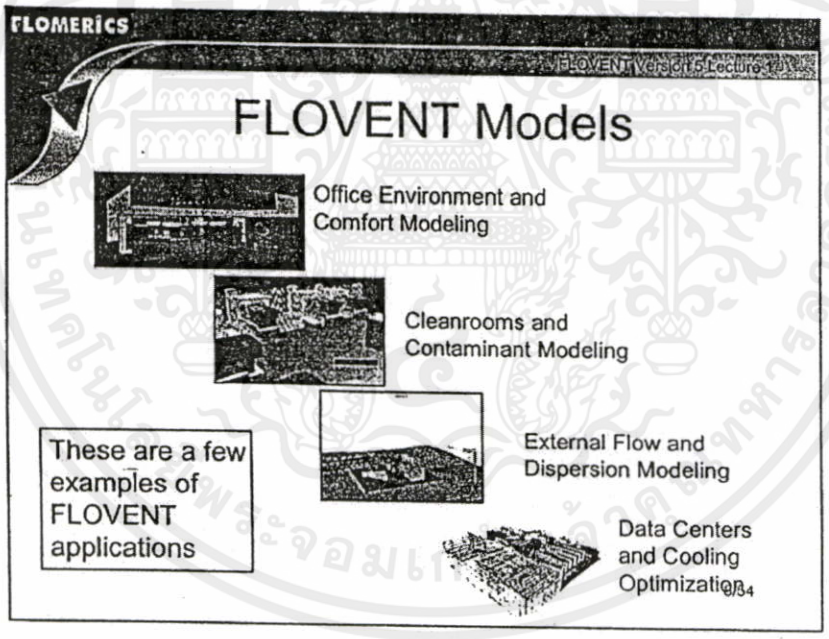




รูปที่ 6.10 แสดงหลักการนำและการพาความร้อนในโปรแกรม flovent

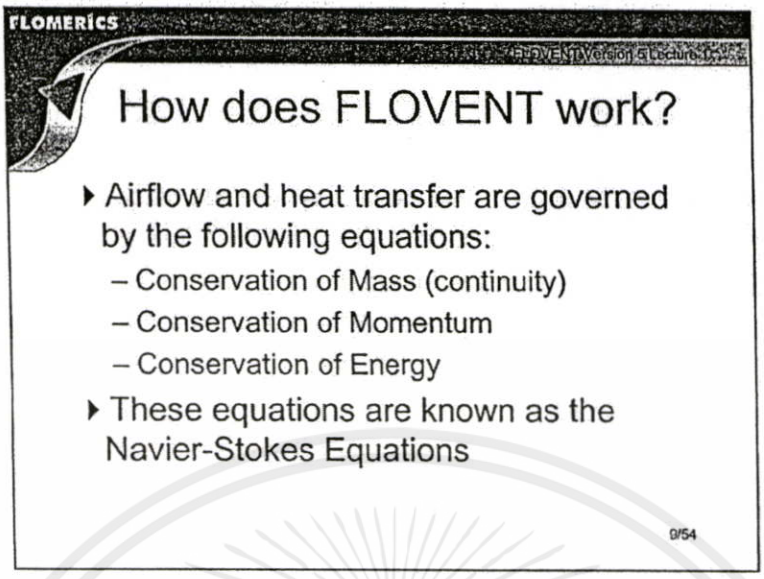
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

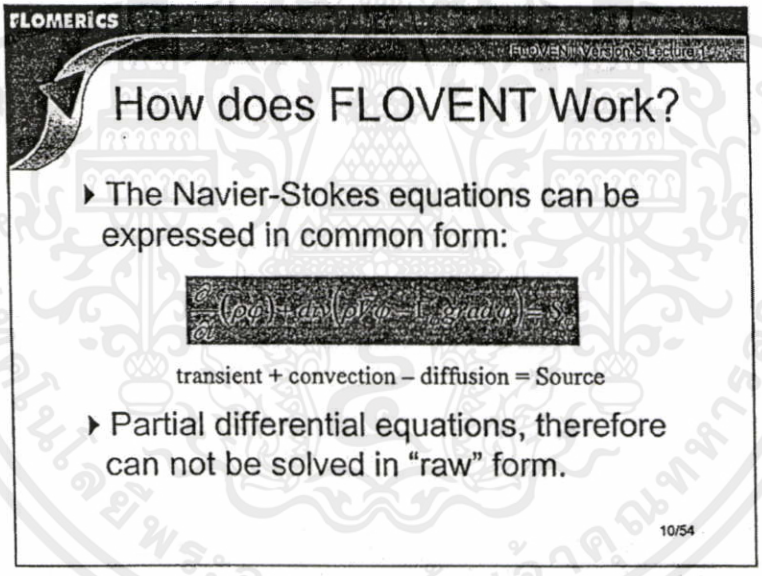




รูปที่ 6.11 แสดงลักษณะอาคารทั้งภายนอก และภายในอาคาร ที่สามารถใช้โปรแกรม FLOVENT ได้

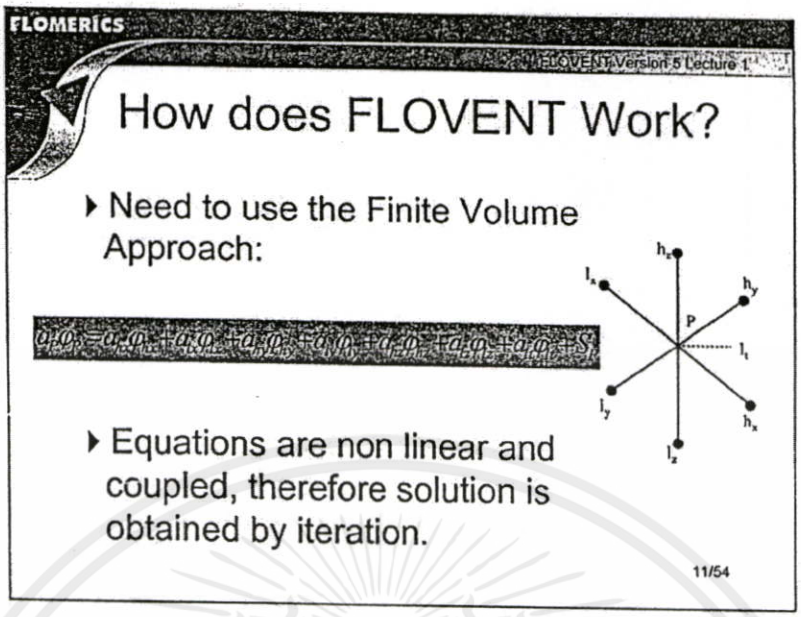
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

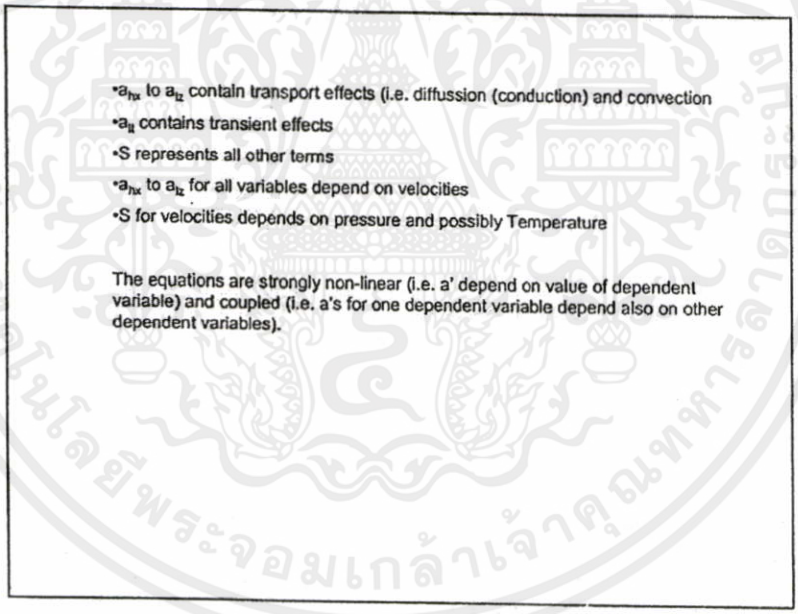




รูปที่ 6.12 แสดงสมการทางคณิตศาสตร์ (Navier – Storkes) สำหรับการประมวลข้อมูลทางลม

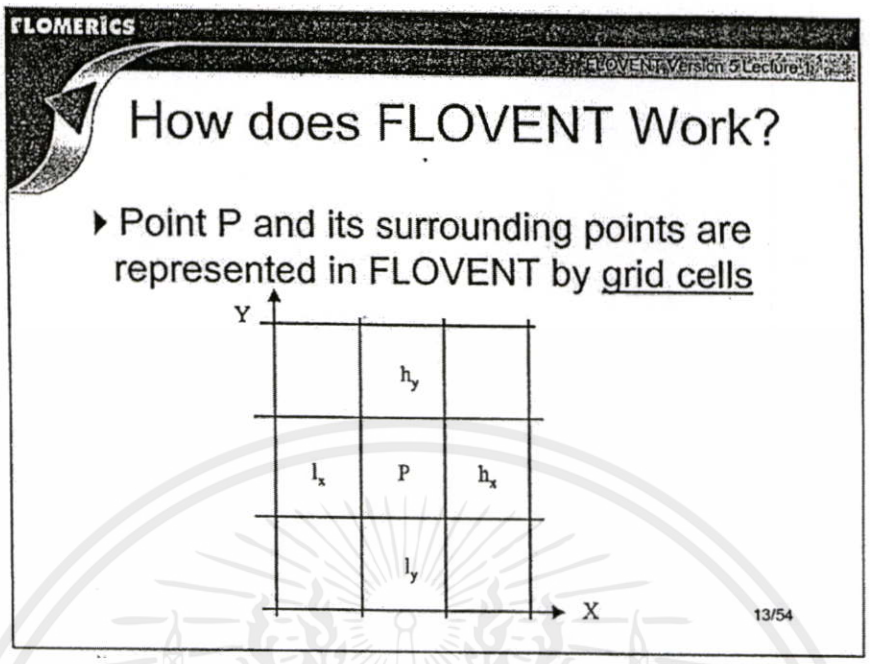
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

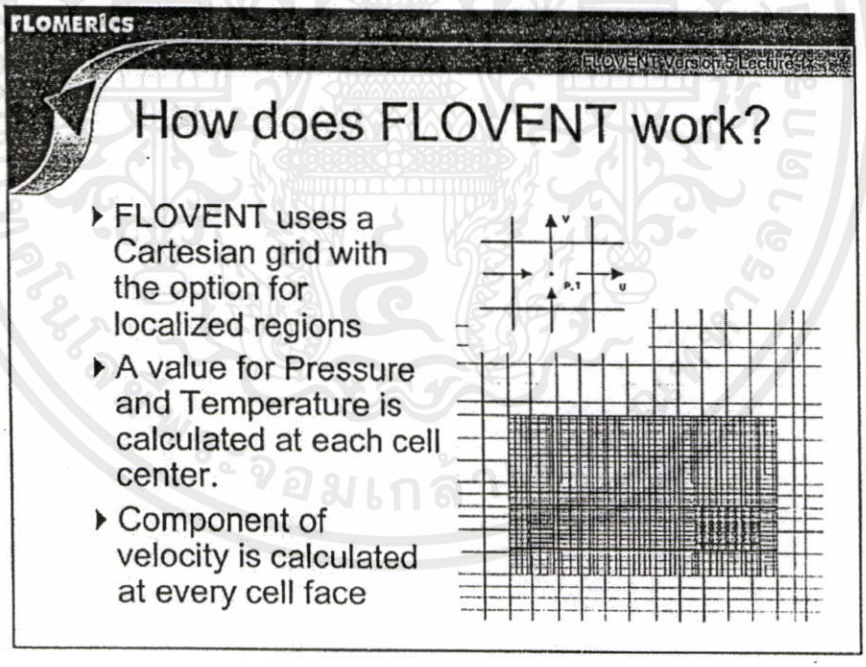




รูปที่ 6.13 แสดงสมการทางคณิตศาสตร์ สำหรับการประมวลข้อมูลทางลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

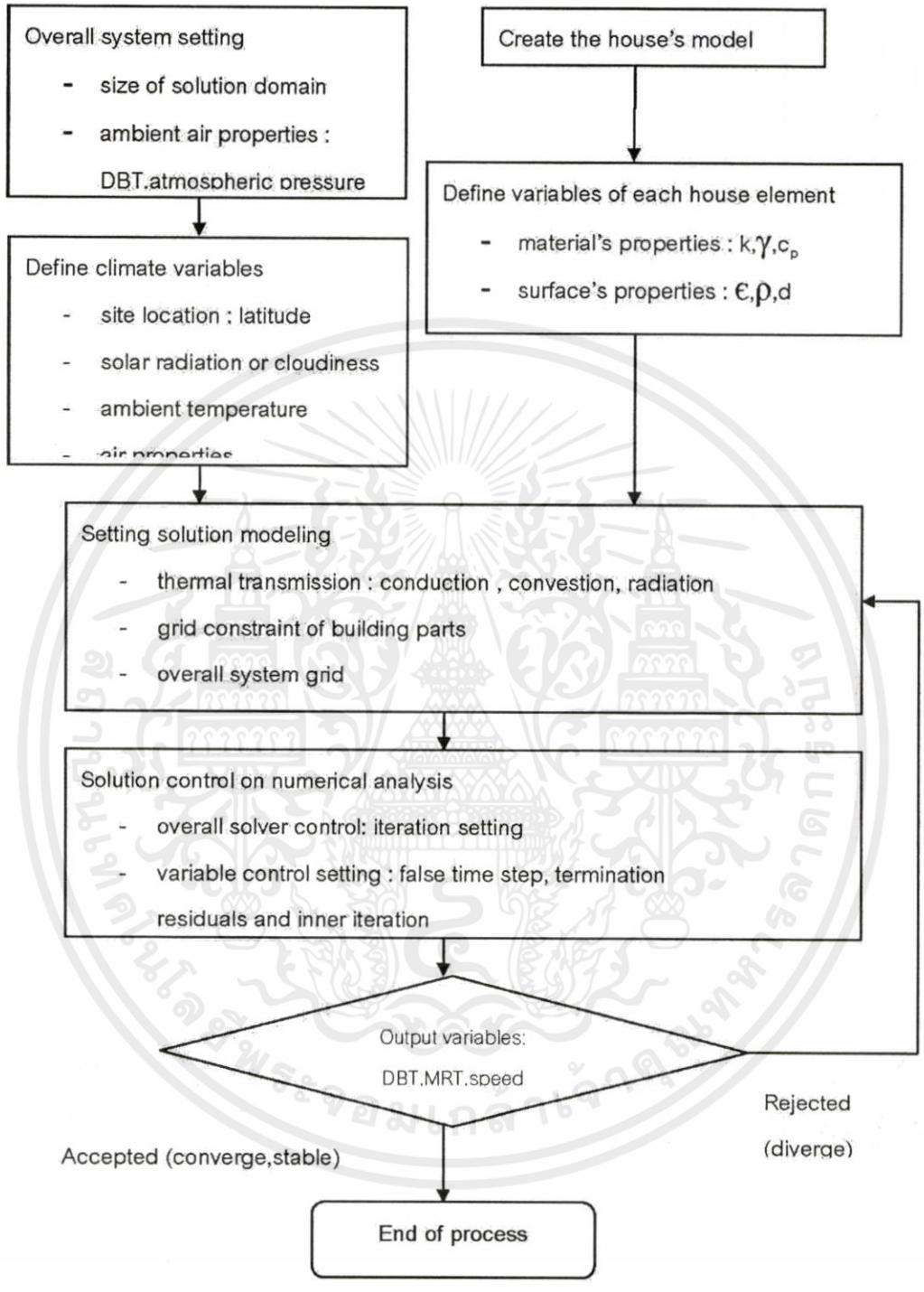




รูปที่ 6.14 แสดง สมการทางคณิตศาสตร์ สำหรับการประมวลข้อมูลทางลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6 ขั้นตอนในการทดลองโปรแกรม Flovent 6.2



รูปที่ 6.15 แสดงขั้นตอนการทำงานโปรแกรม Flovent 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

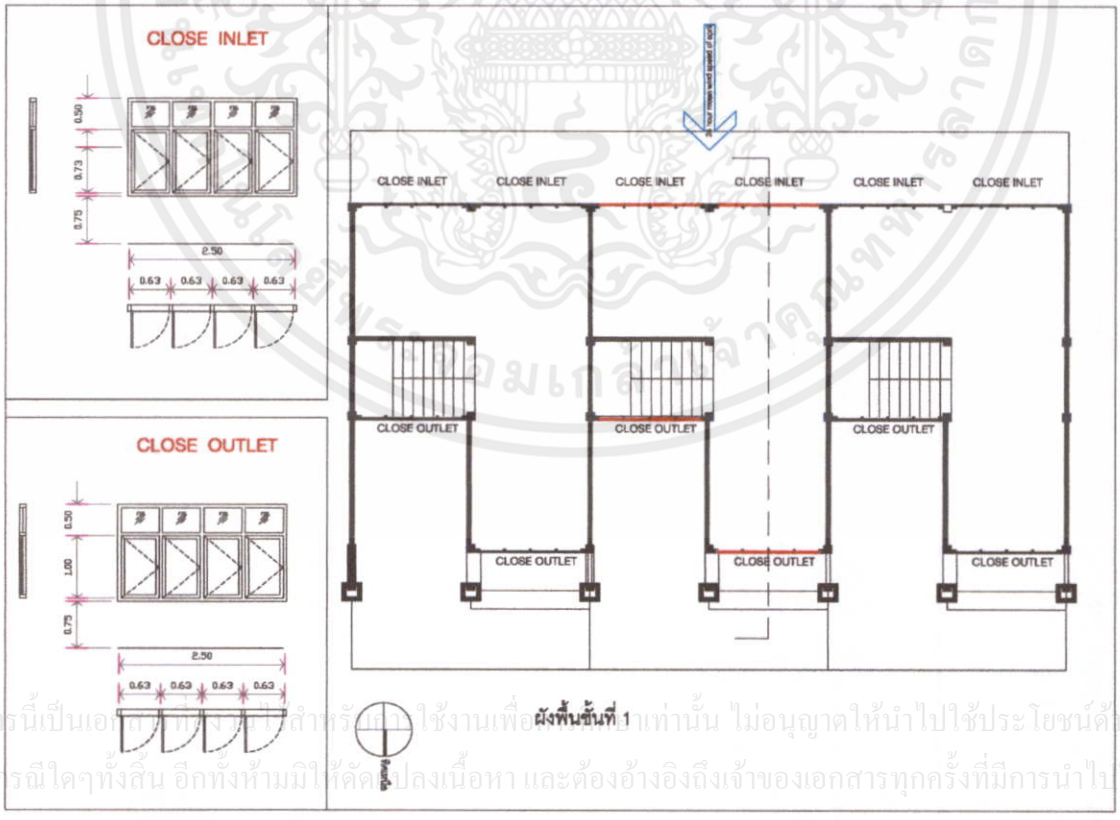
บทที่ 7
การดำเนินการวิจัย

7.1 การเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการทดลอง

การพิจารณาเลือกขนาดทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ในการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาการระบายอากาศเพื่อความสบายด้านอุณหภูมิ มี 2 แบบ มีรายละเอียดดังนี้

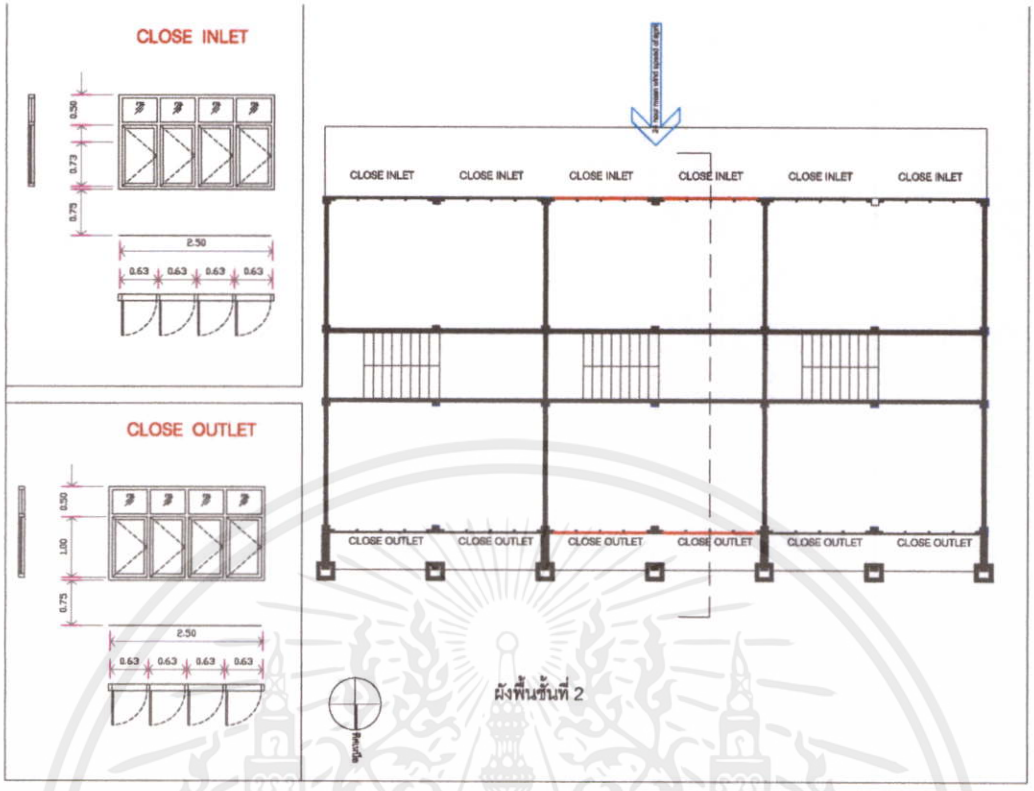
7.1.1 รูปแบบของทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ในการทดลองแบบที่ 1

รูปแบบทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ในการทดลอง จะใช้ขนาดทาวน์เฮ้าส์ขนาดกลางที่มีสัดส่วนทางการตลาดมากที่สุด คือร้อยละ 55 ของความต้องการทาวน์เฮ้าส์ในกรุงเทพ ฯ เมื่อเปรียบเทียบกับทาวน์เฮ้าส์ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ การเลือกทาวน์เฮ้าส์ขนาดกลางในการทดสอบจึง เป็นประโยชน์มากกว่า เนื่องจากสามารถแก้ไขปัญหาของกลุ่มปัญหาส่วนใหญ่ได้ ดังนั้นการเลือกทาวน์เฮ้าส์ขนาดกลางจึงน่าจะเหมาะสม เป็นกรณีศึกษา โดยกำหนดให้เป็นรูปแบบทาวน์เฮ้าส์แบบที่ 1 มีขนาดหน้ากว้าง 6 เมตร ลึก 11 เมตร ความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน 2.5 เมตร ทั้งชั้นบน และ ชั้นล่าง มีช่องระบายอากาศใต้หลังคา มีขนาดต่างกันซึ่งจะอธิบายในวิธีการทดลองต่อไป ดูรูปที่ 7.1-7.7

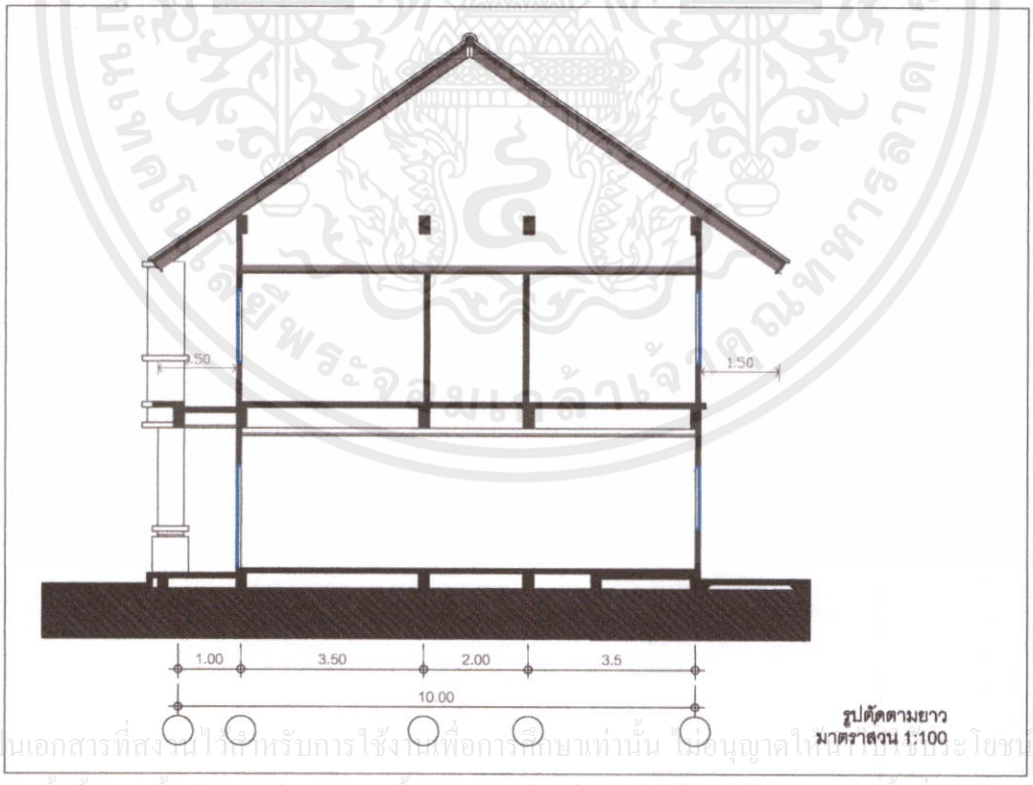


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.1 แสดงแปลนชั้น 1 ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1

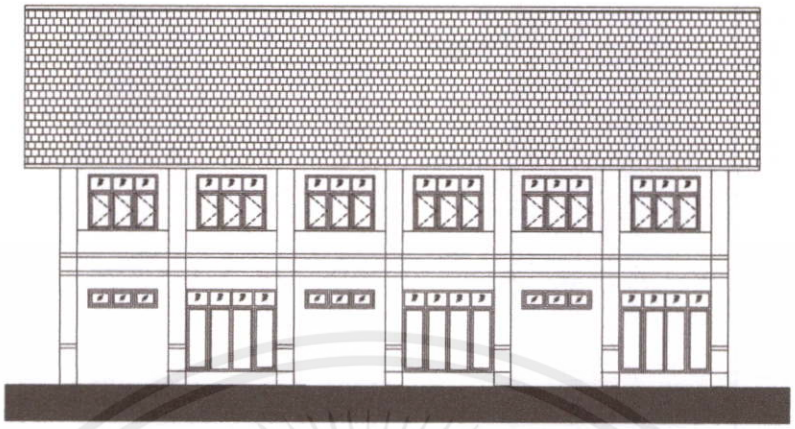


รูปที่ 7.2 แสดงแปลนชั้น 2 ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1



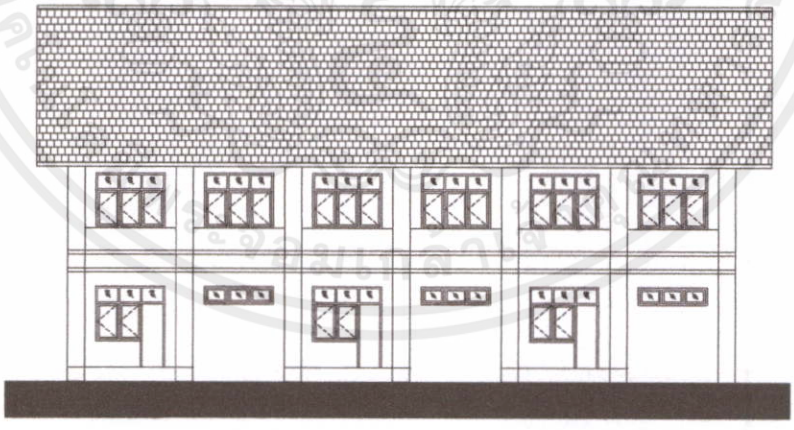
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.3 แสดงรูปตัด ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1



รูปด้านหน้า

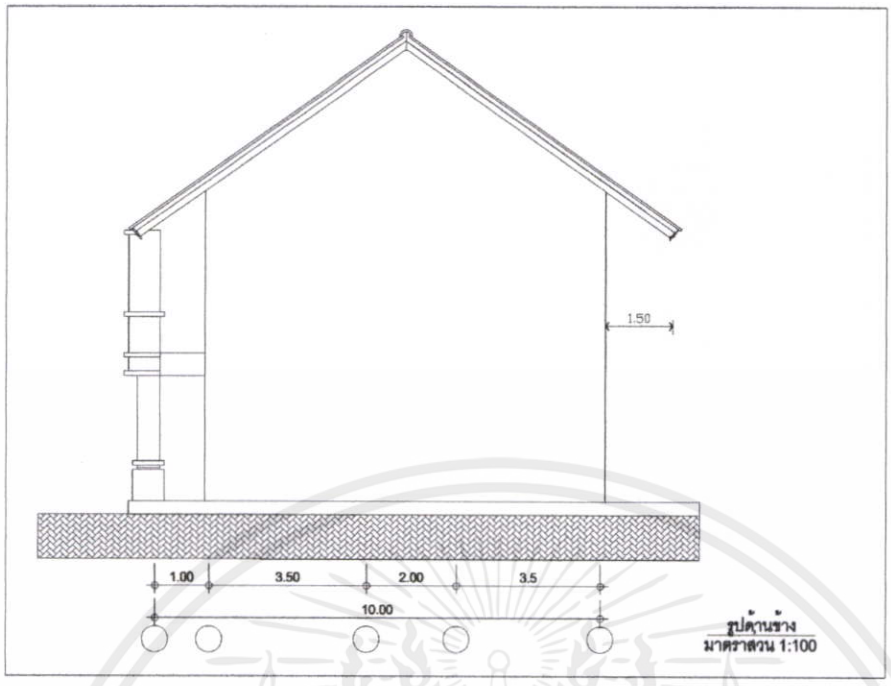
รูปที่ 7.4 แสดงรูปด้านหน้า ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1



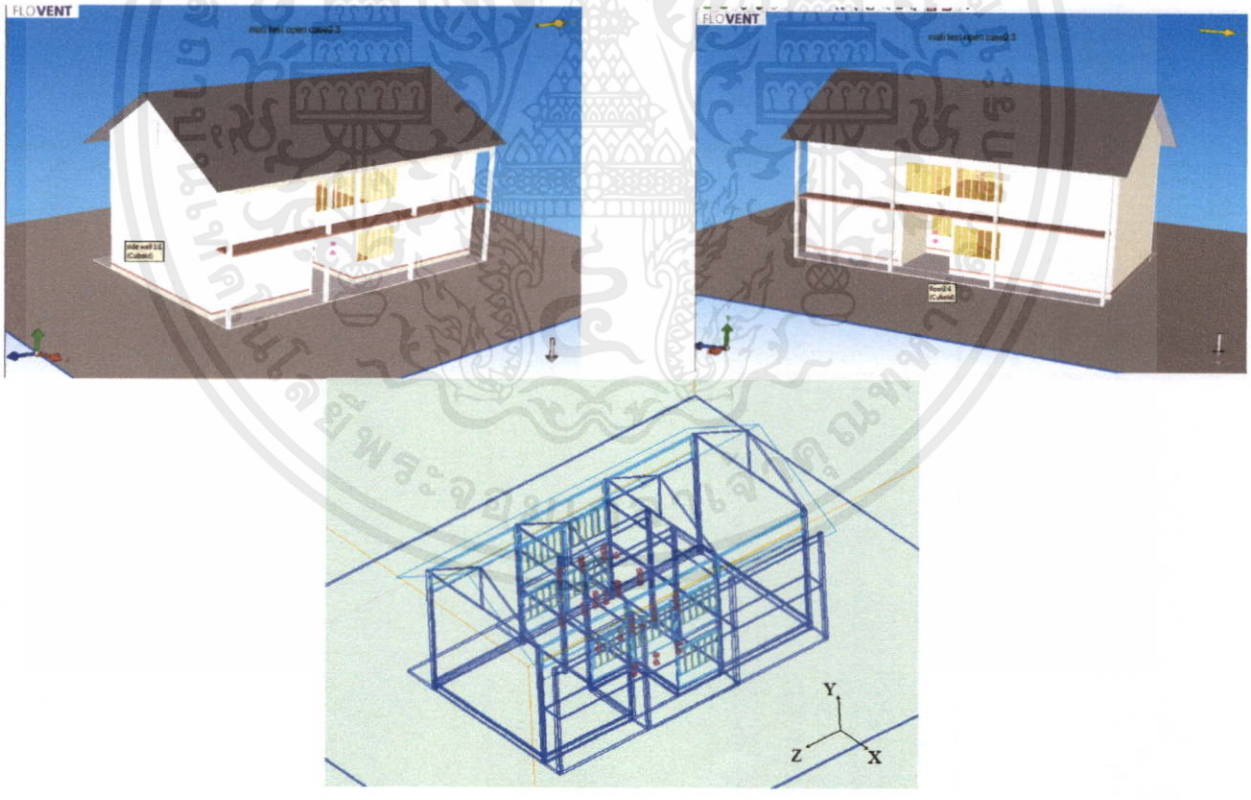
รูปด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.5 แสดงรูปด้านหลัง ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1



รูปที่ 7.6 แสดงรูปด้านข้าง ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 1

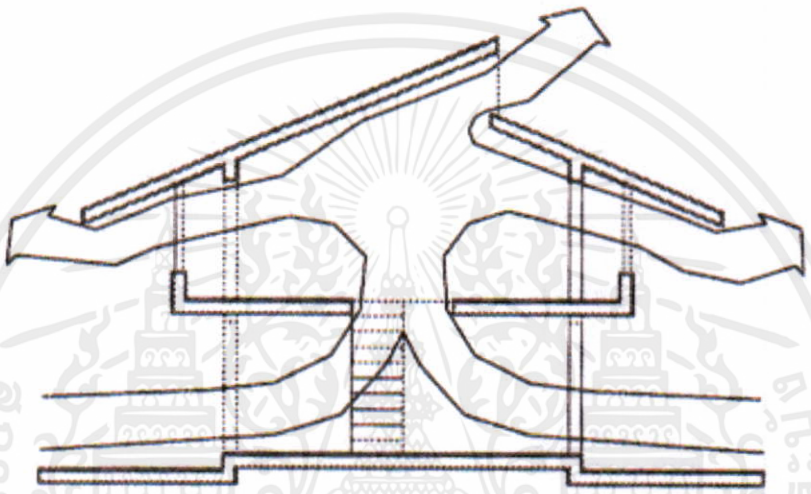


รูปที่ 7.7 ทัศนียภาพทาวน์เฮ้าส์แบบที่ 1 ด้านหน้าด้านซ้ายและด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.2 รูปแบบของทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ในการทดลองแบบที่ 2

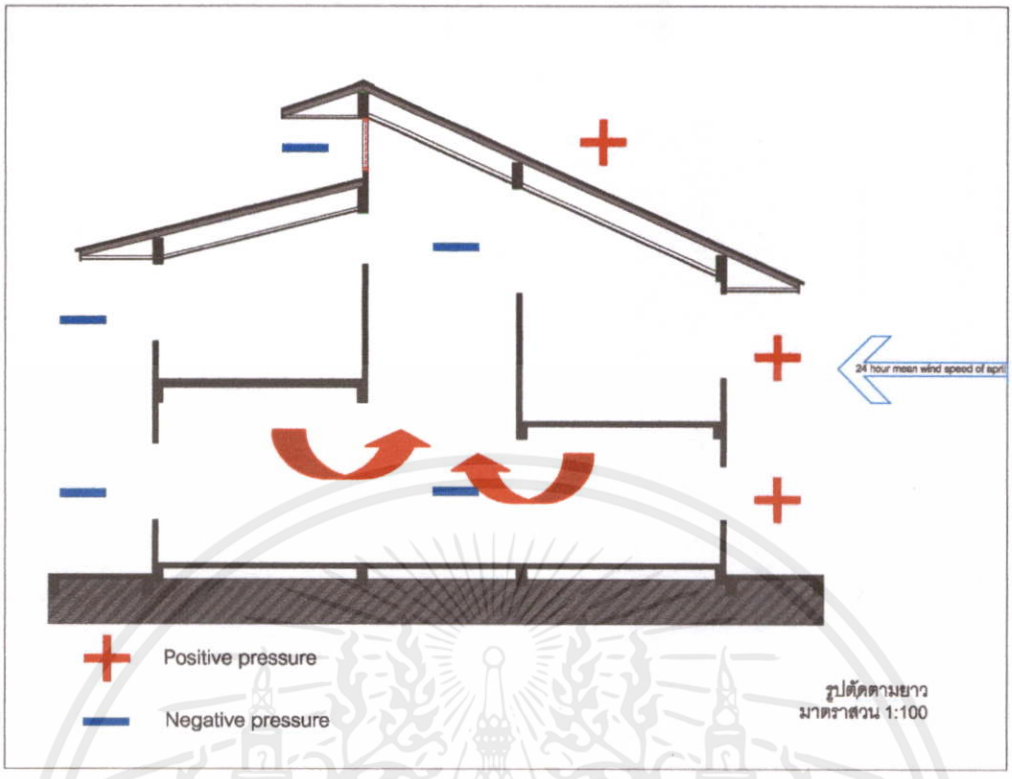
ทาวน์เฮ้าส์รูปแบบที่ใช้ในการทดลองแบบที่ 2 มีขนาดเท่ากับแบบที่ 1 คือมีหน้ากว้าง 6 เมตร ลึก 11 เมตรดูรูปที่ 7.8-7.16 แต่ออกแบบต่างกันโดยใช้หลักการออกแบบดังนี้ "จากหลักการไหลเนื่องจากความแตกต่างด้านอุณหภูมิ นำไปสู่การออกแบบให้อาคารมีฝ้าเพดานสูง ในสภาพแวดล้อมที่มีความร้อนสูง ห้องโถงบันได ควรมีการออกแบบให้เป็นเป็นโถงสูง เพื่อลดความร้อนใต้หลังคาในฤดูร้อน ในเส้นรุ้งต่ำ ๆ เช่น กรุงเทพ ฯ " (รูปที่ 7.8) (สมสิทธ์ นิตยะ ; 2545)



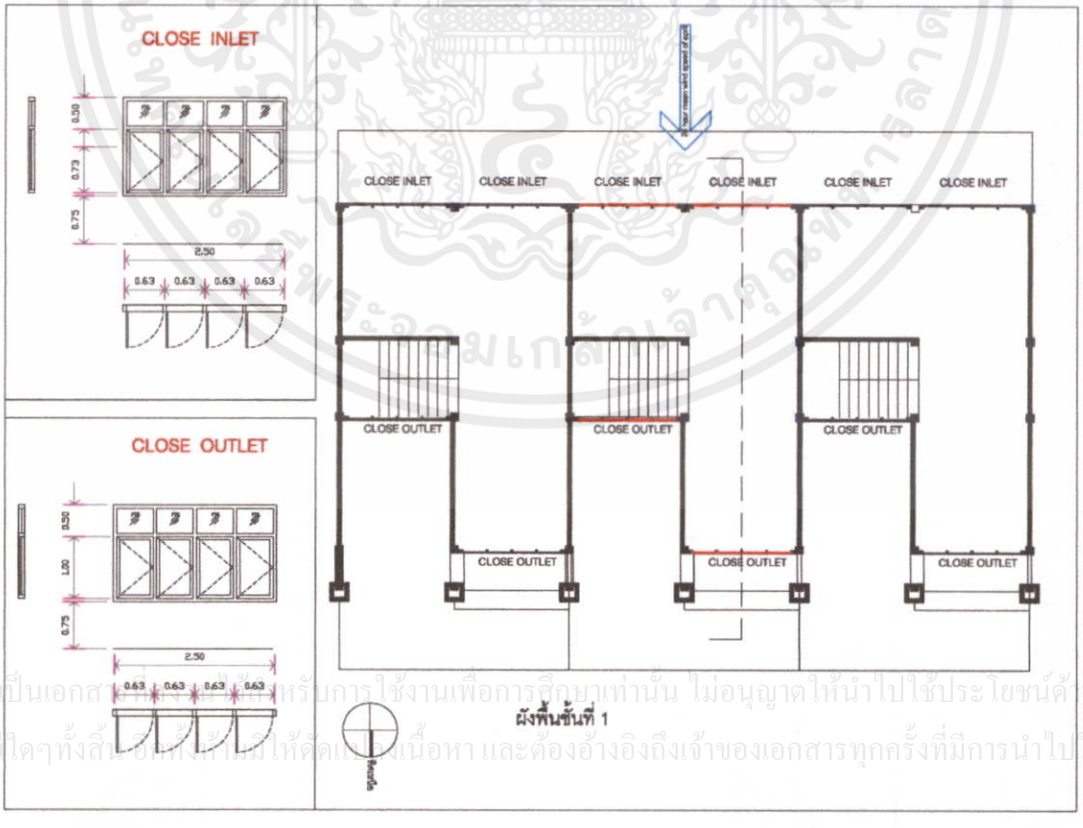
รูปที่ 7.8 ลักษณะการไหลของอากาศเนื่องจาก แรงลอยตัว (Buoyancy Force) เนื่องจากการระบายอากาศ ในขณะที่กระแสลมพัดผ่านอาคาร

จากหลักการนี้นำไปสู่การออกแบบ รูปแบบทาวน์เฮ้าส์แบบที่ 2 เพื่อ ความสบายด้านอุณหภูมิภายในอาคาร และการระบายอากาศแบบธรรมชาติ เนื่องจากการทดสอบปัญหาด้านอุณหภูมิภายในอาคารพบว่าในช่วงเวลาใช้งานตั้งแต่ช่วงเวลา 17.00 น ถึงเวลา 6.00 น. มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิภายนอกอาคารมากสุดที่ 3.6 องศา ดูจากรูปที่ 5.17 จึงควรแก้ปัญหาด้านอุณภูมิด้วยการเปิดช่องเปิดบริเวณหลังคานอกจากสามารถนำความร้อนที่สะสมภายในอาคาร (Air heat pocket) ออกนอกอาคารแล้ว ยังมีผลทำให้ความดันอากาศภายในอาคารมีความแตกต่างกับความดันอากาศ ภายนอาคารมากขึ้น ทำให้ลมภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคารได้เนื่องจากเมื่อเกิดความดันที่แตกต่างกันมากทำให้ลมเข้าแทนที่ ความดันที่ต่ำกว่าเสมอ ดูรูปที่ 7.9 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบที่ 1 จึงเป็นแนวทางในการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาด้านความเร็วลมภายในอาคารที่ต่ำและอุณหภูมิในอาคารที่สูงในช่วงเวลาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

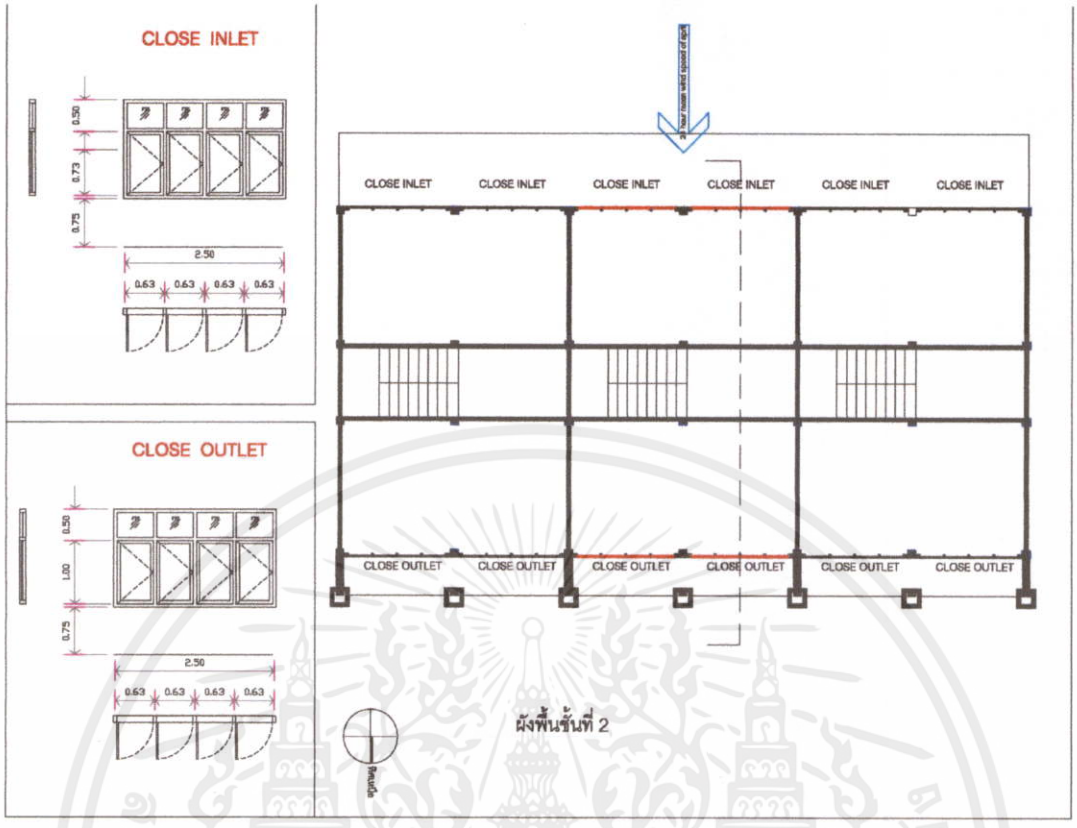


รูปที่ 7.9 รูปตัดแบบทาวน์เฮ้าส์แบบที่ 2 แสดงหลักการออกแบบเพื่อลดความดันอากาศภายในอาคาร และ แก้ไขปัญหาด้านอุณหภูมิสูงภายในอาคาร

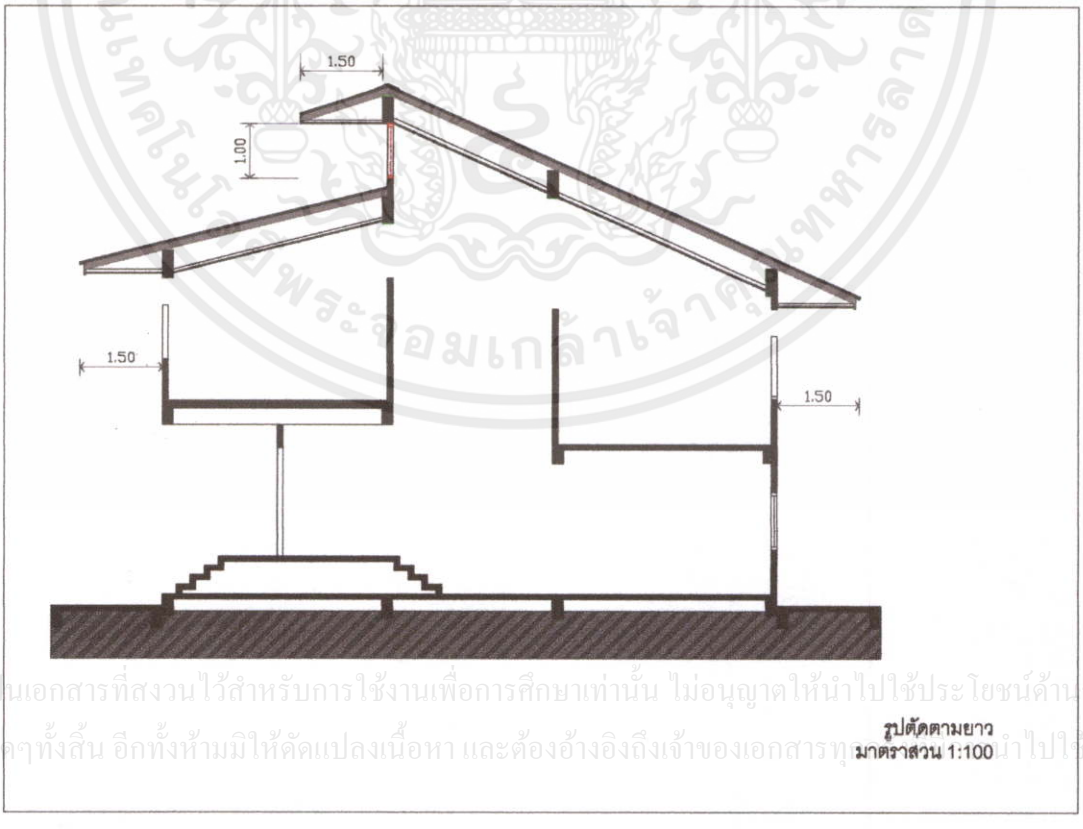


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.10 แสดงแปลนชั้น 1 ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2

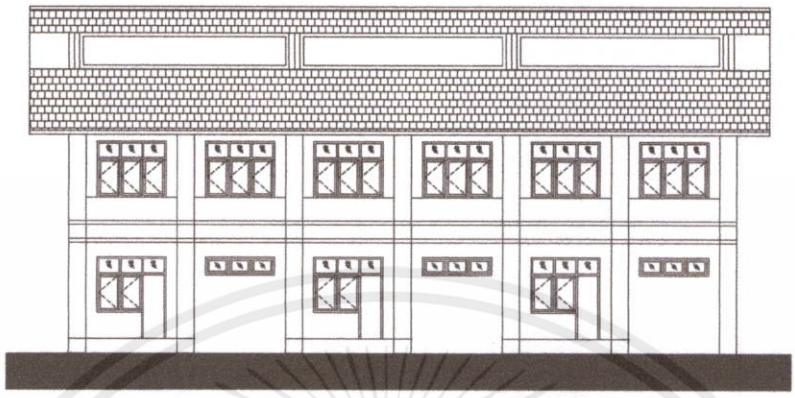


รูปที่ 7.11 แสดงแปลนชั้น 2 ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2



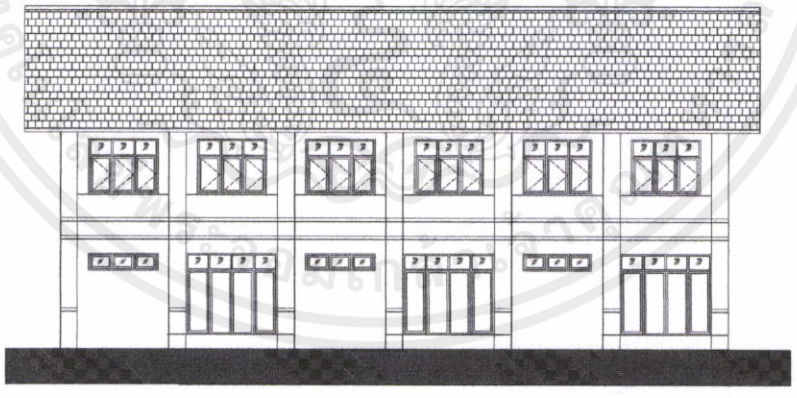
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.12 แสดงรูปตัด ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2



รูปด้านหลัง

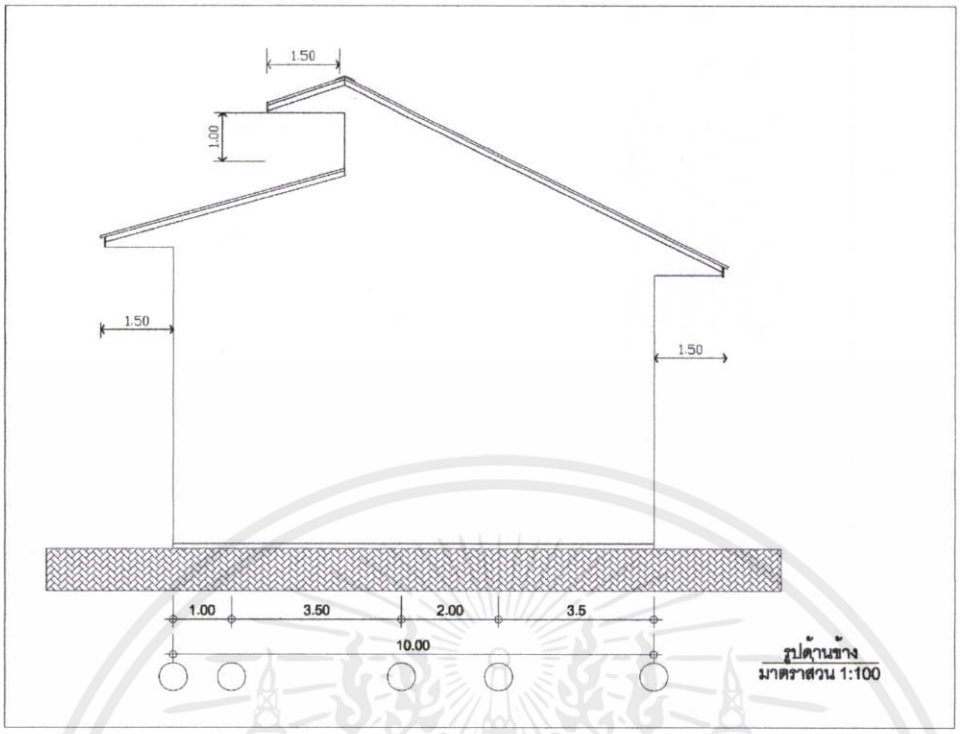
รูปที่ 7.13 แสดงรูปด้านหน้า ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2



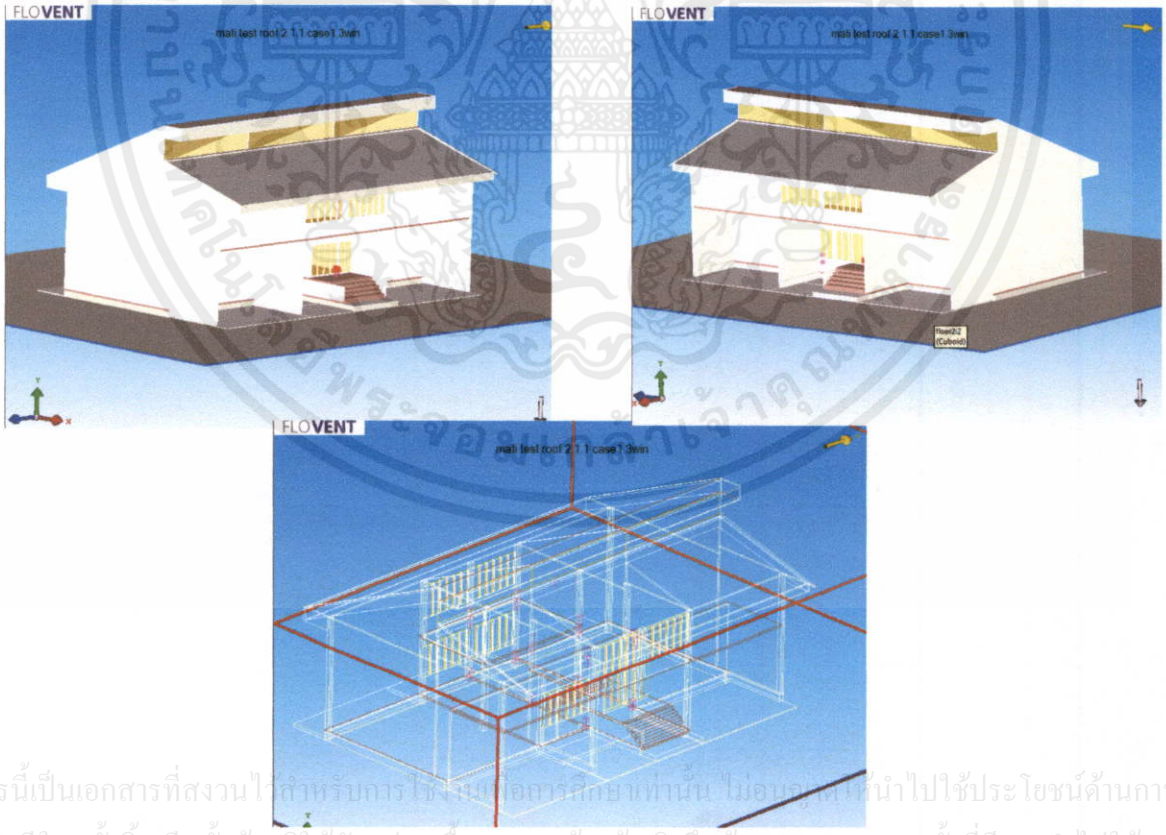
รูปด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.14 แสดงรูปด้านหลัง ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2



รูปที่ 7.15 แสดงรูปด้านข้าง ทาวน์เฮ้าส์ที่ใช้ทดสอบแบบที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.16 ทัศนียภาพทาวน์เฮ้าส์แบบที่ 2 ด้านหน้าด้านซ้ายและด้านขวา

7.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับโปรแกรม Flovent 6.2

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย จะถูกกำหนดค่าลงใน โปรแกรม Flovent 6.2 เพื่อคำนวณหาค่าผลการทดลองทั้งด้านอุณหภูมิ และความเร็วลม มีข้อมูลที่จำเป็นในการทดลอง สำหรับโปรแกรม Flovent 6.2 ดังนี้ ดูตารางที่ 7.1

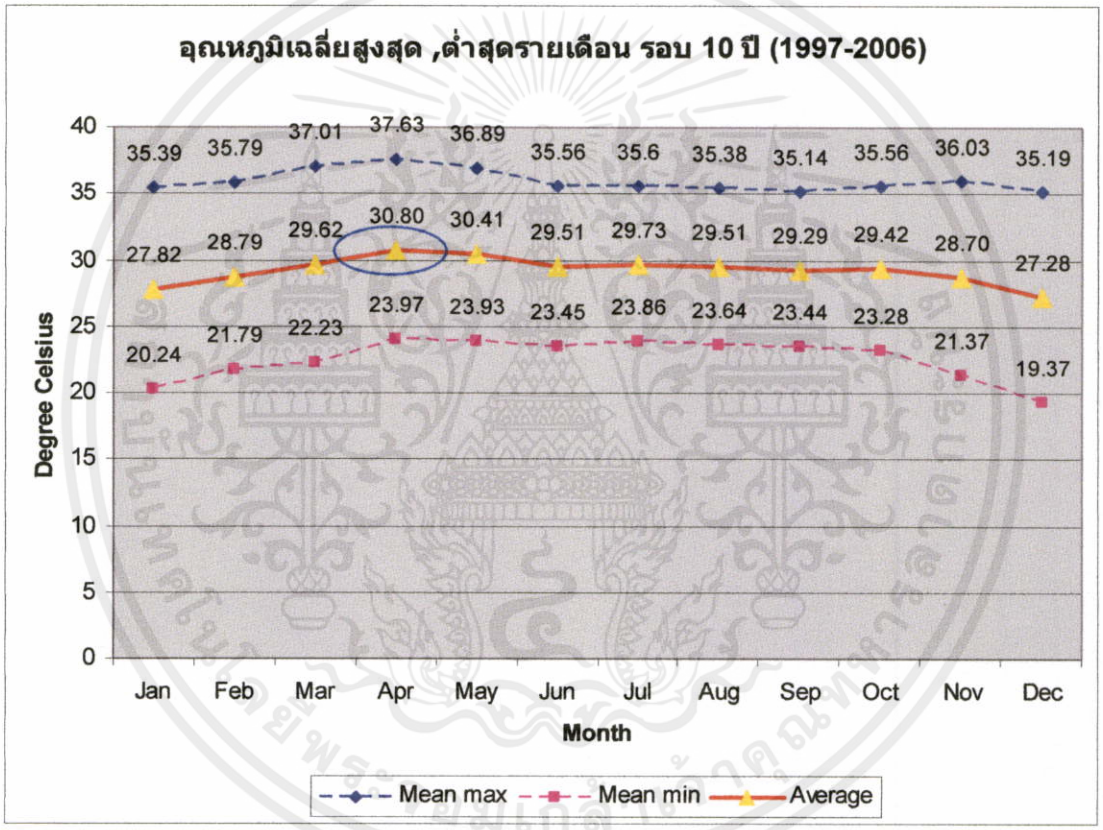
ตารางที่ 7.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับโปรแกรม Flovent 6.2

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับโปรแกรม flovent		
ประเภทข้อมูล	**รายละเอียด**	**ที่มา**
1. ที่ตั้งโครงการ		
กรุงเทพมหานคร ฯ	ละติจูด 13° 45'N และลองติจูด 100° 21'E,	กรมอุตุนิยมวิทยา
ทิศทางอาคาร	หันด้านยาวตั้งรับทิศเหนือและทิศใต้	(ภาพที่ 7.17)
2. ช่วงเวลาการทดลอง		
ราย 24 ชั่วโมง	เริ่มเวลา 6.00 น. ถึง 6.00 น ของอีกวันหนึ่ง (สำหรับการทดลองด้านอุณหภูมิ)	คู่มือการใช้โปรแกรม FLOVENT 6.2
ช่วงเวลา	ช่วงเวลา (สำหรับการทดลองด้านความเร็ว และกระแสลม)	คู่มือการใช้โปรแกรม FLOVENT 6.2
3. ข้อมูลด้านสภาพอากาศ		
2.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ใช้อุณหภูมิกระเปาะแห้ง เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมงเดือนเมษายนรอบ10 ปี	(ตารางที่ 7.4-7.5) ข้อมูลอากาศ รายชั่วโมงรอบ 10 ปี พ.ศ. 2540-2549 สถานีวัด ศูนย์ประชุมแห่งชาติ ศิริกิติ์
2.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก	ใช้ข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะเปียก เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมงเดือนเมษายนรอบ10 ปี	
2.3 Dew point temperature	ใช้ข้อมูลDew point temperature เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมงเดือนเมษายนรอบ10 ปี	
2.4 ความเร็วลมภายนอกอาคาร	ใช้ข้อมูลความเร็วลม เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมงเดือนเมษายนรอบ10 ปี	
2.5 ทิศทางลมภายนอกอาคาร	ใช้ทิศทางลม เฉลี่ยเดือนเมษายน รายชั่วโมง รอบ 10 ปี	
	ทิศทางลมเฉลี่ยเดือนเมษายน มาจากทางทิศใต้	(แผนภูมิที่ 7.4)
2.6 อุณหภูมิท้องฟ้า	ใช้ข้อมูลอุณหภูมิท้องฟ้า เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมงเดือนเมษายนรอบ10 ปี	(ตารางที่ 7.6) ดูวิธีการคำนวณจากสูตร
2.7 ความดันอากาศ	ใช้การคำนวณโดยโปรแกรม	ใช้การคำนวณโดยโปรแกรม
2.8 Solar radiation	ใช้การคำนวณโดยโปรแกรม	ใช้การคำนวณโดยโปรแกรม
4. ข้อมูลวัสดุก่อสร้างอาคาร	(Material's properties)	
พื้น	คอนกรีตเสริมเหล็ก	(ตารางที่ 7.2) (คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2541)
ผนัง	กำแพงก่ออิฐมอญ ฉาบปูน หนา 10 ซม.	
หลังคา	กระเบื้องซีเมนต์ หนา 8 มม.	
	กระเบื้องคอนกรีต หนา12 มม.	
ฉนวน	ฝ้ายิปซั่มบอร์ด หนา 12 มม.	
ประตู	ไม้เนื้อแข็งหนา 20 มม.	
หน้าต่าง	กระจก ใส 6 มม.	
5. ข้อมูล สีพื้นผิววัสดุ (Surface's properties)		
พื้นกระเบื้อง	น้ำตาล	(ดูรายละเอียด ตารางที่ 7.3) (คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2541)
แผ่นฉนวนกันความร้อน	เงิน	
สีทาภายนอก,ภายใน	ครีม	
ยิปซั่มบอร์ด	ขาว	
วงกบไม้ทาสีน้ำมัน	น้ำตาล	
ดินบริเวณรอบอาคาร	น้ำตาลเข้ม	
ผิวกระเบื้องหลังคา	เทาอ่อน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.1 ช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

การเลือกช่วงเวลาที่ใช้ทดสอบใช้ช่วงที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดในรอบปี สามารถครอบคลุมการแก้ไขปัญหาขอบเขตสบายได้ทั้งปี ช่วงเดือนเมษายนอยู่นอกเขตสบายมากที่สุด (รูปที่ 7.17) จึงเป็นช่วงเวลาที่นำมาทดสอบ เมื่อได้เดือนที่เป็นตัวแทนของช่วงเวลาแล้วจึง นำข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยรายชั่วโมง-ของเดือนเมษายน รอบ 10 ปี พ.ศ.2540-2549 มาเป็นข้อมูลในการทดสอบต่อไป ข้อจำกัดของการใช้ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยเป็นเวลา 10 ปีนั้นจะไม่สามารถครอบคลุมการแก้ปัญหาสภาวะสบายในช่วงเวลาที่สภาพอากาศรุนแรง (extreme maximum) ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาอันสั้นในแต่ละรอบปี



รูปที่ 7.17 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนรอบ 10 ปี พ.ศ.2540-2549

เนื่องจากการทดลองนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือการทดลองด้านอุณหภูมิภายในอาคาร และการทดลองด้านความเร็วลมภายในอาคารจึงแบ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการทดลองเป็น 2 แบบดังนี้

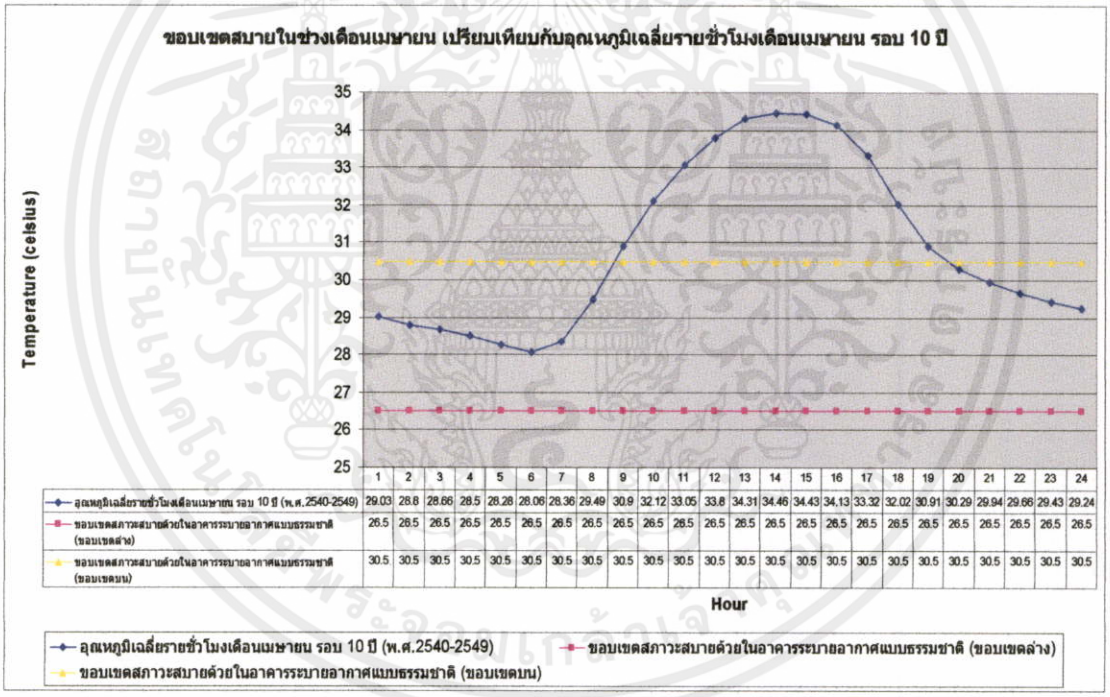
1) ช่วงเวลา ราย 24 ชั่วโมง (สำหรับการทดลองด้านอุณหภูมิภายในอาคาร)

2) ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง (สำหรับการทดลองด้านความเร็วลมและกระแสลมภายในอาคาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองด้านอุณหภูมิภายในอาคาร ใช้ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง เนื่องจาก อุณหภูมิภายในอาคาร มีการถ่ายเทความร้อนจากวัสดุ สู่อากาศภายในอาคารในเวลาที่แตกต่างกัน การเก็บผลการทดลองด้านอุณหภูมิจึงต้องเก็บผลเป็นรายชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมง เริ่มตอน 6 โมงเช้าถึง 6 โมงเช้าของอีกวันหนึ่ง เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องที่สุด

การสรุปผลที่ได้จากการทดลองต้องใช้อุณหภูมิรายชั่วโมงภายนอก และภายในอาคารที่ทดลองได้มาเปรียบเทียบกัน ทั้ง 24 ชั่วโมง โดยจะใช้อุณหภูมิชั่วโมงที่วัดได้จากภายในอาคารตัวอย่างทาวน์เฮ้าส์ทั่วไปเป็นบรรทัดฐานในการวัด เพื่อการเปรียบเทียบผลการทดลอง โดยอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง และขอบเขตน่าสบาย ในเขตกรุงเทพฯ จะเป็นตัวชี้วัดผลการทดลองด้านอุณหภูมิ ของทุกกรณี อุณหภูมิที่นำมาใช้เปรียบเทียบคืออุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง รายเดือน ของเดือนเมษายน รอบ 10 ปี พ.ศ. 2540-2549 (รูปที่ 7.18)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี (พ.ศ.2540-2549)	29.03	28.8	28.66	28.5	28.28	28.06	28.36	29.49	30.9	32.12	33.05	33.8	34.31	34.46	34.43	34.13	33.32	32.02	30.91	30.29	29.94	29.66	29.43	29.24
ขอบเขตสภาวะสบายด้วยในอาคารระบายอากาศแบบธรรมชาติ (ขอบเขตล่าง)	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
ขอบเขตสภาวะสบายด้วยในอาคารระบายอากาศแบบธรรมชาติ (ขอบเขตบน)	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5

รูปที่ 7.18 เปรียบเทียบขอบเขตน่าสบายของกรุงเทพรอบ 10 ปี กับอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง เดือนเมษายน รอบ 10 ปี พ.ศ.2540-2549

การทดลองด้านขนาดช่องเปิดภายในอาคารใช้ช่วงเวลา เพื่อเก็บผลการทดลองทั้งความเร็วลมและกระแสลมภายในอาคาร โดยจะทำการทดลองด้านความเร็วลมก่อน เพื่อหาขนาดช่องเปิด ที่ดีที่สุด โดยให้ความสำคัญกับพื้นที่เป้าหมายในการศึกษาคือพื้นที่ชั้น 2 ที่เป็นพื้นที่ห้องนอน เนื่องจากเป็นพื้นที่ ๆ เหมาะสมกับการระบายอากาศแบบธรรมชาติมากที่สุด โดยจะเปรียบเทียบผลความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของจุดวัดชั้น 2 ของทุกกรณี เพื่อหาขนาดช่องเปิดทางเข้าทางออกที่ดีที่สุด เมื่อได้ขนาดช่องเปิดที่ดีแล้ว จึงนำผลไปทดลองด้านกระแสลมภายในอาคารต่อไป โดยใช้ช่วงเวลาในการทดลอง ตำแหน่งช่องเปิด

วัสดุที่ใช้ในการทดลองจะใช้วัสดุที่มีใช้ในการก่อสร้างทั่วไป เหมือนวัสดุที่ใช้ก่อสร้างทาวน์เฮ้าส์ทั่วไปเหมือนกันทุกกรณี เพื่อนำผลการวัดที่ได้มาเปรียบเทียบกับ กับผลของทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป ดูตารางที่ 7.2 -7.3

ตารางที่ 7.2 ค่าวัสดุ (Material's properties) สำหรับโปรแกรม Flovent 6.2

Material's properties				
ประเภท	วัสดุก่อสร้างทั่วไป	conductivity, (W/mK)	Density, (kg/m)	Specific heat (J/kg K)
พื้น	คอนกรีตเสริมเหล็ก	1.400	2100	840
ผนัง	กำแพงก่ออิฐมอญ หนา 7 ซม.	0.574	1.615	800
	กำแพงก่ออิฐ ฉาบปูน หนา 10 ซม.	1.069	1700	840
	กำแพงก่ออิฐบล็อค หนา 10 ซม.	0.529	780	1000
หลังคา	กระเบื้องซีเมนต์ หนา 8 มม.	0.470	1350	1000
	กระเบื้องคอนกรีต หนา12 มม.	0.395	2000	1050
ฉนวน	ฝ้ายิปซัมบอร์ด หนา 12 มม.	0.993	2400	1000
ประตู	ไม้เนื้อแข็งหนา 20 มม.	0.261	980	1200
หน้าต่าง	กระจก ใส 6 มม.	1.100	2500	840

ตารางที่ 7.3 พื้นผิววัสดุ (Surface's properties) สำหรับโปรแกรม Flovent 6.2

Surface's properties					
พื้นผิว	Emissivity	Reflectivity	Color	Shininess	Brightness
พื้นกระเบื้อง	0.95	0.5	น้ำตาล	0.5	0.4
แผ่นฉนวนกันความร้อน	0.05	0.95	เงิน	0.97	0.95
สีทาภายนอก,ภายใน	0.9	0.6	ครีม	0.2	0.5
ยิปซัมบอร์ด	0.9	0.7	ขาว	0.5	0.5
สีน้ำมัน	0.09	0.6	น้ำตาล	0.5	0.35
ดิน	0.09	0.5	น้ำตาลเข้ม	0.3	0.45
ผิวกระเบื้องหลังคา	0.95	0.07	เทาอ่อน	0.3	0.5

7.2.2 อุณหภูมิภายนอกอาคาร

จากสถิติข้อมูลสภาพอากาศพบว่าการเลือกใช้ อุณหภูมิรายชั่วโมงเดือนเมษายนที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดของปีมาใช้จะครอบคลุมปัญหาสภาวะน่าสบายได้ ดังนั้นการทดลองนี้ใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง เดือนเมษายน รอบ 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540- 2549 ดูตารางที่ 7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.4 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี ที่ใช้การทดลอง ราย 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2540-2549)

Hour	อุณหภูมิเฉลี่ย เดือนเมษายน รายชั่วโมงรอบ 10 ปี (1997-2006)										
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Temp AVG 10Yr
1.00	28.50	29.80	27.80	28.00	29.80	29.20	29.30	29.70	29.20	29.00	29.03
2.00	28.30	29.70	27.70	27.80	29.70	29.00	29.10	29.50	28.40	28.80	28.80
3.00	28.00	29.50	27.50	27.60	29.50	28.80	28.90	29.30	28.90	28.60	28.66
4.00	27.80	29.40	27.30	27.50	29.40	28.60	28.80	29.10	28.70	28.40	28.50
5.00	27.50	29.30	27.10	27.30	29.10	28.40	28.50	28.90	28.50	28.20	28.28
6.00	27.20	29.10	26.90	27.10	28.90	28.10	28.40	28.70	28.30	27.90	28.06
7.00	27.20	29.30	27.10	27.40	29.30	28.50	28.80	29.10	28.60	28.30	28.36
8.00	28.30	30.50	28.30	28.40	30.40	29.90	29.90	30.10	29.80	29.30	29.49
9.00	30.10	31.40	29.70	29.50	31.70	31.30	31.90	31.80	30.80	30.80	30.90
10.00	31.40	32.60	30.90	30.30	32.80	32.70	33.40	33.40	31.90	31.80	32.12
11.00	32.50	33.60	31.60	31.20	33.80	33.70	34.00	34.40	33.00	32.70	33.05
12.00	33.40	34.40	32.10	31.70	34.60	34.40	34.70	35.10	33.90	33.70	33.80
13.00	33.90	34.90	32.90	32.30	34.90	35.00	35.10	35.90	34.40	33.80	34.31
14.00	34.00	35.10	33.10	32.50	35.10	34.80	35.10	36.10	34.30	34.50	34.46
15.00	33.70	35.10	33.10	32.60	35.20	34.60	35.00	36.30	34.50	34.20	34.43
16.00	33.30	34.90	32.80	32.20	34.60	34.40	34.70	36.00	34.30	34.10	34.13
17.00	32.80	34.00	32.10	31.70	33.70	33.60	34.00	34.80	33.30	33.20	33.32
18.00	31.50	32.40	30.90	30.70	32.70	32.30	32.60	33.20	31.90	32.00	32.02
19.00	30.20	31.30	30.00	29.70	31.70	31.10	31.40	31.80	30.90	31.00	30.91
20.00	29.70	30.70	29.50	29.30	30.90	30.40	30.70	31.10	30.30	30.30	30.29
21.00	29.40	30.50	28.80	28.90	30.60	30.20	30.30	30.60	30.00	30.10	29.94
22.00	29.10	30.20	28.30	28.70	30.40	30.00	30.00	30.40	29.80	29.70	29.66
23.00	28.90	30.10	28.00	28.50	30.20	29.70	29.70	30.20	29.50	29.50	29.43
24.00	28.70	29.90	27.90	28.20	30.00	29.40	29.50	29.90	29.30	29.60	29.24

7.2.3 ทิศทางลมและความเร็วลม ภายนอกอาคาร

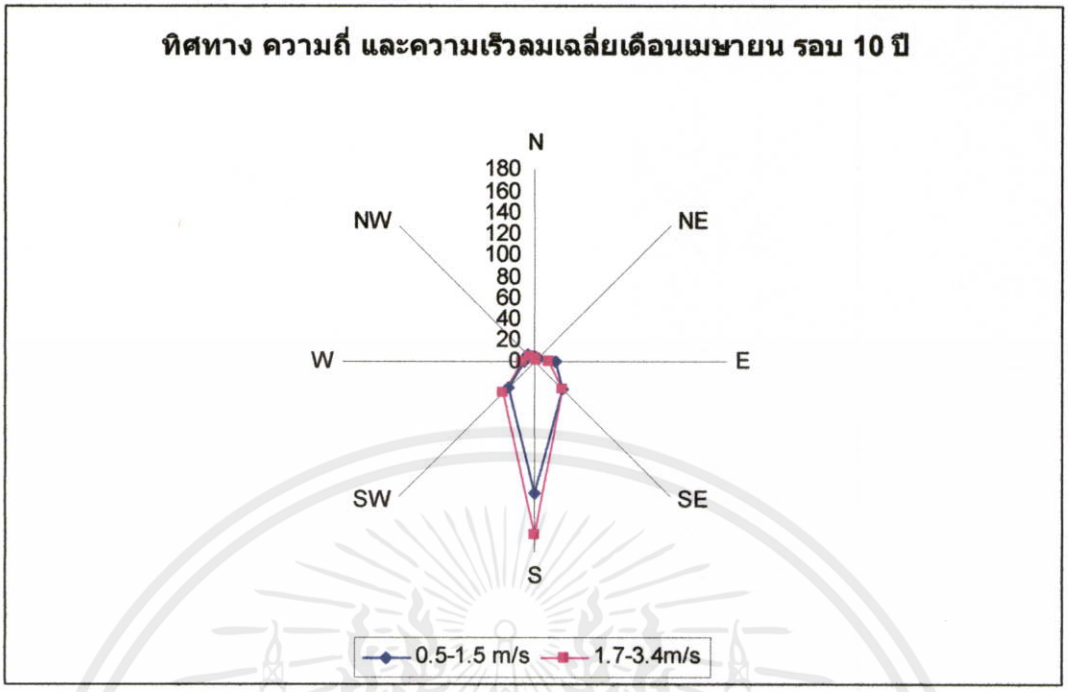
การทดลองนี้ใช้ทิศทางลมที่มาจากทางทิศใต้เท่านั้น และจากสถิติความเร็ว, ทิศทาง , ความถี่ของลม รายชั่วโมง เดือนเมษายนรอบ 10 ปี ทำให้ทราบว่า ทิศทางของลมเดือนเมษายน มาจากทางทิศใต้ ดูตารางที่ 7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.5 ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี ที่ใช้การทดลอง ราย 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2540-2549)

Hour	ความเร็วลมเฉลี่ยราย ชั่วโมง เดือนเมษายน รอบ 10 ปี (1997-2006)										
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Wind AVG 10 Yr
1.00	1.8	1.8	1.0	1.7	2.0	2.6	2.8	2.6	5.0	2.1	2.34
2.00	1.1	0.7	0.2	1.2	0.9	1.5	2.6	2.5	4.3	1.4	1.64
3.00	1.4	0.4	0.2	1.1	0.6	1.4	2.2	2.1	4.6	1.6	1.56
4.00	1.5	0.5	0.7	1.8	1.2	1.5	1.9	2.4	3.8	1.5	1.68
5.00	0.8	0.5	0.5	0.8	0.5	1.1	1.5	1.9	3.3	0.7	1.16
6.00	0.8	0.5	0.3	0.5	0.9	1.2	1.2	1.9	3.6	0.7	1.16
7.00	1.6	1.0	1.0	1.1	0.8	0.9	1.7	1.7	4.6	1.0	1.54
8.00	1.5	2.3	1.6	1.7	1.9	2.6	2.1	3.4	4.8	2.1	2.40
9.00	2.0	3.0	2.4	2.2	2.4	3.1	2.7	3.9	5.6	2.2	2.95
10.00	2.8	2.6	3.4	2.5	2.9	3.2	3.5	3.4	5.4	3.1	3.28
11.00	2.9	3.0	3.7	3.2	3.9	4.2	3.3	4.2	6.0	4.1	3.85
12.00	2.8	3.3	3.4	3.3	3.7	4.0	4.5	4.0	5.9	3.5	3.84
13.00	3.3	3.3	3.5	3.7	4.8	4.1	4.7	3.9	6.5	4.3	4.21
14.00	4.1	3.6	3.7	4.5	4.5	5.1	4.8	4.9	6.2	5.2	4.66
15.00	3.4	3.4	3.4	4.1	5.3	4.5	5.2	4.6	6.2	3.7	4.38
16.00	3.8	3.6	3.8	3.6	4.4	3.4	5.1	4.4	6.7	4.0	4.28
17.00	4.1	3.6	3.6	3.8	3.7	3.6	3.8	4.4	6.9	4.5	4.20
18.00	3.7	3.1	3.5	4.0	3.2	2.9	3.1	3.2	7.0	3.2	3.69
19.00	1.9	2.9	3.6	3.0	2.5	3.4	3.4	3.0	6.7	3.1	3.35
20.00	2.3	2.9	3.4	2.8	2.3	2.8	3.5	3.1	6.4	2.7	3.22
21.00	3.2	3.0	2.3	2.0	2.6	2.9	3.0	3.8	5.9	2.5	3.12
22.00	2.7	3.2	1.2	2.5	2.3	2.9	3.0	3.1	6.1	2.6	2.96
23.00	2.3	2.8	1.3	1.8	1.8	1.9	3.0	3.3	5.7	2.1	2.60
24.00	2.0	2.2	1.0	1.1	2.1	1.8	2.6	2.5	5.5	2.3	2.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.19 ทิศทาง ความเร็วลม และความถี่ ของลมเดือนเมษายน รอบ 10 ปี พ.ศ.2540-2549

การหาค่าอุณหภูมิท้องฟ้า

การทดลองนี้ใช้อุณหภูมิท้องฟ้าที่ได้จากการคำนวณ โดยใช้ค่า Dew point temperature ราย 24 ชั่วโมงเดือนเมษายนรอบ 10 ปี มาคำนวณหา ϵ_{sky} ก่อนแล้วจึงนำผลมาแทนค่าในสูตร (2.2) เพื่อหาค่า T_{sky} รายชั่วโมง ดังผล ตามตารางที่ 7.6

$$\epsilon_{sky} = 0.787 + (0.864 \times \ln(T_d / 273)) \quad \text{(Yellot, 1985)} \qquad (2.1)$$

แทนค่าในสูตร (2.2)

$$T_{sky} = (\epsilon_{sky})^{0.25} \times T_a \quad \text{(ASHRAE , 1978)} \qquad (2.2)$$

เมื่อ : ϵ_{sky} = Sky emissivity

T_d = Dew point temperature (in Kelvin)

T_a = Dry bulb temperature (in Kelvin)

T_{sky} = Sky temperature (in Kelvin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.6 อุณหภูมิท้องฟ้าเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี ที่ใช้ในการทดลอง ราย 24 ชั่วโมง (พ.ศ.2540-2549)

Hour	Dry bulb temperature (celcius)	Dew point temperature (celcius)	Sky emissivity E sky	t sky (celcius)
1.00	29.03	25.31	0.897922	20.87
2.00	28.8	25.35	0.89817	20.65
3.00	28.66	25.29	0.897798	20.51
4.00	28.5	25.24	0.897488	20.36
5.00	28.28	25.16	0.896992	20.14
6.00	28.06	25.03	0.87718	18.43
7.00	28.36	25.17	0.87802	18.71
8.00	29.46	25.25	0.8785	19.78
9.00	30.9	25.02	0.87712	21.17
10.00	32.12	24.79	0.87574	22.05
11.00	33.05	24.64	0.87484	22.95
12.00	33.8	24.53	0.87418	23.67
13.00	34.31	24.42	0.87352	24.17
14.00	34.46	24.27	0.87262	24.31
15.00	34.43	24.22	0.87232	23.98
16.00	34.13	24.03	0.87118	23.69
17.00	33.32	24.11	0.87166	22.91
18.00	32.02	24.44	0.87364	21.95
19.00	30.91	24.77	0.894574	22.7
20.00	30.29	25.11	0.896682	22.1
21.00	29.94	25.24	0.897488	21.76
22.00	29.66	25.3	0.89786	21.49
23.00	29.43	25.32	0.897984	21.26
24.00	29.24	25.3	0.89786	21.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 วิธีการทดลอง

การศึกษาจะเริ่มจากการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับช่องเปิดใต้หลังคาเป็นอันดับแรกเนื่องจากหลังคาเป็นที่มาของปัญหาด้านอุณหภูมิในอาคารประเภทพักอาศัยลำดับที่ 2 ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายในอาคารกับขนาดช่องเปิดทางเข้าและทางออก ลำดับที่ 3 ศึกษาเรื่องสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมภายในอาคารกับตำแหน่งช่องเปิด ดูตารางที่ 7.7

ตารางที่ 7.7 กรณีศึกษาทั้งหมด

ตารางกรณีศึกษา						
ลำดับ	หัวข้อการทดลอง	ลำดับ	รายละเอียดกรณีศึกษา	ช่วงเวลา	ตำแหน่งการวัด	ค่าที่วัด
1	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในอาคาร กับช่องเปิดใต้หลังคา	1	- กรณีที่ 1.1 ใช้ แบบการทดลองที่ 1 ไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา (กระเบื้องคอนกรีต)	- ช่วงเวลาวัด 24 ชม.	วัดที่ห้องกลาง ตั้งจุดวัดที่ชั้น บนและล่าง - ชั้น ล่าง มี 2 แถว ระดับ + 1.20 ม. - ชั้น บน มี 2 แถว ระดับ + 1.20 ม.	-อุณหภูมิภายในอาคาร (Temperature ° c)
		1	- กรณีที่ 1.2 ใช้ แบบการทดลองที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 เมตร (กระเบื้องคอนกรีต)	- ช่วงเวลาวัด 24 ชม.		
		1	- กรณีที่ 1.3 ใช้ แบบการทดลองที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 เมตร (กระเบื้องซีเมนต์)	- ช่วงเวลาวัด 24 ชม.		
		1	- กรณีที่ 1.4 ใช้ แบบการทดลองที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา 1.00 เมตร (กระเบื้องซีเมนต์)	- ช่วงเวลาวัด 24 ชม.		
		1	- กรณีที่ 1.5 ใช้ แบบการทดลองที่ 2 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 เมตร (กระเบื้องซีเมนต์)	- ช่วงเวลาวัด 24 ชม.		
2	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วภายในอาคาร กับขนาดช่องเปิด ทางเข้าและทางออก	1	- กรณีที่ 2.1 ใช้ แบบการทดลองที่ 1 ขนาดช่องเปิดทางเข้า 20% ขนาดช่องเปิดทางออก 20% ตำแหน่งช่องเปิดสูง 0.80ม	- ช่วงเวลาวัด 24 ชม.	วัดที่ห้องกลาง ตั้งจุดวัดที่ชั้น บนและล่าง - ชั้น ล่าง มี 3 แถว ระดับ + 1.20 ม. ระดับ + 0.90 ม. - ชั้น บน มี 3 แถว ระดับ + 1.20 ม. ระดับ + 0.90 ม. ระดับ + 0.50 ม.	-อุณหภูมิภายในอาคาร (Temperature ° c) - ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)
		1	- กรณีที่ 2.2 ใช้ แบบการทดลองที่ 1 ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% ขนาดช่องเปิดทางออก 30% ตำแหน่งช่องเปิดสูง 0.80ม	- ช่วงเวลาวัด 24 ชม.		
		1	- กรณีที่ 2.3 ใช้ แบบการทดลองที่ 1 ขนาดช่องเปิดทางเข้า 60% ขนาดช่องเปิดทางออก 60% ตำแหน่งช่องเปิดสูง 0.80ม	- ช่วงเวลาวัด 24 ชม.		
		2	- กรณีที่ 2.4 ใช้ แบบการทดลองที่ 1 ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% ขนาดช่องเปิดทางออก 60% ตำแหน่งช่องเปิดสูง 0.80ม			
		2	- กรณีที่ 2.4 ใช้ แบบการทดลองที่ 2 ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% ขนาดช่องเปิดทางออก 60% ตำแหน่งช่องเปิดสูง 0.80ม			
3	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมภายในอาคารกับตำแหน่งช่องเปิด	1	- กรณีที่ 3.1 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.40 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.40 ม.		วัดที่ห้องกลาง ตั้งจุดวัดที่ชั้น บนและล่าง - ชั้น ล่าง มี 3 แถว ระดับ + 1.20 ม. ระดับ + 0.90 ม. - ชั้น บน มี 3 แถว ระดับ + 1.20 ม. ระดับ + 0.90 ม. ระดับ + 0.50 ม.	- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s) - กระแสลมภายในอาคาร
		1	- กรณีที่ 3.2 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.40 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.80 ม.			
		1	- กรณีที่ 3.3 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.40 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 2.00 ม.			
		1	- กรณีที่ 3.4 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.80 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.40 ม.			
		1	- กรณีที่ 3.5 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.80 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.80 ม.			
		1	- กรณีที่ 3.6 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.80 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 2.00 ม.			
		1	- กรณีที่ 3.7 ใช้แบบการทดลองที่ 2. ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.80 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 2.00 ม.			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3.1 กรณีการทดลองที่ 1

<u>การทดลองที่ 1</u> การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิภายในอาคารกับช่องเปิดใต้หลังคา

ตามตารางกรณีศึกษา (ตารางที่ 7.8) เพื่อหาขนาดช่องเปิดใต้หลังคาที่ให้ผลของอุณหภูมิภายในอาคารที่แตกต่างกัน ทำการทดลองโดยปิดหน้าต่างเพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิภายในที่ไม่มีความเร็วลมภายอาคารเกี่ยวข้องมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

ตัวแปรคงที่ (Fix factors)

- ขนาดของทาวน์เฮ้าส์
- วัสดุผนัง พื้น และ ฝ้าเพดาน
- อุณหภูมิภายนอกอาคาร
- ความเร็วลมภายนอกอาคาร

ตัวแปรอิสระ (Variable factors)

- ขนาดช่องเปิดใต้หลังคา
- วัสดุหลังคา
- รูปแบบหลังคา

ผลลัพธ์ที่ต้องการ

- อุณหภูมิภายในอาคาร

ตารางที่ 7.8 แสดงตัวแปรการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในอาคารกับช่องเปิดใต้หลังคา

		รูปแบบอาคาร		ขนาดช่องเปิดใต้หลังคา		วัสดุหลังคา	
ลำดับ	กรณี	แบบที่ 1	แบบที่ 2 (หลังคาเปิด)	0.50 เมตร	1.00 เมตร	กระเบื้องคอนกรีต	กระเบื้องซีเมนต์
1	กรณีที่ 1.1	√		ไม่มี	ไม่มี	√	
1	กรณีที่ 1.2	√		มี		√	
2	กรณีที่ 1.3	√		มี			√
2	กรณีที่ 1.4	√			มี		√
3	กรณีที่ 1.5		√				√

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3.2 กรณีการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2 การทดลองความสัมพันธ์ด้านความเร็วลมภายในอาคารกับขนาดช่องเปิดทางเข้าและทางออก

เมื่อได้ศึกษาความสัมพันธ์ด้านอุณหภูมิที่เกี่ยวกับช่องเปิดใต้หลังคาแล้วจึงนำผลที่ได้จากการทดลองด้านอุณภูมิมาศึกษาด้านความเร็วลมภายในอาคาร ที่สัมพันธ์กับขนาดช่องเปิดต่อไป เนื่องจากความเร็วลมภายในอาคารมีความสัมพันธ์กับสภาวะน่าสบาย และขนาดช่องเปิดมีผลต่อความเร็วลมภายในอาคารโดยตรง จากตารางที่ 4.9 แสดงผลกระทบขนาดช่องเปิดลมเข้าและช่องเปิดลมออกซึ่งมีการพัดผ่านตลอดของกระแสลมต่อความเร็วลมเฉลี่ย (ที่มา : Givoni,1969) ขนาดของช่องเปิดทางเข้าและทางออกที่มีความเร็วลมเฉลี่ยภายในมากที่สุดเรียง 6 ลำดับมีดังนี้

1) ช่องเปิดเข้า 3/3ช่องเปิดออก 3/3,ความเร็วลมเฉลี่ยภายใน(v) = 47%
2) ช่องเปิดเข้า 1/3ช่องเปิดออก 3/3,ความเร็วลมเฉลี่ยภายใน(v) = 44%
3) ช่องเปิดเข้า 1/3ช่องเปิดออก 2/3,ความเร็วลมเฉลี่ยภายใน(v) = 39%
4) ช่องเปิดเข้า 2/3ช่องเปิดออก 2/3,ความเร็วลมเฉลี่ยภายใน(v) = 37%
5) ช่องเปิดเข้า 3/3ช่องเปิดออก 2/3,ความเร็วลมเฉลี่ยภายใน(v) = 36%
6) ช่องเปิดเข้า 1/3ช่องเปิดออก 1/3,ความเร็วลมเฉลี่ยภายใน(v) = 36%

การเลือกขนาดช่องเปิดจำเป็นต้องพิจารณาเรื่อง กรณีที่ 1 , 2, 5 จึงไม่นำมาพิจารณาเช่นกัน เหลือแต่กรณีที่ 3, 4, 6 และเพิ่มขนาด ขนาดช่องเปิดทางเข้า 20 % ทางออก 20% อีก 1 กรณี การทดลองด้านความเร็วลมที่สัมพันธ์กับขนาดช่องเปิด มี 4 กรณี นอกจากขนาดช่องเปิดทีมีผลกับความเร็วลมแล้วยังมี และรูปแบบหลังคาทีส่งผลต่อความเร็วลม ทั้งหมดแบ่งเป็น 4 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 แบบอาคารแบบที่ 1 ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% ขนาดช่องเปิดทางออก 60% ตำแหน่งช่องเปิดสูง 0.80ม

กรณีที่ 2 แบบอาคารแบบที่ 1 ขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% ขนาดชองเปิดทางออก 30% ตำแหน่งช่องเปิดสูง 0.80ม

กรณีที่ 3 แบบอาคารแบบที่ 1 ขนาดช่องเปิดทางเข้า 60% ขนาดช่องเปิดทางออก 60% ตำแหน่งช่องเปิดสูง 0.80ม

กรณีที่ 4 แบบอาคารแบบที่ 2 ขนาดช่องเปิดทางเข้า 60% ขนาดช่องเปิดทางออก 60% ตำแหน่งช่องเปิดสูง 0.80ม

ลำดับการทดลอง ลำดับที่ 1 หาขนาดช่องเปิดที่ให้ผลของความเร็วลมภายในอาคารที่ต่างกัน ลำดับที่ 2 หารูปแบบหลังคาที่ให้ผลของความเร็วลมภายในที่ต่างกัน เนื่องการทดลองต้องการทราบถึงขนาดช่องเปิดที่ส่งผลต่อความเร็วลม เฉพาะช่องเปิดทางเข้าและทางออก จึงไม่นำกำแพงภายในอาคารชั้น2และชั้น 1มาพิจารณา เป็นตัวแปรร่วมในการทดลองนี้ แต่จะกล่าวถึงในการทดลองช่องเปิดกลางอาคารต่อไป การทดลองส่วนนี้แบ่งเป็น 5 กรณี ดังตารางที่ 7.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรคงที่ (Fix factors)

- ขนาดของทาวน์เฮ้าส์
- อุณหภูมิภายนอกอาคาร
- ความเร็วลมภายนอกอาคาร
- ทิศทางลมภายนอก อาคาร
- ตำแหน่งช่องเปิด

ตัวแปรอิสระ (Variable factors)

- ขนาดช่องเปิดทางเข้า และ ขนาดช่องเปิดทางออก
- รูปแบบหลังคา

ผลลัพธ์ที่ต้องการ

- ความเร็วลมภายในอาคาร (Wind speed)
- กระแสลมภายในอาคาร (Flow pattern)

ตารางที่ 7.9 แสดงตัวแปรการทดลองและลำดับการทดลอง ความสัมพันธ์ความเร็วลมภายในอาคารกับขนาดช่องเปิด

		ขนาดช่องเปิดทางเข้า- ทางออก				ตำแหน่งช่องเปิดสูง	รูปแบบอาคาร	
		20-20	30-30	60-60	30-60	0.80 ม.	แบบที่ 1	แบบที่ 2 (หลังคาเปิด)
ลำดับ	กรณี							
1	กรณีที่ 2.1	√				√	√	
1	กรณีที่ 2.2		√			√	√	
1	กรณีที่ 2.3			√		√	√	
2	กรณีที่ 2.4				√	√	√	
2	กรณีที่ 2.5				√	√		√

7.3.3 กรณีการทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3 การทดลองความสัมพันธ์ด้านกระแสลมภายในอาคารกับตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคาร

การทดลองขนาดช่องเปิดทางเข้าและทางออกทำให้ได้ขนาดช่องเปิด ที่ดีที่สุดสำหรับการทดลองความสัมพันธ์ด้านกระแสลมภายในอาคาร "ความสูงของช่องเปิดลมเข้าเป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดระดับของแนวการไหลเวียนของลมภายในอาคาร โดยระดับความสูงช่องเปิดที่เหมาะสมควรจะสัมพันธ์กับระดับร่างกาย ช่องเปิดลมเข้าและช่องเปิดลมออกที่อยู่ในระดับใกล้ฝ้าเพดานแม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้ความเร็วลมภายในอาคารสูงกว่าแต่การไหลเวียนของลมจะเกิดเหนือพื้นที่ใช้งาน ในขณะที่ช่องเปิดลมเข้าและออกในระดับพื้นแม้จะมีความเร็วลมที่ต่ำกว่าแต่การไหลเวียนของลมจะใกล้เคียงกับพื้นที่ใช้งานมากกว่า" (มาลินี ศรีสุวรรณ, 2543) ตำแหน่งช่องเปิดที่ใช้ในการทดลองจะแบ่งเป็น 2 ระดับ คือระดับสูงจากพื้น 0.40 ซม. 0.80 เมตร และ 2.00เมตร ทั้งหมดมี 6 กรณีดังตารางที่ 7.10

ตารางที่ 7.10 แสดงตัวแปรการทดลองความสัมพันธ์ความเร็วลมภายในอาคารกับตำแหน่งช่องเปิด

		ตำแหน่งช่องเปิด ทางเข้าและทางออก		ตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคาร			รูปแบบอาคาร	
ลำดับ	กรณี	0.40 ม.	0.80 ม.	0.40 ม.	0.80 ม.	2.00 ม.	แบบที่ 1	แบบที่ 2 (หลังคาเปิด)
1	กรณีที่ 3.1	√		√			√	
1	กรณีที่ 3.2	√			√		√	
1	กรณีที่ 3.3	√				√	√	
1	กรณีที่ 3.4		√	√			√	
1	กรณีที่ 3.5		√		√		√	
1	กรณีที่ 3.6		√			√	√	
2	กรณีที่ 3.7	√			√			√

ตัวแปรคงที่ (Fix factors)

- ขนาดของทาวน์เฮ้าส์
- อุณหภูมิภายนอกอาคาร
- ความเร็วลมภายนอกอาคาร
- ทิศทางลมภายนอก อาคาร
- ขนาดช่องเปิดทางเข้าและทางออก
- วัสดุก่อสร้าง

ตัวแปรอิสระ (Variable factors)

- ตำแหน่งช่องเปิดทางเข้าและทางออก
- ตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคาร
- ขนาดช่องเปิดกลางอาคาร

ผลลัพธ์ที่ต้องการ

- ความเร็วลมภายในอาคาร
- กระแสลมภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

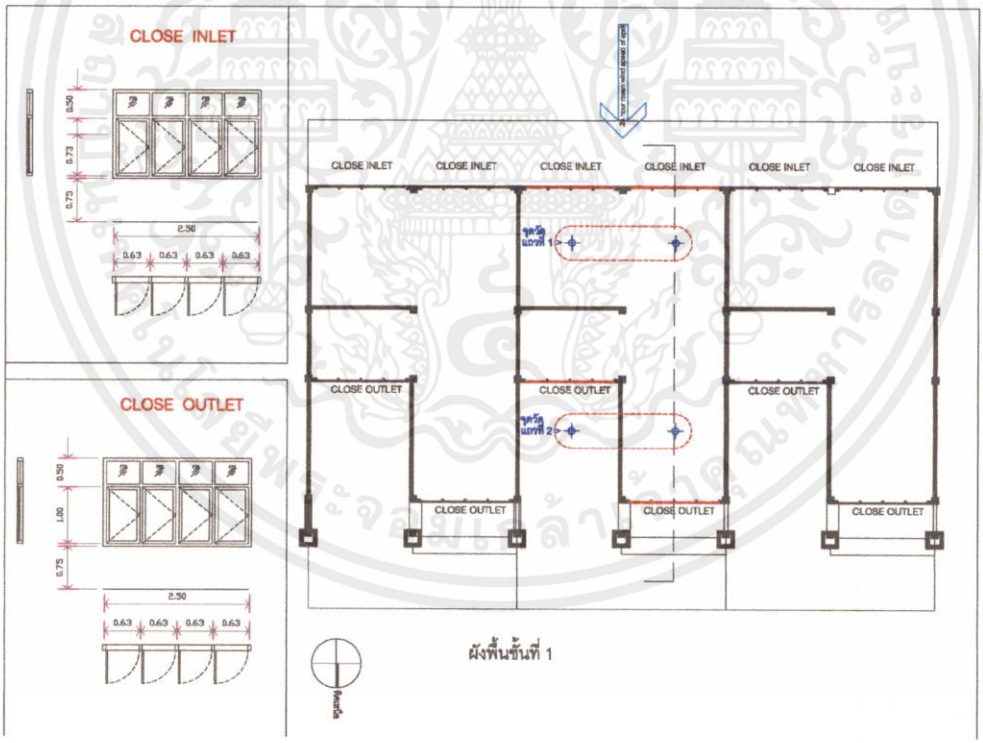
7.3.4 ตำแหน่งเครื่องวัด

ตำแหน่งและค่าของเครื่องวัด จะกำหนดจุดในพื้นที่เป้าหมายที่จะศึกษา คือบริเวณชั้น 2 บริเวณห้องนอนทั้งด้านหน้าและด้านหลังบ้าน ระยะความห่างจากผนังและหน้าต่าง 1.50 เมตร เพื่อให้ตำแหน่งอยู่ในจุดพื้นที่ผู้อยู่ใช้อาคารใช้งานจริง เครื่องวัดสามารถวัดค่าได้ทั้งอุณหภูมิและความเร็วลมได้พร้อมกัน การกำหนดตำแหน่งเครื่องวัด แบ่งได้เป็น 2 กรณีดังนี้

1) ตำแหน่งเครื่องวัดสำหรับการทดลองที่ 1 ชั้นล่าง 1 ระดับคือสูงจากพื้นชั้นล่าง +1.20 เมตร ชั้นบน 1 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นบน +1.20 เมตร ดูรูปที่ 7.20 , 7.21 , 7.22

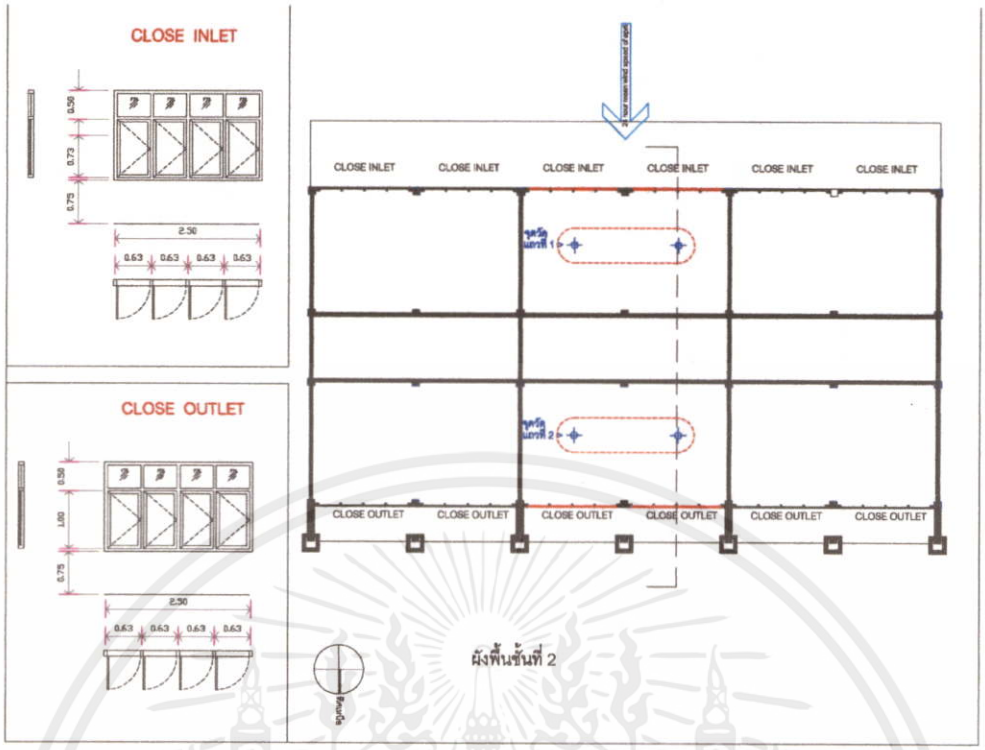
2) ตำแหน่งเครื่องวัดสำหรับการทดลองที่ 2 มีตำแหน่งจุดวัด ชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม. และ +1.20 เมตร ดูตามรูปที่ 7.21 , 7.22, 7.23

3) ตำแหน่งเครื่องวัดสำหรับการทดลองที่ 3 มีตำแหน่งจุดวัด ชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม. และ +1.20 เมตร ดูตามรูปที่ 7.21 , 7.22, 7.23

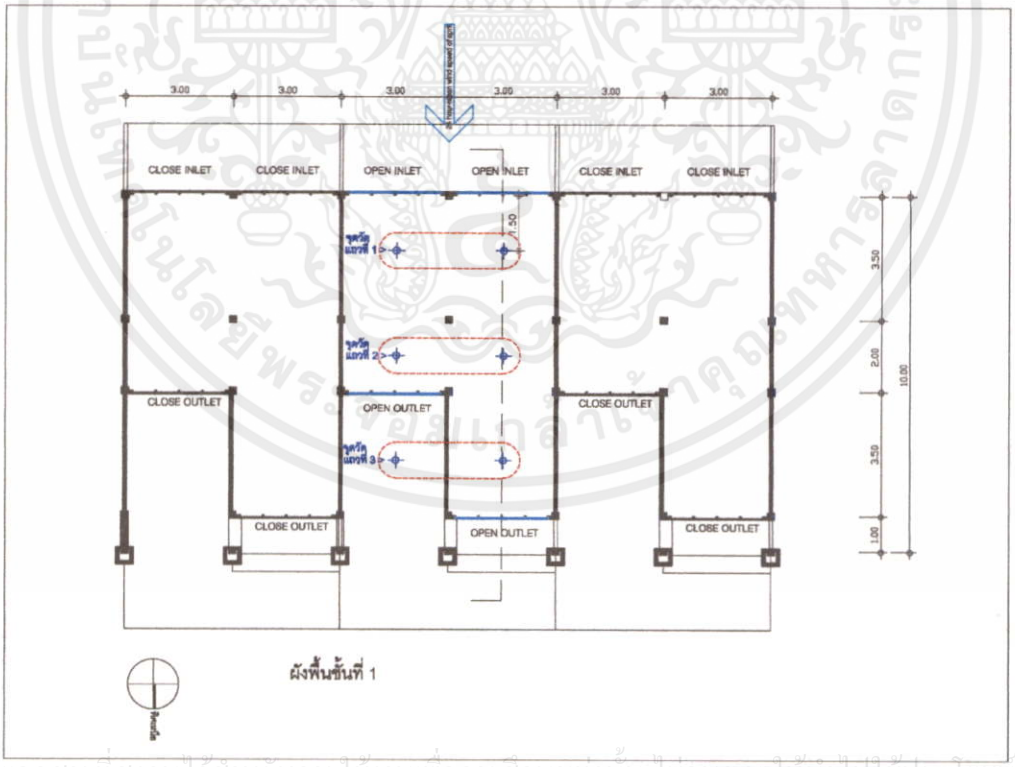


รูปที่ 7.20 แสดงตำแหน่งเครื่องวัดบริเวณพื้นชั้น 1 (วัดอุณหภูมิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

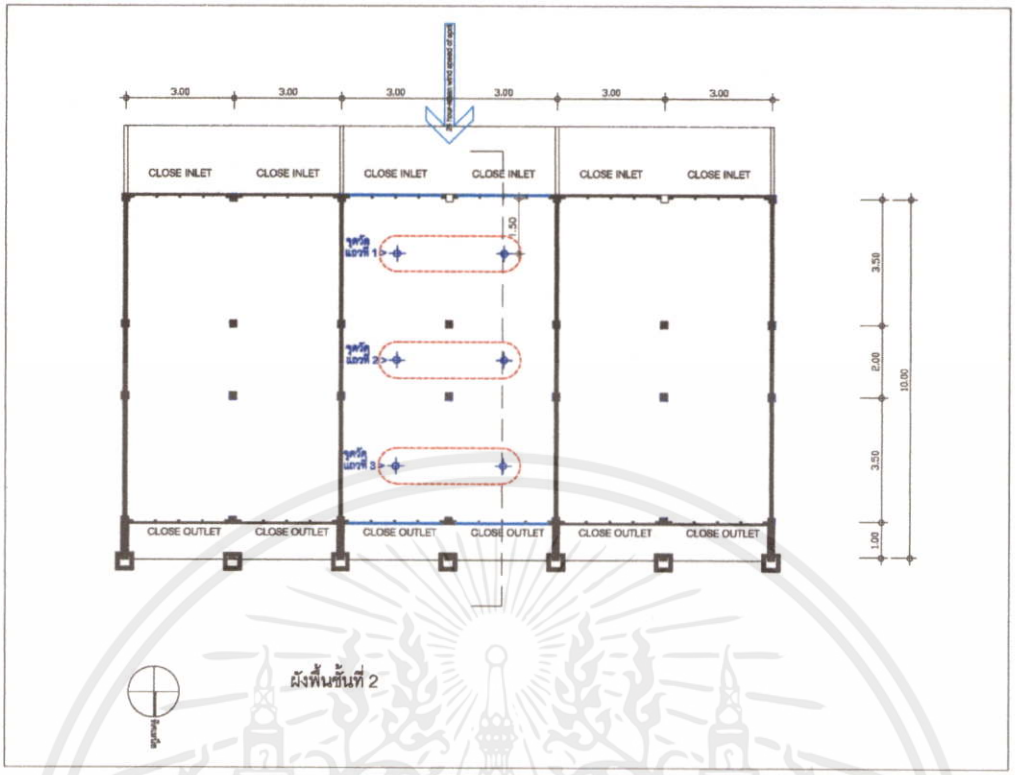


รูปที่ 7.21 แสดงตำแหน่งเครื่องวัดบริเวณพื้นชั้น 2 (วัดอุณหภูมิ)

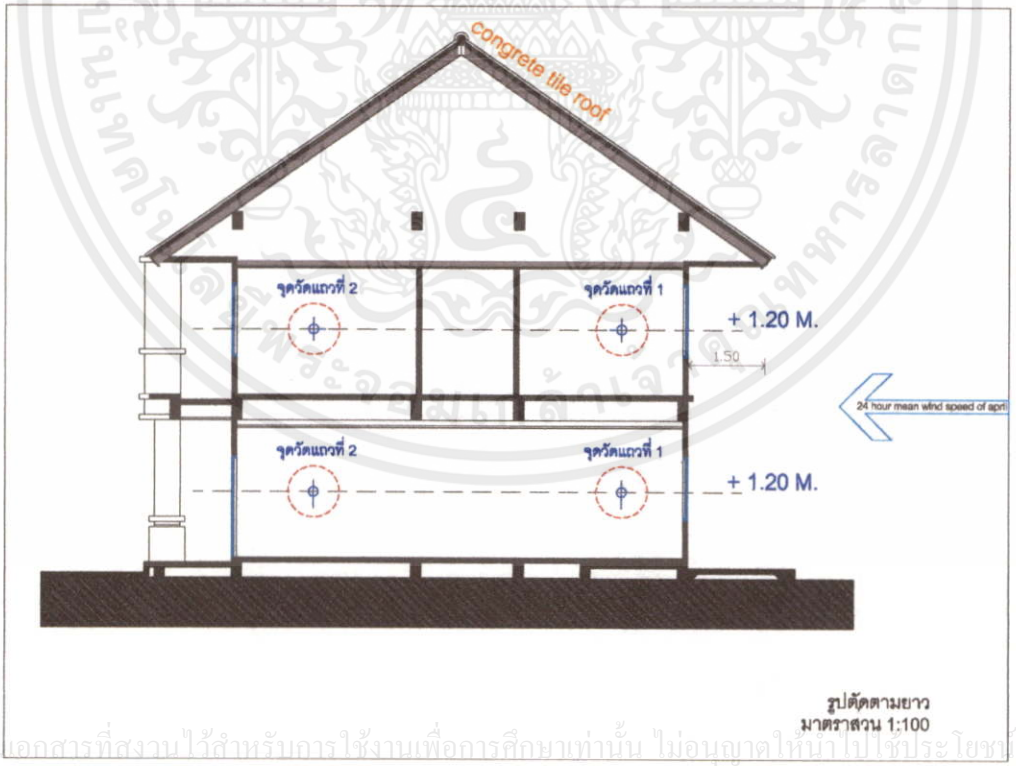


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.22 แสดงตำแหน่งเครื่องวัดบริเวณพื้นชั้น 1 (วัดลม)

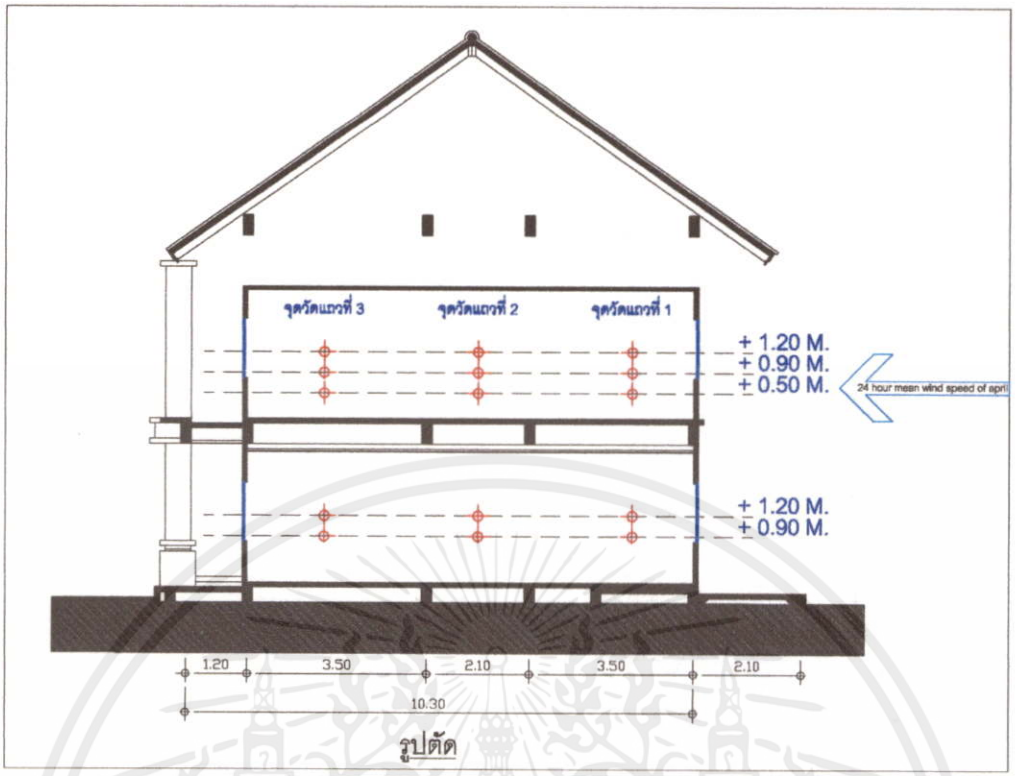


รูปที่ 7.23 แสดงตำแหน่งเครื่องวัดบริเวณพื้นชั้น 2 (วัดลม)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

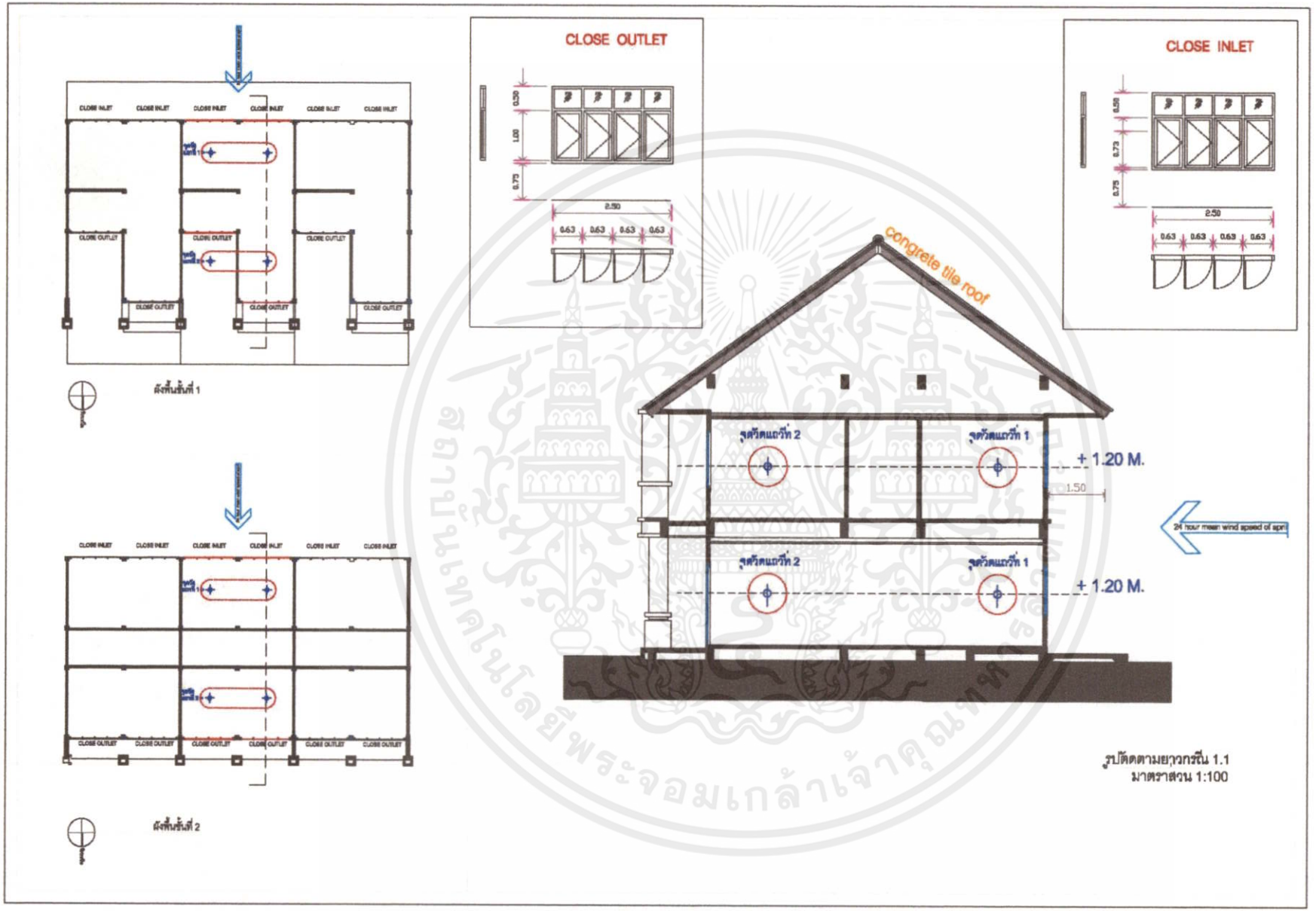
รูปที่ 7.24 ตำแหน่งเครื่องวัดที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้น 1 และชั้น 2 มองจากรูปตัด



รูปที่ 7.25 ตำแหน่งเครื่องวัดที่ใช้วัดลมภายในอาคาร ชั้น 1 และชั้น 2 มองจากรูปตัด

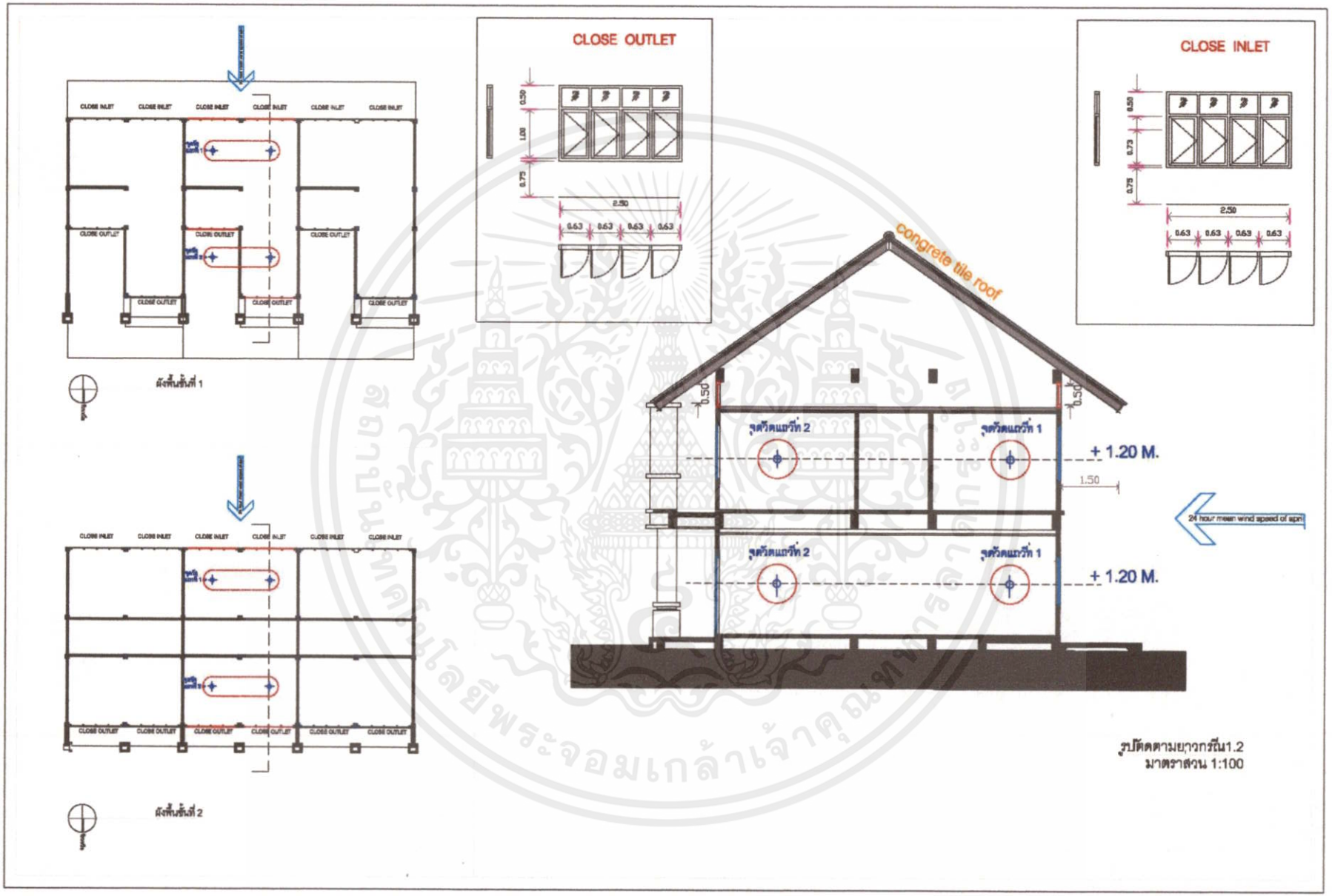
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.1 รูปแบบทางน่ำอาส์ การทดลองที่ 1 (ดูรูปที่ 7.26-7.30)



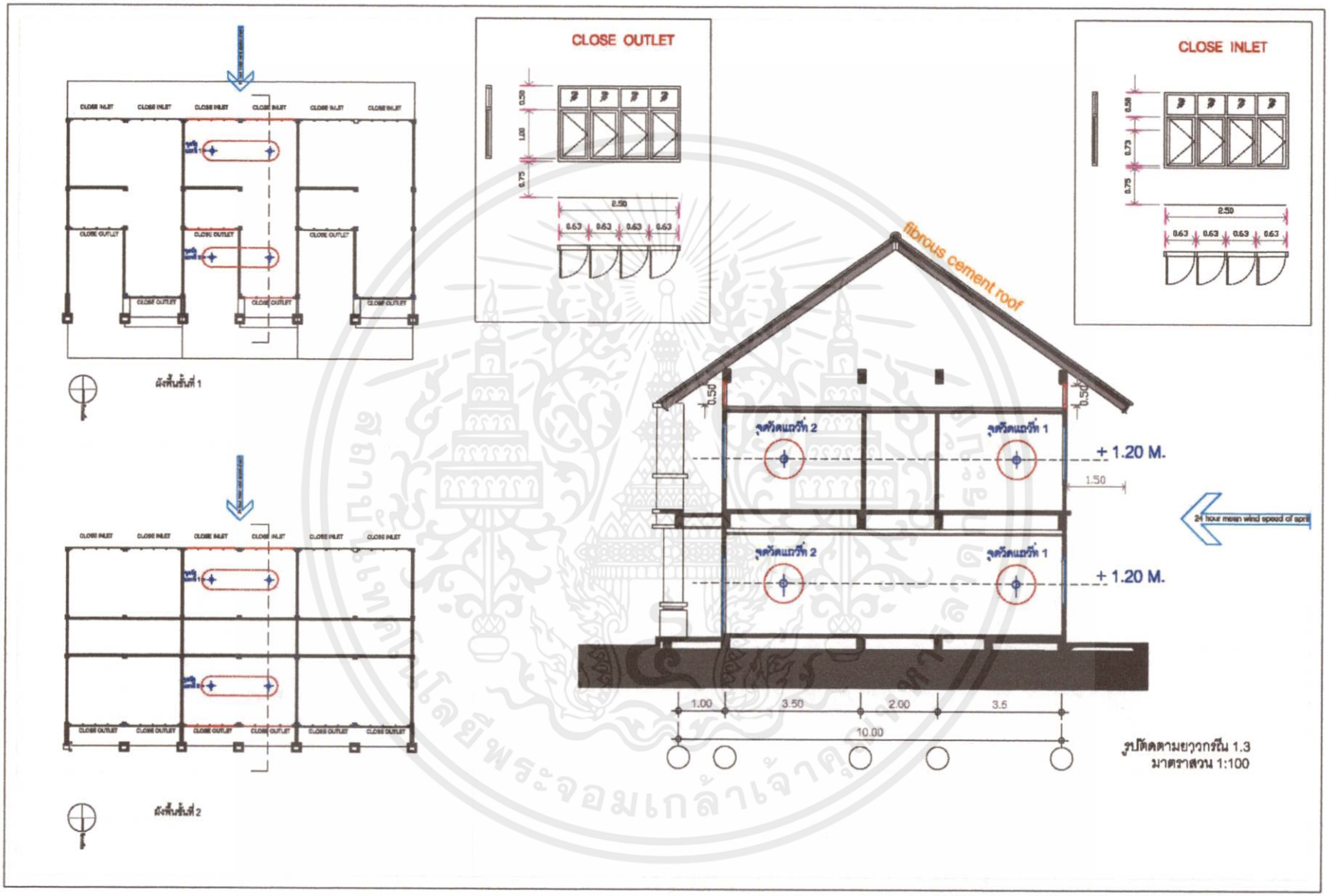
รูปที่ 7.26 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



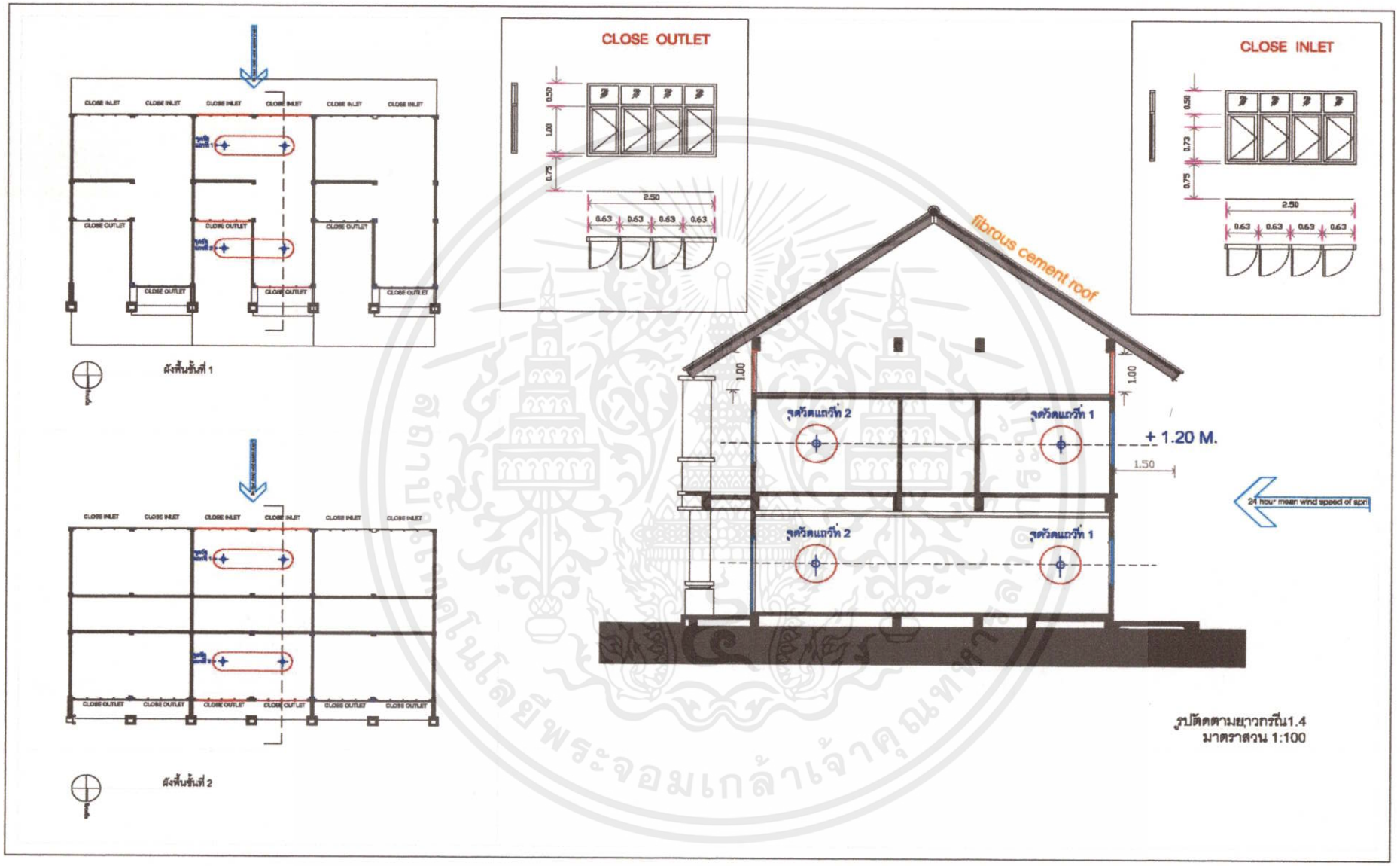
รูปที่ 7.27 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



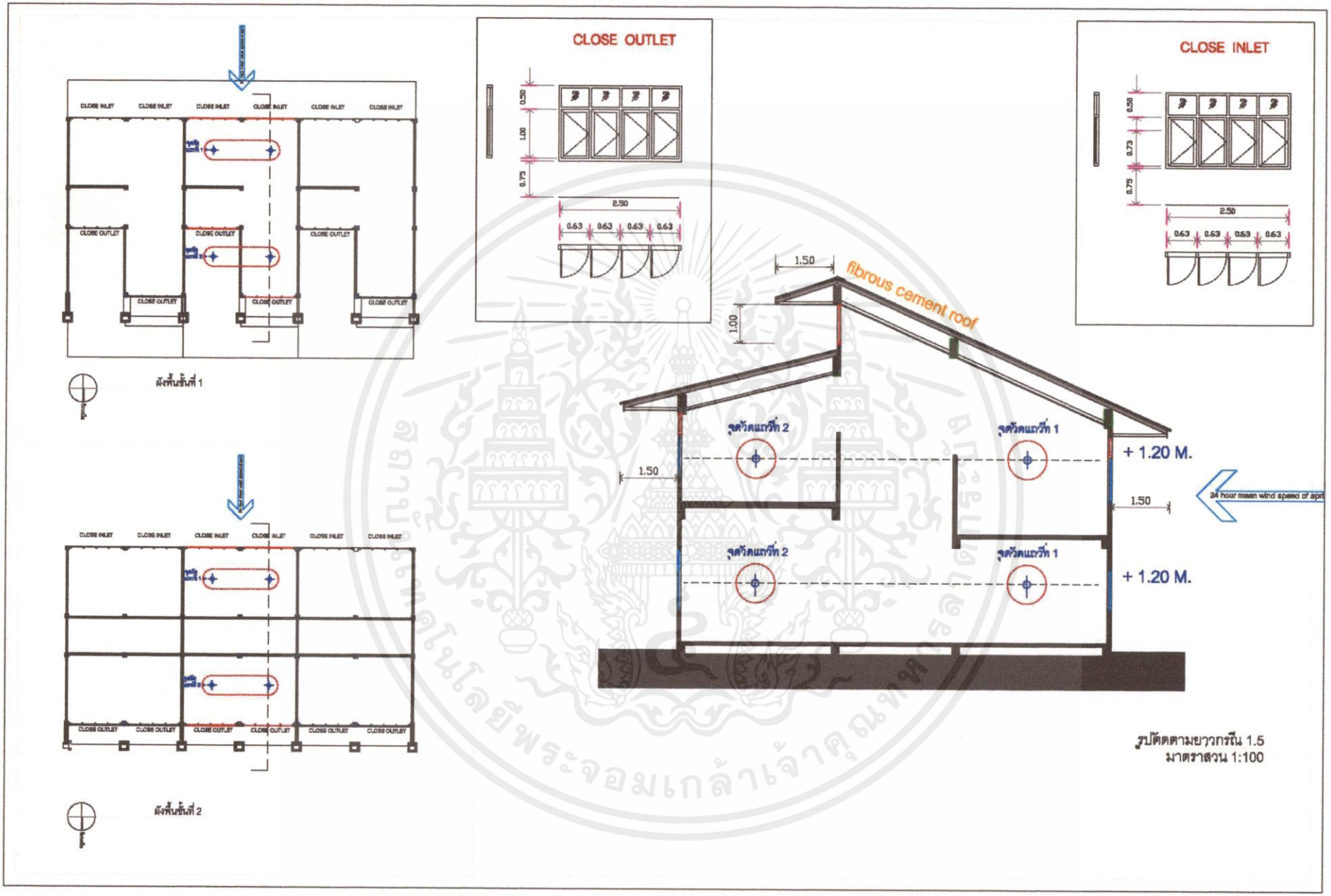
รูปที่ 7.28 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



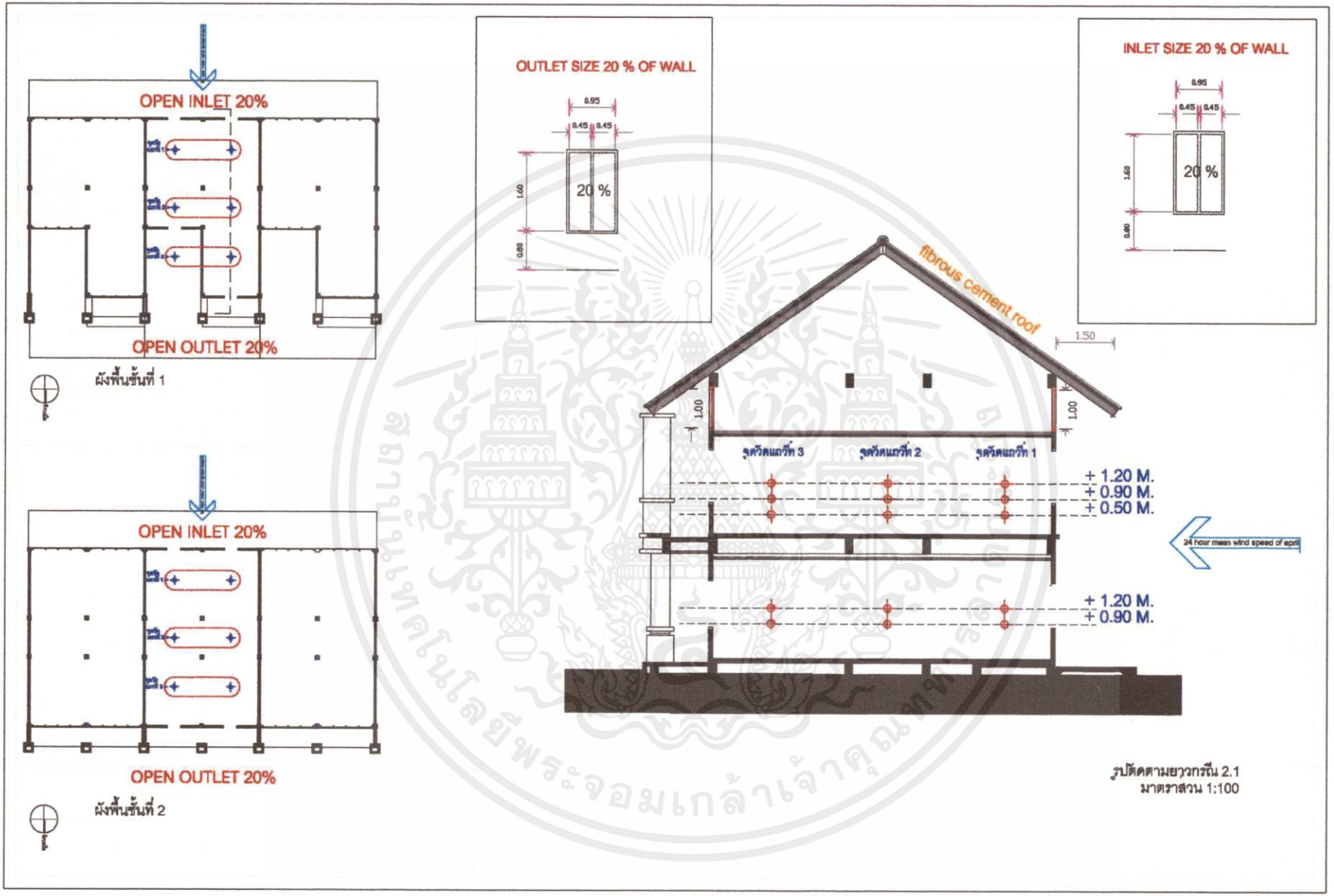
รูปที่ 7.29 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



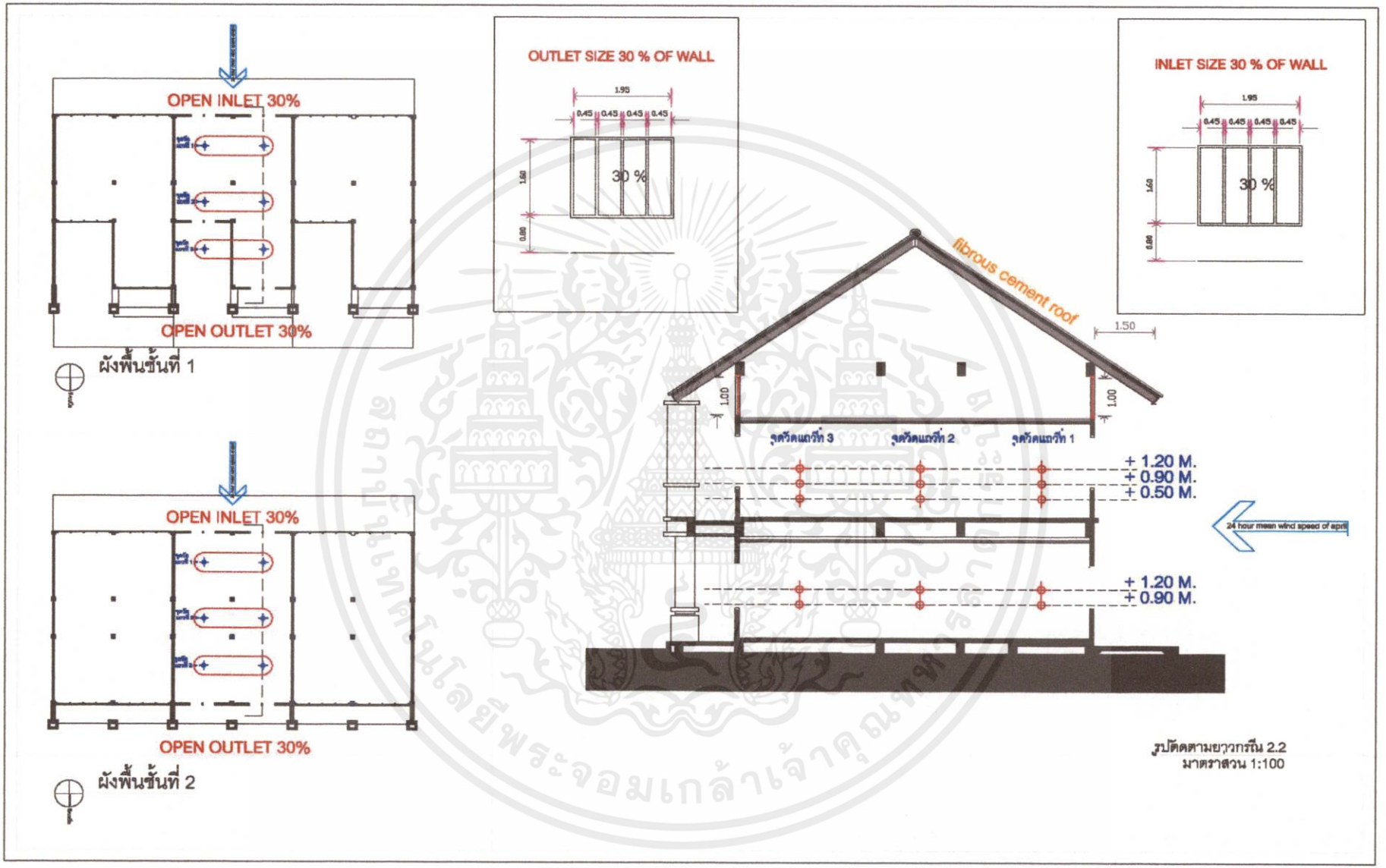
รูปที่ 7.30 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



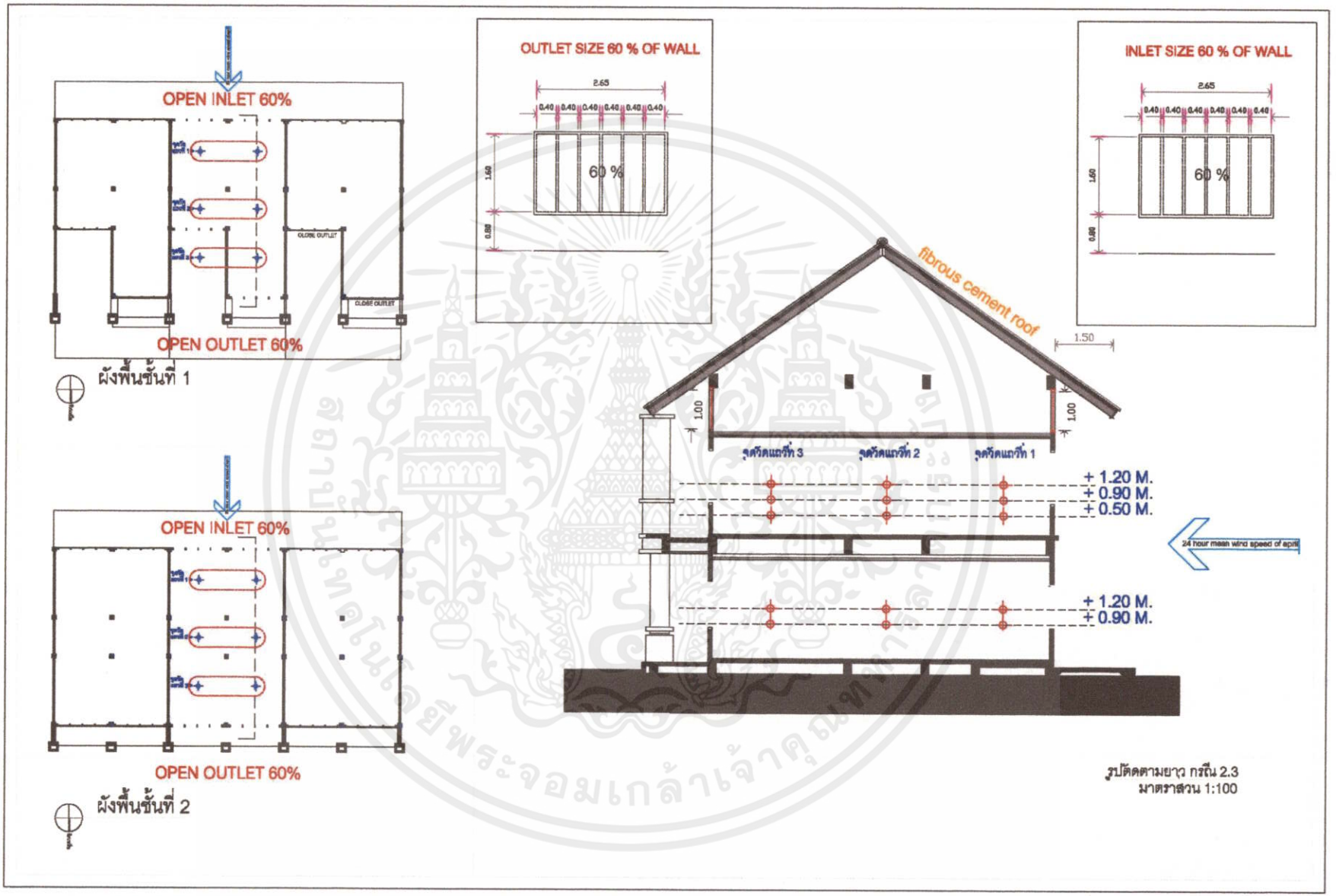
รูปที่ 7.31 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



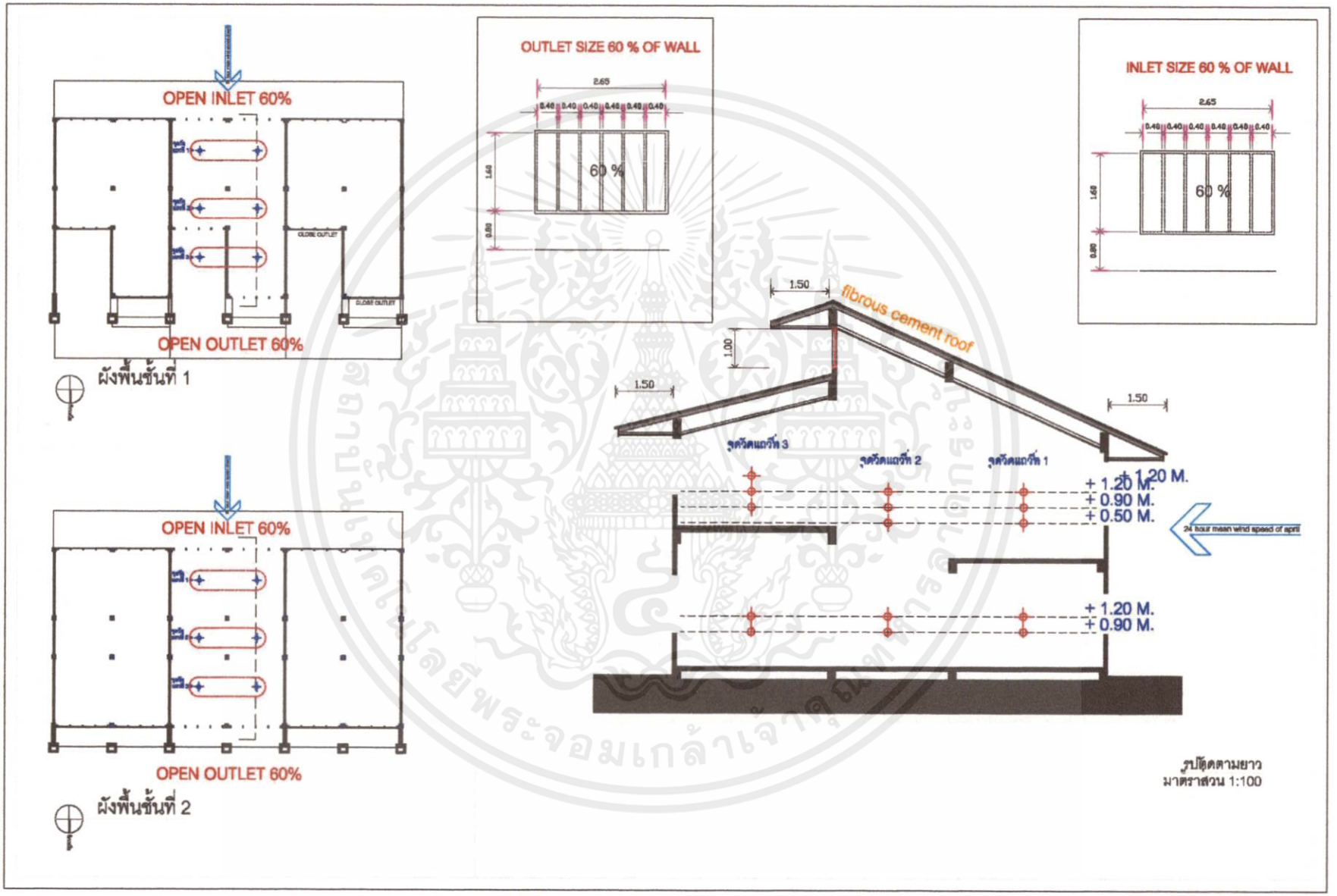
รูปที่ 7.32 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



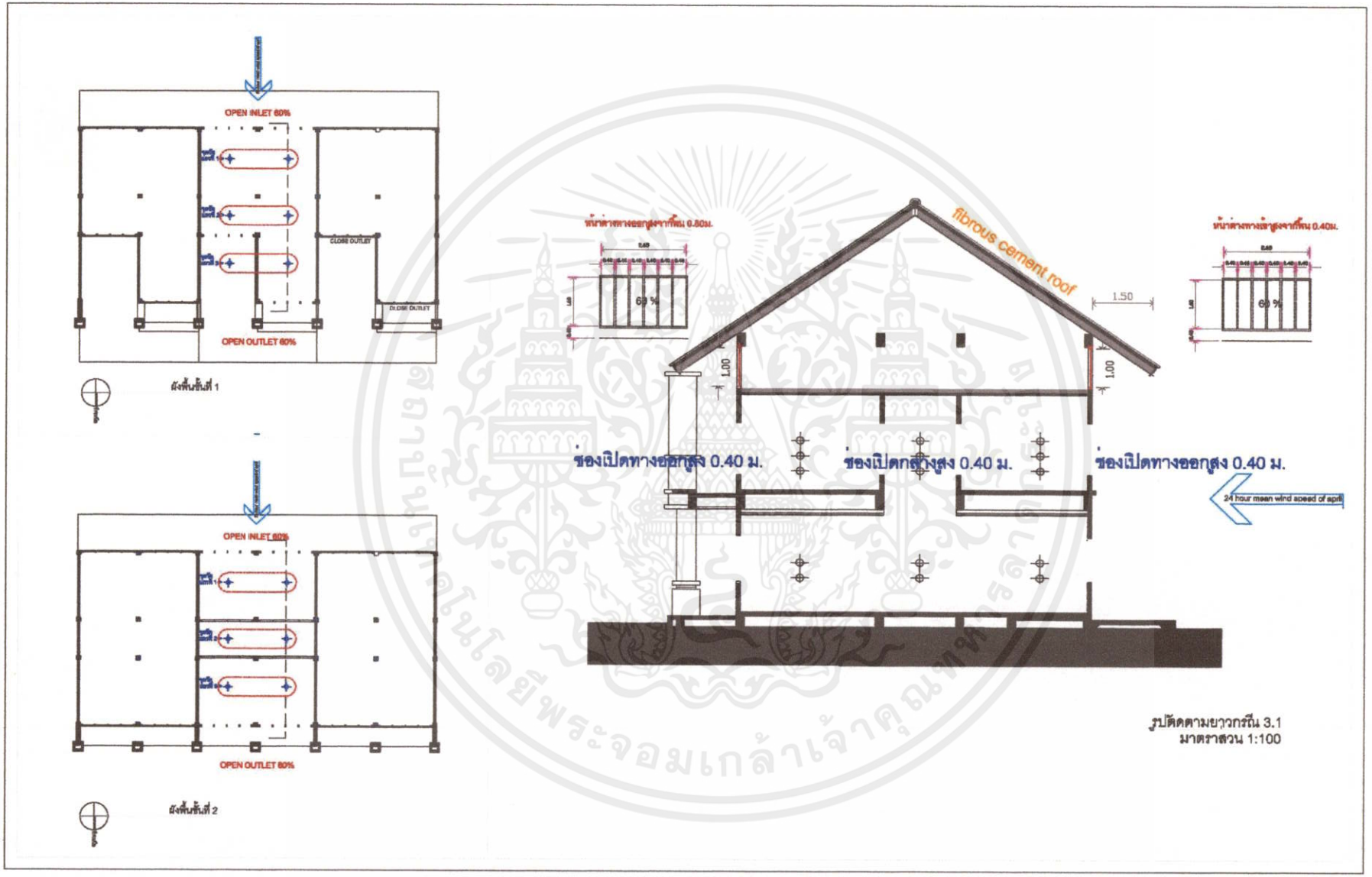
รูปที่ 7.33 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



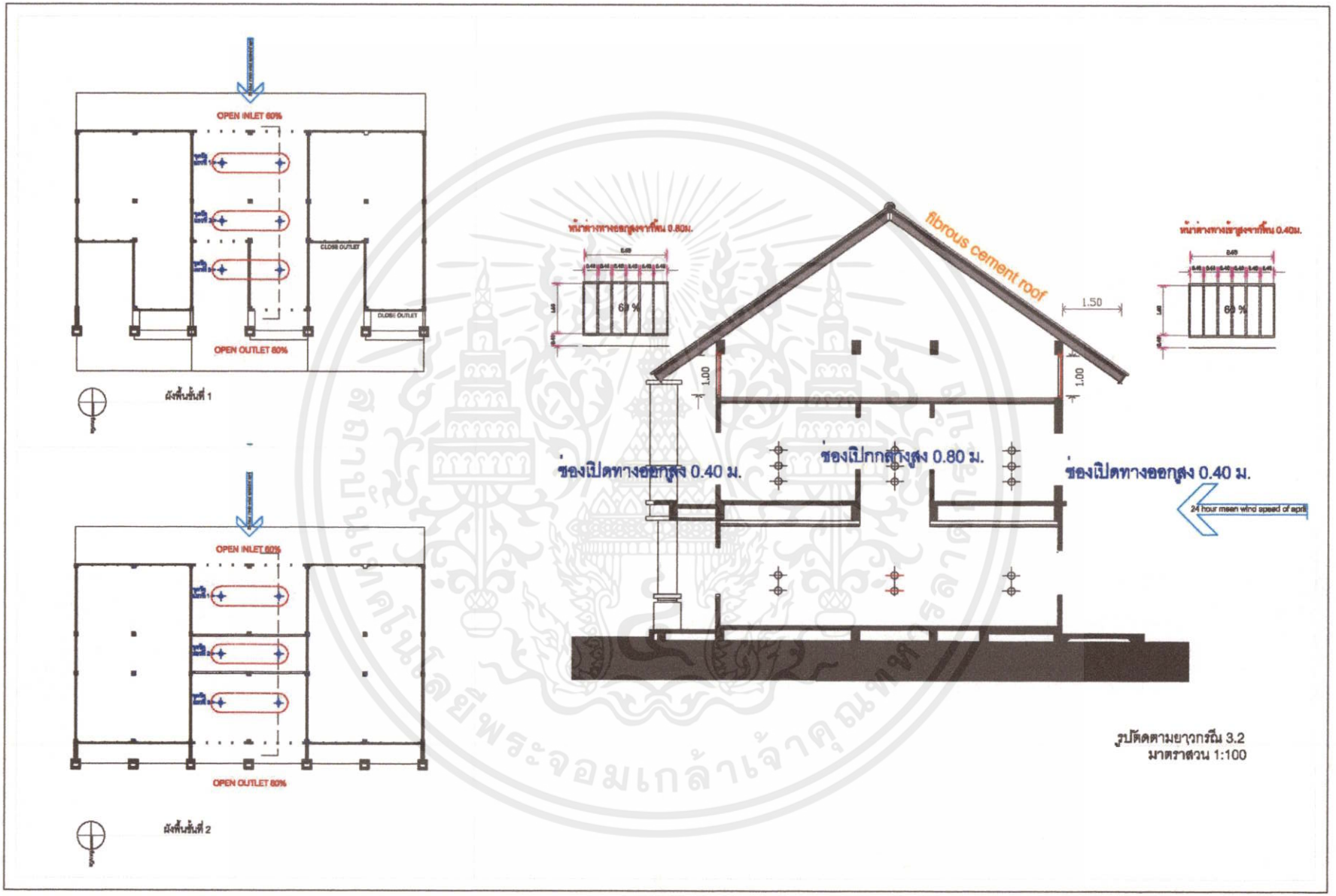
รูปที่ 7.34 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



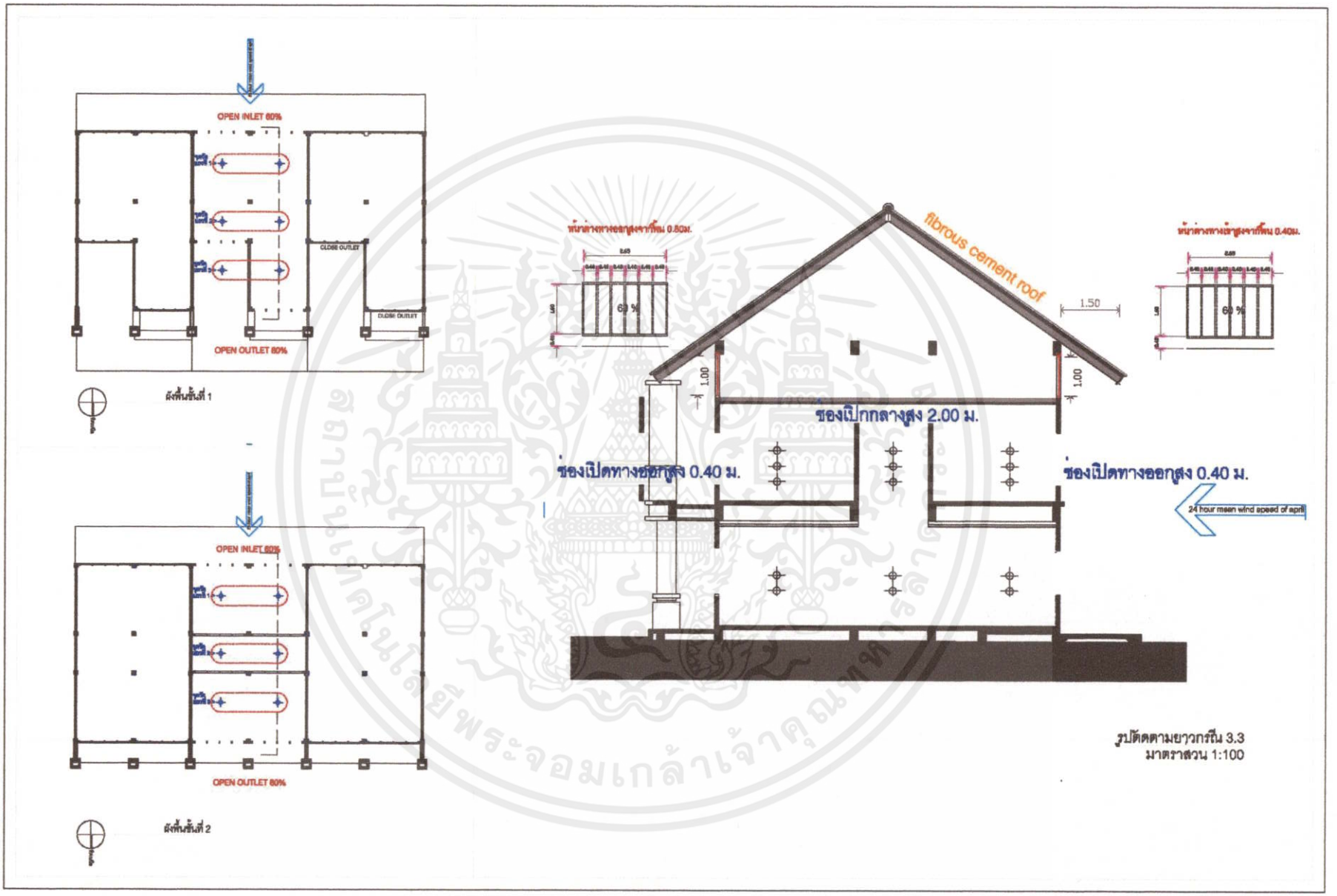
รูปที่ 7.35 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



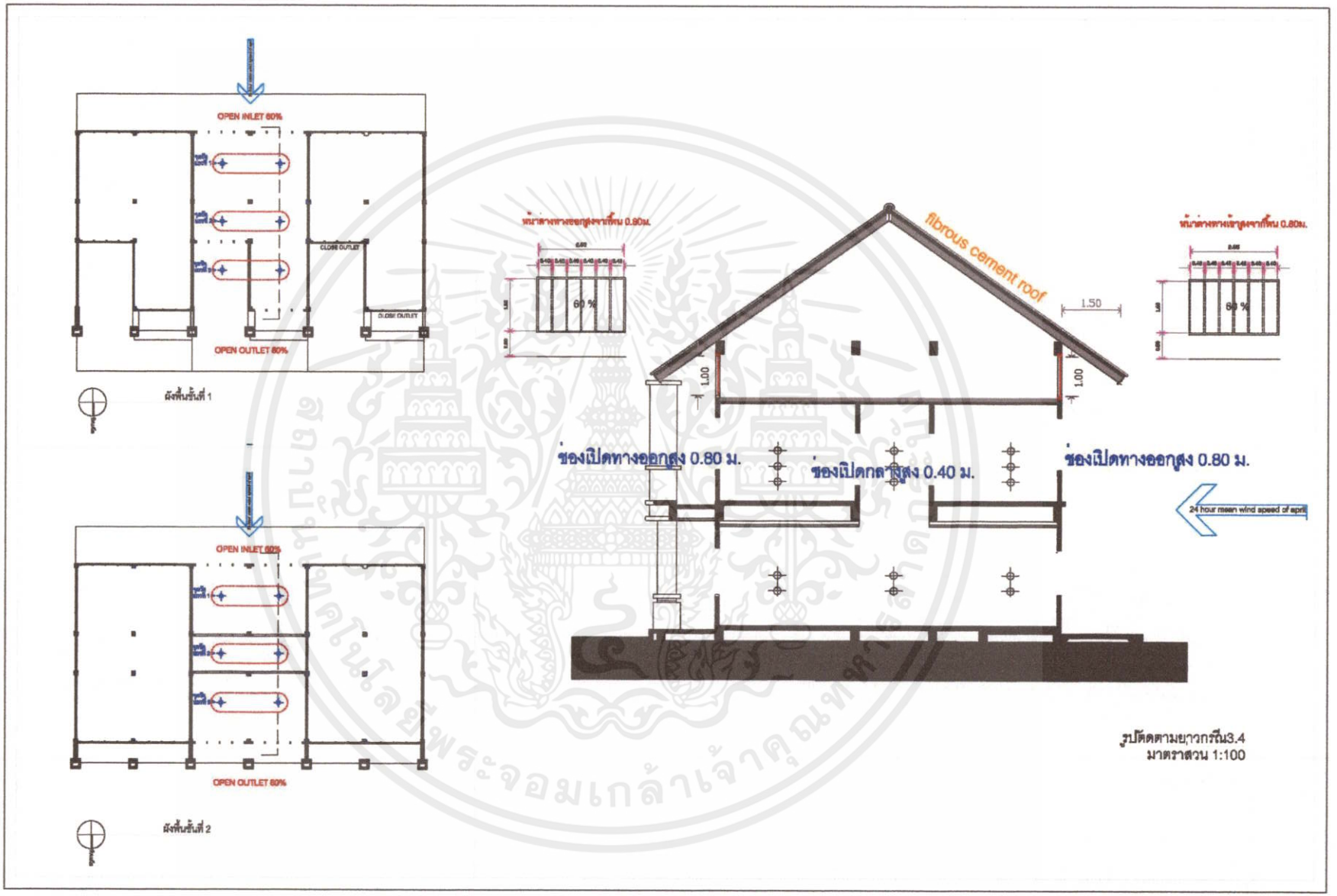
รูปที่ 7.36 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



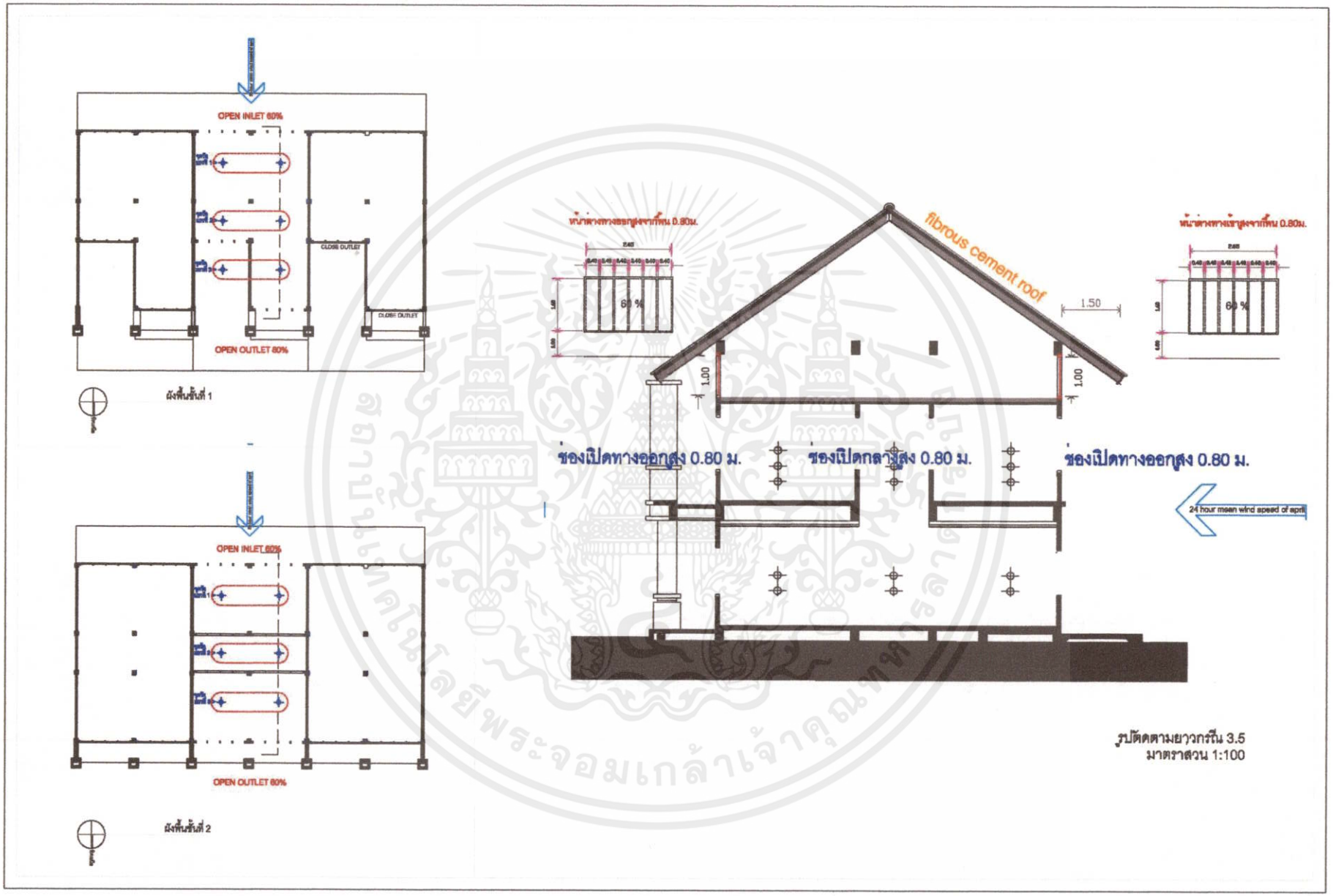
รูปที่ 7.37 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



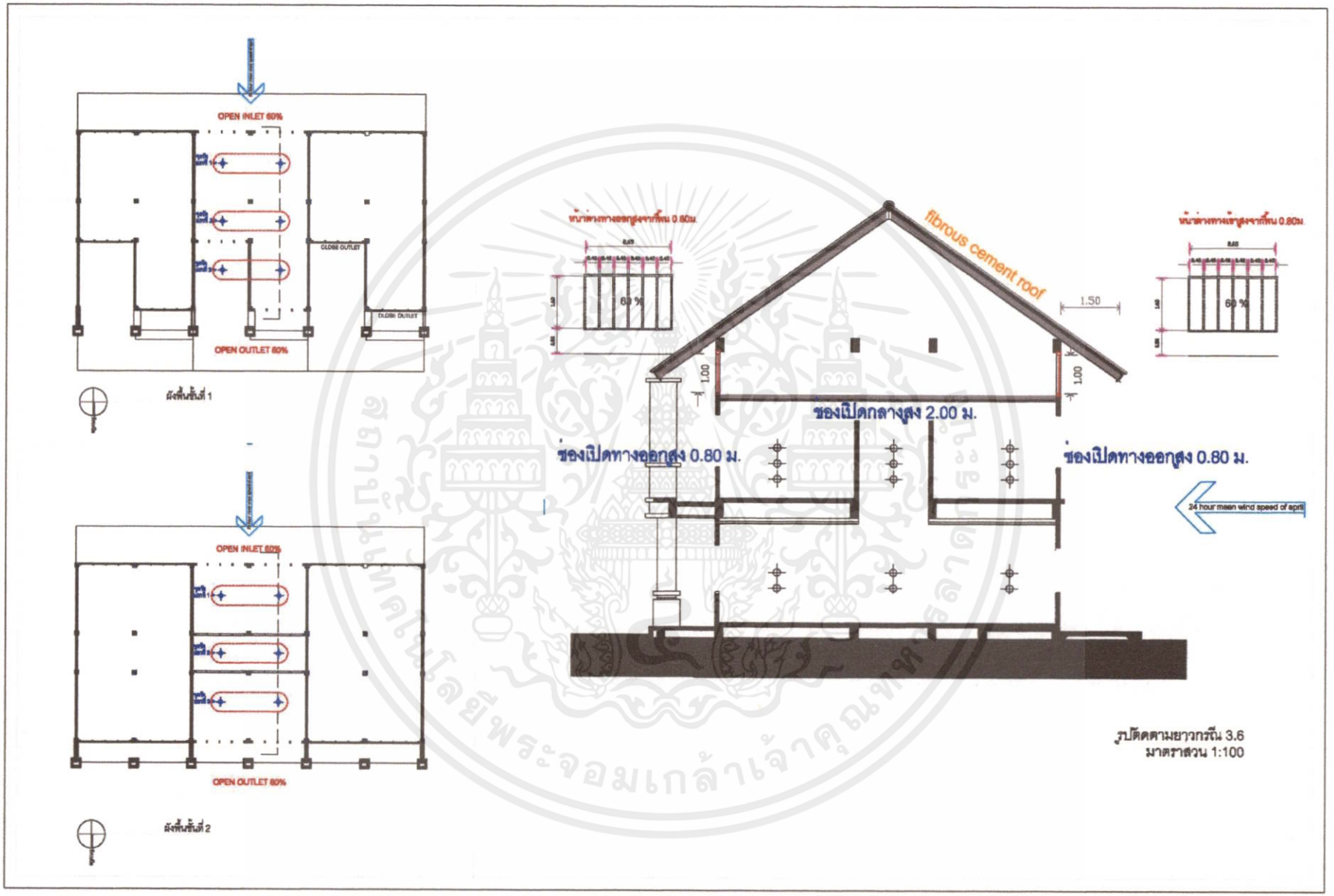
รูปที่ 7.38 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 7.39 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 7.40 แบบอาคาร กรณีการทดลองที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 8

ผลการทดลอง

8.1 ผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในอาคาร กับช่องเปิดใต้หลังคา

8.1.1 ผลการทดลองกรณีที่ 1.1

รูปแบบอาคาร

- ใช้แบบการทดลองที่ 1 ไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา (หลังคากระเบื้องคอนกรีตหนา 12 มม.) ทำการทดลองโดยปิดหน้าต่างทั้งหมด (ดูรูปที่ 8.1)

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 24 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเช้าของอีก วันหนึ่ง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ ใช้ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงของเดือนเมษายน 10 ปี

อุณหภูมิ

- อุณหภูมิภายนอกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี

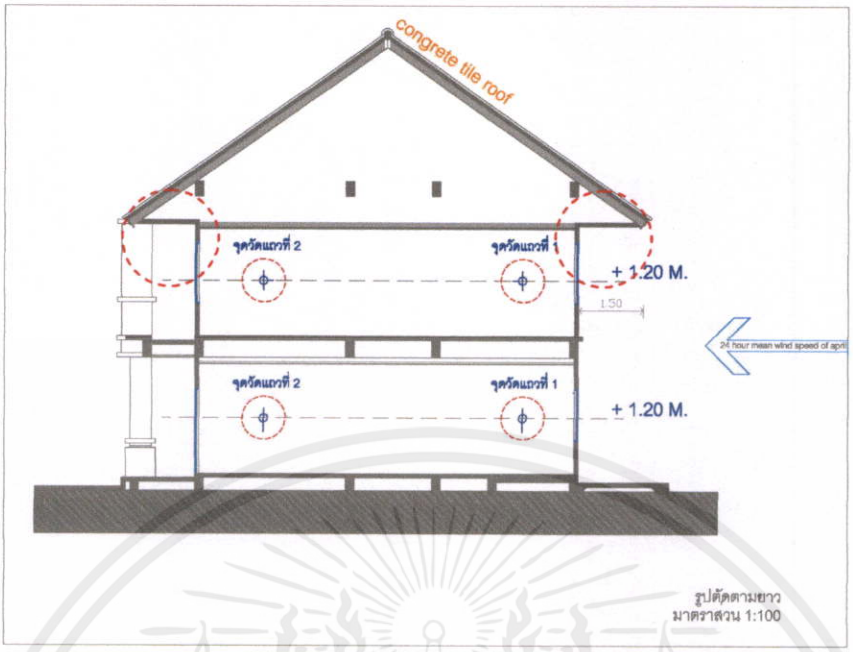
ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้น บนและชั้นล่าง ที่ระดับ 1.20 เมตรเหนือระดับพื้น ห่างจากกำแพง 1.5 ด้านหน้าและด้านหลังอาคาร 1.50 ม. จุดวัดแถวที่ 1 อยู่ด้านหลังอาคาร จุดวัดแถวที่ 2 อยู่ด้านหน้าอาคาร

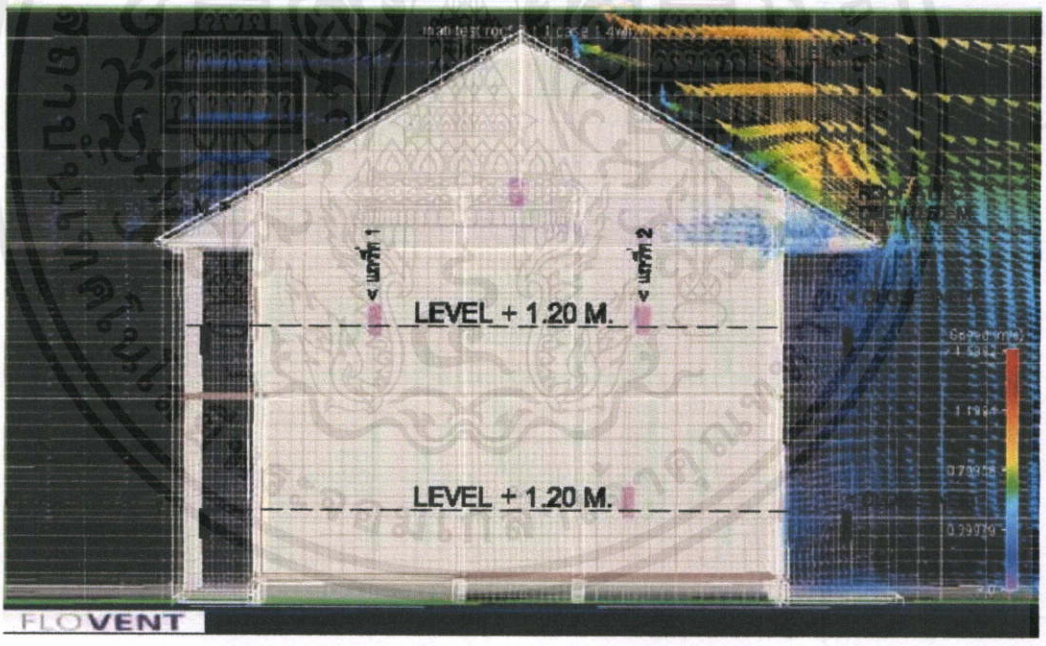
ค่าที่ตรวจวัด

- อุณหภูมิภายในอาคาร (Temperature °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

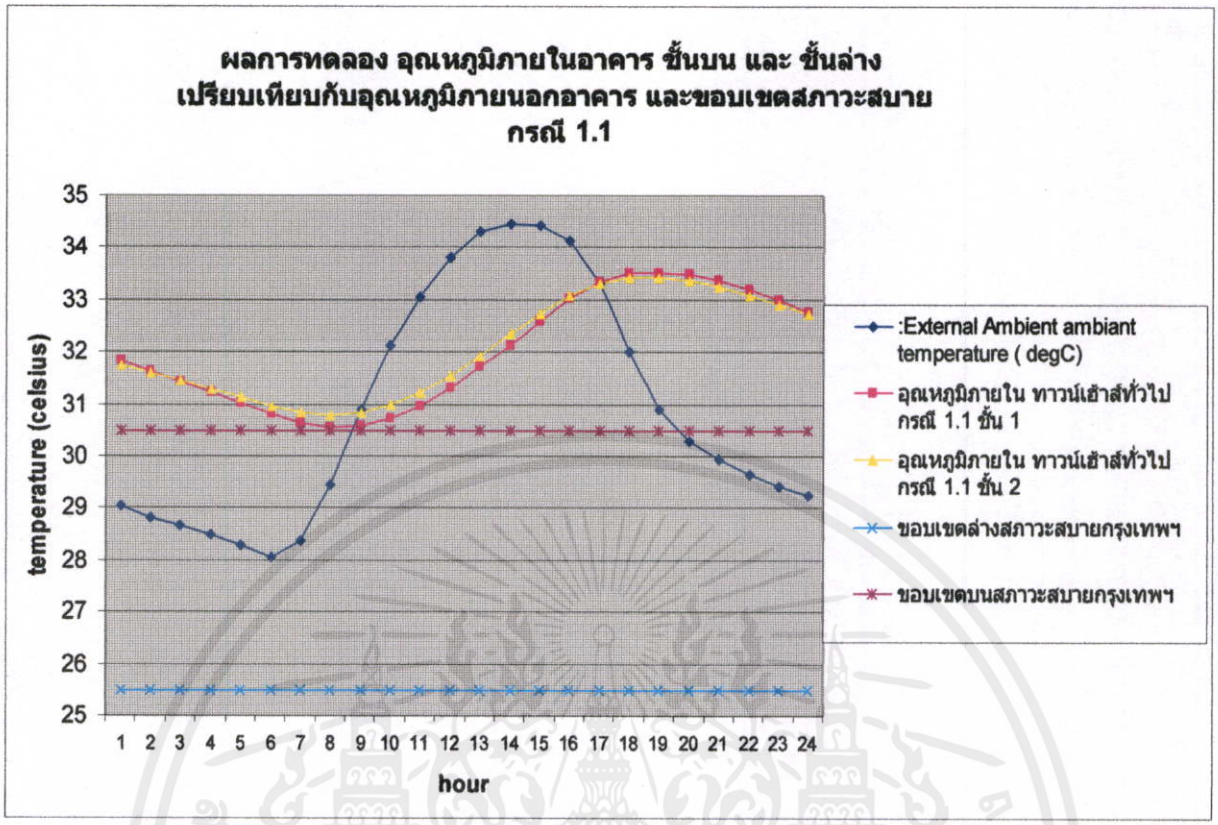


รูปที่ 8.1 รูปตัดกรณีที่ 1.1



รูปที่ 8.2 รูปตัดผลการทดลองกรณี 1.1 แบบไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา ใช้รูปแบบอาคารแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.3 ผลการทดลอง กรณี 1.1 (แบบไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา หลังคากระเบื้องคอนกรีต แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่าง และชั้นบน เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะสบาย

สรุปผลการทดลองกรณีที่ 1.1

อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้นบน และล่าง จะนำมาเปรียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร (External ambient temperature) และขอบเขตสภาวะสบาย (ดูรูปที่ 8.3) มีผลดังนี้

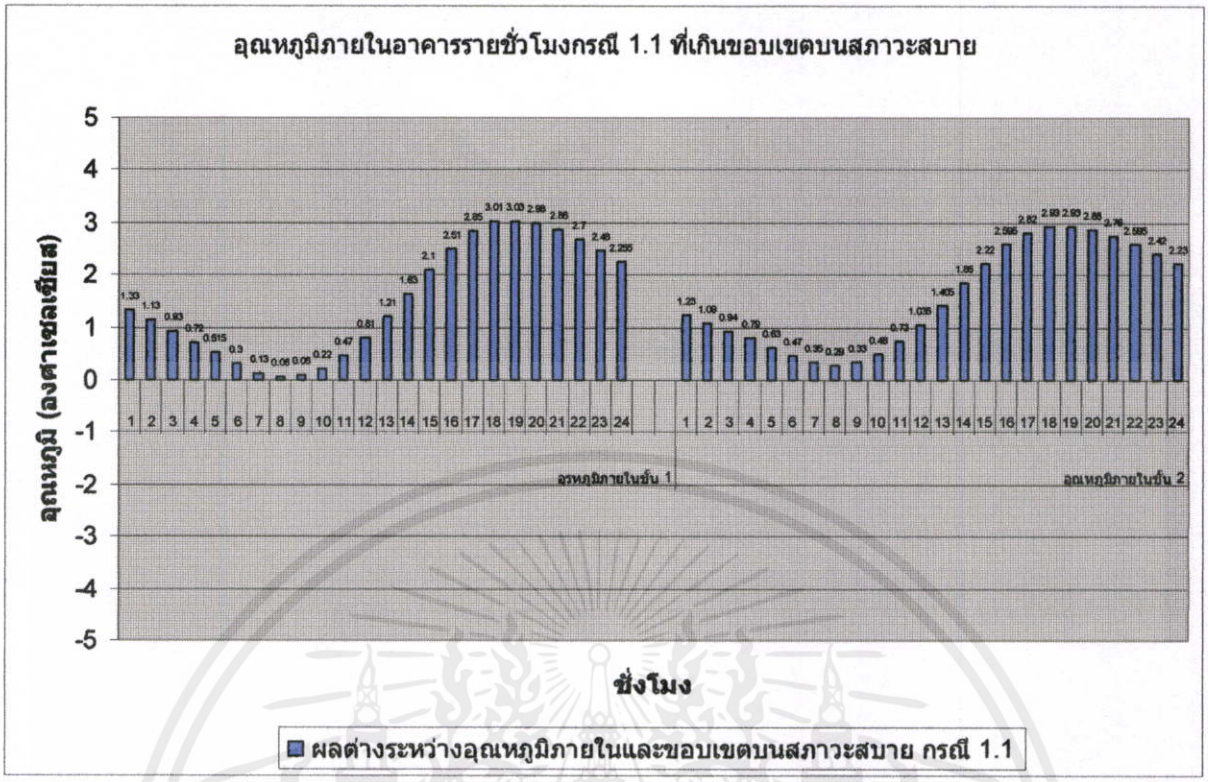
- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 1 สูงสุดที่ช่วงเวลา19.00 น. วัดได้ 33.53 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 2 สูงสุดที่ช่วงเวลา19.00 น. วัดได้ 33.43 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารทั้งชั้นหนึ่งและชั้น 1และ2 จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ตั้งแต่เวลา 17.00น - 8.00 น แต่จะต่ำกว่า เวลา 8.00-17.00 น

- อุณหภูมิภายในอาคารชั้นบนและชั้นล่าง อยู่สูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบายมากตลอด 24 ชั่วโมง ดูรูปที่ 8.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.4 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.1 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย รอบ 24 ชั่วโมง

8.1.2 ผลการทดลองกรณีที่ 1.2

รูปแบบอาคาร

- ใช้แบบการทดลองที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา กว้าง 0.50 ม. (หลังคากระเบื้องคอนกรีต หนา 12 มม.)

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 24 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเช้าของอีก วันหนึ่ง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงของเดือนเมษายน รอบ10 ปี

อุณหภูมิ

- อุณหภูมิภายนอกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน รอบ 10 ปี

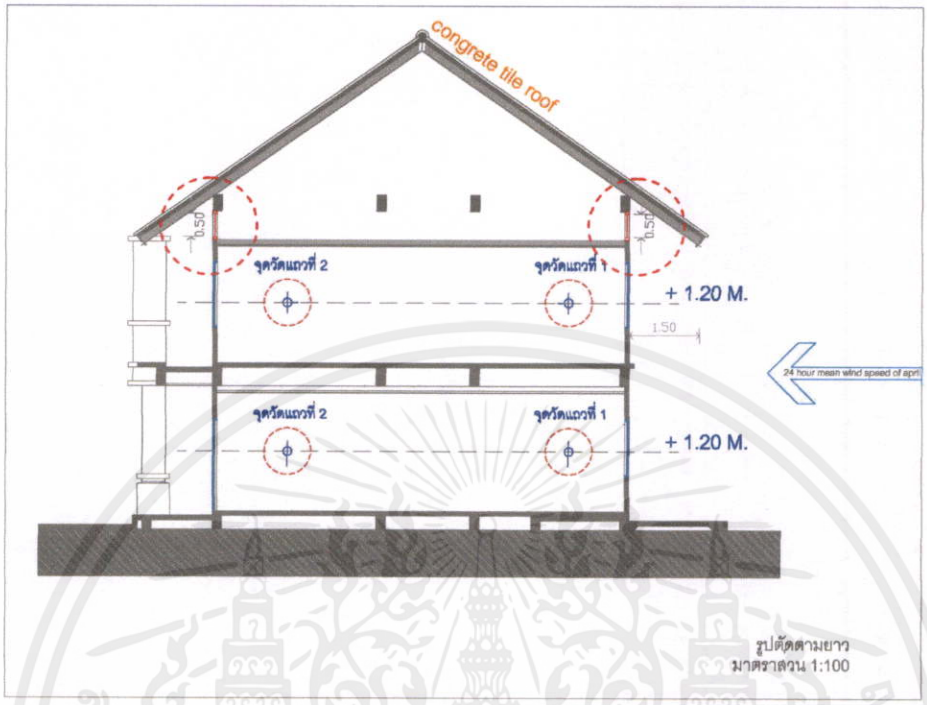
ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นละ 4 จุดดูตามรูปที่1.1 การทดลองทำโดยปิดหน้าต่างทั้งหมด เพื่อวัดเฉพาะอุณหภูมิภายในอาคาร โดยไม่มีลมเข้ามาภายในอาคาร อุณหภูมิที่วัดได้จากชั้น 1 และชั้น 2 จากจุดวัดแถวที่ 1 และแถวที่ 2

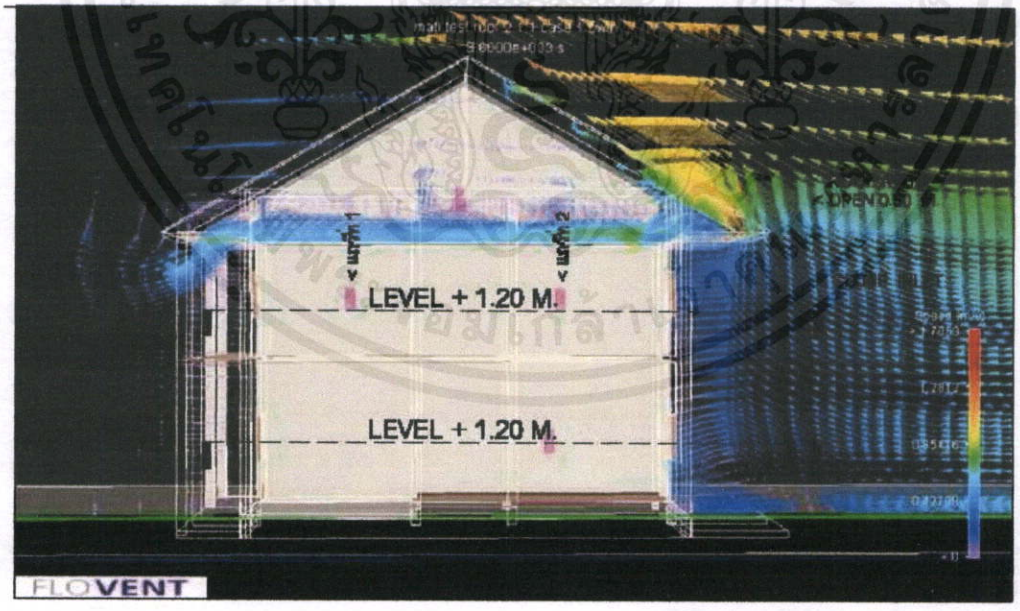
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่ตรวจวัด

- อุณหภูมิภายในอาคาร (Temperature °c)

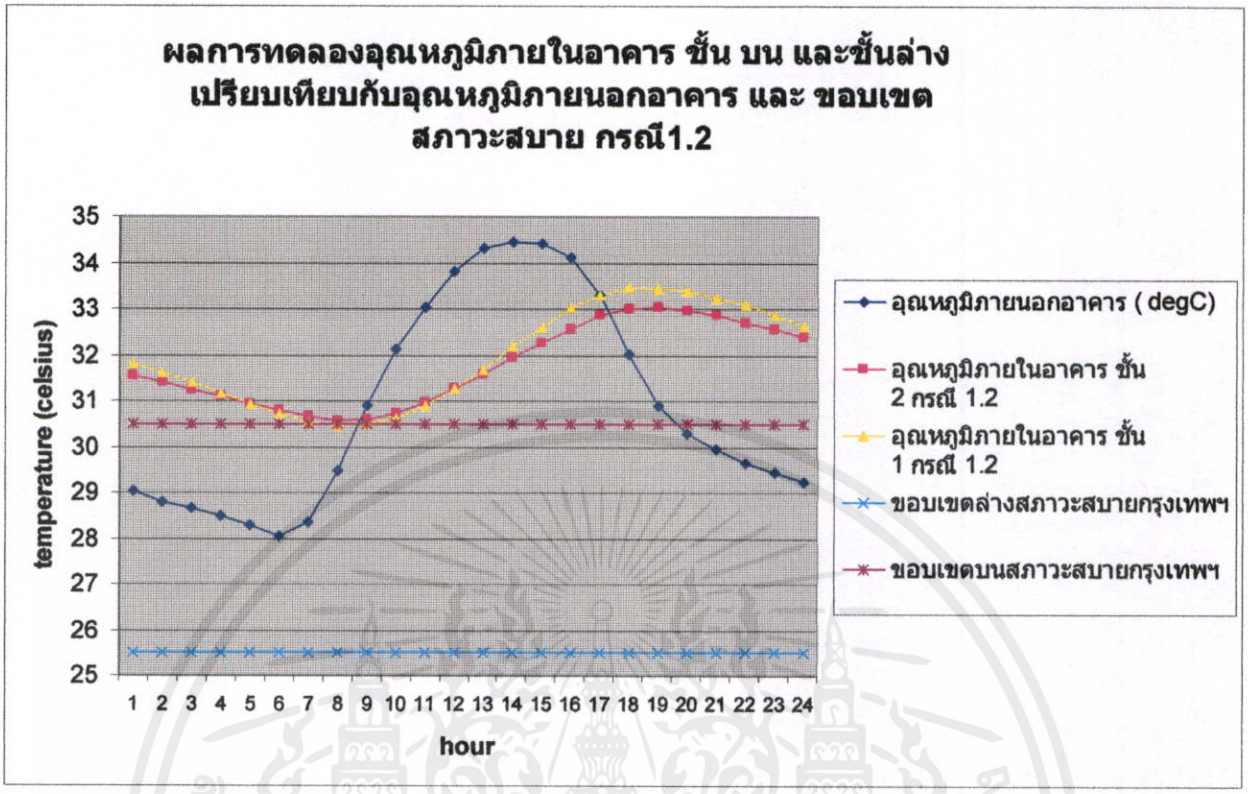


รูปที่ 8.5 แสดงรูปตัดกรณีที่ 1.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปใช้

รูปที่ 8.6 แสดงรูปตัดผลการทดลอง กรณี 1.2 มีช่องเปิดใต้หลังคาแนวตั้งกว้าง 0.50 เมตร ใช้รูปแบบอาคารแบบที่ 1



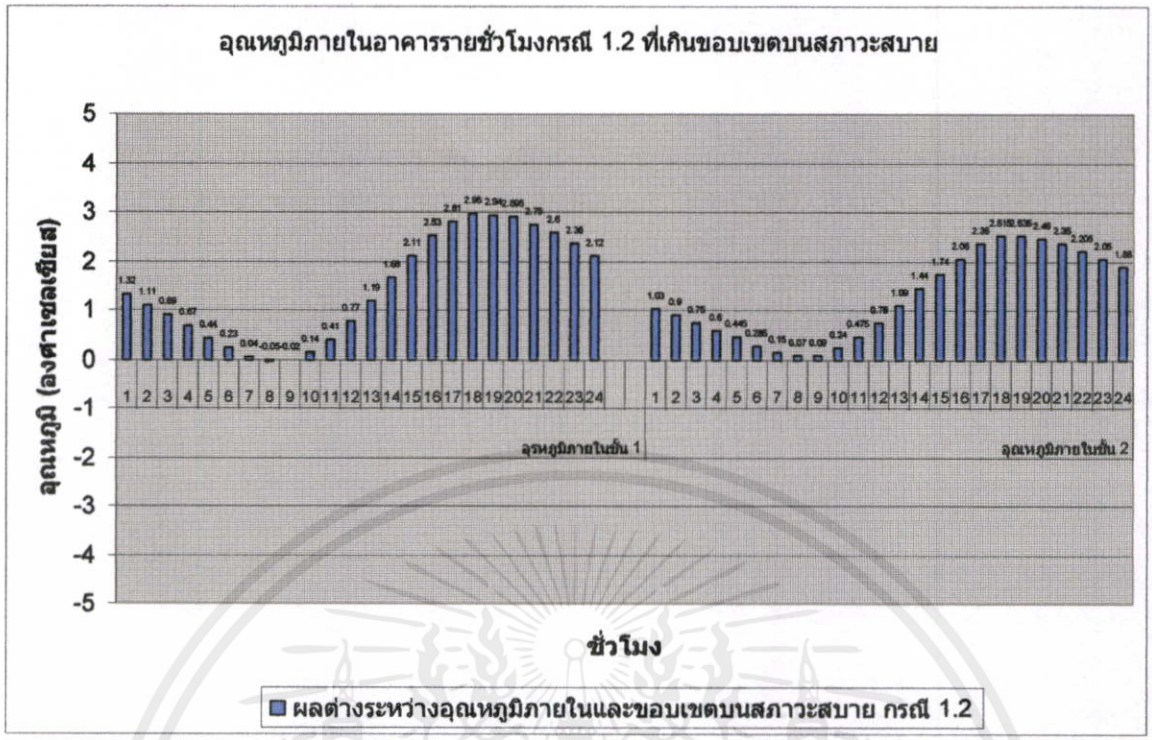
รูปที่ 8.7 แสดงแผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.2 แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่างและชั้นบน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะสบาย

สรุปผลการทดลองกรณีที่ 1.2

อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมงชั้นบนและล่างจะนำมาเปรียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร (External ambient temperature) และขอบเขตสภาวะสบาย (ดูรูปที่ 8.7) มีผลดังนี้

- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 1 สูงสุดที่ช่วงเวลา 19.00 น. วัดได้ 33.44 องศา
- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 2 สูงสุดที่ช่วงเวลา 19.00 น. วัดได้ 33.04 องศา
- อุณหภูมิภายในอาคารทั้งชั้นหนึ่งและชั้น 1และ2 จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ตั้งแต่เวลา 17.00น - 9.00 น แต่จะต่ำกว่า เวลา 9.00 -17.00 น
- อุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและล่างส่วนใหญ่สูงกว่าขอบเขตสภาวะสบายตลอด 24 ชั่วโมง ยกเว้นชั้น ล่าง เวลา 8.00-9.00 น.ที่ต่ำกว่าขอบเขตบนสภาวะสบายเพียงเล็กน้อย ดูรูปที่ 8.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.8 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.2 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย รอบ 24 ชั่วโมง

8.1.3 ผลการทดลองกรณีที่ 1.3

รูปแบบอาคาร

- มีช่องเปิดใต้หลังคาแนวตั้ง กว้าง 0.50 เมตร ใช้แบบการทดลองที่ 1 (หลังคากระเบื้องซีเมนต์หนา 5 มม.) ทำการทดลองโดยไม่เปิดหน้าต่าง ดูรูปที่ 8.9

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 24 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเช้าของอีก วันหนึ่ง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงของเดือนเมษายน รอบ10 ปี

อุณหภูมิ

- อุณหภูมิภายนอกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน รอบ 10 ปี

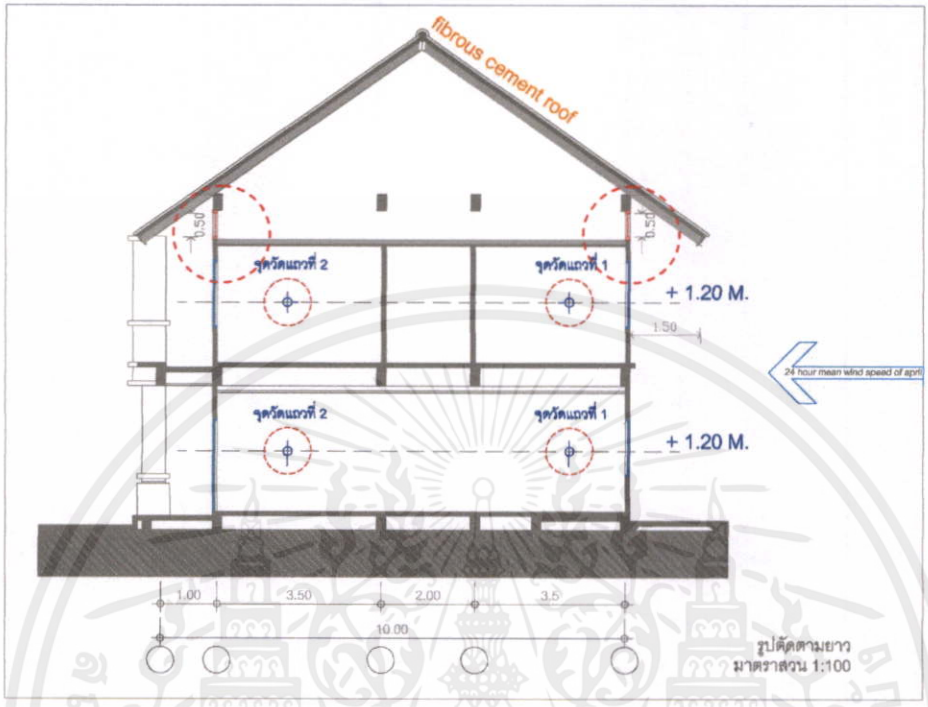
ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นละ 4 จุดดูตามรูปที่1.1 การทดลองทำโดยปิดหน้าต่างทั้งหมด เพื่อวัดเฉพาะอุณหภูมิภายในอาคาร โดยไม่มีลมเข้ามาภายในอาคาร อุณหภูมิที่วัดได้จากชั้น 1 และชั้น 2 จากจุดวัดแถวที่ 1 และแถวที่ 2

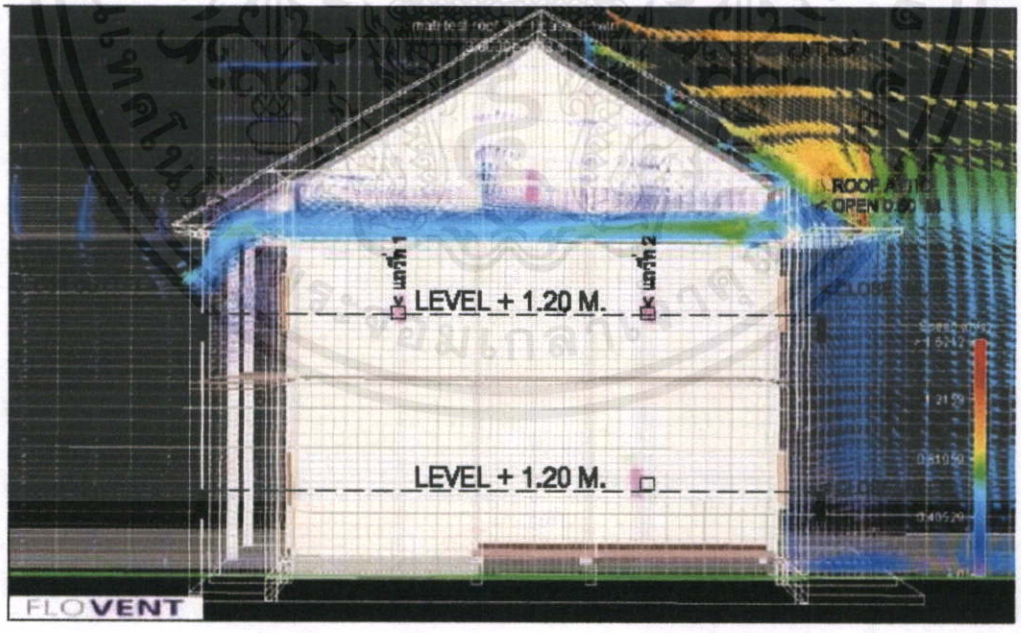
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่ตรวจวัด

- อุณหภูมิภายในอาคาร (Temperature °c)

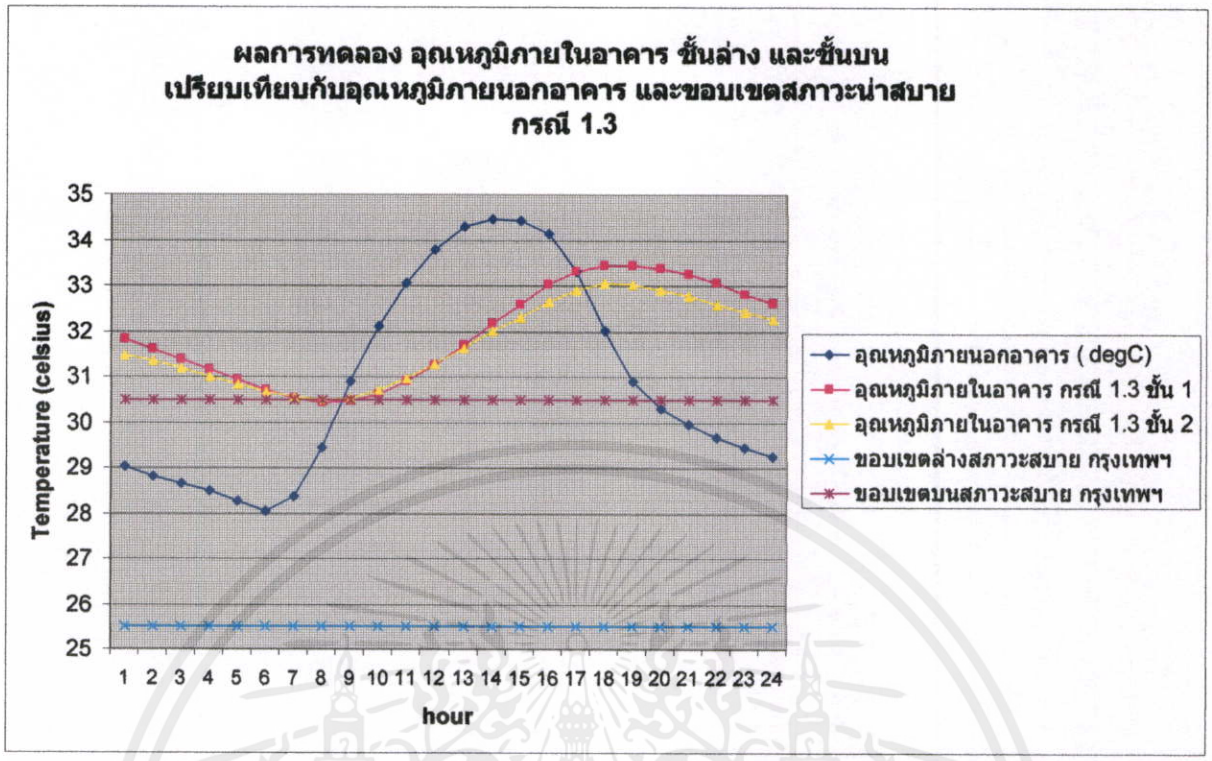


รูปที่ 8.9 แสดงรูปตัด กรณีที่ 1.3



รูปที่ 8.10 แสดงรูปตัดผลการทดลองกรณี 1.3 มีช่องเปิดใต้หลังคาแนวตั้งกว้าง 0.50 เมตร ใช้รูปแบบอาคารแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.11 แผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.3 แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคารชั้นล่าง และชั้นบน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอก และขอบเขตสภาวะสบาย

สรุปผลการทดลองกรณี 1.3

อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมงชั้นบนและล่างจะนำมาเปรียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร (External ambient temperature) และขอบเขตสภาวะสบาย (ดูรูปที่ 8.11) มีผลดังนี้

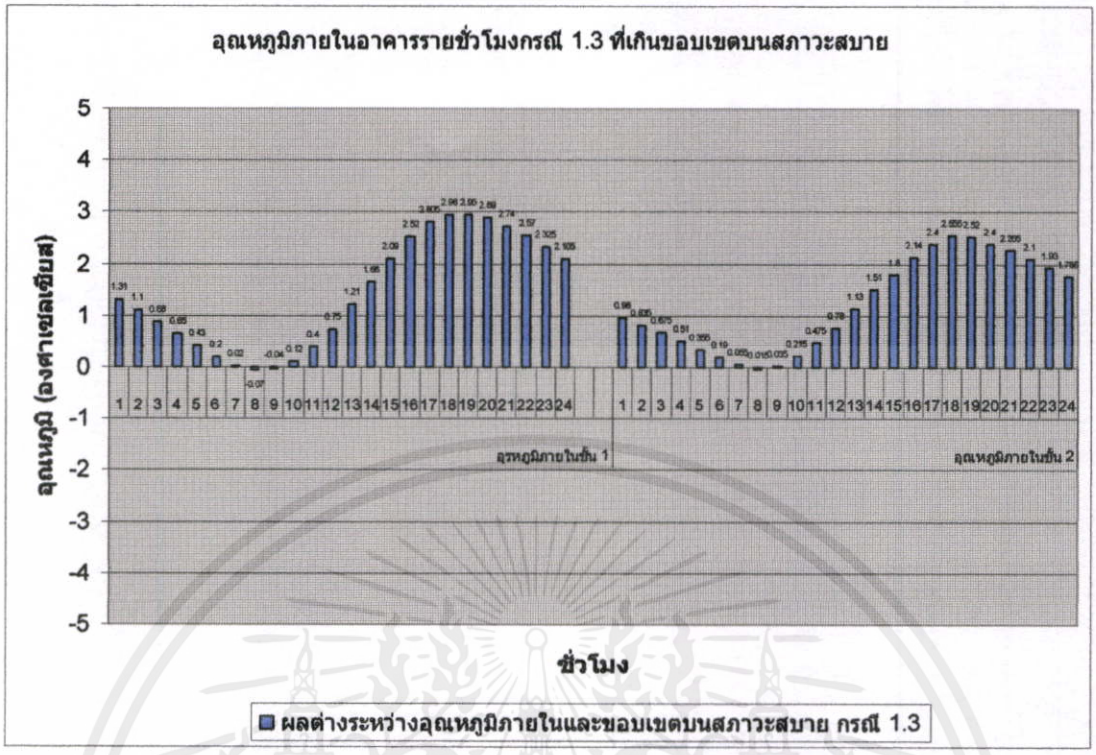
- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 1 สูงสุดที่ช่วงเวลา 18.00 น. วัดได้ 33.46 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 2 สูงสุดที่ช่วงเวลา 18.00 น. วัดได้ 33.06 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารทั้งชั้นหนึ่งและชั้น 1 และ 2 จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ตั้งแต่เวลา 17.00น - 8.00 น แต่จะต่ำกว่า เวลา 8.00 -17.00 น

- อุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและล่างส่วนใหญ่สูงกว่าขอบเขตสภาวะสบายตลอด 24 ชั่วโมง ยกเว้นชั้น ล่าง เวลา 7.00-9.00 น.ที่ต่ำกว่าขอบเขตบนสภาวะสบายเพียงเล็กน้อย ดูรูปที่ 8.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.12 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.3 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย รอบ 24 ชั่วโมง

8.1.4 ผลการทดลองกรณีที่ 1.4

รูปแบบอาคาร

- มีช่องเปิดใต้หลังคาแนวตั้ง กว้าง 1.00 ม. ใช้แบบการทดลองที่ 1 (หลังคากระเบื้องซีเมนต์หนา5 มม.) ทำการทดลองโดยไม่เปิดหลังคา

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 24 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเช้าของอีก วันหนึ่ง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงของเดือนเมษายน รอบ 10 ปี

อุณหภูมิ

- อุณหภูมิภายนอกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน รอบ 10 ปี

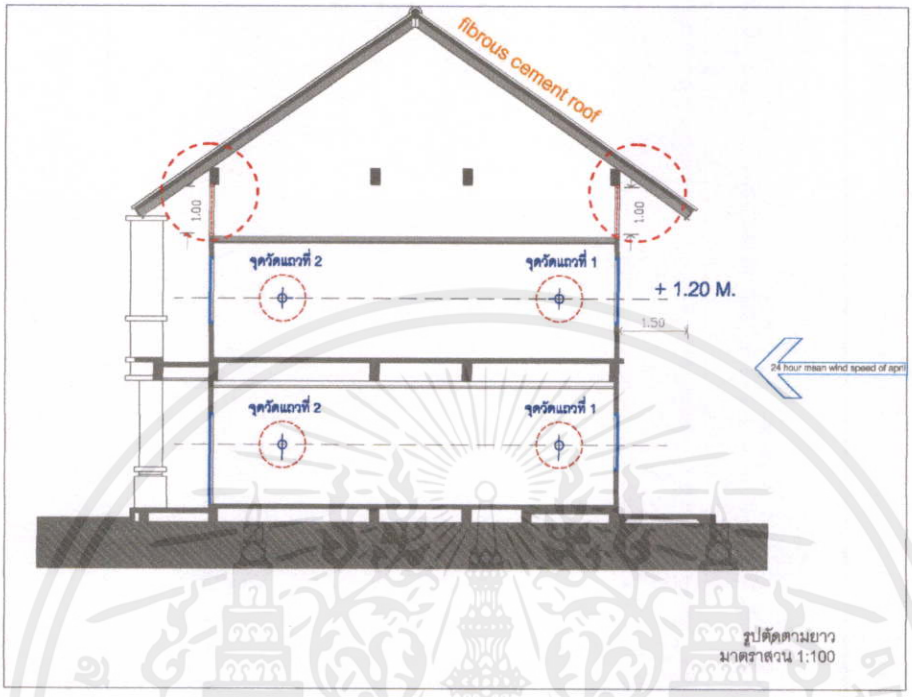
ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นละ 4 จุดดูตามรูปที่1.1 การทดลองทำโดยปิดหน้าต่างทั้งหมด เพื่อวัดเฉพาะอุณหภูมิภายในอาคาร โดยไม่มีลมเข้ามาภายในอาคาร อุณหภูมิที่วัดได้จากชั้น 1 และชั้น 2 จากจุดวัดแถวที่ 1 และแถวที่ 2

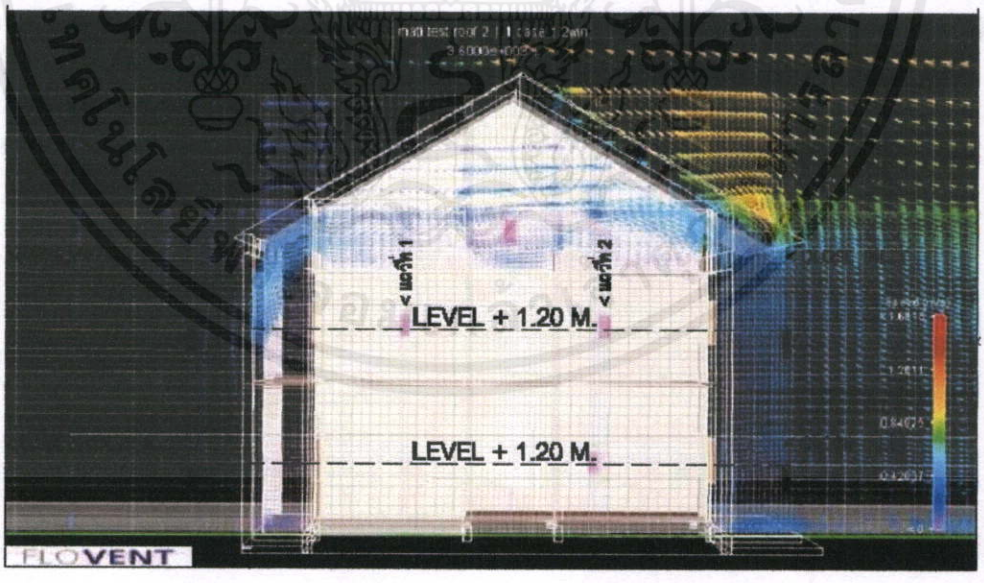
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่ตรวจวัด

- อุณหภูมิภายในอาคาร (Temperature °c)

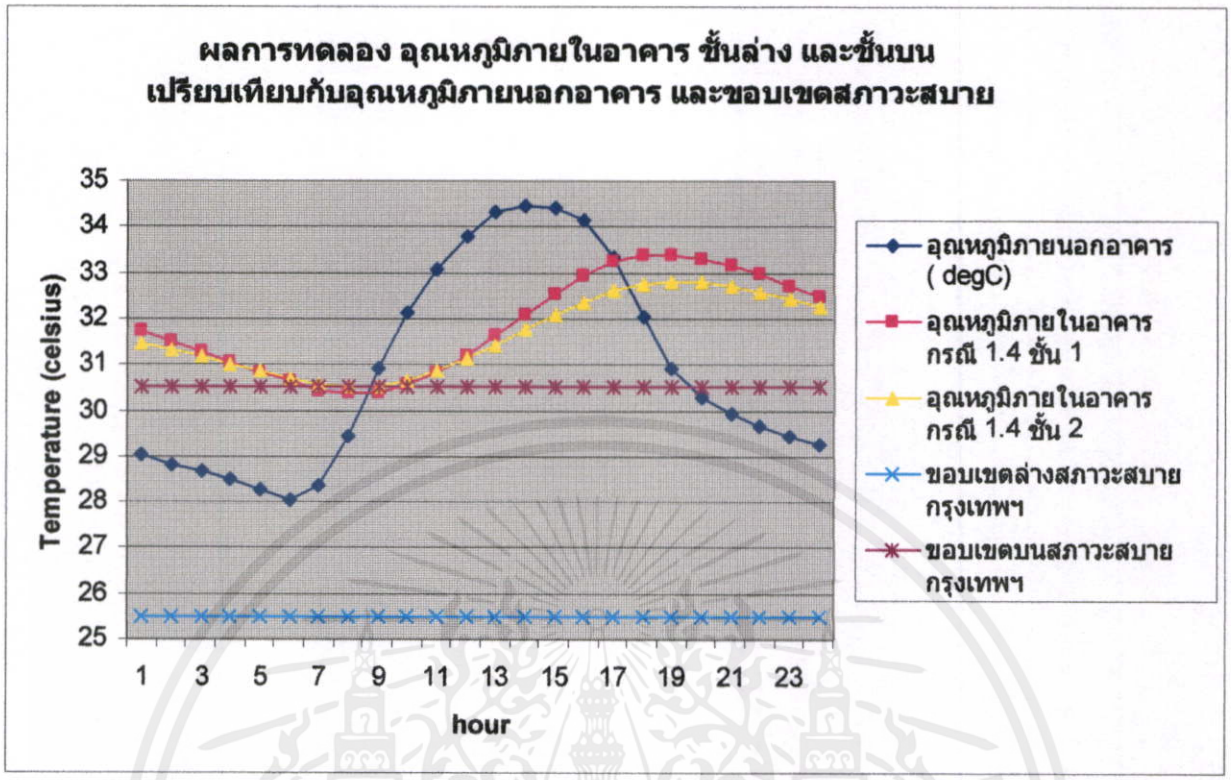


รูปที่ 8.13 แสดงรูปตัด กรณีที่ 1.4



รูปที่ 8.14 แสดงรูปตัดผลการทดลอง กรณี 1.4 มีช่องเปิดใต้หลังคาแนวตั้งกว้าง 1.00 ม. รูปแบบอาคารแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.15 แผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.4 แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่างและชั้นบน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะน่าสบาย

สรุปผลการทดลองกรณีที่ 1.4

อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมงชั้นบนและล่างจะนำมาเปรียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร (External ambient temperature) และขอบเขตสภาวะสบาย (ดูรูปที่ 8.15) มีผลดังนี้

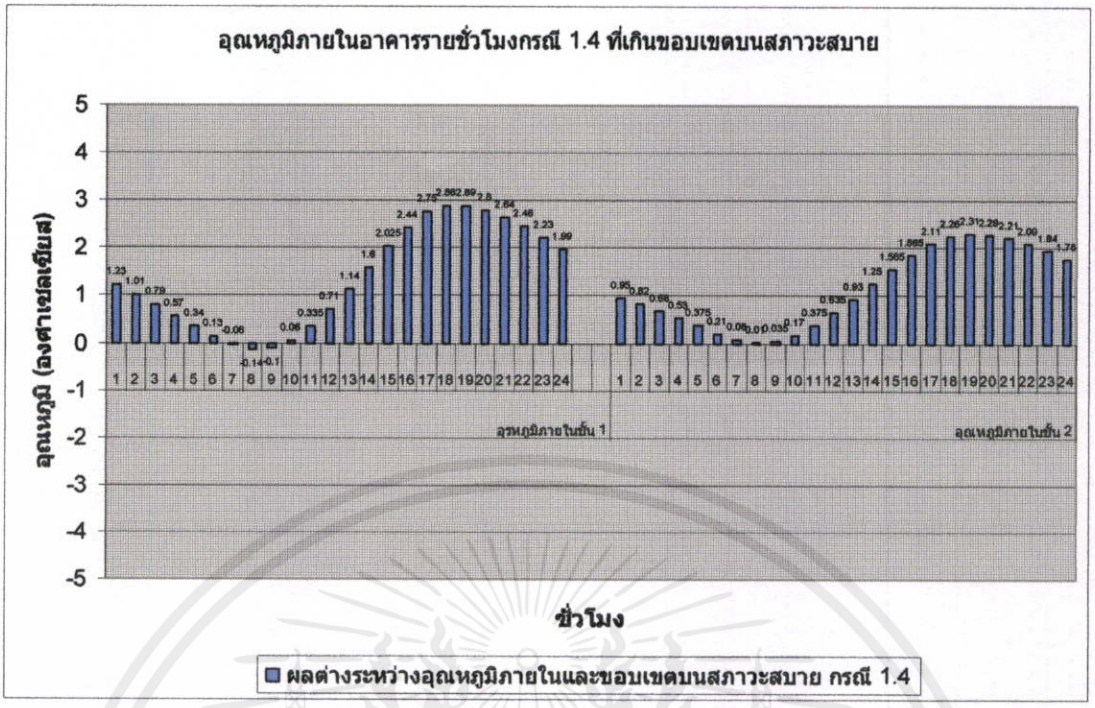
- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 1 สูงสุดที่ช่วงเวลา 19.00 น. วัดได้ 33.39 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 2 สูงสุดที่ช่วงเวลา 19.00 น. วัดได้ 32.81 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารทั้งชั้นหนึ่งและชั้น 1และ2 จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ตั้งแต่เวลา 16.00น - 9.00 น แต่จะต่ำกว่า เวลา 9.00 -16.00 น

- อุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและล่างส่วนใหญ่สูงกว่าขอบเขตสภาวะสบายตลอด 24 ชั่วโมง ยกเว้นชั้น ล่าง เวลา 7.00-9.00 น. และชั้น 2 เวลา 8.00 น.ที่ต่ำกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย เพียง เล็กน้อย ดูรูปที่ 8.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.16 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.4 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบายรอบ 24 ชั่วโมง

8.1.5 ผลการทดลองกรณีที่ 1.5

รูปแบบอาคาร

- มีช่องเปิดใต้หลังคา กว้าง 0.50 ม. ใช้รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 (หลังคากระเบื้องซีเมนต์หนา 5 มม.) ทดลองโดยปิดหน้าต่างทั้งหมด

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 24 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเช้าของอีก วันหนึ่ง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงของเดือนเมษายน รอบ 10 ปี

อุณหภูมิ

- อุณหภูมิภายนอกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน รอบ 10 ปี

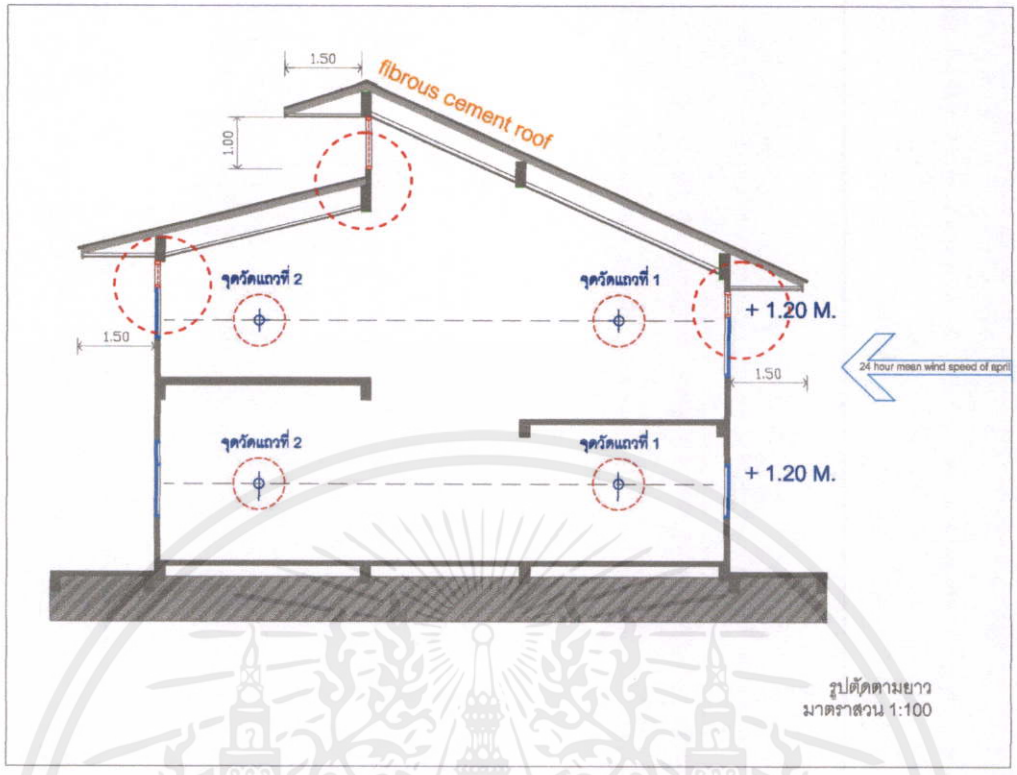
ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นละ 4 จุดดูตามรูปที่1.1 การทดลองทำโดยปิดหน้าต่างทั้งหมดเพื่อวัดเฉพาะอุณหภูมิภายในอาคาร โดยไม่มีลมเข้ามาภายในอาคาร อุณหภูมิที่วัดได้จากชั้น 1 และชั้น 2 จากจุดวัดแถวที่ 1 และแถวที่ 2

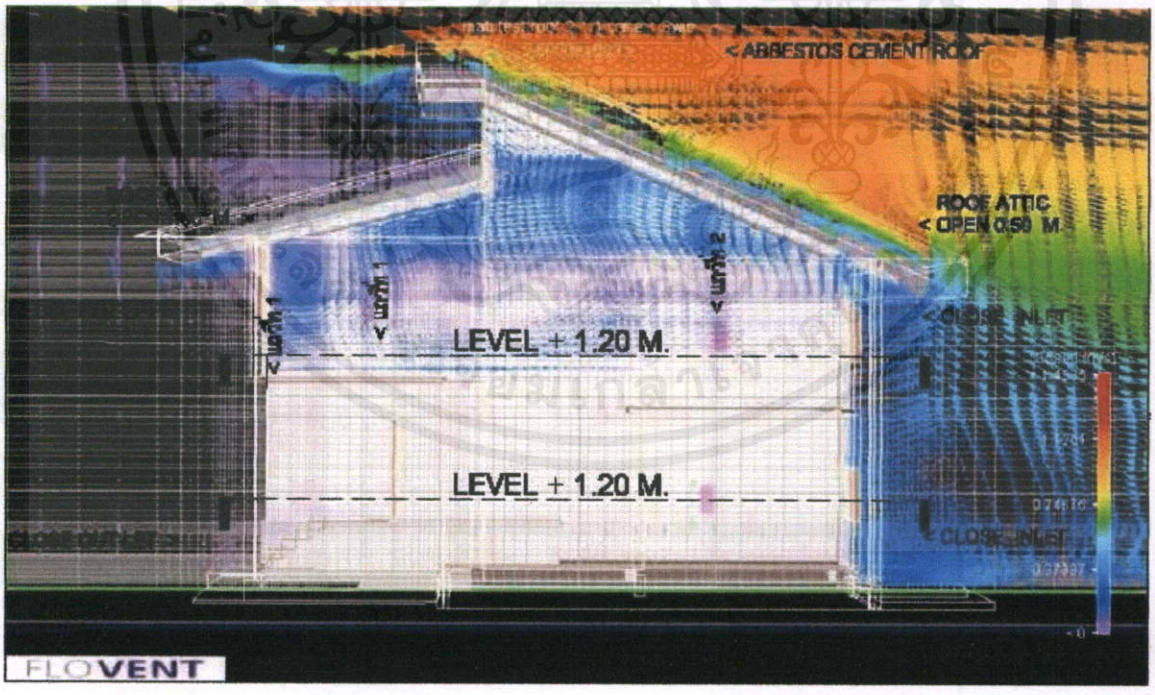
ค่าที่ตรวจวัด

- อุณหภูมิภายในอาคาร (Temperature °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

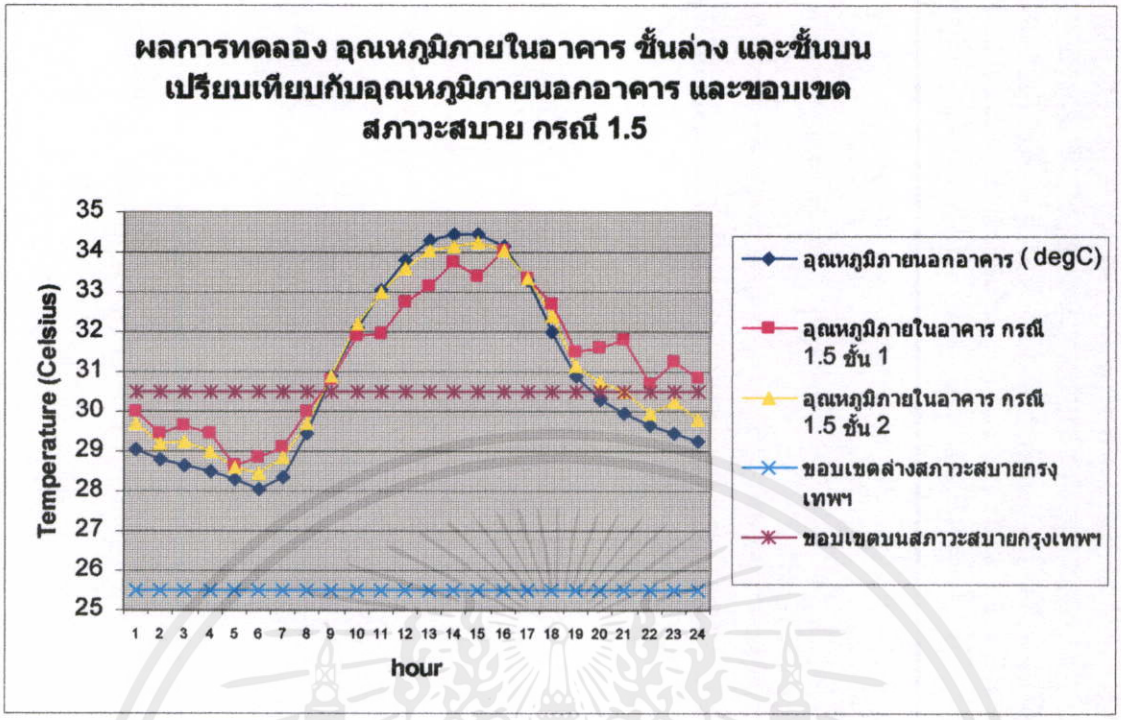


รูปที่ 8.17 แสดงรูปตัด กรณีที่ 1.5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

รูปที่ 8.18 แสดงรูปตัดผลการทดลองกรณี 1.5 มีช่องเปิดใต้หลังคากว้าง 0.50 เมตร และช่องเปิดกลางหลังคากว้าง 1.00 เมตร ใช้รูปแบบหลังคาแบบที่ 2



รูปที่ 8.19 แผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.5 แสดงค่าอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่างและชั้นบน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะน่าบาย

สรุปผลการทดลองกรณีที่ 1.5

อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมงชั้นบนและล่างจะนำมาเปรียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร (External ambient temperature) และขอบเขตสภาวะสบาย (ดูรูปที่ 8.19) มีผลดังนี้

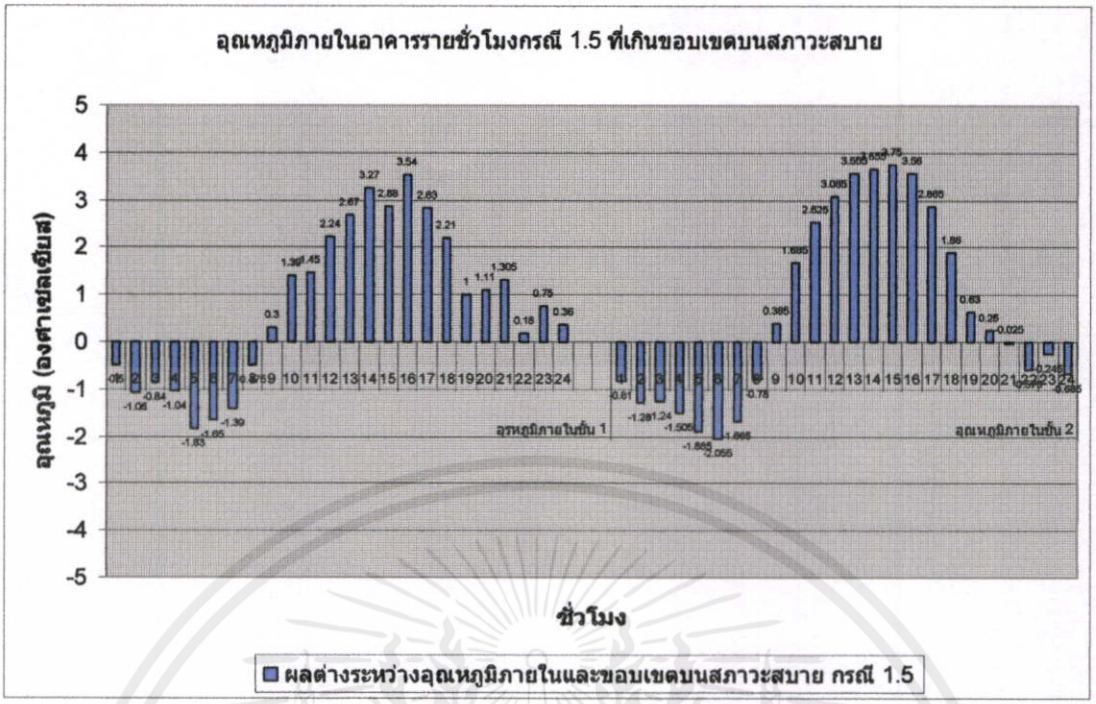
- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 1 สูงสุดที่ช่วงเวลา14.00 น. วัดได้ 33.7 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 2 สูงสุดที่ช่วงเวลา15.00 น. วัดได้ 34.25 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารทั้งชั้นหนึ่งและชั้น 1และ2 จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเพียงเล็กน้อย ตั้งแต่เวลา 16.00น-10.00 น แต่จะต่ำกว่า เพียงเล็กน้อยตั้งแต่ เวลา 10.00–16.00 น

- อุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนสูงกว่าขอบเขตสภาวะสบาย เวลา 8.00-20.00 น. แต่จะต่ำกว่าขอบเขตบนสภาวะสบายมาก เวลา 20.00-8.00น ชั้น 1 สูงกว่าขอบเขตสภาวะสบาย เวลา 8.00-0.00 น. แต่จะต่ำกว่าขอบเขตบนสภาวะสบายมาก เวลา 0.00-8.00น ดูรูปที่ 8.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.20 แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้น บนและชั้นล่าง กรณี 1.5 ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย รอบ 24 ชั่วโมง

8.1.6 สรุปผลการทดลองที่ 1 (กรณี ที่ 1.1-1.5)

การพิจารณาผลการทดลองจะพิจารณาแบ่งเป็นช่วงเวลา เช้า ตั้งแต่ 6.00-20.00 น. และช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 20.00-6.00 น .เพื่อให้สอดคล้องกับช่วงเวลาและพฤติกรรมการใช้งานของผู้อยู่อาศัย

การพิจารณาอุณหภูมิภายในอาคาร พื้นที่ชั้น บน จะพิจารณาเฉพาะอุณหภูมิช่วงเวลา 20.00 – 6.00 น. เนื่องจากพฤติกรรมการใช้งานของผู้อยู่อาศัย ใช้งานพื้นที่ชั้นบนเฉพาะช่วงเวลา สองทุ่มถึงหกโมงเช้าของทุกวัน

- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 1 กรณีที่ 1.1-1.4 อุณหภูมิจะใกล้เคียงกันมาก สูงสุดที่ช่วงเวลา19.00 น. กรณีที่ 1.1สูงที่สุดวัดได้ 33.53 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารทั้งชั้นหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคารกรณีที่ 1.1-1.4 จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกตั้งแต่เวลา 17.00น - 8.00 น แต่จะต่ำกว่า เวลา 8.00 -17.00 น กรณีที่ 1.5 จะใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกตลอด 24 ชั่วโมง

- อุณหภูมิภายในอาคารชั้นล่าง กรณี 1.1 อยู่สูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบายมากเกือบตลอด 24 ชั่วโมง ยกเว้น กรณีที่ 1.2,1.3,1.4, ที่ต่ำกว่าในช่วง 7.00 -9.00 น. ส่วนกรณี 1.5 ต่ำกว่าขอบเขตบนมากที่สุด ในช่วงเวลา 0.00 -8.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

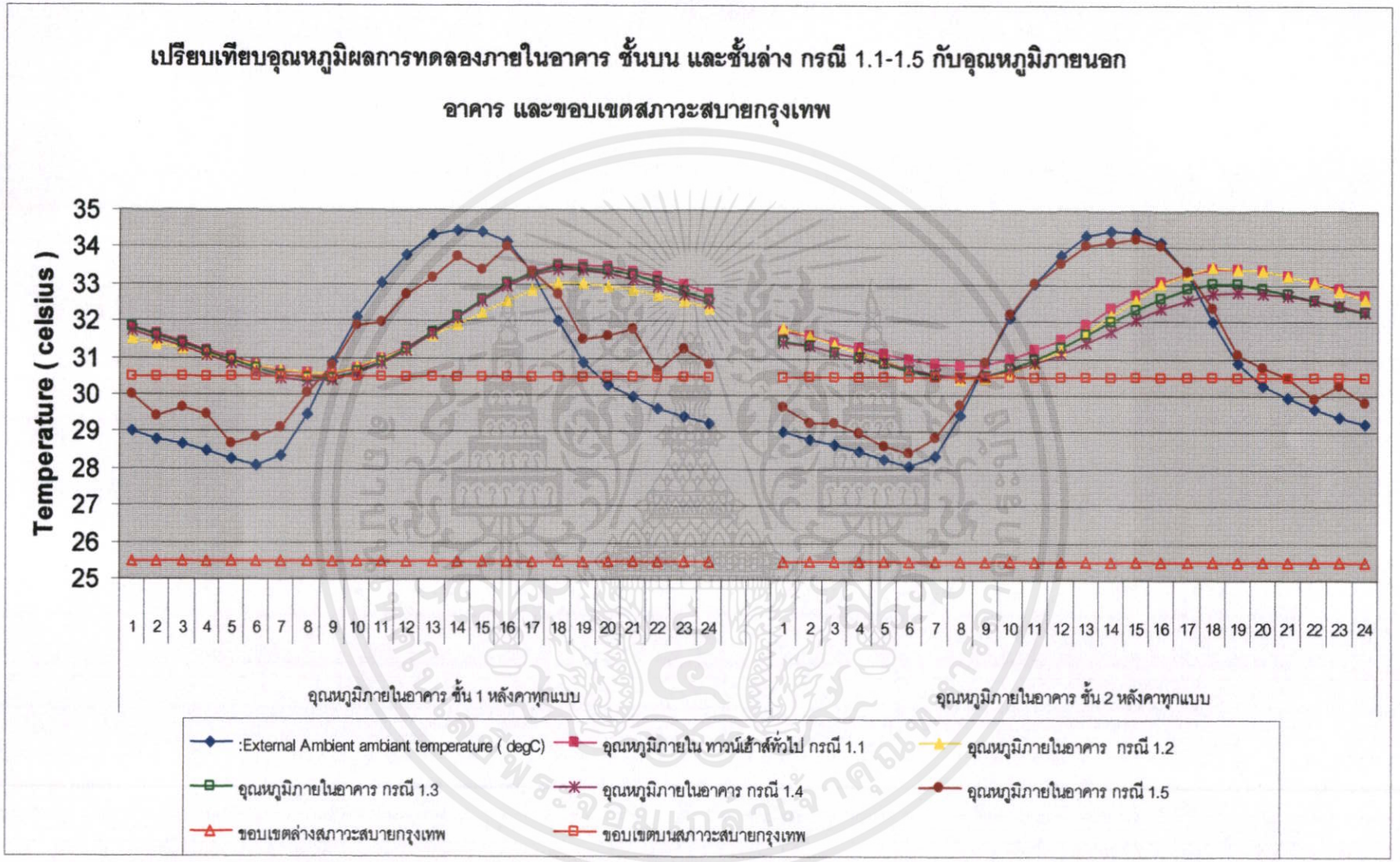
การพิจารณาอุณหภูมิภายในอาคาร พื้นที่ชั้นล่าง จะพิจารณาเฉพาะอุณหภูมิช่วงเวลา 6.00 – 20.00 น. เนื่องจากพฤติกรรมการใช้งานของผู้อยู่อาศัย ใช้งานพื้นที่ชั้นบนเฉพาะช่วงเวลา สองทุ่ม ถึง หกโมงเช้าของทุกวัน

- อุณหภูมิภายในอาคารที่วัดได้จากตำแหน่งห้องชั้น 2 กรณีที่ 1.1-1.4 อุณหภูมิจะไกล้เคียงกันมาก สูงสุดที่ช่วงเวลา19.00 น. กรณีที่ 1.1สูงที่สุดวัดได้ 33.43 องศา

- อุณหภูมิภายในอาคารทั้งชั้น 2 เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคารกรณีที่ 1.1-1.4 จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกมากเท่า กัน ตั้งแต่เวลา 17.00น - 8.00 น แต่จะต่ำกว่า เวลา 8.00-17.00 น กรณีที่1.5 จะไกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกตลอด 24 ชั่วโมง

- อุณหภูมิภายในอาคารชั้นล่าง กรณี 1.1อยู่สูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบายมากเกือบตลอด 24 ชั่วโมง ยกเว้น กรณีที่ 1.2, ที่ต่ำกว่าในช่วง 8.00 น. ส่วนกรณี 1.5 ต่ำกว่าขอบเขตบนมากที่สุด ในช่วงเวลา 20.00-8.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.21 แผนภูมิผลการทดลองกรณีที่ 1.1-1.5 แสดงอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้นล่าง กรณี 1.1-1.5 (ด้านซ้าย) แสดงอุณหภูมิภายในอาคารชั้นบน (ด้านขวา) เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร และขอบเขตสภาวะสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

8.2 ผลการทดลองที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายในอาคารกับขนาดช่องเปิดทางเข้าและช่องเปิดทางออก

8.2.1 ผลการทดลองกรณี 2.1

รูปแบบอาคาร

- ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 20 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 20 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.80 เมตร ดูรูปที่ 8.22

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 1 ชั่วโมง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

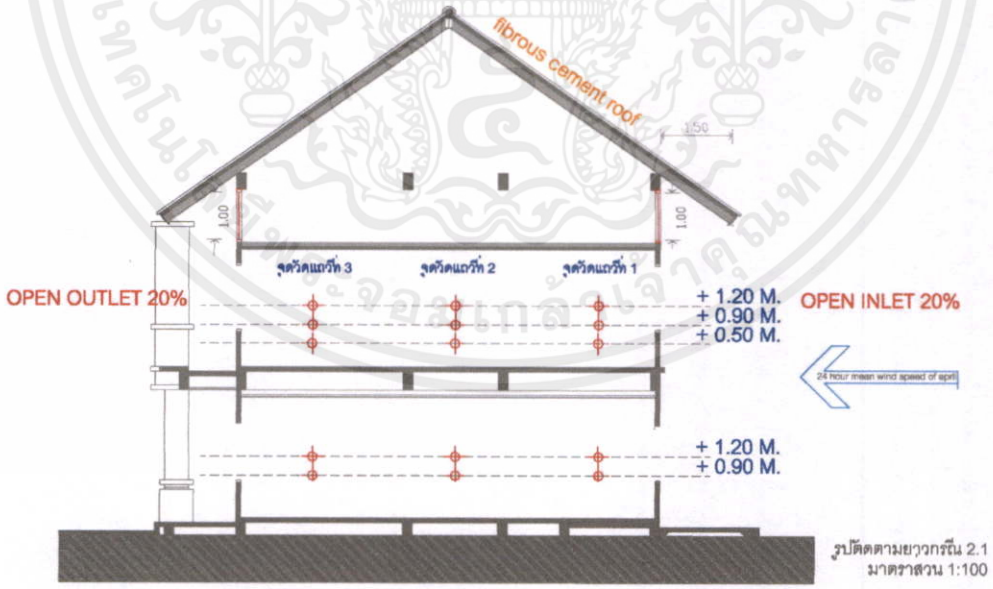
- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วภายนอกอาคาร = 3 m/s

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตามรูปที่ 8.22

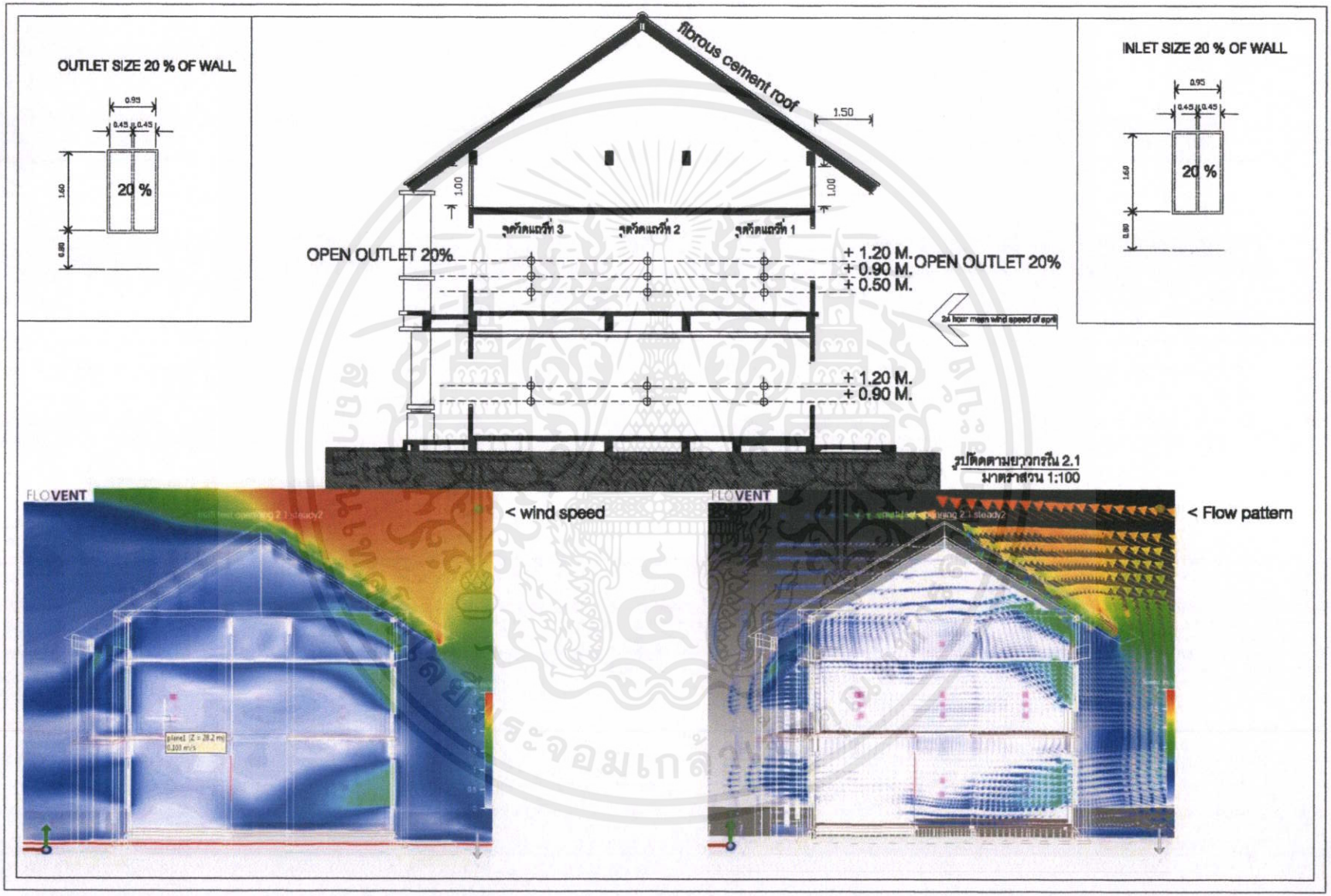
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)



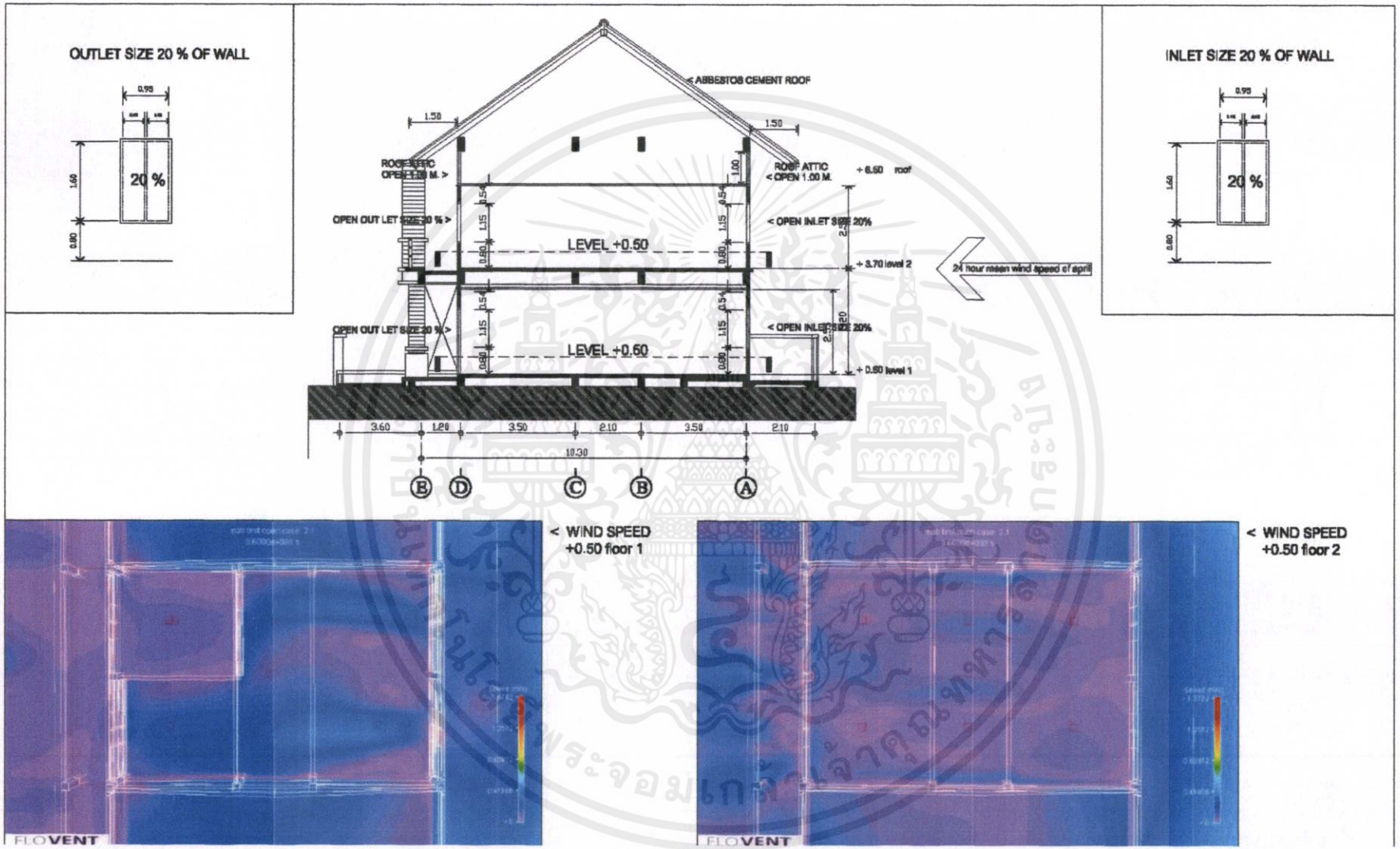
รูปที่ 8.22 รูปตัดกรณี 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



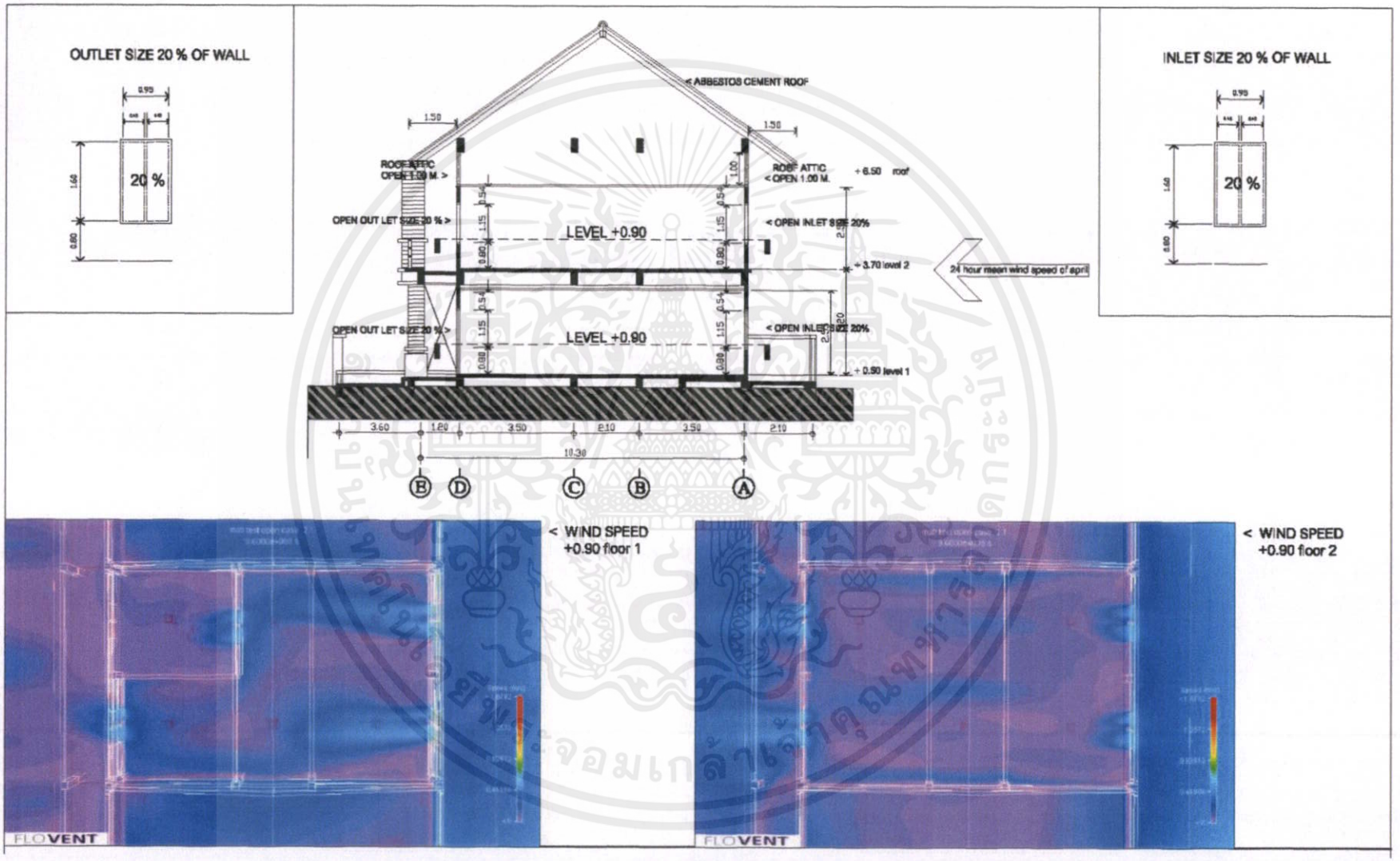
รูปที่ 8.23 รูปตัดกระแสลม และคตวามเร็วลมภายในอาคาร กรณี 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



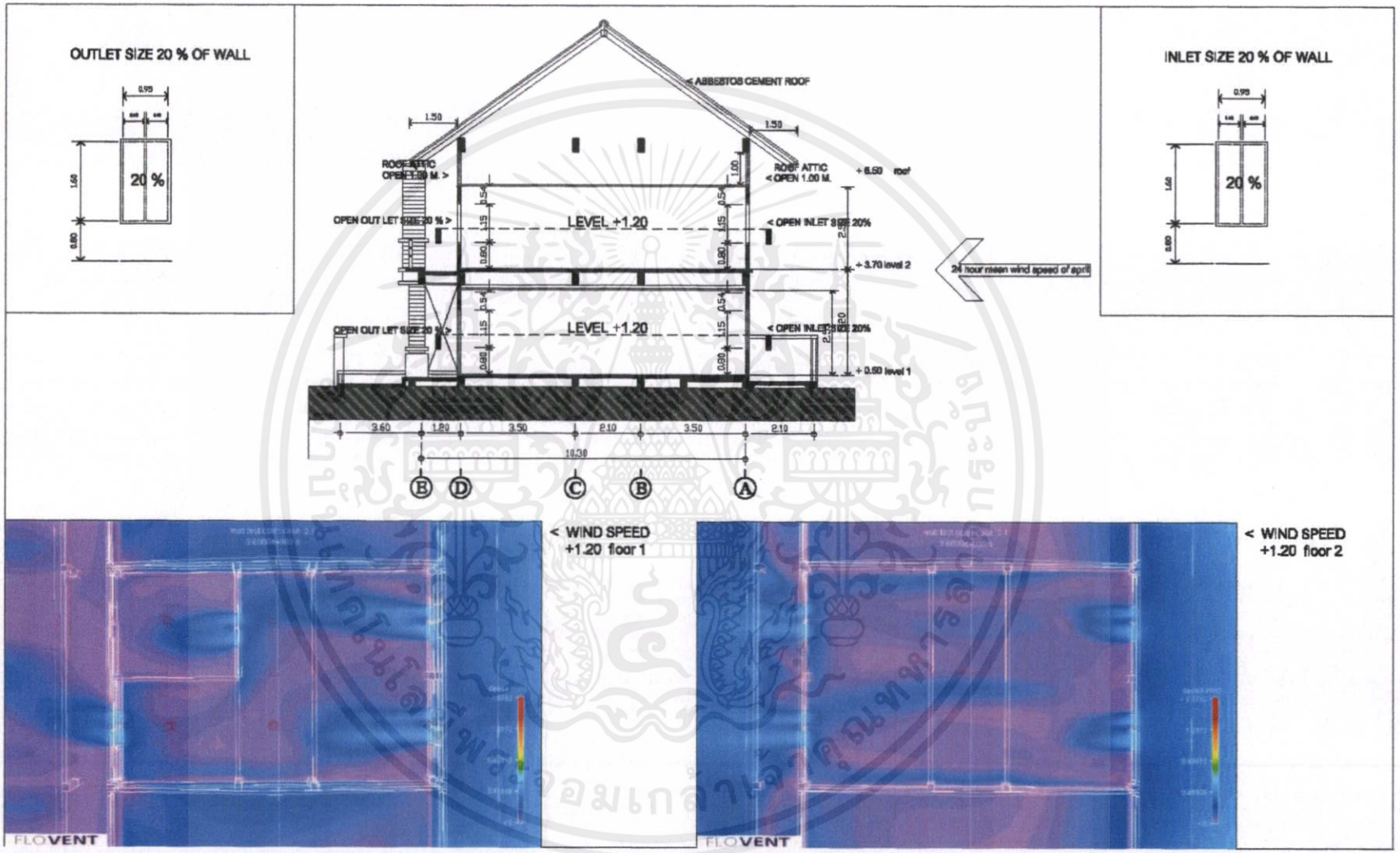
รูปที่ 8.24 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.50 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 8.25 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.90 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.1

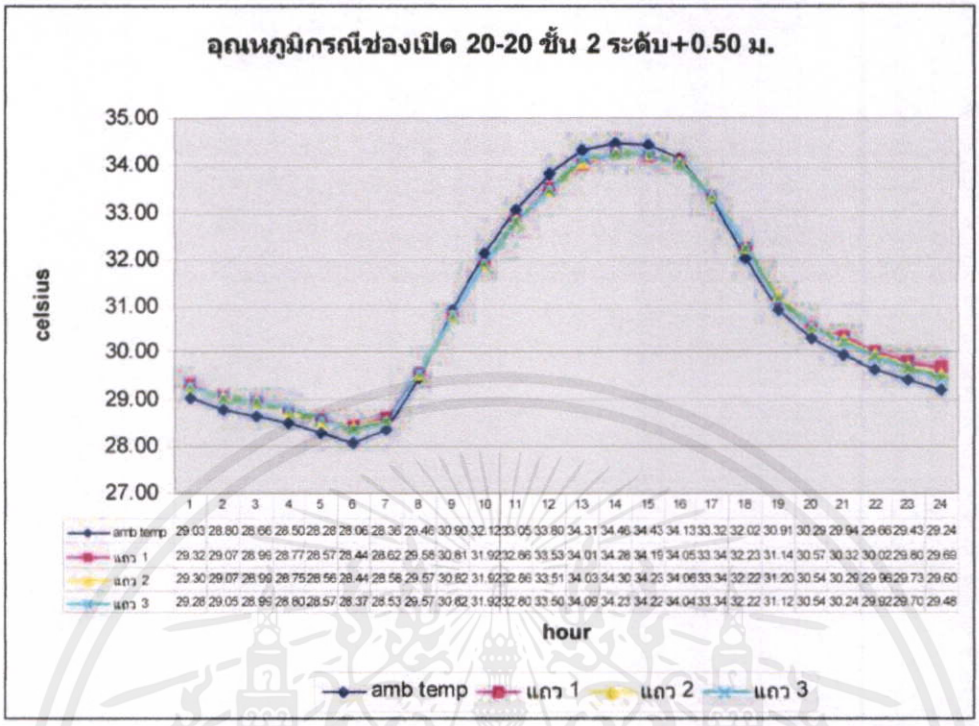
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 8.26 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 1.20 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.1

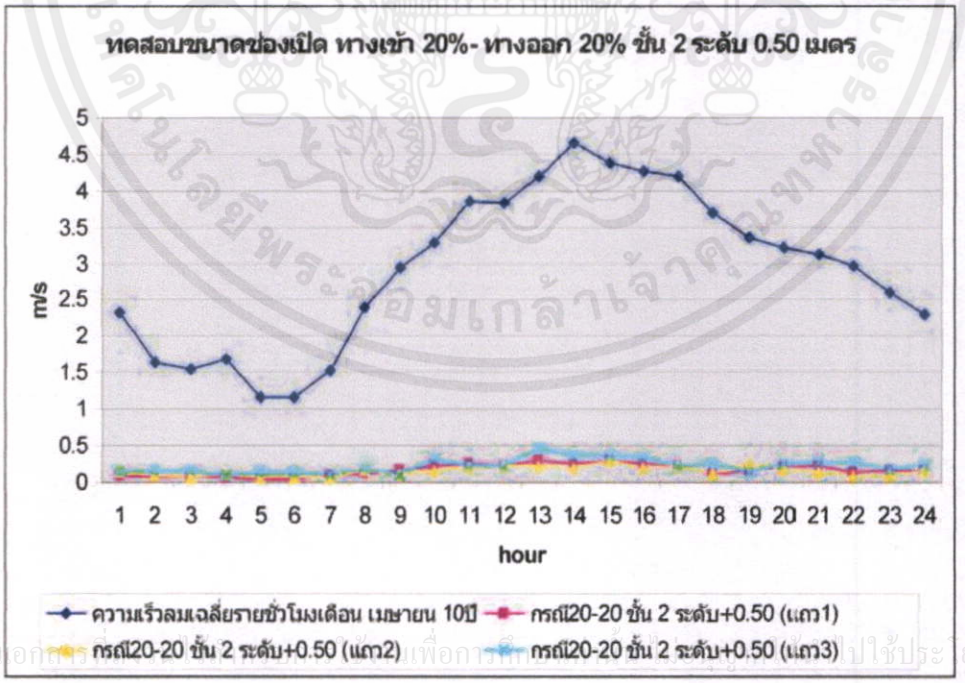
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

< TEMPERATURE
+0.50 floor 1



รูปที่ 8.27 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.50 ม. กรณี 2.1

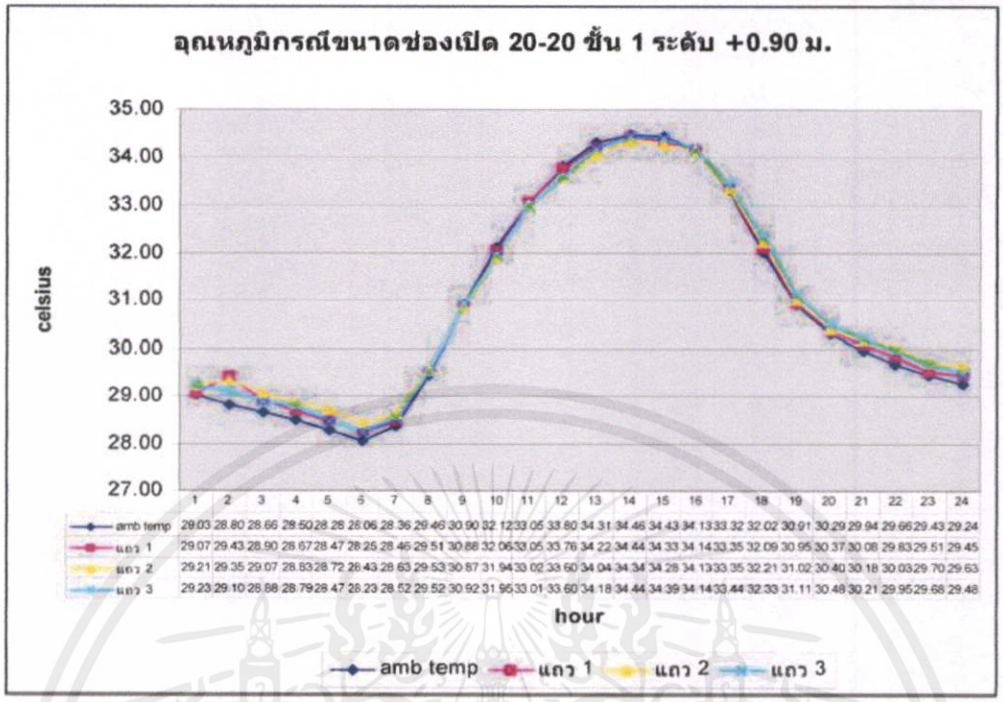
< WIND SPEED
+0.50 floor 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

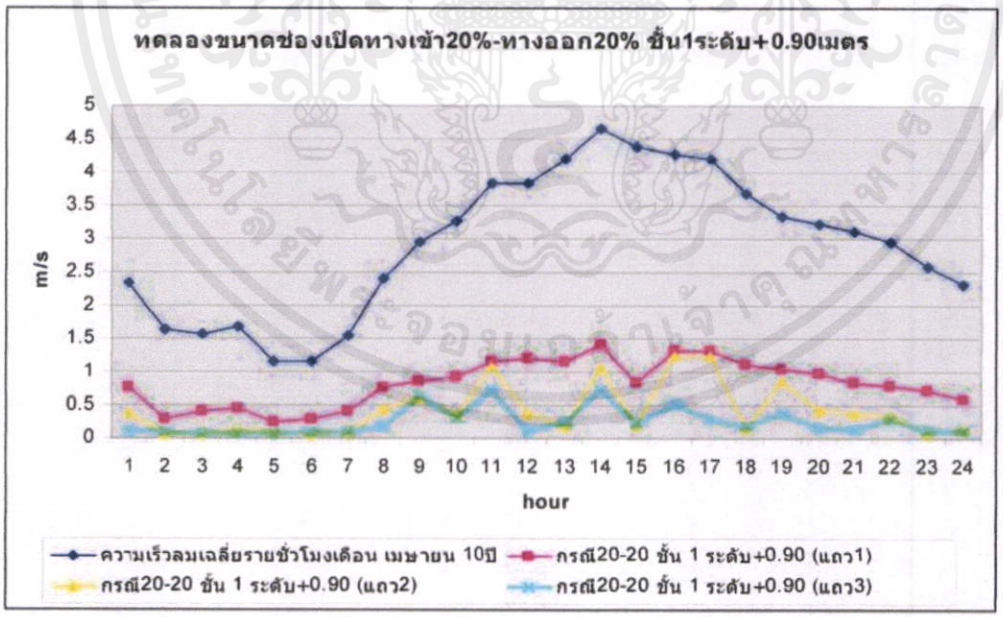
รูปที่ 8.28 ความเร็วลมภายในอาคารายชั่วโมง ชั้น 2ระดับความสูง 0.50 ม.กรณี 2.1

< TEMPERATURE
+0.90 floor 1



รูปที่ 8.29 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.1

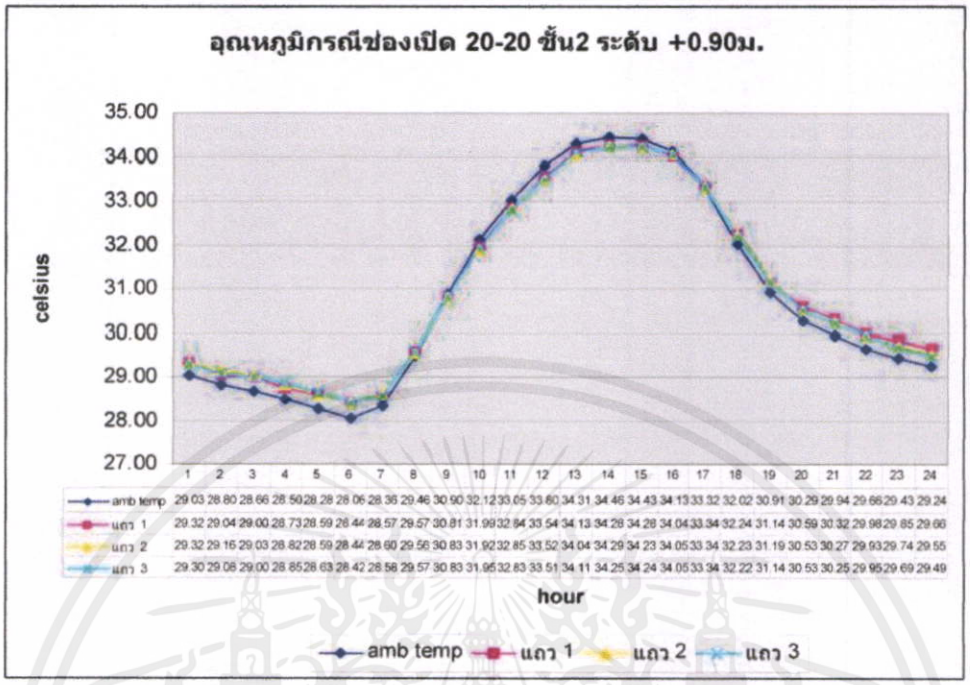
< WIND SPEED
+0.90 floor 1



รูปที่ 8.30 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.1

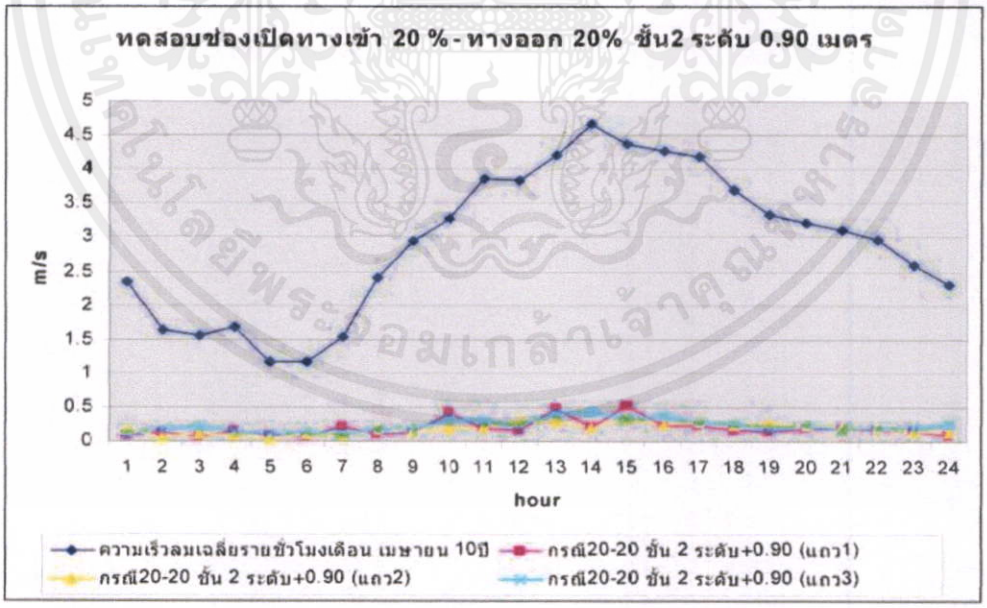
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

< TEMPERATURE
+0.90 floor 2



รูปที่ 8.31 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.1

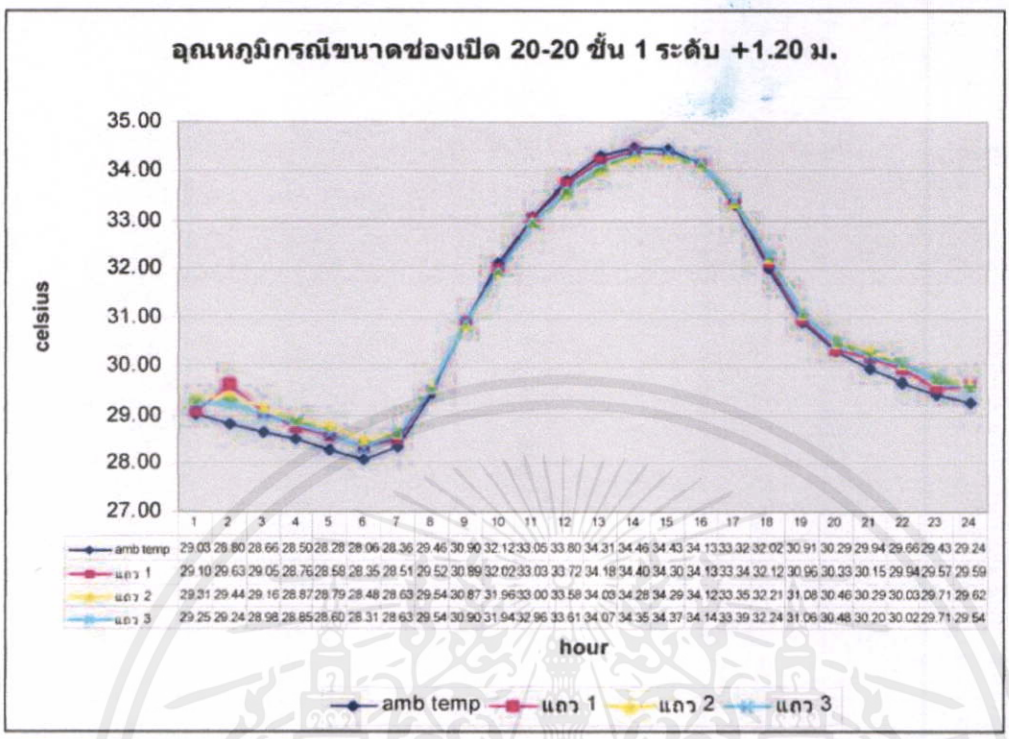
< WIND SPEED
+0.90 floor 2



รูปที่ 8.32 ความเร็วลมภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.1

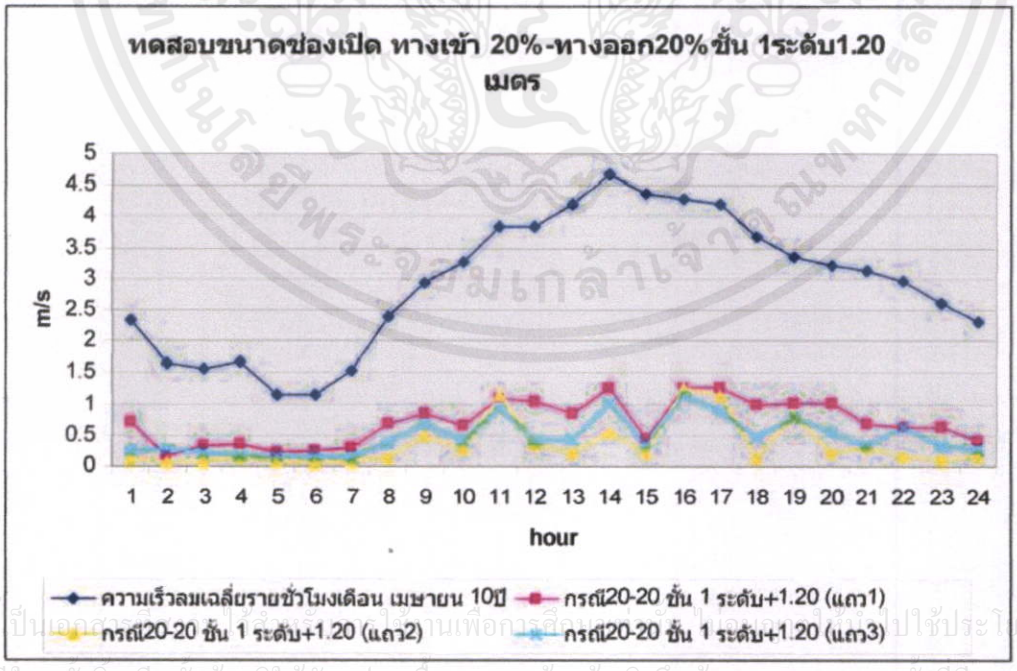
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

< TEMPERATURE
+1.20 floor 1



รูปที่ 8.33 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.1

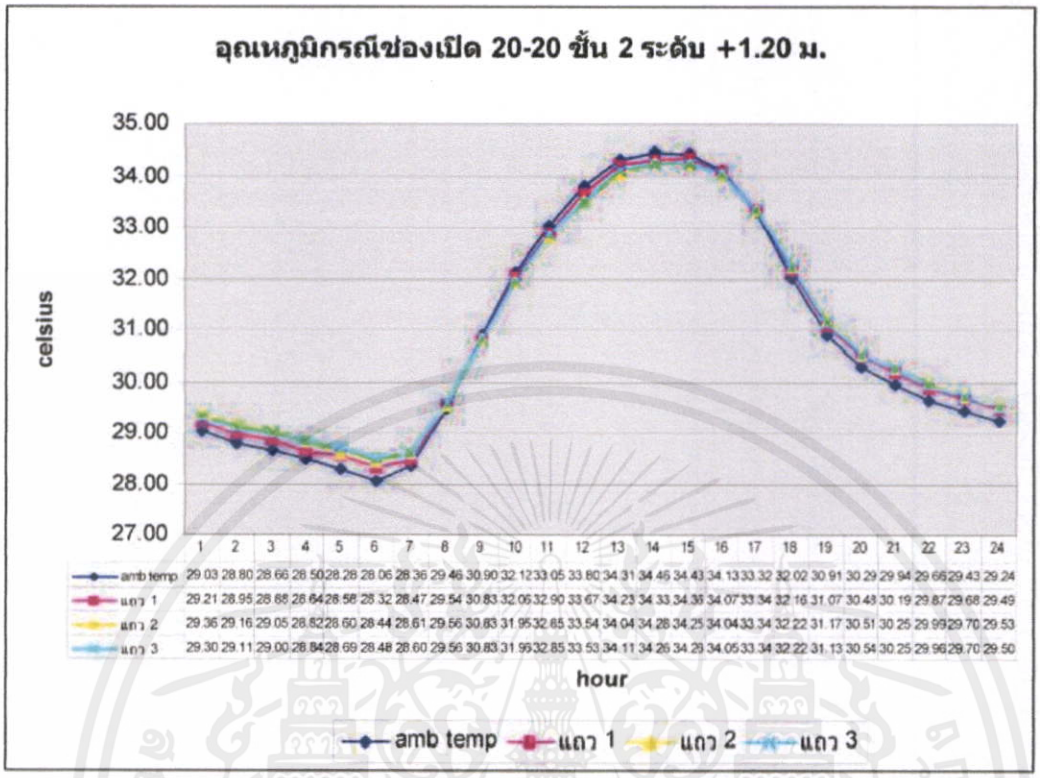
< WIND SPEED
+1.20 floor 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

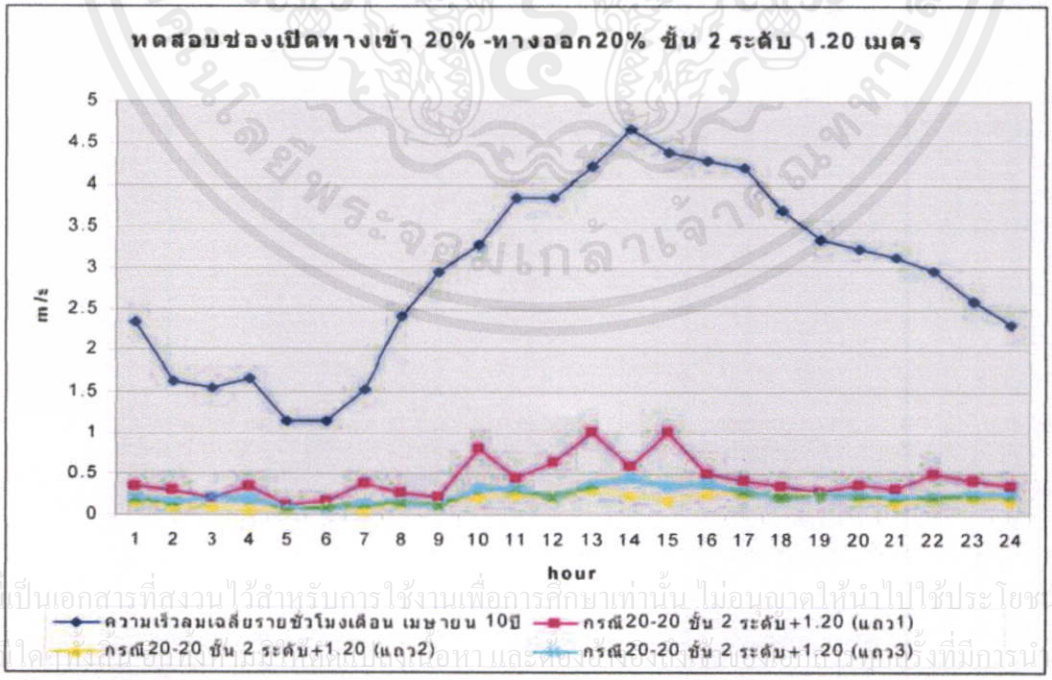
รูปที่ 8.34 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.1

< TEMPERATURE
+1.20 floor 2



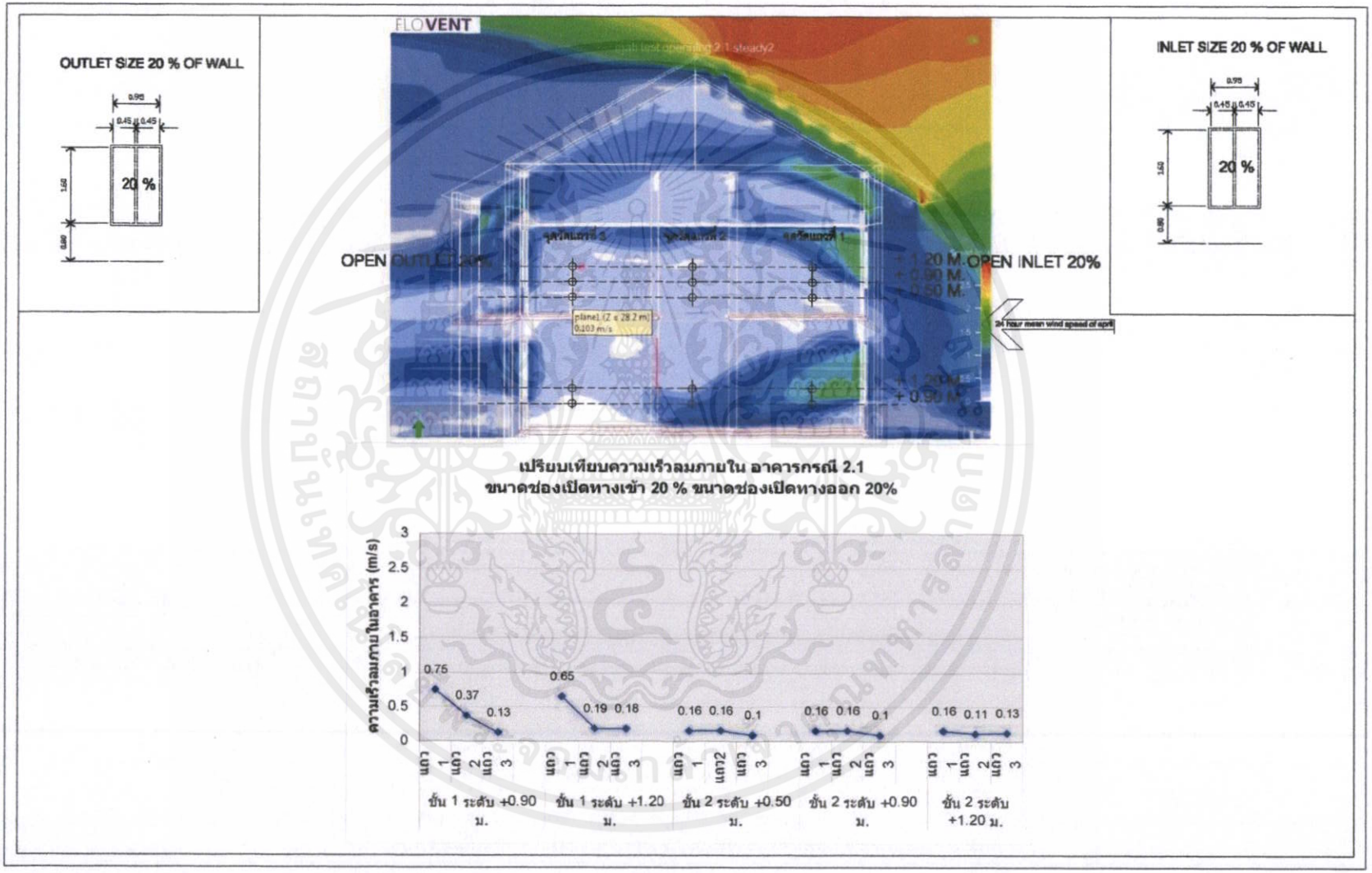
รูปที่ 8.35 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.1

< WIND SPEED
+1.20 floor 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.36 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.1



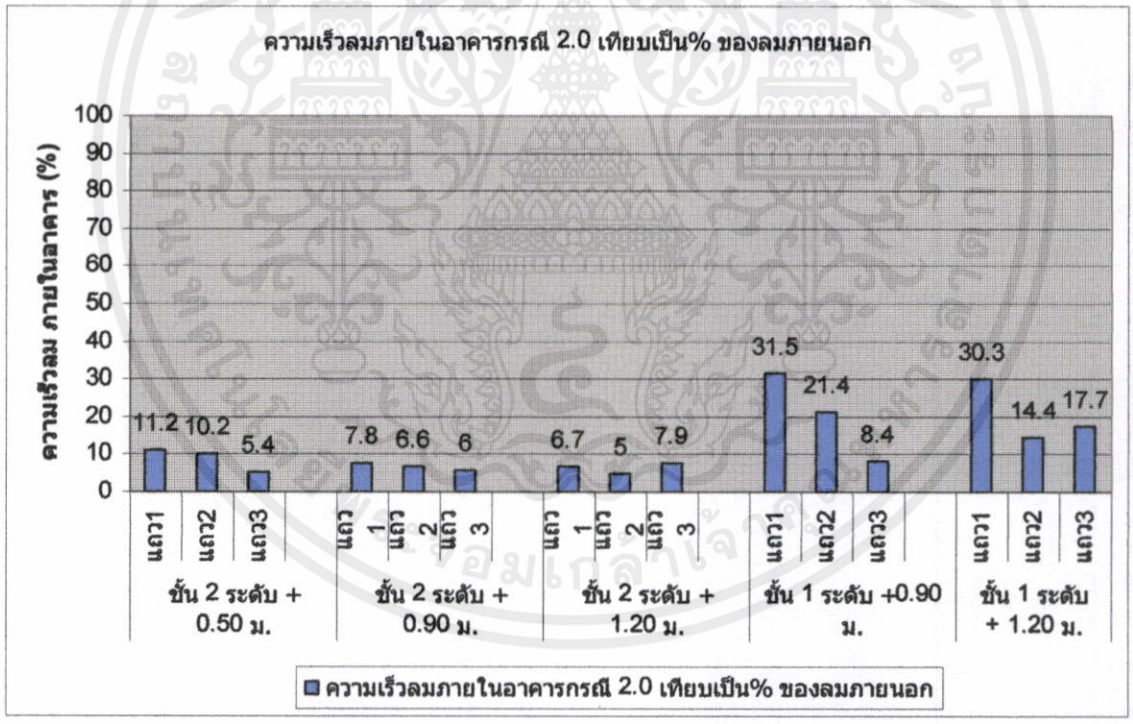
รูปที่ 8.37 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบความความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น1 และชั้น 2 กรณี 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สรุปผลการทดลองกรณี 2.1

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2 ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูรูปที่ 8.38) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.91 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.53 เมตร /วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 1.20 ม.มีความเร็วลมสูงทีสุด เท่ากับ 0.95 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.34 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.16 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.34 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +0.50 ม.มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 31.5 เปอร์เซ็นต์ (ดูแผนภูมิที่ 8.15)
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 11.2 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.38 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคาร เป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1 และชั้น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.2 ผลการทดลองกรณี 2.2

รูปแบบอาคาร

- ใช้แบบการทดลองที่ 1 ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 20 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 20 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.80 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 24 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเช้าของอีก วันหนึ่ง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนเมษายน รอบ 10 ปี = 3 m/s

อุณหภูมิ

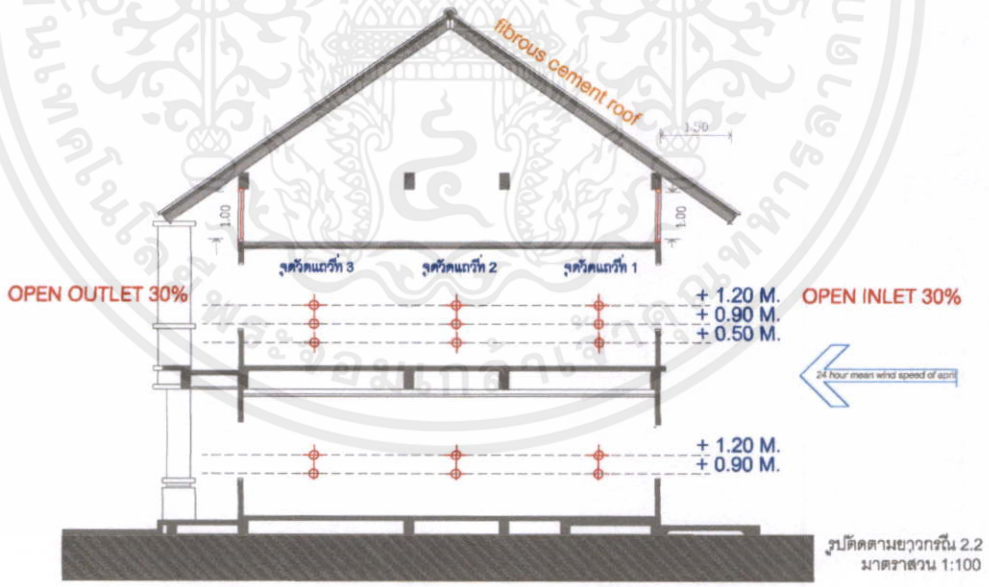
- อุณหภูมิภายนอกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตามรูปที่ 1.1

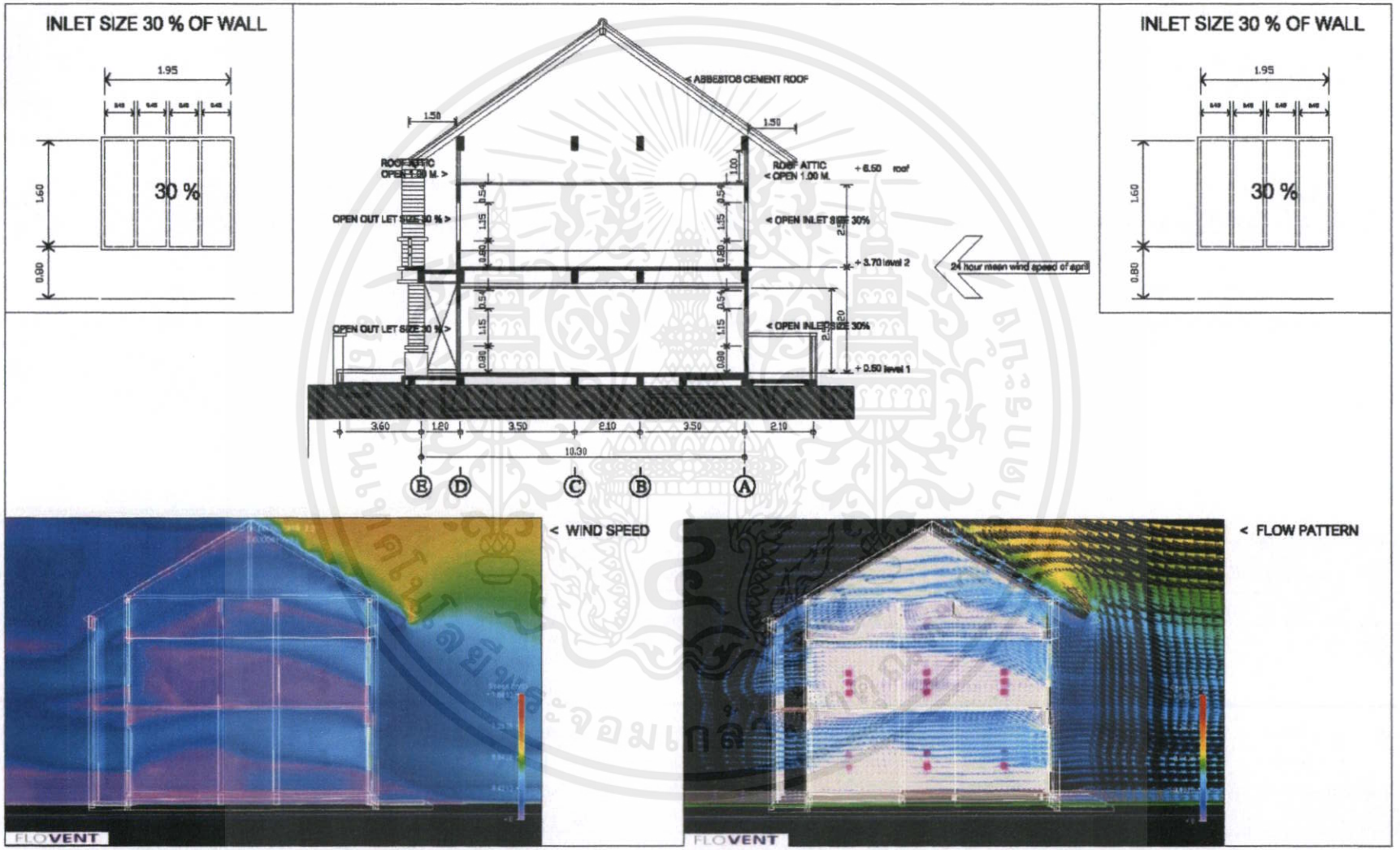
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)



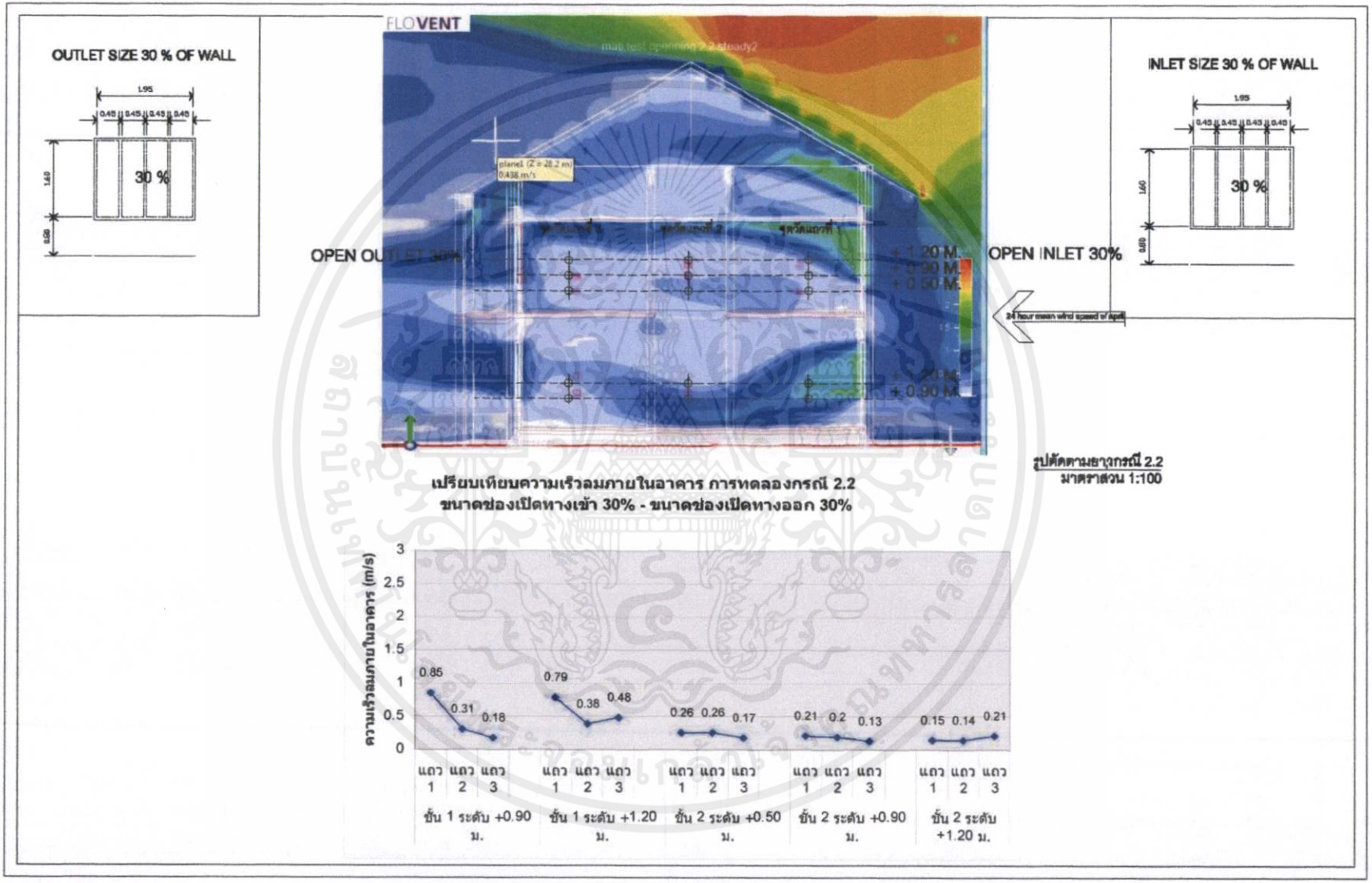
ภาพที่ 8.39 แสดงรูปตัดกรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



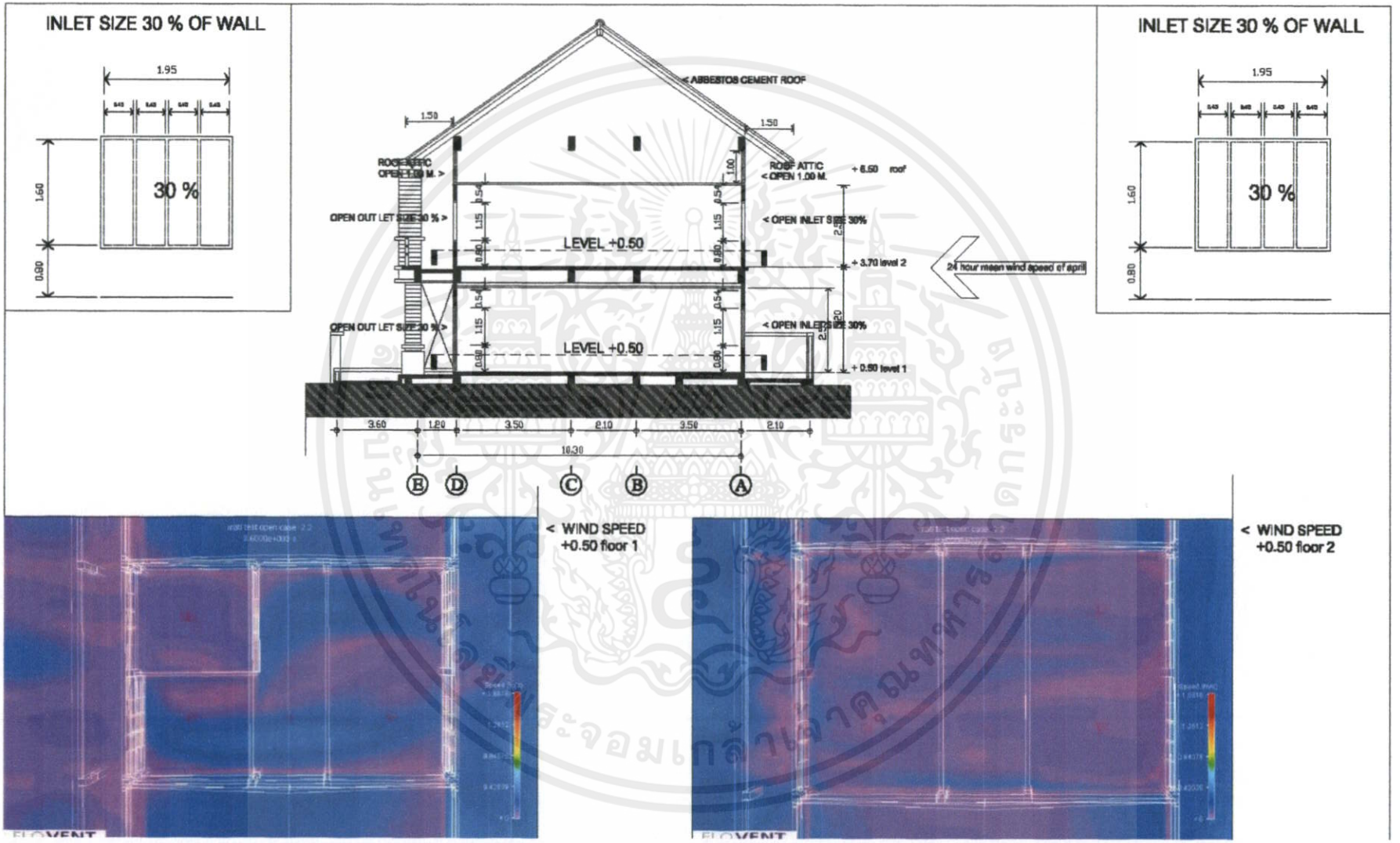
รูปที่ 8.40 แสดงรูปตัด กระแสลมและความเร็วภายในชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



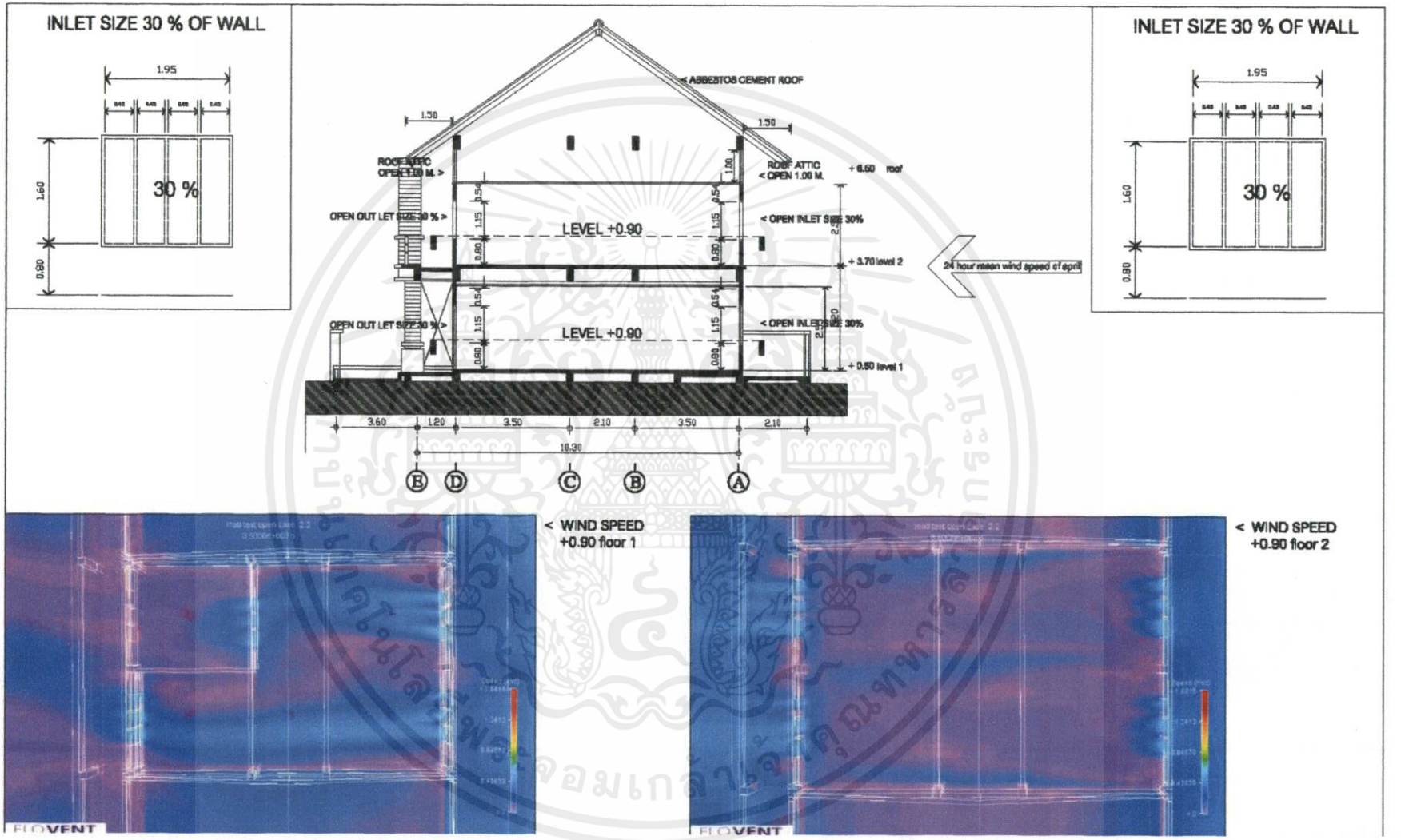
รูปที่ 8.41 แสดงรูปตัด กระแสลมและความเร็วภายในชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



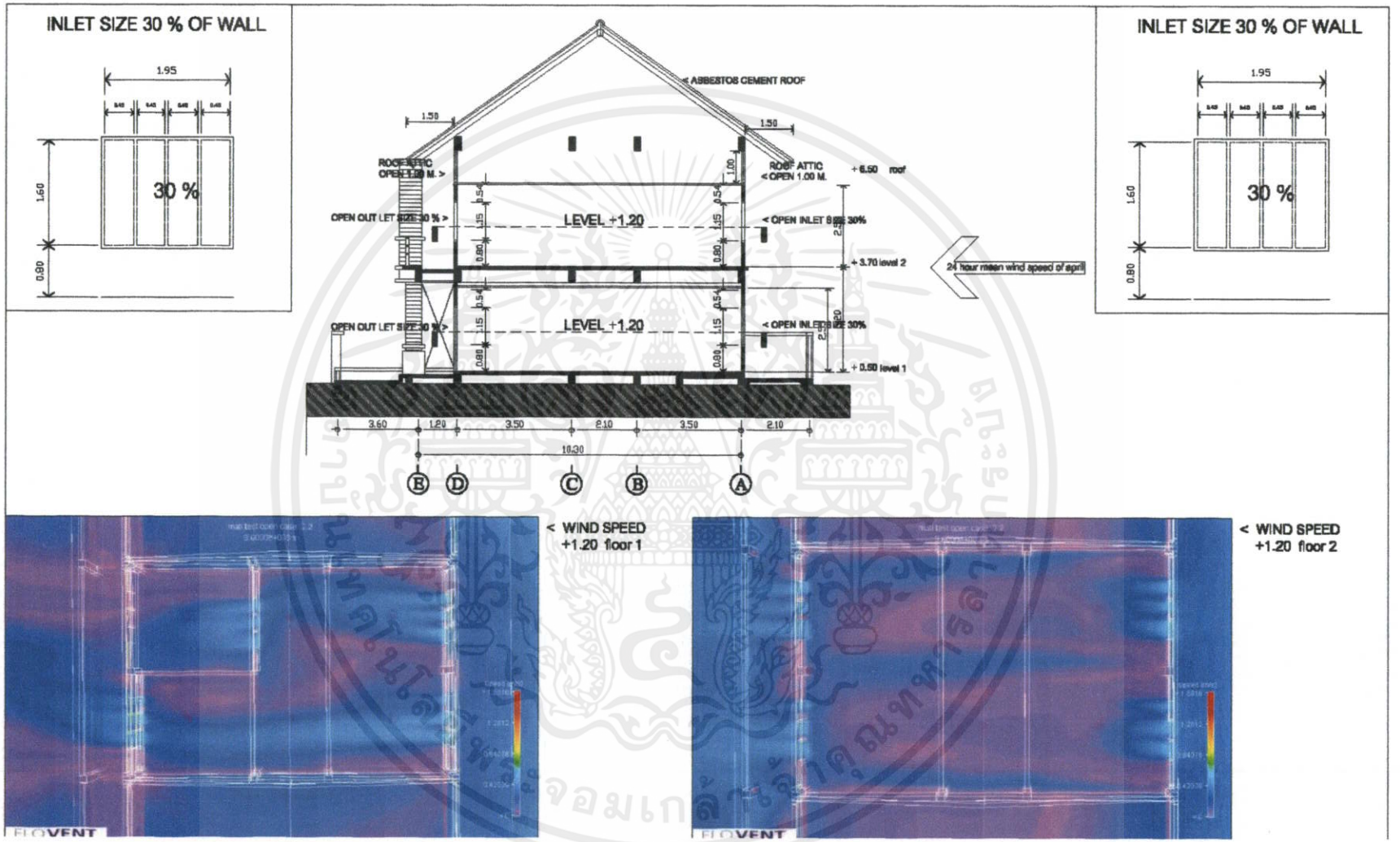
รูปที่ 8.42 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.50 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



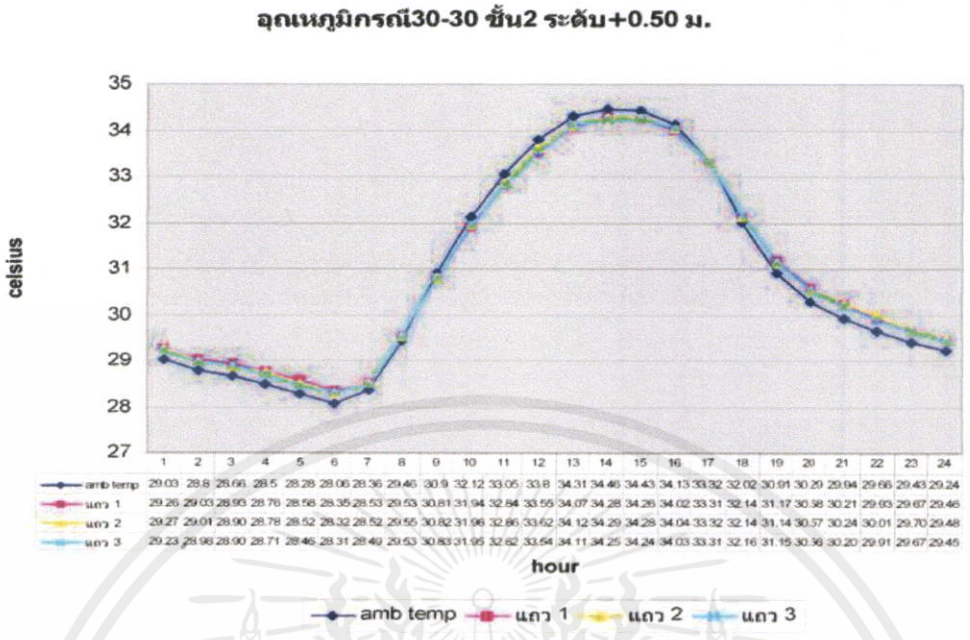
รูปที่ 8.43 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.90 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

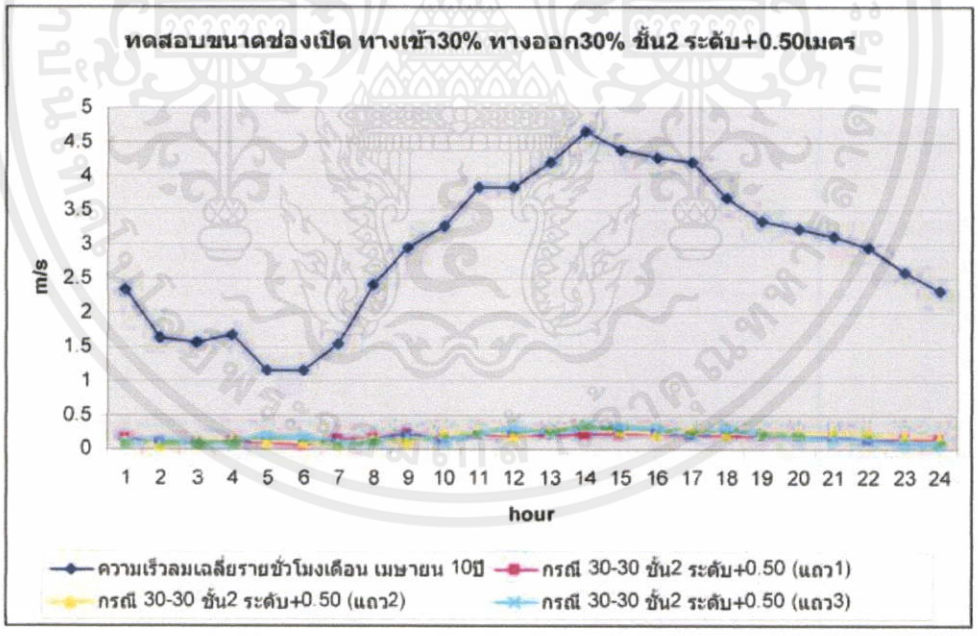


รูปที่ 8.44 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 1.20 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

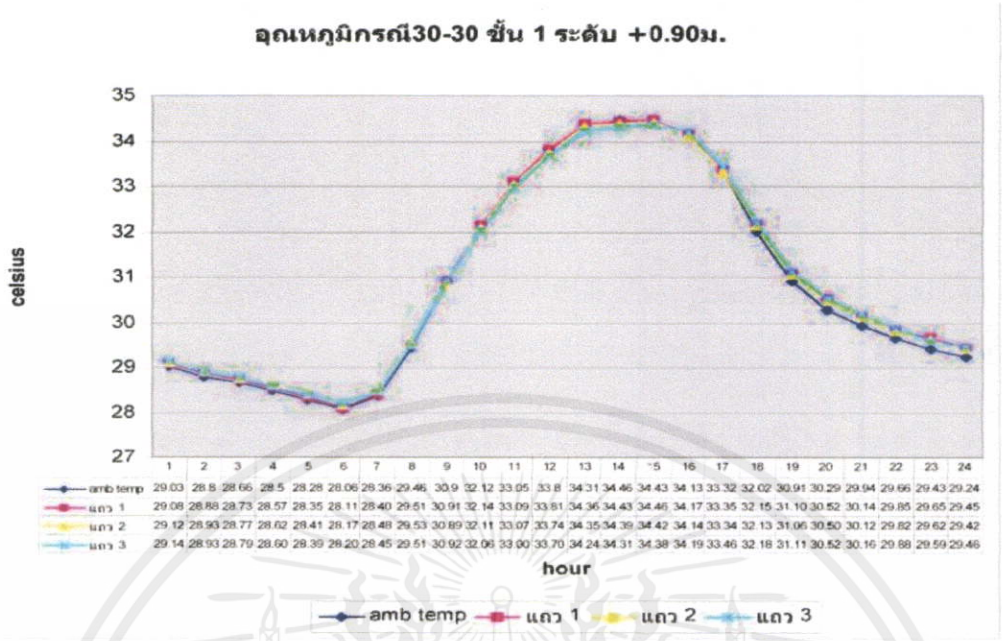


รูปที่ 8.45 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.50 ม. กรณี 2.2

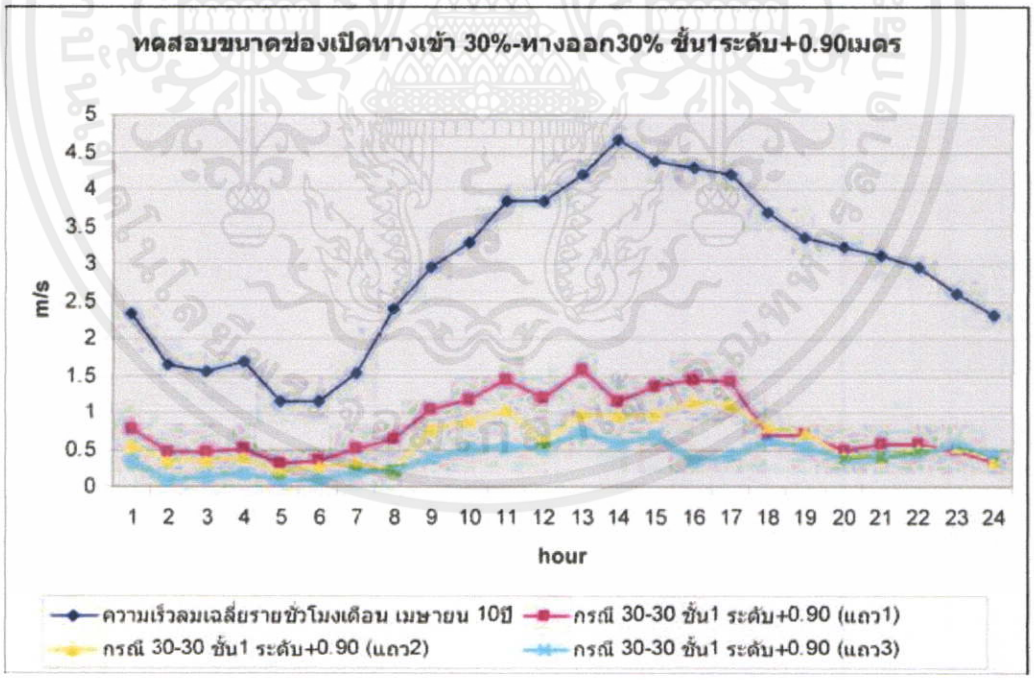


รูปที่ 8.46 ความเร็วลมภายในอาคารายชั่วโมง ชั้น 2ระดับความสูง 0.50 ม.กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

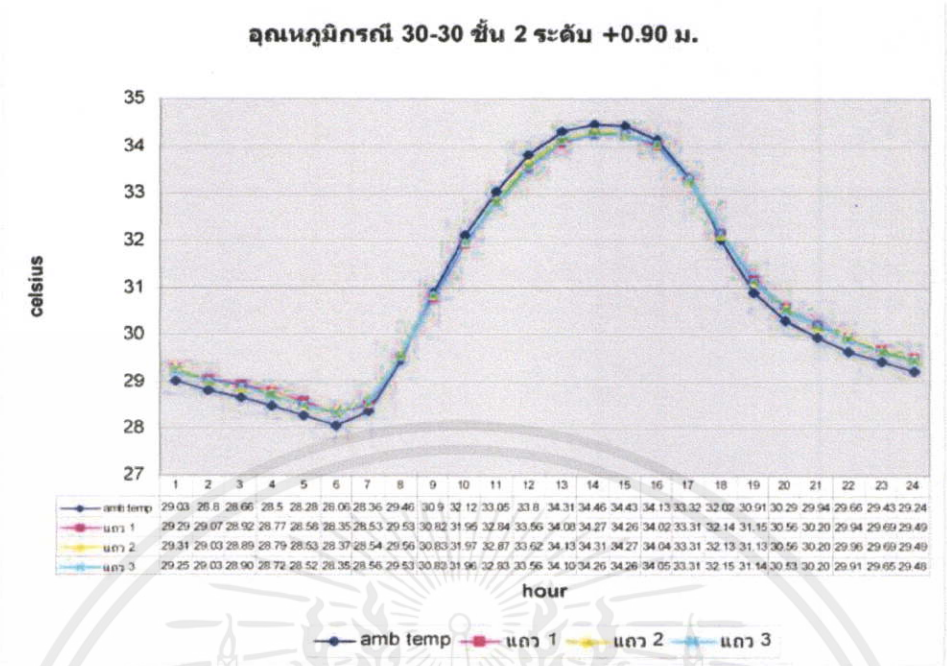


รูปที่ 8.47 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.2

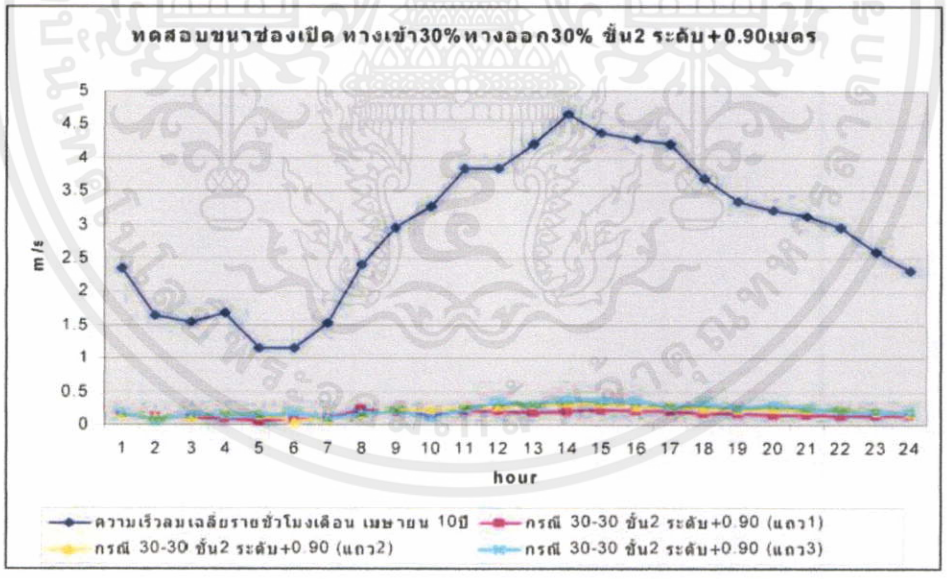


รูปที่ 8.48 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอ... ...ชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

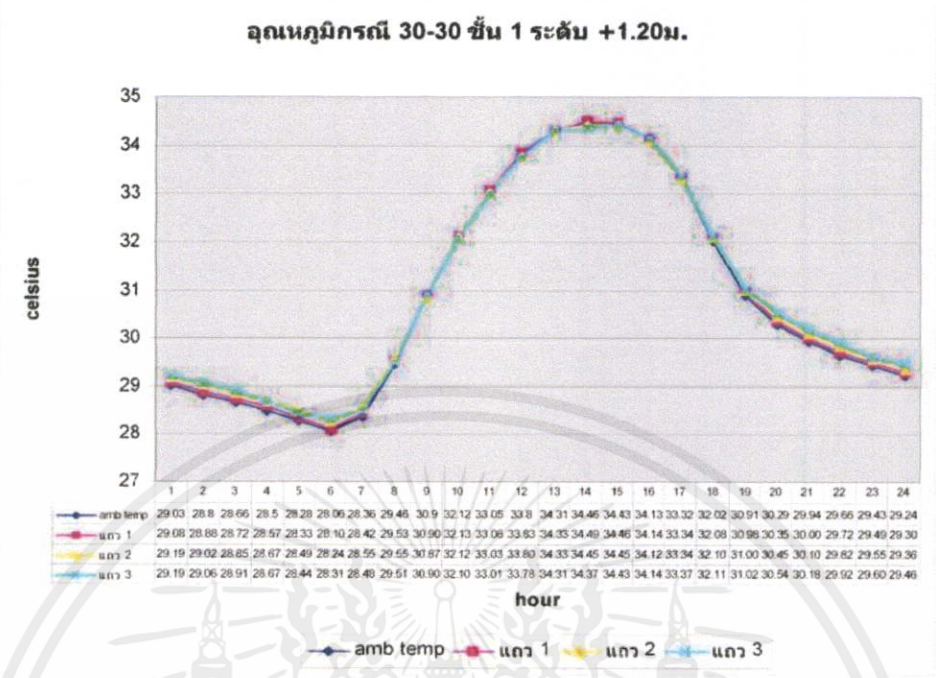


รูปที่ 8.49 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.2

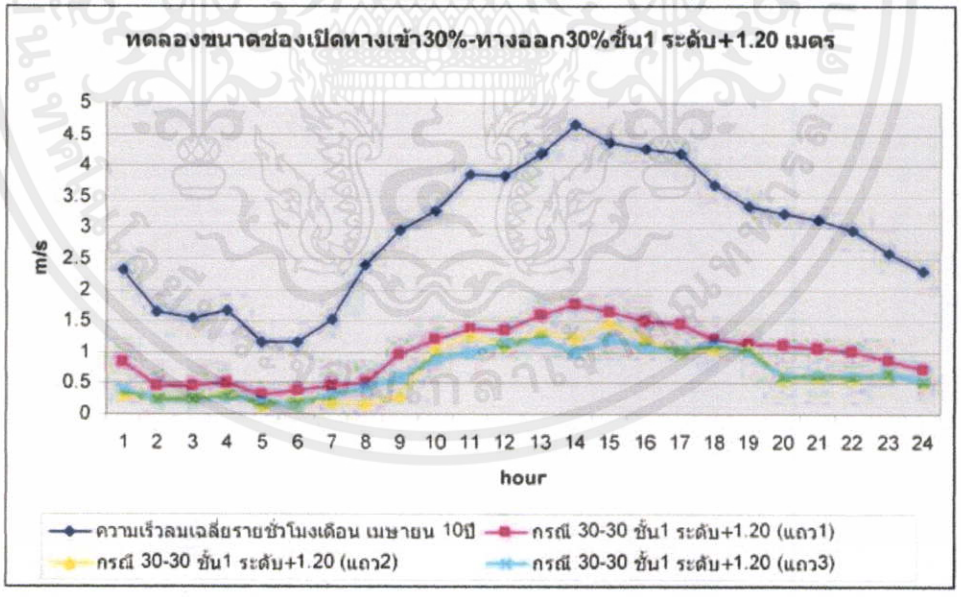


รูปที่ 8.50 ความเร็วลมภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

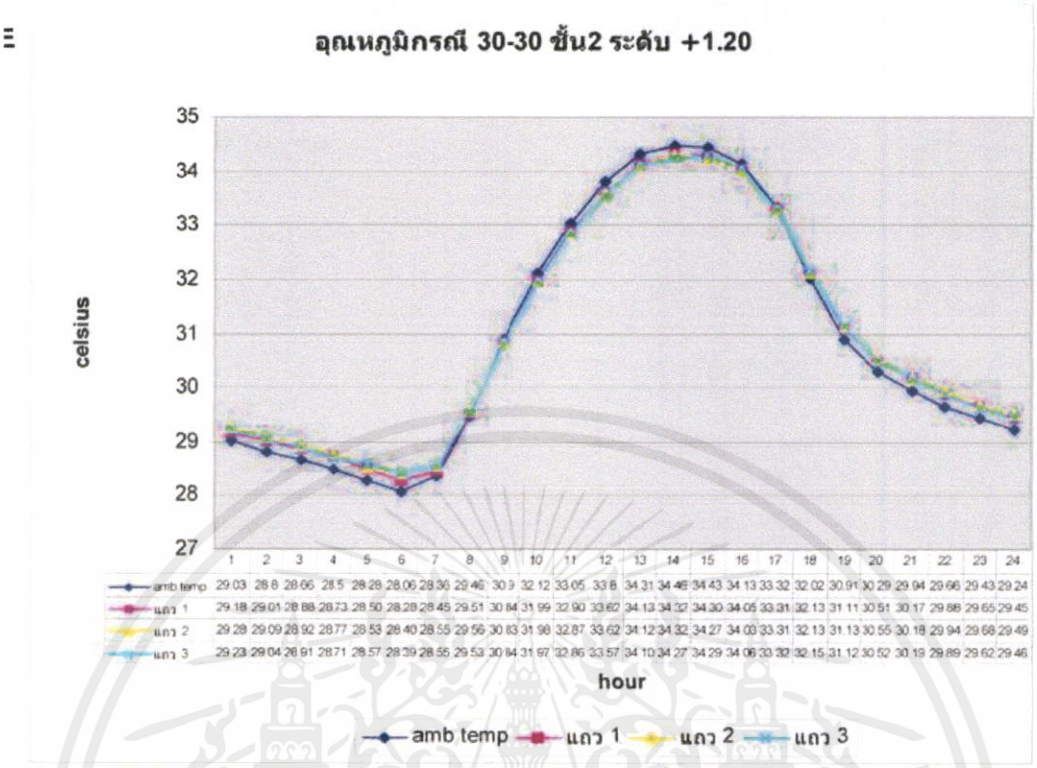


รูปที่ 8.51 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.2

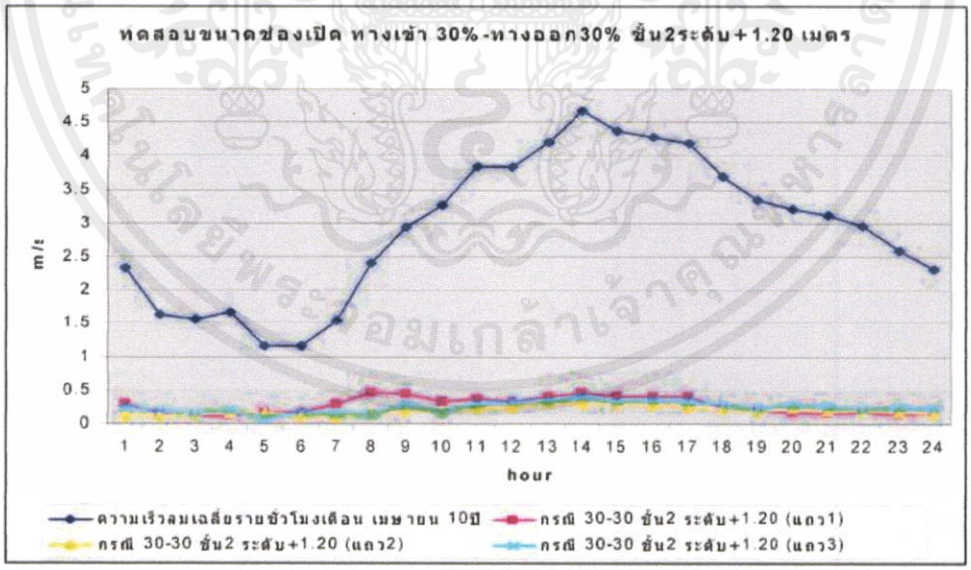


รูปที่ 8.52 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.53 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.2



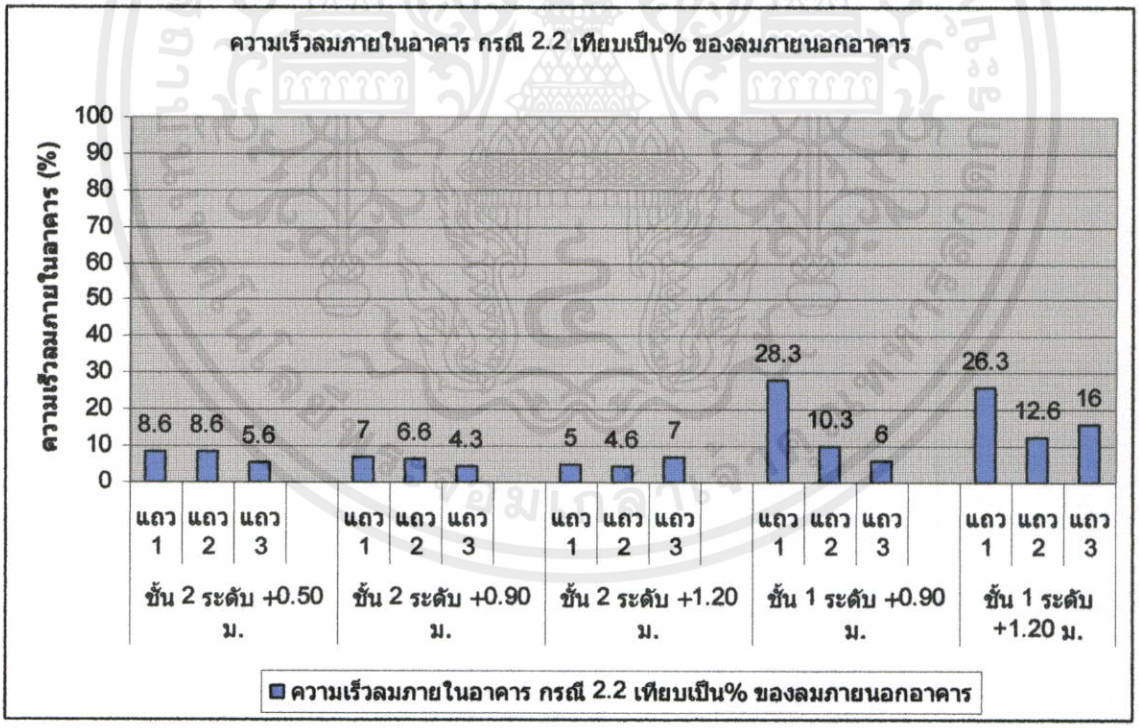
รูปที่ 8.54 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองกรณี 2.2

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูภาพที่ 8.55) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.75 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.13 เมตร /วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม.มีความเร็วลมสูงทีสุด เท่ากับ 0.75 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 0.16 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.1 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50,0.90,1.20 ม.มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.16 เมตร/ วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +0.50 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอก อาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ (ดูแผนภูมิที่ 8.17)
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 5.3 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.55 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคาร เป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1 และชั้น 2 กรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.3 ผลการทดลองกรณี 2.3

รูปแบบอาคาร

- ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 60 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.80 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 24 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเช้าของอีก วันหนึ่ง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนเมษายน รอบ 10 ปี = 3 m/s

อุณหภูมิ

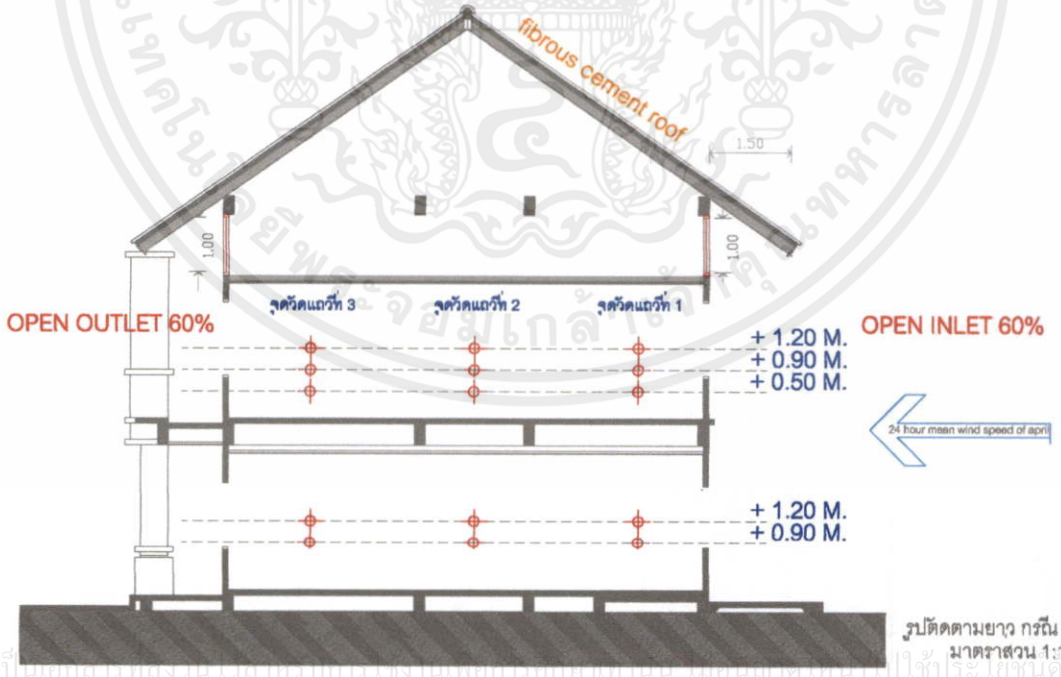
- อุณหภูมิภายนอกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตามรูปที่ 1.1

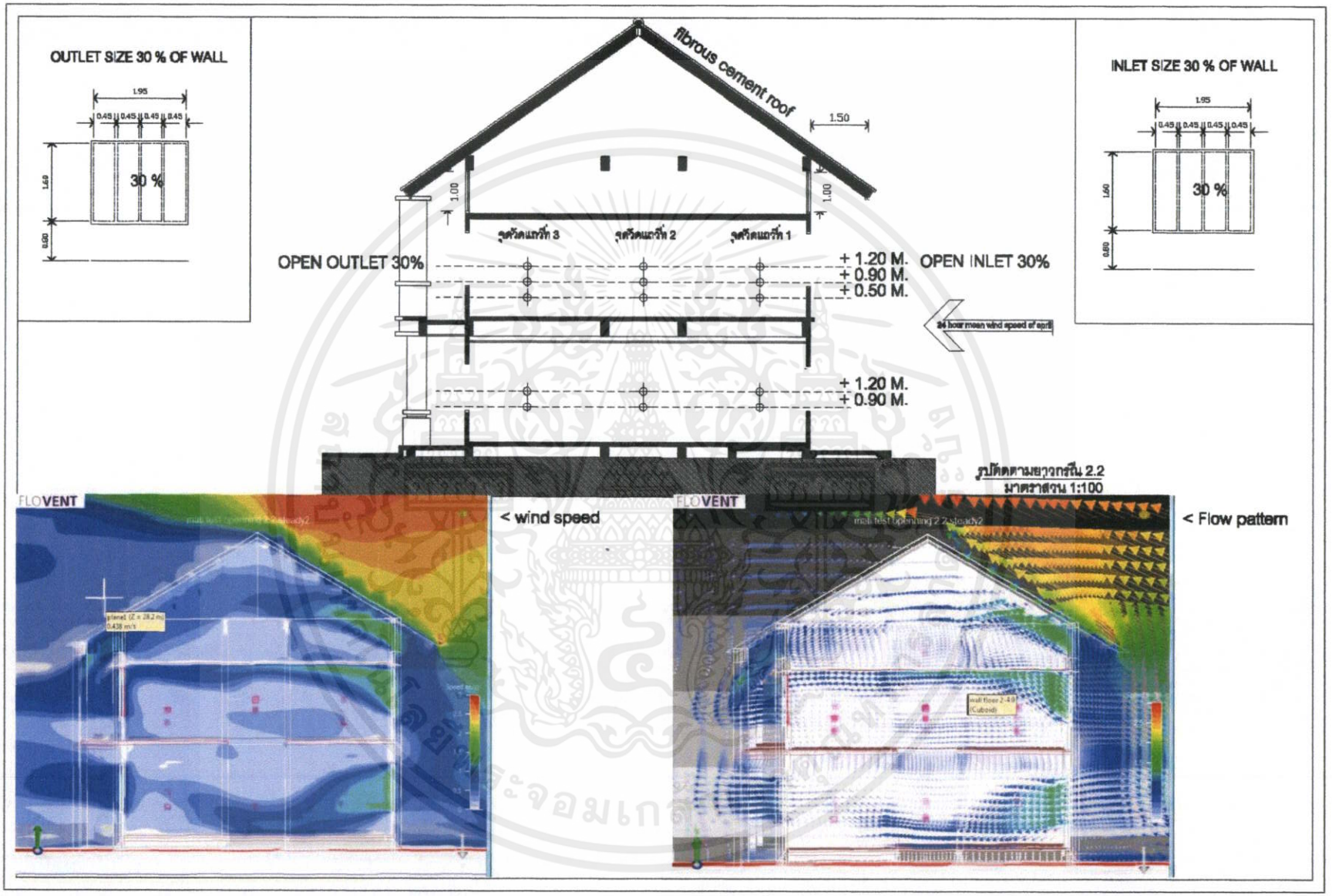
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)



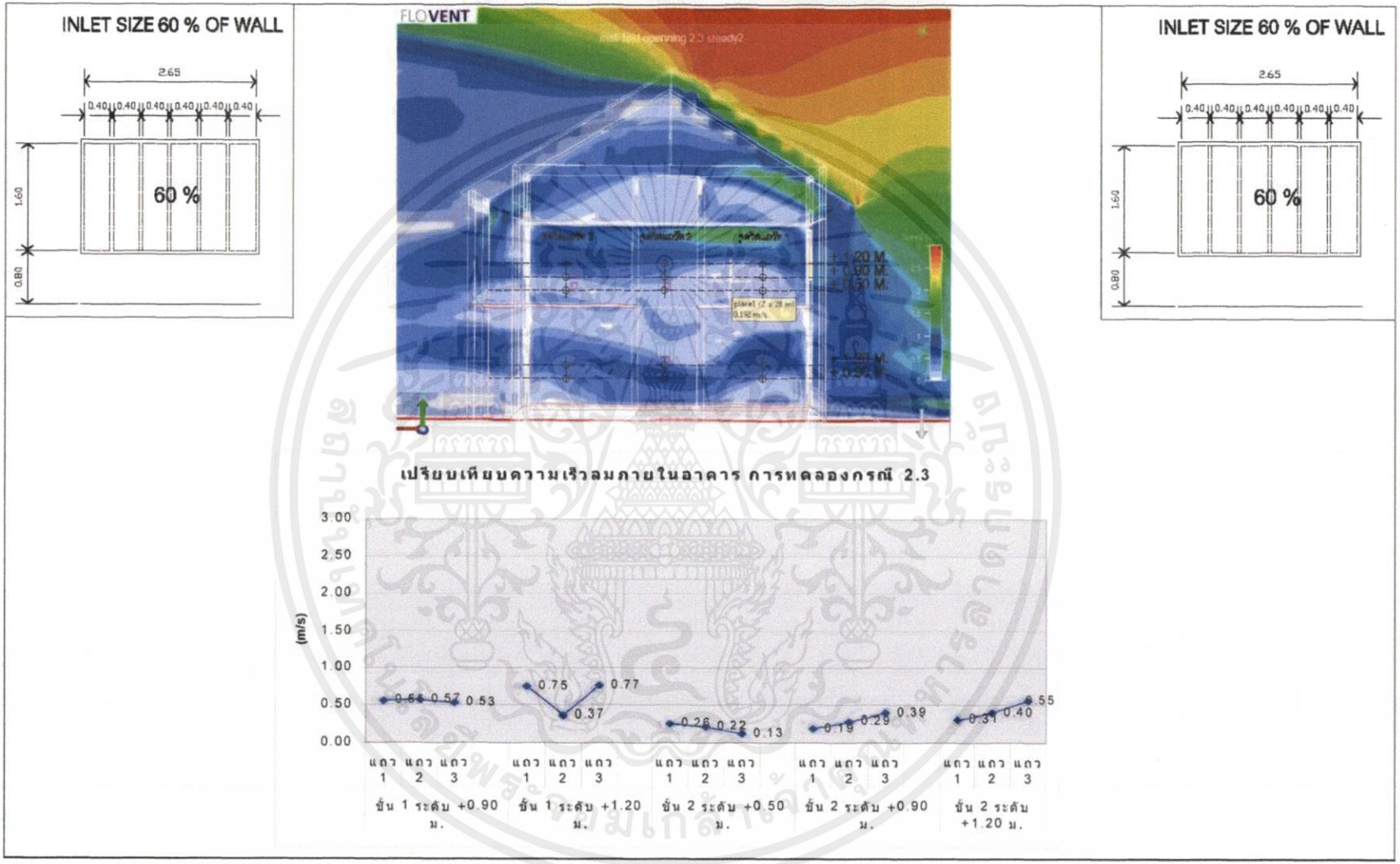
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.56 การทดลองกรณี 2.3



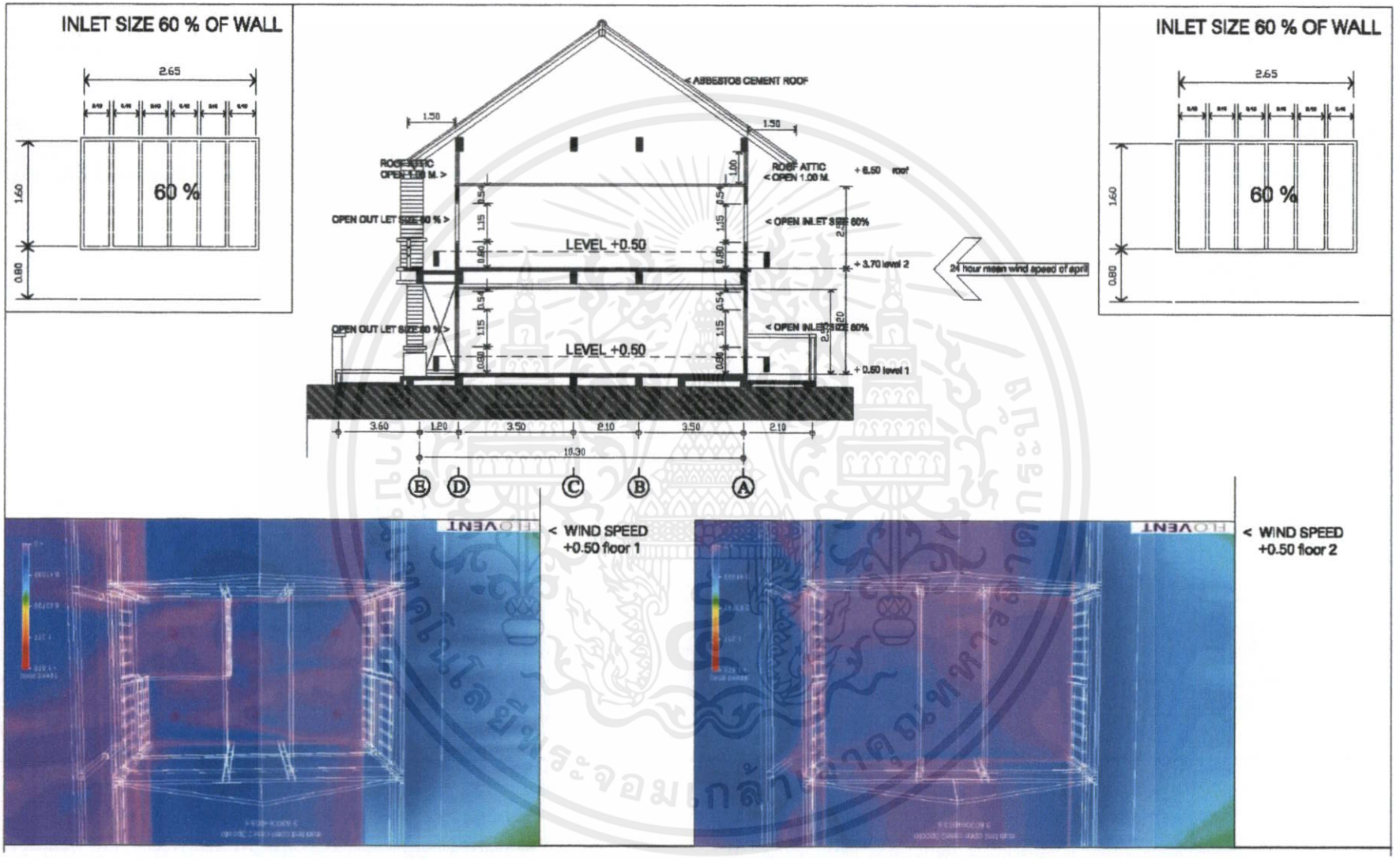
รูปที่ 8.57 แสดงรูปตัด กระแสลมและความเร็วภายในชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



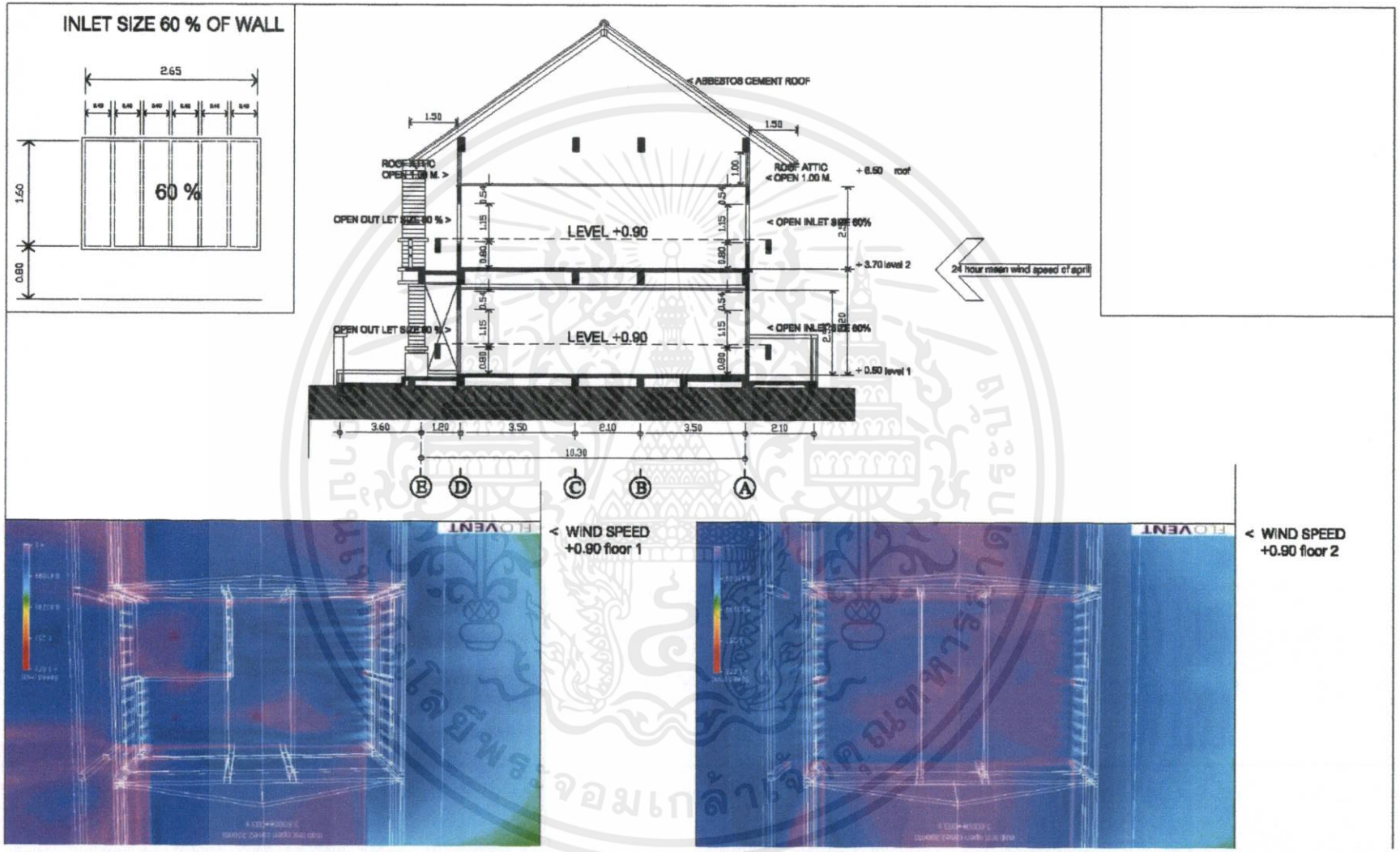
รูปที่ 8.58 แสดงรูปตัดกระแสลม และความเร็วลมภายในอาคารกรณี 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



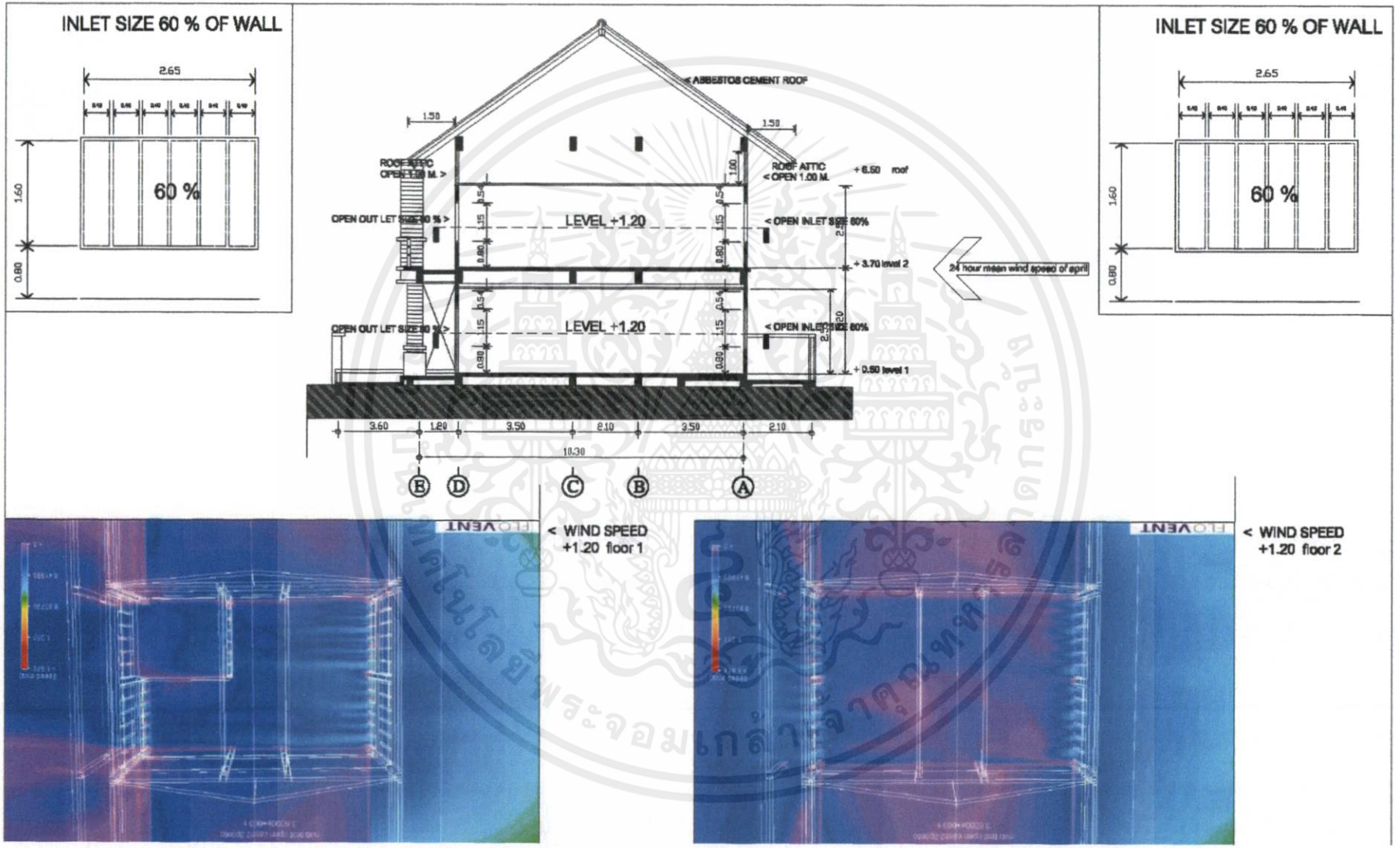
รูปที่ 4.59 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.50 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 8.60 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 0.90 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.3

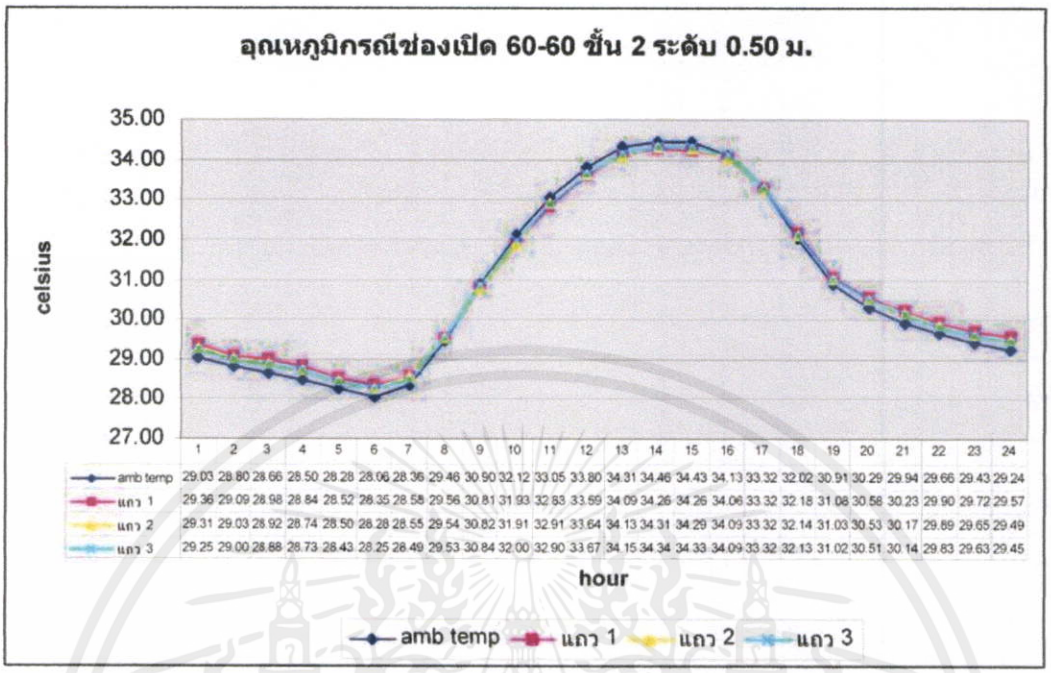
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 8.61 แสดงความเร็วลมภายในอาคาร ระดับ สูงจากพื้น 1.20 เมตร ชั้นบน และชั้นล่าง กรณี 2.3

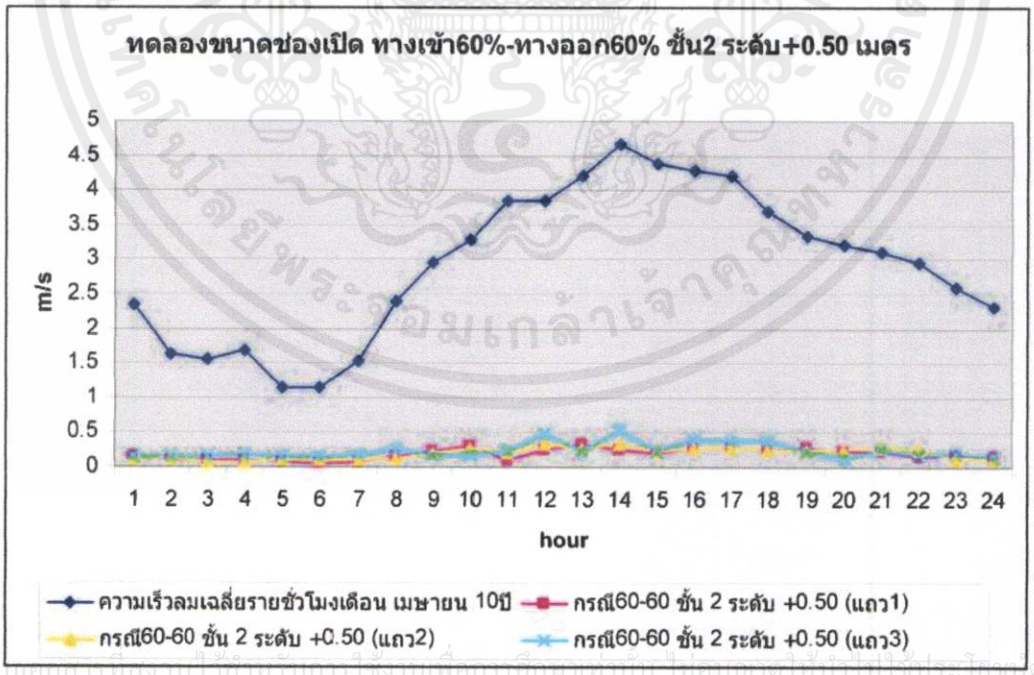
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

< TEMPERATURE
+0.50 floor 1



รูปที่ 8.62 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.50 ม. กรณี 2.3

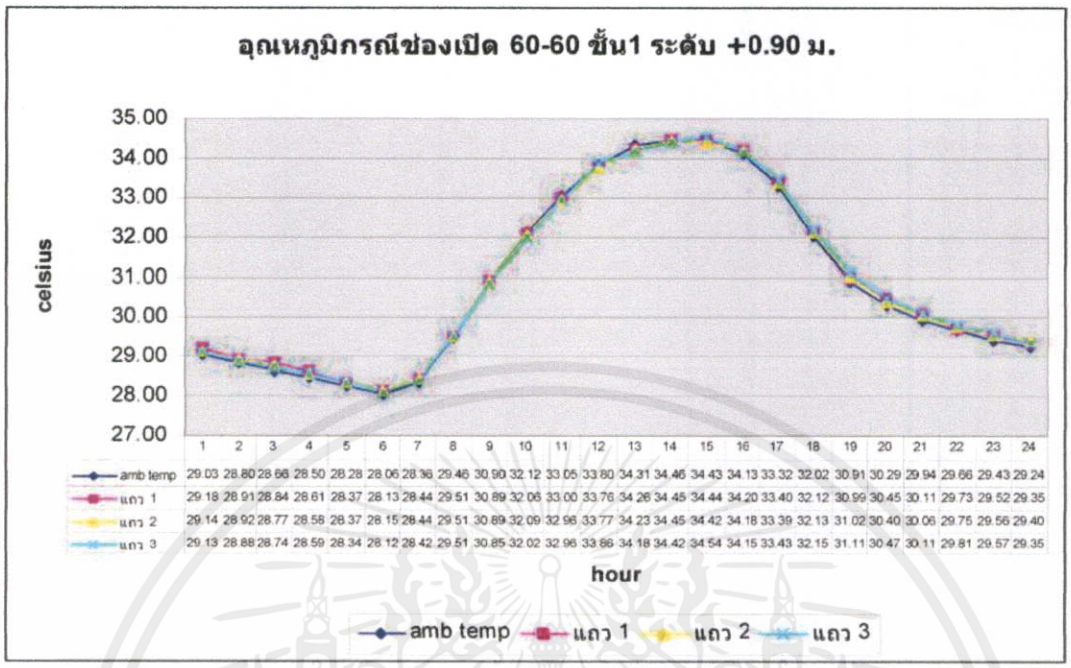
< WIND SPEED
+0.50 floor 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

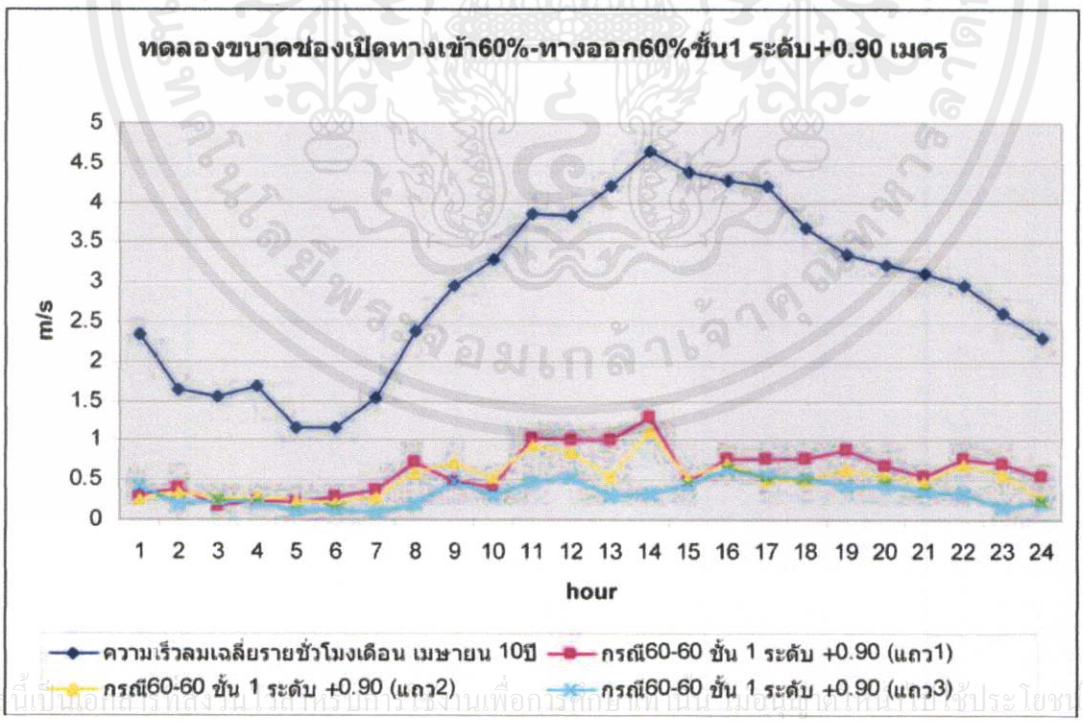
รูปที่ 8.63 ความเร็วลมภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2ระดับความสูง 0.50 ม.กรณี 2.3

< TEMPERATURE
+0.90 floor 1



รูปที่ 8.64 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.3

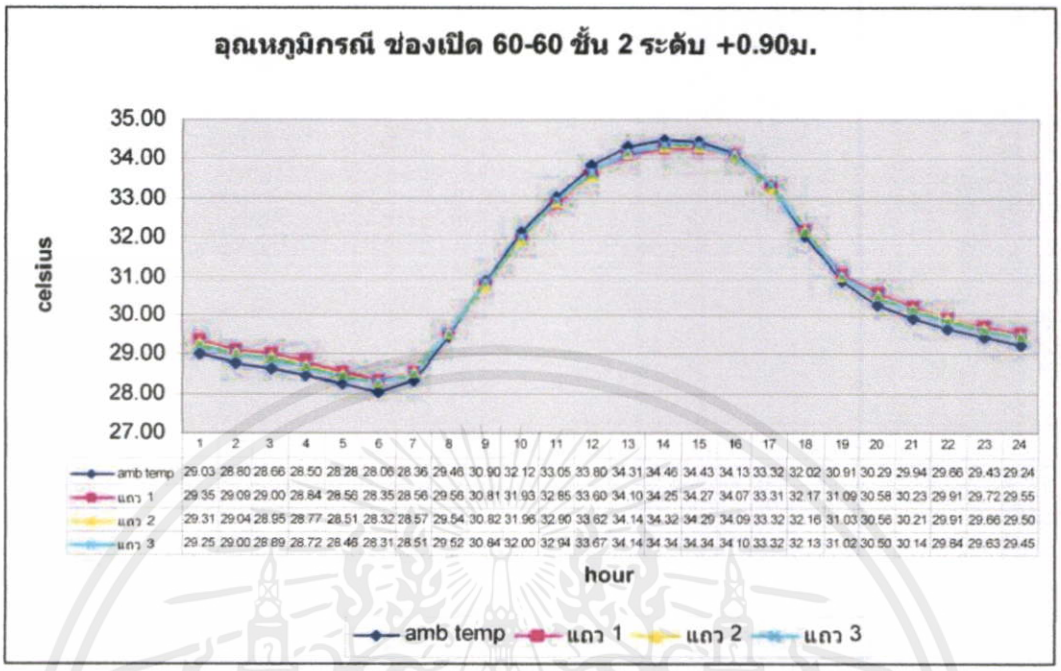
+0.90 floor 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

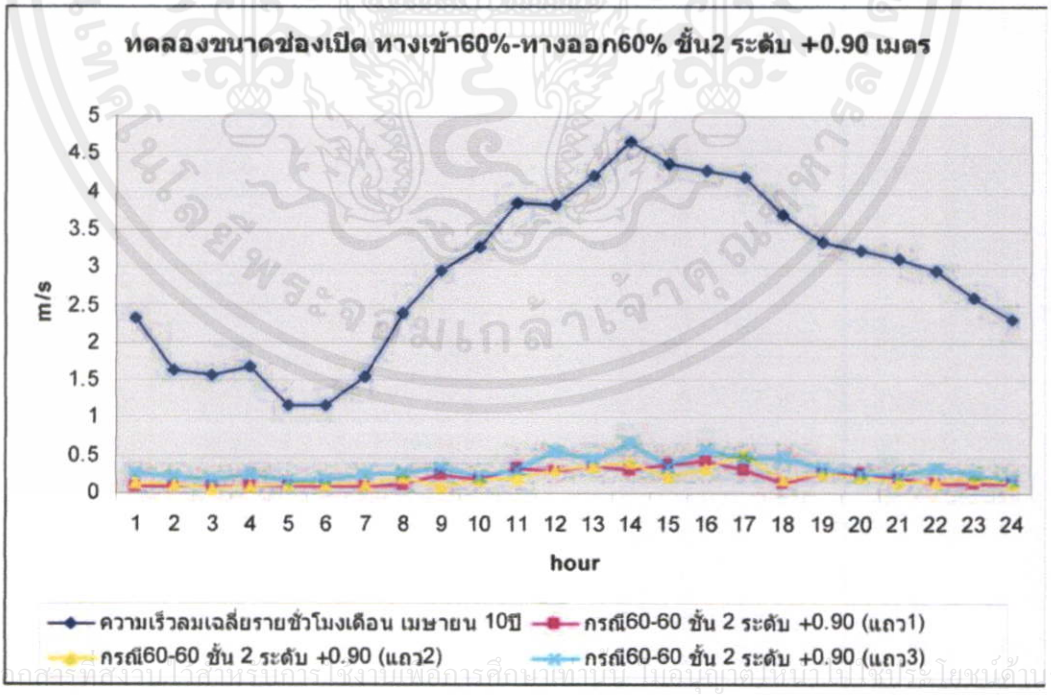
รูปที่ 8.65 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.3

< TEMPERATUF
+0.90 floor 2



รูปที่ 8.66 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.3

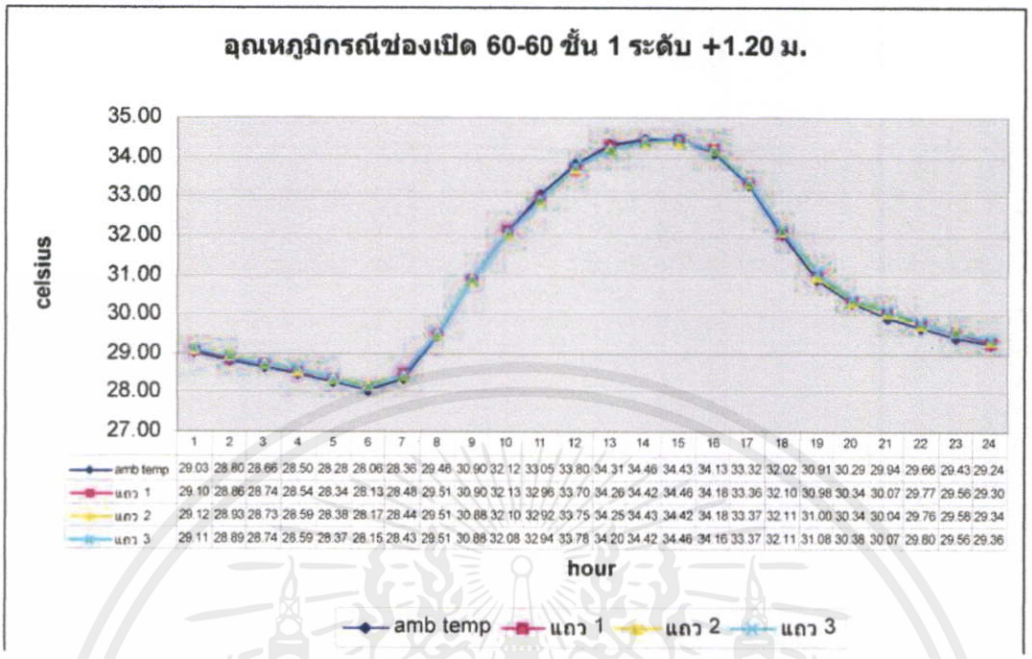
< WIND SPEEI
+0.90 floor 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

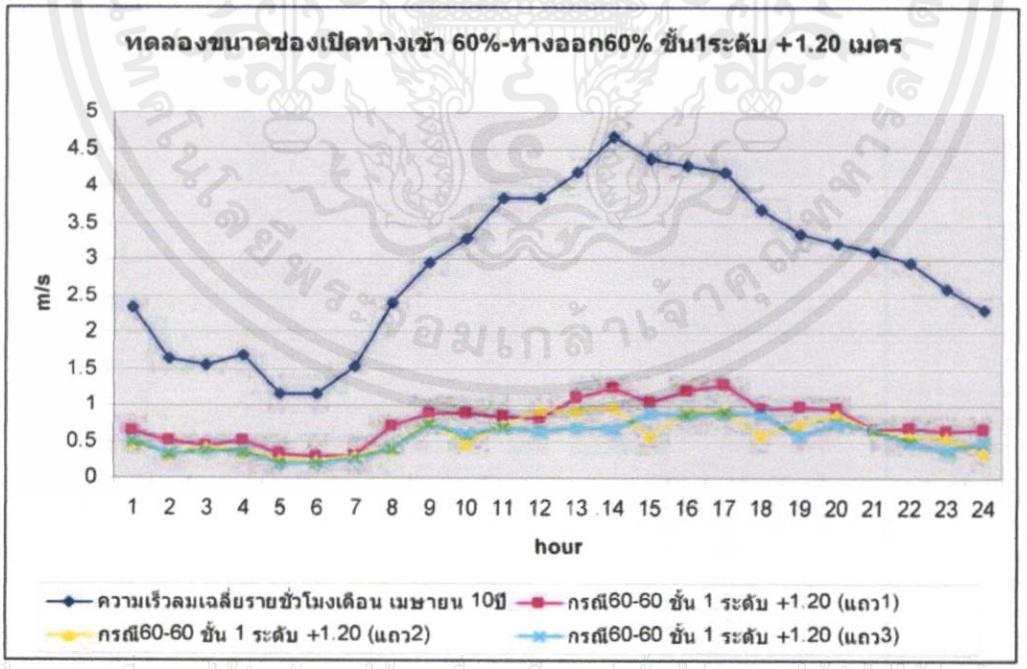
รูปที่ 8.67 ความเร็วลมภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ระดับความสูง 0.90 ม. กรณี 2.3

< TEMPERATURE
+1.20 floor 1



รูปที่ 8.68 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.3

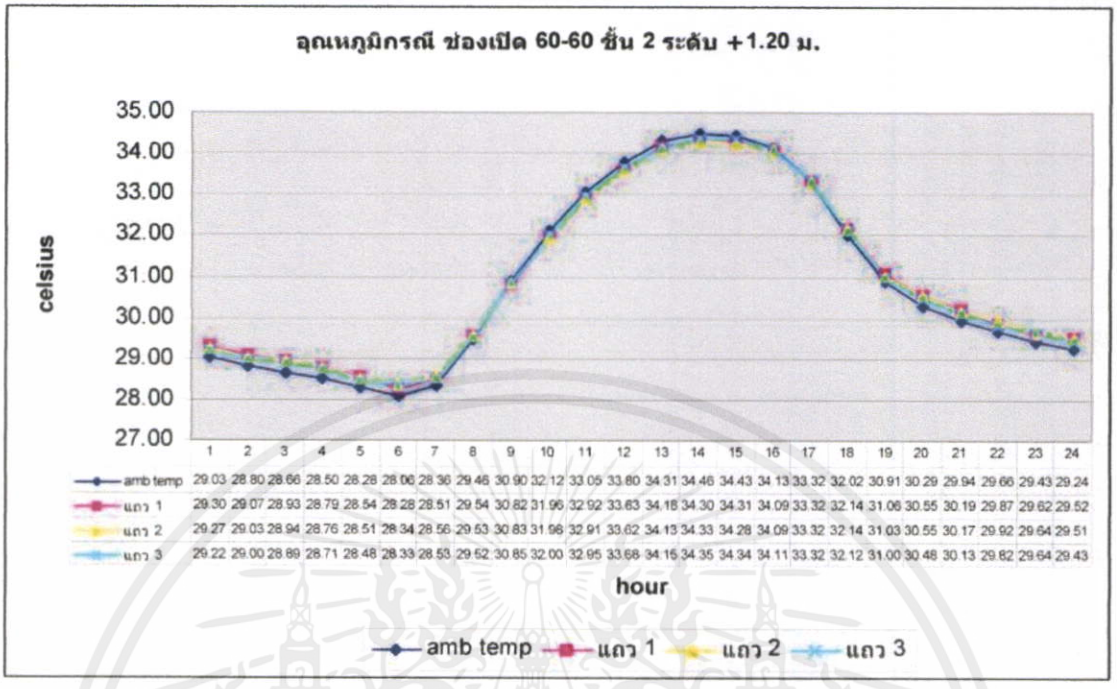
< WIND SPEED
+1.20 floor 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้

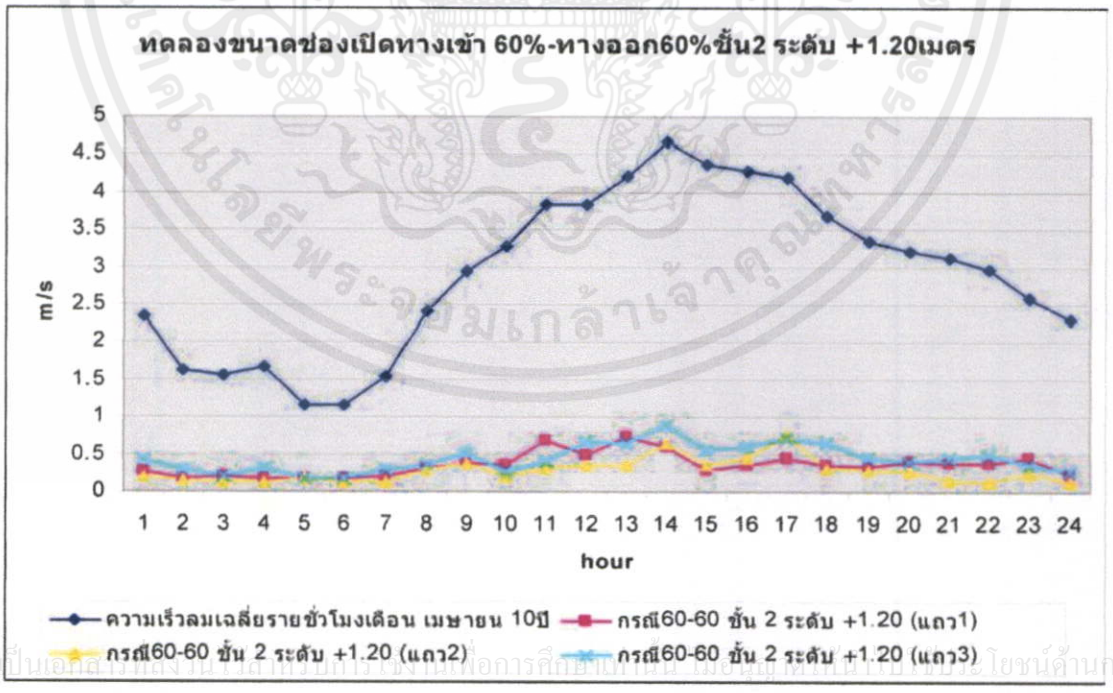
รูปที่ 8.69 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 1 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.3

< TEMPERATUR
+1.20 floor 2



รูปที่ 8.70 อุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.3

< WIND SPEE
+1.20 floor



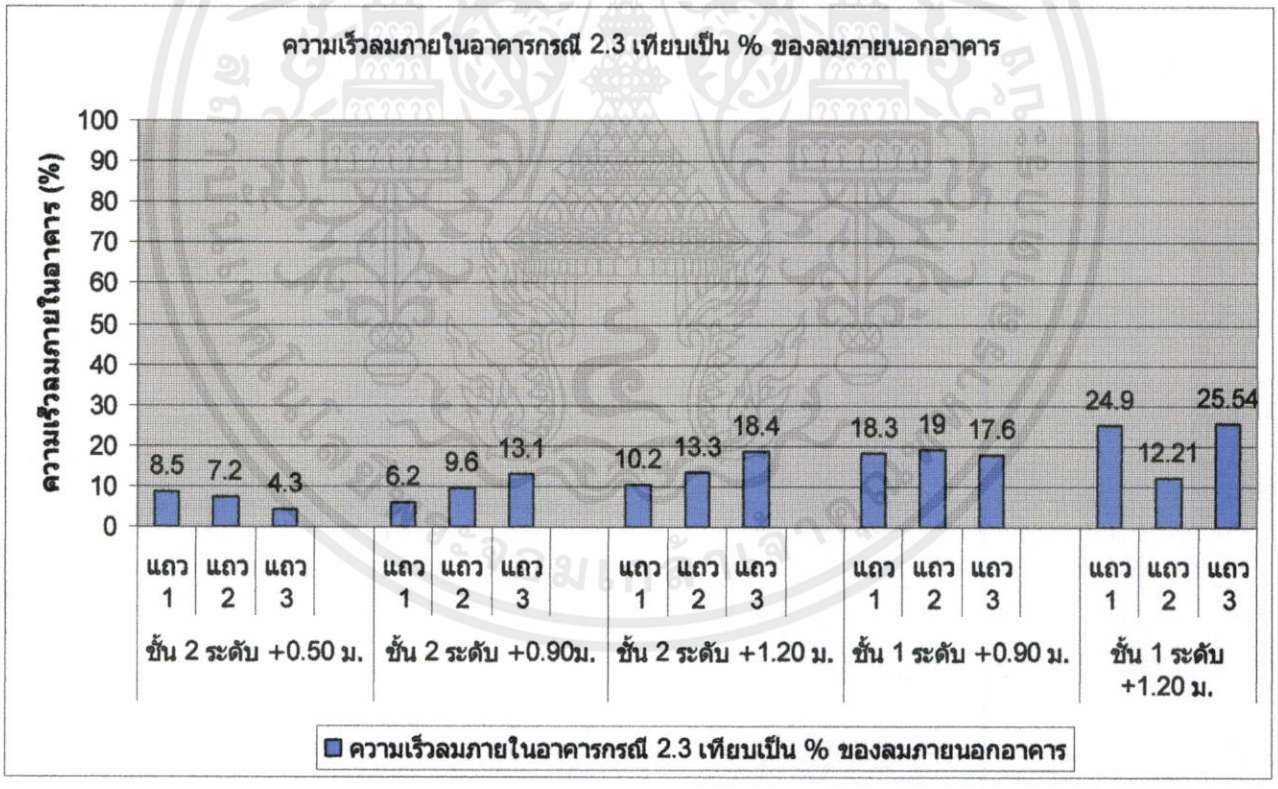
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.71 ความเร็วลมภายในอาคารชั่วโมง ชั้น 2 ที่ระดับความสูง 1.20 ม. กรณี 2.3

สรุปผลการทดลองกรณี 2.3

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูภาพที่ 8.72) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.85 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.18 เมตร /วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. มีความเร็วลมสูงทีสุด เท่ากับ 0.85 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.26 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.17 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.26 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +0.90 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 28.3 เปอร์เซ็นต์ (ดูแผนภูมิที่ 8.19)
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอก อาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 8.6 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.72 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคาร เป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1 และชั้น 2 กรณี 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.4 ผลการทดลองกรณี 2.4

รูปแบบอาคาร

- ใช้แบบการทดลองที่ 1ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 30 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.80 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 24 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเช้าของอีก วันหนึ่ง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ยเดือนเมษายน รอบ 10 ปี = 3 m/s

อุณหภูมิ

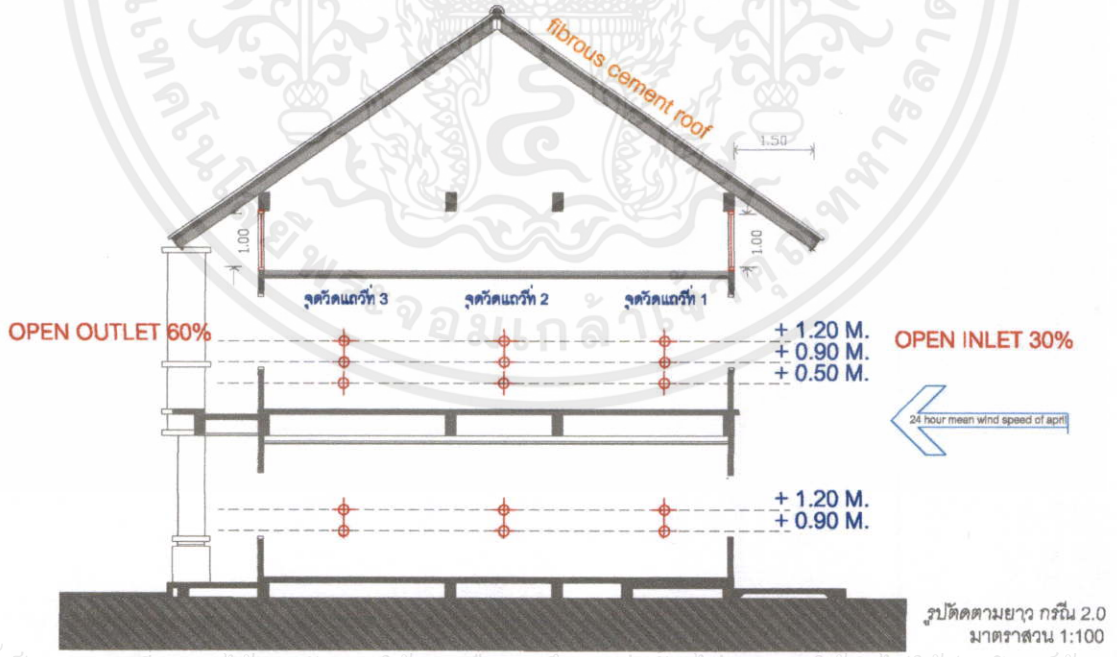
- อุณหภูมิภายนอกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตามรูปที่ 1.1

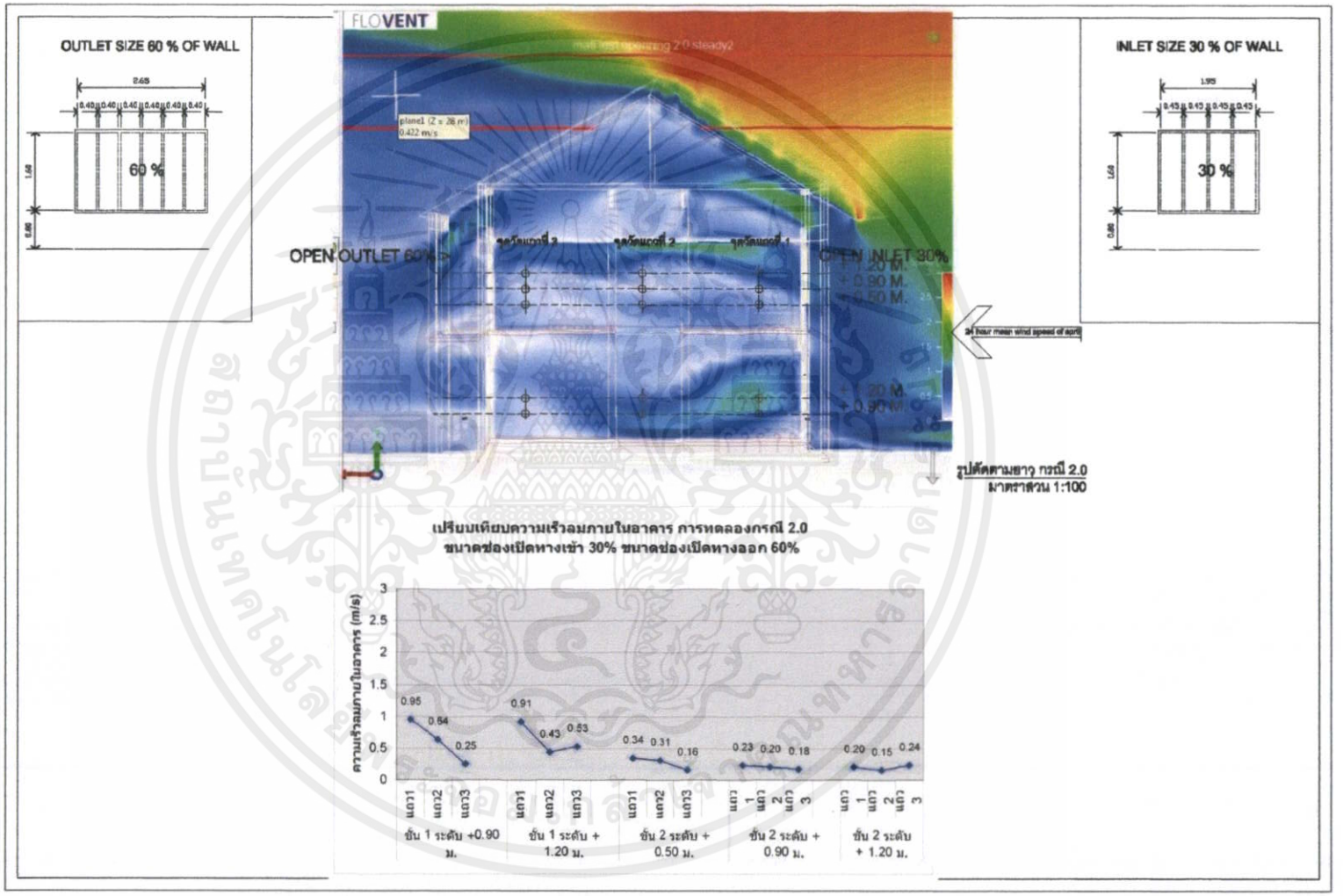
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)



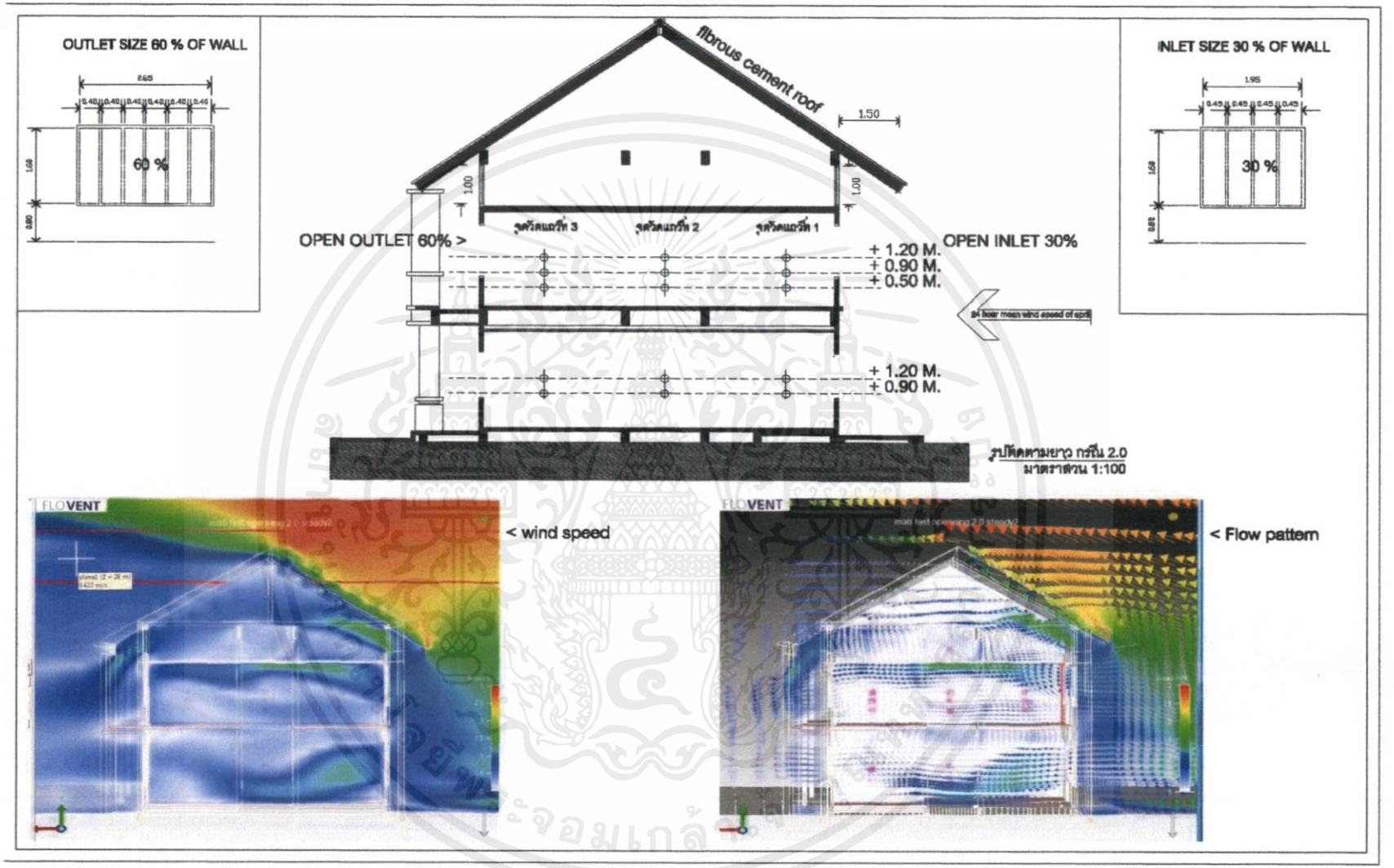
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.73 รูปตัดการทดลองกรณี 2.4



รูปที่ 8.74 แสดงแผนภูมิความเร็วลมภายในชั้น 1 –ชั้น 2 กรณี 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



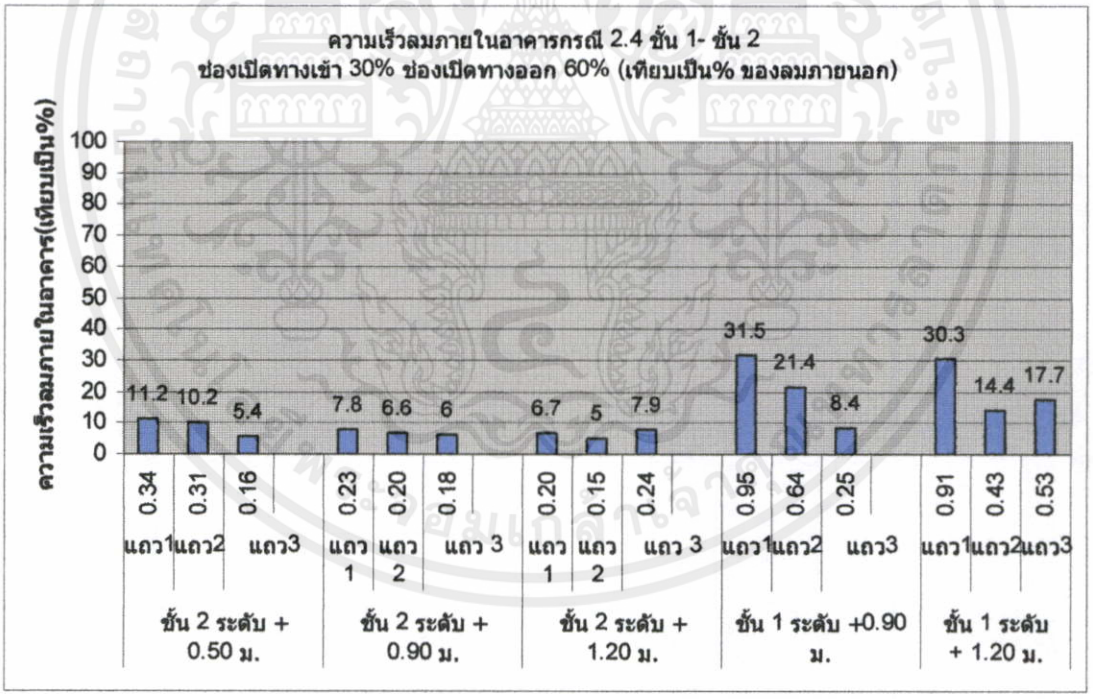
รูปที่ 8.75 แสดงรูปตัดกระแสลมและความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สรุปผลการทดลองกรณี 2.4

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูภาพที่ 8.76) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.55 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.53 เมตร /วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 1.20 ม. มีความเร็วลมสูงทีสุด เท่ากับ 0.77 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.26 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.13 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +1.20 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.55 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +1.20 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 25.5 เปอร์เซ็นต์ (ดูแผนภูมิที่ 8.21)
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +1.20 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 18.4 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.76 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคารเป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.5 ผลการทดลองกรณี 2.5

รูปแบบอาคาร

- ใช้อาคารแบบที่ 2 ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 30 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.80 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 24 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 6 โมงเช้า ถึง 6 โมงเช้าของอีก วันหนึ่ง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมภายนอก= 3 m/s

อุณหภูมิ

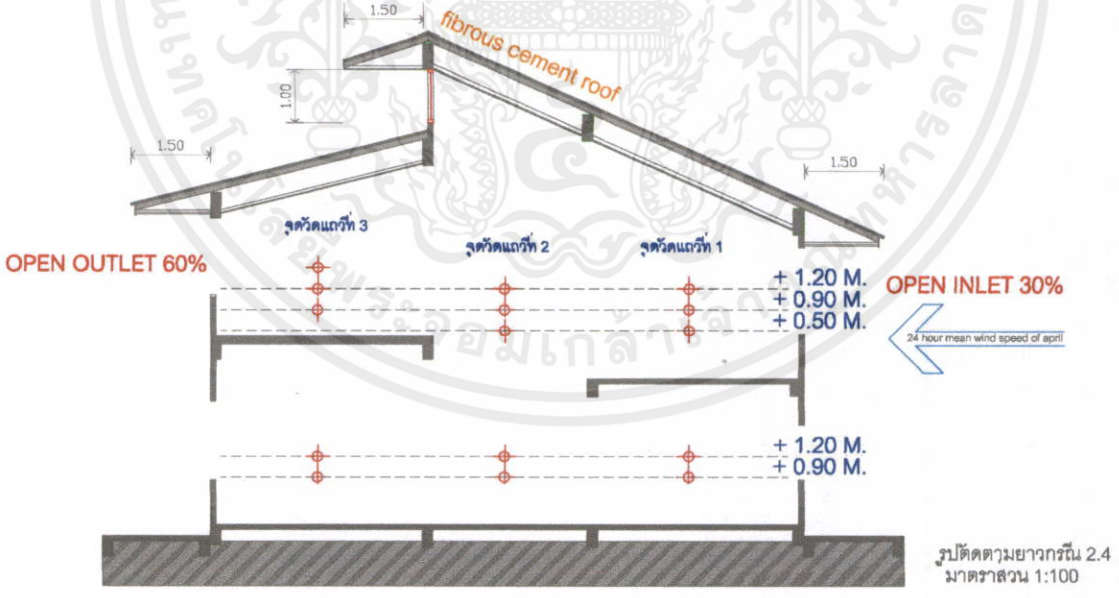
- อุณหภูมิภายนอกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงเดือนเมษายน รอบ 10 ปี

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตามรูปที่ 1.1

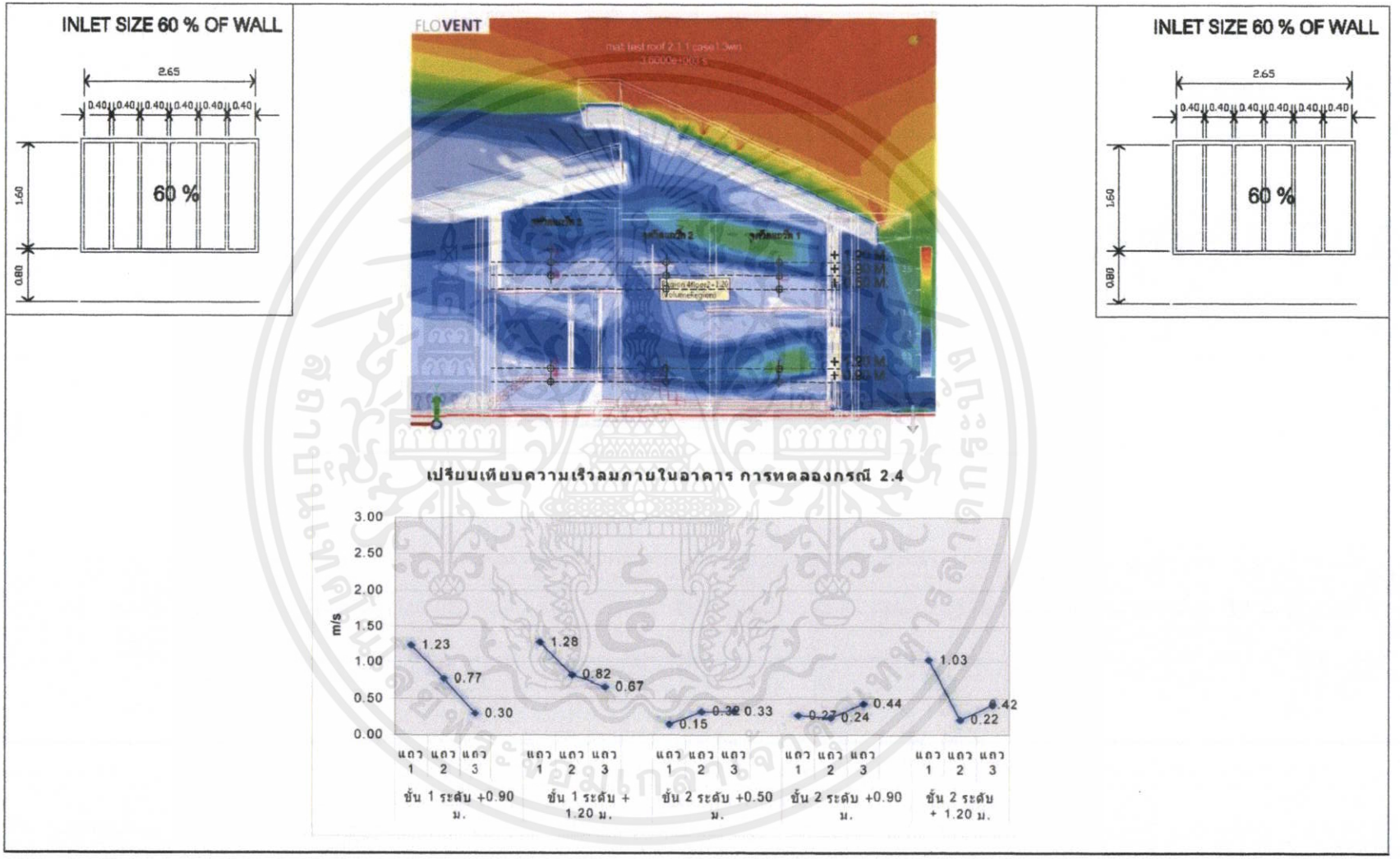
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)



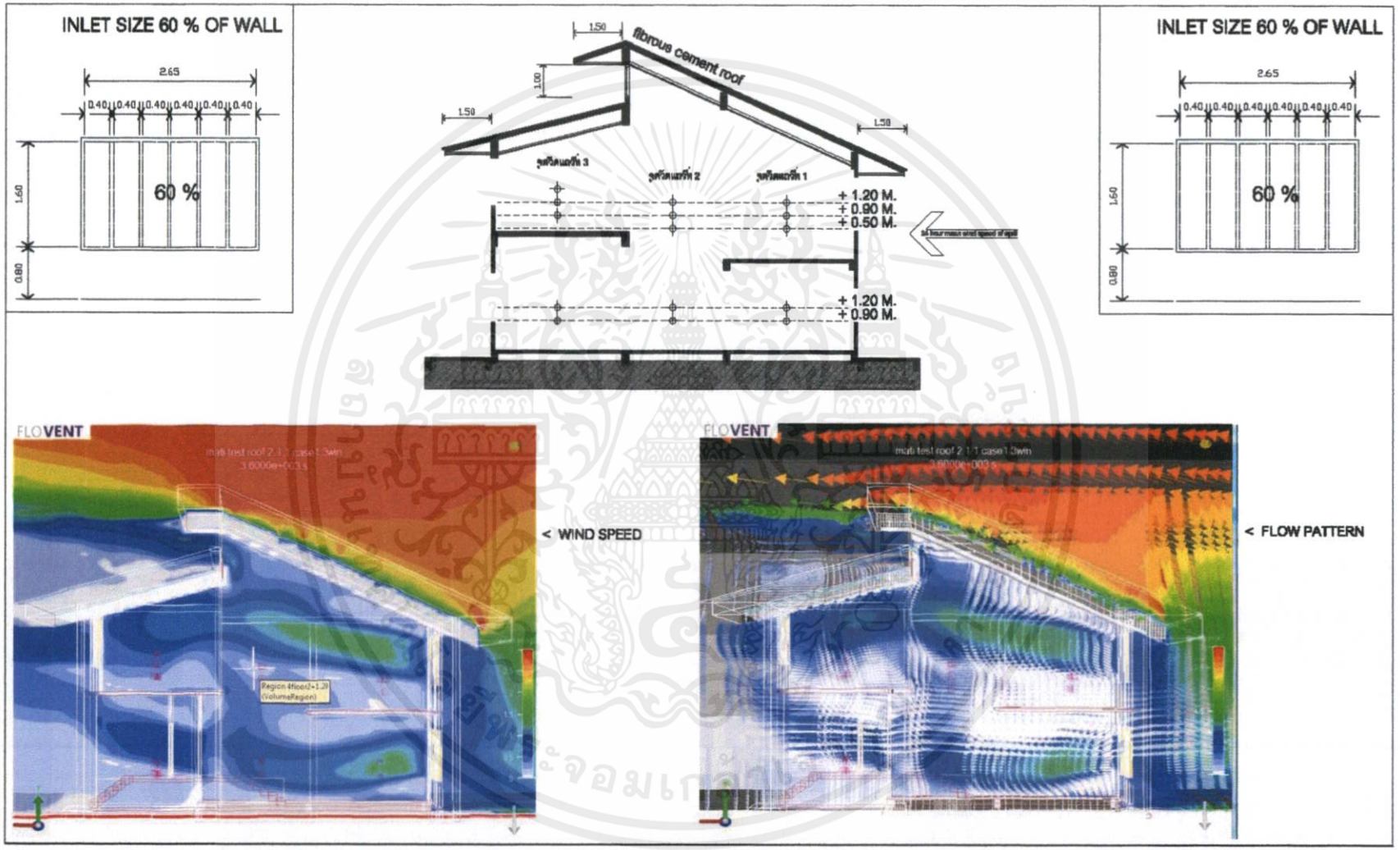
รูปที่ 8.77 แสดงรูปตัดการทดลองกรณี 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.78 แสดงตำแหน่งจุดวัด ชั้น 1-ชั้น 2 กรณี 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



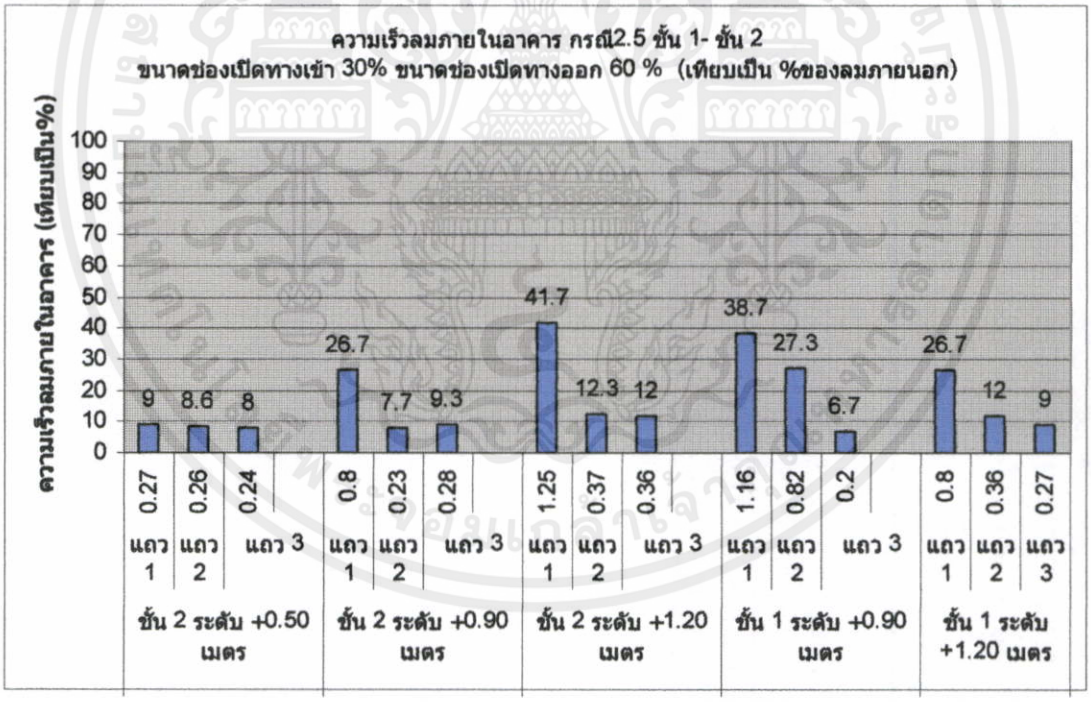
รูปที่ 8.79 แสดงรูปตัดกระแสลมและความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สรุปผลการทดลองกรณี 2.5

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูภาพที่ 8.80) ได้ผลดังนี้

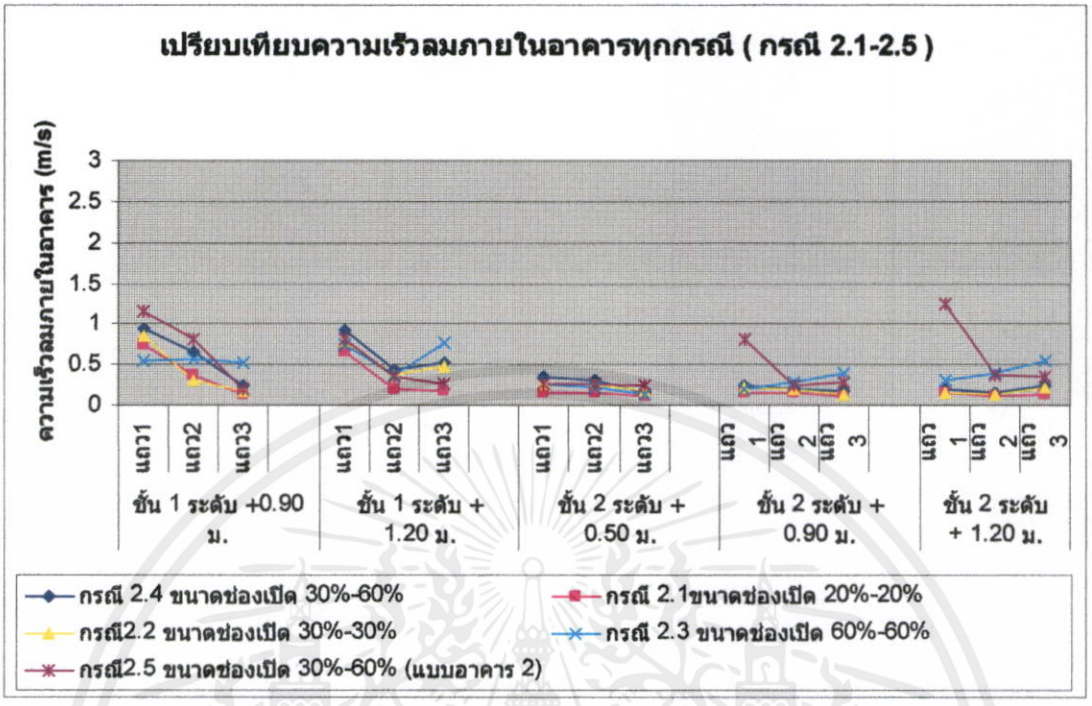
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 1.23 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.30 เมตร /วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 1.20 ม. มีความเร็วลมสูงทีสุด เท่ากับ 1.28 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.15 เมตร / วินาที แถวที่ 3 เท่ากับ 0.33 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +1.20 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 1.03 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +1.20 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 42.7 เปอร์เซ็นต์ (ดูแผนภูมิที่ 8.23)
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +1.20 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอก อาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 34.5 เปอร์เซ็นต์



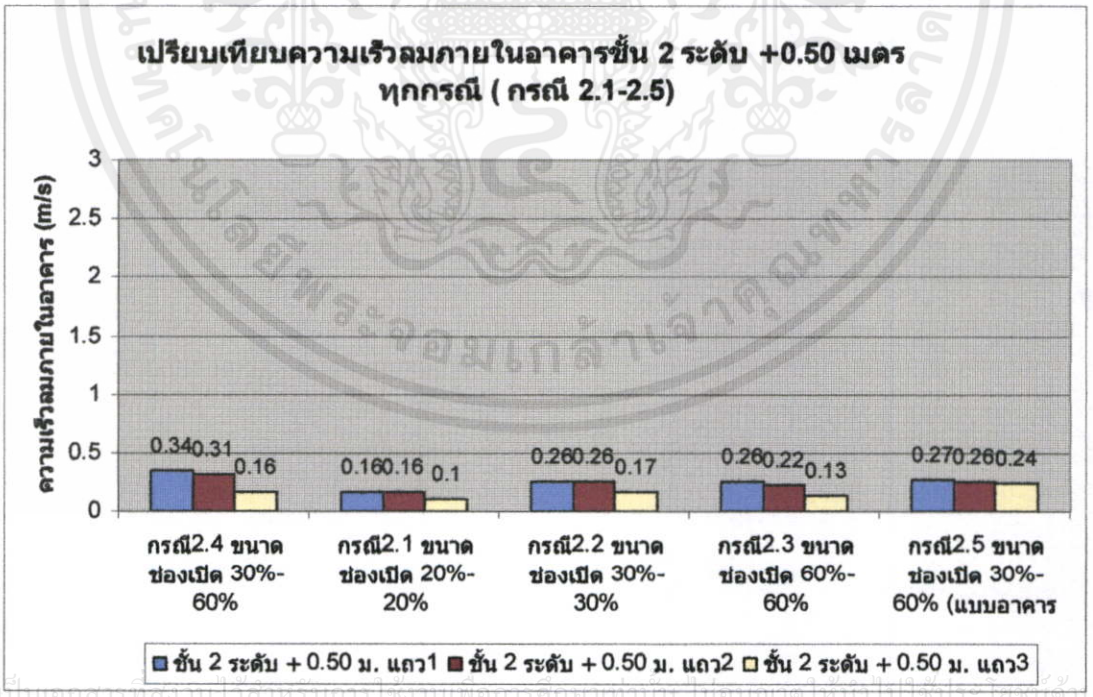
รูปที่ 8.80 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคารเป็นเปอร์เซ็นต์ ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.6 สรุปผลการทดลองที่ 2

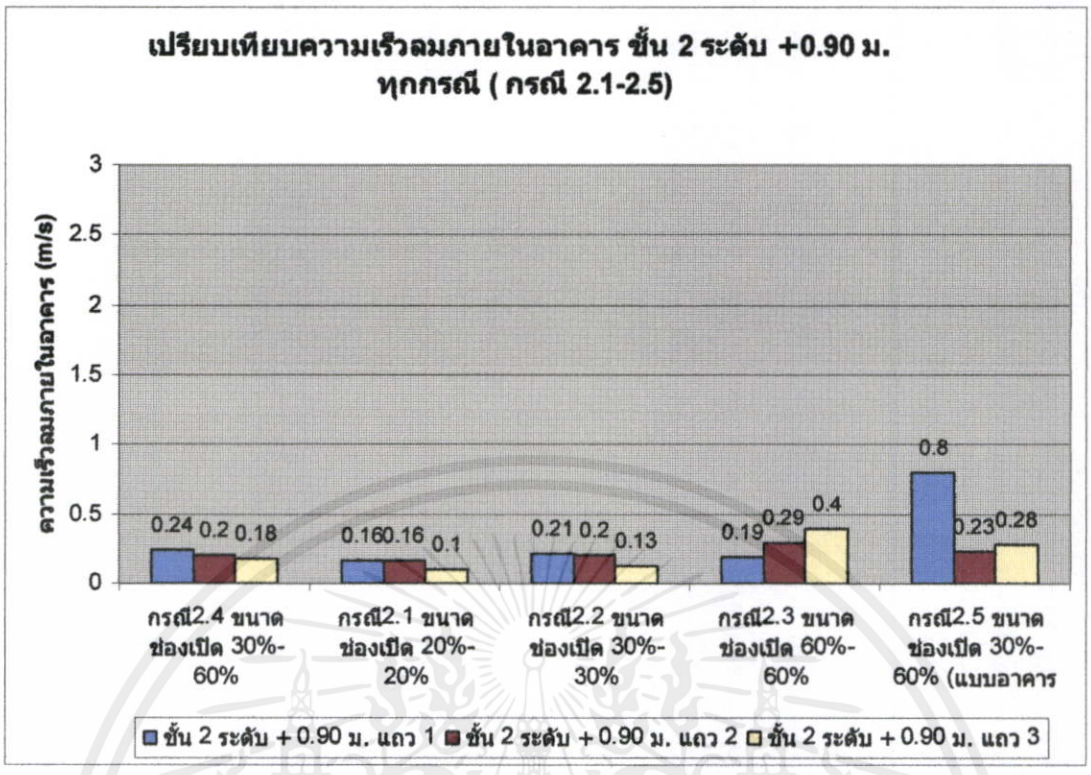


รูปที่ 8.81 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 และชั้น 2 ทุกระดับ ทุกกรณี (กรณี 2.1-2.5)

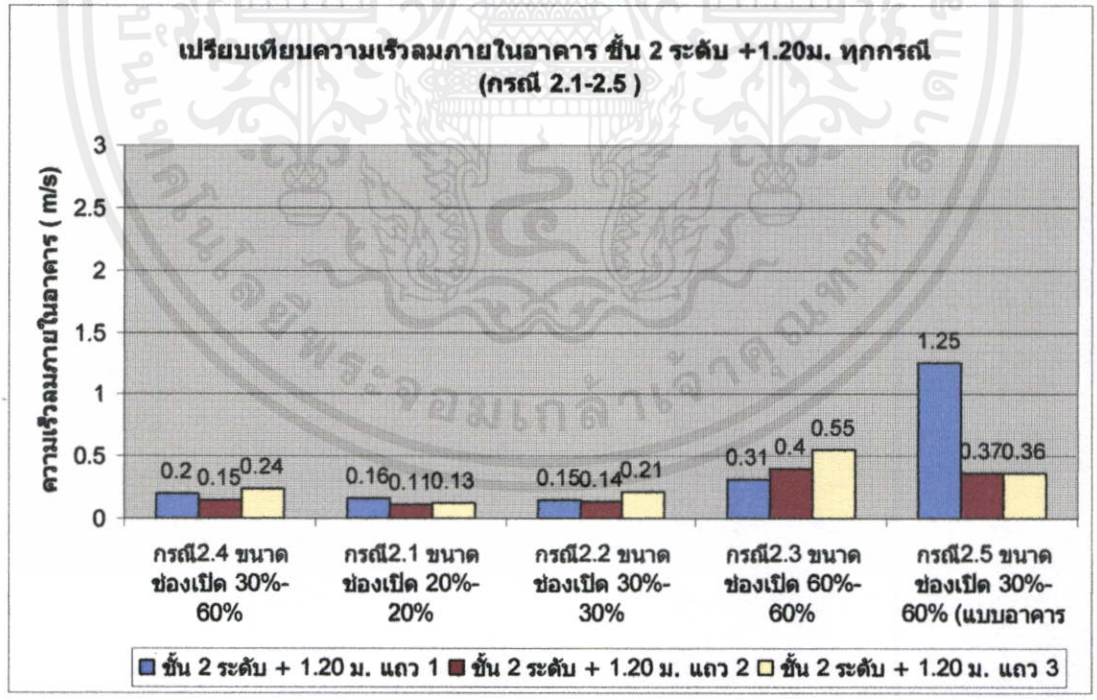


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.82 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ +0.50 ทุกกรณี (กรณี 2.1-2.5)

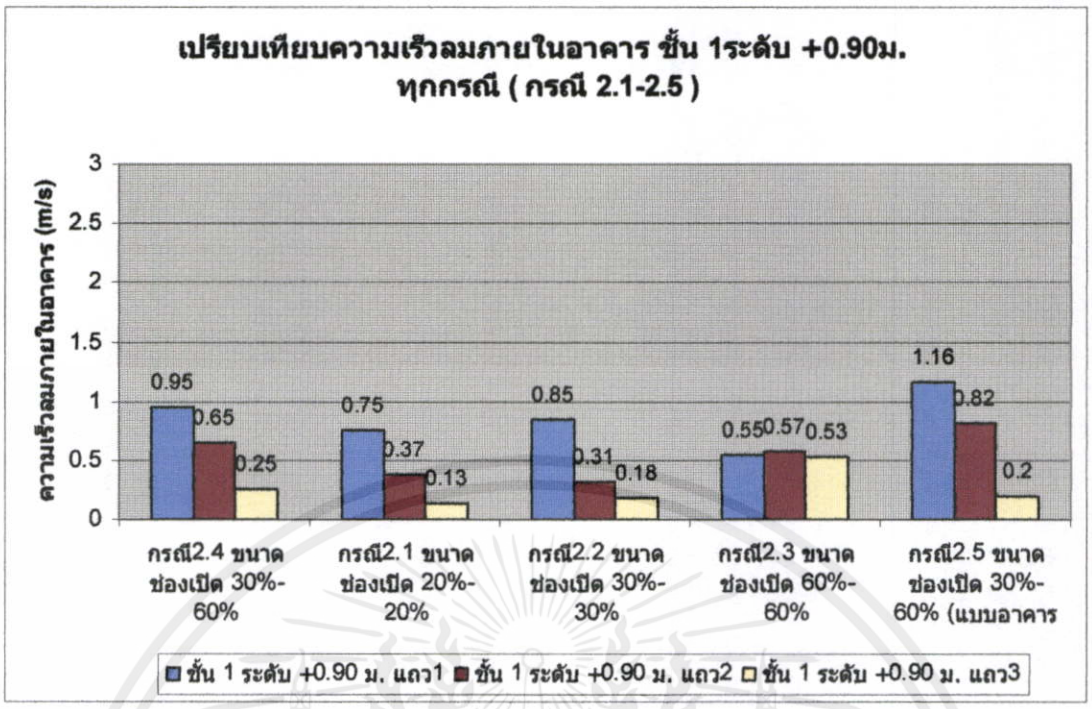


รูปที่ 8.83 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ +0.90 ทุกกรณี

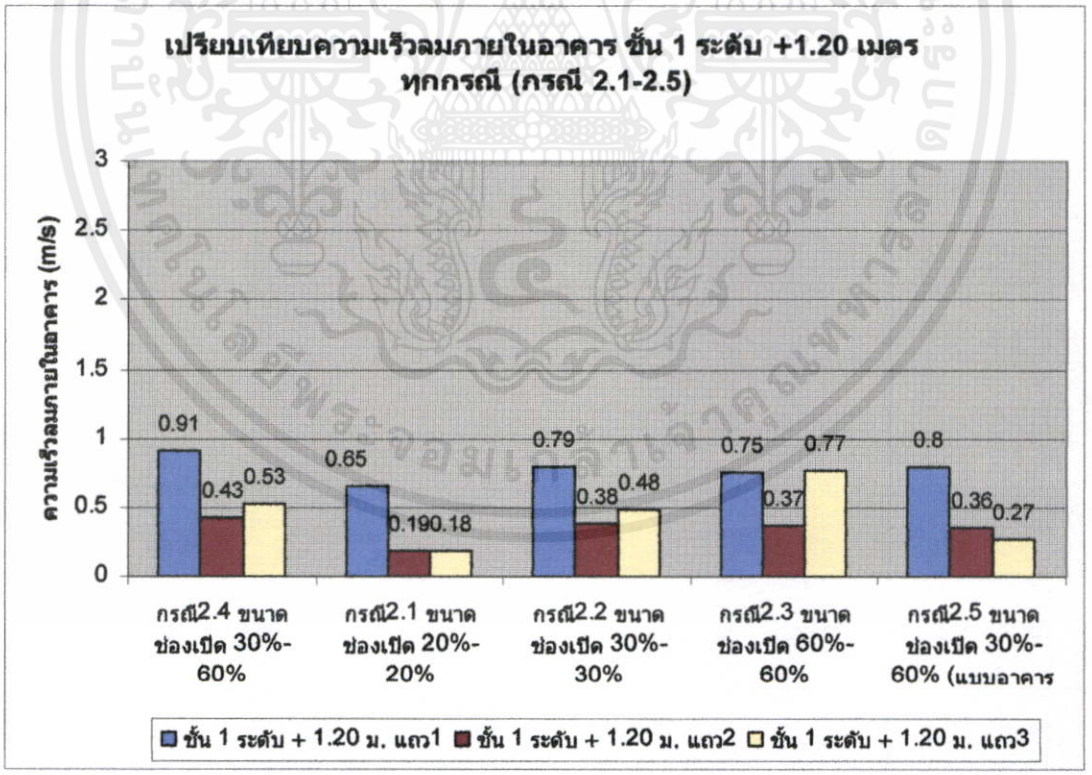


รูปที่ 8.84 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ +1.20 ทุกกรณี (กรณี 2.1-2.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.85 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 ระดับ + 0.90 ทุกกรณี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.86 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 ระดับ + 1.20 ทุกกรณี (กรณี 2.1-2.5)

สรุปผลการทดลองที่ 2 (กรณี 2.1-2.5)

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกันทั้ง 5กรณี โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ โดยเปรียบเทียบทั้งความเร็วลม (m/s) (รูปที่ 8.81-8.86) และเปรียบเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ โดยดูจากการสรุปของแต่ละกรณี ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานกรณีที่ 2.5 มีความเร็วลมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 1.23 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 41% ของลมภายนอก
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานกรณีที่ 2.1 มีความเร็วลมต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 0.13 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 4.3% ของลมภายนอก
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 1.20 ม. กรณีที่ 2. มีความเร็วลมสูงทีสุด เมื่อเทียบกับกรณีอื่นเท่ากับ 1.28 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 42.7 % ของลมภายนอก
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 1.20 ม. กรณีที่ 2.1 มีความเร็วลมต่ำทีสุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่นเท่ากับ 0.18 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 6 % ของลมภายนอก
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานกรณีที่ 2.0 มีความเร็วลมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 0.34 เมตร / วินาที ในแถวที่ 1 หรือเท่ากับ 11.3 % ของลมภายนอก
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งาน กรณีที่ 2.1 มีความเร็วลมต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 0.10 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 3.3%
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.90 ม. กรณีที่ 2.4 มีความเร็วลมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่นเท่ากับ 0.44 เมตร /วินาทีหรือเท่ากับ 14.7%
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +1.20 ม. กรณีที่ 2.4 มีความเร็วลมเร็วสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่นเท่ากับ 1.04 เมตร / วินาทีหรือเท่ากับ 34.7 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 ผลการทดลองที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมภายในอาคารกับตำแหน่ง เปิด

8.3.1 ผลการทดลองกรณี 3.1

รูปแบบอาคาร

- ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 60 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.40 เมตร ตำแหน่งช่องเปิดกลาง อาคารสูง 0.40 ใช้อาคารแบบที่ 1

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 1 ชั่วโมง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

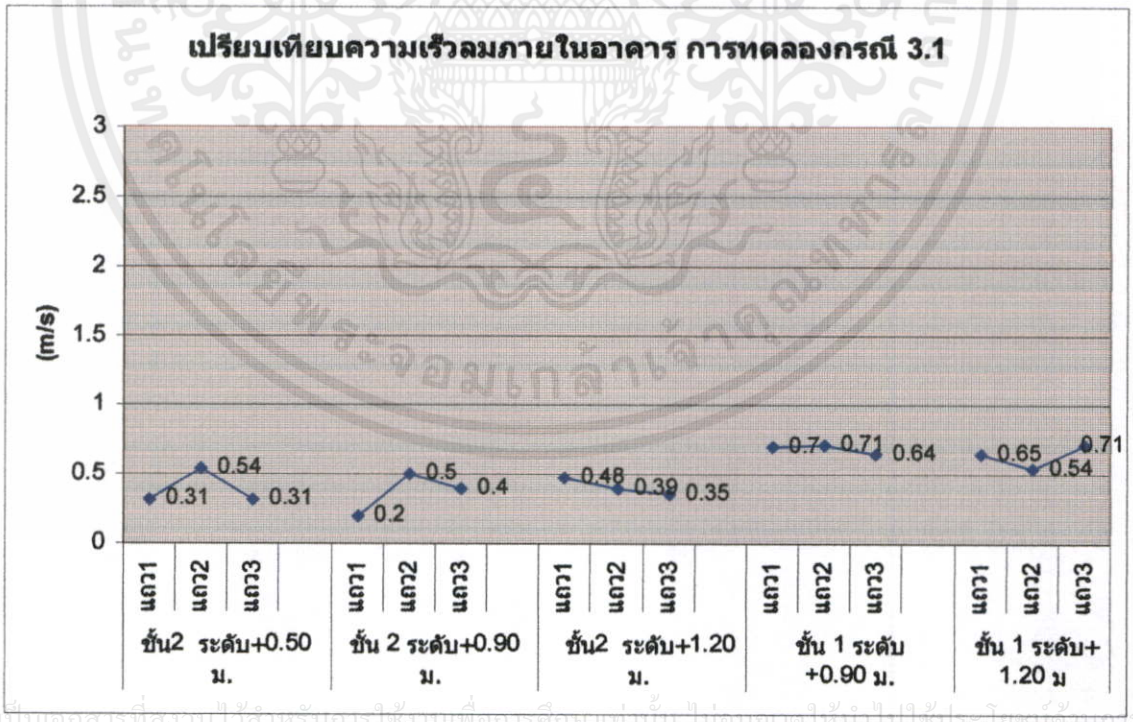
- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมภายนอกอาคาร = 3 m/s

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตาม

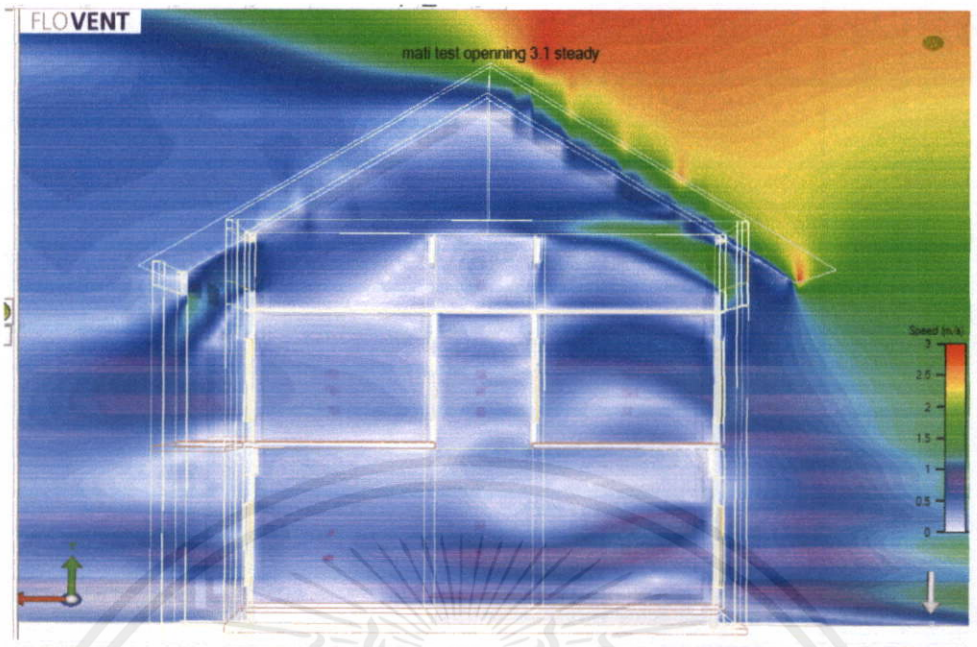
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)

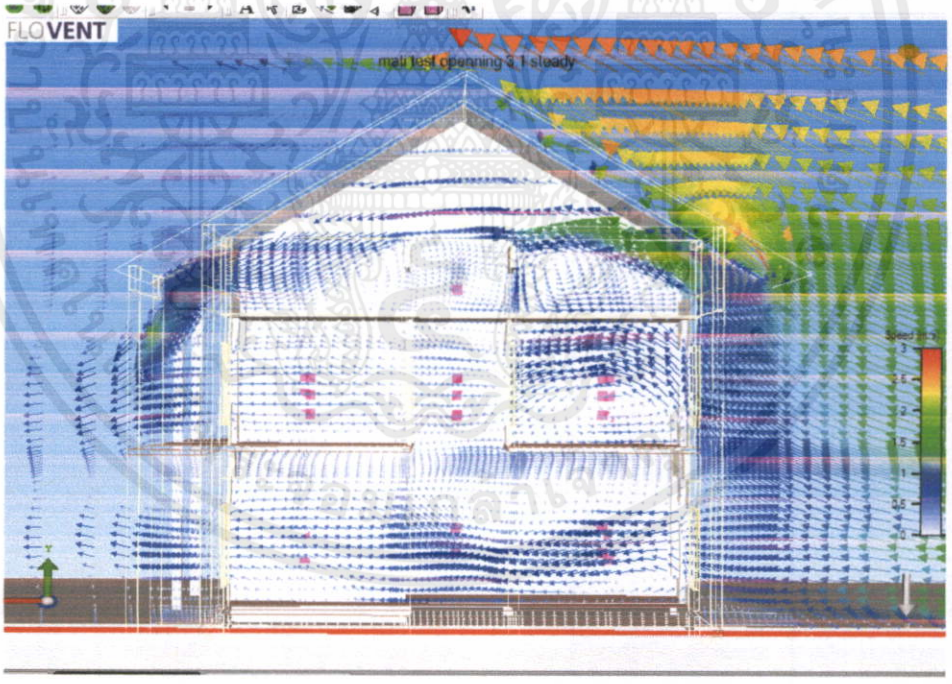


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.87 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.1



รูปที่ 8.88 รูปตัดความเร็วลมภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.1



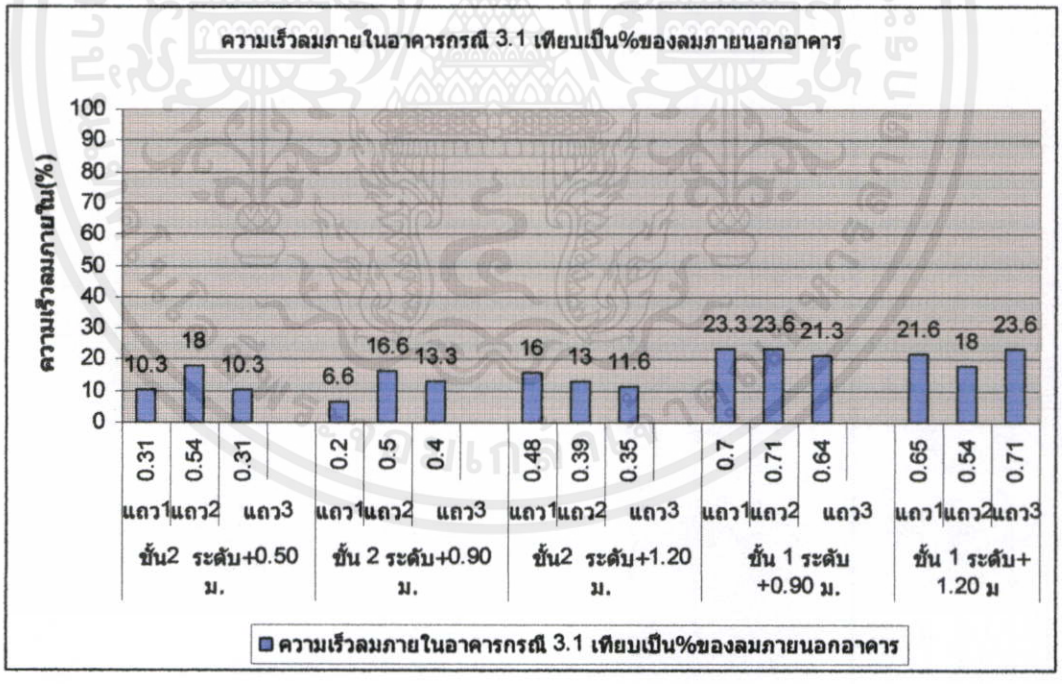
รูปที่ 8.89 รูปตัดกระแสลม ภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองกรณี 3.1

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูรูปที่ 8.90) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.7 เมตร / วินาที หรือ 23.6% แถวที่ 3 เท่ากับ 0.64 เมตร /วินาที หรือ 21.3%
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 เมื่อเทียบกับระดับอื่น ในระดับ + 1.20 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.7เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ เท่ากับ 0.31 เมตร / วินาที หรือ 10.3 % แถวที่ 3 เท่ากับ 0.31 เมตร / วินาที หรือ 10.3%
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +1.20 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.5 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +1.20 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 23.6 เปอร์เซ็นต์ (ดูแผนภูมิที่ 8.30)
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +1.20 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 16 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.90 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 เป็นเปอร์เซ็นต์ กรณี 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3.2 ผลการทดลองกรณี 3.2

รูปแบบอาคาร

- ใช้แบบการทดลองที่ 1ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 60 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.40 เมตร ตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.80 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 1 ชั่วโมง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

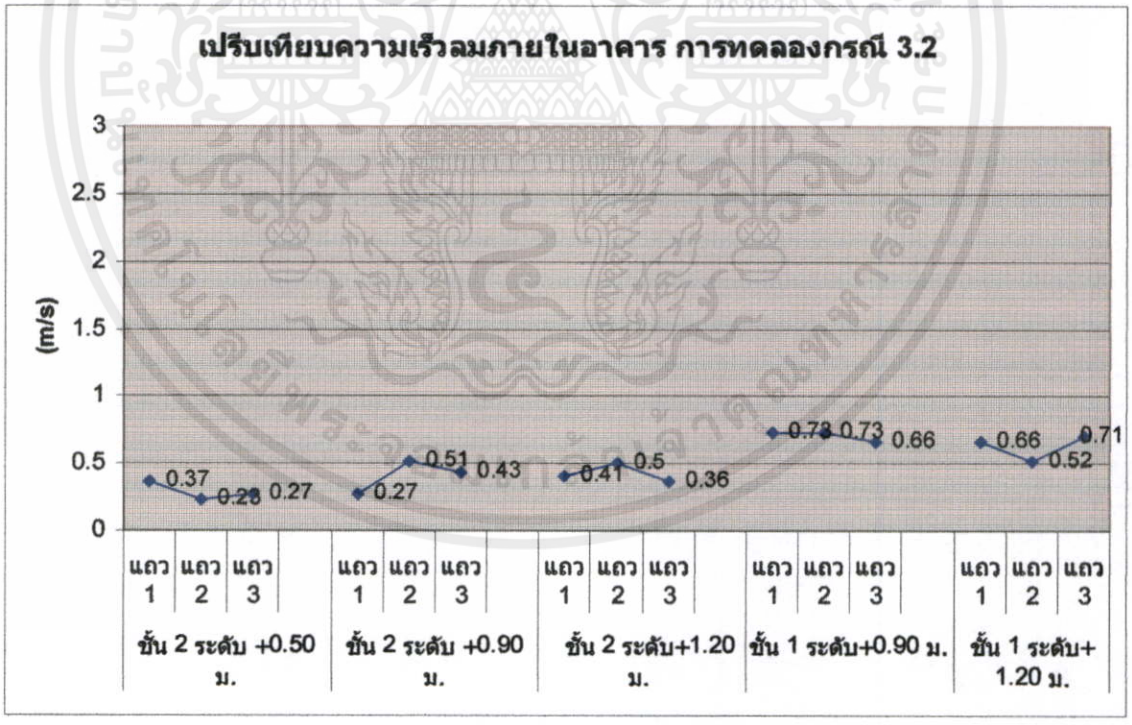
- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมภายนอกอาคาร = 3m/s

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตาม

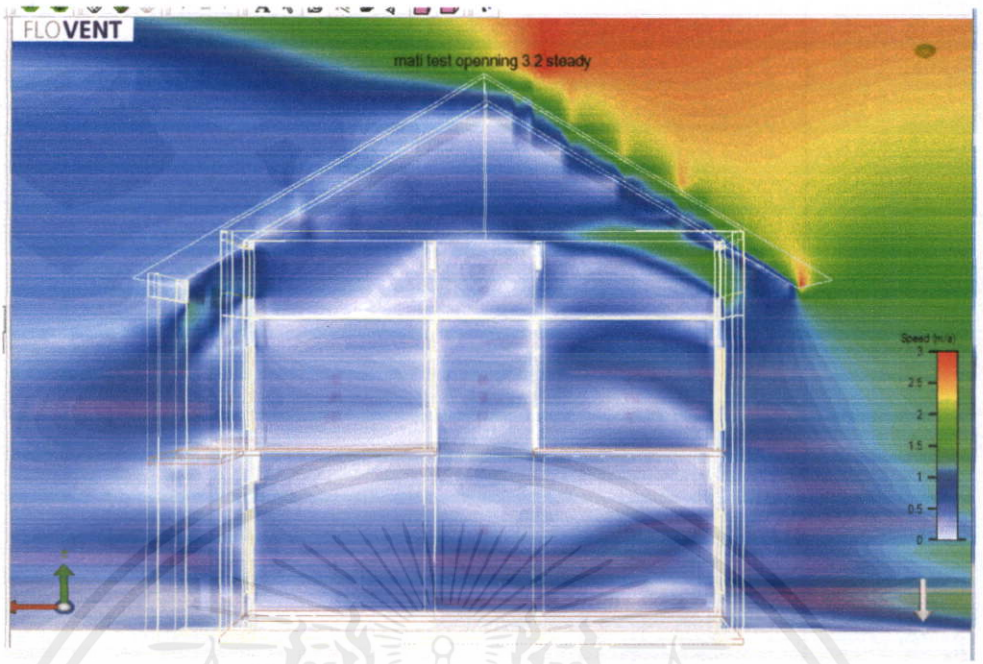
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)

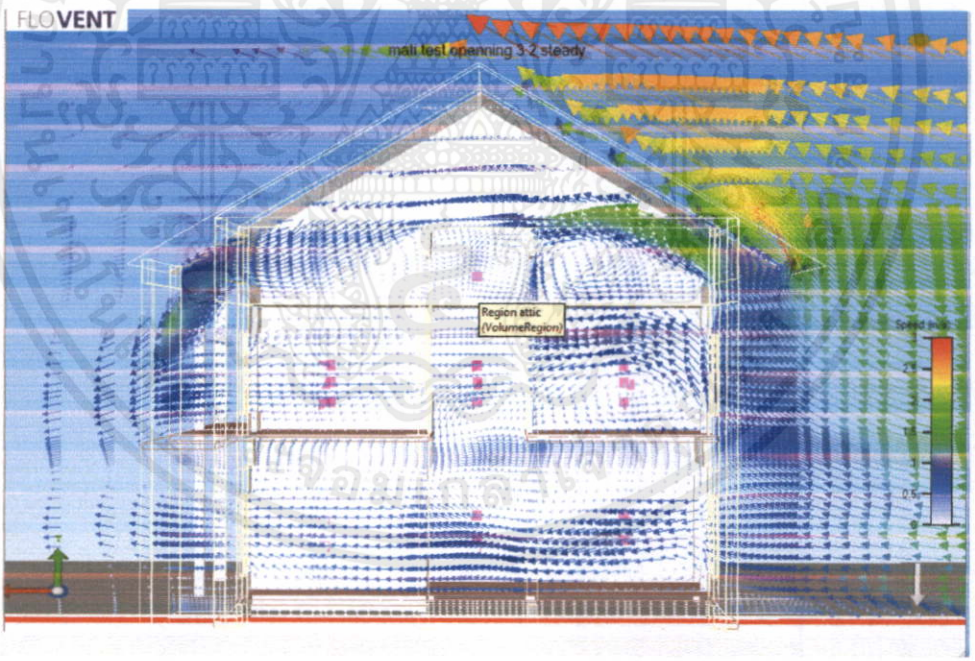


รูปที่ 8.91 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.92 รูปตัดความเร็วภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.2



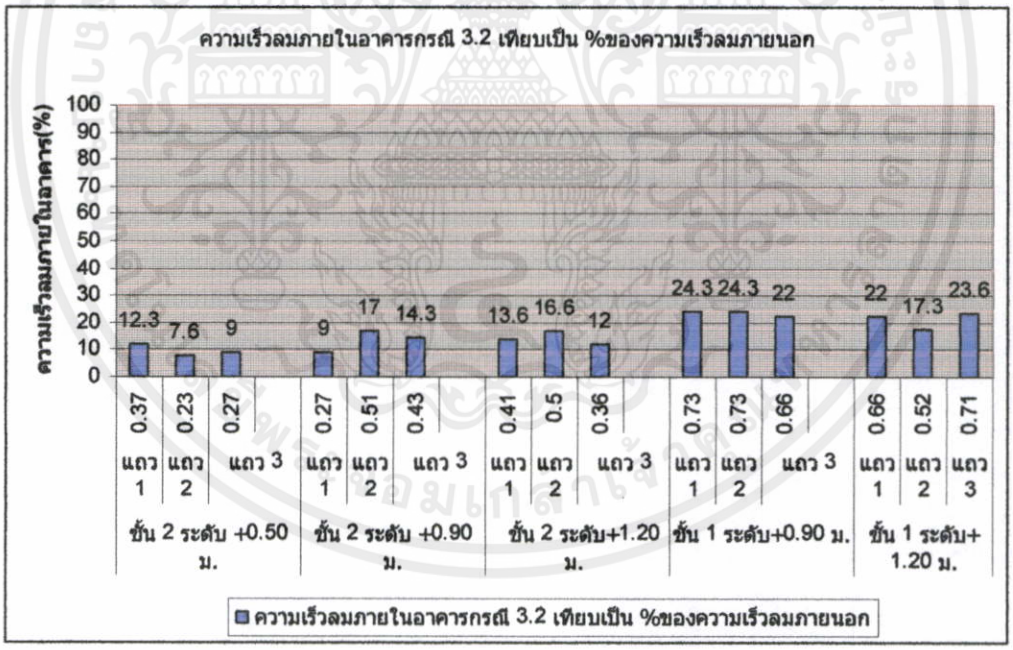
รูปที่ 8.93 รูปตัดกระแสลมภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองกรณี 3.2

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูรูปที่ 8.94) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.73 เมตร / วินาที หรือ 24.3% แถวที่ 3 เท่ากับ 0.66 เมตร /วินาที หรือ 22.0%
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 เมื่อเทียบกันระดับอื่น ในระดับ + 0.90 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.73 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.37 เมตร / วินาที หรือ 12.3 % แถวที่ 3 เท่ากับ 0.27 เมตร / วินาที หรือ 9%
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.90 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.51 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +0.90 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 24.3 เปอร์เซ็นต์
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.90 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.94 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.2 เป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3.3 ผลการทดลองกรณี 3.3

รูปแบบอาคาร

- ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 60 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.40 เมตร ตำแหน่.ช่องเปิด กลาง อาคารสูง 2.00 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 1 ชั่วโมง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

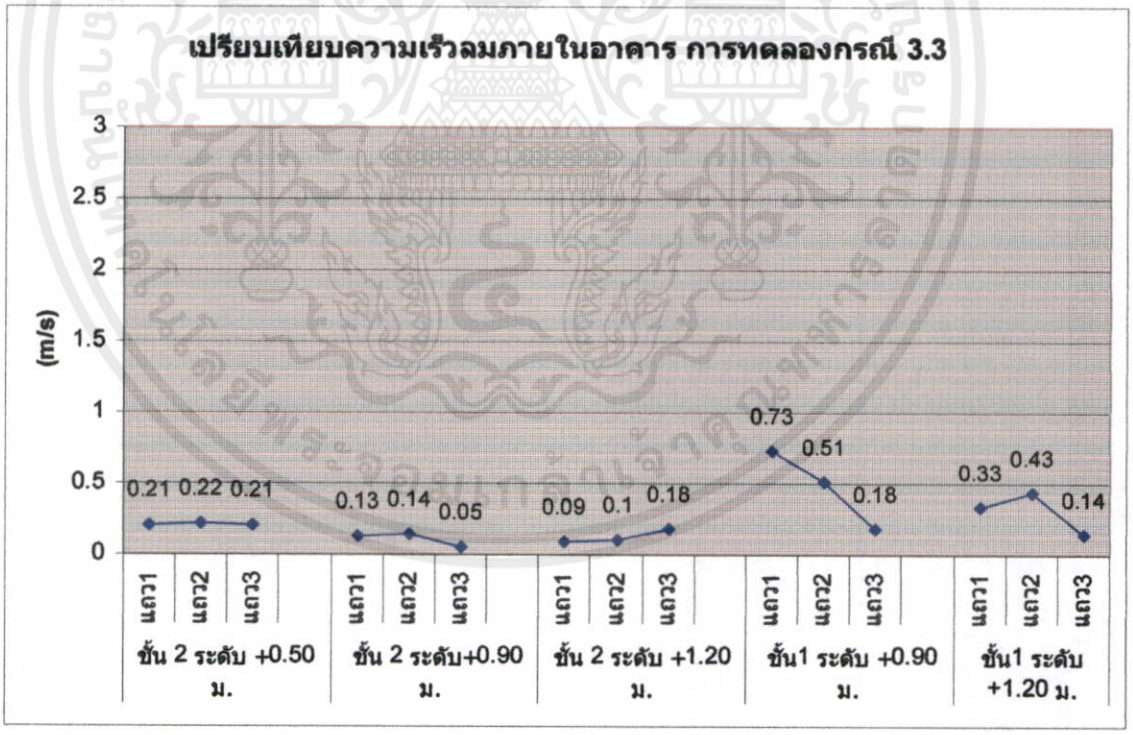
- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมภายนอกอาคาร = 3 m/s

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตาม

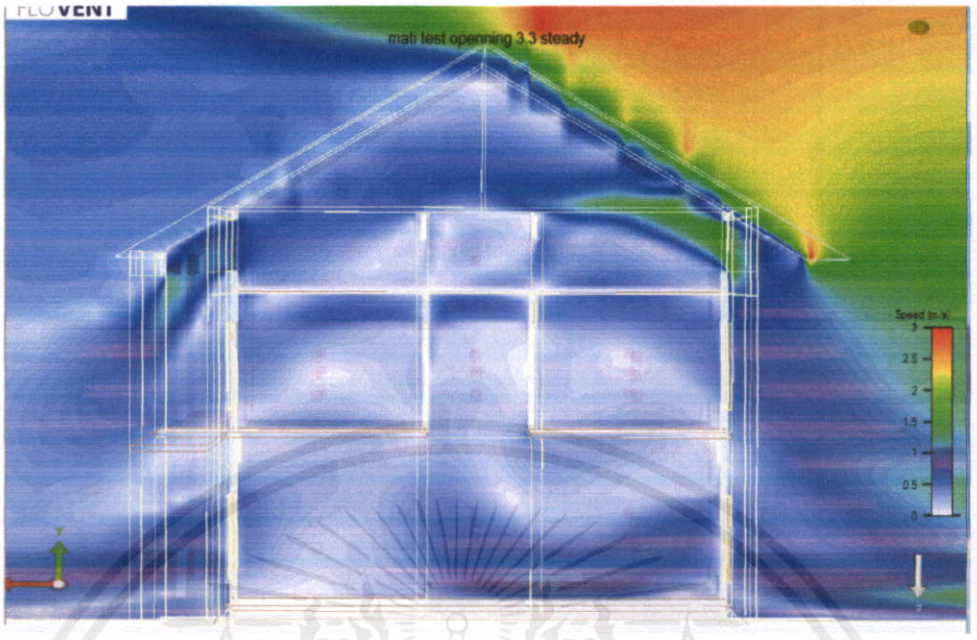
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)

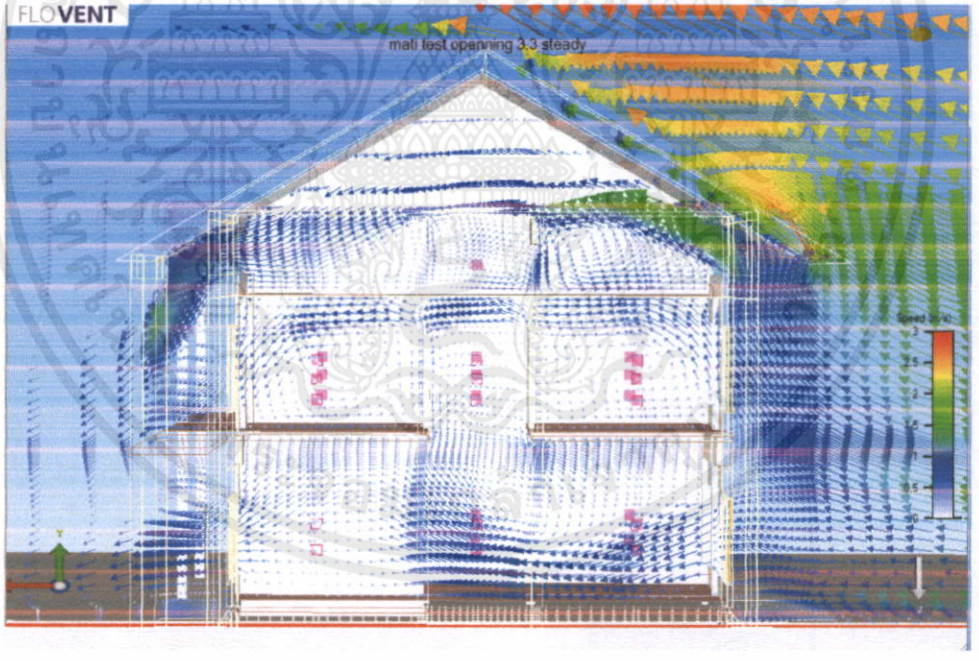


รูปที่ 8.95 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.96 รูปตัดความเร็วภายในอาคารการทดลอง กรณี 3.3



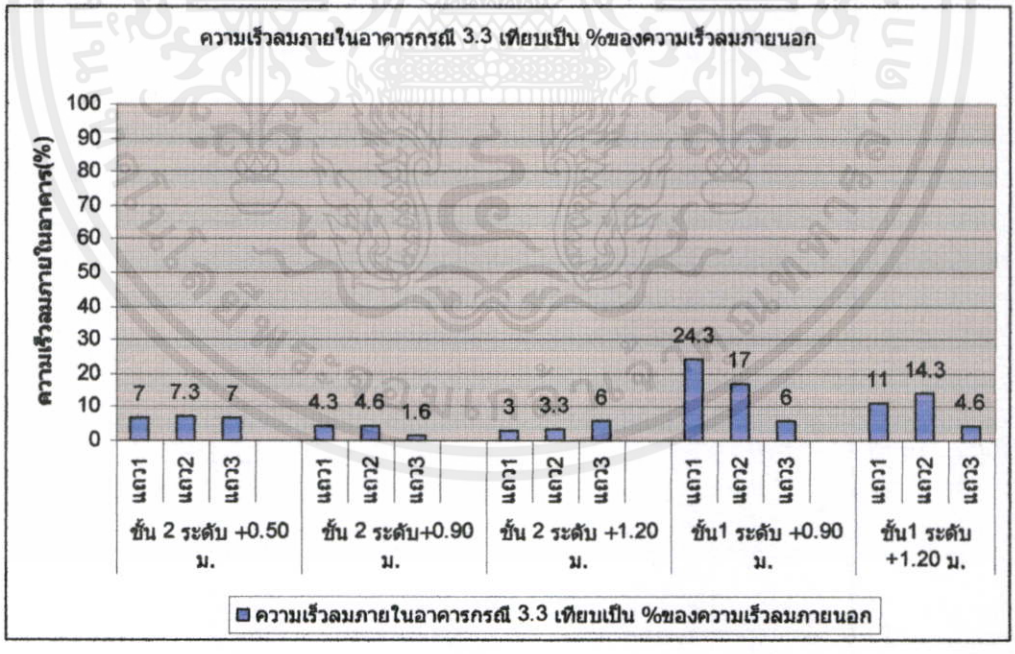
รูปที่ 8.97 รูปตัดกระแสลม ภายในอาคารการทดลอง กรณี 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองกรณี 3.3

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูรูปที่ 8.98) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้แถวที่ 1 เท่ากับ 0.73 เมตร / วินาที หรือ 24.3% แถวที่ 3 เท่ากับ 0.18 เมตร /วินาที หรือ 6.0%
- ความเร็วลมที่ชั้น 1เมื่อเทียบกับระดับอื่น ในระดับ + 0.90 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุดเท่ากับ 0.73 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้แถวที่ 1 เท่ากับ 0.21 เมตร / วินาที หรือ 7 % แถวที่ 3 เท่ากับ 0.21 เมตร / วินาที หรือ 7%
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 เมื่อเทียบกันทุกระดับ ในระดับ +0.90 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุดเท่ากับ 0.21 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +0.90 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 24.3 เปอร์เซ็นต์
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.98 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.3 เป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3.4 ผลการทดลองกรณี 3.4

รูปแบบอาคาร

- ใช้แบบการทดลองที่ 1ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 60 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.80 เมตร ตำแหน่งช่องเปิดกลาง อาคารสูง 0.40 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 1 ชั่วโมง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

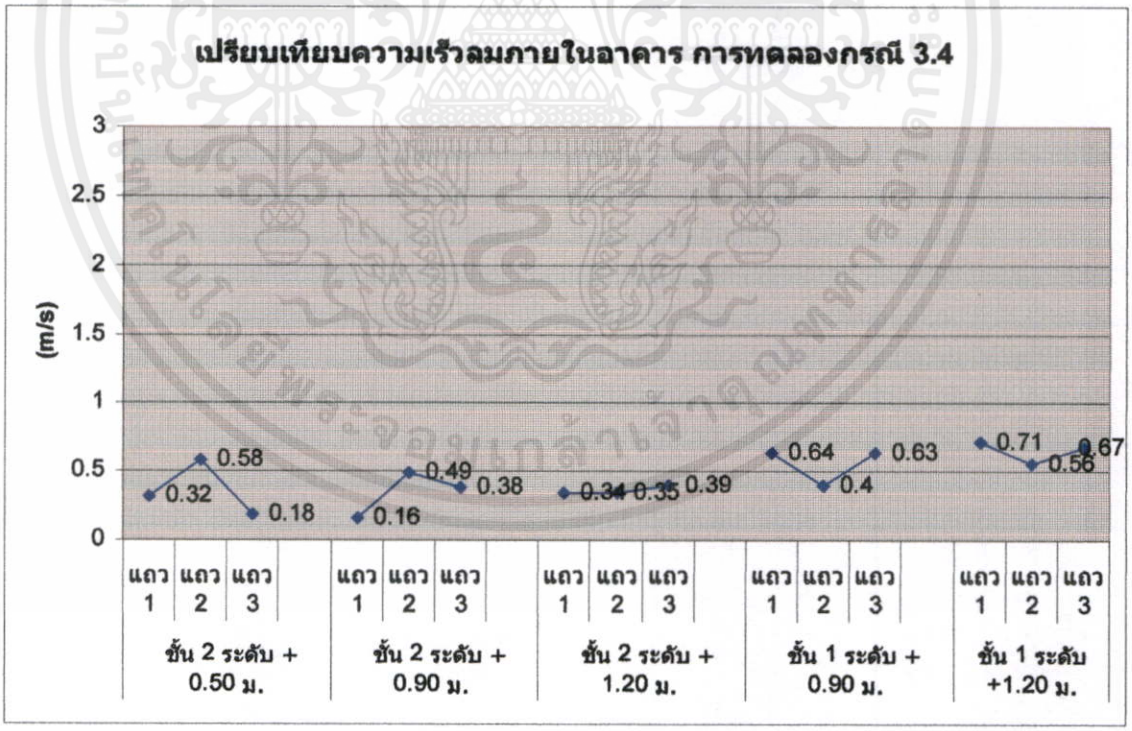
- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมภายนอกอาคาร = 3m/s

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตาม

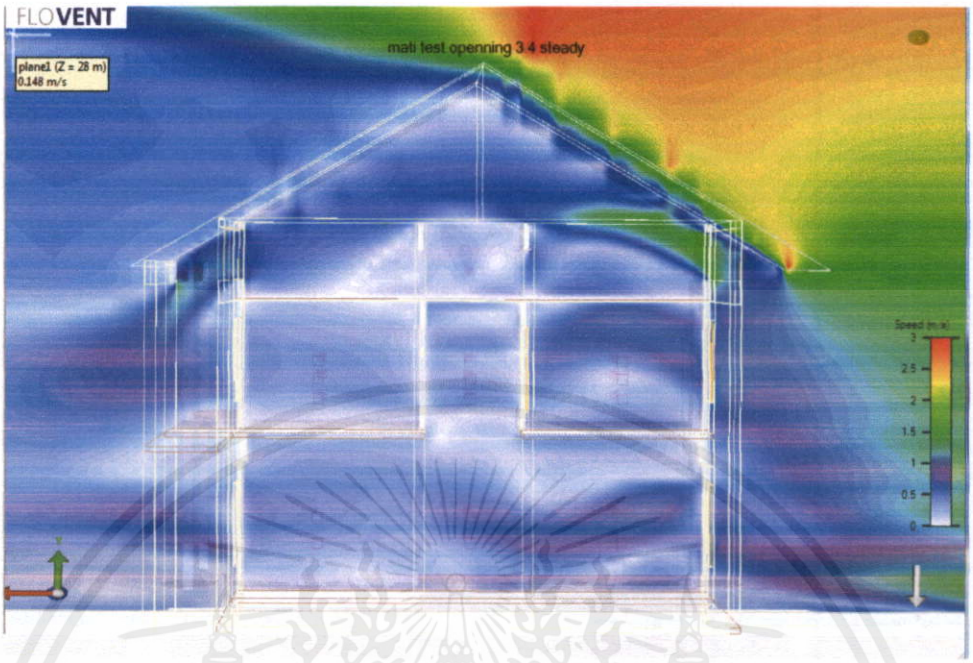
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)



รูปที่ 8.99 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1-ชั้น 2 กรณี 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.100 รูปตัดความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 3.4

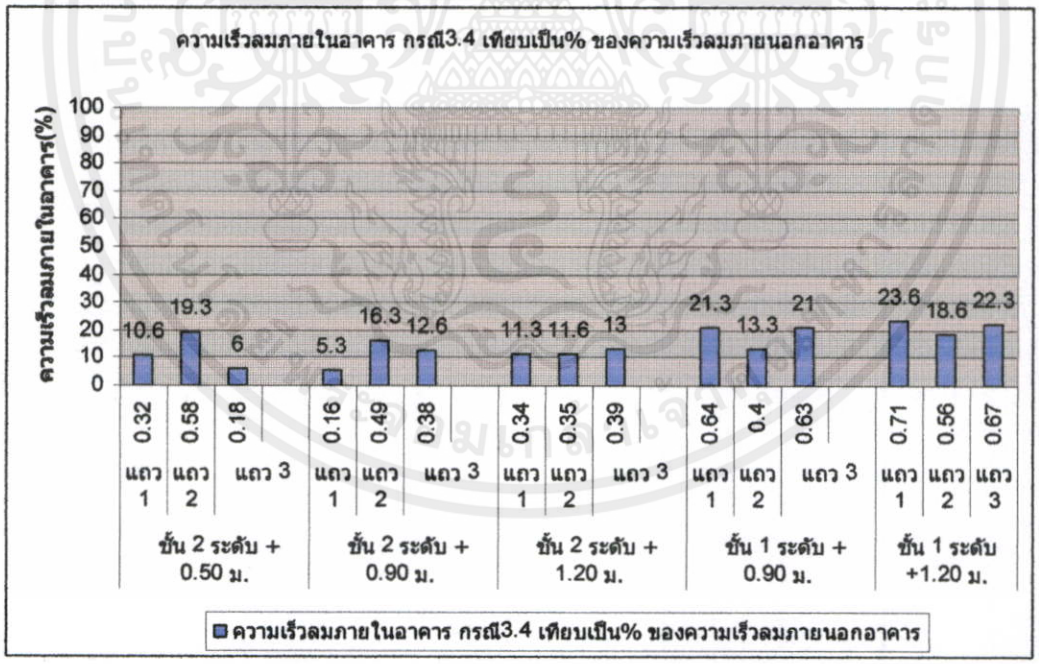
รูปที่ 8.101 รูปตัดกระแสลม ลมภายในอาคาร กรณี 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองกรณี 3.4

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูรูปที่ 8.102) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.64 เมตร / วินาที หรือ 21.3% แถวที่ 3 เท่ากับ 0.63 เมตร /วินาที หรือ 21%
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 เมื่อเทียบกับระดับอื่น ในระดับ + 1.20 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.71เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้ แถวที่ 1 เท่ากับ 0.32 เมตร / วินาที หรือ 10.6 % แถวที่ 3 เท่ากับ 0.18 เมตร / วินาที หรือ 6%
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 เมื่อเทียบกันทุกระดับ ในระดับ +1.20 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.39เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +0.90 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของ ภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 23.6 เปอร์เซ็นต์
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +1.20ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของ ภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.102 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1-ชั้น 2 กรณี 3.4 เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3.5 ผลการทดลองกรณี 3.5

รูปแบบอาคาร

- ใช้แบบการทดลองที่ 1 ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 60 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.80 เมตร ตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.80 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 1 ชั่วโมง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

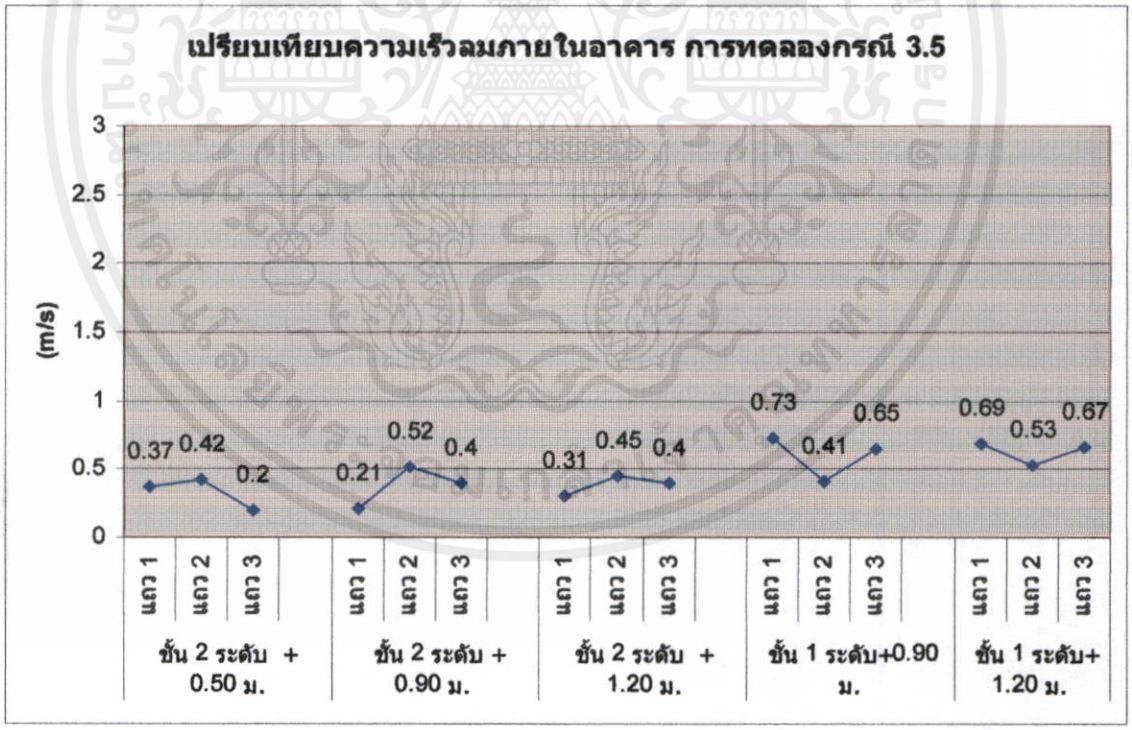
- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมภายนอกอาคาร = 3m/s

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตาม

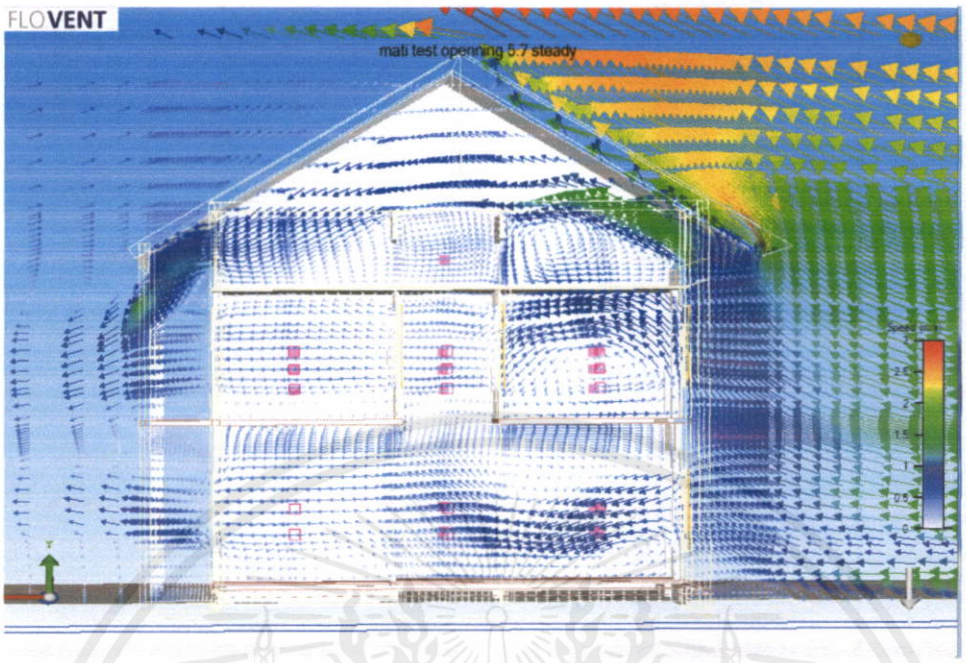
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)

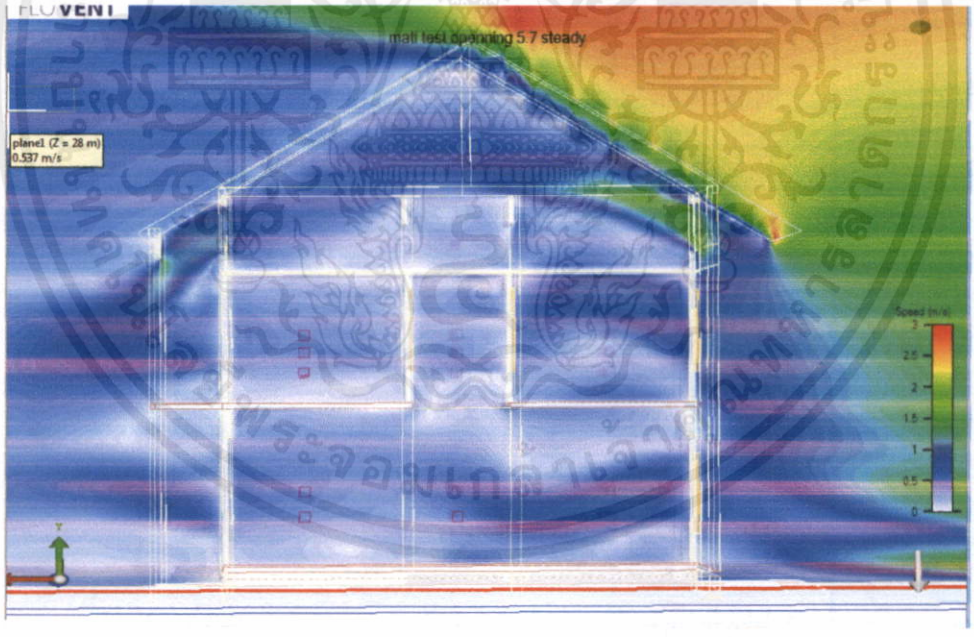


รูปที่ 8.103 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.104 รูปตัดกระแสลมภายในอาคาร กรณี 3.5



รูปที่ 8.105 รูปตัดความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองกรณี 3.5

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูรูปที่ 8.106) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้แถวที่ 1 เท่ากับ 0.73 เมตร / วินาที หรือ 24.3% แถวที่ 3 เท่ากับ 0.65 เมตร /วินาที หรือ 21.6%

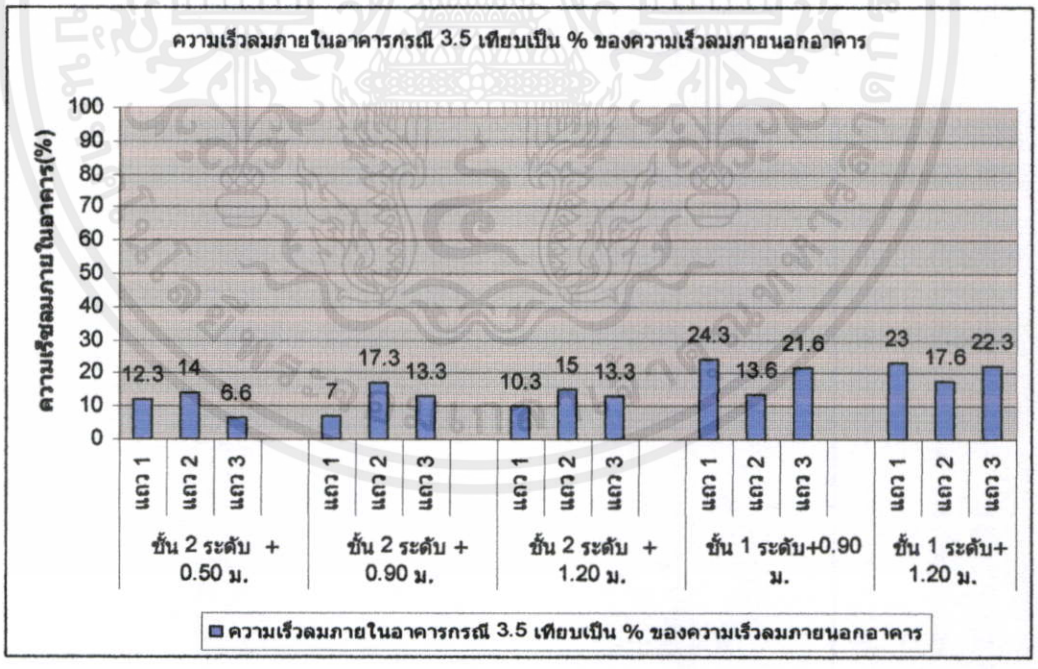
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 เมื่อเทียบกับระดับอื่น ในระดับ + 0.90 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุดเท่ากับ 0.73 เมตร / วินาที

- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้แถวที่ 1 เท่ากับ 0.37 เมตร / วินาที หรือ 12.3 % แถวที่ 3 เท่ากับ 0.2 เมตร / วินาที หรือ 6.6%

- ความเร็วลมที่ชั้น 2 เมื่อเทียบกันทุกระดับ ในระดับ +0.90 +1.20ม. มีความเร็วลมสูงที่สุดเท่ากับ 0.4 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 13.3 เปอร์เซ็นต์

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +0.90 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอก อาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 24.3 เปอร์เซ็นต์

- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.90 ม. และ 1.20 ม. มีความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 13.3 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.106 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.5 เป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3.6 ผลการทดลองกรณี 3.6

รูปแบบอาคาร

- ใช้แบบการทดลองที่ 1ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 60 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.80 เมตร ตำแหน่งช่องเปิด กลางอาคารสูง 2.00 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 1 ชั่วโมง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

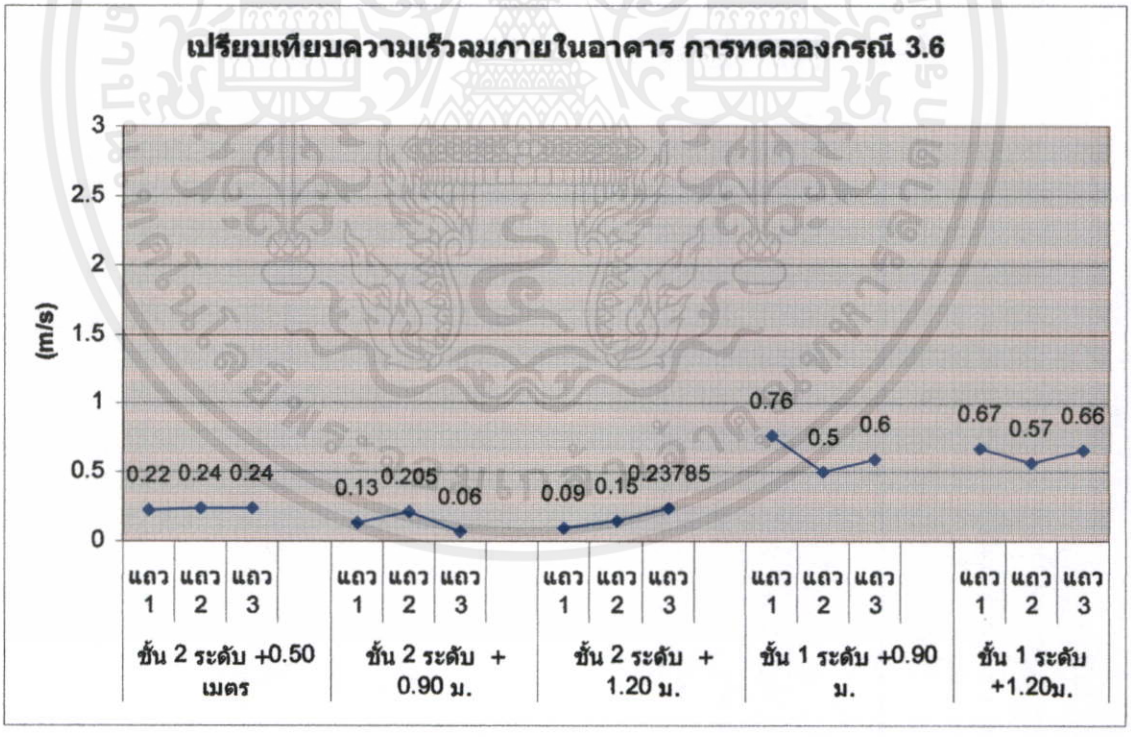
- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมภายนอกอาคาร = 3m/s

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตาม

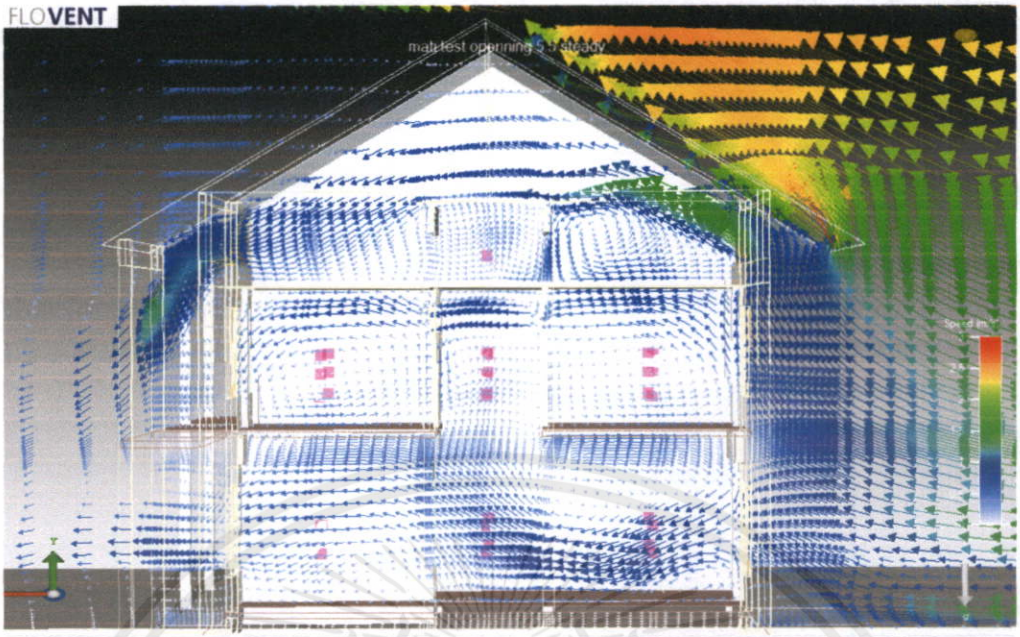
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)

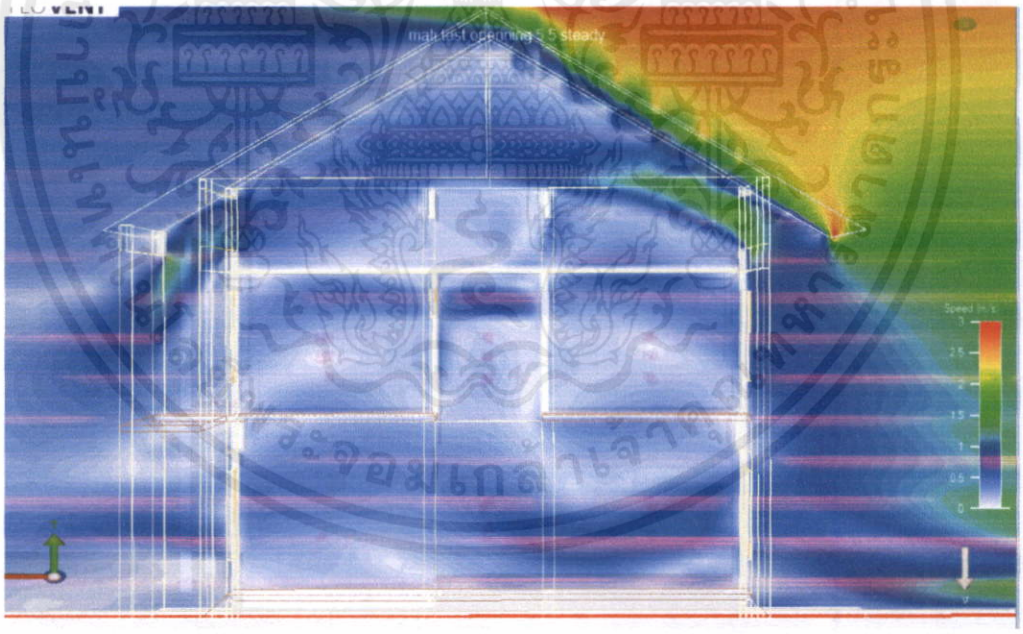


รูปที่ 8.107 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.108 รูปตัดกระแสลมภายใน อาคาร กรณี 3.6



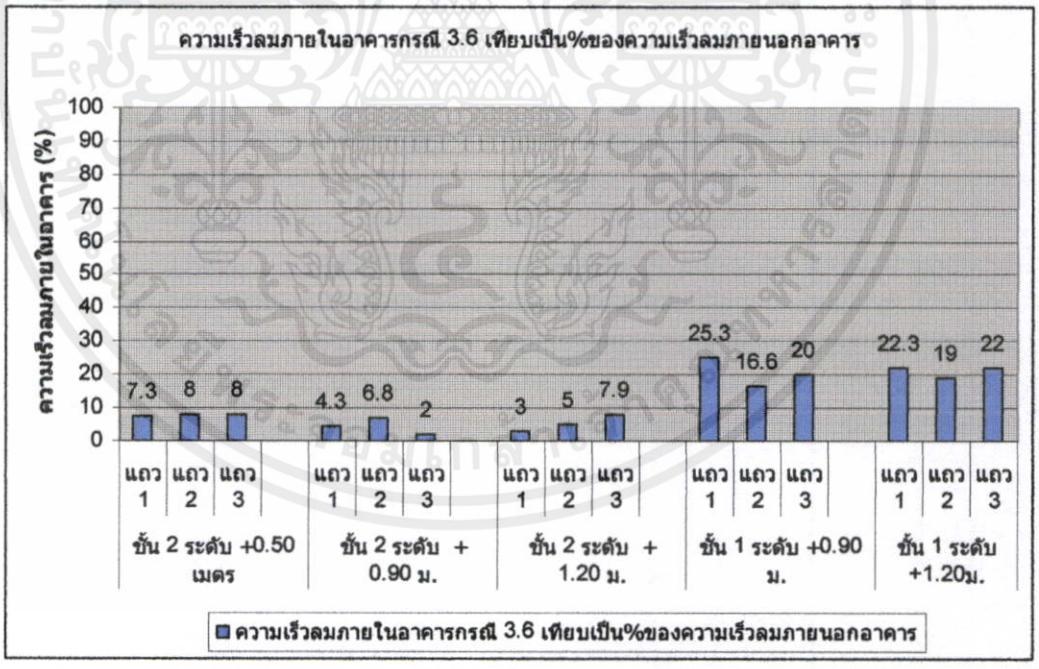
รูปที่ 8.109 รูปตัดความเร็วลมภายใน อาคาร กรณี 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองกรณี 3.6

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูรูปที่ 8.110) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้แถวที่ 1เท่ากับ 0.76 เมตร / วินาที หรือ 25.3% แถวที่ 3 เท่ากับ 0.6 เมตร /วินาที หรือ 20 %
- ความเร็วลมที่ชั้น 1เมื่อเทียบกับระดับอื่น ในระดับ + 0.90 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุดเท่ากับ 0.76 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 มหรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้แถวที่ 1 เท่ากับ 0.22 เมตร / วินาที หรือ 7.3 % แถวที่ 3 เท่ากับ 0.24 เมตร / วินาที หรือ 8 %
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 เมื่อเทียบกันทุกระดับ ในระดับ +0.50 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุดเท่ากับ 0.24 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +0.90 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 25.3 เปอร์เซ็นต์
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.110 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1-ชั้น 2 กรณี 3.6 เป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3.7 ผลการทดลองกรณี 3.7

รูปแบบอาคาร

- ใช้แบบการทดลองที่ 2 ขนาดช่องเปิดทางเข้า ร้อยละ 60 ของผนัง ขนาดช่องเปิดทางออกร้อยละ 60 ของผนัง ตำแหน่งหน้าต่างสูงจากพื้น 0.40 เมตร ตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.80 เมตร

ช่วงเวลาการวัด

- ใช้ช่วงเวลาในการวัด 1 ชั่วโมง

ความเร็ว และ ทิศทางลม

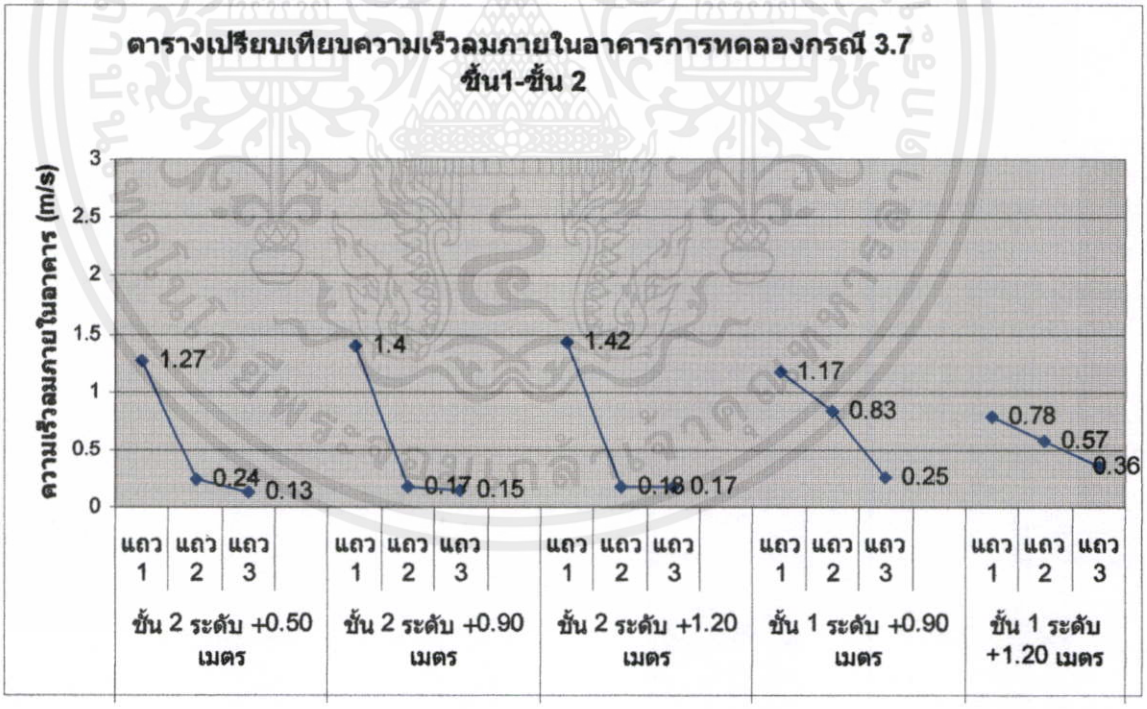
- ทิศทางลมเข้าทางด้านทิศใต้ โดยใช้ความเร็วลมภายนอกอาคาร = 3m/s

ตำแหน่งจุดวัด

- มีตำแหน่งวัดชั้นล่าง 2 ระดับ คือสูงจากพื้นชั้นล่าง +0.90 ม. และ +1.20 เมตร ชั้นบน 3 ระดับ สูงจากพื้นชั้น บน +0.50 ม. ,+0.90 ม.และ +1.20 เมตร ดูตาม

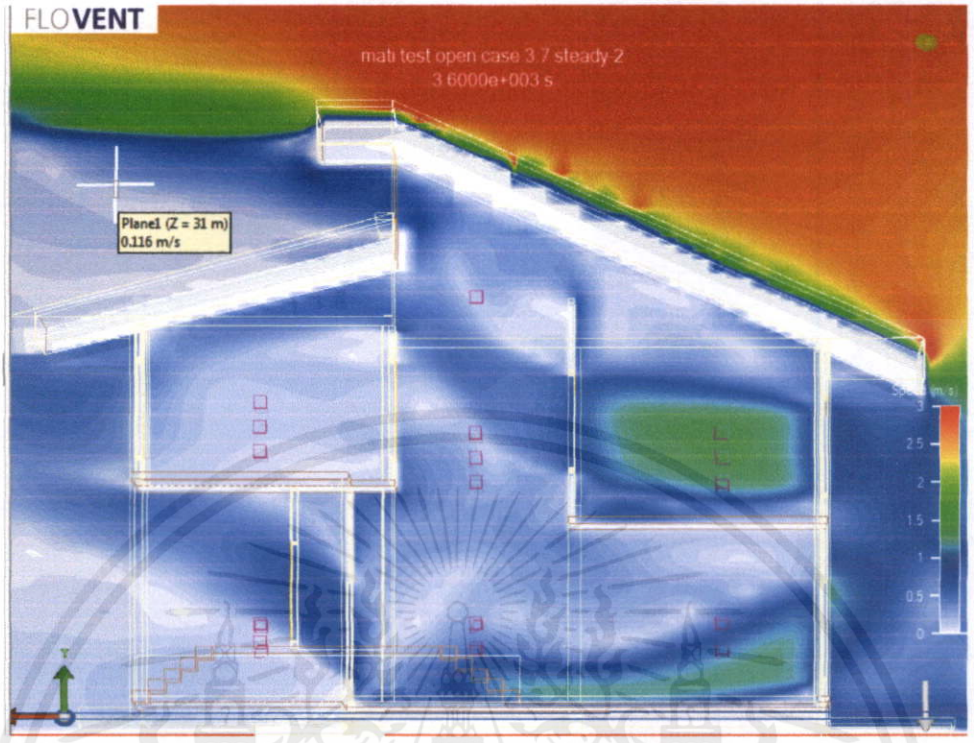
ค่าที่ตรวจวัด

- ความเร็วลมภายในอาคาร (m/s)

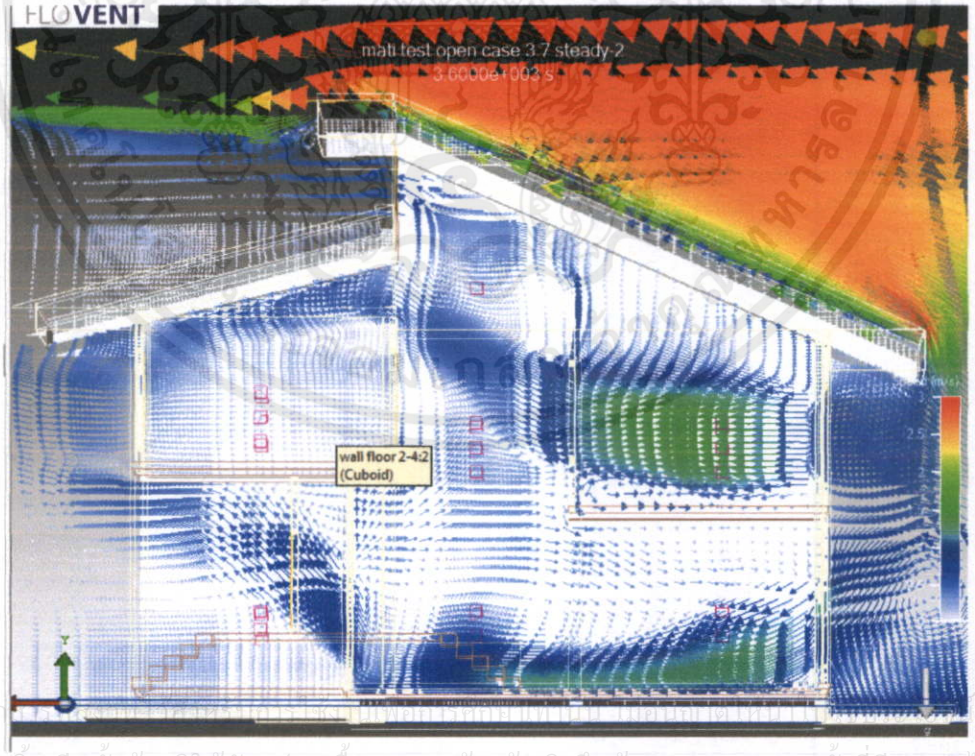


รูปที่ 8.111 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.112 รูปตัดความเร็วภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.7



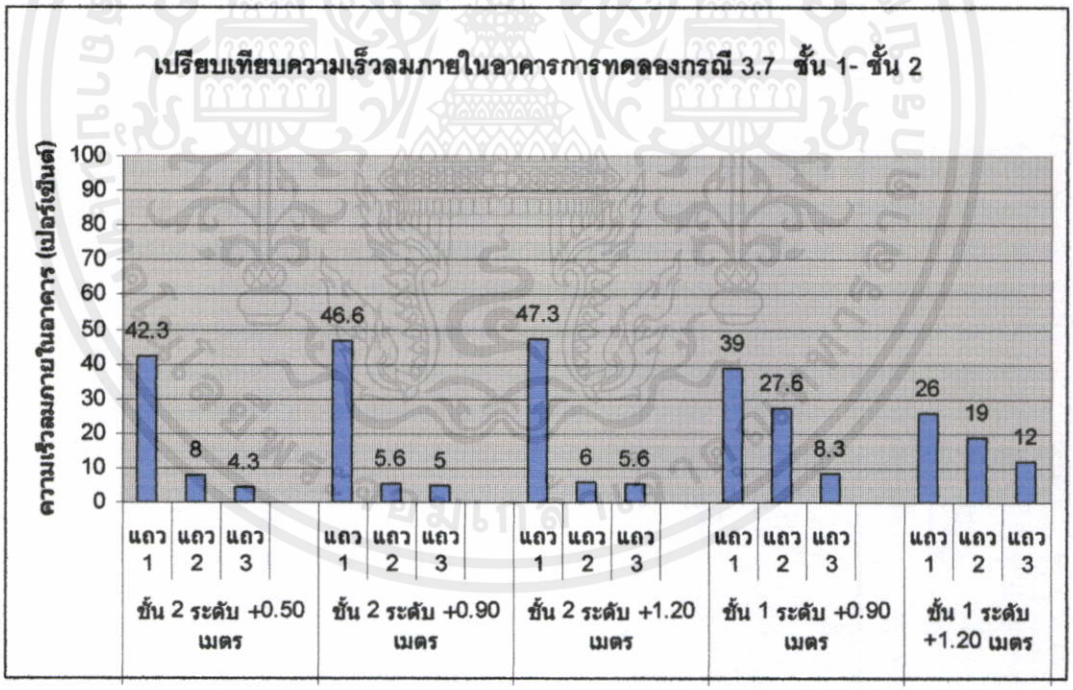
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8.113 รูปตัดกระแสลมภายในอาคาร การทดลอง กรณี 3.7

สรุปผลการทดลองกรณี 3.7

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ (ดูรูปที่ 8.114) ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้แถวที่ 1 เท่ากับ 0.73 เมตร / วินาที หรือ 24.3% แถวที่ 3 เท่ากับ 0.66 เมตร /วินาที หรือ 22.0%
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 เมื่อเทียบกันระดับอื่น ในระดับ + 0.90 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.73เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานมีความเร็วลมที่วัดได้แถวที่ 1 เท่ากับ 0.37 เมตร / วินาที หรือ 12.3 % แถวที่ 3 เท่ากับ 0.27 เมตร / วินาที หรือ 9%
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.90 ม. มีความเร็วลมสูงที่สุด เท่ากับ 0.51 เมตร / วินาที
- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ +0.90 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 24.3 เปอร์เซ็นต์
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.90 ม. มี ความเร็วลมภายในเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของภายนอกอาคาร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น เท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8.114 เปรียบเทียบผลการวัดความเร็วลมภายในอาคาร ชั้น 1- ชั้น 2 กรณี 3.7 เป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3.8 สรุปผลการทดลองที่ 3

เมื่อได้ผลความเร็วลมในอาคาร จึงนำค่าความเร็วลมที่ได้ในแต่ละจุดวัดมาเปรียบเทียบกันทั้ง 5กรณี โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ชั้น 1 มี 2ระดับ ชั้น 2 มี 3 ระดับ โดยเปรียบเทียบทั้งความเร็วลม (m/s) (รูปที่ 8.115-8.120) และเปรียบเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ โดยดูจากการสรุปของแต่ละกรณี ได้ผลดังนี้

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. เหนืออระดับพื้นที่ใช้งาน กรณีที่ 3.2 มีความเร็วลมสูงที่สุด เมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 0.73 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 24.3% ของลมภายนอก

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 0.90 ม. หรือระดับพื้นที่ใช้งานกรณีที่ 3.4 มีความเร็วลมต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 0.63 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 21% ของลมภายนอก

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 1.20 ม. กรณีที่ 3.4 มีความเร็วลมสูงที่สุด เมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 0.71 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 23.7 % ของลมภายนอก

- ความเร็วลมที่ชั้น 1 ในระดับ + 1.20 ม. กรณีที่ 3.3 มีความเร็วลมต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 0.33 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 11 % ของลมภายนอก

- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งานกรณีที่ 3.2 มีความเร็วลมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 0.37 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 12.3 % ของลมภายนอกอาคาร

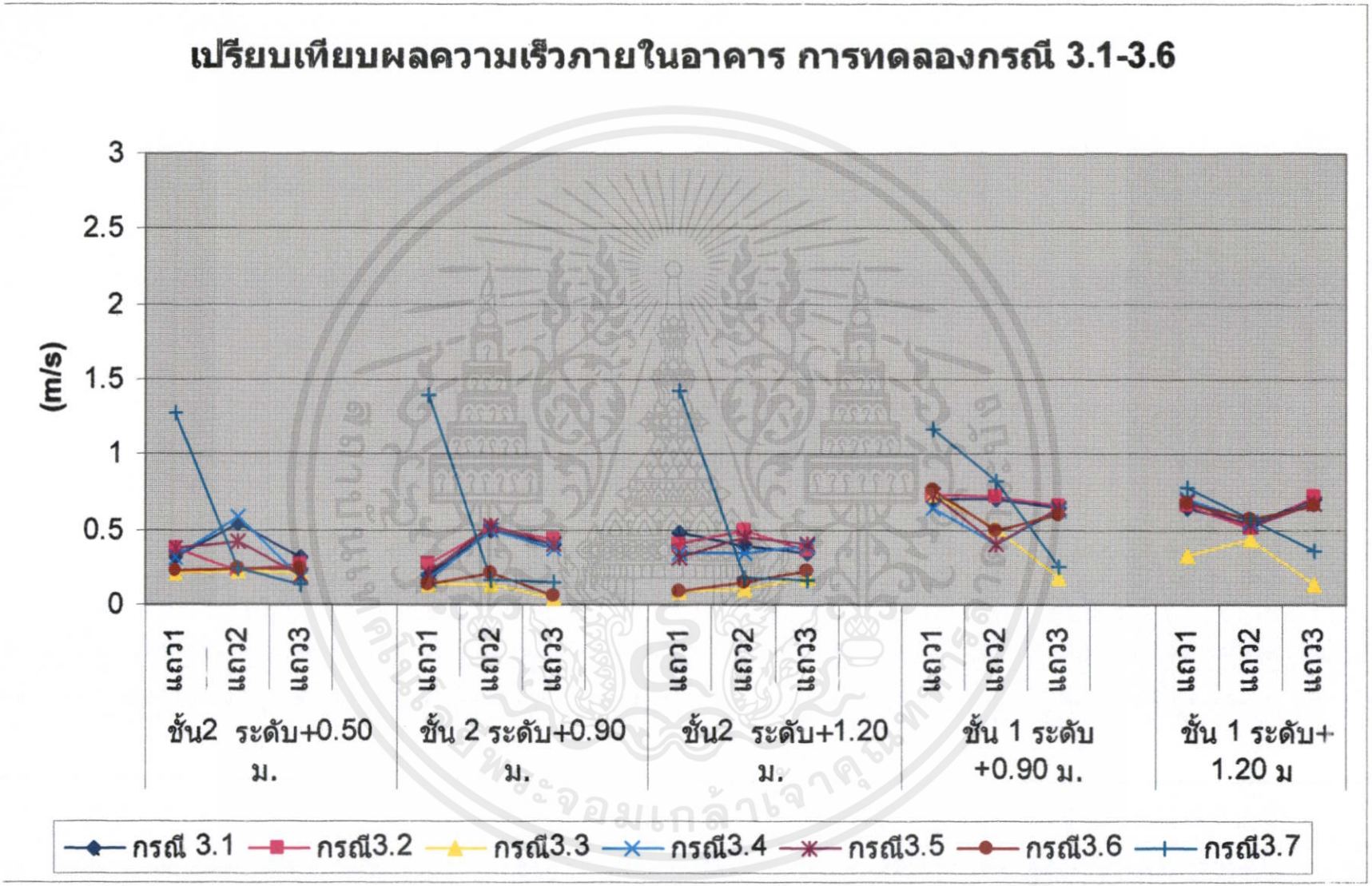
- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.50 ม.หรือระดับพื้นที่ใช้งาน กรณีที่ 3.3 มีความเร็วลมต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับกรณีอื่น เท่ากับ 0.21 เมตร / วินาที หรือเท่ากับ 7%

- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +0.90 ม. กรณีที่ 3.2 มีความเร็วลมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่นเท่ากับ 0.4 เมตร /วินาทีหรือเท่ากับ 14.3%

- ความเร็วลมที่ชั้น 2 ในระดับ +1.20 ม. กรณีที่ 3.1 มีความเร็วลมเร็วสูงที่สุด เมื่อเทียบกับกรณีอื่นเท่ากับ 0.48 เมตร / วินาทีหรือเท่ากับ 16 %

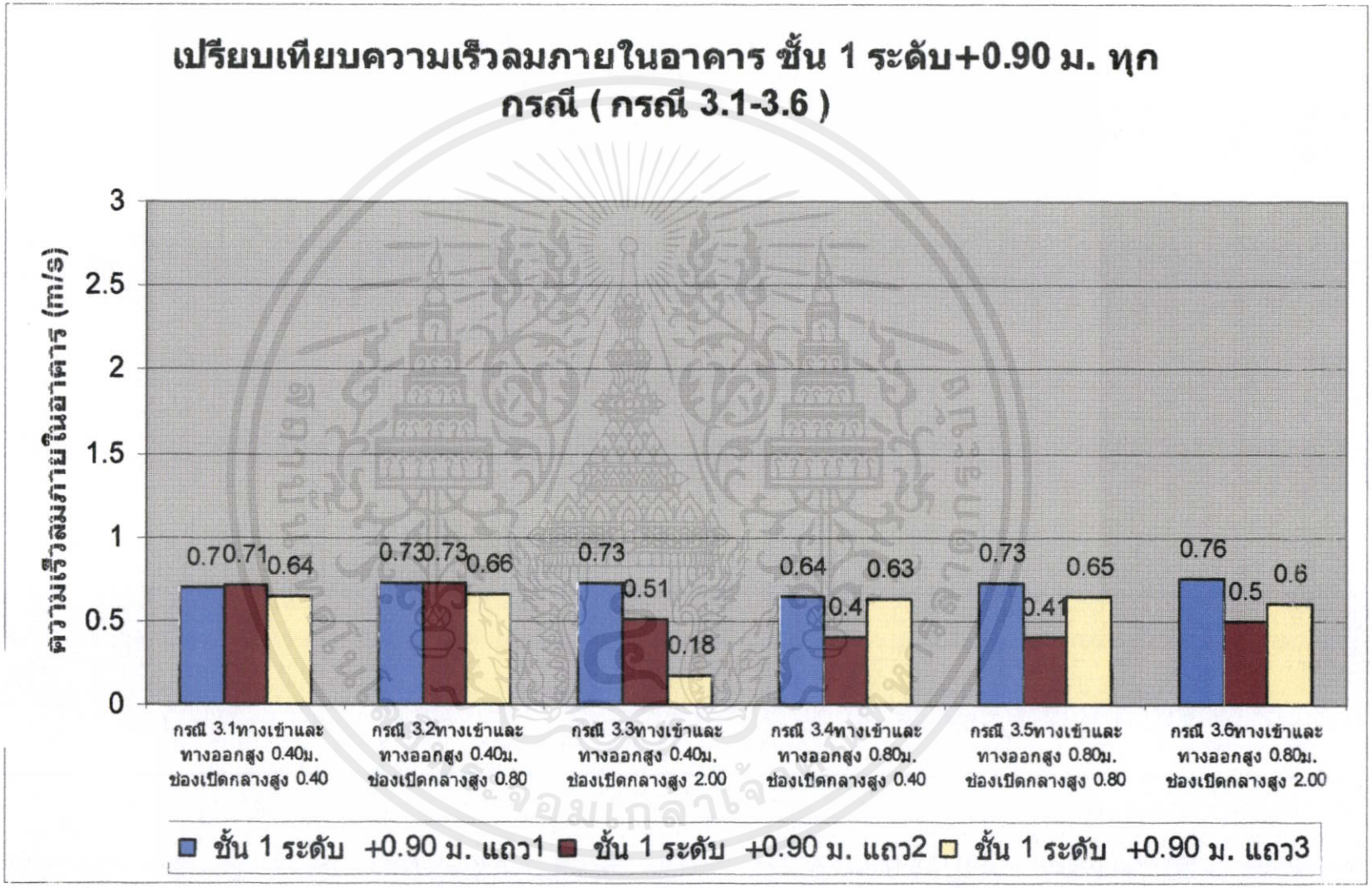
- เมื่อนำตำแหน่งของช่องเปิดที่ดีที่สุด หรือตำแหน่งของกรณี 3.2 มาใส่ในรูปแบบอาคารแบบที่ 2 พบว่า ความเร็วลมภายในสูงขึ้นมากกว่าทุกกรณี เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกรณีการทดลองที่ 3.2 พบว่าความเร็วลมภายในสูงขึ้นกว่าเดิม 30% ทุกระดับของตำแหน่งจุดวัด ชั้น 2 หรือเท่ากับ 43% แต่จะมีความเร็วลดลงมาก ในตำแหน่งจุดวัดชั้น 2 แถว 3 หรือบริเวณช่องเปิดทางออก การเปิดแนวตั้งตั้งบริเวณหลังคาหรือรูปแบบอาคารแบบที่ 2 นอกจากมีผลกับอุณหภูมิภายในอาคารแล้วยังมีผลกับความเร็วลมภายในอาคารอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



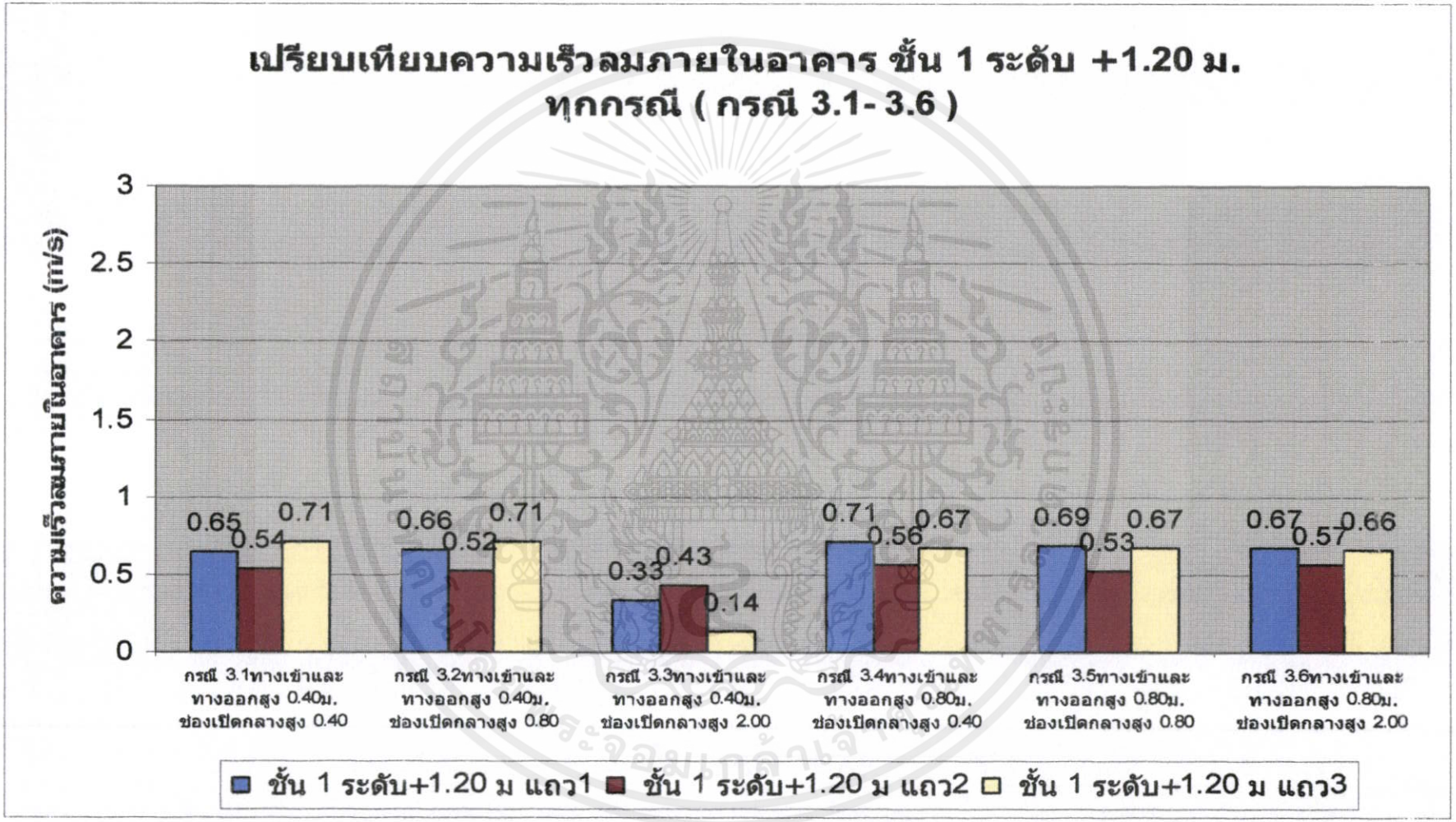
รูปที่ 8.115 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 – ชั้น 2 ทุกระดับ ของทุกกรณี (กรณี 3.1-3.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



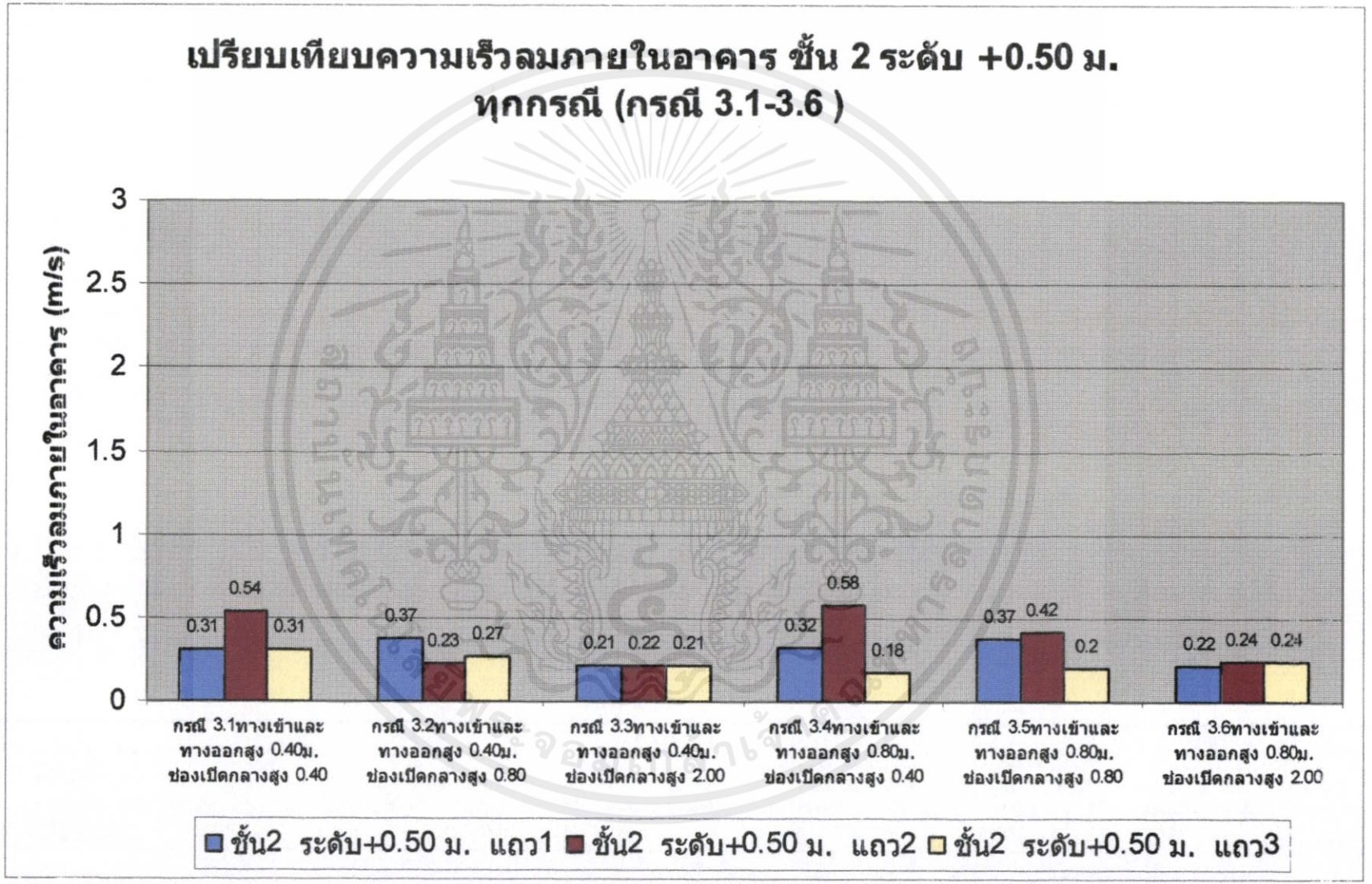
รูปที่ 8.116 เปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 ระดับ 0.90 ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



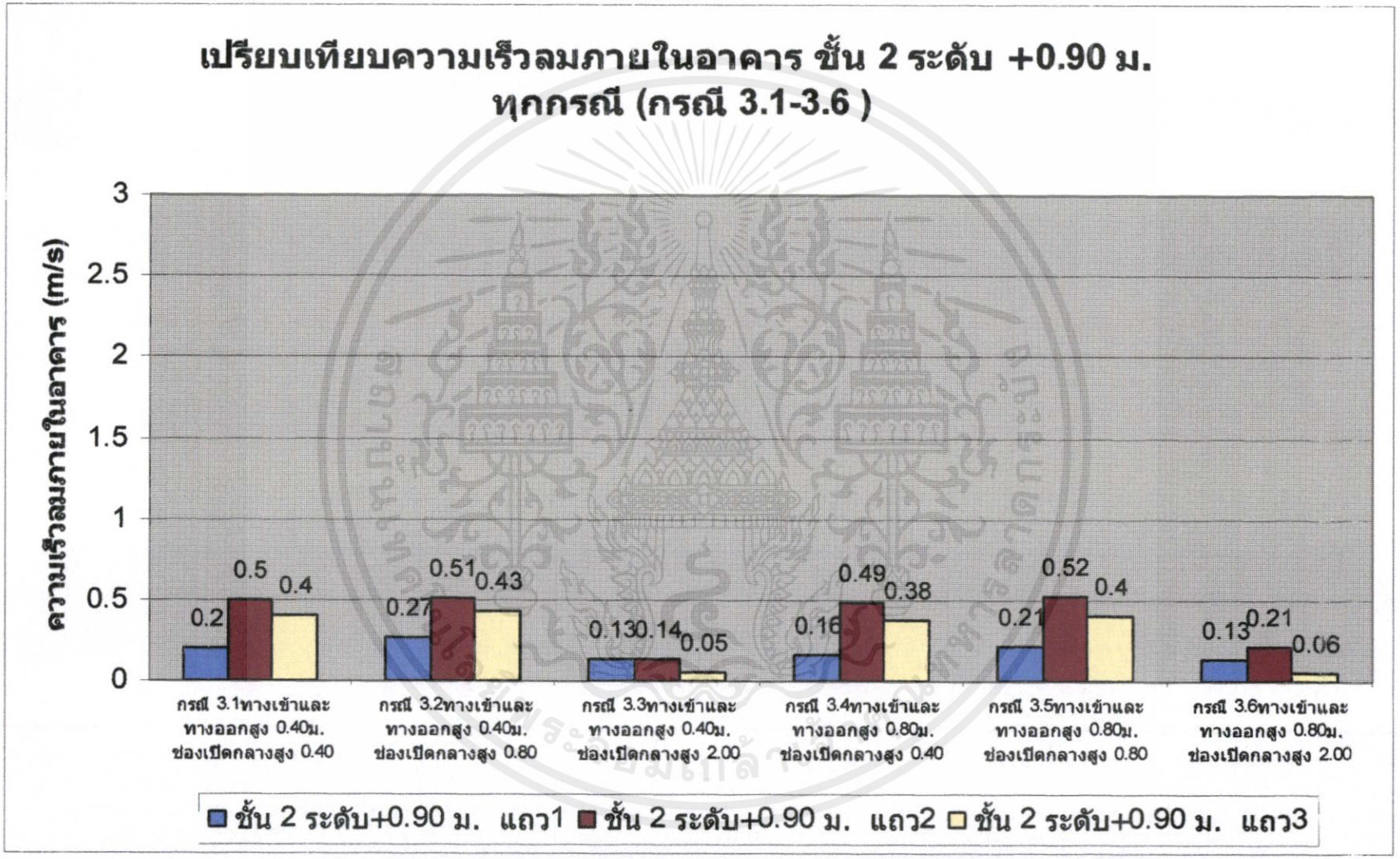
รูปที่ 8.117 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 1 ระดับ 1.20ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



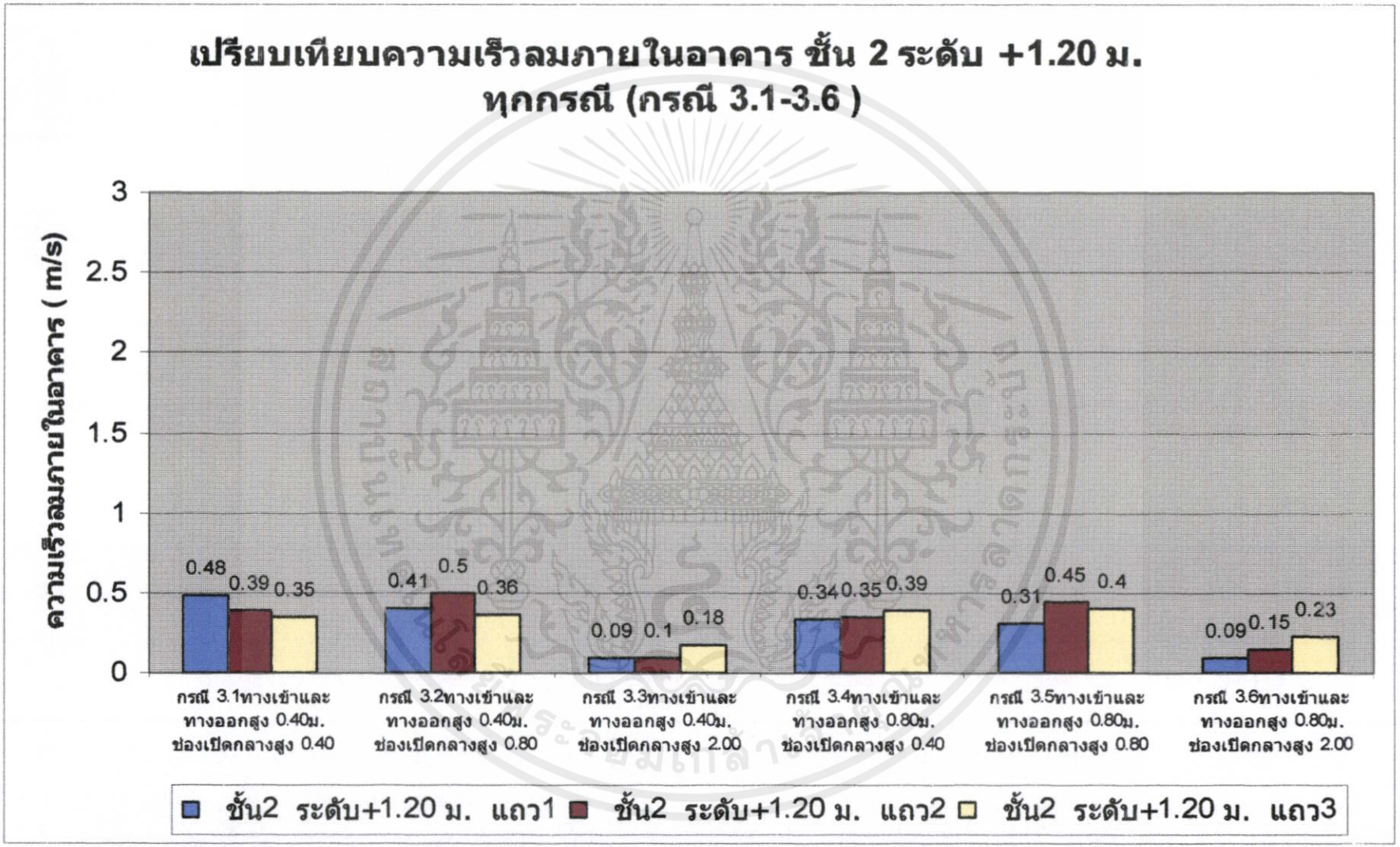
รูปที่ 8.118 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ 0.50 ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 8.119 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ 0.90 ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 8.120 เปรียบเทียบแผนภูมิความเร็วลมภายในอาคารชั้น 2 ระดับ 1.20ม. ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 9

สรุปผลการทดลอง และ ข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองสามารถสรุปแบบอาคาร และ ช่องเปิดที่เหมาะสม กับการระบายอากาศแบบธรรมชาติ และเหมาะสมพฤติกรรมการใช้งาน ของผู้อยู่อาศัยได้ โดย การจัดลำดับผลการทดลองแต่ละการทดลองดังนี้

9.1 สรุปผลการทดลองที่ 1 (กรณี 1.1-1.5)

การวัดผลการทดลองจะวัดโดยโดยใช้ 2 วิธีดังนี้

9.1.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารที่สูงเกินขอบเขตบนสภาวะสบายกรุงเทพมหานคร

ผลการทดลองอุณหภูมิภายในอาคารกรณีที่ 1.1-1.5 (รูปที่ 8.21) ทำให้ทราบถึงอุณหภูมิภายในอาคาร 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ 6 .00 – 6.00 น ของอีกวันหนึ่ง ทั้ง 5 กรณี เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร ราย 24 ชั่วโมง ภายในแผนภูมิเดียวกัน เมื่อนำอุณหภูมภายในอาคารมาเปรียบกับขอบเขตบนสภาวะสบาย อาคาร ทั้ง 24 ชั่วโมงแล้ว ได้อุณหภูมิที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย โดยพิจารณาแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือกลางวัน ตั้งแต่ 6.00 – 20.00 น และ กลางคืน ตั้งแต่ 20.00 – 6.00 น. และนำมาจัดลำดับ โดยจะเรียงจากกรณีที่มีอุณหภูมิสูงกว่าขอบเขตสบายน้อยที่สุด ไปหามากที่สุดทั้งช่วงกลางวันและกลางคืน ดูตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 เปรียบเทียบความต่างระหว่างอุณหภูมิภายในอาคารและภายนอกอาคาร กรณี 1.1-1.5

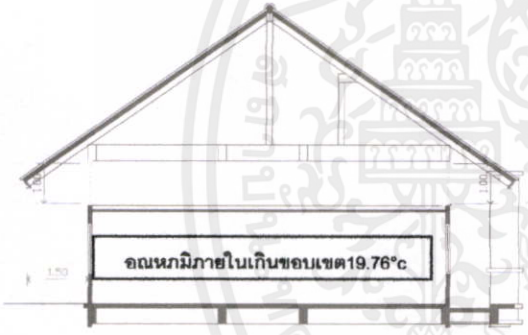
เปรียบเทียบความต่างระหว่างอุณหภูมิภายในอาคาร และภายนอกอาคาร ของการทดลองกรณี1.1-1.5						
กรณีการทดลอง	อุณหภูมิภายในอาคาร ที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย			อันดับ		
	ชั้นล่าง (ช่วงกลางวัน)	ชั้นบน (ช่วงกลางคืน)	รวม (24ชั่วโมง)	ชั้นล่าง	ชั้นบน	รวม
(กรณีที่ 1.1) ใช้ แบบการทดลองที่ 1 ไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา (กระเบื้องคอนกรีต)	21.39°c	17.56°c	38.95°c	4	5	5
(กรณีที่ 1.2) ใช้ แบบการทดลองที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 เมตร (กระเบื้องคอนกรีต)	20.70°c	14.67°c	35.37°c	3	4	4
(กรณีที่ 1.3) ใช้ แบบการทดลองที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 เมตร (กระเบื้องซีเมนต์)	20.57°c	13.80°c	34.37°c	2	3	3
(กรณีที่ 1.4) ใช้ แบบการทดลองที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา 1.00 เมตร (กระเบื้องซีเมนต์)	19.76°c	13.66°c	33.42°c	1	2	2
(กรณีที่ 1.5) ใช้ แบบการทดลองที่ 2 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 เมตร (กระเบื้องซีเมนต์)	24.89°c	0°c	24.89°c	5	1	1

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ชั้น 1 ช่วงเวลา 6.00 -20.00 น.ทั้ง 5 กรณี

- กรณีที่ 1.1,1.2,1.3,1.4 มีอุณหภูมิภายในอาคารชั้น 1 สุงสุด ตอนเวลา 17.00 น. ต่ำกว่ากรณี 1.5 แต่เนื่องจากช่วงเวลาการถ่ายเทความร้อนทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นกว่าขอบเขตสบายในช่วงหลัง 17.00 น. จะสอดคล้องกับการใช้งาน เฉพาะในวันเสาร์และวันอาทิตย์ แต่ไม่สอดคล้องกับการใช้งานส่วนใหญ่ของผู้อยู่อาศัย ที่จะใช้งานบริเวณชั้น 1 ในช่วงเวลา 17.00 – 20 .00 น.ของทุกวัน

กรณี 1.5 รูปแบบอาคารแบบที่ 2 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 ม. ทำให้อุณหภูมิภายในชั้น 1 สูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบายมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรณี เนื่องจากลมที่พัดผ่านใต้หลังคาพาความร้อนเข้ามาในอาคารในช่วงกลางวันทำให้อุณหภูมิภายใน สูงไกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก แต่อุณหภูมิจะต่ำลงอย่างรวดเร็วหลังจาก 17.00 น.กว่าทุกกรณีเมื่อเปรียบกับทุกกรณี เนื่องจากความร้อนจากหลังคาที่เข้าในอาคารถูกแทนที่ด้วยความเย็นจากลมภายนอก สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้ใช้ อาคาร ที่จะใช้อาคารบริเวณชั้น 1 ช่วง 17.00 – 20.00 น. ของทุกวัน แต่ไม่เหมาะกับการใช้งานช่วงวันเสาร์และวันอาทิตย์



อันดับที่ 1 (กรณี1.4)
หลังคาแบบทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป วัสดุหลังคา กระเบื้องซีเมนต์ หนา 5 มม. ติดฉนวนกันความร้อนอลูมินั่มฟอร์ยเหนือแป มีช่องเปิดใต้หลังคากว้าง 1.20 ม.มีอุณหภูมิภายในอาคารที่เกินขอบเขตบนสภาวะสบาย 19.76 องศาเซลเซียสใน ช่วงเวลา 6.00-20.00 น.

อันดับที่ 2 (กรณี 1.3)
หลังคาแบบทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป วัสดุหลังคากระเบื้องคอนกรีตหนา 12 มม. ติดฉนวนกันความร้อนอลูมินั่มฟอร์ย เหนือแป มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 ม. มีอุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย 20.57 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 6.00 – 20.00น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันดับที่ 3 (กรณี 1.2)
หลังคาแบบทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป วัสดุหลังคากระเบื้อง กระเบื้องคอนกรีตหนา 12 มม. ติดฉนวนกันความร้อน อลูมินั่มฟอร์ย เหนือแป ไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา มีอุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย 20.70 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 6.00 –20.00น

อันดับที่ 4 (กรณี 1.1)
หลังคาแบบทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป วัสดุหลังคากระเบื้อง คอนกรีตหนา 12 มม. ติดฉนวนกันความร้อน อลูมินั่มฟอร์ย เหนือแป ไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา มีอุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย 21.39 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 6.00–20.00น

อันดับที่ 5 (กรณี 1.5)
อาคารแบบที่ 2 วัสดุหลังคา กระเบื้องซีเมนต์ หนา 5 มม. ติดฉนวนกันความร้อนอลูมินั่มฟอร์ย เหนือแป ไม่มีช่องเปิดใต้หลังคามีอุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย 24.89 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 6.00 – 20.00 น

สรุปผลอุณหภูมิที่ชั้น 2 ช่วงเวลา 20.00 - 6.00 น.

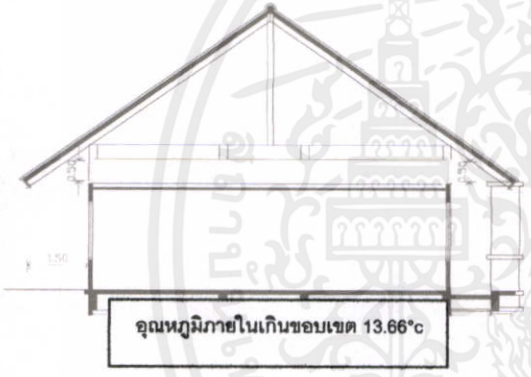
- กรณีที่ 1.1,1.2,1.3,1.4 มีอุณหภูมิภายในอาคาร ชั้น 2 สูงกว่า กรณี 1.5 และสูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย เนื่องจากช่วงเวลาการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาทำให้ไม่สามารถระบายความร้อน ออกจากอาคารได้ เกิดการสะสมความร้อนภานในอาคาร ทำให้อุณหภูมิภายในชั้น 2 จึงสูงกว่าขอบเขตสบายในช่วง 20.00-6.00 น. จึงไม่เหมาะกับการการใช้งานในช่วงกลางคืน ทั้ง 4 กรณี

- กรณี 1.5 รูปแบบอาคารแบบที่ 2 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 ม. ทำให้อุณหภูมิภายในชั้น 2 ต่ำกว่าขอบเขตบนสภาวะสบายมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรณี เนื่องจากลมที่พัดผ่านใต้หลังคาพาอากาศเย็นจากภายนอกเข้ามาแทนที่ อากาศร้อนภายใน ทำให้อุณหภูมิภายในไกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก ทำให้อุณหภูมิอยู่ต่ำลงในช่วง20.00-23.00 น. และอยู่ในช่วงขอบเขตสภาวะสบาย

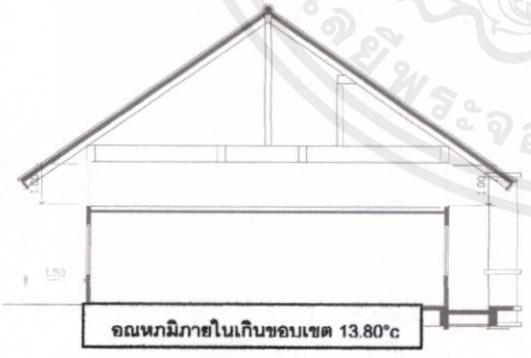
เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณี...

หลังจาก 0.00-6.00 น. สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้ใช้ อาคาร ที่จะใช้อาคารบริเวณชั้น 2 ช่วง 20.00 – 6.00 น. ของทุกวัน

อันดับที่ 1 (กรณี1.5)
ใช้แบบอาคารแบบที่ 2 วัสดุหลังคากระเบื้องซีเมนต์ หนา 5 มม. ติดฉนวนกันความร้อนอลูมินั่มฟอร์ย เหนือแป มีช่องเปิดใต้หลังคา กว้าง 0.50 ม. มีอุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย 0 องศาเซลเซียสในช่วงเวลา 20.00 – 6.00 น.

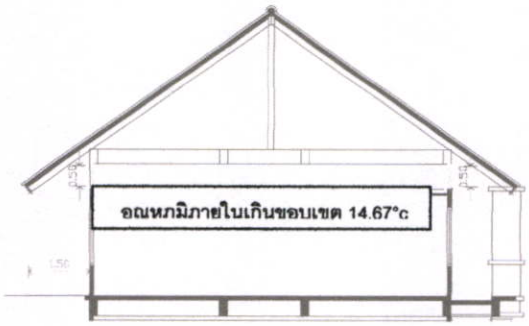


อันดับที่ 2 (กรณี1.3)
ใช้แบบอาคารแบบที่ 1 หลังคากระเบื้องซีเมนต์ หนา 5 มม. ติดฉนวนกันความร้อนอลูมินั่มฟอร์ย เหนือแป มีช่องเปิดใต้หลังคา กว้าง 0.50 ม. มีอุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย 13.66 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 20.00 – 6.00 น.



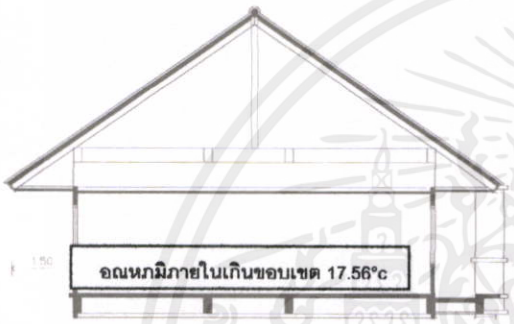
อันดับที่ 3 (กรณี1.4)
ใช้แบบอาคารแบบที่ 1 วัสดุหลังคากระเบื้องซีเมนต์ หนา 5 มม. ติดฉนวนกันความร้อนอลูมินั่มฟอร์ย เหนือแป มีช่องเปิดใต้หลังคา กว้าง 1.20 ม. มีอุณหภูมิเฉลี่ยสุงสุด ในช่วง 20.00 – 6.00 น ต่ำเป็นอันดับ 3 อุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย 13.80 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อันดับที่ 4 (กรณี1.2)

หลังคาแบบทาวน์เฮ้าส์ วัสดุหลังคากระเบื้องคอนกรีต หนา 12 มม. ติดฉนวนกันความร้อนอลูมินั่มฟอร์ย เหนือแป มีช่องเปิดใต้หลังคา กว้าง 0.50 ม.มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ในช่วง 20.00-6.00 น .ต่ำเป็น อันดับ 4 อุณหภูมิภายในอาคาร สูงกว่าขอบเขตบนสภาวะสบาย 14.67 องศาเซลเซียส



อันดับที่ 5 (กรณี1.1)

หลังคาแบบทาวน์เฮ้าส์ วัสดุหลังคากระเบื้องคอนกรีต หนา12 มม.ติดฉนวนกันความร้อนอลูมินั่มฟอร์ย เหนือแป ไม่มีช่องเปิดใต้หลังคามีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงมีอุณหภูมิสุด ในช่วง 20.00-6.00 ต่ำเป็นอันดับ 5 อุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่า ขอบเขตบนสภาวะสบาย 17.56 องศาเซลเซียส

9.1.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคารรายชั่วโมง ที่อยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย

การพิจาณาช่วงเวลาความสบายจะใช้ขอบเขตสภาวะสบายที่ได้จากการ ทดลองภาคสนามในเขตกรุงเทพมหานคร ใช้สำหรับอาคารที่ระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ มาใช้เป็นดัชนีชี้วัดช่วงเวลาที่อยู่ในขอบเขตสภาวะสบายของทุกกรณี (กรณี 1.1-1.5) ได้ผลดังนี้ (ดูตารางที่ 9.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.2 เปรียบเทียบจำนวน ชั่วโมงที่อยู่ในขอบเขตสบาย กรณี 1.1 -1.5

ตารางเปรียบเทียบจำนวนนวน ชั่วโมงที่อยู่ในขอบเขตสบาย กรณี 1.1-1.5			
กรณี	ชั้น 1 เวลากลางวัน	ชั้น 2 เวลากลางคืน	รวม (ชั่วโมง)
กรณีที 1.1 แบบอาคารแบบที่ 1 ไม่มีช่องเปิดใต้หลังคา	0	0	0
กรณีที 1.2 แบบอาคารแบบที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50	3	0	3
กรณีที 1.3 แบบอาคารแบบที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50	3	0	3
กรณีที 1.4 แบบอาคารแบบที่ 1 มีช่องเปิดใต้หลังคา 1.00 ม.	2	0	2
กรณีที 1.5 แบบอาคารแบบที่ 2 มีช่องเปิดใต้หลังคา 0.50 ม.	7	5	12

จึงสรุปได้ว่ากรณีที่ 1.5 หรือแบบอาคารแบบที่ 2 อยู่ในขอบเขตสบายมากที่สุด (ดูรูปที่ 8.21) คือในช่วงกลางวันตั้งแต่ เวลา 6.00 – 12.00 น และ ช่วงกลางคืน ตั้งแต่ เวลา 1.00 - 6.00 น ส่วนกรณี ที่ 1.2,1.3,1.4 อยู่ในขอบเขตสบายเฉพาะช่วงเวลากลางวัน ในช่วงเวลา 11.00-14.00 น. ซึ่งขัดแย้งกับช่วงเวลาการใช้งานของผู้ใช้อาคาร คือเป็นช่วงเวลาที่ไม่ได้อยู่บ้าน ส่วนกรณี 1.1 ไม่อยู่ในขอบเขตความสบายเลย ดังนั้นกรณีที่ 1.5 จึงเป็นรูปแบบอาคาร ที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจาก อยู่ในช่วงสภาวะสบายและเป็นช่วงเวลาที่สอดคล้องกับช่วงเวลาการใช้งานจริง ส่วนกรณีที่ 1.2,1.3,1.4 อยู่ในเขตสบาย 3 ชั่วโมง แต่ เป็นส่วนน้อยเมื่อเทียบกับช่วงเวลา การใช้งาน เพราะ มีช่วงวันเสาร์และวันอาทิตยเท่านั้น ที่ใช้งานช่วงเวลานี้ ดังนั้น กรณีที่ 1.5 หรือรูปแบบอาคารแบบที่ 2 จึงสามารถช่วยขยายขอบเขตความสบายได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.3 จัดอันดับความเร็วลมภายในอาคาร การทดลองเรื่องช่องเปิดทางเข้า และทางออกทุกกรณี (กรณี 2.1-2.5)

ตารางจัดอันดับเปรียบเทียบความเร็วลม ภายในอาคาร กรณี 2.1-2.5										
กรณี	ชั้น 2						ชั้น 1			
	ระดับ +0.50 เมตร		ระดับ +0.90 เมตร		ระดับ +1.20 เมตร		ระดับ +0.90 เมตร		ระดับ +1.20 เมตร	
	แถว 1	แถว 3	แถว 1	แถว 3	แถว 1	แถว 3	แถว 1	แถว 3	แถว 1	แถว 3
กรณี 2.1 ช่องเปิดทางเข้า 20% ช่องเปิดทางออก 20% ความเร็วลม (m/s)	0.16	0.10	0.16	0.10	0.16	0.13	0.75	0.13	0.65	0.18
ความเร็วลมภายใน เทียบเป็น % ของลมภายนอก	5.3%	3.3%	5.3%	3.3%	5.3%	4.3%	25.0%	4.3%	21.7%	6.0%
อันดับ	3	5	5	5	4	5	4	5	5	5
กรณี 2.2 ช่องเปิดทางเข้า 30% ช่องเปิดทางออก 30% ความเร็วลม (m/s)	0.26	0.17	0.21	0.13	0.15	0.21	0.85	0.18	0.79	0.48
ความเร็วลมภายใน เทียบเป็น % ของลมภายนอก	8.7%	5.7%	7.0%	4.3%	5.0%	7.0%	28.3%	6.0%	26.3%	16.0%
อันดับ	3	2	3	4	5	4	3	4	3	3
กรณี 2.3 ช่องเปิดทางเข้า 60% ช่องเปิดทางออก 60% ความเร็วลม (m/s)	0.26	0.13	0.19	0.4	0.31	0.55	0.55	0.53	0.75	0.77
ความเร็วลมภายใน เทียบเป็น % ของลมภายนอก	8.7%	4.3%	6.3%	13.3%	10.3%	18.3%	18.3%	17.7%	25.0%	25.7%
อันดับ	3	4	4	1	2	1	5	1	4	1
กรณี 2.4 ช่องเปิดทางเข้า 30% ช่องเปิดทางออก 60% ความเร็วลม (m/s)	0.34	0.16	0.24	0.18	0.20	0.24	0.95	0.25	0.91	0.53
ความเร็วลมภายใน เทียบเป็น % ของลมภายนอก	11.3%	5.3%	8.0%	6.0%	6.7%	8.0%	31.7%	8.3%	30.3%	17.7%
อันดับ	1	3	2	3	3	3	2	2	1	2
กรณี 2.5 ช่องเปิดทางเข้า 30% ช่องเปิดทางออก 60% (แยกอาคารแถวที่ 2) ความเร็วลม (m/s)	0.27	0.24	0.8	0.28	1.25	0.36	1.16	0.2	0.8	0.27
ความเร็วลมภายใน เทียบเป็น % ของลมภายนอก	9.0%	8.0%	26.6%	9.3%	41.7%	12.0%	38.7%	6.7%	26.7%	9.0%
อันดับ	2	1	1	2	1	2	1	3	2	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากตารางจัดอันดับความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 2.1-2.5 สรุปได้ดังนี้

- ชั้น 2 ระดับ +0.50 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 2.4 และกรณี 2.5 มีความเร็วลมภายใน อาคารสูงสุดประมาณ 11.3 % ของลมภายนอกอาคาร หรือ 0.34 เมตร / วินาที
- ชั้น 2 ระดับ +0.90 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 2.5 มีความเร็วลมภายในอาคารสูงสุดประมาณ 26.6% ของลมภายนอกอาคาร หรือ 0.8 เมตร / วินาที
- ชั้น 2 ระดับ +1.20 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 2.5 มีความเร็วลมภายในอาคารสูงสุดประมาณ 41.7% ของลมภายนอกอาคาร หรือ 1.25 เมตร / วินาที
- ชั้น 1 ระดับ +0.90 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 2.5 มีความเร็วลมภายในสูงสุดประมาณ 38.7% ของลมภายนอกอาคาร หรือ 1.16 เมตร / วินาที
- ชั้น 1 ระดับ +1.20 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 2.4 มีความเร็วลมภายในอาคารสูงสุดที่ 30.3 % ของลมภายนอกอาคาร หรือ 0.91 เมตร / วินาที

จากการทดลองเปรียบเทียบความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 2.1-2.4 ทำให้ได้ช่องเปิดขนาดดีที่สุดคือ กรณี 2.4 ที่มีขนาดช่องเปิดทางเข้า 30% ขนาดช่องเปิดทางออก 60% และเมื่อนำขนาดช่องเปิดนี้ ไปทดสอบด้วยการเปลี่ยนรูปแบบอาคารเป็นแบบที่ 2 คือ กรณี 2.5 ทำให้ความเร็วลมภายในสูงขึ้นกว่ากรณี 2.4 ทุกระดับยกเว้น ชั้น 2 ระดับที่สูงจากพื้น +0.50 จึงสรุปได้ว่า รูปแบบอาคารแบบที่ 2 มีผลต่อความเร็วลมภายในอาคารทำให้ความเร็วลมภายในอาคารสูงขึ้น ยกเว้นบริเวณช่องเปิดทางออกหรือแถว 3 เนื่องจากกระแสลมบริเวณกลางอาคารจะถูกดูดไปสู่ช่องเปิดด้านบนหลังคาที่มีความดันอากาศต่ำกว่าและอยู่ใกล้ที่สุดทำให้กระแสลมบริเวณช่องเปิดทางออกยกสูงขึ้นกว่าระดับใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.4 จัดอันดับความเร็วลมภายในอาคาร การทดลองเรื่อตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคาร ทุกกรณี (กรณี 3.1-3.6)

ตารางจัดอันดับเปรียบเทียบความเร็วลม ภายในอาคาร กรณี 3.1-3.6										
กรณี	ชั้น 2						ชั้น 1			
	ระดับ +0.50 เมตร		ระดับ +0.90 เมตร		ระดับ + 1.20 เมตร		ระดับ +0.90 เมตร		ระดับ +1.20 เมตร	
	แถว 1	แถว 3	แถว 1	แถว 3	แถว 1	แถว 3	แถว 1	แถว 3	แถว 1	แถว 3
กรณี 3.1 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.40 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.40 ม. ความเร็วลม (m/s)	0.31	0.31	0.2	0.4	0.48	0.35	0.7	0.64	0.65	0.71
ความเร็วลมภายในเทียบเป็น % ของลมภายนอก	10.3%	10.3%	6.7%	13.3%	16.0%	11.7%	23.3%	21.3%	21.7%	23.7%
อันดับ	3	1	3	2	1	4	4	3	5	1
กรณี 3.2 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.40 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.80 ม. ความเร็วลม (m/s)	0.37	0.27	0.27	0.4	0.41	0.36	0.73	0.7	0.66	0.71
ความเร็วลมภายในเทียบเป็น % ของลมภายนอก	12.3%	9.0%	9.0%	14.3%	13.7%	12.0%	24.3%	22.0%	22.0%	23.7%
อันดับ	1	2	1	1	2	3	2	1	4	1
กรณี 3.3 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.40 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 2.0 ม. ความเร็วลม (m/s)	0.21	0.21	0.13	0.05	0.09	0.18	0.73	0.18	0.33	0.14
ความเร็วลมภายในเทียบเป็น % ของลมภายนอก	7.0%	7.0%	4.3%	1.7%	3.0%	6.0%	24.3%	6.0%	11.0%	4.7%
อันดับ	5	4	5	6	5	6	2	6	6	4
กรณี 3.4 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.80 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.40 ม. ความเร็วลม (m/s)	0.32	0.18	0.16	0.38	0.34	0.39	0.64	0.63	0.71	0.67
ความเร็วลมภายในเทียบเป็น % ของลมภายนอก	10.7%	6.0%	5.3%	12.7%	11.3%	13.0%	21.3%	21.0%	23.7%	22.3%
อันดับ	2	6	4	4	3	2	5	4	1	2
กรณี 3.5 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.80 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 0.80 ม. ความเร็วลม (m/s)	0.37	0.2	0.21	0.4	0.31	0.4	0.73	0.65	0.69	0.67
ความเร็วลมภายในเทียบเป็น % ของลมภายนอก	12.3%	6.7%	7.0%	13.3%	10.3%	13.3%	24.3%	21.7%	23.0%	22.3%
อันดับ	1	5	2	3	4	1	2	2	2	2
กรณี 3.6 ช่องเปิดทางเข้าและออกสูง 0.80 ม. ช่องเปิดกลางอาคารสูง 2.00 ม. ความเร็วลม (m/s)	0.22	0.21	0.13	0.06	0.09	0.23	0.76	0.6	0.67	0.66
ความเร็วลมภายในเทียบเป็น % ของลมภายนอก	7.3%	8.0%	4.3%	2.0%	3.0%	7.7%	25.3%	20.0%	22.3%	22.0%
อันดับ	4	3	5	5	5	5	1	5	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากตารางจัดอันดับความเร็วลมภายในอาคาร กรณี 3.1-3.6 สรุปได้ดังนี้

- ชั้น 2 ระดับ +0.50 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 3.2 มีความเร็วลมภายในอาคารสูงสุดประมาณ 12.3 % ของลมภายนอกอาคาร หรือ 0.37 เมตร / วินาทีความเร็วลมต่ำสุดคือกรณี 3.3 มีความเร็วลม 0.21เมตร / วินาที หรือ 7 %

- ชั้น 2 ระดับ +0.90 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 3.2 มีความเร็วลมภายในอาคารสูงสุดประมาณ 14.3% ของลมภายนอกอาคาร หรือ 0.4 เมตร / วินาทีความเร็วลมต่ำสุดคือกรณี 3.3 มีความเร็วลม 1.7 % หรือ 0.05 เมตร / วินาที

- ชั้น 2 ระดับ +1.20 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 3.1 มีความเร็วลมภายในอาคารสูงสุดประมาณ 16% ของลมภายนอกอาคาร หรือ 0.48 เมตร / วินาทีความเร็วลมต่ำสุดคือกรณี 3.3 มีความเร็ว 3% หรือ 0.09 เมตร / วินาที

- ชั้น 1 ระดับ +0.90 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 3.2 มีความเร็วลมภายในสูงสุดประมาณ 24.3% ของลมภายนอกอาคาร หรือ 0.73 เมตร / วินาทีความเร็วลมต่ำสุดคือกรณี 3.3 มีความเร็วลม 6% หรือ 0.18 เมตร / วินาที

- ชั้น 1 ระดับ +1.20 เมตร กรณีที่มีความเร็วลมภายในสูงสุดคือกรณี 3.4 มีความเร็วลมภายในอาคารสูงสุดที่ 23.7 % ของลมภายนอกอาคาร หรือ 0.71 เมตร / วินาทีความเร็วลมต่ำสุดคือกรณี 3.3 มีความเร็วลม 4.7% หรือ 0.14 เมตร / วินาที

- ตำแหน่งช่องเปิดกลางอาคารมีผลต่อความเร็วลมอย่างมาก ระดับช่องเปิดกลาง ที่ระดับ +0.80 ม.ถือว่าดีที่สุด ระดับช่องเปิดกลาง 2.00 เมตร ให้ความเร็วลมที่ต่ำ กว่าทุกกรณี ระดับช่องเปิดทางเข้าและทางออก ระดับ +0.40 ม.เป็นระดับที่ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรณี

- เมื่อนำตำแหน่งของช่องเปิดที่ดีที่สุด หรือตำแหน่งของกรณี 3.2 มาใส่ในรูปแบบอาคารแบบที่ 2 (กรณี 3.7) พบว่า ความเร็วลมภายในสูงขึ้นมากกว่าทุกกรณี เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกรณีการทดลองที่ 3.2 พบว่าความเร็วลมภายในสูงขึ้นกว่าเดิม 30% ทุกระดับของตำแหน่งจุดวัด ชั้น 2 หรือเท่ากับ 43% แต่จะมีความเร็วลดลงมาก ในตำแหน่งจุดวัดชั้น 2 แถว 3 หรือบริเวณช่องเปิดทางออก การเปิดแนวตั้งตั้งบริเวณหลังคาหรือรูปแบบอาคารแบบที่ 2 นอกจากมีผลกับอุณหภูมิภายในอาคารแล้วยังมีผลกับความเร็วลมภายในอาคารอย่างมาก

9.4 ปัญหา และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่องรูปแบบช่องเปิด และขนาดช่องเปิดในอาคารทาวน์เฮ้าส์พบว่า ใช้รูปแบบหลังคาแบบที่ 2 ที่เป็นหลังคาแบบเปิดจะช่วยเพิ่มขอบเขตความสบายได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับทาวน์เฮ้าส์ทั่วไป ทั้งในด้านการระบายอากาศ และด้านการลดอุณหภูมิในอาคาร แต่ยังมีปัญหาด้านอุณหภูมิที่สูงในช่วงเวลา ตั้งแต่ 11.00- 20.00 น.ที่อุณหภูมิภายในอาคารยังสูงกว่าทาวน์เฮ้าส์แบบทั่วไป เนื่องจากหลังคาอาคารรูปแบบที่ 2 เปิดช่องเปิดใต้หลังคาไว้ตลอดเวลาทำให้

ลมร้อนจากภายนอกที่เข้ามาทางช่องระบายอากาศบริเวณใต้หลังคาทำให้อุณหภูมิสูง ในช่วงบ่ายถึงค่ำ การปรับช่วงเวลาเปิดปิดช่องเปิดใต้หลังคาของหลังคาอาคารแบบที่ 2 ให้เปิดเฉพาะช่วงเวลากลางคืน อาจทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงน่าจะมีการศึกษาเพิ่มในส่วนนี้

สำหรับการศึกษาเรื่องขนาดช่องเปิด ที่สัมพันธ์กับความเร็วลมภายในอาคารนั้นมิได้นำผนังภายในอาคารมาศึกษา แต่เพื่อจะทดสอบประสิทธิภาพของช่องเปิดสูงสุด เพื่อหาผลความเร็วลมภายในอาคารที่ดีสุด ไว้ปีนข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารประเภททาวน์ เฮ้าส์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ปรีชญา รังสิรักษ์. 2545. **เอกสารคำสอนภูมิอากาศชั้นสูง.** กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปรีชญา รังสิรักษ์. 2547. **แนวความคิดในเรื่องภาวะสบาย.** กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปรีชญา รังสิรักษ์. 2548. ลักษณะอากาศเมืองกรุงเทพมหานครเพื่อการออกแบบอาคาร สาระศาสตร์ 9 วารสารวิชาการคณะสถาปัตย์กรรมศาสตร์ ฉบับที่ 9, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมสิทธ์ นิตยะ. 2545. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543. การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลม กับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้นในประเทศไทย.

Robert, D.F. 1952. Basal metabolic,race and climate,trans.Royal Anthropological Institute, 82(1952) :169,guoted in Macfarlance,1958,Thermal Comfort Zones, Arch.Sc.Rev. Mar 1958

Koenigsberger ,O.H. et. Al., 1978. Manual of Tropical Housing and Building Part One : Climate Design, Commonwealth Printing Press Ltd., Hong Kong,

Givoni. 1988. Climate Considerations in Building and Urban Design. New York : Van Nostrand Reinhold.

Webb,C.G. 1960. Thermal Discomfort in an Equatorial Climate, J.I.H.V.E.,

Olgyay V. 1969. Design With Climate. Princeton, New Jersey : Princeton University

Szokolay S.V. 1975. Solar Energy and Building London : The Architectural Press ,

Rangsiraksa,p., 2006. Thermal comfort in Bangkok residential building, Thailand,plea 2006 , 23rd international conference on passive and low energy architecture Geneva Switzerland, 6-8 sept , 2006 , pp 541-546

Rangsiraksa ,P., 2004 , Bangkok's Climate characteristics , INTA (Internation network for tropical Architecture) , 1st international tropical Architecture Conference , NUS Singapore, 26th – 28 th Feb 2004 , pg 50

Rangsiraksa ,p., 2004. Climate data and thermal comfort in Bangkok, dept. of Architecture , Ph.d. thesis university of Queensland, AUS.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

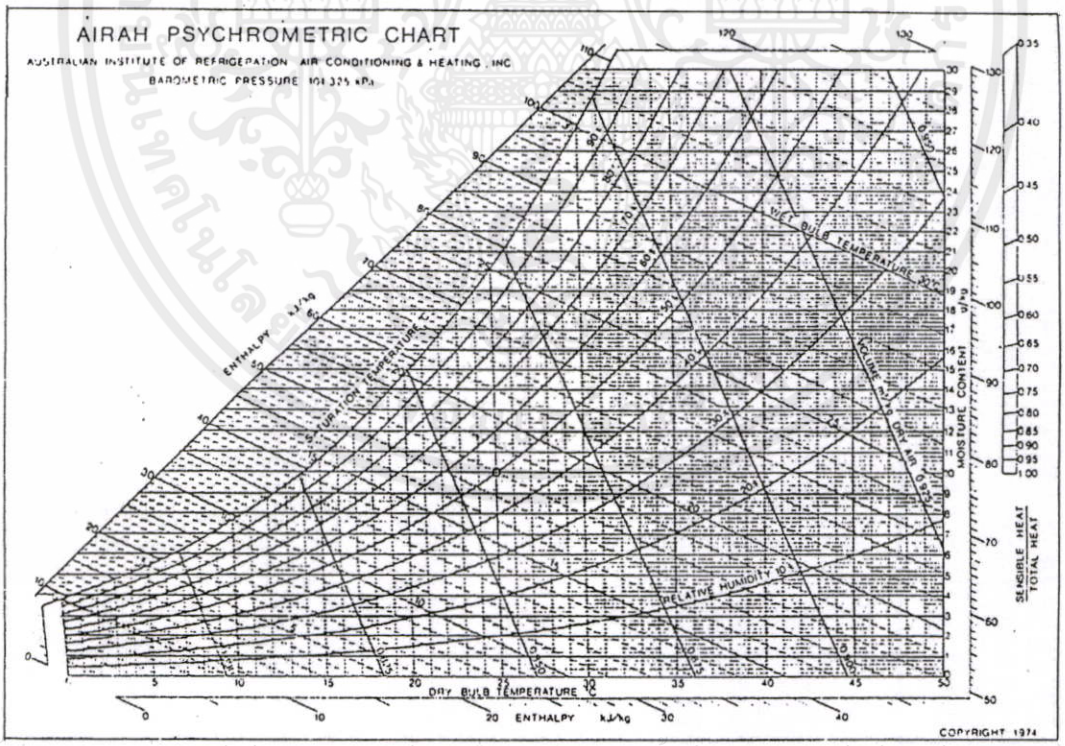
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แผนภูมิ Psychromatric chart ประกอบด้วย

แผนภูมิไซโครเมตริก เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการอ่านข้อมูลสภาพภูมิอากาศ โดยการใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศทั้ง 12 เดือน แสดงลงในแผนภูมิไซโครเมตริก เพื่ออ่านค่าข้อมูลที่ตกอยู่ในช่วงต่างๆ เพื่อเลือกใช้กระบวนการที่เหมาะสมในการออกแบบที่เหมาะกับสภาพภูมิอากาศของพื้นที่นั้น ใน Psychromatric chart มีองค์ประกอบดังนี้ (รูปที่ 3.2)

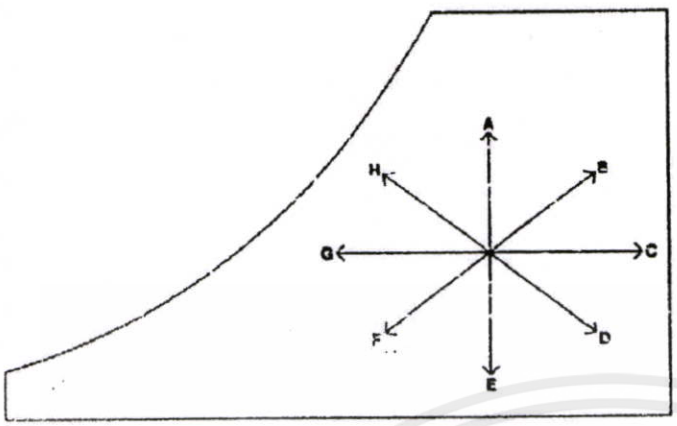
1. อุณหภูมิอากาศซึ่งอ้างถึงอุณหภูมิแห้ง (DBT)
2. อุณหภูมิอากาศซึ่งอ้างถึงอุณหภูมิเปียก (WBT)
3. ความชื้นของอากาศสามารถวัดได้จาก (WBT)
4. ความชื้นสัมพัธ (RH) หน่วย = กรัม / กิโลกรัม (ซึ่งหมายถึงจำนวนกรัมของน้ำต่อ 1 กิโลกรัมของอากาศแห้ง)
5. ความชื้นสัมบูรณ์ (AH)
6. ความดันไอน้ำ (VP) เป็น kPa (kN/m^2)

   (ความสัมพันธ์เหล่านี้แสดงโดย " Psychrometric Chart" ในรูปที่ 3.2)
7. อุณหภูมิที่เกิดจากผลของรังสีที่แผ่ออกมา (MRT หรือ Mean radiant temperature)
8. การเคลื่อนที่ของอากาศมีหน่วยเป็น เมตร/ วินาที



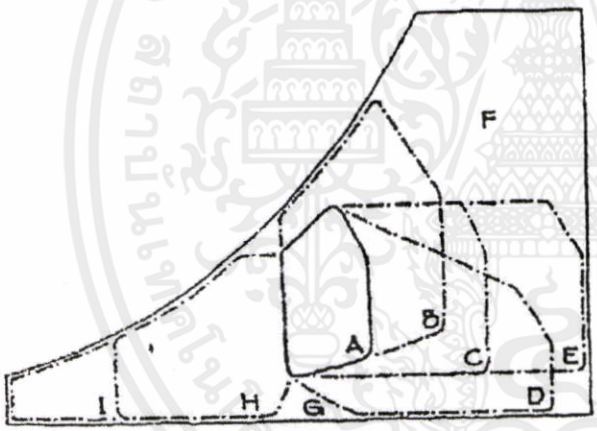
รูปที่ ผ.1 แผนภูมิไซโครเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A. Humidifying
B. Heating –Humidifying
C. Sensible Heating
D. Chemical Dehumidifying
E. Dehumidifying
F. Cooling – Dehumidifying
G. Sensible Cooling
H. Evaporative Cooling

รูปที่ ผ.2 แสดงการอ่านค่าในแผนภูมิ ไซโครเมตริก

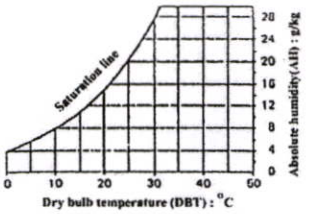


A. Comfort Zone
B. Natural / Mechanical Ventilation
C. High Thermal Mass
D. Evaporative Cooling
E. High Mass with Nightventilation
F. Conventional Air Conditioning
G. Humidification
H. Passive Solar Heating
I. Active Solar / Conventional Heating

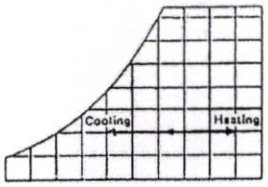
รูปที่ ผ.3 แสดงเทคนิคการปรับสภาพภูมิอากาศโดยแผนภูมิไซโครเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

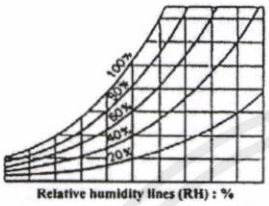
Psychrometric Chart : saturation humidity line.



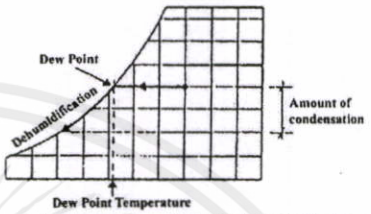
Psychrometric process : heating and cooling.



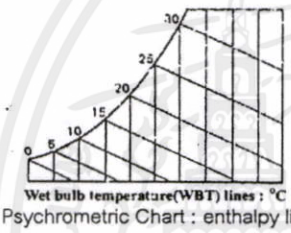
Psychrometric Chart : relative humidity lines.



Psychrometric process : dehumidification by cooling.

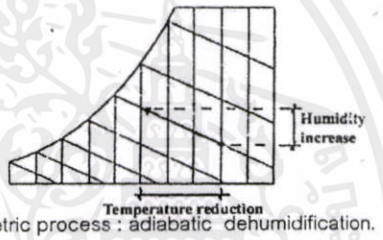


Psychrometric Chart : wet bulb temperature lines.

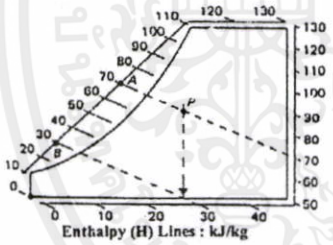


Psychrometric process : adiabatic humidification.

(evaporative couling)

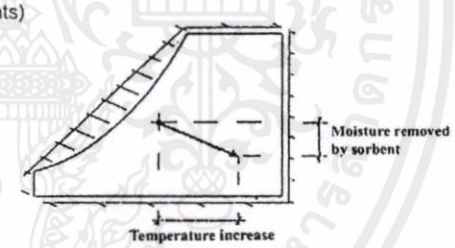


Psychrometric Chart : enthalpy lines.

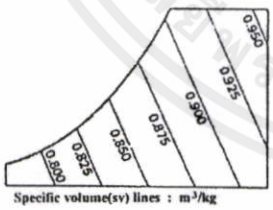


Psychrometric process : adiabatic dehumidification.

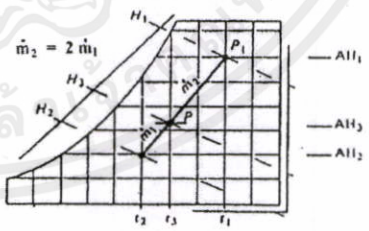
(sorbents)



Psychrometric Chart : specific volume lines.



Psychrometric process : mixing.



รูปที่ ผ.4 แสดงการองค์ประกอบและการอ่านค่าของแผนภูมิไซโครเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายมติ ศีติสาร	
วัน/เดือน/ปีเกิด	18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2520 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร	
ประวัติการศึกษา	2538-2542	สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
	2546 -2550	กำลังศึกษาระดับปริญญาโท คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	2542-2550	สถาปนิกโครงการ บริษัท มติธนวัฒน์ จำกัด
เกียรติบัตร	2541	เกียรติบัตร การอบรม Green Design โดยสมาคมสถาปนิกสยาม
	2547	รางวัลรองชนะเลิศ การประกวดบ้านประหยัดพลังงาน โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้